

Streszczenie

Zapewnienie niezawodnej pracy pojazdów Automated Guided Vehicles (AGVs) stanowi istotne wyzwanie w środowiskach Magazynu 4.0, w których awarie urządzeń mogą prowadzić do zakłóceń przepływów materiałowych, obniżenia efektywności systemu oraz wzrostu kosztów utrzymania ruchu. Tradycyjne strategie utrzymania ruchu, oparte na działaniach korekcyjnych lub planowych harmonogramach obsługowych, często nie zapewniają wystarczającego poziomu dostępności systemów AGV w wysoko zautomatyzowanych środowiskach intralogistycznych, charakteryzujących się zmiennymi warunkami eksploatacji oraz współwystępowaniem wielu czynników wpływających na proces degradacji pojazdów.

W rozprawie opracowano i zwalidowano Fuzzy Proactive Maintenance Decision Framework (FPMDF), stanowiący model decyzyjny wspomagający realizację proaktywnego utrzymania ruchu flot AGV. Zaproponowane rozwiązanie integruje czynniki techniczne, operacyjne, środowiskowe oraz historyczne wpływające na eksploatację pojazdów AGV z wykorzystaniem systemu wnioskowania rozmytego typu Mamdaniego. Łącząc informacje pochodzące z różnych obszarów eksploatacji, model umożliwia integrację informacji eksploatacyjnych i diagnostycznych oraz wspiera podejmowanie decyzji utrzymaniowych w warunkach niepewności.

Proces opracowania modelu oparto na uporządkowanej procedurze obejmującej eksplorację problemu badawczego, identyfikację czynników degradacji z wykorzystaniem diagramu Ishikawy, selekcję kluczowych zmiennych przy zastosowaniu analizy Pareto–Lorenza, konceptualizację struktury rozwiązania oraz formalizację procesu decyzyjnego z wykorzystaniem logiki rozmytej. W rezultacie opracowano rozwiązanie przekształcające informacje eksploatacyjne i diagnostyczne w rekomendacje wspierające proces podejmowania decyzji utrzymaniowych.

Model został zaimplementowany w środowisku MATLAB i poddany wieloetapowej procedurze weryfikacji oraz walidacji obejmującej weryfikację strukturalną, walidację scenariuszy eksperckich, analizę wrażliwości, badania odporności na zakłócenia danych wejściowych oraz ocenę z wykorzystaniem wskaźników efektywności operacyjnej. Uzyskane wyniki potwierdziły spójność logiczną opracowanego rozwiązania, jego stabilność w warunkach zmienności danych wejściowych oraz przydatność jako narzędzia wspomagania decyzji w obszarze proaktywnego utrzymania ruchu w środowiskach Magazynu 4.0.

Głównym osiągnięciem rozprawy jest opracowanie Fuzzy Proactive Maintenance Decision Framework (FPMDF), stanowiącego systemowy model wspomagania decyzji dla proaktywnego utrzymania ruchu flot AGV. Model integruje czynniki techniczne, operacyjne, środowiskowe i historyczne oraz umożliwia generowanie interpretowalnych rekomendacji utrzymaniowych w warunkach niepewności. Tym samym wypełnia zidentyfikowaną lukę badawczą dotyczącą integracji danych eksploatacyjnych i kontekstu operacyjnego w procesie podejmowania decyzji utrzymaniowych w środowiskach Magazynu 4.0.

Słowa kluczowe: Automated Guided Vehicles (AGVs), proaktywne utrzymanie ruchu, logika rozmyta, Przemysł 4.0, Magazyn 4.0, zarządzanie utrzymaniem ruchu.