

1. Streszczenie w języku polskim

Prowadzone badania naukowe koncentrują się na opracowywaniu nowoczesnych metod sztucznej inteligencji umożliwiających efektywne przetwarzanie danych niepewnych, niekompletnych i rozproszonych z zachowaniem prywatności użytkowników. Głównym nurtem badawczym jest rozwój metod **uczenia federacyjnego (Federated Learning, FL)** wspieranych **teorią przedziałowych zbiorów rozmytych (Interval-Valued Fuzzy Sets, IVFS)** oraz zaawansowanymi technikami agregacji informacji.

Istotnym osiągnięciem jest opracowanie nowych metod agregacji modeli lokalnych w środowisku federacyjnym z wykorzystaniem **całek Choqueta i Sugeno** oraz mechanizmów ważenia opartych na **miarach entropii** i jakości modeli lokalnych. Zaproponowane rozwiązania zwiększają odporność modeli na heterogeniczność danych, nie zrównoważone zbiory uczące oraz niepewność występującą w rzeczywistych zastosowaniach.

Drugim ważnym kierunkiem badań jest rozwój metod reprezentacji niepewności przy użyciu **przedziałowych zbiorów rozmytych**. Zaproponowano między innymi modele regresji logistycznej z wagami przedziałowymi oraz nowe mechanizmy uczenia umożliwiające lepsze odwzorowanie zmienności i niedokładności danych medycznych.

Znaczącą część badań stanowią również prace nad rozwojem **interpretowalnych systemów wspomagania decyzji** opartych na regułach rozmytych. Opracowano hybrydowe modele łączące wiedzę ekspercką, metody indukcji reguł oraz uczenie federacyjne, znajdujące zastosowanie m.in. w **detekcji upadków** osób starszych oraz **diagnostyce medycznej**.

Badania mają wyraźny charakter aplikacyjny i obejmują zastosowania w **diagnostyce raka piersi, analizie danych medycznych, systemach monitorowania seniorów** oraz innych obszarach wymagających jednoczesnego zapewnienia wysokiej jakości predykcji, interpretowalności modeli oraz ochrony prywatności danych. Całość prowadzonych prac tworzy spójny program badawczy integrujący metody sztucznej inteligencji, logiki rozmytej, teorii niepewności i uczenia federacyjnego w celu budowy nowoczesnych, bezpiecznych i wiarygodnych systemów wspomagania decyzji. W rozprawie przeprowadzono szereg badań, które można podzielić na następujące ścieżki badawcze:

- **Uczenie federacyjne** z uwzględnieniem ochrony prywatności i współpracy wielu rozproszonych podmiotów bez wymiany danych źródłowych.
- **Modelowanie niepewności z wykorzystaniem przedziałowych zbiorów rozmytych** oraz ich zastosowanie w uczeniu maszynowym.
- **Nowe metody agregacji modeli federacyjnych**, w tym wykorzystanie całki Choqueta, całki Sugeno oraz miar entropii do poprawy jakości modeli globalnych.

- **Opracowanie metod uczenia dla danych niekompletnych, niezrównoważonych i obciążonych niepewnością**, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań medycznych.
- **Rozwój interpretowalnych systemów wnioskowania rozmytego i systemów regułowych** integrowanych z metodami uczenia federacyjnego dla wspomagania decyzji.
- **Zastosowania sztucznej inteligencji w diagnostyce medycznej**, w szczególności w diagnostyce raka piersi oraz systemach detekcji upadków i monitorowania osób starszych.