

Paweł Trybała

Pomiary 3D w środowiskach górniczych z wykorzystaniem symultanicznego lokalizowania i mapowania

Streszczenie

W XXI wieku mobilne systemy pomiarowe (ang. *Mobile Mapping Systems*, MMS), napędzane postępowaniem w dziedzinie czujników, oprogramowania i robotyki, znacząco się rozwinęły. Choć obecnie są skutecznie wykorzystywane w różnych zastosowaniach, warunki panujące w niektórych obiektach i obszarach wciąż stanowią wyzwanie dla zapewnienia niezawodności uzyskiwania wysokiej jakości danych 3D. Jedną z najbardziej obiecujących branż, mogących skorzystać z systemów MMS, jest górnictwo, gdzie częste są obiekty o złożonej geometrii i środowiska pozbawione sygnału GNSS. Pomimo, iż tematyka ta zyskuje w ostatnich latach popularność w społeczności naukowej, aspekty związane z pomiarami w podziemnych zastosowaniach tych systemów nie zostały jeszcze dobrze zbadane. Niniejsza praca ma na celu wypełnienie tej luki poprzez wykonanie i walidację niskobudżetowego systemu pomiarów mobilnych zdolnego do niezawodnego wykonywania rekonstrukcji 3D w środowiskach górniczych. Badania przeprowadzone zostały w podejściu iteracyjnych, oceniając różne aspekty działania systemu w porównaniu z najnowocześniejszymi metodami, w tym porównania z tradycyjnymi technikami pomiarowymi, takimi jak naziemny skaning laserowy (ang. *Terrestrial Laser Scanning*, TLS). Zbadane zostały różne miary oceny jakości uzyskiwanych chmur punktów w warunkach podziemnych, aby zapewnić niezawodną pracę systemu.

Na podstawie metaanalizy literatury naukowej ustalono cele pracy, adresując zidentyfikowane luki badawcze. Obejmują one przeprowadzenie wyczerpujących, ilościowych analiz jakości rekonstrukcji 3D w warunkach górniczych, stworzenie otwartego zbioru danych do dalszego rozwoju metod MMS oraz poprawę otwartych rozwiązań Symultanicznego Lokalizowania i Mapowania (ang. *Simultaneous Localization and Mapping*, SLAM), dostosowując podejścia pomiarowe do środowisk górniczych i wymagań dotyczących rekonstrukcji 3D.

Seria sześciu artykułów naukowych przedstawia postęp badań od podstawowych systemów pomiarowych do zaawansowanych implementacji SLAM i kompleksowych analiz pozyskiwanych przez nie jakości danych 3D. Każda publikacja dostarcza unikalnych spostrzeżeń w dziedzinie, podejmując zagadnienia począwszy od oceny jakości danych 3D w różnorodnych podziemnych polach testowych, poprzez publikację otwartego zbioru danych, aż do opracowania kilku systemów pomiarów mobilnych. W końcowym badaniu te wysiłki prowadzą do stworzenia uniwersalnego i solidnego systemu mapowania ręcznego zdolnego do generowania wysokiej jakości rekonstrukcji 3D. Wydajność systemu została zweryfikowana w różnych środowiskach, w tym w tunelach podziemnych, gdzie dorównała lub przewyższyła jakość wyników uzyskiwanych przez komercyjne rozwiązania.

Przedstawione wyniki przyczyniają się do rozwoju szerszej dziedziny badań nad technologiami mobilnych systemów pomiarowych, zwłaszcza w trudnych warunkach pozbawionych sygnału GNSS, takich jak kopalnie. Podsumowując, niniejsza praca doktorska nie tylko wprowadza usprawnienia do najnowszych algorytmów SLAM i wzbogaca otwarte zbiory danych, ale także demonstruje wykonalność i skuteczność stosowania MMS opartych na algorithmic SLAM w pomiarach w warunkach górniczych, zapewniając wszechstronne, przejrzyste, niezawodne i niskokosztowe rozwiązanie do uzyskiwania danych przestrzennych 3D o wysokiej dokładności dla różnych potrzeb przemysłu górniczego.

Paweł Trybała