

## **PROGRAM STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA**

**KIERUNEK STUDIÓW: SZTUCZNA INTELIGENCJA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **informatyka techniczna i telekomunikacja**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki**

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – załącznik nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – załącznik nr 2 do programu studiów

Uchwała nr **32/03/2020-2024** Senatu PWr z dnia **19.11.2020 r.**

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**Wydział: Informatyki i Zarządzania**

**Kierunek studiów: Sztuczna Inteligencja**

**Poziom studiów: drugiego stopnia**

**Profil: ogólnoakademicki**

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: **Nauki inżyniersko-techniczne**

Dyscyplina: **Informatyka techniczna i telekomunikacja**

Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia - 6 poziom PRK\*

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK\*

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia studiów - 6 poziom PRK \*

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia/ jednolitych magisterskich – 7 poziom PRK\*

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K(symbol kierunku)\_W1, K(symbol kierunku)\_W2, K(symbol kierunku)\_W3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K(symbol kierunku)\_U1, K(symbol kierunku)\_U2, K(symbol kierunku)\_U3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K(symbol kierunku)\_K1, K(symbol kierunku)\_K2, K(symbol kierunku)\_K3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza”

S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności”

S(symbol specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

...\_inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

\*niepotrzebne usunąć

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Sztuczna Inteligencja</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent: <b>Wydziału Informatyki i Zarządzania</b>	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającym uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
KSI_W01	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu optymalizacji i algorytmów kwantowych, przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych problemów z zakresu Sztucznej Inteligencji	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W02	Zna główne tendencje rozwojowe Sztucznej Inteligencji jako dyscypliny nauki i możliwości jej zastosowań w biznesie	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W03	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu metod maszynowego uczenia, w tym modeli probabilistycznych i modeli głębokich, ich metod uczenia i jego poprawy, obszarów zastosowań oraz odpowiednich środowisk implementacji, wymagań odnośnie przygotowywania danych uczących do poszczególnych metod i zastosowań oraz odpowiednich procedur walidacji	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W04	Ma podstawową wiedzę w zakresie formalnego opisu języka naturalnego oraz konstrukcji inteligentnych systemów przetwarzających wypowiedzi w języku naturalnym. Zna podstawowe zasoby i narzędzia językowe oraz stan bieżący technologii językowej dla języka angielskiego i polskiego.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
KSI_W05	Zna zaawansowane metody przetwarzania informacji, w tym metody pozyskiwania wiedzy z danych różnych typów danych, ich transformacji, automatycznej ekstrakcji cech, metody zbierania informacji o preferencjach użytkownika i sposoby personalizacji w systemach informacyjnych oraz metody działania systemów rekomendacyjnych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż

KSI_W06	Zna zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne metody i algorytmy przetwarzania danych multimedialnych, w tym rozpoznawania mowy, analizy obrazów i wideo. Ma wiedzę dotyczącą poszczególnych kroków koniecznych do analizy różnych obrazów pod różnym kątem, podstawową wiedzę z zakresu interpretacji obrazów oraz pozyskiwania informacji z sygnału audio zawierającego wypowiedzi w języku naturalnym	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W07	Ma wiedzę na temat zaawansowanej analizy danych sieciowych, mediów cyfrowych i sposobów ich wykorzystania	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
KSI_W08	Zna różnorodne zastosowania technik analizy multimediiów w zagadnieniach związanych z pozyskiwaniem informacji z danych masowych i złożonych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
KSI_W09	Ma wiedzę na temat zaawansowanych metod przetwarzania złożonych danych, w tym przestrzennych i afektywnych.	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W10	Ma wiedzę na temat metod pozyskiwania wiedzy z danych różnych typów danych, ich transformacji i walidacji oraz potencjalnych zastosowań	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W11	Zna podstawowe metaheurystyki i ich rozszerzenia oraz możliwości zastosowań poznanych metaheurystyk	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W12	Zna podstawowe metodyki prowadzenia projektów w zakresie Sztucznej Inteligencji	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W13	Zna różne metody wizualizacji danych i sposoby ich doboru w zależności od ich rodzaju i sposobu komunikowania	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W14	Zna zaawansowane metody eksploracji danych językowych i technik rozmytych	P7U_W	P7S_WG	
KSI_W15	Zna i rozumie uwarunkowania prawne, społeczne i etyczne w Sztucznej Inteligencji	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
KSI_U01	Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować	P7U_U	P7S_UW	
KSI_U02	Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych	P7U_U	P7S_UW	
KSI_U03	Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić	P7U_U		P7S_UW_inż

	dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji			
KSI_U04	Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
KSI_U05	Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
KSI_U06	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców	P7U_U	P7S_UK	
KSI_U07	Potrafi porozumiewać się w języku angielskim lub innym języku obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, również w zakresie specjalistycznej terminologii; zna drugi język obcy na poziomie A1 lub A2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7U_U	P7S_UK	
KSI_U08	Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych	P7U_U	P7S_UO	
KSI_U09	Potrafi planować i realizować proces samokształcenia, określać możliwe kierunki dalszego uczenia się przez całe życie, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie	P7U_U	P7S_UU	
KSI_U10	Potrafi prowadzić debatę	P7U_U	P7S_UK	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
KSI_K01	Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.	P7U_K	P7S_KK	
KSI_K02	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KO	
KSI_K03	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, zna i przestrzega zasady etyki zawodowej	P7U_K	P7S_KR	

\*niepotrzebne usunąć

**OPIS PROGRAMU STUDIÓW****Kierunek studiów: Sztuczna Inteligencja****Profil: akademicki****Poziom studiów: studia drugiego stopnia****Forma studiów: dzienna****1. Opis ogólny**

<p><i>1.1 Liczba semestrów:</i></p> <p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p><i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</i></p> <p style="text-align: center;"><b>90</b></p>
<p><i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć:</i></p> <p style="text-align: center;"><b>1080</b></p>	<p><i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</i></p> <p>REKRUTACJA: Warunki i tryb rekrutacji na dany rok akademicki zatwierdzone są corocznie przez Senat Politechniki Wrocławskiej i ogłaszane stosownym Zarządzeniem Wewnętrznym</p>
<p><i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Magister inżynier</b></p>	<p><i>Sylwetka absolwenta</i></p> <p>Absolwent kierunku Sztuczna Inteligencja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• jest przygotowany do rozwiązywania wyzwań technologicznych w różnych dziedzinach życia metodami Sztucznej Inteligencji;</li> <li>• potrafi stosować metody uczenia maszynowego, w tym modele głębokie (ang. <i>deep learning</i>) i wnioskowania statystycznego oraz nowoczesne narzędzia informatyczne w trudnych zadaniach analizy danych oraz interpretacji pozyskanej wiedzy w zastosowaniach praktycznych;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada teoretyczne podstawy i umiejętności praktyczne niezbędne do analizowania złożonych, masowych i dynamicznych danych pochodzących z mediów społecznościowych, zjawisk ekonomicznych, medycznych, procesów produkcyjnych i innych;</li> <li>• posiada specjalistyczną wiedzę w zakresie inteligentnej analizy języka naturalnego i danych multimedialnych;</li> <li>• ma wiedzę w zakresie pozyskiwania, integracji i przetwarzania danych charakteryzujących się dużą złożonością i zmiennością, w tym danych tekstowych, obrazowych, mowy, video oraz danych strumieniowych;</li> <li>• cechuje się dużą samodzielnością i poczuciem odpowiedzialności w pracy badawczej i projektach;</li> <li>• posiada rozwinięte zdolności do pracy w grupie i umiejętności miękkie wypracowane w trakcie uczestnictwa w wielu projektach grupowych.</li> </ul> <p><i>Możliwości zatrudnienia</i></p> <p>Zatrudnieniem specjalistów tej specjalności są zainteresowane firmy zajmujące się tworzeniem oprogramowania. Również firmy konsultingowe, finansowe, banki, nowe media, firmy farmaceutyczne i biotechnologiczne poszukują specjalistów z tej dziedziny. Oferty pracy pochodzą nie tylko ze świata, ale dużą ofertę pracy można znaleźć także w Polsce.</p>
<p>1.7 Możliwość kontynuacji studiów</p> <p style="text-align: center;"><b>Studia w Szkole Doktorskiej</b></p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów na kierunku Sztuczna Inteligencja jest zgodny z misją uczelni i strategią jej rozwoju jako wiodącej uczelni i ośrodka naukowego w regionie. Konwent Wydziału, w skład którego wchodzi przedstawiciele znaczących firm z regionu, bierze udział w pracach nad kształtowaniem programów, odpowiada więc potrzebom i oczekiwaniom potencjalnych pracodawców. Przedmioty zawarte w programie studiów spełniają wymagania Polskiej Ramy Kwalifikacji.</p> <p>Program umożliwia pogłębienie posiadanych już kompetencji inżynierskich a także zdobycie nowej wiedzy i umiejętności niezbędnych dla magistra inżyniera w dziedzinie Sztucznej inteligencji w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja</p>

	<p>Program jest zróżnicowany merytorycznie i zawiera treści odpowiadające najnowszym osiągnięciom w dziedzinie Sztucznej Inteligencji. Kadra prowadząca kursy ma udokumentowane osiągnięcia publikacyjne na najwyższym poziomie, gwarantując tym samym przekazywanie aktualnych treści programowych.</p> <p>Pracownicy zaangażowani w prowadzenie kierunku biorą udział w programach i projektach badawczych, zarówno tych o zasięgu krajowym jak i międzynarodowym, w których również mają szansę aktywnie uczestniczyć studenci prowadząc prace badawcze w ramach projektów oraz własne badawcze prace magisterskie. Część z nich kończy się wspólną publikacją studentów i pracowników.</p>
--	--

## 2. Opis szczegółowy

**2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 15, U (umiejętności) = 10, K (kompetencje) = 3, W + U + K = 28**

**2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:**

**D1 (wiodąca) .....** *(liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się)*

**D2 .....**

**D3 .....**

**D4 .....**

**2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:**

**D1 .....** % punktów ECTS

**D2 .....** % punktów ECTS

**D3 .....** % punktów ECTS

**D4 .....** % punktów ECTS

**2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - DN** *(musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)* **72**



**2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne** (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)

**2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

Na rynku pracy istnieje rosnące zapotrzebowanie na specjalistów w zakresie Sztucznej Inteligencji. Jak wynika z 7. edycji raportu „[Monitoring trendów w innowacyjności](https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/RAPORT_NSI_7_2019.pdf)” ([https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/RAPORT\\_NSI\\_7\\_2019.pdf](https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/RAPORT_NSI_7_2019.pdf)) przygotowanego przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, Polska do roku 2025 będzie potrzebowała 200 tys specjalistów w zakresie Sztucznej Inteligencji. Zakładane efekty uczenia się wpisują się również w Politykę Rozwoju Sztucznej Inteligencji na lata 2019-2027, opracowaną przez Ministerstwo Cyfryzacji, przedstawiającą cele służące budowie potencjału Polski w obszarze Sztucznej Inteligencji.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia** (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2) **54 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	<b>2</b>
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	<b>0</b>
Łączna liczba punktów ECTS	<b>2</b>

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych** (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	<b>22</b>
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	<b>19</b>
Łączna liczba punktów ECTS	<b>41</b>

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)**

**3 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 41 punktów ECTS**

**3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Uzyskanie zakładanych efektów uczenia się odbywa się przez aktywny udział studenta we wszystkich formach zajęć. Większość wykładów jest wspierana zajęciami praktycznym w postaci laboratoriów i projektów, co pomaga oprócz wiedzy teoretycznej rozwinąć też inne kompetencje. W każdym semestrze studenci uczestniczą w projekcie naukowo wdrożeniowym, którego tematyka leży w dziedzinie Sztucznej Inteligencji. Wiele projektów realizowanych jest w grupach, co wspomaga wykształcenie umiejętności miękkich. W ramach niektórych przedmiotów organizowane są dla studentów konkursy wyzwajające kreatywność i rywalizację. Nad przebiegiem procesu uczenia się czuwa kadra, pasjonująca się swoją pracą, realizująca badania w tej dziedzinie i publikująca w dobrych czasopismach i konferencjach. Daje to gwarancję uzyskania aktualnych i interesujących dla studentów treści kursów.

## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie* (min. .... pkt. ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych	1					KSL_W10	15	30	1		0,6	T	Z				KO
2		Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji	1				1	KSL_W15 KSL_U06 KSL_K01 KSL_K03	30	60	2		1,2	T	Z			P(1)	KO
Razem			2				1		45	90	3		1,8					1	

##### 4.1.1.2 Blok *Języki obce* (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.1.3 Blok Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Razem																	

#### 4.1.1.4 Technologie informacyjne (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Razem																	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
2			1		45	90	3		1,8

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1 Blok Matematyka

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy optymalizacji	1					KSL_W01	15	30	1		0,6	T	Z				PD
		Razem	1						15	30	1		0,6						

### 4.1.2.2 Blok Fizyka

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Komputery i Algorytmy Kwantowe	1					KSL_W01	15	30	1		0,6	T	Z				PD
		Razem	1						15	30	1		0,6						

### 4.1.2.3 Blok Chemia

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Razem																	

### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
2					30	60	2		1,2

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Probabilistyczne modele grafowe	2		2			KSI_W03 KSI_U02, KSI_U03	60	180	6	6	3	T	E		DN	P(3)	K
2		Głębokie sieci neuronowe	2		2			KSI_W03 KSI_U03	60	180	6	6	3,6	T	E		DN	P(3)	K
3		Uczenie maszynowe	2		2			KSI_W03 KSI_U02, KSI_U03, KSI_U04, KSI_K01	60	150	5	5	3,0	T	E		DN	P(2)	K
4		Metaheurystyki	2		2			KSI_W11 KSI_U03	60	120	4	4	2,4	T	Z		DN	P(2)	K
5		Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy	1		1			KSI_W10 KSI_U03, KSI_U04, KSI_K01	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
6		Projekt naukowo-wdrożeniowy 1				2		KSI_U01 KSI_U03 KSI_U05 KSI_U08 KSI_U09 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
7		Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych	2				1	KSI_W03 KSI_U01 KSI_U06 KSI_U10 KSI_K01 KSI_K02	45	90	3	3	1,8	T	Z		DN		K

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnuczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8		Przetwarzanie języka naturalnego	2		2			KSL_W04 KSL_U03 KSL_U04	60	180	6	6	3,6	T	E		DN	P(3)	K
9		Projekt naukowo-wdrożeniowy 2				2		KSL_U01 KSL_U03 KSL_U05 KSL_U08 KSL_U09 KSL_K01 KSL_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
10		Wizualizacja danych i komunikowanie	1			1		KSL_W13 KSL_U03 KSL_U06	30	90	3		1,8	T	Z			P(2)	K
11		Projekt naukowo-wdrożeniowy 3				2		KSL_U01 KSL_U03 KSL_U05 KSL_U08 KSL_U09 KSL_K01 KSL_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
Razem			1 4		1 1	7	1		495	1260	41	38	24,6					P(22)	

**Razem (dla bloków kierunkowych):**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14		11	7	1	495	1230	41	38	24,6

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1 Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. .... pkt ECTS):

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

#### 4.2.1.2 Blok Języki obce (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3			KSI_U07	45	60	2		1,2	T	Z	O				KO
2		Język obcy I		1			KSI_U07	15	30	1		0,6	T	Z	O				KO
Razem				4				60	90	3		1,8							

#### 4.2.1.3 Blok Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy





		Razem																			

#### 4.2.2.2 Blok Fizyka (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>		
		Razem																			

#### 4.2.2.3 Blok Chemia (min. .... pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>		
		Razem																			

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.3.1. Blok Zaawansowane metody przetwarzania informacji (min 3 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Uczenie reprezentacji	1		1			KSI_W05 KSI_U03 KSI_U04	30	90	3	3	1,8	T	Z		DN	P(1)	K
2		Systemy rekomendacyjne i personalizacja	1		1			KSI_W05 KSI_U03 KSI_U04	30	90	3	3	1,8	T	Z		DN		
Razem			1		1				30	90	3	3	1,8					P(1)	

### 4.2.3.2. Blok Zaawansowane metody przetwarzania danych (min 2 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

1		Informatyka Afektywna	1		1			KSI_W09 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
2		Przetwarzanie danych przestrzennych	1		1			KSI_W09 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
Razem			1		1				30	60	2	2	1,2					P(1)	

#### 4.2.3.3. Blok Analiza danych multimedialnych (min. 2 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Analiza mediów cyfrowych	1		1			KSI_W07 KSI_U01 KSI_U02 KSI_U03 KSI_U08 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
2		Metody analizy sieci złożonych	1		1			KSI_W07 KSI_U01 KSI_U02 KSI_U03 KSI_U08 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
Razem			1		1				30	60	2	2	1,2					P(1)	

#### 4.2.3.4. Blok Przetwarzanie danych multimedialnych (min. 5. pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin	Symbol efektu	Liczba godzin	Liczba pkt. ECTS	Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup>	Kurs/grupa kursów
-----	----------------------------	--	--------------------------	---------------	---------------	------------------	---	---------------------	-------------------

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

	grupy kursów		w	ć	l	p	s	uczenia się	ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>3</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>	grupy kursów	zaliczenia	ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Analiza i przetwarzanie dźwięku (1)	2		2			KSI_W06 KSI_W07 KSI_U03 KSI_U04	60	150	5	5	3,0		E		DN	P(2)	K
2		Analiza i przetwarzanie obrazów i wideo (2)	2		2			KSI_W06 KSI_W07 KSI_U03 KSI_U04	60	150	5	5	3,0		E		DN	P(2)	K
Razem			2		2				60	150	5	5	3,0					P(2)	

#### 4.2.3.5. Blok *Inteligentne przetwarzanie danych (min. 4 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Przetwarzanie danych masowych	2		2			KSI_W08 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01	60	120	4	4	2,4	T	E		DN	P(2)	K
2		Przetwarzanie danych złożonych	2		2			KSI_W08 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01	60	120	4	4	2,4	T	E		DN	P(2)	K
Razem			2		2				60	120	4	4	2,4					P(2)	

#### 4.2.3.6. Blok *Sztuczna Inteligencja w biznesie (min. 2. pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin	Symbol efektu	Liczba godzin	Liczba pkt. ECTS	Forma <sup>2</sup> kursu/	Sposób <sup>3</sup>	Kurs/grupa kursów
-----	------------	--	--------------------------	---------------	---------------	------------------	---------------------------	---------------------	-------------------

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

	grupy kursów		uczenia się					ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>	grupy kursów	zaliczenia	ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
			w	ć	l	p	s											
1		Innowacje i przedsiębiorczość w Sztucznej Inteligencji	1			1					1,2	T	Z			P(1)	K	
2		Biznes i technologia w przedsiębiorstwach sztucznej inteligencji	1			1					1,2	T	Z			P(1)	K	
Razem			1			1					1,2					P(1)		

#### 4.2.3.7. Blok Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji (min. 3 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s	ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1		Zastosowania technik rozmytych	1		1						3	3	1,8	T	Z		DN	P(1)	K
2		Eksploracja danych językowych	1		1						3	3	1,8	T	Z		DN	P(1)	K
Razem			1		1						3	3	1,8					P(1)	

#### 4.2.3.8. Blok Kursy Dyplomowe (min. 20 pkt ECTS):

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Seminarium dyplomowe					2	KSL_U01 KSL_U02 KSL_U06 KSL_U09 KSL_U10	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN		K
2		Praca dyplomowa				10		KSL_U02 KSL_U04 KSL_Ko1	150	540	18	18	10,8	T	Z		DN	P(10)	K
Razem						10	2		180	600	20	20	12,0					P(10)	

**Razem dla bloków kierunkowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9		8	1		450	1230	41	39	24.6

**4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...)**

Nazwa praktyki				
Liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>	Tryb zaliczenia praktyki	Kod
Czas trwania praktyki		Cel praktyki		

**4.4 Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)**

Typ pracy dyplomowej	licencjacka / inżynierska / magisterska*

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<b>Liczba semestrów pracy dyplomowej</b>	<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>Kod</b>
<b>1</b>	<b>18</b>	
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>		
<b>Literaturowa, projekt, program komputerowy, opracowanie teoretyczne</b>		
<b>Liczba punktów ECTS BU<sup>1</sup></b>	<b>10,8</b>	
<b>Liczba punktów ECTS DN<sup>5</sup></b>	<b>18</b>	

### 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

<b>Typ zajęć</b>	<b>Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się</b>
Wykład	np. egzamin, kolokwium
ćwiczenia	np. test, kolokwium
laboratorium	np. wejściówka, sprawozdanie z laboratorium
Projekt	np. obrona projektu, raport
Seminarium	np. udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
Praktyka	np. raport z praktyki
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

### 6. Zakres egzaminu dyplomowego

#### Zagadnienia z kursów obowiązkowych

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



Omów różnice podejść frekwencjonistycznego i bayesowskiego do modelowania. Podaj przykłady modeli.

1. Opisz i podaj przykłady bayesowskich modeli parametrycznych i nieparametrycznych.
2. Scharakteryzuj modele grafowe skierowane i nieskierowane. Omów podstawowe algorytmy estymacji i wnioskowania. Podaj przykłady modeli.
1. Rodzaje uczenia maszynowego (poza uczeniem głębokim) i ich zastosowania.
2. Rola danych w metodach maszynowego uczenia (drażenia danych).
3. Złożone metody klasyfikacji.
4. Wymień jakie znasz metaheurystyki przeznaczone do optymalizacji w przestrzeniach ciągłych i dyskretnych. Omów wady i zalety tych podejść na wybranych przykładach.
5. Opisz techniki służące do dekompozycji problemów i do pozyskiwania wiedzy o problemie w przestrzeniach ciągłych i dyskretnych. Jakie są różnice pomiędzy tymi technikami? Jak wpływają na nie cechy rozwiązywanych problemów?
6. Wymień i krótko scharakteryzuj poznane modele głębokich sieci neuronowych. Podaj przykłady zastosowań.
7. Na czym polega mechanizm uwagi w głębokich sieciach neuronowych? Omów znane Ci rodzaje mechanizmów uwagi i przykłady zastosowań.
8. Co oznacza przeuczenie sieci neuronowej? Omów sposoby rozwiązania tego problemu.
9. Omów podstawowe cele i metody optymalizacji analitycznej.
10. Podaj przykład i omów cechy algorytmów optymalizacji lokalnej.
11. Omów planowanie projektu, etapy, kamienie milowe, efekty końcowe etapów i efekt końcowy projektu.
12. Omów zarządzanie ryzykiem na poszczególnych etapach projektu.
13. Wymień i opisz szczegółowo poszczególne etapy procesu pozyskiwania wiedzy z danych.
14. Wymień i opisz testy statystyczne używane podczas ewaluacji jakości działania modeli uczenia maszynowego.
15. Omów i podaj przykłady zastosowań min. 2 modeli typu Generative Adversarial Networks.
16. Omów problem ciągłego uczenia (Continual Learning) i wskaż min. 2 metody stosowane w tym zagadnieniu.
17. Przedstaw wybrany model głęboki dla reprezentacji 3D i podaj jego przykłady zastosowań.
18. Omów pojęcie narzędzi i zasobów językowych oraz ich zastosowanie w ramach procesów przetwarzania danych językowych.
19. Omów główne założenia i typy modeli semantyki dystrybucyjnej wraz z ich zastosowaniami.
20. Przedstaw typowy potok przetwarzania w ramach wydobywania informacji z tekstu oraz podstawowe zastosowania.
21. Przedstaw aspekty wizualizacji - dane, skupienie uwagi, struktura.
22. Omów techniki wizualizacji w zależności od typu danych.
23. Wpływ sztucznej inteligencji na społeczeństwo.

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

24. Zaufanie i etyka w sztucznej inteligencji. Interpretowalność modeli sztucznej inteligencji.

### **Zagadnienia z bloków kursów wybieralnych (pytania zależne od wyboru studentów w danym roczniku)**

#### **BLOK Zaawansowane metody przetwarzania informacji:**

##### ***Uczenie reprezentacji***

1. Omów podstawowe kryteria oceny jakości wyuczonej reprezentacji.
2. Omów podstawowe modele i metody uczenia reprezentacji.

##### ***Systemy rekomendacyjne i personalizacja***

1. Omów jedną klasyczną i jedną nowoczesną metodę generowania rekomendacji.
2. Wyjaśnij pojęcia i rozwiązania kontekstowości i sekwencyjności w systemach rekomendacyjnych.

#### **BLOK Zaawansowane metody przetwarzania danych:**

##### ***Informatyka afektywna***

1. Omów wybrany sposób komputerowego rozpoznawania afektu (mimika twarzy, głos, sygnały fizjologiczne): metody, ograniczenia, problemy.
2. Omów proces przetwarzania sygnałów w analizie afektu.

##### ***Przetwarzanie danych przestrzennych***

1. Omów proces eksploracji zbioru danych zawierającego cechy przestrzenne i temporalne na przykładzie wybranego zbioru danych.
2. Omów proces analizy sieci mobilności na podstawie wybranego zbioru danych z uwzględnieniem zagadnień map-matchingu.

#### **BLOK Analiza danych multimodalnych:**

##### ***Metody analizy sieci złożonych***

1. Omów modele sieci złożonych, ich plusy, minusy, zasady budowania sieci i zastosowania.
2. Omów sposoby modelowania rozprzestrzeniania informacji i wpływu w sieciach złożonych.

##### ***Analiza mediów cyfrowych***

1. Problemy i techniki związane z wydobywaniem i analizą danych z mediów cyfrowych.
2. Omów podstawowe zadania inteligentnej analizy danych w mediach społecznościowych oraz podaj przykładowe sposoby rozwiązania tych zadań.

#### **BLOK Przetwarzanie danych multimedialnych:**

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### ***Przetwarzanie i analiza dźwięku***

1. Wyjaśnij różnice pomiędzy pożądanymi własnościami metod ekstrakcji cech w zagadnieniach rozpoznawania mowy i rozpoznawania mówcy oraz przedstaw szczegółowo dwie wybrane procedury ekstrakcji cech dla tych zagadnień.
2. Wyjaśnij sposób wykorzystania ukrytego modelu Markowa w modelowaniu i rozpoznawaniu mowy.
3. Omów podstawowe techniki wykorzystywane w problemie rozpoznawania gatunków muzycznych.

### ***Przetwarzanie i analiza obrazu i wideo***

1. Omów własności znanych ci metod detekcji krawędzi w obrazach i wyjaśnij różnice pomiędzy nimi.
2. Omów metody znajdowania obrazów podobnych do obrazu-zapytania.
3. Przedstaw zasady segmentacji wododziałowej i porównaj własności znanych ci wariantów tej metody.

## **BLOK Inteligentne przetwarzanie danych:**

### ***Przetwarzanie danych masowych***

1. Omów i podaj przykłady głównych sposobów zrównoleglania obliczeń w algorytmach uczenia maszynowego.
2. Omów zasadę działania algorytmów Gradient Boosting Machines.
3. Omów języki i platformy przetwarzania danych masowych.

### ***Przetwarzanie danych złożonych***

1. Opisz typowe składowe szeregu czasowego i model ARIMA używany do jego opisu.
2. Co cechuje przetwarzanie strumieniowe danych? Opisz wybrany klasyfikator jednoklasowy pracujący ze strumieniami.

## **BLOK Sztuczna Inteligencja w biznesie:**

### ***Innowacje i przedsiębiorczość w Sztucznej Inteligencji***

1. Rola innowacji w rozwoju firm pracujących w Sztucznej Inteligencji - omów na wybranych przykładach.

### ***Biznes i technologia w przedsiębiorstwach sztucznej inteligencji***

1. Omów wybrane technologie sztucznej inteligencji mające obecnie duży potencjał rozwojowy i wdrożeniowy.
2. Omów wybrany przykład transformacji organizacji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.

## **Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji:**

1. Wpływ sztucznej inteligencji na społeczeństwo.
2. Zaufanie i etyka w sztucznej inteligencji. Interpretowalność modeli sztucznej inteligencji.

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **BLOK Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji:**

### ***Zastosowania technik rozmytych:***

1. Wyjaśnij podstawowe różnice pomiędzy modelami wnioskowania rozmytego typu Mamdani oraz Takagi-Sugeno.
2. Omów ideę algorytmów klasteryzacji rozmytej przy wykorzystaniu rozmytych relacji równoważności.

### ***Eksploracja danych językowych***

1. Omów metody analizy struktury syntaktyczno-semantycznej wyrażen języka naturalnego ze szczególnym uwzględnieniem reprezentacji znaczeń przy pomocy sieci leksykalno-semantycznych.
2. Przedstaw konstrukcję systemów dialogowych oraz zagadnienie analizy semantyczno-pragmatycznej struktury dyskursu.

## **7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach**

<i>Lp.</i>	<i>Kod kursu/grupy kursów</i>	<i>Nazwa kursu/grupy kursów</i>	<i>Termin zaliczenia do... (numer semestru)</i>
1		Język obcy II	1
2		Probabilistyczne modele grafowe	1
3		Głębokie sieci neuronowe	1
4		Uczenie maszynowe	1
5		Metaheurystyki	1
6		Komputery i Algorytmy Kwantowe	1
7		Podstawy optymalizacji	1
8		Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych	1
9		Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy	1
10		Projekt naukowo-wdrożeniowy 1	1
11		Język obcy I	2

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

12		Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych	2
13		Przetwarzanie języka naturalnego	2
14		Moduł wybieralny VI Sztuczna Inteligencja w biznesie	2
15		Moduł wybieralny V <i>Inteligentne przetwarzanie danych</i>	2
16		Moduł wybieralny IV <i>Przetwarzanie danych multimedialnych</i>	2
17		Moduł wybieralny III Analiza danych multimedialnych	2
18		Moduł wybieralny II <i>Zaawansowane metody przetwarzania danych</i>	2
19		Moduł wybieralny I <i>Zaawansowane metody przetwarzania informacji</i>	2
20		Projekt naukowo-wdrożeniowy 2	2
21		Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji	3
22		Wizualizacja danych i komunikowanie	3
23		Moduł wybieralny VII <i>Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji</i>	3
24		Seminarium dyplomowe	3
25		Praca dyplomowa	3
26		Projekt naukowo-wdrożeniowy 3	3

## 8. Plan studiów (załącznik nr 4)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

9.11.2020

Data

9.11.2020

Data

*Mateusz Salach*  
.....  
DZIEKAN  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów  
*Ustojne Prosz*  
.....  
*dr.hab.inż. Katarzyna Tworek, prof. uczelni*  
Podpis Dziekana / dyrektora filii

\*niepotrzebne skreślić

1BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**POLITECHNIKA WROCLAWSKA**  
**SAMORZĄD STUDENCKI**  
WYDZIAŁ INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław  
www.samorzad.wiz.pwr.wroc.pl; e-mail: samorzad@pwr.wroc.pl

000001614  
POLITECHNIKA WROCLAWSKA  
WYDZIAŁ INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA  
Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50 – 370 Wrocław  
tel. 71 320 20 19, 71 320 35 04, fax. 71 320 42 95  
www.wiz.pwr.edu.pl, e-mail: Wydz.Inf.Zarz@pwr.edu.pl  
NIP 896 – 000 – 58 – 51

## PLAN STUDIÓW

**WYDZIAŁ:** Informatyki i Zarządzania

**KIERUNEK STUDIÓW:** Sztuczna Inteligencja

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** ~~studia pierwszego stopnia (licencjackie / inżynierskie\*)~~ / studia drugiego stopnia / ~~jednolite studia magisterskie \*~~

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna / ~~niestacjonarna\*~~

**PROFIL:** ogólnoakademicki / ~~praktyczny \*~~

**SPECJALNOŚĆ:**.....

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

Obowiązuje od .....

\*niepotrzebne skreślić

## Struktura planu studiów (opcjonalnie) 1) w układzie punktowym

	CNPS	ECTS	CNPS	ECTS	CNPS	ECTS	
	900	30	900	30	900	30	
26	Język obcy II 60	2 ECTS	Język obcy I 30	1 ECTS			26
25			Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych 90	(2+1) 3 ECTS			25
24							24
23	Probabilistyczne modele grafowe 180	6 (3+3) ECTS					23
22			Przetwarzanie języka naturalnego 180	6(3+3) ECTS			22
21							21
20					Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji 60	2 (1+1) ECTS	20
19	Głębokie sieci neuronowe 180	6 (3+3) ECTS					19
18			Moduł wybieralny V <i>Inteligentne przetwarzanie danych</i> 120	4 (2+2)ECTS	Wizualizacja danych i komunikowanie 90	3(1+2) ECTS	18
17							17
16					Moduł wybieralny Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji 90	3 (2+1) ECTS	16
15	Uczenie maszynowe 150	5 (3+2) ECTS					15
14			Moduł wybieralny IV <i>Przetwarzanie danych multimedialnych</i> 150	5 (3+2)ECTS	Seminarium dyplomowe 60	2 ECTS	14
13							13
12							12
11	Metaheurystyki 120	4(2+2) ECTS					11
10			Moduł wybieralny VI <i>Sztuczna Inteligencja w biznesie</i> 60	2(1+1)ECTS			10
9							9
8			Moduł wybieralny III <i>Analiza danych multimedialnych</i> 60	2(1+1)ECTS			8
7	Komputery i Algorytmy Kwantowe 30	1ECTS					7
6	Podstawy optymalizacji 30	1 ECTS	Moduł wybieralny II <i>Zaawansowane metody przetwarzania danych</i> 60	2(1+1)ECTS			6
5	Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych 30	1 ECTS					5
4	Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy 90	3 (2+1) ECTS	Moduł wybieralny I <i>Zaawansowane metody przetwarzania informacji</i> 90	3(2+1) ECTS			4
3							3
2	Projekt naukowo-wdrożeniowy 1 60	2 ECTS	Projekt naukowo-wdrożeniowy 2 60	2 ECTS	Projekt naukowo-wdrożeniowy 3 60	2 ECTS	2
1							1
	i		ii		iii		Razem
	25 / 390		29 / 390		25 / 300		79/ 1080

2) w układzie godzinowym

	CNPS	ECTS	CNPS	ECTS	CNPS	ECTS	
	900	30	900	30	900	30	
26	Język angielski 03000		Język angielski 01000				26
25			Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych 20001				25
24							24
23	Probabilistyczne modele grafowe 20200 E						23
22			Przetwarzanie języka naturalnego 20200 E				22
21							21
20					Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji 10010		20
19	Głębokie sieci neuronowe 20200 E						19
18			Moduł wybieralny V Inteligentne przetwarzanie danych 20200 E		Wizualizacja danych i komunikowanie 10010		18
17			Przetwarzanie danych masowych (1) Przetwarzanie danych złożonych (2)				17
16					Moduł wybieralny Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji 10100		16
15	Uczenie maszynowe 20200 E				Zastosowania technik rozmytych (1) Eksploatacja danych językowych (2)		15
14			Moduł wybieralny IV Przetwarzanie danych multimedialnych 20200 E		Seminarium dyplomowe 00002		14
13			Analiza i przetwarzanie dźwięku (1) Analiza i przetwarzanie obrazów i wideo (2)				13
12							12
11	Metaheurystyki 20200		Moduł wybieralny VI Sztuczna Inteligencja w biznesie 10010				11
10			Innowacje i przedsiębiorczość w Sztucznej Inteligencji (1) Biznes i technologia w przedsiębiorstwach sztucznej inteligencji (2)				10
9							9
8			Moduł wybieralny III Analiza danych multimodalnych 10100		Praca dyplomowa 000010		8
7	Komputery i Algorytmy Kwantowe 10000		Analiza mediów cyfrowych (1) Metody analizy sieci złożonych (2)				7
6	Podstawy optymalizacji 10000		Moduł wybieralny II Zaawansowane metody przetwarzania danych 10100				6
5	Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych 10000		Infornatyka Abstrakcyjna (1) Przetwarzanie danych przestrzennych (2)				5
4	Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy 10100		Moduł wybieralny I Zaawansowane metody przetwarzania informacji 10100				4
3			Uczenie reprezentacji (1) Systemy rekomendacyjne i personalizacja (2)				3
2	Projekt naukowo-wdrożeniowy 1 00010		Projekt naukowo-wdrożeniowy 2 00010		Projekt naukowo-wdrożeniowy 3 00010		2
1							1
	I		II		III		Razem
	25 / 390		29 / 390		25 / 300		79 / 1080



# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 28

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Probabilistyczne modele grafowe	2		2			KSL_W03 KSL_U02, KSL_U03	60	180	6	6	3,6	T	E		DN	P(3)	K
2		Głębokie sieci neuronowe	2		2			KSL_W03 KSL_U03	60	180	6	6	3,6	T	E		DN	P(3)	K
3		Uczenie maszynowe	2		2			KSL_W03 KSL_U02, KSL_U03, KSL_U04, KSL_K01	60	150	5	5	3,0	T	E		DN	P(2)	K
4		Metaheurystyki	2		2			KSL_W11 KSL_U03 KSL_U03	60	120	4	4	2,4	T	Z		DN	P(2)	K
5		Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy	1		1			KSL_W10 KSL_U03, KSL_U04, KSL_K01	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
6		Projekt naukowo-wdrożeniowy 1				2		KSL_U01 KSL_U03 KSL_U05 KSL_U08 KSL_U09 KSL_k01 KSL_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
7		Podstawy optymalizacji	1					KSL_W01	15	30	1		0,6	T	Z				PD
8		Komputery i Algorytmy Kwantowe	1					KSL_W01	15	30	1		0,6	T	Z				PD
9		Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych	1					KSL_W10	15	30	1		0,6	T	Z				KO
		Razem	1 2		9 2				345	840	28	25	16,8					P(13)	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 3 godzin w semestrze, 2 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3				KSL_U07	45	60	2		1,2	T	Z	O			KO
		Razem		3					45	60	2		1,2						

### Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
12	3	9	2		390	900	30	25	18

### Semestr 2

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe **liczba punktów ECTS 11**

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych	2				1	KSL_W03 KSL_U01 KSL_U06 KSL_U10 KSL_K01 KSL_K02	45	90	3	3	1,8	T	Z		DN		K
2		Przetwarzanie języka naturalnego	2		2			KSL_W04 KSL_U03 KSL_U04	60	180	6	6	3,6	T	E		DN	P(3)	K
3		Projekt naukowo-wdrożeniowy 2				2		KSL_U01 KSL_U03 KSL_U05 KSL_U08 KSL_U09 KSL_K01 KSL_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
		Razem	4		2	2	1		135	330	11	11	6,6					P(5)	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Bloki kursów wybieralnych (minimum 17 godzin w semestrze, 19 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zaawansowane metody przetwarzania informacji	1		1			KSI_W05 KSI_U03 KSI_U04	30	90	3	3	1,8	T	Z		DN	P(1)	K
2		Zaawansowane metody przetwarzania danych	1		1			KSI_W09 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
3		Analiza danych multimedialnych	1		1			KSI_W07 KSI_U01 KSI_U02 KSI_U03 KSI_U08 KSI_K01 KSI_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(1)	K
4		Przetwarzanie danych multimedialnych	2		2			KSI_W06 KSI_W07 KSI_U03 KSI_U04	60	150	5	5	3,0	T	E		DN	P(2)	K
5		Inteligentne przetwarzanie danych	2		2			KSI_W08 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01	60	120	4	4	2,4	T	E		DN	P(2)	K
6		Sztuczna Inteligencja w biznesie	1			1		KSI_W02 KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01 KSI_K02 KSI_K03	30	60	2	2	1,2	T	Z			P(1)	K
7		Język obcy I		1				KSI_U07	15	30	1		0,6	T	Z	O			KO
		Razem	8	1	7	1			255	570	19	18	11,4					P(8)	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
12	1	9	3	1	390	900	30	29	18

### Semestr 3

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe

#### liczba punktów ECTS 7

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Aspekty prawne, społeczne i etyczne w sztucznej inteligencji	1			1		KSL_W14 KSL_U06 KSL_K01 KSL_K03	30	60	2		1,2	T	Z			P(1)	KO
2		Wizualizacja danych i komunikowanie	1			1		KSL_W13 KSL_U03 KSL_U06	30	90	3		1,8	T	Z			P(2)	K
3		Projekt naukowo-wdrożeniowy 3				2		KSL_U01 KSL_U03 KSL_U05 KSL_U08 KSL_U09 KSL_K01 KSL_K02	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P(2)	K
Razem			2			4			90	210	7	2	4,2					P(5)	

#### Kursy/grupy kursów wybieralne (np. nazwa specjalności) (minimum 14 godzin w semestrze, 23 punktów ECTS)

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Blok Zaawansowane metody Sztucznej Inteligencji	1		1			KSL_W14 KSL_U03 KSL_U04	30	90	3	3	1,8	T	Z		DN	P(1)	K
2		Seminarium dyplomowe					2	KSL_U01 KSL_U02 KSL_U06 KSL_U09 KSL_U10	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN		K
3		Praca dyplomowa				1	0	KSL_U02 KSL_U04 KSL_K01	150	540	18	18	10,8	T	Z		DN	P(10)	K
Razem			1		1	1	2		210	690	23	23	13,8					P(11)	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
3		1	14	2	300	900	30	25	18

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	1. Probabilistyczne modele grafowe 2. Głębokie sieci neuronowe 3. Uczenie maszynowe	1
	1. Przetwarzanie języka naturalnego 2. BŁOK: Przetwarzanie danych multimedialnych 3. BŁOK: Inteligentne przetwarzanie danych	2
		3

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	5
2	5
3	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

9. 11. 2020

Mateusz Salsuch

Data

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

9. 11. 2020

DZIEKAN

*Katarzyna Tworek*

dr hab. inż. Katarzyna Tworek, prof. uczelni  
(3)

POLITECHNIKA WROCLAWSKA  
SAMORZĄD STUDENCKI  
WYDZIAŁ INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław  
www.samorzad.wiz.pwr.wroc.pl; e-mail: samorzad@pwr.wroc.pl

Data

Podpis Dziekana / dyrektora filii

000001614  
POLITECHNIKA WROCLAWSKA  
WYDZIAŁ INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA  
Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50 – 370 Wrocław  
tel. 71 320 20 19, 71 320 35 04, fax. 71 320 42 95  
www.wiz.pwr.edu.pl, e-mail: Wydz.Inf.Zarz@pwr.edu.pl  
NIP.896 – 000 – 58 – 51

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza i przetwarzanie dźwięku**  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sound analysis and processing**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja**  
**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**  
**Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna**

**Rodzaj przedmiotu: wybieralny**  
**Kod przedmiotu: .....**  
**Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	70		80		
Forma zaliczenia	Egzamin	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.8		1.2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość analizy matematycznej i algebry liniowej w zakresie kursów na I stopniu kształcenia, podstawowa wiedza z zakresu sieci neuronowych i głębokiego uczenia
2. Umiejętność programowania w jednym z powszechnie stosowanych języków imperatywnych (np. C++, Java, Python), umiejętność korzystania ze środowisk programistycznych dla tych języków
3. Umiejętność samodzielnego wyszukiwania informacji w elektronicznych zasobach literaturowych i w Internecie

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi i zaawansowanymi technikami analizy dźwięku i mowy,



ich własnościami i ograniczeniami oraz ich powiązaniem z obszarami maszynowego uczenia i sztucznej inteligencji

C2 Zapoznanie z obszarami zastosowań analizy dźwięku i mowy i możliwością praktycznego wykorzystania poznanych algorytmów i metod

C3 Rozbudzenie kreatywności studentów w zakresie rozwiązywania występujących w tym obszarze problemów, poszukiwania nowych metod i możliwości praktycznego zastosowania w różnych dziedzinach

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W06 - Zna zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne metody i algorytmy przetwarzania danych multimedialnych, w tym rozpoznawania mowy, analizy obrazów i wideo. Ma wiedzę dotyczącą poszczególnych kroków koniecznych do analizy różnych obrazów pod różnym kątem, podstawową wiedzę z zakresu interpretacji obrazów oraz pozyskiwania informacji z sygnału audio zawierającego wypowiedzi w języku naturalnym

KSI\_W07 - Zna różnorodne zastosowania technik analizy multimediiów w zagadnieniach związanych z pozyskiwaniem informacji z danych masowych i złożonych

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, pojęcia podstawowe związane z akustyką, analizą sygnałów akustycznych i sygnałów mowy. Historia rozwoju syntezy i analizy mowy. Neurofizjologiczne inspiracje w rozwoju technik analizy i rozpoznawania dźwięku. Analiza spektralna i jej znaczenie w analizie dźwięku. Obszary zastosowania analizy i syntezy dźwięku. Klasyczny paradygmat rozpoznawania mowy.	2
Wy2	Narzędzia i komponenty wspomagające automatyczną analizę dźwięku. Funkcjonalność, zastosowania, przykłady użycia. HTK, sox, praat, moduły do analizy dźwięku w środowisku języka Python. Charakterystyka dostępnych korpusów akustycznych do różnych zastosowań związanych z analizą dźwięku.	2
Wy3	Ekstrakcja cech akustycznych. Cechy MFSC, MFCC, PLP, LPC,	2

	RASTS-PLP, metoda przejść przez zero. Ocena użyteczności metod ekstrakcji cech w różnych problemach analizy akustycznej.	
Wy4	Detekcja mowy w strumieniu audio. Cechy użyteczne w detekcji mowy. Metody z modelem generatywnym i dyskryminacyjnym. Detekcja tonu krtaniowego. Detekcja aktywności głosowej z wykorzystaniem cech segmentów tonu krtaniowego. Wykrywanie krótkich pauz w sygnale mowy.	2
Wy5	Rozpoznawanie mowy. Klasyczny model HMM-GMM. Metody budowy stochastycznych modeli akustycznych i językowych dla rozpoznawania mowy. Sformułowanie formalne problemu ,rozpoznawania mowy ze stochastycznym modelem HMM-GMM. Algorytmy dekodowania wypowiedzi w modelu HMM-GMM. Algorytm Viterbiego, A* i TSBS.	2
Wy6	Zastosowania sieci neuronowych w rozpoznawaniu mowy. Neuronowy model akustyczny. Model HMM-DNN. Cechy typu tandem. Neuronowe modele językowe i ich zastosowanie w ASR. Rozpoznawanie mowy z paradygmatem end-to-end. Porównanie podejścia stochastycznego i neuronowego w opublikowanych wynikach badań.	2
Wy7	Adaptacja modelu do mówcy. Techniki CMN, CVN, VLTN. Liniowe transformacje cech i modeli. Ocena praktycznej skuteczności. Adaptacja nadzorowana i nienadzorowana, adaptacja w czasie rzeczywistym.	2
Wy8	Rozpoznawanie i weryfikacja tożsamości mówcy. Metody wykorzystujące model tła. Metody z sieciami neuronowymi i sieciami syjamskimi. Określanie cech osobniczych mówcy na podstawie analizy sygnału mowy. Rozpoznawanie płci mówcy, zastosowania w poprawie skuteczności rozpoznawania mowy.	2
Wy9	Metody poprawy jakości dźwięku. Wykrywanie i eliminacja pogłosu. Lokalizacja źródeł dźwięku w zapisie stereofonicznym. Ograniczanie zakresu lokalizacji źródeł dźwięku, metody formowania wiązki akustycznej (beam forming) i zastosowanie macierzy mikrofonów. Separacja komponentu wokalnego i odgłosów tła.	2
Wy10	Rozpoznawanie i analiza emocji w zapisach mowy. Klasyfikacja emocji w mowie. Cechy mowy i cechy akustyczne użyteczne w rozpoznawaniu emocji. Porównanie metod z prostymi klasyfikatorami i metod wykorzystujących głębokie uczenie.	2
Wy11	Synteza mowy. Metody i algorytmy. Oprogramowanie wspomagające budowę synteźatorów mowy. Konstrukcja synteźatora mowy z wykorzystaniem oprogramowania Festival.	2
Wy12	Zastosowania analizy dźwięku w diagnostyce technicznej i medycznej. Diagnostyka wad wymowy.	2
Wy13	Analiza muzyki. Elementy dzieła muzycznego. Skale muzyczne i system równomiernie temperowany, relacja między zapisem nutowym a częstotliwością. Uczenie maszynowe w muzyce na przykładzie zadań rozpoznawania gatunków podejścia klasyczne z modelami generatywnymi i podejścia z głębokim uczeniem	2
Wy14	Zadania analizy muzyki: rozpoznawanie tempa, automatyczna	2

	ekstrakcja melodii wiodącej i wielu ścieżek melodii. Rozpoznawanie trybu, tonacji i progresji akordów. Automatyczna ocena poprawności wykonania dzieła muzycznego.	
Wy15	Zapis symboliczny muzyki, a zapis w formacie MIDI. Automatyczna kompozycja na poziomie zapisu symbolicznego - modele Markowa, sieci neuronowe. Generowanie dźwięku muzycznego za pomocą sieci GAN i modeli autoregresywnych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, zasadami oceniania i prowadzenia zajęć, przepisami BHP. Omówienie zakresu kolejnych ćwiczeń.	2
La2	Tworzenie anotowanego korpusu akustycznego i ekstrakcja cech akustycznych	2
La3	Budowa i ocena modelu językowego do rozpoznawania mowy	2
La4	Detekcja aktywności głosowej (VAD) z wykorzystaniem modelu generatywnego	2
La5	Detekcja aktywności głosowej (VAD) z wykorzystaniem modelu dyskryminacyjnego i sieci neuronowych	2
La6	Rozpoznawanie cech mówiącego na podstawie cech mowy - porównanie podejścia generatywnego i dyskryminacyjnego	2
La7	Rozpoznawanie i weryfikacja mówcy z wykorzystaniem modelu generatywnego	2
La8	Rozpoznawanie i weryfikacja mówcy z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych	2
La9	Rozpoznawanie głosek z wykorzystaniem sieci neuronowych i głębokiego uczenia	2
La10	Rozpoznawanie mowy z wykorzystaniem modelu HMM-GMM	2
La11	Rozpoznawanie mowy z wykorzystaniem modelu HMM-DNN	2
La12	Rozpoznawanie mowy z wykorzystaniem podejścia end-to-end i modelu DeepSpeech	2
La13	Techniki adaptacji w rozpoznawaniu mowy (CVN, CMN, transformacja liniowa modelu, VTLN)	2
La14	Metody transferu wiedzy w rozpoznawaniu mowy i adaptacji modelu dla mówcy	2
La15	Rozpoznawanie gatunku muzycznego na podstawie cech akustycznych	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. System e-learningowy do publikowania materiałów do wykładu i laboratorium
N2. Korpusy językowe i akustyczne dostępne do celów dydaktycznych
N3. Biblioteki i oprogramowanie do analizy sygnałów akustycznych i rozpoznawania mowy

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	KSI_W06 KSI_W07	Ocena z egzaminu pisemnego.

F2 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La2, La3
F3 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La4, La5
F4 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La6, La7, La8
F5 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena ćwiczenia La9
F6 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La10, La11, La12
F7 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La13, La14
F8 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena ćwiczenia La15

Egzamin pisemny będzie składał się z pytań o charakterze testu wielokrotnego wyboru oraz zadań obliczeniowych. Każdemu zadaniu i pytaniu testowemu będzie przypisana liczba punktów. Ocena będzie wystawiona w/g następującej skali:

Procent maksymalnej liczby punktów:                      Ocena:

<= 50	2.0
<= 60	3.0
<=70	3.5
<=80	4.0
<=90	4.5
>90	5.0

P - Ocena z wykładu jest równoważna ocenie uzyskanej z egzaminu pisemnego ewentualnie podwyższonej wg zasady: w przypadku osiągnięcia oceny bardzo dobrej lub celującej z laboratorium ocena w wykładu będzie oceną z egzaminu podwyższoną o 0.5

Ocena z laboratorium jest średnią ważoną ocen cząstkowych uzyskanych z grup ćwiczeń:  $P = (F2+F3+F4+0.5*F5+F6+F7+0.5*F8) / 6$ . Oceny F2-F8 będą określane na podstawie następujących kryteriów:

- Rozumienie wykorzystywanych metod i algorytmów,
- Poprawność przygotowania danych,
- Poprawność doboru i implementacji wykorzystanych metod,
- Poprawność udokumentowania osiągniętych wyników w raporcie w sprawozdaniu z grupy ćwiczeń,
- Poprawność i zasadność wyciągniętych wniosków.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Lerch A., An Introduction to Audio Content Analysis: Applications in Signal Processing and Music Informatics, Willey-IEEE Press, 2012
- [2] Muller M., Fundamentals of Music Processing, Springer, 2015
- [1] Jurafsky D., Martin J.H., Speech and Language Processing, Prentice Hall, 2009.
- [2] Benesty J., Sondhi M., Huang Y., Springer Handbook of Speech Processing, Springer, 2007

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jelinek F., Statistical Methods for Speech Recognition, MIT Press, 1998
- [2] Joung S., The HTK Book (dostępna w Internecie jako plik pdf)
- [3] Yu D., Deng L., Automatic Speech Recognition - a Deep Learning Approach, Springer, 2015
- [4] Makowski R., Automatyczne rozpoznawanie mowy - wybrane zagadnienia, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011
- [5] Ciota Z., Metody przetwarzania sygnałów akustycznych w komputerowej analizie mowy, Oficyna wydawnicza EXIT, Warszawa, 2010

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Jerzy Sas (jerzy.sas@pwr.edu.pl)**

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza i przetwarzanie obrazu i wideo**  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Image and video analysis and processing**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja**  
**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**  
**Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna**

**Rodzaj przedmiotu: wybieralny**  
**Kod przedmiotu: .....**  
**Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	70		80		
Forma zaliczenia	Egzamin	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.8		1.2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość analizy matematycznej i algebry liniowej w zakresie kursów na I stopniu kształcenia, podstawowa wiedza z zakresu sieci neuronowych i głębokiego uczenia
2. Umiejętność programowania w jednym z powszechnie stosowanych języków imperatywnych (np. C++, Java, Python), umiejętność korzystania ze środowisk programistycznych dla tych języków
3. Umiejętność samodzielnego wyszukiwania informacji w elektronicznych zasobach literaturowych i w Internecie

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi i zaawansowanymi technikami analizy obrazu i wideo,

ich własnościami i ograniczeniami oraz ich powiązaniem z obszarami maszynowego uczenia i sztucznej inteligencji .

C2 Zapoznanie z obszarami zastosowań analizy obrazów i wideo i możliwością praktycznego wykorzystania algorytmów i metod.

C3 Rozbudzenie kreatywności studentów w zakresie rozwiązywania występujących w tym obszarze problemów, poszukiwania nowych metod i możliwości praktycznego zastosowania w różnych dziedzinach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W06 - Zna zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne metody i algorytmy przetwarzania danych multimedialnych, w tym rozpoznawania mowy, analizy obrazów i wideo. Ma wiedzę dotyczącą poszczególnych kroków koniecznych do analizy różnych obrazów pod różnym kątem, podstawową wiedzę z zakresu interpretacji obrazów oraz pozyskiwania informacji z sygnału audio zawierającego wypowiedzi w języku naturalnym

KSI\_W07 - Zna różnorodne zastosowania technik analizy multimediiów w zagadnieniach związanych z pozyskiwaniem informacji z danych masowych i złożonych

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, podstawowe pojęcia z zakresu przetwarzania obrazów cyfrowych. Obrazy wektorowe i rastrowe, przestrzenie barw. Zastosowania przetwarzania i analizy obrazów i wideo.	2
Wy2	Filtrowanie obrazów rastrowych. Filtry splotowe, statystyczne i wektorowe. Metody binaryzacji obrazów.	2
Wy3	Filtrowanie w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fouriera sygnału jedno i dwuwymiarowego. Dyskretna transformata kosinusowa dla obrazów. Interpretacja obszarów F-obrazu. Zastosowanie transformacji Fouriera w ekstrakcji cech. Filtr i cechy Gabora.	2
Wy4	Globalne modyfikacje obrazu. Korekta i normalizacja jasności, wyrównanie histogramu. Transformacje geometryczne w układzie	2

	jednorodnym. Korygowanie pozycji obrazu. Korekta pozycji na przykładzie podziału obrazu pisma ręcznego.	
Wy5	Detekcja krawędzi. Detektor Canny'ego. Detekcja prostych figur geometrycznych z wykorzystaniem transformaty Hougha.	2
Wy6	Operacje morfologiczne. Ścienianie i szkieletyzacja. Algorytmy wektoryzacji obrazu rastrowego.	2
Wy7	Segmentacja. Metody segmentacji wododziałowej. Segmentacja z wykorzystaniem metod grafowych. Superpikselizacja. Regiony MSER. Segmentacja semantyczna z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia.	2
Wy8	Ekstrakcja cech z obrazów. Cechy globalne, lokalne i semi-globalne. Deskrytory kształtu. Momenty jako deskrytory kształtu. Cechy teksturowe i autokorelacyjne. Cechy Haara. Zastosowania na przykładzie algorytmów detekcji twarzy.	2
Wy9	Detekcja i deskrypcja punktów kluczowych. Detekcja narożników. Detektor Moraveca i Harrisa. Deskrytory SIFT, SURF, ORB.	2
Wy10	Metody znajdowania obrazów podobnych. Metody parowania punktów kluczowych. Znajdowanie przekształceń metodą RANSAC. Wyznaczenia obszarów prawie-powielonych w parach obrazów.	2
Wy11	Metody generowania obrazów. Transfer stylu i jego zastosowania w obrazowaniu. Zastosowanie sieci GAN do generowania obrazów z określonej klasy.	2
Wy12	Rozpoznawanie sylwetek ludzkich w obrazach. Re-identyfikacja osób w obrazach. Generowanie obrazu sylwetki w zadanej pozycji.	2
Wy13	Analiza obrazu ruchomego. Metody ekstrakcji tła i detekcji ruchu istotnego. Przepływ optyczny i pole ruchu. Metody obliczeniowe i zastosowania w analizie obrazu ruchomego.	2
Wy14	Śledzenie obiektów w obrazie ruchomym. Filtrowanie i predykcja trajektorii ruchu.	2
Wy15	Zastosowanie medyczne przetwarzania i analizy obrazów. Format DICOM. Rozpoznawanie obrazów radiologicznych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, zasadami oceniania i prowadzenia zajęć, przepisami BHP. Omówienie zakresu kolejnych ćwiczeń.	2
La2	Proste metody przetwarzania obrazów I: przekształcenia przestrzeni barw, filtry konwolucyjne, filtry statystyczne, automatyczna korekta obrazów, algorytmy binaryzacji	2
La3	Proste metody przetwarzania obrazów II: detekcja krawędzi, filtry wektorowe, detektor krawędzi Canny'ego, wyrównanie histogramu, normalizacja jasności	2
La4	Proste metody przetwarzania obrazów III: ocena wpływu wstępnego przetwarzania obrazu na skuteczność rozpoznawania obiektów	2
La5	Segmentacja obrazów: metody wododziałowe i superpiksele	2
La6	Transformacja Hougha, detekcja odcinków i elips w obrazach wektorowych i rastrowych	2
La7	Detekcja punktów zainteresowania i cechy lokalne, algorytmy parowania	2



	punktów kluczowych	
La8	Znajdowanie obszarów podobnych poprzez parowanie punktów kluczowych	2
La9	Detekcja twarzy w obrazach metodami klasycznymi i neuronowymi	2
La10	Rozpoznawanie sylwetek ludzkich w obrazach z zastosowaniem metod klasycznych i neuronowych	2
La11	Rozpoznawanie obiektów w obrazach z wykorzystaniem techniki transfer learning i wstępnie przetrenowanych głębokich sieci neuronowych - na wybranych przykładach	2
La12	Ocena podobieństwa elementów wizualnych z zastosowaniem sieci typu syjamskiego i tripple-net	2
La13	Metody wykrywania istotnego ruchu w sekwencjach wideo, separacja tła i obiektów	2
La14	Przepływ optyczny i śledzenie obiektów w sekwencji wideo	2
La15	Re-identyfikacja osób w zapisie wideo z wielu kamer	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. System e-learningowy do publikowania materiałów do wykładu i laboratorium  
N2. Dostępne do celów dydaktycznych zasoby, zbiory obrazów i sekwencji wideo, dane benchmarkowe  
N3. Biblioteki i oprogramowanie do analizy obrazów, platformy udostępniające zasoby sprzętowe i moc obliczeniową niezbędną do uczenia i testowania stosownych modeli

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	KSI_W06 KSI_W07	Ocena z egzaminu pisemnego.
F2 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La2, La3, La4
F3 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena ćwiczenia La5
F4 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena ćwiczenia La6
F5 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La7, La8
F6 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La9, La10
F7 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La11, La12
F8 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena łączna wyników z grupy ćwiczeń La13, La14
F9 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Ocena ćwiczenia La15

Egzamin pisemny będzie składał się z pytań o charakterze testu wielokrotnego wyboru oraz zadań obliczeniowych. Każdemu zadaniu i pytaniu testowemu będzie przypisana liczba punktów. Ocena będzie wystawiona w/g następującej skali:

Procent maksymalnej liczby punktów:	Ocena:
<= 50	2.0
<= 60	3.0
<=70	3.5
<=80	4.0
<=90	4.5
>90	5.0

P - Ocena z wykładu jest równoważna ocenie uzyskanej z egzaminu pisemnego (F1) ewentualnie podwyższonej wg zasady: w przypadku osiągnięcia oceny bardzo dobrej lub celującej z laboratorium ocena w wykładu będzie oceną z egzaminu podwyższoną o 0.5.

Ocena z laboratorium jest średnią ważoną ocen cząstkowych uzyskanych z grup ćwiczeń:  $P = (F2+0.5*F3+0.5*F4+F5+F6+F7+F8+0.5*F9) / 7.5$ . Oceny F2-F9 będą określane na podstawie następujących kryteriów:

- Rozumienie wykorzystywanych metod i algorytmów,
- Poprawność przygotowania danych,
- Poprawność doboru i implementacji wykorzystanych metod,
- Poprawność udokumentowania osiągniętych wyników w raporcie w sprawozdaniu z grupy ćwiczeń,
- Poprawność i zasadność wyciągniętych wniosków.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R.C. Gonzales, R.E. Woods: Digital Image Processing. Global Edition. Pearson, 2018
- [2] E. R. Davies: Computer Vision, 5<sup>th</sup> Edition. Principles, Algorithms, Applications, Learning. Academic Press, 2017
- [3] E. R. Davies: Computer & Machine Vision, Theory, Algorithms and Practicalities, Morgan Kaufmann Publishers, 4<sup>th</sup> edition, Elsevier, 2012.
- [4] D. Forsyth, J. Ponce: Computer Vision. A Modern Approach, 2<sup>nd</sup> Edition. 2012.
- [5] R. Tadeusiewicz, P. Korohoda: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J.E. Solem: Programming Computer Vision with Python. O'Reilly, 2012.
- [2] R.S. Choraś. Komputerowa wizja: Metody interpretacji i identyfikacji obiektów. Problemy współczesnej nauki, teoria i zastosowania, informatyka. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2005.
- [3] A. Baughman, J. Gao (eds.): Multimedia Data Mining and Analytics, Springer 2015
- [4] F. Camastra, A. Vinciarelli: Machine Learning for Audio, Image and Video Analysis, Springer, 2015

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Jerzy Sas (jerzy.sas@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ ..... / STUDIUM.....	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Analiza mediów cyfrowych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Digital media analysis	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna inteligencja	
Specjalność (jeśli dotyczy): .....	
Poziom i forma studiów:	<del>I/ II stopień / jednolite studia magisterskie*</del> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<del>TAK</del> / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.6		0.6		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>	
1.	Umiejętność programowania
2.	Wiedza z zakresu podstaw przetwarzania danych masowych
3.	Wiedza z zakresu podstaw algorytmiki
4.	Wiedza z zakresu zastosowań metod uczenia maszynowego
5.	Wiedza z zakresu podstaw statystyki i probablistyki

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1 Zapoznanie z metodami analizy mediów cyfrowych  
 C2 Zrozumienie natury danych z mediów społecznościowych  
 C3 Zapoznanie z podstawowymi problemami i zadaniami w przetwarzaniu danych z mediów cyfrowych  
 C4 Nabycie umiejętności pracy z dostępnymi narzędziami do analizy danych z mediów społecznościowych, ich modyfikacji do własnych potrzeb oraz wytwarzania  
 C5 Nabycie umiejętności wykorzystania analizy mediów społecznościowych w przykładowych zastosowaniach, np. przewidywanie katastrof, monitorowanie środowiska, zarządzanie zasobami i interakcją

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W07 - Ma wiedzę na temat zaawansowanej analizy danych sieciowych, mediów cyfrowych i sposobów ich wykorzystania

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 - Potrafi wyszukiwać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U02 - Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U08 Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu, obecne wyzwania analizy danych z mediów cyfrowych	2
Wy2	System analizy mediów cyfrowych: przykład od podstaw do wartości biznesowej; Metody gromadzenia i podstawowej analizy danych z mediów	2
Wy3	Techniki wydobywania i przechowywania danych z mediów cyfrowych	2
Wy4	Metody badania charakterystyki mediów cyfrowych, treści z nich pochodzących i zachowania użytkowników, modelowanie systemów społecznościowych	2
Wy5	Algorytmy analizy i przetwarzania danych z serwisów społecznościowych: dane tekstowe, obrazy, dźwięk, wideo, dane o relacjach	2
Wy6	Zadania inteligentnej analizy danych w mediach cyfrowych: deanonimizacja, analiza wydzźwięku, analiza opinii, analiza emocji, analiza sprzedażowa z mediów społecznościowych, analiza popularności, detekcja nadużyć, detekcja działalności nielegalnej, analiza demograficzna i behawioralna	2

Wy7	Zadania inteligentnej analizy danych w mediach cyfrowych: szukanie wiedzy w tłumie, handel społeczny, badanie opinii społecznej w mediach społecznościowych, predykcja zdarzeń, analiza wartości biznesowej, analiza mobilności, analiza współpracy, analiza kontrowersji	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia wprowadzające, przedstawienie wymagań; wprowadzenie do metodyki realizacji laboratoriów	1
La2	Pozyskiwanie danych i ocena popularności w mediach cyfrowych.	2
La3	Ocena partycypacji w mediach cyfrowych,	2
La4	Metody analizy społeczności w mediach społecznych.	2
La5-8	Implementacja zadań przetwarzania mediów cyfrowych. Zadanie finalne.	8
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna na wykładzie
N2. Demonstracja narzędzi i technik analizy danych z mediów społecznościowych na wykładzie
N3. Konsultacje

N4. Praca własna studenta

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_U01, KSI_U02, KSI_U03	Ocena jakości wykonanych zadań oraz aktywności. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczona na procenty.
F2	KSI_U08, KSI_K01, KSI_K02	Ocena zadania finalnego. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczona na procenty.
P - projekt	KSI_U01, KSI_U02, KSI_U03, KSI_U08, KSI_K01, KSI_K02	Ocena wynikowa: średnia ważona punktów $0.4 \times F1 + 0.6 \times F2$ przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P - wykład	KSI_W07	Kołokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] M. Wainwright and M. Jordan, "Graphical Models, Exponential Families, and Variational Inference.," Found. Trends Mach. Learn., vol. 1, no. 1–2, pp. 1–305, 2008.
- [2] B. Batrinca and P. C. Treleaven, "Social media analytics: a survey of techniques, tools and platforms," AI Soc., vol. 30, no. 1, pp. 89–116, 2014.
- [3] J. van Dijck, "Facebook and the engineering of connectivity: A multi-layered approach to social media platforms," Converg. Int. J. Res. into New Media Technol., vol. 19, no. 2, pp. 141–155, 2013.
- [4] D. M. Boyd and N. B. Ellison, "Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship," J. Comput. Commun. Soc., vol. 13, pp. 210–230, 2008.
- [5] R. Schroeder, "Big Data and the brave new world of social media research," Big Data Soc., vol. 1, no. 2, p. 205395171456319, 2014.
- [6] J. H. Kietzmann, K. Hermkens, I. P. McCarthy, and B. S. Silvestre, "Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media," Bus. Horiz., vol. 54, no. 3, pp. 241–251, 2011.
- [7] E. Ferrara, P. De Meo, G. Fiumara, and R. Baumgartner, "Web data extraction, applications and techniques: A survey," Knowledge-Based Syst., vol. 70, pp. 301–323, 2014.

- [8] VanderPlas, J.: Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, O'Reilly Media (2016)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S.E. Ahmed (Ed.): Big and Complex Data Analysis, Methodologies and Applications, Springer (2017)
- [2] Wilhelm, A. F., Kestler, H. A. (Eds.): Analysis of Large and Complex Data. Springer (2016)
- [3] Provost, F., Fawcett, T.: Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking, O'Reilly Media (2013)
- [4] Koller, D., Friedman, N.: Probabilistic graphical models: principles and techniques. MIT press (2009)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Tomasz Kajdanowicz ([tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl](mailto:tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl))

WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Aspekty prawne, społeczne i etyczne sztucznej inteligencji*

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Legal, social and ethical aspects of Artificial Intelligence

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna inteligencja

**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....

**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

**Kod przedmiotu** .....

**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			0,6	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawy uczenia maszynowego.
2. Podstawy związane z przechowywaniem oraz przetwarzaniem danych oraz sposobów ich ochrony.
3. Umiejętność czytania ze zrozumieniem tekstów naukowych i technicznych w języku angielskim.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1: Uświadomienie studentom roli jaką pełni prawo, zasady społeczne oraz etyka w sztucznej inteligencji.



C2: Zapoznanie studentów z typami ochrony prawnej danych, algorytmów, analiz oraz innych wytworów sztucznej inteligencji z punktu widzenia polskiego, europejskiego oraz amerykańskiego systemu prawnego.

C3: Znajomość potencjalnych wyzwań etycznych, prawnych i praktycznych związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W15:Zna i rozumie uwarunkowania prawne, społeczne i etyczne w Sztucznej Inteligencji.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U06: Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści.

KSI\_K03 - Zna i przestrzega zasady etyki zawodowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady zaliczenia. Podstawowe pojęcia prawne. „RODO nie takie straszne” Przykłady aspektów społecznych i etycznych w sztucznej inteligencji.	2
Wy2	Rodzaje ochrony prawnej w sztucznej inteligencji 1 - Patenty, prawa własności intelektualnej do programu komputerowego. Przeniesienie praw autorskich oraz licencje na korzystanie z utworów i przedmiotów praw pokrewnych.	2
Wy3	Rodzaje ochrony prawnej w sztucznej inteligencji 2 – ochrona baz danych, możliwości pobierania i udostępniania danych oraz anotacji.	2
Wy4	Wybrane nowe technologie i ich wpływ na prawo oraz społeczeństwo, w szczególności blockchain, kryptowaluty, Smart Contracts.	2
Wy5	Zaufanie i etyka w sztucznej inteligencji – analiza konkretnych przypadków. (Trust and Ethics in Artificial Intelligence. Analyzing Specific Cases.)	2
Wy6	Społeczne aspekty sztucznej inteligencji (Social Impacts of AI)	2
Wy7	Sztuczna inteligencja: Możliwości i ryzyko (Artificial Intelligence: Opportunities and Risks)	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia wprowadzające – omówienie roli zajęć w odniesieniu do realizowanych projektów naukowo-wdrożeniowych (p. n-wdr.)	1

Pr2	Analiza i dostosowanie p. n-wdr. w odniesieniu do polityki RODO. Dostosowanie projektu zgodnie z wymaganiami. Analiza pod kątem stosowanych typów danych, licencji, udostępniania, itp.	4
Pr3	Analiza p. n-wdr. pod kątem prawa własności intelektualnej. Uwzględnić kwestie „własności danych”. Sporządzenie opinii o potencjalnych ryzykach i szansach na podstawie wybranej umowy z zakresu prawa własności intelektualnej. Sformułować ewentualne zmiany w projekcie.	4
Pr4	Analiza realizowanego p. n-b pod kątem jego wpływu na społeczeństwo. Ocenić realizowany p. n-wdr. pod kątem etycznym. Ocenić wpływ wdrożenia projektu na społeczeństwo.	4
Pr5	Dyskusja na temat wprowadzonych bądź sugerowanych zmian w p. n-wdr. pod kątem wymagań prawnych, etycznych i społecznych.	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacje przekazywanej wiedzy z wykorzystaniem projektora  
N2. Środki audiowizualne w przekazywaniu materiałów demonstracyjnych – analiza przypadków  
N3. Udostępnione zasoby i narzędzia do wspomagające analizę aktów prawnych.  
N4. Materiały do wykładu oraz projektu udostępnione poprzez portal E-learning Wydziału Informatyki i Zarządzania.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 – kolokwium	KSI_W15	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
F2 – projekt	KSI_U06	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P – ocena z kolokwium, podniesiona na podstawie aktywności przy analizie przypadków		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Prawo własności intelektualnej, w: Zarys prawa cywilnego pod re. E. Gniewka i P. Machnikowskiego (red. E. Gniewek, P. Machnikowski), CH Beck. Warszawa 2018
- [2] Your next choice is Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy (2016), Cathy O’Neil.
- [3] AI Ethics (MIT Press Essential Knowledge), 2020, Mark Coeckelbe
- [4] *The Oxford Handbook of Ethics of AI*. Edited by Markus D. Dubber, Frank Pasquale, Sunit Das. Publisher Oxford University Press Inc. 01 Jun 2020.
- [5] AI\_Now\_2019\_Report.pdf [https://ainowinstitute.org/AI\\_Now\\_2019\\_Report.pdf](https://ainowinstitute.org/AI_Now_2019_Report.pdf)
- [6] A., Althaus, D., Erhardt, J., Gloor, L., Hutter, A. and Metzinger, T. (2015).
- [7] Artificial Intelligence: Opportunities and Risks. Policy paper by the Effective Altruism Foundation (2):1-16. First published (in German): 12 December 2015.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Prawo autorskie i prawa pokrewne, Barta J., Markiewicz R., Wolters Kluwer. Warszawa 2019
- [2] Prawo własności przemysłowej, Szewc A., Jyż G., CH Beck. Warszawa 2011
- [3] System Prawa Prywatnego. Tom 14a. Tom 14b, Prawo własności przemysłowej, red. Skubisz R., CH Beck. Warszawa 2017
- [4] Heartificial Intelligence: Embracing Our Humanity to Maximize Machines (2016) John C Havens.
- [5] Your fourth choice is Moral Machines: Teaching Robots Right from Wrong (2008) by Wendell Wallach and Colin Allen.
- [6] On the Promotion of Safe and Socially Beneficial Artificial Intelligence. [http://sethbaum.com/ac/2017\\_Promotion.pdf](http://sethbaum.com/ac/2017_Promotion.pdf)
- [7] Toward an Ethics of Algorithms: Convening, Observation, Probability, and Timeliness. Mike Ananny/ <https://perma.cc/QS2X-4GDL>

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Halina Kwaśnicka [halina.kwasnicka@pwr.edu.pl](mailto:halina.kwasnicka@pwr.edu.pl) , Łukasz Augustyniak  
[lukasz.augustyniak@pwr.edu.pl](mailto:lukasz.augustyniak@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Biznes i technologia w przedsiębiorstwach sztucznej inteligencji	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Business and technologies in AI enterprises	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Sztuczna Inteligencja	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del>, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	.....
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			0,6	

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umiejętność programowania na poziomie zaawansowanym</li> <li>2. Umiejętność przetwarzania i analizy danych na poziomie zaawansowanym</li> <li>3. Zaawansowana wiedza dotycząca uczenia maszynowego</li> <li>4. Podstawowa wiedza dotycząca głębokich sieci neuronowych</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zrozumienie celów i zadań systemów rekomendacyjnych i personalizacji
C2 Nabycie umiejętności zaprojektowania systemu rekomendacyjnego
C3 Nabycie umiejętności pracy w grupie

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_Wo2 - Zna główne tendencje rozwojowe Sztucznej Inteligencji jako dyscypliny nauki i możliwości jej zastosowań w biznesie.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

KSI\_K03 - Zna i przestrzega zasady etyki zawodowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Technologie SI o najwyższym potencjale rozwojowym i wdrożeniowym. Rodzaje i wielkości rynków	2
Wy2	Rynek start-up-ów i przedsiębiorstw SI w Polsce, Europie i na świecie	2
Wy3	Model działania i rozwoju przedsiębiorstw SI. Poziomy gotowości technologicznej TRL	2
Wy4	Tworzenie biznesplanu. Business Model Canvas	2
Wy5	Metody komercjalizacji sztucznej inteligencji (broker innowacji, startup, licencja, zlecenie, komercjalizacja wewnątrz firmy). Modele i praktyka finansowania innowacji	2
Wy6	Wycena projektu R&D. Przykłady transformacji organizacji / przedsiębiorstwa z wykorzystaniem technologii SI. Wdrażanie rozwiązań SI	2
Wy7	Zarządzanie kompetencjami i szkolenie kadr. Doktoraty wdrożeniowe	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		

..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
La6		
La7		
La8		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zasady zaliczania i omówienie programu	1
Pr2	Elementy modelu biznesowego w oparciu o BMC i biznes planu dla własnej technologii	2
Pr3	Badanie rynku dla wybranej (własnej) technologii SI	2
Pr4	Pozyskiwanie środków na własny projekt SI	2
Pr5	Plan zarządzania wdrożenia i utrzymania projektu SI z wykorzystaniem różnych modeli kosztów	2
Pr6	Analiza ryzyka technologicznego i niepowodzenia wdrożeniowego dla wybranej technologii SI. Analiza konkurencji. Estymacja startu startupu	2
Pr7	Prezentacja inwestorska potencjału biznesowego wybranej technologii SI	2
Pr8	Projekt końcowy. Pogłębiona analiza jednego w wybranych zagadnień z poprzednich projektów dla rzeczywistego problemu	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Biblioteki do przetwarzania sygnałów i tworzenia modeli w językach programowania R oraz Python (ewentualnie inne).
N3. Prezentacja multimedialna, plakatowa i wideo (ewentualnie inne).

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W02	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb
P2 – ocena końcowa z projektu	KSI_U03, KSI_U04, KSI_K02, KSI_K03	Ocena końcowa z projektu będzie wystawiana na podstawie ocen cząstkowych (punktów) otrzymanych z poszczególnych zadań (50%) oraz projektu końcowego (50%). Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] Thomas H. Davenport, Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee, H. James Wilson. Artificial Intelligence: The Insights You Need from Harvard Business Review, 2019.
- [2] Alex Castrounis, AI for People and Business: A Framework for Better Human Experiences and Business Success, O'Reilly Media, 2019
- [3] Thomas H. Davenport, The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work, The MIT Press, 2018
- [4] Veljko Kronic, Succeeding with AI: How to make AI work for your business, Manning Publications, 2020
- [5] Bernard Marr, The Intelligence Revolution: Transforming Your Business with AI, Kogan Page, 2020
- [6] Joshua Eckroth, AI Blueprints: How to build and deploy AI business projects, Packt Publishing, 2018
- [7] Mariya Yao, Adelyn Zhou, Marlene Jia, Applied Artificial Intelligence: A Handbook For Business Leaders, TOPBOTS, 2018
- [8] Amy Webb, 2020 Tech Trend Report: Strategic trends that will influence business, government, education, media and society in the coming year (13th Edition). Future Today Institute, 2020

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Seth Earley, The AI-Powered Enterprise: Harness the Power of Ontologies to Make Your Business Smarter, Faster, and More Profitable, LifeTree Media, 2020

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Przemysław Kaziemko, kaziemko@pwr.edu.pl**



WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
 Nazwa przedmiotu w języku polskim *Eksploracja danych językowych*  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim *Language Data Exploration*  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Sztuczna Inteligencja*  
 Specjalność (jeśli dotyczy): .....  
 Poziom i forma studiów: **II stopień / stacjonarna /**

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
 Kod przedmiotu .....  
 Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z zakresu programowania.
2. Ukończenie kursu „Przetwarzanie języka naturalnego”.
3. Podstawy maszynowego uczenia.
4. Podstawy sieci głębokich
5. Umiejętność czytania ze zrozumieniem tekstów naukowych i technicznych w języku angielskim.

**CELE PRZEDMIOTU**  
 C1 Uświadomienie studentom roli technologii językowych w analizie wielkich danych.

C2 Przedstawienie metod analizy wielkich danych z wykorzystaniem technologii językowych.  
 C3 Zapoznanie studentów z metodami statystycznej semantycznej analizy danych tekstowych.  
 C4 Osiągnięcie przez studentów podstawowych umiejętności w zakresie doboru techniki analizy danych językowych oraz konstrukcji inteligentnych systemów przetwarzających wypowiedzi i dialogi wyrażone w języku naturalnym.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W14 Zna zaawansowane metody eksploracji danych językowych i technik rozmytych.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji.

KSI\_U04 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Infrastruktury technologii językowych i wielkie dane (ang. <i>big data</i> ): środowiska i architektury do analizy danych językowych, formaty i standardy, zagadnienia efektywności masowego przetwarzania.	1
Wy2	Analiza struktury syntaktyczno-semantycznej wyrażen języka naturalnego: słowniki walencyjne, banki drzew składniowych, parsing płytki i głęboki, interfejs syntaktyczno-semantyczny i zasada kompozycyjności.	2
Wy3	Analiza struktury semantyczno-pragmatycznej tekstu: otwarte połączone dane (ang. <i>Linked Open Data</i> ) i ich wykorzystanie w analizie danych językowych, rozpoznawanie relacji leksykalno-semantycznych, rozpoznawanie semantycznych relacji tekstowych (np. wynikania, sprzeczności), analiza struktury tekstu.	2
Wy4	Wydobywanie informacji: rozpoznawania koreferencji i anafory, rozpoznawanie własności i cech obiektów, rozpoznawanie opisów sytuacji i ich struktur, agregacja informacji.	3
Wy5	Systemy dialogowe: wybrane elementy semantyczno-pragmatycznej analizy dyskursu, rozpoznawanie struktur dialogowych, intencji i celów uczestników, metody wydobywania informacji w analizie	3

	dialogu, architektury systemów dialogowych, generacja wypowiedzi w języku naturalnym, multimodalne systemy dialogowe.	
Wy6	Pogłębiona analiza wydźwięku: rozpoznawanie przedmiotu opinii i aspektów, ocena wartościująca i emotywna, wielomodalna	2
Wy7	Odpowiadanie na pytania w języku naturalnym: metody analizy pytania, ocena podobieństwa pytania do fragmentu tekstu, wydobywanie odpowiedzi, ocena wiarygodności odpowiedzi.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne.	1
La2	Zaprojektowanie i zaimplementowanie eksperymentalnego porównania płytkich parserów języka polskiego i narzędzi do rozpoznawania wystąpień nazw własnych w tekstach pod względem efektywnościowym i jakościowym.	4
La3	Opracowanie metody wydobywania informacji o cechach obiektów dla wybranej dziedziny i relacji semantycznych w oparciu o wskazany anotowany korpus.	4
La4	Skonstruowanie prostego system dialogowy w oparciu o otwarte środowisko do budowy systemów dialogowych w wykorzystaniem technik heurystycznych i opartych na maszynowym uczeniu.	4
La5	Zaplanowanie i przeprowadzenie ocena dostępnych narzędzi do analizy emotywniej dla wybranej dziedziny i zadania w oparciu o wskazany korpus anotowany emotywnie.	2
...		
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Podręczniki.  
 N2. Materiały elektroniczne na wskazanych stronach i serwisach internetowych.  
 N3. Udostępnione zasoby i narzędzia językowe dla języka polskiego oraz języka angielskiego.  
 N4. Zasoby i narzędzia językowe oraz podstawowe architektury przetwarzania języka naturalnego dostępne na wskazanych stronach internetowych.  
 N5. Materiały do wykładu i projektu udostępnione poprzez portal E-learning Wydziału Informatyki i Zarządzania.  
 N6. Infrastruktura badawcza technologii językowych CLARIN (<http://www.clarin.eu>) w tym jej polska część CLARIN-PL (<http://clarin-pl.eu>).

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	KSI_W14	Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb
P2 (laboratorium)	KSI_U03, KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Handbook of Natural Language Processing (Second Edition). (Ed.) Nitin Indurkha i Fred J. Damerau. CRC Press, 2010
- [2] Sholom M. Weiss, Nitin Indurkha, Tong Zhang i Fred Damerau. Text Mining: Predictive Methods for Analyzing Unstructured Information, 2010.
- [3] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan i Hinrich Schütze. Introduction to Information Retrieval. Cambridge Univ. Press, 2008.
- [4] Manning, C. D. i Schütze, H. Foundations of Statistical Natural Language Processing The MIT Press, 2001.
- [5] Manu Konchady Text Mining Application Programming (Programming Series) Charles River Media, Inc., 2006.
- [6] Mykowiecka A. Inżynieria lingwistyczna, Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2007
- [7] Piasecki Maciej. Selektywne wprowadzenie do semantyki formalnej. Red. Szymanik J. i Zajenkowski M., Kognitywistyka. O umyśle umyślnie i nieumyślnie, Koło Filozoficzne przy MISH, Uniwersytet Warszawski, str. 113-155, 2004.
- [8] Marius Paşca. Open-Domain Question Answering from Large Text Collections. CSLI, Stanford, 2003.
- [9] Eneko Agirre, Philip Edmonds, ed., Word Sense Disambiguation Algorithms and Applications. Springer, 2007.
- [10] Steven Bird, Ewan Klein, and Edward Loper. Natural Language Processing with Python. <http://www.nltk.org/book/>
- [11] Diana Maynard, Kalina Bontcheva, Isabelle Augenstein. Natural Language Processing for the Semantic Web (Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology). Morgan and Claypool, 2016.
- [12] Barrière, Caroline. Natural Language Understanding in a Semantic Web Context. Springer, 2016.
- [13] ChengXiang Zhai, Sean Massung. Text Data Management and Analysis: A Practical Introduction to Information Retrieval and Text Mining, Morgan & Claypool, 2016.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [14] Daniel Bikel i Imed Zitouni. Multilingual Natural Language Processing Applications: From Theory to Practice
- [15] Jurafsky, D. & Martin, J. H. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition Prentice Hall, 2000.
- [16] Mitkov, R. (ed.) The Oxford Handbook of Computational Linguistics Oxford University Press, 2003.
- [17] Iryna Gurevych, Judith Eckle-Kohler, Michael Matuschek. Linked Lexical Knowledge Bases: Foundations and Applications (Synthesis Lectures on Human Language Technologies), Morgan & Claypool, 2016.
- [18] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., and Dean, J. (2013a). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781
- [19] Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J. (2013b). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Advances in Neural Information Processing Systems, pages 3111–3119.
- [20] Chris McCormick (dostęp 11 I 2017) Word2Vec Tutorial - The Skip-Gram Model, <http://mccormickml.com/2016/04/19/word2vec-tutorial-the-skip-gram-model/>

[21] Piasecki, M.; Szpakowicz, S. & Broda, B. (2009), *A Wordnet from the Ground Up*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, URL: [http://www.plwordnet.pwr.wroc.pl/main/content/files/publications/A\\_Wordnet\\_from\\_the\\_Ground\\_Up.pdf](http://www.plwordnet.pwr.wroc.pl/main/content/files/publications/A_Wordnet_from_the_Ground_Up.pdf)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Maciej Piasecki, maciej.piasecki@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Głębokie sieci neuronowe  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Deep Neural Networks  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna Inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna /  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			P(3)		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,8		1,8		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy Algebry</li> <li>2. Podstawy Rachunku Prawdopodobieństwa</li> <li>3. Podstawy Analizy Matematycznej</li> <li>4. Umiejętność programowania w języku Python</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Poznanie głębokich modeli uczenia maszynowego (architektury i metod uczenia) i ich typowych zastosowań
C2 Poznanie roli hiperparametrów i technik poprawiających skuteczność uczenia

C3 Nabycie umiejętności praktycznego użycia (zaprojektowania i implementacji) wybranych modeli głębokich do rozwiązania praktycznego problemu  
 C4 Nabycie umiejętności badania wpływu wartości hiperparametrów na skuteczność modelu na bazie eksperymentów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W03 Ma wiedzę z zakresu metod maszynowego uczenia, modeli głębokich, ich metod uczenia i jego poprawy, obszarów zastosowań oraz odpowiednich środowisk implementacji, wymagań odnośnie przygotowywania danych uczących do poszczególnych metod i zastosowań oraz odpowiednich procedur walidacji

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U3 Potrafi dobrać odpowiedni model sieci głębokiej do rozwiązywanego problemu. Umie zaprojektować i zrealizować aplikację wykorzystującą założony model sieci głębokiej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Omówienie organizacji kursu i sposobu zaliczenia. Prezentacja rozwoju współczesnych architektur sieci głębokich z przykładami typowych zastosowań. Wprowadzenie podstawowych pojęć. Obliczenia w sieci jako operacje macierzowe.	2
Wy2	Algorytm gradientu prostego i jego wersja stochastyczna. Prosta sieć typu MLP. Algorytm wstecznej propagacji. Podstawowe funkcje aktywacji i ich rola problem zanikającego i eksplodującego gradientu.	2
Wy3	Regularyzacja. przeuczenie, niedouczenie. Omówienie automatycznego wyznaczania gradientów / tworzenia grafu obliczeniowego, zaawansowanych technik optymalizacji (ADAM, RMSProp i innych).	2
Wy4	Sieci konwolucyjne (na bazie podstawowej architektury), wsteczna propagacja w sieciach konwolucyjnych; Architektury: VGG, ResNet, ResNeXt, DenseNet, EfficientNet	2
Wy5	Zagadnienie uczenia się reprezentacji: nadzorowane (sieci syjamskie, sieci trójkowe) i nienadzorowane (autokodery, RBM, DRMB, DBN) Transfer Learning	2
Wy6	Sieci rekurencyjne. Omówienie wstecznej propagacji w czasie, bazowa komórka sieci rekurencyjnej, LSTM, GRU, sieci BiLSTM, podejście do sieci BiLSTM za pomocą konwolucji z dylatacją	2
Wy7	Kolokwium	2



Wy8	Mechanizm uwagi. Omówienie przykładów systemów uwagi	2
Wy9	Modele generatywne typu GAN. Warunkowy GAN - Wstęp, istota działania, przykłady zastosowań.	2
Wy10	Głębokie modele do segmentacji i detekcji obiektów	2
Wy11	Głębokie modele w zastosowaniu do zadań NLP (Transformery + XLNet).	2
Wy12	Głębokie modele w uczeniu ze wzmocnieniem	2
Wy13	Głębokie modele grafowe	2
Wy14	kolokwium	2
Wy15	Interpretowalność sieci neuronowych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Omówienie zawartości i zasad zaliczenia kursu. TensorFlow – ćwiczenie wprowadzające podstawy programowania w tym środowisku.	2
La2	Prosta sieć w pełni połączona uczona metodą propagacji wstecznej w zadaniu rozpoznawania cyfr	2
La3	Własna implementacja sieci MLP uczonej metodą propagacji wstecznej bez użycia automatycznej ewaluacji gradientów w zadaniu rozpoznawania cyfr	4
La4	Model regresji z użyciem funkcji softmax. Funkcja kosztu. Uczenie za pomocą gradientu prostego. Uczenie paczkami.	2
La5	Ocena skuteczności modelu. Przeprowadzenie badań z różnymi optymalizatorami uczenia. Wpływ wielkości paczki. Wpływ wartości współczynnika uczenia. Współczynnik momentum. Przygotowanie raportu z badań.	2
La6	Głęboka sieć konwolucyjna do rozpoznawania obrazów. Warstwy konwolucyjne i pooling. Warstwy w pełni połączone. Dropout.	4
La7	Optymalizacja uczenia - badania z różnymi optymalizatorami, wielkościami paczek, dobór hiperparametrów. Monitorowanie i wizualizacja uczenia sieci	2
La9	Sieć LSTM do przetwarzania danych sekwencyjnych. Przeprowadzenie eksperymentów dotyczących skuteczności sieci w zależności od użytych wartości parametrów.	4
La10	Sieć GAN – implementacja sieci do generowania punktów 2D z zadanego rozkładu (np. na kole)	4
La11	Model sieci z uwagą do rozpoznawania danych sekwencyjnych	4
La12	Wystawienie ocen, ankietyzacja zajęć	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład informacyjny wspierany prezentacją multimedialną</p> <p>N2. Tutoriale TensorFlow</p> <p>N3. Specyfikacja dokumentacji eksperymentu i projektu, wymaganej do zaliczenia laboratorium</p> <p>N4. System e-learningowy używany do publikacji materiałów dydaktycznych i ogłoszeń</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		<p>Kolokwium z pytaniami otwartymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób:</p> <p>&lt;50%, 60%) □ dst</p> <p>&lt;60%, 70%) □ dst+</p> <p>&lt;70%, 80%) □ db</p> <p>&lt;80%, 90%) □ db+</p> <p>&lt;90%, □ bdb</p>
F2		<p>Ocena wystawiana jest na podstawie liczby punktów zdobytych za każde zadanie w laboratorium, w którym brana jest pod uwagę jakość wykonanych badań, analizy wyników i przygotowanego sprawozdania. Przeliczenie liczby punktów na oceny:</p> <p>&lt;50%, 60%) □ dst</p> <p>&lt;60%, 70%) □ dst+</p> <p>&lt;70%, 80%) □ db</p> <p>&lt;80%, 90%) □ db+</p> <p>&lt;90%, □ bdb</p>

F3		
<p>P Egzamin pisemny z pytaniami otwartymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób:</p> <p>&lt;50%, 60%) □ dst          &lt;60%, 70%) □ dst+          &lt;70%, 80%) □ db          &lt;80%, 90%) □ db+          &lt;90%, □ bdb</p> <p>Istnieje możliwość zwolnienia z egzaminu w przypadku otrzymania z obu kolokwiów średniej oceny co najmniej 4.</p>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press 2017</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Li Deng and Dong Yu: Deep Learning Methods and Applications; książka dostępna pod adresem <a href="https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/DeepLearning-NowPublishing-Vol7-SIG-039.pdf">https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/DeepLearning-NowPublishing-Vol7-SIG-039.pdf</a></p> <p>[2] Michael Nielsen: Neural Networks and Deep Learning, książka dostępna pod adresem <a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com/about.html">http://neuralnetworksanddeeplearning.com/about.html</a></p> <p>[3] Tutoriale do TensorFlow <a href="https://www.tensorflow.org/tutorials/">https://www.tensorflow.org/tutorials/</a></p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<p><b>Urszula Markowska-Kaczmar, urszula.markowska-kaczmar@pwr.edu.pl</b></p>

WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Informatyka afektywna  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim Affective computing  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja  
 Specjalność (jeśli dotyczy):  
 Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\***, stacjonarna /  
**niestacjonarna\***  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***  
 Kod przedmiotu .....  
 Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność programowania na poziomie zaawansowanym
2. Umiejętność przetwarzania i analizy danych na poziomie zaawansowanym
3. Zaawansowana wiedza dotycząca uczenia maszynowego
4. Podstawowa wiedza dotycząca głębokich sieci neuronowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami informatyki afektywnej.  
 C2 Nabycie umiejętności przetwarzania sygnałów.  
 C3 Nabycie umiejętności tworzenia wielomodalnych modeli do rozpoznawania emocji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_Wo9 - Ma wiedzę na temat zaawansowanych metod przetwarzania złożonych danych, w tym związanych z afektem.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_Uo3 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_Uo4 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Afekt, osobowość, nastrój, emocje, stres. Emocje a podejmowanie decyzji. Źródła emocji. Modele emocji	2
Wy2	Źródła danych w rozpoznawaniu emocji. Mimika twarzy	2
Wy3	Mowa a stany afektywne. Sensory i sygnały fizjologiczne.	2
Wy4	Gromadzenie i preprocesing sygnałów	2
Wy5	Ekstrakcja cech w przetwarzaniu sygnałów	2
Wy6	Wielomodalne modele głębokie w rozpoznawaniu emocji	2
Wy7	Zastosowania, emocje a zjawiska społeczne, emocjonalna sztuczna inteligencja, dysfunkcje emocjonalne	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
Suma godzin		

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
----------------------------	--	---------------

La1	Zapoznanie z programem laboratorium, sposobami oceny, szkolenie BHP.	1
La2	Zbieranie danych z urządzeń noszonych.	2
La3	Przetwarzanie danych. Ekstrakcja cech. Przetwarzanie sygnałów.	2
La4	Klasyfikacja emocji z zastosowaniem uczenia maszynowego.	2
La5	Klasyfikacja emocji z zastosowaniem uczenia głębokiego.	2
La6	Implementacja systemu afektywnego 1 - założenia	2
La7	Implementacja systemu afektywnego 2 - interfejs	2
La8	Implementacja systemu afektywnego 3 - walidacja	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Biblioteki do przetwarzania sygnałów i tworzenia modeli w językach programowania R oraz Python (ewentualnie inne).
N3. Prezentacja multimedialna, plakatu i wideo (ewentualnie inne).

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W09	Ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyników pisemnego kolokwium. 3,0 - [50% - 60%); 3,5 - [60% - 70%); 4,0 - [70% - 80%); 4,5 - [80% - 90%); 5,0 - [90% - 99%); 5,5 - 100%
P2 – ocena końcowa z laboratorium	KSI_U03, KSI_U04	Ocena końcowa z laboratorium będzie wystawiana na podstawie ocen cząstkowych (punktów) otrzymanych z poszczególnych zadań. Łączna liczba punktów będzie decydować o ocenie końcowej w następujący sposób: 3,0 - [50% - 60%); 3,5 - [60% - 70%); 4,0 - [70% - 80%); 4,5 - [80% - 90%); 5,0 - [90% - 99%); 5,5 -

		100%. Oceny cząstkowe uwzględniają także kreatywność rozwiązań oraz sposób ich prezentacji względem grupy i prowadzącego
--	--	--

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] Rosalind W. Picard, *Affective Computing*. The MIT Press, 2000
- [2] Rafael A. Calvo, Sidney D'Mello, Jonathan Gratch, Arvid Kappas, *The Oxford Handbook of Affective Computing*, Oxford University Press, 2014
- [3] Sicheng Zhao, Shangfei Wang, Mohammad Soleymani, Dhiraj Joshi, and Qiang Ji. 2019. *Affective Computing for Large-scale Heterogeneous Multimedia Data: A Survey*. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* 15, 3s, Article 93 (January 2020), 32 pages. DOI:<https://doi.org/10.1145/3363560>
- [4] Jing Han, Zixing Zhang, Nicholas Cummins, Björn Schuller, *Adversarial Training in Affective Computing and Sentiment Analysis: Recent Advances and Perspectives*. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 14(2), 2019, 68 - 81
- [5] Nusrat J. Shoumy, Li-Minn Ang, Kah Phooi Seng, D.M.Motiur Rahaman, Tanveer Zia, *Multimodal big data affective analytics: A comprehensive survey using text, audio, visual and physiological signals*, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 149, 2020
- [6] Saganowski S., Dutkowiak A., Dziadek A., Dzieżyc M., Komoszyńska J., Michalska W., Polak A., Ujma M., Kazienko P.: *Emotion Recognition Using Wearables: A Systematic Literature Review - Work-in-progress*. *EmotionAware 2020 - The 4th Workshop on Emotion Awareness for Pervasive Computing with Mobile and Wearable Devices in conjunction with 2020 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2020)*, March 23-27, 2020, Austin, Texas, USA, IEEE, 2020, 28-33.
- [7] Guo, Y.; Xia, Y.; Wang, J.; Yu, H.; Chen, R.-C. *Real-Time Facial Affective Computing on Mobile Devices*. *Sensors* 2020, 20, 870.
- [8] Siddharth, T.-P. Jung, and T. J. Sejnowski, *Utilizing deep learning towards multi-modal bio-sensing and vision-based affective computing*, *IEEE Transactions on Affective Computing*, 14 May 2019, DOI: 10.1109/TAFFC.2019.2916015
- [9] Anvita Saxena, Ashish Khanna, Deepak Gupta (2020). *Emotion Recognition and Detection Methods: A Comprehensive Survey*. *Journal of Artificial Intelligence and Systems*, 2, 53–79. <https://doi.org/10.33969/AIS.2020.21005>.
- [10] Markus Kächele, *Machine Learning Systems for Multimodal Affect Recognition*. Springer, 2019
- [11] Antonio Fernández-Caballero, Pascual González, María Teresa López, *Socio-Cognitive and Affective Computing*. MDPI, 2018
- [12] Priyanka A. Abhang, Bharti W. Gawali, Suresh C. Mehrotra, *Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition*, Academic Press, 2016
- [13] Xavier Alameda-Pineda, Elisa Ricci, Nicu Sebe, *Multimodal Behavior Analysis in the Wild: Advances and Challenges*, Academic Press, 2018
- [14] Alberto Greco, Gaetano Valenza, Enzo Pasquale Scilingo, *Advances in Electrodermal Activity Processing with Applications for Mental Health: From Heuristic Methods to Convex Optimization*, Springer, 2016
- [15] Tibor Bosse, Joost Broekens, João Dias, Janneke van der Zwaan, *Emotion Modeling: Towards Pragmatic Computational Models of Affective Processes*, Springer, 2014

[16] Gaetano Valenza, Enzo Pasquale Scilingo, *Autonomic Nervous System Dynamics for Mood and Emotional-State Recognition: Significant Advances in Data Acquisition, Signal Processing and Classification*, Springer, 2014

**LITERATURA UZUPEŁNIAJACA:**

[1] The 2019-2024 World Outlook for Affective Computing, ICON Group International, Inc., January 19, 2018

[2] Rick Anthony Furtak, *Knowing Emotions: Truthfulness and Recognition in Affective Experience*, Oxford University Press, 2020

[3] Youngjun Cho, Nadia Bianchi-Berthouze, *Physiological and Affective Computing through Thermal Imaging: A Survey*, 2019, arXiv:1908.10307

[4] Joyce Westerink, Martijn Krans, et al. *Sensing Emotions: The impact of context on experience measurements*, Springer, 2011

[5] Myoungsoon Jeon, *Emotions and Affect in Human Factors and Human-Computer Interaction*, Academic Press, 2017

[6] Gerardus Blokdyk, *Affective Computing A Complete Guide - 2020 Edition*, 5STARCOOKS, 2020

[7] Kostas Karpouzis, Georgios N. Yannakakis (eds) *Emotion in Games: Theory and Praxis*, Springer, 2016

[8] Khurshid Ahmad (ed.), *Affective Computing and Sentiment Analysis: Emotion, Metaphor and Terminology*, Springer, 2011

[9] Jianhua Tao, Tieniu Tan, *Affective Information Processing*, Springer, 2009

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Przemysław Kazienko, kazienko@pwr.edu.pl**



**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Innowacje i przedsiębiorczość w Sztucznej Inteligencji  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Innovation and entrepreneurship in Artificial Intelligence  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna Inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna /  
**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				P(1)	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			0,6	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza na temat metod z dziedziny Sztucznej Inteligencji, w tym maszynowego uczenia i modeli głębokich.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Wiedza na temat innowacyjności zastosowań metod z zakresu sztucznej inteligencji w różnych dziedzinach zastosowań na przykładzie konkretnych firm i ich rozwoju,

C2 Umiejętność analizy przyczyn i skutków powodzenia/niepowodzenia projektów z zakresu metod sztucznej inteligencji w kontekście ich innowacyjności, trafienia w potrzeby rynku i przedsiębiorczości liderów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W02 Zna główne tendencje rozwojowe Sztucznej Inteligencji jako dyscypliny nauki i możliwości jej zastosowań w biznesie

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

KSI\_K03 - Zna i przestrzega zasady etyki zawodowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do tematyki kursu. Pojęcie innowacyjności i przedsiębiorczości. Omówienie warunków zaliczenia	1
Wy2	Wielcy gracze na rynku (Google, Amazon, Facebook, Netflix) i ich projekty	2
Wy3	Analiza przypadków dla firm z dziedziny mediów	2
Wy4	Podążając tropem innowacji i przedsiębiorczości – prezentacja przypadków w dziedzinie biotechnologii i ochrony zdrowia	2
Wy5	Analiza innowacyjności i przedsiębiorczości w projektach przemysłu samochodowego i kosmicznego	2
Wy6	Prezentacja projektów w zakresie robotyki – analiza pod kątem innowacyjności	2
Wy7	Projekty z dziedziny bankowości, finansów i marketingu	2
Wy8	kolokwium	2
....		
	Suma godzin	

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		

Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie do zajęć, omówienie warunków zaliczenia	1
Pr2	Opracowanie modelu biznesowego własnego projektu	2
Pr3	Prezentacja modelu biznesowego dla własnego projektu	2
Pr4	Planowanie projektu, finanse, zasoby, zadania, ryzyka, kamienie milowe.	2
Pr5	Prezentacja planów projektów	2
Pr6	Aktualizacja BMC	2
Pr7	Przygotowanie krótkich prezentacji do zdobycia inwestora (pitch elevator)	2
Pr8	Prezentacja wystąpień	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład informacyjny wspierany prezentacjami multimedialnymi N2. Platforma e- learningowa do przechowywania prezentacji N3. Specyfikacja projektowa

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

F1	KSI_W02	Ocena z wykładu wystawiana jest na podstawie oceny z kolokwium zgodnie ze zdobytą liczbą punktów: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
F2	KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01 KSI_K02 KSI_K03	W ocenie projektu uwzględniane są dobór źródeł, przeprowadzona analiza projektów, zaproponowane rozwiązanie i dyskusja w trakcie prezentacji projektów. Wszystkie próby nieetycznego zachowania się kończą się brakiem możliwości zaliczenia.

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bernard Marr, Matt Ward: Artificial Intelligence in Practice: How 50 Successful Companies Used AI and Machine Learning to Solve Problems, Wiley 2019
- [2] Jurgen Appelo: Startup, Scaleup, Screwup : 42 Tools to Accelerate Lean & Agile Business Growth, Wiley 2019

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Artykuły w czasopismach poświęconych tematyce kursu

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Urszula Markowska-Kaczmar, urszula.markowska-kaczmar@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ ..... / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Komputery i algorytmy kwantowe  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Quantum computers and algorithms  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....  
**Poziom i forma studiów:** II stopień, stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

- 1.
- 2.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Nabycie wiedzy w zakresie zrozumienia działania i stosowania algorytmów kwantowych. W szczególności zaś rozwiązywania prostych problemów kwantowych w formalizmie Schrodingera, operacji na kwantowych operatorach różniczkowych i ich reprezentacjach macierzowych. Nabycie umiejętności wyznaczania wartości własnych i wektorów własnych operatorów unitarnych oraz wyznaczania rezultatów superpozycji operatorów elementarnych operacji kwantowych tworzących algorytm kwantowy. Nabycie wiedzy o podstawowych algorytmach kwantowych oraz szczegółach ich działania.

C2. Nabycie wiedzy w zakresie przydatnym do tworzenia i zastosowania algorytmów kwantowych do problemów optymalizacji i sztucznej inteligencji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W01 Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu optymalizacji i algorytmów kwantowych, przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych problemów z zakresu Sztucznej Inteligencji

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do formalnego opisu zjawisk kwantowych. Opis stanu fizycznego cząstki i układu cząstek - obraz klasyczny i kwantowy. Równania ruchu w formalizmie Lagrange'a i Hamiltona. Termodynamika i informacja. Obserwable fizyczne i istota pomiaru.	2
Wy2	Skąd się bierze kwantowanie w układach fizycznych. Jak powszechnie znane eksperymenty fizyczne doprowadziły do konieczności powstania nowego formalizmu opisu zjawisk o naturze kwantowej. Formalizm Schrodingera. Operatorowy opis ewolucji układu kwantowego.	2
Wy3	Przykłady rozwiązań prostych układów kwantowych przy wykorzystaniu formalizmu Schrodingera. Istota i konsekwencje pojawienia się kwantowania. Liczby kwantowe, tunelowanie, splątanie i związki komutacyjne operatorów kwantowych.	2
Wy4	Maszyny obliczeniowe a układy kwantowe. Bity, kubity oraz graficzny opis stanów kwantowych za pomocą sfer Blocha. Wartości i wektory własne operatorów kwantowych. Macierzowe reprezentacje unitarne operatorów różniczkowych i ich wykorzystanie do opisu ewolucji układu kwantowego. Operacje tensorowe na wektorach opisujących układ kwantowy i ich konsekwencje informacyjne. Obliczenia kwantowe jako ewolucja wektorów kwantowych. Termodynamika kwantowa, informacja kwantowa i ślad macierzy gęstości stanów.	2
Wy5	Algorytmy kwantowe. Problem Deutscha. Problem Simonsa. Kwantowa transformacja Fouriera. Algorytm Grovera. Algorytm Shora. Algorytmy i protokoły w kryptografii kwantowej. Dane przetwarzane w algorytmach kwantowych, problemy na granicy obrazu klasycznego i kwantowego.	2
Wy6	Wprowadzenie do inżynierii i zastosowań algorytmów kwantowych. Formalny zapis algorytmów kwantowych. Rozwiązywanie problemów związanych z pomiarem rezultatów działania algorytmu kwantowego. Zastosowanie algorytmów kwantowych w optymalizacji i sztucznej	2

	inteligencji. Kwantowe dopasowanie, optymalizacja kwantowa, programowanie niedookreślone.	
Wy7	Kolokwium	1
Wy8	Algorytmy kwantowe jako formalna ewolucja superpozycji operatorów unitarnych a rzeczywistość. Techniczne realizacje funkcyj kwantowych oraz komputerów kwantowych. Realizacje na bazie kropek kwantowych, pułapek jonowych, interferometru Macha-Zehndera, spektrometru magnetycznego rezonansu jądrowego i inne.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja multimedialna. Interaktywna dyskusja. N2.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_W01	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst

		<60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb Można podnieść ocenę za aktywne rozwiązywanie problemów w trakcie wykładów.
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Sewerwain M., Wiśniewska J., Informatyka kwantowa. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2015.</p> <p>[2] Hirvensalo M., Algorytmy kwantowe. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa 2004.</p> <p>[3] Le Bellac M., Wstęp do informatyki kwantowej. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2012.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Weinberg S., The Quantum Theory of Fields. Cambridge University Press. Cambridge 2005. Volumes 1, 2, 3.</p> <p>[2] Liber A., Nita L., The research of Grover's quantum search algorithm with use of quantum circuits QX2 and QX4. W: Information Systems Architecture and Technology : Proceedings of 39th International Conference on Information Systems Architecture and Technology, ISAT 2018. Pt. 1 / Leszek Borzemski, Jerzy Świątek, Zofia Wilimowska Eds. Cham : Springer, cop. 2019. s. 146-155. (Advances in Intelligent Systems and Computing)</p> <p>[3] Liber A., Rusek R., Quantum digital signatures for unconditional safe authenticity protection of medical documentation. Higher School's Pulse. 2015, vol. 9, nr 4, s. 34-39</p>	
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>	
Arkadiusz Liber, arkadiusz.liber(at)pwr.edu.pl	



**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**a. KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Metaheurystyki  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Metaheuristics  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna Inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna /  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.2		1.2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

- Umiejętność programowania w języku C++, C#, lub Java
- Znajomość oraz umiejętność wykorzystania programowania obiektowego
- Podstawy algebry liniowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studenta z najważniejszymi aktualnymi trendami w dziedzinie obliczeń ewolucyjnych i metaheurystyk  
 C2 Nabycie umiejętności odpowiedniego doboru metaheurystyki do rozwiązywanego problemu  
 C3 Nabycie umiejętności implementacji wybranych metaheurystyk  
 C4 Nabycie umiejętności krytycznej analizy uzyskanych wyników

--

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W11. Zna podstawowe metaheurystyki i ich rozszerzenia oraz możliwości zastosowań poznanych metaheurystyk.

...

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03. Potrafi sformułować problem do rozwiązania, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne; Podstawowe techniki optymalizacji	2
Wy2	Przeszukiwanie lokalne w przestrzeniach ciągłych. Wpływ długości kroku (mutacja) na przebieg metody. Podstawowe strategie ewolucyjne – podejście populacyjne z automatyczną adaptacją długości kroku.	2
Wy3	CMA-ES – dodanie analizy statystycznej do strategii ewolucyjnej w celu ukierunkowania przeszukiwania.	2
Wy4	Algorytmy genetyczne – wprowadzenie. Najważniejsze techniki rozwijające metody AG.	2
Wy5	Teoria schematów – zrozumienie idei działania algorytmów genetycznych	2
Wy6	Podstawy AG – <i>GA sweetspots</i> , zachowanie różnorodności, rekombinacja bloków budujących, przedwczesna zbieżność	2
Wy7	Dekompozycja problemu – metaheurystyki modelujące problemy	2
Wy8	Dekompozycja problemu – metaheurystyki wyszukujące powiązania między genami	2
Wy9	Optymalizacja wielokryterialna i wielokryterialna z dużą liczbą kryteriów	2
Wy10	Optymalizacja w problemach szeregowania	2
Wy11	Metody rojowe. Intuicje i zastosowania.	2
Wy12	Przeszukiwanie Tabu i Symulowane wyżarzanie.	2
Wy13	Ewolucja różnicowa – koncepcja i wprowadzenie. Wykorzystanie operatora krzyżowania w przestrzeniach ciągłych. Automatyczna adaptacja parametrów ER.	2

Wy14	Kolokwium	2
Wy15	Podsumowanie kursu i ogłoszenie wyników konkursu.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne. Podstawowe techniki optymalizacji – przeszukiwanie losowe i algorytm zachłanny.	2
La2	Przeszukiwanie w przestrzeniach ciągłych – badanie wpływu długości kroku optymalizatora.	2
La3	Wpływ analizy statystycznej na proste metody przeszukiwania	4
La4	Podstawy algorytmów genetycznych – wpływ parametrów na działanie metody	2
La5	Mechanizmy dedykowane dla problemu – badanie wpływu na jakość działania metaheurystyki	2
La6	Zachowanie różnorodności populacji – rozwinięcie metody ewolucyjnej na bazie wybranej techniki	2
La7	Wykonanie metaheurystyki dekomponującej problem wybraną techniką	4
La8	Podstawy optymalizacji wielokryterialnej	2
La9	Kierunkowanie ewolucji i zachowanie różnorodności Frontu Pareto	4
La10	Ewolucja różnicowa – implementacja podstawowa i dostrajająca parametry	4
La11	Podsumowanie kursu i zajęcia poprawkowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład wspierany prezentacjami multimedialnymi

N2. Specyfikacja dokumentacji wymaganej do zaliczenia zadań podczas laboratorium

N3. System e-learningowy używany do publikacji materiałów dydaktycznych i ogłoszeń oraz dokumentacji z zadań laboratoryjnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	KSI_W01, KSI_W11	Kolokwium na wykładzie, wynik uzyskany w konkursie optymalizacji wskazanego problemu optymalizacyjnego.
F2 (laboratorium)	KSI_U03	Kontrola przygotowania studentów do realizowanego ćwiczenia, ocena jakości pracy na laboratorium, wykonanie w trakcie laboratorium dodatkowych zadań formułowanych przez prowadzącego.

P - ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyniku kolokwium.  
Ocena końcowa z laboratorium będzie wystawiana na podstawie ocen cząstkowych (punktów) otrzymanych z poszczególnych ćwiczeń.

Dla obu rodzajów ocen (z wykładu i kolokwium) zostanie przyjęty następujący przelicznik liczby uzyskanych punktów na ocenę:

- <50%;60%) – 3.0 (dostateczny)
- <60%;70%) – 3.5 (dostateczny plus)
- <70%;80%) – 4.0 (dobry)
- <80%;90%) – 4.5 (dobry plus)
- <90%;100%> – 5.0 (bardzo dobry)

Ocenę 5.5 (celującą) student będzie mógł otrzymać jeśli uzyska liczbę punktów potrzebną na ocenę 5.0 (bardzo dobrą) i zostanie jednym z laureatów konkursu (patrz poniżej).

Każda z ocen (z wykładu i laboratorium) może zostać podniesiona o 0.5, jeżeli student został jednym z laureatów konkursu przeprowadzanego w ramach wykładu. Udział w konkursie jest dobrowolny. Jeżeli student nie uzyskał zaliczenia, to udział w konkursie nie zmienia tego faktu.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [2] Notatki z wykładu
- [3] Arabas J. Wykłady z algorytmów ewolucyjnych
- [4] Kwaśnicka H. Obliczenia ewolucyjne w sztucznej inteligencji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1999.
- [5] Michalewicz Z. Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne
- [6] Michalewicz Z., Fogel D.B. Jak to rozwiązać, czyli nowoczesna heurystyka, WNT 2006
- [7] Goldberg D. Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Michał Przewoźniczek, [michal.przewozniczek@pwr.edu.pl](mailto:michal.przewozniczek@pwr.edu.pl)

i.

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Metody analizy sieci złożonych	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Methods for complex networks analysis	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Sztuczna Inteligencja	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b> <del>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</del> , <b>stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b> .....	
<b>Grupa kursów</b> <del>TAK</del> / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki dla studiów inżynierskich.
2. Umiejętność programowania na poziomie zaawansowanym
3. Umiejętność przetwarzania i analizy danych na poziomie podstawowym

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie roli i znaczenia analizy sieci złożonych we współczesnym świecie  
 C2 Zapoznanie się ze sposobami przetwarzania i analizy sieci złożonych  
 C2 Poznanie narzędzi i technik analizy sieci złożonych  
 C4 Nabycie umiejętności analizy sieci złożonych w kontekście zdefiniowanego problemu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W07 - Ma wiedzę na temat zaawansowanej analizy danych sieciowych, zachowań ludzkich i sposobów ich wykorzystania

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 - Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U02 - Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U08 Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady zaliczenia, Wstęp do analizy sieci złożonych	2
Wy2	Wprowadzenie do analizy sieci złożonych, przedstawienie roli sieci złożonych we współczesnym świecie.	2
Wy3	Teoria grafów, podstawowe właściwości sieci, typy sieci	2
Wy4	Modele sieci – Sieci Losowe, Małego Świata, Barabási-Albert i inne	2
Wy5	Procesy rozprzestrzeniania w sieciach	2
Wy6	Identyfikacja i ewolucja grup	2
Wy7	Odporność i wizualizacja sieci	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP, wprowadzenie do zadania 1	1
La2	Zadanie 1 – podstawowa analiza sieci w Gephi i Cytoscape. Wprowadzenie do zadania 2	2
La3	Zadanie 2 – podstawowa analiza sieci w Python (NetworkX) i R (igraph). Wprowadzenie do zadania 3	2
La4	Zadanie 3 – Ręczne tworzenie własnej sieci i jej analiza. Wprowadzenie do zadania 4	2

La5	Zadanie 4 – Definiowanie problemu (biznesowego, naukowego, społecznego) do którego można wykorzystać analizę sieci oraz identyfikacja źródeł danych sieciowych umożliwiających tą analizę.	2
La6	Zadanie 4 – Zbieranie danych sieciowych, budowa sieci, podstawowa analiza sieci	2
La7	Zadanie 4 – Pogłębiona analiza sieci, definiowanie systemu/warstwy prezentacji przedstawiającej odpowiedź na zdefiniowany wcześniej problem.	2
La8	Zadanie 4 – prezentacja opracowanego systemu, odkryć i wniosków z analiz	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Narzędzia i biblioteki do analizy sieci złożonych – Gephi, Cytoscape, NetworkX, iGraph (ewentualnie inne).
N3. Prezentacja multimedialna i plakatowa (ewentualnie inne).

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W07	Ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyników kolokwium. 3,0 - [50% - 60%); 3,5 - [60% - 70%); 4,0 - [70% - 80%); 4,5 - [80% - 90%); 5,0 - [90% - 99%); 5,5 - 100%
F1	KSI_W07	Ocena z Zadania 1 - 0,5 – zadanie nie wykonane; 0 – zadanie wykonane
F2	KSI_W07	Ocena z Zadania 2 - 0,5 – zadanie nie wykonane; 0 – zadanie wykonane
F2	KSI_W07, KSI_U01, KSI_U02, KSI_U03, KSI_U08	Ocena z Zadania 3 - 0,5 – zadanie nie wykonane; 0 – zadanie wykonane poprawnie, 0,5 – zadanie wykonane ponad przeciętnie
F4	KSI_W07, KSI_U01, KSI_U02, KSI_U03, KSI_U08, KSI_K01, KSI_K02	Ocena z Zadania 4 – ocena efektu końcowego realizacji zadania w kontekście trudności podjętego problemu, jakości przeprowadzonych



		analiz i wykorzystania metod analizy sieci złożonych. Skala (2,0-5,5)
P2 - laboratorium	KSI_W07, KSI_U01, KSI_U02, KSI_U03, KSI_U08, KSI_K01, KSI_K02	F4+F3+F2+F1(max 5,5; min 2,0)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Filippo Menczer, Santo Fortunato, Clayton A. Davis, A First Course in Network Science, Cambridge University Press 2020

<https://github.com/CambridgeUniversityPress/FirstCourseNetworkScience>

[2] Barabási, A. L. (2016). Network science. Cambridge University Press;

<http://barabasi.com/networksciencebook/>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Fronczak, A., & Fronczak, P. (2009). *Świat sieci złożonych: Od fizyki do Internetu*. Wydawnictwo Naukowe PWN

[2] Caldarelli, G., & Chessa, A. (2016). Data science and complex networks: real case studies with Python. Oxford University Press.

[3] Newman, M. (2010) Networks: an introduction. *United States: Oxford University Press Inc., New York*, 1-2.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Piotr Bródka, [piotr.brodka@pwt.edu.pl](mailto:piotr.brodka@pwt.edu.pl)

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Metodyka prowadzenia projektów naukowo-wdrożeniowych  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Methodology of conducting scientific and implementation projects  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna Inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**  
**Poziom i forma studiów:** ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / niestacjonarna\*  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny / ogólnouczelniany \*~~  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** ~~TAK / NIE\*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Brak

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie roli i znaczenia zarządzania projektem  
 C2 Zapoznanie studentów z najważniejszymi metodykami zarządzania projektem  
 C3 Poznanie elementów i etapów zarządzania projektem  
 C4 Poznanie specyfiki różnych typów projektów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

- Z zakresu wiedzy:  
 KSI\_W07 - Zna podstawowe metodyki prowadzenia projektów w zakresie Sztucznej Inteligencji

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Zasady zaliczenia, Wprowadzenie do zarządzania projektem	2
Wy2	Etapy projektu, rozpoczęcie, planowanie, realizacja, monitoring i kontrola	2
Wy3	Planowanie projektu, etapy, kamienie milowe, efekty końcowe etapów i efekt końcowy projektu. Wymiarowanie i wycena projektów SI	2
Wy4	Zarządzanie zakresem, czasem, kosztami i ryzykiem	2
Wy5	Zarządzanie integracją, jakością, komunikacją, zasobami ludzkimi i interesariuszami	2
Wy6	Zarządzanie projektem teoria a praktyka, projekt naukowy a naukowo-wdrożeniowy. Źródła finansowania projektów.	2
Wy7	Prowadzenie projektów-naukowo wdrożeniowych – studium projektu (wykład zaproszony)	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Wykład - prezentacja multimedialna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W07	Ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyników kolokwium. 3,0 - [50% - 60%); 3,5 - [60% - 70%); 4,0 - [70% - 80%); 4,5 - [80% - 90%); 5,0 - [90% - 99%); 5,5 - 100%

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Wytyczne Kompetencji Indywidualnych w Zarządzaniu Projektami – IPMA ICB ver. 4.0 część 1 Zarządzanie Projektami, 2019
- [2] Megler, V. M. (2019). Managing Machine Learning Projects.
- [3] A Guide to Project Management Body of Knowledge (PMBOK®Guide Sixth Edition), Project Management Institute, 2018
- [4] Skuteczne zarządzanie projektami PRINCE2™, , AXELOS, 2017
- [5] PM<sup>2</sup> project management methodology guide, EU publications, 2016

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Przewodnik ICB 4.0 IPMA Polska, 2019
- [2] Przewodnik IPMA-Student Wytyczne kompetencji, 2019
- [3] Wysocki Robert K., Efektywne zarządzanie projektami, Wydanie VII, OnePress, 2017
- [4] Trocki M. (red), Nowoczesne zarządzanie projektami, PWE, 2013
- [5] Trocki M (red), Zarządzanie projektem europejskim, PWE, 2015
- [6] Nicholas John .M., Steyn H, Zarządzanie projektami, Wolters Kluwer, 2012

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**Piotr Bródka, [piotr.brodka@pwt.edu.pl](mailto:piotr.brodka@pwt.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Podstawy Optymalizacji</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Introduction to Optimization Theory</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień / stacjonarna /</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>.....</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	0	0	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	0	0	0	0
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	0	0	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.6				

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Analiza matematyczna
2. Algebra liniowa

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Poznanie podstawowych elementów teorii optymalizacji
C2 Nabycie wiedzy z zakresu analitycznych metod optymalizacji wraz z ich warunkami optymalności
C3 Nabycie wiedzy z zakresu numerycznych metod optymalizacji liniowej i nieliniowej, ciągłej i dyskretnej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W01 Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu optymalizacji przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych problemów z zakresu Sztucznej Inteligencji

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Algebra Liniowa powtórzenie - operacje na macierzach, wartości i wektory własne; Metody optymalizacji – wstęp, pojęcia podstawowe	1
Wy2	Analityczne metody optymalizacji dla funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń. Własności	2
Wy3	Warunki regularności, metoda Lagrange’a, warunki optymalności dla zadania programowania nieliniowego z ograniczeniami – warunki Karush’a - Kuhn’a-Tucker’a (KKT)	2
Wy4	Warunki optymalności dla zadania programowania liniowego – metoda simpleks	2
Wy5	Zadanie programowania liniowego dla zmiennych ciągłych – najczęściej stosowane metody. Dualność w programowaniu liniowym	2
Wy6	Algorytmy optymalizacji lokalnej – metody gradientowe poszukiwania minimum, metody quasi-newtonowskie	2
Wy7	Zadanie optymalizacji całkowitoliczbowej. Metoda podziału i ograniczeń oraz metoda płaszczyzn tnących	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	KSI_W01	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Cegielski A.: Programowanie matematyczne, Ofic. Wyd. Uniw. Zielona Góra, Zielona Góra, 2002.*
- [2] *Boyd S., Vanderberghe L.: Convex optimization, Cambridge University Press, 2008*
- [3] *Wenyu S., Ya-Xiang Y.: Optimization Theory and Methods - Nonlinear Programming, Springer Science+Business Media, LLC 2006*

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] *Nocedal J., Wright S. J.: Numerical Optimization, Springer Science+Business Media, LLC. 2006*

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Piotr Szymański ([piotr.szymanski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.szymanski@pwr.edu.pl))

WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Praca dyplomowa  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** *Diploma thesis*  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna Inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**  
**Poziom i forma studiów:** I/ II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / ~~niestacjonarna\*~~  
**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				150	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				540	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				18	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				18	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				10,8	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność przygotowania przeglądu literatury i precyzowania problemu badawczego
2. Podstawowe wiedza dotycząca struktur danych i algorytmów oraz programowania
3. Umiejętność przygotowania dokumentacji

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z wytycznymi formalnymi odnośnie przygotowania pracy pisemnej, opisu literatury i struktury pracy dyplomowej  
 C2 Nabycie poszerzonej wiedzy z zakresu wiedzy dotyczącej tematyki pracy dyplomowej  
 C3 Nabycie umiejętności przygotowania eksperymentów, weryfikacji i opracowania wyników przeprowadzonych badań



C4 Nabycie umiejętności terminowej i systematycznej pracy

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

KSI\_Uo2 – Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_Uo4 – Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 – Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
	<b>Suma godzin</b>	<b>0</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Etap I realizacji pracy dyplomowej – przegląd literatury, zdefiniowanie problemu, zakresu badań oraz danych	20
Pr2	Etap II Opracowanie metod(y) rozwiązywania problemu; implementacja	50
Pr3	Etap III przeprowadzenie badań i opracowanie wyników	30
Pr4	Etap IV opracowanie dokumentacji (pracy pisemnej) pracy	50
...		
	Suma godzin	<b>150</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Środowisko deweloperskie wedle wyboru studenta N3. Edytor tekstu N4. Edytor grafik (tabel/rysunków) niezbędnych do realizacji pracy dyplomowej

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
(projekt)	KSI_U02 KSI_U04	Ocena końcowa związana z oceną przygotowanej dokumentacji dot. pracy dyplomowej. Ocenie podlegać umiejętność zdefiniowania problemu, zaproponowania poprawnej metody a w dalszym kroku przetestowanie skuteczności podejścia. Student potrafi przygotować oprogramowanie, które realizuje ekstrakcje wiedzy w ramach rozwiązywanego programu.
	KSI_K01	Student potrafi samodzielnie w empiryczny sposób zweryfikować opracowane hipotezy (metody). Także potrafi krytycznie odnieść się do opracowanego kodu i efektywnie przeprowadzić odpowiednie testy. Potrafi skorzystać z uwag prowadzącego przedmiot.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></b></p> <p>[1] Regulamin procesu dyplomowania na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej</p> <p>[2] Formatka pracy dyplomowej przygotowania przez WIZ PWr</p> <p>[3] Dokumentacja programu Plagiat.pl</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[2]</p>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Paweł Myszkowski – [pawel.myszkowski@pwr.edu.pl](mailto:pawel.myszkowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ ..... / STUDIUM.....	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Probabilistyczne modele grafowe	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Probabilistic graphical models	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja	
Specjalność (jeśli dotyczy): .....	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
Kod przedmiotu .....	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.8		1.8		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umiejętność programowania</li> <li>2. Wiedza z zakresu podstaw przetwarzania danych</li> <li>3. Wiedza z zakresu podstaw algorytmiki</li> <li>4. Wiedza z zakresu podstaw statystyki i probabilistyki</li> <li>5. Wiedza z zakresu podstaw algebry liniowej</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie z metodami i algorytmami probabilistycznego uczenia maszynowego

C2 Zrozumienie technik i praktyki probabilistycznych aspektów uczenia maszynowego  
 C3 Nabycie umiejętności pracy z dostępnymi narzędziami do probabilistycznego uczenia maszynowego, ich modyfikacji do własnych potrzeb oraz wytwarzania  
 C4 Nabycie umiejętności wykorzystania podstawowych technik probabilistycznego uczenia maszynowego dla zrozumienia zaawansowanych treści naukowych i badawczych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W03 - Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu metod maszynowego uczenia, w tym modeli probabilistycznych metod uczenia maszynowego i jego poprawy, obszarów zastosowań oraz odpowiednich środowisk implementacji, wymagań odnośnie przygotowywania danych uczących do poszczególnych metod i zastosowań oraz odpowiednich procedur walidacji

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U02 - Potrafi Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do probabilistycznych podstaw Bayesowskiego uczenia maszynowego.	2
Wy2	Podstawy statystyki w Bayesowskim uczeniu maszynowym.	2
Wy3	Estymacja i wnioskowanie Bayesowskie.	2
Wy4	Aspekty uczenia i ewaluacji Bayesowskich modeli uczenia maszynowego.	2
Wy5	Modele mikstur.	2
Wy6	Bayesowskie modele nieparametryczne. Procesy stochastyczne.	2
Wy7	Wprowadzenie do probabilistycznych modeli grafowych. Notacja tablicowa. Niezależność warunkowa.	2
Wy8	Skierowane probabilistyczne modele grafowe. Płaszcz Markowa. Losowe pola Markova.	2
Wy9	Nieskierowane probabilistyczne modele grafowe. Funkcje potencjału. I-mapy. Warunkowe pola losowe.	2
Wy10	Wnioskowanie w modelach grafowych.	2
Wy11	Ukryte łańcuchy Markowa.	2
Wy12	Przykłady probabilistycznych modeli grafowych i zastosowania.	2
Wy13	Bayesowskie sieci neuronowe.	2
Wy14	Probabilistyczne podstawy auto-koderów wariacyjnych.	2
Wy15	Predykcja konformalna	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1-2	Wprowadzenie do programowania probabilistycznego	4
La3	MLE. MAP. MCMC.	2
La4	Bayesowska regresja liniowa.	2
La5	Modele mikstur.	2
La6	Implementacja prostych probabilistycznych modeli grafowych.	2
La7-8	Zastosowania probabilistycznych modeli grafowych. Śródsesestralne zadanie projektowe.	4
La9	Algorytm propagacji wiary.	2
La10-11	Implementacja zaawansowanych probabilistycznych modeli grafowych.	4
La12	Bayesowskie sieci neuronowe.	2
La13	Probabilistyczne podstawy auto-koderów wariacyjnych.	2
La14-15	Zastosowania probalibistycznych modeli grafowych. Finalne zadanie projektowe	4
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
Ćw5		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna na wykładzie
N2. Demonstracja narzędzi i technik analizy danych i zastosowań probabilistycznych modeli grafowych na wykładzie i laboratoriach

N3. Konsultacje  
N4. Praca własna studenta

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_U02, KSI_U03	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
F2	KSI_U02, KSI_U03	Ocena jakości wniosków i efektów pracy w grupie studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P - laboratorium	KSI_U02, KSI_U03	Średnia ocena wyników F1 i F2
P - wykład	KSI_W03	Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] M. Wainwright and M. Jordan, “Graphical Models, Exponential Families, and Variational Inference.” Found. Trends Mach. Learn., vol. 1, no. 1–2, pp. 1–305, 2008.
- [2] D. Koller, N. Friedman, “Probabilistic graphical models: principles and techniques.” MIT press, 2009
- [3] C. M. Bishop, “Pattern Recognition and Machine Learning”, Springer Verlag, 2006
- [4] C. E. Rasmussen and C. K. I. Williams, “Gaussian Processes for Machine Learning”, MIT press, 2006
- [5] T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, “The Elements of Statistical Learning”, 2008
- [6] D. Barber, “Bayesian Reasoning and Machine Learning”, Cambridge University Press, 2012.
- [7] K. P. Murphy, “Machine Learning A Probabilistic Perspective”, The MIT Press, 2012
- [8] J. VanderPlas, “Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data”, O’Reilly Media (2016)
- [9]

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] E. Alpaydin, “Introduction to Machine Learning”. MIT Press Cambridge, 2010
- [2] A. B. Downey, “Think Bayes - Bayesian Statistics Made Simple”, Green Tea Press Needham, Massachusetts, 2012

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Tomasz Kajdanowicz ([tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl](mailto:tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl))



**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projekt naukowo-wdrożeniowy 1**  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Research and implementation project 1**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja**  
**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**  
**Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~\***  
**Kod przedmiotu .....**  
**Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1,2	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu uczenia maszynowego
2. Umiejętność programowania w języku Python, Java lub innym
3. Wiedza z zakresu podstaw statystyki i probablistyki

**CELE PRZEDMIOTU**  
 C1 Przedstawienie poszczególnych etapów realizacji projektów naukowo-wdrożeniowych

C2 Zapoznanie studentów z metodami przygotowania, wdrażania i utrzymywania aplikacji wykorzystujących mechanizmy uczenia maszynowego  
 C3 Zapoznanie studentów z metodami zarządzania zasobami obliczeniowymi  
 C4 Nabycie umiejętności implementacji modułów wykorzystujących opracowane modele uczenia maszynowego i ich wdrożenia w ramach systemu produkcyjnego

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U05 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi

KSI\_U08 Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych

KSI\_U09 Potrafi planować i realizować proces samokształcenia, określać możliwe kierunki dalszego uczenia się przez całe życie, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
....		
	Suma godzin	

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP	1
Pr1-3	Opracowanie planu realizacji prototypu systemu wykorzystującego mechanizmy uczenia maszynowego.	5
Pr4-14	Realizacja kolejnych etapów projektu.	22
Pr15	Prezentacja końcowa prototypów systemów.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Środowisko deweloperskie (Python, Java lub inne)
N2. Biblioteki deweloperskie (Python, Java lub inne)
N3. Prezentacja multimedialna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	KSI_U01, KSI_U03, KSI_U05, KSI_U08, KSI_U09	Ocena końcowa wyznaczona na podstawie zakresu, jakości, poprawności metodycznej i terminowości realizacji projektu. Kryterium oceny w odniesieniu do minimalnej liczby uzyskanych punktów w trakcie semestru (w ujęciu procentowym): 50% - 3.0, 60% - 3.5, 70% - 4.0, 80% - 4.5, 90% - 5.0, 100% - 5.5

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc."
- [2] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- [3] Bell, J. (2020). Machine learning: hands-on for developers and technical professionals. John Wiley & Sons.
- [4] Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly Media.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kalbfleisch, J. G. (2012). Probability and statistical inference. Springer Science & Business Media.
- [2] Anholt, R. R. (2010). Dazzle'em with style: The art of oral scientific presentation. Elsevier.
- [3] Silver, D. L., Yang, Q., & Li, L. (2013, March). Lifelong machine learning systems: Beyond learning algorithms. In 2013 AAAI spring symposium series.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Przemysław Kazienko, kazienko@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projekt naukowo-wdrożeniowy 2**  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Research and implementation project 2**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja**  
**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**  
**Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~\***  
**Kod przedmiotu .....**  
**Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1,2	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu uczenia maszynowego
2. Umiejętność programowania w języku Python, Java lub innym
3. Wiedza z zakresu podstaw statystyki i probablistyki

**CELE PRZEDMIOTU**  
**C1 Przedstawienie poszczególnych etapów realizacji projektów naukowo-wdrożeniowych**

C2 Zapoznanie studentów z metodami przygotowania, wdrażania i utrzymywania aplikacji wykorzystujących mechanizmy uczenia maszynowego  
 C3 Zapoznanie studentów z metodami zarządzania zasobami obliczeniowymi  
 C4 Nabycie umiejętności implementacji modułów wykorzystujących opracowane modele uczenia maszynowego i ich wdrożenia w ramach systemu produkcyjnego

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U05 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi

KSI\_U08 Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych

KSI\_U09 Potrafi planować i realizować proces samokształcenia, określać możliwe kierunki dalszego uczenia się przez całe życie, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
....		
	Suma godzin	

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP	1
Pr1-3	Opracowanie planu realizacji wersji beta systemu wykorzystującego mechanizmy uczenia maszynowego.	5
Pr4-14	Realizacja kolejnych etapów projektu.	22
Pr15	Prezentacja końcowa wersji beta systemów.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Środowisko deweloperskie (Python, Java lub inne)
N2. Biblioteki deweloperskie (Python, Java lub inne)
N3. Prezentacja multimedialna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	KSI_U01, KSI_U03, KSI_U05, KSI_U08, KSI_U09	Ocena końcowa wyznaczona na podstawie zakresu, jakości, poprawności metodycznej i terminowości realizacji projektu. Kryterium oceny w odniesieniu do minimalnej liczby uzyskanych punktów w trakcie semestru (w ujęciu procentowym): 50% - 3.0, 60% - 3.5, 70% - 4.0, 80% - 4.5, 90% - 5.0, 100% - 5.5

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc."
- [2] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- [3] Bell, J. (2020). Machine learning: hands-on for developers and technical professionals. John Wiley & Sons.
- [4] Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly Media.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kalbfleisch, J. G. (2012). Probability and statistical inference. Springer Science & Business Media.
- [2] Anholt, R. R. (2010). Dazzle'em with style: The art of oral scientific presentation. Elsevier.
- [3] Silver, D. L., Yang, Q., & Li, L. (2013, March). Lifelong machine learning systems: Beyond learning algorithms. In 2013 AAAI spring symposium series.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Przemysław Kazienko, kazienko@pwr.edu.pl



<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projekt naukowo-wdrożeniowy 3</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Research and implementation project 3</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....</b>	
<b>Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del>*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>.....</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1,2	

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zaawansowana wiedza z zakresu uczenia maszynowego</li> <li>2. Zaawansowana umiejętność programowania w języku Python, Java lub innym</li> <li>3. Zaawansowana wiedza z zakresu podstaw statystyki i probabilistyki</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Przedstawienie poszczególnych etapów realizacji projektów naukowo-wdrożeniowych

C2 Zapoznanie studentów z metodami przygotowania, wdrażania i utrzymywania aplikacji wykorzystujących mechanizmy uczenia maszynowego  
 C3 Zapoznanie studentów z metodami zarządzania zasobami obliczeniowymi  
 C4 Nabycie umiejętności implementacji modułów wykorzystujących opracowane modele uczenia maszynowego i ich wdrożenia w ramach systemu produkcyjnego

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U05 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi

KSI\_U08 Umie kierować pracą zespołu oraz współpracować z innymi osobami w ramach projektów zespołowych

KSI\_U09 Potrafi planować i realizować proces samokształcenia, określać możliwe kierunki dalszego uczenia się przez całe życie, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
....		
	Suma godzin	

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP	1
Pr1-3	Opracowanie planu realizacji wersji produkcyjnej systemu wykorzystującego mechanizmy uczenia maszynowego.	5
Pr4-14	Realizacja kolejnych etapów projektu.	22
Pr15	Prezentacja końcowa wersji produkcyjnej systemów.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Środowisko deweloperskie (Python, Java lub inne)
N2. Biblioteki deweloperskie (Python, Java lub inne)
N3. Prezentacja multimedialna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	KSI_U01, KSI_U03, KSI_U05, KSI_U08, KSI_U09	Ocena końcowa wyznaczona na podstawie zakresu, jakości, poprawności metodycznej i terminowości realizacji projektu. Kryterium oceny w odniesieniu do minimalnej liczby uzyskanych punktów w trakcie semestru (w ujęciu procentowym): 50% - 3.0, 60% - 3.5, 70% - 4.0, 80% - 4.5, 90% - 5.0, 100% - 5.5

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc."
- [2] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- [3] Bell, J. (2020). Machine learning: hands-on for developers and technical professionals. John Wiley & Sons.
- [4] Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly Media.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kalbfleisch, J. G. (2012). Probability and statistical inference. Springer Science & Business Media.
- [2] Anholt, R. R. (2010). Dazzle'em with style: The art of oral scientific presentation. Elsevier.
- [3] Silver, D. L., Yang, Q., & Li, L. (2013, March). Lifelong machine learning systems: Beyond learning algorithms. In 2013 AAAI spring symposium series.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Przemysław Kazienko, kazienko@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ..... / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Przetwarzanie danych i odkrywanie wiedzy  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Data processing and knowledge discovery  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**  
**Poziom i forma studiów:** I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / niestacjonarna\*  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \*  
**Kod przedmiotu** .....  
**Grupa kursów** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.2		0.6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu uczenia maszynowego
2. Umiejętność programowania w języku Python
3. Posiadanie podstawowych umiejętności z zakresu wykorzystania systemów z rodziny Unix

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z potokiem przetwarzania w zagadnieniach analizy danych i uczenia maszynowego.
- C2 Nabycie umiejętności podstawowej analizy danych i doboru metod uczenia maszynowego.

C3 Nabycie umiejętności wdrażania prostych aplikacji wykorzystujących modele uczenia maszynowego.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W10 - Ma wiedzę na temat metod pozyskiwania wiedzy z danych różnych typów danych, ich transformacji i walidacji oraz potencjalnych zastosowań

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu. Business Analytics (BI), Data Analytics i Data Science. Proces odkrywania wiedzy. Etapy: definicja problemu, pozyskiwanie danych, czyszczenie danych, modelowanie danych, ewaluacja, komunikowanie wyników. Studium przypadku demonstrujące kolejne etapy procesu.	2
Wy2	Data Model Canvas. Data Science Workflow Canvas. Definiowanie problemu odkrywania wiedzy.	2
Wy3	Pozyskiwanie danych. Anotacja danych (miary zgodności). Integracja różnych źródeł danych. Pomiar jakości danych. Transformacja danych (one-hot, kodowanie, standaryzacja, normalizacja). Czyszczenie danych (eliminacja, imputacja, ocena cech).	2
Wy4	Modelowanie danych. Inżynieria cech (ekstrakcja, generowanie, selekcja). Rodzaje cech (grupowe, listy, sekwencje, serie czasowe, sygnały, inne).	2
Wy5	Uczenie i ewaluacja. Podział zbiorów uczących/testujących. Stratyfikacja.	2
Wy6	Metody badania własności modelu. Metody wyszukiwania najlepszych parametrów. Wrażliwość modelu.	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe	1
Wy8	Wybór modeli uczenia maszynowego - ewaluacja, testy statystyczne. Interpretowalność i rozliczalność procesów odkrywania wiedzy. Komunikowanie i wizualizacja	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		

Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, sposobami oceny, szkolenie BHP.	1
La2	Podstawowe biblioteki do odkrywania wiedzy w języku Python (Numpy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, Statsmodels)	2
La3	Analiza statystyczna zbioru danych. Zastosowanie prostych metod uczenia maszynowego w analizie danych.	2
La4	Ekstrakcja, transformacja i selekcja cech w oparciu o różnorodne zbiory danych. Dogenerowywanie danych (augmentacja). Ewaluacja modeli uczenia maszynowego. Analiza eksploracyjna danych.	2
La5	Narzędzia zarządzania eksperymentami. Wersjonowanie, przeprowadzanie oraz śledzenie eksperymentów.	2
La6	Produktyzacja procesów odkrywania wiedzy. Udostępnianie metod uczenia maszynowego w środowisku produkcyjnym. Metody monitorowania rozwiązań w środowisku produkcyjnym.	2
La7-8	Rozwiązanie realnego problemu przetwarzania danych i odkrywania wiedzy	4
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Środowisko deweloperskie Python
N3. Biblioteki deweloperskie dla języka Python

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_W03 KSI_W10	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
F2	KSI_U03 KSI_U04 KSI_K01	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
<p>P</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocena z wykładu będzie wystawiana na podstawie oceny z kolokwium</li> <li>- Ocena końcowa z laboratorium będzie wystawiana na podstawie uzyskanych ocen z realizacji poszczególnych zadań.</li> </ul>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Provost F., Fawcett T., “Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking”, O’Reilly Media, 2013.
- [2] VanderPlas J., “Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data”, O’Reilly Media, 2016.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] William McKinney, “Python for Data Analysis”, O’Reilly Media, 2012.
- [2] Emmanuel Ameisen, “Building Machine Learning Powered Applications - Going from Idea to Product”, O’Reilly Media, 2020.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Tomasz Kajdanowicz, tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl



WYDZIAŁ ..... / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Przetwarzanie danych masowych  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Large scale data processing  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....

**Poziom i forma studiów:** ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / niestacjonarna\*

**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~/ wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

**Kod przedmiotu** .....

**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Umiejętność programowania w języku Python
2. Znajomość modeli uczenia maszynowego
3. Posiadanie podstawowych umiejętności z zakresu wykorzystania systemów z rodziny Unix
4. Znajomość oraz umiejętność wykorzystania paradygmatów programowania (obiektywny, funkcyjny)

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi mechanizmami przetwarzania danych masowych
C2 Zapoznanie studentów z metodami wdrażania i utrzymywania aplikacji uczenia maszynowego w środowiskach produkcyjnych

C3 Przedstawienie najważniejszych narzędzi do przetwarzania danych masowych oraz zarządzania zasobami obliczeniowymi  
 C4 Nabycie umiejętności implementacji aplikacji do przetwarzania danych masowych oraz jej wdrożenia w ramach systemu produkcyjnego

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W08 - Zna różnorodne zastosowania technik analizy multimediiów w zagadnieniach związanych z pozyskiwaniem informacji z danych masowych i złożonych

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do problemu przetwarzania danych masowych. Zasady zaliczenia.	2
Wy2	Taksonomia metod przetwarzania danych masowych	2
Wy3	Podstawowe metody zrównoleglenia algorytmów uczenia maszynowego. Przetwarzanie synchroniczne i asynchroniczne	2
Wy4	Spark - przetwarzanie danych z wykorzystaniem paradygmatu Map-reduce - przetwarzanie wsadowe	2
Wy5	Spark - przetwarzanie danych z wykorzystaniem paradygmatu Map-reduce - przetwarzanie strumieniowe	2
Wy6	Flink - przetwarzanie danych w sposób strumieniowy	2
Wy7	Flink - przetwarzanie danych w sposób wsadowy	2
Wy8	Produkcyjne aspekty utrzymywania i wdrażania aplikacjami	2
Wy9	Platformy zarządzania zasobami obliczeniowymi - wprowadzenie, OpenStack	2
Wy10	Platformy zarządzania zasobami obliczeniowymi - Kubernetes	2
Wy11	Metody automatyzacji zarządzania produkcyjnymi aplikacjami	2
Wy12	Języki do przetwarzania danych masowych	2
Wy13	Przykładowe metody z rodziny Gradient Boosting Machine	2

Wy14	Zaawansowane metody zrównoleglania algorytmów uczenia maszynowego	2
Wy15	Recap - podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, sposobami oceny, szkolenie BHP.	2
La2	Podstawy wykorzystania infrastruktury chmurowej - Unix, Shell	2
La3	Podstawy wykorzystania kontenerów - Docker, containerd	2
La4	Ewaluacja metod zrównoleglania zadań - Python, wątki i procesy	2
La5	Wykorzystanie przetwarzania opartego o broker wiadomości	2
La6	Wykorzystanie podejścia MapReduce w przetwarzaniu danych masowych - Spark	2
La7	Wykorzystanie podejścia MapReduce w przetwarzaniu danych masowych - Flink	2
La8	Implementacja rozproszonego mechanizmu pozyskiwania danych	2
La9	Implementacja mechanizmu czyszczenia i ekstrakcji cech	2
La10	Wybór i ewaluacja modeli uczenia maszynowego	2
La11	Wykorzystanie rozwiązania Kubernetes w przetwarzaniu danych masowych - K3S	2
La12	Uruchomienie opracowanej metody z wykorzystaniem środowiska Kubernetes	2
La13	Udostępnienie opracowanej metody - API gRPC	2
La14	Wykorzystanie opracowanej metody - API REST/GraphQL + SPA	2
La15	Prezentacja całościowego rozwiązania	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		

...		
	Suma godzin	

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład - prezentacja multimedialna  
 N2. Środowisko deweloperskie Python  
 N3. Biblioteki programistyczne dla języka Python

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_U03 KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P - wykład	KSI_W08	Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Leskovec, J., Rajaraman, A., & Ullman, J. D. Mining of massive datasets. Cambridge university press (2014)  
 [2] VanderPlas, J.: Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, O'Reilly Media (2016)  
 [3] S.E. Ahmed (Ed.): Big and Complex Data Analysis, Methodologies and Applications, Springer (2017)  
 [4] Wilhelm, A. F., Kestler, H. A. (Eds.): Analysis of Large and Complex Data. Springer (2016)  
 [5] Provost, F., Fawcett, T.: Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking, O'Reilly Media (2013)  
 [6] Zaharia M., Wendell P., Konwinski A., Karau H., Learning Spark, (2015)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] L. Jimmy, D. Chris. Data-Intensive Text Processing with MapReduce (2010), <http://lintool.github.com/MapReduceAlgorithms/index.html>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Tomasz Kajdanowicz, tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl
---

WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
 Nazwa przedmiotu w języku polskim Przetwarzanie danych przestrzennych  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim Spatial Data Processing  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja  
 Specjalność (jeśli dotyczy): .....  
 Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /  
 Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
 Kod przedmiotu .....  
 Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*		<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

- Umiejętność programowania
- Wiedza z zakresu przetwarzania danych
- Wiedza z zakresu obliczeniowej nauki o sieciach
- Wiedza z zakresu uczenia maszynowego

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie z metodami analizy danych przestrzennych w szczególności wymiaru czasowego i przestrzennego  
 C2 Zapoznanie z podstawowymi problemami i zadaniami w przetwarzaniu danych przestrzennych  
 C3 Nabycie umiejętności pracy z dostępnymi narzędziami do analizy danych przestrzennych, ich modyfikacji do własnych potrzeb oraz wytwarzania  
 C4 Nabycie umiejętności wykorzystania analizy danych przestrzennych w przykładowych zastosowaniach, np. wyjaśnianie zjawisk mobilnościowych, analiza wykorzystania terenu, eksploracja korelacji czasoprzestrzennych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

KSI\_W09 - Ma wiedzę na temat zaawansowanych metod przetwarzania danych czasowych, strumieniowych i wielomodalnych.

#### Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

KSI\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu, obecne wyzwania analizy danych przestrzennych. Typy danych przestrzennych, zadania i rodzaje modeli. System analizy danych przestrzennych: od podstaw do wartości biznesowej. Sposoby prezentacji wyników analiz danych przestrzennych.	2
Wy2	Metody gromadzenia i podstawowej analizy danych przestrzennych, czasoprzestrzenne bazy danych. Indeksowanie przestrzenne. Aspekty obliczeniowe przetwarzania danych przestrzennych. Równoleglizacja przetwarzania danych przestrzennych.	2
Wy3	Wydobywanie, przetwarzanie, oczyszczanie i wybór cech z danych przestrzennych w zależności od źródła danych (GPS, dane pochodzące z cyfryzacji map, crowdsourcing). Agregacja danych z dodatkowych	2

	źródeł (dane pogodowe, podkłady mapowe, sieci dróg, struktury demograficzne).	
Wy4	Zaawansowane przetwarzanie i eksploracja danych przestrzennych: geokodowanie, geolokacja, korelacje czasoprzestrzenne, map-matching. Testy statystyczne w kontekście czasoprzestrzennym.	2
Wy5	Uczenie maszynowe w danych przestrzennych: nienadzorowane metody badania złożonych struktur przestrzennych, klastrowanie danych oraz identyfikacja struktur przestrzennych. Uczenie reprezentacji.	2
Wy6	Uczenie maszynowe w danych przestrzennych - modele predykcyjne: klasyfikacja i regresja.	2
Wy7	Analiza sieci w danych przestrzennych, specyfika sieciowej reprezentacji infrastruktury miejskiej, sieci ważne, przetwarzanie sieci ze złożonymi atrybutami na węzłach i krawędziach. Wnioskowanie w sieciach przestrzennych.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, sposobami oceny, szkolenie BHP.	1
La2	Pozyskiwanie i przetwarzanie danych przestrzennych, wykorzystanie przestrzennych baz danych. Wizualizacja danych przestrzennych.	2
La3	Łączenie i augmentacja zbiorów danych. Inżynieria cech.	2
La4	Eksploracja danych przestrzennych, nienadzorowane wnioskowanie o strukturach przestrzennych.	2
La5	Predykcja w danych przestrzennych.	2
La6	Analiza sieci mobilnościowych.	2
La7	Analiza wybranego zagadnienia przestrzennego - projektowanie	2
La8	Analiza wybranego zagadnienia przestrzennego - implementacja	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna na wykładzie N2. Demonstracja narzędzi i technik analizy danych przestrzennych na wykładzie N3. Listy laboratoryjne N4. Konsultacje N5. Praca własna studenta

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ocena końcowa	KSI_W09	Ocena końcowa z wykładu będzie



z kolokwium		wystawiana na podstawie wyników kolokwium z pytaniami otwartymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: (50%, 60%) dst, (60%, 70%) dst+, (70%, 80%) db (80%, 90%) db+ (90%,) bdb.
P2 – ocena końcowa z laboratorium	KSI_U03, KSI_U04, KSI_K01, KSI_K02	Ocena końcowa z laboratorium będzie wystawiana na podstawie ocen cząstkowych (punktów) otrzymanych z poszczególnych zadań. Do każdej z list przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: (50%, 60%) dst, (60%, 70%) dst+, (70%, 80%) db (80%, 90%) db+ (90%,) bdb.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Singleton, Alex D., Seth Spielman, and David Folch. Urban analytics. Sage, 2017.
- [2] Barthelemy, M. (2016). The Structure and Dynamics of Cities: Urban Data Analysis and Theoretical Modeling. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Andrienko, Natalia, and Gennady Andrienko. Exploratory analysis of spatial and temporal data: a systematic approach. Springer Science & Business Media, 2006.
- [4] Diggle, P. J. (2013). Statistical analysis of spatial and spatio-temporal point patterns. Chapman and Hall/CRC.
- [5] Cressie, N., & Wikle, C. K. (2015). Statistics for spatio-temporal data. John Wiley & Sons.
- [6] Eshel, G. (2012). Spatiotemporal data analysis. Princeton : Princeton University Press.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [7] Bivand, R. S., Pebesma, E. J., Gomez-Rubio, V., & Pebesma, E. J. (2008). Applied spatial data analysis with R (Vol. 747248717). New York: Springer.
- [8] Brunsdon, C., & Comber, L. (2015). An introduction to R for spatial analysis and mapping. Sage.
- [9] Tang, X., Liu, Y., Zhang, J., & Kainz, W. (Eds.). (2007). Advances in spatio-temporal analysis. CRC Press.
- [10] Rey, S. (2015). Python Spatial Analysis Library (PySAL): An update and illustration. Geocomputation: A Practical Primer. London: SAGE, 233-254.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Piotr Szymański, piotr.szymanski@pwr.edu.pl**

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Przetwarzanie danych złożonych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Complex data processing
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja	
Specjalność (jeśli dotyczy): .....	
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /	
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<del>TAK</del> / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Podstawy statystyki
2. Umiejętność programowania w języku Python lub R
3. Podstawy uczenia maszynowego

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zrozumienie natury danych złożonych
C2 Nabycie umiejętności pracy z danymi złożonymi wielu rodzajów, takimi jak dane relacyjne, z hierarchią klas, strumienie danych szeregi czasowe, sieci temporalne

C3 Wykorzystanie analizy danych złożonych w przykładowych zastosowaniach  
 C4 Nabycie umiejętności pracy z dostępnymi narzędziami do analizy danych złożonych oraz ich modyfikacji do własnych potrzeb  
 C5 Umiejętność wnioskowania na podstawie analiz danych złożonych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

KSI\_W08 - Zna różnorodne zastosowania technik analizy multimediów w zagadnieniach związanych z pozyskiwaniem informacji z danych masowych i złożonych

#### Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu, obecne wyzwania analizy danych złożonych. Omówienie warunków zaliczenia	2
Wy2	Dane niespełniające warunku IID - wprowadzenie, problemy, przykłady	2
Wy3	Wnioskowanie relacyjne w danych usieciowionych, klasyfikacja kolektywna	2
Wy4	Klasyfikacja w hierarchiach klas	2
Wy5	Dane strumieniowe - wprowadzenie, wyzwania złożoności, algorytmy pracujące na strumieniach	2
Wy6	Metody wykrywania dryftu konceptu w danych strumieniowych	2
Wy7	Klasyfikacja w danych strumieniowych - jednoklasowa, wieloklasowa	2
Wy8	Odtwarzanie struktury sieci na podstawie strumieni danych	2
Wy9	Szeregi czasowe - wprowadzenie, komponenty składowe szeregów, badanie stacjonarności, test Dickeya-Fullera, analizy ACF i PACF	2
Wy10	Modelowanie i predykcja szeregów czasowych modelami AR, MA, ARMA, ARIMA	2
Wy11	Modelowanie i predykcja szeregów czasowych z wykorzystaniem sieci neuronowych	2
Wy12	Predykcja szeregów czasowych w praktyce - case study, wprowadzenie do konkursu	2
Wy13	Sieci temporalne - wprowadzenie do modeli, embedding	2

Wy14	Sieci temporalne - predykcja	2
Wy15	Podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, warunkami zaliczenia, szkolenie BHP	2
La2	Metody wstępnej eksploracji danych - czyszczenie, wartości brakujące i odstające, generacja rozkładów	2
La3	Klasyfikacja kolektywna - algorytmy Loopy Belief Propagation oraz Iterative Classification	2
La4	Klasyfikacja z hierarchią klas - ewaluacja różnych metod klasyfikacji	2
La5	Strumienie - wprowadzenie. Konfiguracja środowiska do pracy ze strumieniami, wstępne przetwarzanie strumieni danych	2
La6	Wykrywanie dryftu konceptu w strumieniach danych	2
La7	Ewaluacja jednoklasowych algorytmów klasyfikacji w danych strumieniowych	2
La8	Wsteczna inżynieria struktury sieci ze strumienia danych	2
La9	Szeregi czasowe I - wstępne przetwarzanie, brakujące wartości, testy stacjonarności, uzyskiwanie stacjonarności w szeregu czasowym	2
La10	Szeregi czasowe II - analiza komponentów ACF i PACF, modelowanie i predykcja z wykorzystaniem modelu ARMA i/lub ARIMA	2
La11	Szeregi czasowe III - modelowanie szeregów czasowych z wykorzystaniem sieci neuronowych	2
La12	Szeregi czasowe IV - predykcja szeregów czasowych - konkurs	2
La13	Modelowanie sieci temporalnych	2
La14	Predykcja krawędzi w sieciach temporalnych	2
La15	Podsumowanie laboratorium, przedstawienie wyników konkursu, zaliczenie	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład - prezentacja oraz materiały  
 N2. Platforma konkursowa  
 N3. Środowisko programistyczne dla języka R lub Python

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	KSI_U03 KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+

		<70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P - wykład	KSI_W08	Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Biecek, P.: Przewodnik po pakiecie R, Oficyna Wydawnicza GIS (2017)
- [2] Toomey, D.: R for Data Science - R Data Science Tips, Solutions and Strategies, Packt Publishing (2014)
- [3] Géron, A.: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems (2019)
- [4] VanderPlas, J.: Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, O'Reilly Media (2016)
- [5] Shumway, RH: Time series analysis and its applications, Springer (2017)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] S.E. Ahmed (Ed.): Big and Complex Data Analysis, Methodologies and Applications, Springer (2017)
- [7] Wilhelm, A. F., Kestler, H. A. (Eds.): Analysis of Large and Complex Data. Springer (2016)
- [8] Provost, F., Fawcett, T.: Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking, O'Reilly Media (2013)

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Radosław Michalski, [radoslaw.michalski@pwr.edu.pl](mailto:radoslaw.michalski@pwr.edu.pl)**

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu języku polskim <i>Przetwarzanie języka naturalnego</i>	
Nazwa przedmiotu języku angielskim <i>Natural Language Processing</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Sztuczna Inteligencja</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): .....	
Poziom i forma studiów:	<b>II stopień / stacjonarna /</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie</del> na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		<b>3</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) (30+30 zajęć)	1,8		1,8		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza i umiejętności z zakresu programowania.</li> <li>2. Podstawy maszynowego uczenia.</li> <li>3. Podstawy głębokich sieci neuronowych.</li> <li>4. Umiejętność czytania ze zrozumieniem tekstów naukowych i technicznych w języku angielskim.</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Uświadomienie studentom roli jaką pełni język naturalny jako narzędzia komunikacji i zapisu informacji w danych.
C2 Przedstawienie sposobów wykorzystania technologii językowych w ramach metod i systemów sztucznej inteligencji.
C3 Zapoznanie studentów z typami narzędzi i zasobów językowych i ich dostępnością ze szczególną uwagą poświęconą polskiej technologii językowej.

C4 Osiągnięcie przez studentów podstawowych umiejętności w zakresie formalnego opisu języka naturalnego oraz konstrukcji inteligentnych systemów przetwarzających wypowiedzi i dane wyrażone w języku naturalnym.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W04 Ma podstawową wiedzę w zakresie formalnego opisu języka naturalnego oraz konstrukcji inteligentnych systemów przetwarzających wypowiedzi w języku naturalnym. Zna podstawowe zasoby i narzędzia językowe oraz stan bieżący technologii językowej dla języka angielskiego i polskiego.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji.

KSI\_U04 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia językoznawcze: języka naturalny jako narzędzie komunikacji, podstawowe poziomy opisu języka naturalnego, modele formalne w opisie języka naturalnego, wybrane zagadnienia semantyki i pragmatyki językoznawczej.	3
Wy2	Technologia językowa: narzędzia i zasoby językowe, standaryzacja procesów przetwarzania danych językowych. Przegląd zastosowań inżynierii języka naturalnego.	2
Wy3	Językoznawstwo korpusowe: korpusy i ich wykorzystanie, proces anotacji korpusów i jakość anotacji, wykorzystanie korpusów w konstrukcji narzędzi językowych.	2
Wy4	Analiza poziomu wyrazowego: analiza morfologiczna i ujednoznacznianie morfosyntaktyczne, konstrukcja i zastosowanie tagerów.	2
Wy5	Analiza poziomu wyrazowego: semantyka leksykalna, ujednoznacznianie znaczeń słów, kolokacje i wielowyrzowe jednostki leksykalne.	2
Wy6	Semantyka dystrybucyjna: filozoficzno-psychologiczne podstawy, reprezentacja znaczeń w przestrzeni wektorów osadzeń, wybrane	3

	modele i zastosowania w odniesieniu do: znaczeń słów, wyrażeń językowych i dokumentów.	
Wy7	Modele językowe: n-gramowe i problem wygładzania, głębokie modele językowe i sekwencyjne modele semantyki dystrybucyjnej, wybrane zastosowania, np. korekta wyników rozpoznania.	2
Wy8	Statystyczna semantyczna analiza tekstu: reprezentacja tekstu na potrzeby klasyfikacji dziedzinowej, filtrowanie strumieni tekstu, podobieństwo semantyczne tekstu i problemy grupowania semantycznego (analizy skupień), modelowanie tematyczne.	2
Wy9	Rozpoznawanie wydźwięku i emocji: podstawy psychologiczne i językoznawcze, wybrane modele opisu emotywnego, ematywne zasoby językowe (leksykalne i tekstowe), wybrane metody rozpoznawania.	2
Wy10	Przetwarzanie wielojęzyczne i międzyjęzyczne: wybrane zagadnienia, wielojęzyczne modele semantyki dystrybucyjnej	2
Wy11	Analiza mowy: wybrane problemy i rodzaje zastosowań, zasoby językowe w dziedzinie mowy, typowe potoki przetwarzania w tym wykorzystanie modeli językowych, problemy przetwarzania wyjścia modułu rozpoznawania mowy.	2
Wy12	Przetwarzanie mediów społecznościowych: specyfika tekstów, normalizacja i korekta tekstu, elementy strukturalne i kontekst.	2
Wy13	Wydobywanie informacji i wiedzy z tekstu: typowe zadania, przegląd problemów i typowych procesów przetwarzania, środowiska programistyczne do przetwarzania języka naturalnego; infrastruktury technologii językowych.	2
Wy14	Wydobywanie informacji: rozpoznawanie nazw własnych i wyrażeń identyfikujących; rozpoznawanie relacji semantycznych i agregacja informacji.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne	2
La2	Zbudowanie wzorcowego korpusu tekstów dla wybranej dziedziny oraz jego ocena pod kątem reprezentatywności. Ocena jakości wybranych korpusów anotowanych.	6
La3	Konstrukcja modeli semantyki dystrybucyjnej dla korpusu tekstów wg wybranych algorytmów i ocena jakości tych modeli przy pomocy kilku metod.	6
La4	Klasyfikacja semantyczna tekstu dla określonego zadania w oparciu o zadany anotowany korpus przy pomocy kilku metod zróżnicowanych pod	8



	względem przetwarzania wstępnego, reprezentacji tekstu oraz wykorzystanych algorytmów maszynowego uczenia.	
La5	Implementacja i dostrojenie kilku metod oceny polaryzacji emocjonalnej wydźwięku tekstu, w tym metody heurystycznej oraz metody opartej na nadzorowanym uczeniu w oparciu o zadany korpus anotowany emotywnie.	6
La6	Zajęcia podsumowujące oraz sumaryczna ocena końcowa	2
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
Pr5		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Podręczniki.</p> <p>N2. Materiały elektroniczne na wskazanych stronach i serwisach internetowych.</p> <p>N3. Udostępnione zasoby i narzędzia językowe dla języka polskiego oraz języka angielskiego.</p> <p>N4. Zasoby i narzędzia językowe oraz podstawowe architektury przetwarzania języka naturalnego dostępne na wskazanych stronach internetowych.</p> <p>N5. Materiały do wykładu i projektu udostępnione poprzez portal E-learning Wydziału Informatyki i Zarządzania.</p> <p>N6. Infrastruktura badawcza technologii językowych CLARIN (<a href="http://www.clarin.eu">http://www.clarin.eu</a>) w tym jej polska część CLARIN-PL (<a href="http://clarin-pl.eu">http://clarin-pl.eu</a>).</p>

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	KSI_W04	<p>Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób:</p> <p>&lt;50%, 60%) □ dst          &lt;60%, 70%) □ dst+          &lt;70%, 80%) □ db          &lt;80%, 90%) □ db+          &lt;90%, □ bdb</p>

P2 (laboratorium)	KSI_U03, KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
-------------------	---------------------	--

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Handbook of Natural Language Processing (Second Edition). (Ed.) Nitin Indurkha i Fred J. Damerau. CRC Press, 2010
- [2] Sholom M. Weiss, Nitin Indurkha, Tong Zhang i Fred Damerau. Text Mining: Predictive Methods for Analyzing Unstructured Information, 2010.
- [3] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan i Hinrich Schütze. Introduction to Information Retrieval. Cambridge Univ. Press, 2008.
- [4] Manning, C. D. i Schütze, H. Foundations of Statistical Natural Language Processing The MIT Press, 2001.
- [5] Manu Konchady Text Mining Application Programming (Programming Series) Charles River Media, Inc., 2006.
- [6] Mykowiecka A. Inżynieria lingwistyczna, Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2007
- [7] Piasecki Maciej. Selektywne wprowadzenie do semantyki formalnej. Red. Szymanik J. i Zajenkowski M., Kognitywistyka. O umyśle umyślnie i nieumyślnie, Koło Filozoficzne przy MISH, Uniwersytet Warszawski, str. 113-155, 2004.
- [8] Marius Paşca. Open-Domain Question Answering from Large Text Collections. CSLI, Stanford, 2003.
- [9] Eneko Agirre, Philip Edmonds, ed., Word Sense Disambiguation Algorithms and Applications. Springer, 2007.
- [10] Steven Bird, Ewan Klein, and Edward Loper. Natural Language Processing with Python. <http://www.nltk.org/book/>
- [11] Diana Maynard, Kalina Bontcheva, Isabelle Augenstein. Natural Language Processing for the Semantic Web (Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology). Morgan and Claypool, 2016.
- [12] Barrière, Caroline. Natural Language Understanding in a Semantic Web Context. Springer, 2016.
- [13] ChengXiang Zhai, Sean Massung. Text Data Management and Analysis: A Practical Introduction to Information Retrieval and Text Mining, Morgan & Claypool, 2016.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Daniel Bikel i Imed Zitouni. Multilingual Natural Language Processing Applications: From Theory to Practice
- [2] Jurafsky, D. & Martin, J. H. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition Prentice Hall, 2000.

- [3] Mitkov, R. (ed.) The Oxford Handbook of Computational Linguistics Oxford University Press, 2003.
- [4] Iryna Gurevych, Judith Eckle-Kohler, Michael Matuschek. Linked Lexical Knowledge Bases: Foundations and Applications (Synthesis Lectures on Human Language Technologies), Morgan & Claypool, 2016.
- [5] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., and Dean, J. (2013a). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781
- [6] Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J. (2013b). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Advances in Neural Information Processing Systems, pages 3111–3119.
- [7] Chris McCormick (dostęp 11 I 2017) Word2Vec Tutorial - The Skip-Gram Model, <http://mccormickml.com/2016/04/19/word2vec-tutorial-the-skip-gram-model/>
- [8] Piasecki, M.; Szpakowicz, S. & Broda, B. (2009), *A Wordnet from the Ground Up*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, URL : [http://www.plwordnet.pwr.wroc.pl/main/content/files/publications/A\\_Wordnet\\_from\\_the\\_Ground\\_Up.pdf](http://www.plwordnet.pwr.wroc.pl/main/content/files/publications/A_Wordnet_from_the_Ground_Up.pdf)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Maciej Piasecki, [maciej.piasecki@pwr.edu.pl](mailto:maciej.piasecki@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Seminarium dyplomowe	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Graduate seminar	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del>, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>	
Kod przedmiotu .....	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,2

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wybrany temat i zakres pracy dyplomowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie się z trendami rozwoju sztucznej inteligencji
- C2 Nabycie umiejętności pozyskiwania informacji w języku polskim i angielskim o istotnych zagadnieniach dotyczących sztucznej inteligencji
- C2 Nabycie umiejętności z zakresu m.in.: zasad pisania pracy, dokumentowania wyników eksperymentów, odwoływania się do literatury, sposobów prezentowania wyników pracy, sposobów i formy udziału w publicznej dyskusji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 - Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U02 - Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_U06 - Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców

KSI\_U09 Potrafi planować i realizować proces samokształcenia, określać możliwe kierunki dalszego uczenia się przez całe życie, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie

KSI\_U10 Potrafi prowadzić debatę

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
Wy5		
	Suma godzin	

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie wymogów regulaminowych dotyczących uzyskania dyplomu magistra, organizacja prac i badań własnych.	2

Se2	Zasady korzystania z literatury naukowej, technicznej, informacji patentowej z poszanowaniem prawa autorskiego, omówienie zasad pisania prac dyplomowych. Omówienie narzędzi do edycji tekstu.	2
Se3	Prezentacja problemu naukowego podejmowanego w pracy, zakresu pracy, przeglądu stanu wiedzy w obszarze pracy oraz planu badań.	8
Se4	Opracowanie i przedstawienie wyników pracy dyplomowej. Prezentacja naukowej metody badawczej. Przedstawienie oryginalnych uzyskanych wyników. Ulokowanie wyników na tle literatury. Przetastawienie wniosków.	16
Se5	Przygotowanie syntetycznej prezentacji pracy dyplomowej.	2
	Suma godzin	30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Praca własna studenta – studia literaturowe.  
N2. Praca własna studenta – redakcja pracy dyplomowej.  
N3. Praca własna studenta – przygotowanie i wygłoszenie referatu (prezentacja multimedialna).  
N4. Praca wspólna – dyskusja.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_U01, KSI_U02, KSI_U06, KSI_U09, KSI_U10	Ocena z pierwszej prezentacji
F2	KSI_U01, KSI_U02, KSI_U06, KSI_U09, KSI_U10	Ocena z drugiej prezentacji
P – Ocena końcowa	KSI_U01, KSI_U02, KSI_U06, KSI_U09, KSI_U10	$F1*0,4 + F2*0,6$

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bieżąca literatura odnosząca się bezpośrednio do realizowanego tematu pracy dyplomowej – wybrana według wskazówek promotora i prowadzącego.  
[2] Bieżąca literatura o kierunkach rozwoju sztucznej inteligencji – wybrana według wskazówek prowadzącego.  
[3] Maciej Sydor: Wskazówki dla piszących prace dyplomowe. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2014.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Literatura pogłębiająca zagadnienia związane z tematem pracy dyplomowej – wybrana według wskazówek promotora i prowadzącego (w szczególności aktualne artykuły w specjalistycznych czasopiśmie naukowych).

##### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Piotr Bródka, [piotr.brodka@pwt.edu.pl](mailto:piotr.brodka@pwt.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b> Systemy rekomendacyjne i personalizacja	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> Recommender systems and personalization	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Sztuczna Inteligencja	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del>, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	.....
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umiejętność programowania na poziomie zaawansowanym</li> <li>2. Umiejętność przetwarzania i analizy danych na poziomie zaawansowanym</li> <li>3. Zaawansowana wiedza dotycząca uczenia maszynowego</li> <li>4. Podstawowa wiedza dotycząca głębokich sieci neuronowych</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zrozumienie celów i zadań systemów rekomendacyjnych i personalizacji
C2 Nabycie umiejętności zaprojektowania systemu rekomendacyjnego
C3 Nabycie umiejętności pracy w grupie

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W05 - Zna zaawansowane metody przetwarzania informacji, w tym metody automatycznej ekstrakcji cech, metody zbierania informacji o preferencjach użytkownika i sposoby personalizacji w systemach informacyjnych oraz metody działania systemów rekomendacyjnych.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Cele personalizacji i systemów rekomendacyjnych. Rodzaje danych wykorzystywanych w personalizacji i systemach rekomendacyjnych	2
Wy2	Wyszukiwanie informacji a systemy rekomendacyjne. Rodzaje personalizacji. Metody filtrowania kolaboratywnego. Filtrowanie na podstawie treści. Metody hybrydowe	2
Wy3	Systemy rekomendacyjne NetFlix	2
Wy4	Uczenie ze wzmocnieniem w testowaniu SR i spersonalizowanych interfejsów	2
Wy5	Ewolucja i technologie system rekomendacyjnego YouTube	2
Wy6	CARS - systemy rekomendacyjne uwzględniające kontekst. Sekwencyjność w SR	2
Wy7	Emocje w SR. Wielogustowość. Stronniczość i inne wyzwania SR	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	



<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie z programem laboratorium, sposobami oceny, szkolenie BHP.	1
La2	Klasyczne metody rekomendacji - badania	2
La3	Prezentacja wyników badań. Ocena jakości SR	2
La4	Zaawansowane metody i podstawowe modele głębokie w rekomendacji	2
La5	Modelowanie zachowań użytkowników oraz kontekstowość	2
La6	Projekt wybranego systemu rekomendacyjnego	2
La7	Implementacja wybranego systemu rekomendacyjnego	2
La8	Prezentacje zaimplementowanych i zbadanych rozwiązań	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Biblioteki do przetwarzania sygnałów i tworzenia modeli w językach programowania R oraz Python (ewentualnie inne).
N3. Prezentacja multimedialna, plakatowa i wideo (ewentualnie inne).

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W05	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

P2 – ocena końcowa z laboratorium	KSI_U03, KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
-----------------------------------	------------------	--

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] Kim Falk, Practical Recommender Systems, 2017.
- [2] Charu C. Aggarwal, Recommender Systems: The Textbook, 2016
- [3] Michael Schrage, Recommendation Engines, The MIT Press, 2020
- [4] Deepak K. Agarwal and Bee-Chung Chen, Statistical Methods for Recommender Systems, Cambridge University Press, 2016
- [5] Francesco Ricci and Lior Rokach, Recommender Systems Handbook, 2015
- [6] Gerardus Blokdyk, Recommender system A Complete Guide - 2019 Edition, 5STARCOOKS, 2019
- [7] Rounak Banik, Hands-On Recommendation Systems with Python: Start building powerful and personalized, recommendation engines with Python. Packt Publishing, 2018
- [8] Marko Tkalčić, Berardina De Carolis, Marco de Gemmis, Ante Odić, Andrej Košir (eds.), Emotions and Personality in Personalized Services: Models, Evaluation and Applications. Springer, 2016

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dietmar Jannach and Markus Zanker, Recommender Systems: An Introduction, 2010
- [2] Panagiotis Germanakos and Marios Belk, Human-Centred Web Adaptation and Personalization: From Theory to Practice, 2016
- [3] Nikos Manouselis and Hendrik Drachslar, Recommender Systems for Technology Enhanced Learning: Research Trends and Applications, 2014
- [4] Bharat Bhasker and Srikumar, K, Recommender Systems in e-Commerce: Methodologies and Applications of Data Mining, 2010
- [5] Silveira Netto Nunes, Maria Augusta, Recommender Systems based on Personality Traits:: Could human psychological aspects influence the computer decision-making process?, 2009

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Przemysław Kazienko, kazienko@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ W08 / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Uczenie maszynowe*  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Machine learning*  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *Sztuczna inteligencja*  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....

**Poziom i forma studiów:** II stopień, stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu** .....

**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,8		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność programowania
2. Znajomość podstaw logiki
3. Podstawowa wiedza na temat sztucznej inteligencji

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zapoznanie studentów z różnymi podejściami i zadaniami maszynowego uczenia
- C2. Umiejętność doboru metod do poszczególnych zadań praktycznych
- C3. Rozumienie roli jakości danych w maszynowym uczeniu oraz umiejętność przygotowywania odpowiednio danych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W03: Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu metod maszynowego uczenia, obszarów zastosowań oraz odpowiednich środowisk implementacji, wymagań odnośnie przygotowywania danych uczących do poszczególnych metod i zastosowań oraz odpowiednich procedur walidacji

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U02: Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące prostych problemów badawczych

KSI\_U03: Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04: Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01: Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu: omówienie zakresu kursu i warunków zaliczenia. Tradycyjne programowanie vs maszynowe uczenie. Przypomnienie z zakresu wnioskowania dedukcyjnego, abdukcyjnego, indukcyjnego.	2
Wy2	Podstawowe pojęcia, typy maszynowego uczenia. Uczenie nadzorowane – klasyfikacja. Podstawowe miary klasyfikacji.	2
Wy3	Metody redukcji wymiarowości danych.	2
Wy4	Metody indukcji reguł klasyfikujących i generowania drzew decyzyjnych.	2
Wy5	Lasy losowe.	2
Wy6	Support Vector Machine (SVM) i kernel.	2
Wy7	Zespoły klasyfikatorów, bagging, Boosting.	2
Wy8	Klasyfikacja danych niezerównoważonych.	2
Wy9	Klasyfikacja wieloetykietowa.	2
Wy10	Zachowanie prywatności w zadaniach data mining.	2
Wy11	Uczenie nienadzorowane – klasteryzacja.	2
Wy12	Generowanie hierarchii grup obiektów.	2
Wy13	Generowanie reguł związków w zadaniach Data Mining.	2
Wy14	Zbiory przybliżone i ich użyteczność w maszynowym uczeniu	2

Wy15	Sieci granul (Granular Networks) jako alternatywna metoda dla metod skupionych na atrybutach.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do zajęć, omówienie celu i zakresu kursu, warunków zaliczenia.	2
La2	Zapoznanie się studentów z jednym z dostępnych środowisk, np. Weka, na przykładzie dostosowanym do poziomu wstępnej wiedzy studentów.	2
La3	Zapoznanie się z kolejnym wybranym środowiskiem, np. R, na przykładzie dostosowanym do poziomu wstępnej wiedzy studentów.	2
La4	Ćwiczenie 1: porównanie wybranych metod klasyfikacji na wybranych zbiorach danych o różnej charakterystyce. Implementacja wybranych metod.	2
La5	Ćw. 1., kontynuacja: badania porównawcze metod	2
La6	Ćw. 1., oddawanie ćwiczenia	2
La7	Ćwiczenie 2: Eksperymentalna weryfikacja wpływu selekcji atrybutów na jakość klasyfikacji, na przykładzie co najmniej dwóch wybranych modeli klasyfikujących, dwóch zbiorów danych o różnych charakterystykach oraz zastosowaniu metody typu filter i wrapper.	2
La8	Ćw. 2., kontynuacja: prowadzenie badań porównawczych, analiza wyników	2
La9	Ćw. 2., oddawanie ćwiczenia	2
La10	Ćwiczenie 3: Zespoły klasyfikatorów – zespoły heterogeniczne i homogeniczne, podejście bagging i boosting. Eksperymenty dla co najmniej dwóch zbiorów danych o różnych charakterystykach.	2
La11	Ćw. 3., kontynuacja: dokończenie implementacji, badania	2
La12	Ćw. 3., oddawanie ćwiczenia	2
La13	Ćwiczenie 4: Generowanie reguł związków, lub ustalone w grupie studenckiej jako inne, ciekawe z punktu widzenia praktycznego ćwiczenie.	2
La14	Ćw. 4., oddawanie ćwiczenia	2
La15	Podsumowanie zajęć, oddawanie zaległych ćwiczeń	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		

Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacje przekazywanej wiedzy z wykorzystaniem projektora N2. Środki audiowizualne w przekazywaniu materiałów demonstracyjnych N3. Wyszukiwanie i studiowanie literatury naukowej w zasobach Biblioteki PWR w celu przygotowania się do zajęć

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	KSI_W03	Punkty otrzymane za aktywność podczas wykładów: maks. 10% punktów możliwych do uzyskania za egzamin; Punkty uzyskane na egzaminie w formie testu.
F2	KSI_U02, KSI_U03, KSI_U04, KSI_K01	Ocena za wykonanie ćwiczeń na laboratoriach. Każde ćwiczenie ma określoną liczbę punktów. Końcowa ocena zależy od liczby zdobytych punktów: 51% - 60%: ocena 3,0; 61%-70%: 3,5; 71%-80%: 4,0; 81%-90%: 4,5; od 91% ocena 5,0. Ocena celująca, wg oceny prowadzącego za uzyskanie co najmniej oceny 5,0 oraz ponad obowiązkowe elementy w realizacji dowolnego ćwiczenia.
P Do punktów za egzamin, pod warunkiem uzyskania minimum 51% punktów na egzaminie, dodawane są punkty za aktywność. Licząc maksymalną możliwą liczbę punktów za test jako 100%, ocena jest wg schematu: 51% - 60%: ocena 3,0; 61%-70%: 3,5; 71%-80%: 4,0; 81%-90%: 4,5; od 91% ocena 5,0.		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David, Published 2014 by Cambridge University Press.
- [2] Introduction to Machine Learning. Second Edition, Ethem Alpaydm. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England
- [3] Machine Learning, Tom M. Mitchell. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Systemy uczące się. Rozpoznawanie wzorców, analiza skupień i redukcja wymiarowości. Mirosław Krzysko Waldemar Wołyński Tomasz Górecki Michał Skorzybut
- [2] A Tutorial on Multi-Label Learning. Article in ACM Computing Surveys · April 2015. Eva Gibaja, Sebastian Ventura
- [3] Principles of Data Science, Sinan Ozdemir, Sunil Kakade and Marco Tibaldeschi, www.packt.com Second Edition

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Halina Kwaśnicka [halina.kwasnicka@pwr.edu.pl](mailto:halina.kwasnicka@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Uczenie reprezentacji  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Representation Learning  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Sztuczna inteligencja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....

**Poziom i forma studiów:** ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / niestacjonarna\*

**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \*~~

**Kod przedmiotu** .....

**Grupa kursów** ~~TAK / NIE\*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstawowych modeli uczenia maszynowego
2. Umiejętność programowania w języku Python
3. Podstawowa wiedza w zakresie algebry liniowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami uczenia reprezentacji  
 C2 Wprowadzenie do podstawowych kryteriów dotyczących uznania reprezentacji za odpowiednią dla danego problemu  
 C3 Wprowadzenie do zaawansowanych metod uczenia reprezentacji



C4 Przedstawienie problemów rozwiązywanych przez metody uczenia reprezentacji  
 C5 Nabycie umiejętności doboru i stosowania metod uczenia reprezentacji w różnych problemach

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W05 - Zna zaawansowane metody przetwarzania informacji, w tym metod pozyskiwania wiedzy z danych różnych typów danych, ich transformacji, automatycznej ekstrakcji cech, metody zbierania informacji o preferencjach użytkownika i sposoby personalizacji w systemach informacyjnych oraz metody działania systemów rekomendacyjnych.

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji

KSI\_U04 - Potrafi dokonać oceny rozwiązania w zakresie pozyskania danych, ich przetwarzania oraz analizy a także ekstrakcji wiedzy a także zaproponować jego ulepszenie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady zaliczenia. Wprowadzenie do uczenia reprezentacji.	1
Wy2	Manualna oraz automatyczna inżynieria cech. Problem interpretowalności cech. Ewaluacja istotności cech.	2
Wy3	Metody uczenia reprezentacji dla obrazów i dźwięku.	2
Wy4	Metody uczenia reprezentacji dla tekstu i sekwencji.	2
Wy5	Metody uczenia reprezentacji dla dźwięku i sygnałów ciągłych.	2
Wy6	Metody uczenia reprezentacji dla bytów złożonych.	2
Wy7	Wielomodalne uczenie reprezentacji.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zasady zaliczenia. Zapoznanie studentów ze środowiskiem oraz wprowadzenie do wykorzystywanych bibliotek programistycznych.	1
La2	Implementacja zaawansowanych metod dotyczących manualnej inżynierii cech.	2
La3	Implementacja i porównanie wybranych algorytmów uczenia reprezentacji dla obrazów.	2
La4	Implementacja i porównanie wybranych algorytmów uczenia reprezentacji dla tekstu.	2
La5	Implementacja i porównanie wybranych algorytmów uczenia reprezentacji dla dźwięku.	2
La6	Implementacja i porównanie wybranych algorytmów uczenia reprezentacji dla grafów.	2
La7	Implementacja i porównanie wybranych algorytmów uczenia reprezentacji dla danych wielomodalnych.	2
La8	Zastosowanie poznanych algorytmów w zadanym problemie.	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacja multimedialna N2. Środowisko deweloperskie Python N3. Biblioteki programistyczne dla języka Python

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	KSI_W05	Kolokwium z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób:

		<50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb
P2 (laboratorium)	KSI_U03 KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) □ dst <60%, 70%) □ dst+ <70%, 80%) □ db <80%, 90%) □ db+ <90%, □ bdb

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, “Deep Learning”, MIT Press, 2016.
- [2] Yoshua Bengio, Aaron Courville, Pascal Vincent, “Unsupervised Feature Learning and Deep Learning: A Review and New Perspectives”, CoRR, 2012.
- [3] Yoshua Bengio, “Learning Deep Architectures for AI”, Foundations and Trends in Machine Learning, 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Shen Li, Yun Fu, “Robust Representation for Data Analytics”, Springer, 2017.
- [2] Nikhil Buduma, Nicholas Locascio, “Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms”, O’Reilly, 2017

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Tomasz Kajdanowicz, tomasz.kajdanowicz@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania / STUDIUM.....</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Wizualizacja danych i komunikowanie	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Data visualization and communication	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Sztuczna Inteligencja	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b> <b>I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del>, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> <b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b> .....	
<b>Grupa kursów</b> <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			1,2	

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Umiejętność programowania na poziomie zaawansowanym
2. Umiejętność przetwarzania i analizy danych na poziomie zaawansowanym

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami wizualizacji danych,
C2 Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami komunikowania,
C3 Nabycie umiejętności efektywnego wizualizowania danych,
C4 Nabycie umiejętności projektowania nowych metod wizualizacji danych,
C5 Nabycie umiejętności efektywnego komunikowania celów, postępów i rezultatów prac,

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W13 - Zna różne metody wizualizacji danych i sposoby ich doboru w zależności od ich rodzaju i sposobu komunikowania

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 - Potrafi prezentować wyniki przeprowadzonych prac uwzględniając specyfikę rozwiązywanego problemu

KSI\_U06 - Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady zaliczenia, wprowadzenie	2
Wy2	Podstawy wizualizacji danych	2
Wy3	Aspekty wizualizacji - dane, skupienie uwagi, struktura, afekt	2
Wy4	Zaawansowane techniki wizualizacji danych	2
Wy5	Wizualizacja w kontekście specyfiki danych	2
Wy6	Podstawy komunikowania, formy komunikowania	2
Wy7	Komunikowanie na różnych etapach projektu SI	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP	1

Pr2	Wybór tematyki projektu, danych, wykorzystywanych bibliotek i narzędzi	4
Pr3	Realizacja kolejnych etapów projektu	6
Pr4	Opracowanie końcowych form wizualizacji i komunikowania projektu (prezentacja multimedialna, plakat, wideo, strona internetowa, infografika)	2
Pr5	Prezentacja końcowa projektów	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład - prezentacja multimedialna
N2. Biblioteki do wizualizacji w językach programowania R oraz Python (ewentualnie inne).
N3. Prezentacja multimedialna, plakatowa i wideo (ewentualnie inne).

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ocena końcowa z kolokwium	KSI_W13	Ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyników pisemnego kolokwium. 3,0 - [50% - 60%); 3,5 - [60% - 70%); 4,0 - [70% - 80%); 4,5 - [80% - 90%); 5,0 - [90% - 99%); 5,5 - 100%
P2 – ocena końcowa z projektu	KSI_U03, KSI_U06	Ocena wyznaczona na podstawie zakresu, jakości, poprawności metodycznej i terminowości realizacji projektu

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Wilke, C. O. (2019). Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures. O'Reilly Media.
- [2] Healy, K. (2018). Data visualization: a practical introduction. Princeton University Press.
- [3] VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc."
- [4] Evergreen, S. D. (2019). Effective data visualization: The right chart for the right data. Sage Publications.
- [5] Jones, B. (2014). Communicating Data with Tableau: Designing, Developing, and Delivering Data Visualizations. " O'Reilly Media, Inc."
- [6] Wickham, H., & Grolemund, G. (2016). R for data science: import, tidy, transform, visualize, and model data. " O'Reilly Media, Inc."
- [7] Srinivasa, K. G., Siddesh, G. M., & Srinidhi, H. (2018). Network Data Analytics: A Hands-On Approach for Application Development. Springer.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] McMains S.A., Kastner S. (2009) Visual Attention. In: Binder M.D., Hirokawa N., Windhorst U. (eds) Encyclopedia of Neuroscience. Springer, Berlin, Heidelberg
- [2] Ware, C. (2019). Information visualization: perception for design. Morgan Kaufmann.
- [3] Varga E. (2019) Data Visualization. In: Practical Data Science with Python 3. Apress, Berkeley, CA
- [4] Grant, R. (2018). Data visualization: charts, maps, and interactive graphics. CRC Press.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Stanisław Saganowski, stanislaw.saganowski@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zaawansowane modele głębokich sieci neuronowych</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Advanced deep neural network models</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....</b>	
<b>Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del>*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>.....</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b><del>TAK</del> / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2				0,6

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Zaawansowana wiedza z zakresu uczenia maszynowego
2. Zaawansowana wiedza z zakresu podstaw statystyki i probablistyki
3. Zaawansowana wiedza dotycząca głębokich sieci neuronowych

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi modelami głębokich sieci neuronowych
C2 Nabycie umiejętności prezentacji artykułu naukowego opisującego zaawansowany model głębokiej sieci neuronowych.



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W03 Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu metod maszynowego uczenia, w tym modeli probabilistycznych i modeli głębokich, ich metod uczenia i jego poprawy, obszarów zastosowań oraz odpowiednich środowisk implementacji, wymagań odnośnie przygotowywania danych uczących do poszczególnych metod i zastosowań oraz odpowiednich procedur walidacji

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U01 Potrafi wyszukać informacje z różnych źródeł, umie dokonać ich krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji oraz potrafi je zaprezentować

KSI\_U06 Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców

KSI\_U10 Potrafi prowadzić debatę

Z zakresu kompetencji społecznych:

KSI\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści

KSI\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zaawansowane modele typu Generative Adversarial Networks: BiGAN, progressive growing GAN, beta-VAE, Hyperspherical VAE, VampPrior, WGAN, BigBiGAN, InfoGAN	2
Wy2	Modele do tłumaczenia obrazu na obraz (Pix2Pix, CycleGAN)	2
Wy3	Autoenkodery wariacyjne (VAE): podstawy teoretyczne, rozszerzenia oraz zastosowania.	2
Wy4	Dyskretne i ciągłe modele przepływowe: Real NVP, Glow, Invertible Flow, Sylvester Normalizing Flows	2
Wy5	Modele głębokie dla reprezentacji 3D (PointNet, PointFlow) w zadaniach klasyfikacji, detekcji, reprezentowania i generowania.	2
Wy6	Przegląd metod związanych z problemem ciągłego uczenia się (Continual Learning)	2
Wy7	Głębokie modele bayesowskie	2
Wy8	Uczenie się deskryptorów binarnych z wykorzystaniem sieci głębokich	2
Wy9	Zaawansowane techniki uczenia głębokiego w przetwarzaniu języka naturalnego	2
Wy10	Wybrane modele dla problemów uczenia typu one-shot i few-shot	2
Wy11	Sieci kapsułkowe: definicja problemu estymacji orientacji, podstawy biologiczne oraz wybrane rozwiązania	2
Wy12	Problem poszukiwania architektury sieci neuronowej	2
Wy13	Binarne i trójkowe sieci neuronowe	2
Wy14	Neuronowe równania różniczkowe zwyczajne (Neural ODE) i optymalizacja FFJORD	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia	Liczba godzin
-------------------------	---------------

Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
...		
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zapoznanie z programem zajęć, zasady zaliczenia, szkolenie BHP	1
Se2	Techniki właściwej prezentacji prac naukowych. Wybór tematu prezentacji.	2
Se3-8	Prezentacje wybranych tematów przez studentów.	12
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład - prezentacja multimedialna.	
N2. Seminarium - prezentacja multimedialna, plakatowa lub wideo.	

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 - ocena końcowa z kolokwium	KSI_W03	Ocena końcowa z wykładu będzie wystawiana na podstawie wyników kolokwium. Kryterium oceny w odniesieniu do minimalnej liczby uzyskanych punktów z kolokwium (w ujęciu procentowym): 50% - 3.0, 60% - 3.5, 70% - 4.0, 80% - 4.5, 90% - 5.0, 100% - 5.5
P2 - ocena końcowa z seminarium	KSI_U01, KSI_U06, KSI_U10, KSI_K01, KSI_K02	Ocena końcowa z seminarium będzie wystawiana na podstawie jakości prezentacji przygotowanej przez studenta. Kryterium oceny w odniesieniu do

		minimalnej liczby uzyskanych punktów z prezentacji (w ujęciu procentowym): 50% - 3.0, 60% - 3.5, 70% - 4.0, 80% - 4.5, 90% - 5.0, 100% - 5.5
--	--	--

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2015). Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks. arXiv preprint arXiv:1511.06434.
- [2] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- [3] Isola, P., Zhu, J. Y., Zhou, T., & Efros, A. A. (2017). Image-to-image translation with conditional adversarial networks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1125-1134).
- [4] Liu, M. Y., Breuel, T., & Kautz, J. (2017). Unsupervised image-to-image translation networks. In Advances in neural information processing systems (pp. 700-708).
- [5] Pu, Y., Gan, Z., Heno, R., Yuan, X., Li, C., Stevens, A., & Carin, L. (2016). Variational autoencoder for deep learning of images, labels and captions. In Advances in neural information processing systems (pp. 2352-2360).
- [6] Dinh, L., Sohl-Dickstein, J., & Bengio, S. (2016). Density estimation using real nvp. arXiv preprint arXiv:1605.08803.
- [7] Kingma, D. P., & Dhariwal, P. (2018). Glow: Generative flow with invertible 1x1 convolutions. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 10215-10224).
- [8] Berg, R. V. D., Hasenclever, L., Tomczak, J. M., & Welling, M. (2018). Sylvester normalizing flows for variational inference. arXiv preprint arXiv:1803.05649.
- [9] Zenke, F., Poole, B., & Ganguli, S. (2017, August). Continual learning through synaptic intelligence. In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning-Volume 70 (pp. 3987-3995). JMLR. org.
- [10] Lopez-Paz, D., & Ranzato, M. A. (2017). Gradient episodic memory for continual learning. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 6467-6476).
- [11] Gal, Y., Islam, R., & Ghahramani, Z. (2017, August). Deep bayesian active learning with image data. In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning-Volume 70 (pp. 1183-1192). JMLR. org.
- [12] Nie, S., Zheng, M., & Ji, Q. (2018). The deep regression bayesian network and its applications: Probabilistic deep learning for computer vision. IEEE Signal Processing Magazine, 35(1), 101-111.
- [13] Lin, K., Lu, J., Chen, C. S., & Zhou, J. (2016). Learning compact binary descriptors with unsupervised deep neural networks. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 1183-1192).
- [14] Lin, K., Yang, H. F., Hsiao, J. H., & Chen, C. S. (2015). Deep learning of binary hash codes for fast image retrieval. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops (pp. 27-35).
- [15] Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. OpenAI Blog, 1(8), 9.
- [16] Rajbhandari, S., Rasley, J., Ruwase, O., & He, Y. (2019). ZeRO: Memory Optimization Towards Training A Trillion Parameter Models. arXiv preprint arXiv:1910.02054.
- [17] Snell, J., Swersky, K., & Zemel, R. (2017). Prototypical networks for few-shot learning. In Advances in neural information processing systems (pp. 4077-4087).

- [18] Frosst, N., Sabour, S., & Hinton, G. (2018). DARCCC: Detecting adversaries by reconstruction from class conditional capsules. arXiv preprint arXiv:1811.06969.
- [19] Zoph, B., & Le, Q. V. (2016). Neural architecture search with reinforcement learning. arXiv preprint arXiv:1611.01578.
- [20] Alemdar, H., Leroy, V., Prost-Boucle, A., & Pétrot, F. (2017, May). Ternary neural networks for resource-efficient AI applications. In 2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 2547-2554). IEEE.
- [21] Chen, T. Q., Rubanova, Y., Bettencourt, J., & Duvenaud, D. K. (2018). Neural ordinary differential equations. In Advances in neural information processing systems (pp. 6571-6583).
- [22] Grathwohl, W., Chen, R. T., Bettencourt, J., Sutskever, I., & Duvenaud, D. (2018). Ffjord: Free-form continuous dynamics for scalable reversible generative models. arXiv preprint arXiv:1810.01367.

**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [1] Kalbfleisch, J. G. (2012). Probability and statistical inference. Springer Science & Business Media.
- [2] Anholt, R. R. (2010). Dazzle'em with style: The art of oral scientific presentation. Elsevier.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Jan Kocoń, [jan.kocon@pwr.edu.pl](mailto:jan.kocon@pwr.edu.pl), Maciej Zięba, [maciej.zieba@pwr.edu.pl](mailto:maciej.zieba@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ Informatyki i Zarządzania**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
 Nazwa przedmiotu w języku polskim ... Zastosowania technik rozmytych .....  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Fuzzy techniques and applications.....  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Sztuczna Inteligencja  
 Specjalność (jeśli dotyczy): .....  
 Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna /  
 Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
 Kod przedmiotu .....  
 Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		0,6		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie matematyki dyskretnej, logiki matematycznej i teorii mnogości.
2. Ma podstawową wiedzę z zakresu logiki rozmytej i teorii zbiorów rozmytych.
3. Zna podstawowe konstrukcje programistyczne, algorytmy, strategie algorytmiczne i struktury danych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi metodami teorii zbiorów rozmytych  
 C2 Zapoznanie studentów z możliwymi obszarami zastosowań technik rozmytych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

KSI\_W14 Zna zaawansowane metody eksploracji danych językowych i technik rozmytych

Z zakresu umiejętności:

KSI\_U03 Potrafi sformułować problem do rozwiązania, zebrać i oczyścić dane, dobrać metodę oraz przeprowadzić eksperymenty a otrzymane wyniki poddać krytycznej analizie, dokonać ich interpretacji i prezentacji.

KSI\_U04 Potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją — zaprojektować i zrealizować (przynajmniej w części) złożony system informatyczny mający na celu ekstrakcję wiedzy z danych używając właściwych metod, technik i narzędzi.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wykład wprowadzający	1
Wy2	Modele wnioskowania rozmytego - podstawy teoretyczne	2
Wy3	Modele wnioskowania rozmytego - zastosowania	2
Wy4	Zbiory rozmyte typu 2 – podstawowe pojęcia i definicje, wnioskowanie	2
Wy5	Techniki rozmytej klasteryzacji, teoria i zastosowania	2
Wy6	Rozmyte drzewa decyzyjne, teoria i zastosowania	2
Wy7	Miary i agregaty rozmyte – rozmyta całka Sugeno, teoria i zastosowania	2
Wy8	Rozmyte zbiory przybliżone, teoria i zastosowania	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentowanie zasad zaliczenia laboratorium	1
La2	Budowa wybranego modelu rozmytego wnioskowania - analiza wymagań, założenia projektowe	2
La3	Budowa wybranego modelu rozmytego wnioskowania – implementacja (prezentacja systemu)	2

La4	Wnioskowanie rozmyte przy wykorzystaniu zbiorów rozmytych typu 2 - analiza wymagań, założenia projektowe	2
La5	Wnioskowanie rozmyte przy wykorzystaniu zbiorów rozmytych typu 2 – implementacja (prezentacja systemu)	2
La6	Implementacja rozmytej całki Sugeno na wybranym przykładzie praktycznym (prezentacja systemu)	2
La7	System segmentacji obrazów cyfrowych, przy wykorzystaniu rozmytych zbiorów przybliżonych - analiza wymagań, założenia projektowe	2
La8	System segmentacji obrazów cyfrowych, przy wykorzystaniu rozmytych zbiorów przybliżonych – implementacja (prezentacja systemu)	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład informacyjny.
N2. System e-learning wykorzystany do publikacji materiałów dydaktycznych.

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (Wykład)	KSI_W14	Egzamin z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Do każdego pytania przypisana jest liczba punktów. Suma punktów jest przeliczana na końcową ocenę w następujący sposób: <50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb
P2 (laboratorium)	KSI_U03, KSI_U04	Kontrola zrealizowania zadań studentów. Każde zadanie ma ustaloną liczbę punktów. Suma punktów przeliczana na ocenę w następujący sposób:

		<50%, 60%) <input type="checkbox"/> dst <60%, 70%) <input type="checkbox"/> dst+ <70%, 80%) <input type="checkbox"/> db <80%, 90%) <input type="checkbox"/> db+ <90%, <input type="checkbox"/> bdb
--	--	--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	A. Łachwa, Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2015.
[2]	H.-J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory — and Its Applications. Springer Science+Business Media B.V. 2001.
[3]	Publikacje naukowe z wybranych materiałów konferencyjnych i czasopism naukowych (zostaną zaprezentowane na wykładzie)
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Lekcje udostępnione na portalach multimedialnych (np. youtube, według słów kluczowych: fuzzy logic, fuzzy control, fuzzy clustering, Mamdani model, Takagi-Sugeno model, fuzzy decision trees, fuzzy rough sets itd. )
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>	
<b>Martin Tabakow, martin.tabakow@pwr.edu.pl</b>	

i.