

## Spis treści

|  |           |
|--|-----------|
| Streszczenie.....  | 7         |
| <b>1. Wstęp.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2. Uczenie w systemach agentowych.....</b>                              | <b>17</b> |
| 2.1. Agent i system agentowy .....   | 17        |
| 2.2. Metody uczenia maszynowego .....                                      | 19        |
| 2.3. Uczenie ze wzmocnieniem .....   | 20        |
| 2.4. Uczenie się pojęć .....   | 22        |
| 2.5. Inferencyjna teoria uczenia się i logika wiarygodnego rozumowania.... | 24        |
| 2.6. Konwersja wiedzy.....   | 27        |
| 2.7. Podsumowanie .....  | 28        |
| <b>3. Uczenie się pojęć jako metoda samouczenia się agentów .....</b>      | <b>31</b> |
| 3.1. Architektura .....  | 31        |
| 3.1.1. Uczenie z nadzorem .....  | 32        |
| 3.1.2. Uczenie ze wzmocnieniem.....  | 35        |
| 3.1.3. Uczenie bez nadzoru .....   | 36        |
| 3.1.4. Wymiana wiedzy .....  | 36        |
| 3.2. Opóźnione efekty akcji w uczeniu pod nadzorem .....                   | 36        |
| 3.3. Łączenie uczenia się pojęć z uczeniem ze wzmocnieniem.....            | 39        |
| 3.4. Podsumowanie .....  | 40        |
| <b>4. Integracja uczenia się pojęć i wnioskowania .....</b>                | <b>41</b> |
| 4.1. Adaptacja LPR do automatycznego wnioskowania.....                     | 41        |
| 4.1.1. Język.....  | 42        |
| 4.1.2. Reguły dowodzenia .....   | 47        |
| 4.1.3. Siła wyrazu języka .....  | 52        |
| 4.2. Rozszerzenie LPR o mechanizm uczenia się pojęć .....                  | 57        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.2.1.    | Złożone reguły wnioskowania .....                               | 58         |
| 4.2.2.    | Algorytm dowodzenia .....                                       | 58         |
| 4.3.      | Podsumowanie .....  | 63         |
| <b>5.</b> | <b>Konwersja i wizualizacja wiedzy .....</b>                    | <b>65</b>  |
| 5.1.      | Konwersja modelu Naïve Bayes do reguł .....                     | 65         |
| 5.2.      | Konwersja sieci Bayesa do reguł .....                           | 67         |
| 5.2.1.    | Etykiety .....  | 67         |
| 5.2.2.    | Przycinanie .....   | 69         |
| 5.2.3.    | Reguły domyślne .....   | 70         |
| 5.2.4.    | Algorytm B2R konwertujący sieci Bayesa do reguł .....           | 70         |
| 5.2.5.    | Stosowanie wygenerowanych reguł .....                           | 71         |
| 5.3.      | Wizualizacja wiedzy regułowej .....                             | 72         |
| 5.4.      | Podsumowanie .....  | 76         |
| <b>6.</b> | <b>Eksperymentalna weryfikacja opracowanych rozwiązań .....</b> | <b>77</b>  |
| 6.1.      | Uczenie się pojęć .....   | 77         |
| 6.1.1.    | Gra Fish-Banks .....  | 78         |
| 6.1.2.    | Środowisko Predator-Prey .....                                  | 89         |
| 6.1.3.    | Systemy transportowe .....                                      | 93         |
| 6.1.4.    | Środowisko Farmer-Pest .....                                    | 102        |
| 6.1.5.    | Adaptacja systemów opartych na serwisach .....                  | 115        |
| 6.1.6.    | Wnioski .....   | 121        |
| 6.2.      | Integracja uczenia maszynowego i wnioskowania .....             | 121        |
| 6.2.1.    | Wiedza o krajach .....  | 122        |
| 6.2.2.    | Agent rekomendujący .....                                       | 126        |
| 6.2.3.    | Wnioski .....   | 128        |
| 6.3.      | Konwersja modeli probabilistycznych do reguł .....              | 129        |
| 6.3.1.    | Konwersja modeli Naïve Bayes do reguł .....                     | 129        |
| 6.3.2.    | Konwersja sieci Bayesa do reguł .....                           | 134        |
| 6.3.3.    | Wnioski .....   | 139        |
| 6.4.      | Wizualizacja wiedzy regułowej .....                             | 140        |
| 6.5.      | Podsumowanie .....  | 146        |
| <b>7.</b> | <b>Zakończenie .....</b>  | <b>147</b> |
|           | <b>Bibliografia .....</b>                                       | <b>151</b> |