

# PODEJMOWANIE DECYZJI W GRACH KOMPUTEROWYCH W OPARCIU O ANALIZĘ DANYCH HISTORYCZNYCH

AUTOR: INŻ. DENIS WYCHOWAŁEK

PROMOTOR: DR EWA LACH

# PLAN PREZENTACJI

1. WPROWADZENIE DO TEMATYKI
2. METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH
3. ŚRODOWISKO BADAWCZE
4. ANALIZA WYNIKÓW
5. PODSUMOWANIE

# WPROWADZENIE

- Czym jest problem podejmowania decyzji?
- Z jakich elementów składa się system wspomagający podejmowanie decyzji?
- Zastosowanie problemu podejmowania decyzji w informatyce i grach komputerowych.

# WPROWADZENIE – PROBLEM PODEJMOWANIA DECYZJI

- Problem podejmowania decyzji pełni ważną rolę w życiu człowieka,
- Pojawia się w momencie gdy istnieje kilka wariantów postępowania,
- Problemy decyzyjne można podzielić na: pewne, ryzykowne i niepewne,
- Dzielziną zajmującą się rozwiązywaniem tego typu problemów jest teoria decyzji,
- Wpływ na tą dziedzinę nauki ma wiele innych dziedzin, których dotyczy problem decyzyjny.

# WPROWADZENIE – ELEMENTY SYSTEMU PODEJMOWANIA DECYZJI

- Sformułowanie problemu decyzyjnego
- Określenie dziedziny z jakiej pochodzi problem oraz celu który ma zostać osiągnięty
- Przygotowanie zbioru reguł
- Ocena możliwych wariantów i odrzucenie tych, które nie mieszczą się w zbiorze rozwiązań
- Wybór w oparciu o reguły rozwiązania, które jest najlepsze

# WPROWADZENIE – ZASTOSOWANIE W INFORMATYCE I GRACH KOMPUTEROWYCH

- Systemy wspomagające podejmowanie decyzji,
- Eksploracja danych,
- W grach komputerowych tworząc sztuczną inteligencję, która:
  - Będzie uczyć się taktyki gracza,
  - Kształtować świat w grze w oparciu o zachowanie gracza,
  - Analizować opłacalność kolejnych kroków postępowania w zależności od poczynań gracza,
  - Uczyć się stylu jazdy gracza i jego zachowania podczas wyścigu na torze.

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH

- Drzewa decyzyjne
- Elementy logiki rozmytej
- Sztuczne sieci neuronowe
- Sieci bayesowskie

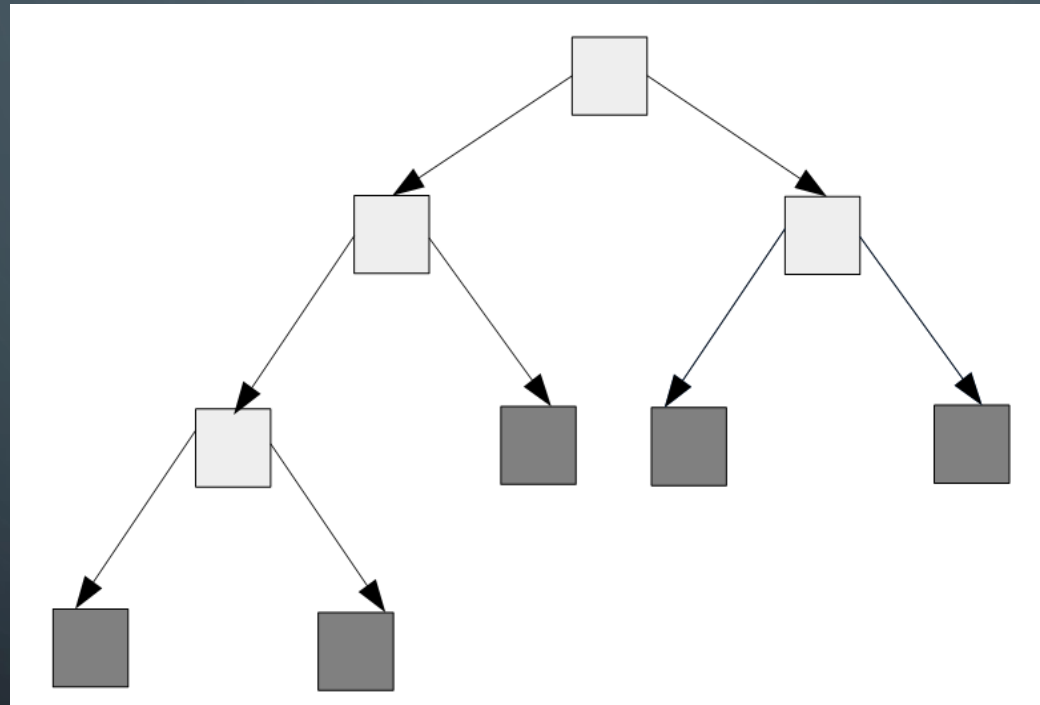


# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – DRZEWA DECYZYJNE

- Jedna z najbardziej popularnych metod podejmowania decyzji
- Reprezentacja struktury w postaci grafu decyzji i ich możliwych konsekwencji
- Węzły decyzji i konsekwencji występują w strukturze naprzemiennie
- Każda ścieżka kończy się węzłem końcowym
- Może być wykorzystywana do eksploracji danych
- Zaletami są: czytelny zapis problemu decyzyjnego, pomagają znaleźć odpowiednią zależność pomiędzy danymi i mogą dobrze pracować dla dużego zestawu danych
- Wady: nie nadają się do rozwiązywania każdego problemu decyzyjnego, dla małego zestawu danych metoda gorsza do klasyfikacji



# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – DRZEWY DECYZYJNE C.D.

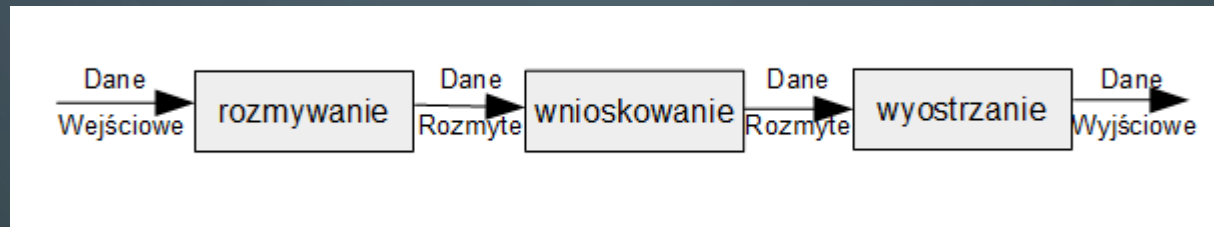


Rysunek 1. Struktura drzewa decyzyjnego

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – LOGIKA ROZMYTA

- Metoda powiązana z teorią zbiorów rozmytych i teorią prawdopodobieństwa
- Stanowi rozwinięcie logiki klasycznej
- Określa się w jakim stopniu dane rozwiązanie należy do zbioru pożądanych rozwiązań
- Działanie systemu wspomagania podejmowanie decyzji opiera się o schemat regulatora decyzyjnego
- Regulator decyzyjny składa się z: rozmywania, wnioskowania i wyostrzania
- Zaletą logiki rozmytej jest możliwość jej zastosowania z innymi metodami np. z drzewami decyzyjnymi i sztucznymi sieciami neuronowymi

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – LOGIKA ROZMYTA C.D.

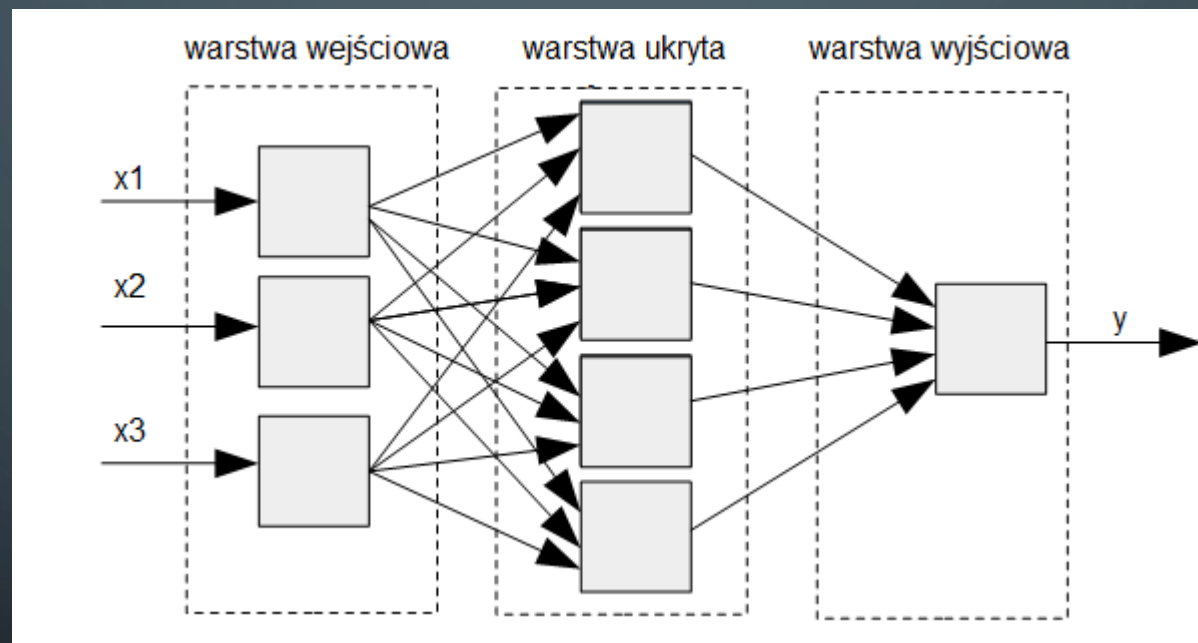


Rysunek 2. Struktura regulatora rozmytego

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – SZTUCZNE SIECI NEURONOWE

- Zaprojektowane są w oparciu o działanie układu nerwowego w ludzkim mózgu
- Polega na równoległym przetwarzaniu danych i uogólnianiu wiedzy
- Sieć neuronowa składa się z trzech warstw: wejściowej, ukrytej i wyjściowej
- Każdy z węzłów w tej sieci jest odrębnym neuronem, natomiast strzałki są połączeniem między neuronami
- Wejściom każdej komórki można przypisać odpowiednie wagi
- W zależności od tego, czy są wartościami dodatnimi czy ujemnymi, mogą działać pobudzająco lub hamująco na neurony

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – SZTUCZNE SIECI NEURONOWE C.D.

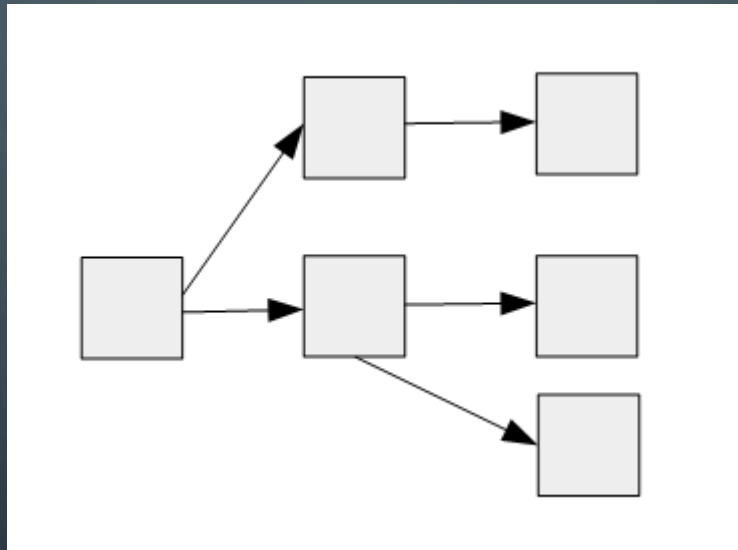


Rysunek 3. Struktura sztucznych sieci neuronowych

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – SIECI BAYESOWSKIE

- Metoda powstała w oparciu o wiedzę z zakresu teorii decyzji i teorii prawdopodobieństwa
- Sieć bayesowska jest grafem skierowanym nie posiadającym cykli
- W węzłach znajdują się zmienne losowe
- Krawędzie łączące węzły przedstawiają ciąg przyczynowo-skutkowy
- Zalety: Dobrze działa kiedy system musi podjąć decyzję w warunkach niepewności. Czytelna reprezentacja danych i efektywny algorytm wnioskowania
- Wada: Konieczność znajomości rozkładu prawdopodobieństw wystąpienia zdarzenia w analizowanym problemie

# METODY ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH – SIECI BAYESOWSKIE C.D.



Rysunek 4. Struktura sieci bayesowskich



# ŚRODOWISKO BADAWCZE

- Informacje ogólne
- Sformułowanie problemu decyzyjnego
- System wspomagania decyzji:
  - Drzewo decyzyjne
  - Logika rozmyta

# ŚRODOWISKO BADAWCZE – INFORMACJE OGÓLNE

- Aplikacja stworzona w środowisku .NET
- Strategiczna gra komputerowa
- Funkcjonalność środowiska:
  - Ustawianie czasu gry i algorytmu wspomagającego podejmowanie decyzji
  - Kupowanie jednostek wojskowych
  - Wybieranie jednostek do bitwy
  - Wyświetlanie wyniku bitwy i informacji pochodzących z systemu wspomagania decyzji
  - Wczytywanie i zapisywanie wyników do pliku

# ŚRODOWISKO BADAWCZE – INFORMACJE OGÓLNE C.D.

The screenshot displays the 'Strategic Game Application' window, which is divided into several functional areas:

- Sklep (Shop):** Located on the left, it allows purchasing units. 'Piechota' (50 \$) and 'Czołgi' (200 \$) are currently at 0 units. 'Lotnictwo' (1000 \$) is also at 0 units. Each unit has a 'KUP' (Buy) button. Below the shop, the 'Dochody' (Income) is shown as 320\$.
- Koszary (Armory):** In the center, it shows the composition of the army. 'Piechota' has a count of 20 and 'Do walki' (Ready for battle) of 33. 'Czołgi' has a count of 23 and 'Do walki' of 18. 'Lotnictwo' has a count of 0 and 'Do walki' of 5. A 'WALCZ' (Fight) button is present at the bottom of this section.
- Wynik bitwy (Battle Result):** On the right, it shows the outcome of a battle. The result is 'Przegrana' (Defeat). It lists losses and surviving units for both players (Gracz and SI). For Gracz: Piechota 33/0, Czołgi 18/0, Lotnictwo 5/0. For SI: Piechota 36/0, Czołgi 20/0, Lotnictwo 6/3.
- Bottom Controls:** A 'RESET' button is on the left, a timer showing '00:00' (Czas do końca tury) is in the center, and a 'START' button is on the right.

Rysunek 5. Zrzut ekranu aplikacji

# ŚRODOWISKO BADAWCZE – SFORMUŁOWANIE PROBLEMU DECYZYJNEGO

- Problemem decyzyjnym jest wybór jednostek, które mają pokonać wojska wystawione przez gracza
- W zależności od decyzji gracza ma wybrać, jaki rodzaj jednostek ma zostać wystawiony do walki
- Analizowanymi danymi są wyniki bitew zapisanych w plikach
- Analiza polega na wczytaniu do systemu wspomagania decyzji danych archiwalnych
- Zapis wyniku bitwy po przeprowadzeniu walki

# ŚRODOWISKO BADAWCZE – SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI – DRZEWY DECYZYJNE

- Do implementacji tej struktury został wykorzystany algorytm C4.5
- Strukturą do której wstawiane są nowe elementy jest drzewo binarne
- Dane są dzielone na atrybuty i klasy decyzyjne – listy wartości dla danego rodzaju danych
- Następnie rekurencyjnie są wykonywane następujące czynności:
  - Obliczanie entropii (oznacza informację przechowywaną przez rozkład prawdopodobieństwa)
  - Obliczanie zysku informacji dla każdego atrybutu
  - Wybór atrybutu oraz jego wartości, który najlepiej dzieli zbiór tzn. ma największą wartość zysku informacji
- Czynności są wykonywane do momentu, gdy stanie się niemożliwe podzielenie zbioru wartości
- Zaimplementowany został algorytm w dwóch wariantach: bez metody i z metodą grupowania

# ŚRODOWISKO BADAWCZE – SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI – LOGIKA ROZMYTA

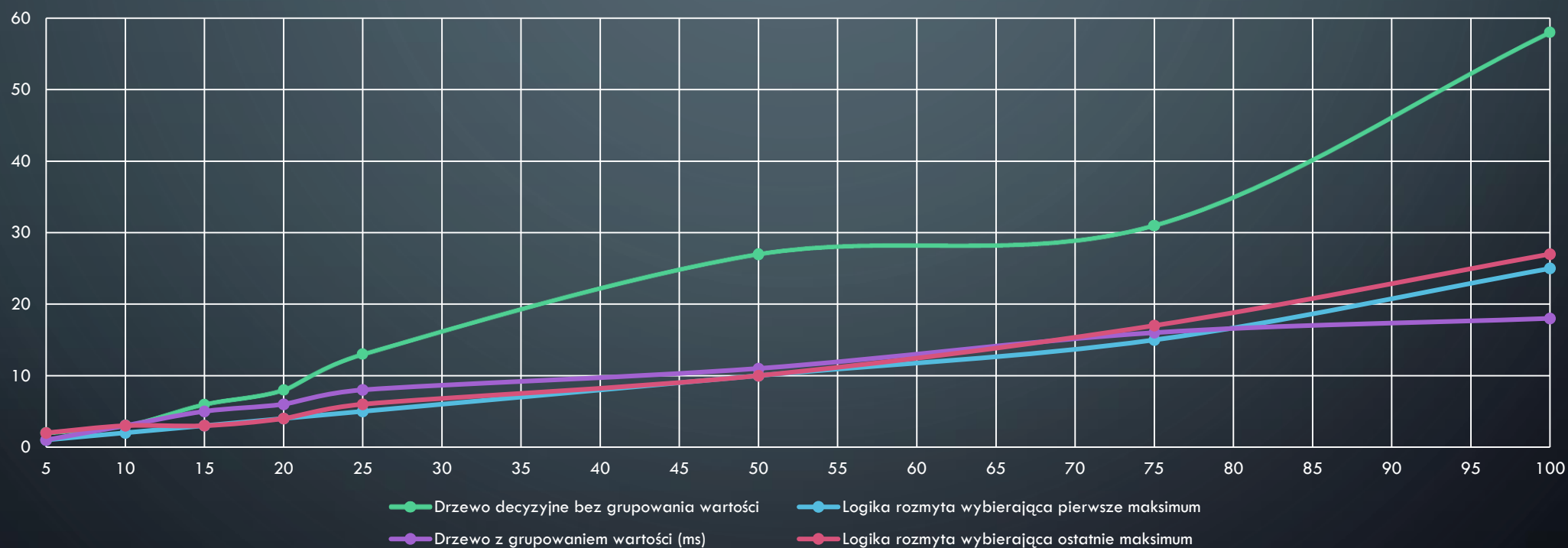
- Do implementacji tej struktury zaimplementowano regulator rozmyty
- Dane są dzielone na atrybuty i klasy decyzyjne – listy wartości dla danego rodzaju danych
- Na etapie rozmywania jest dokonywana klasyfikacja przynależności poszczególnych przypadków do zbioru rozwiązań dla każdego atrybutu
- Następnie dane są przekazywane do systemu wnioskowania, gdzie określana jest wartość przynależności do zbioru rozwiązań grup zbiorów wartości
- Ostatnim etapem jest wyostrzanie, w którym wybierana jest jedna wartość, która posiada największy stopień przynależności do zbioru
- W przypadku środowiska badawczego zaimplementowano dwie metody wyboru: pierwszego maksimum i ostatniego maksimum

# ANALIZA WYNIKÓW

- Porównanie czasów wykonania algorytmów
- Porównanie jakości wyników systemu podejmowania decyzji



# ANALIZA WYNIKÓW – CZAS WYKONANIA ALGORYTÓW



Rysunek 6. Wykres czasu wykonania algorytmów w zależności od ilości danych wziętych do analizy <sup>23</sup>

# ANALIZA WYNIKÓW – JAKOŚĆ OTRZYMANYCH WYNIKÓW DLA DRZEW DECYZYJNYCH

Numer testu	Wystawione jednostki do walki przez gracza (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki gracza podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wystawione jednostki do walki przez sztuczną inteligencję (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki sztucznej inteligencji podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wynik bitwy (Wygrana gracza/SI)
1	15-0-0	3-0-0	13-0-0	/0-0-0	Gracz
2	12-6-0	1-6-0	12-0-0	0-0-0	Gracz
3	12-2-0	0-0-0	15-3-0	0-3-0	SI
4	12-2-3	0-0-3	14-3-0	0-0-0	Gracz
5	16-0-2	0-0-0	17-1-3	0-0-2	SI
6	0-5-0	0-0-0	1-6-1	0-2-1	SI
7	0-2-0	0-2-0	1-0-0	0-0-0	Gracz
8	0-0-1	0-0-1	1-1-0	0-0-0	Gracz
9	0-15-1	0-10-1	0-0-2	0-0-0	Gracz
10	8-0-1	0-0-0	0-1-2	0-0-1	SI

Numer testu	Wystawione jednostki do walki przez gracza (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki gracza podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wystawione jednostki do walki przez sztuczną inteligencję (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki sztucznej inteligencji podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wynik bitwy (Wygrana gracza/SI)
1	15-0-0	3-0-0	13-0-0	0-0-0	Gracz
2	12-6-0	1-6-0	12-0-0	0-0-0	Gracz
3	12-2-0	0-0-0	15-3-0	0-3-0	SI
4	12-2-3	0-0-3	14-3-0	0-0-0	Gracz
5	16-0-2	0-0-0	20-1-3	0-0-3	SI
6	0-5-0	0-0-0	1-6-1	1-2-1	SI
7	0-2-0	0-0-0	1-3-1	0-2-1	SI
8	0-0-1	0-0-0	1-1-2	0-0-2	SI
9	0-15-1	0-0-0	1-17-2	0-0-0	SI
10	8-0-1	0-0-0	10-1-2	0-0-2	SI

Rysunek 7. Tabele otrzymywanych wyników odpowiednio dla drzew decyzyjnych bez metody grupowania (lewa tabela) i drzew decyzyjnych z metodą grupowania (prawa tabela)

# ANALIZA WYNIKÓW – JAKOŚĆ OTRZYMANYCH WYNIKÓW DLA LOGIKI ROZMYTEJ

Numer testu	Wystawione jednostki do walki przez gracza (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki gracza podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wystawione jednostki do walki przez sztuczną inteligencję (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki sztucznej inteligencji podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wynik bitwy (Wygrana gracza/SI)
1	15-0-0	0-0-0	17-0-0	3-0-0	SI
2	12-6-0	0-6-0	15-0-0	0-0-0	Gracz
3	12-2-0	2-2-0	11-0-0	0-0-0	Gracz
4	12-2-3	2-2-3	11-0-0	0-0-0	Gracz
5	16-0-2	1-0-2	16-0-0	0-0-0	Gracz
6	0-5-0	0-5-0	1-0-0	0-0-0	Gracz
7	0-2-0	0-2-0	1-0-0	0-0-0	Gracz
8	0-0-1	0-0-1	1-0-0	0-0-0	Gracz
9	0-15-1	0-9-1	1-0-2	0-0-0	Gracz
10	8-0-1	0-0-0	0-1-2	0-0-1	SI

Numer testu	Wystawione jednostki do walki przez gracza (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki gracza podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wystawione jednostki do walki przez sztuczną inteligencję (żołnierze-czołgi-samoloty)	Stracone jednostki sztucznej inteligencji podczas walki (żołnierze-czołgi-samoloty)	Wynik bitwy (Wygrana gracza/SI)
1	15-0-0	0-0-0	18-0-0	4-0-0	SI
2	12-6-0	0-6-0	15-0-0	0-0-0	Gracz
3	12-2-0	0-0-0	13-3-0	0-2-0	SI
4	12-2-3	0-0-3	14-3-0	0-0-0	Gracz
5	16-0-2	0-0-0	18-1-3	0-0-2	SI
6	0-5-0	0-0-0	1-6-1	0-2-1	SI
7	0-2-0	0-0-0	1-3-1	0-2-1	SI
8	0-0-1	0-0-0	1-1-2	0-0-2	SI
9	0-15-1	0-0-0	1-17-2	0-0-2	SI
10	8-0-1	0-0-0	9-1-2	0-0-2	SI

Rysunek 8. Tabele otrzymywanych wyników odpowiednio dla logiki rozmytej z metodą pierwszego maksimum (lewa tabela) i z metodą ostatniego maksimum (prawa tabela)

# PODSUMOWANIE

- Problem dotyczy wielu dziedzin nauki i mają wpływ na rozwijanie teorii decyzji
- W przypadku dużej liczby danych istnieje potrzeba stworzenia systemu wspomaganie decyzji
- Do implementacji takiego systemu można wykorzystać: drzewa decyzyjne, logikę rozmytą, sztuczne sieci neuronowe lub sieci bayesowskie
- Zaimplementowane zostało środowisko badawcze i wybrane metody wspomaganie podejmowanie decyzji
- Metody zostały porównane pod względem czasu wykonania oraz jakości otrzymanych wyników

# BIBLIOGRAFIA

- [1] Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego, 1.1., Waldemar Rebizant, Metody Podejmowania Decyzji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, ISBN 978-83-7493-688-0
- [2] Ryzyko i jego ocena, 1.2., Waldemar Rebizant, Metody Podejmowania Decyzji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, ISBN 978-83-7493-688-0
- [3] Zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji w grach komputerowych, Beata Kuźmińska-Solśnia, Tomasz Siwiec, <http://www.bks.pr.radom.pl/publikacje/SI%20w%20grach.pdf>, ostatni dostęp 23.10.2016
- [4] Taiga: Performance Optimization of the C4.5 Decision Tree Construction Algorithm, Yi Yang and Wenguang Chen, Tsinghua Science and Technology, ISSN 11007-0214/06/1111pp415–425 Volume 21, Number 4, August 2016
- [5] Drzewa decyzyjne, Łukasz Bujak, Uniwersytet Mikołaja Kopernika Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Toruń 2008, <http://www.is.umk.pl/~duch/Wyklady/CIS/Prace%20zalicz/08-Bujak.pdf>, ostatni dostęp 23.10.2016
- [6] Automatyczne pozyskiwanie wiedzy, Monika Demichowicz, Paweł Mazur, 2003 <https://www.ii.pwr.edu.pl/~kwasnicka/tekstystudenckie/apw/id3.htm>, ostatni dostęp 23.10.2016

# BIBLIOGRAFIA C.D.

- [7] Regulator rozmyty, Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej, Zakład Napędu Elektrycznego, <http://www.isep.pw.edu.pl/ZakladNapedu/dyplomy/fuzzy/>, ostatni dostęp 23.10.2016
- [8] Use of neural networks as decision makers in strategic situations, Benoit Couraud, Peilin Liu, Department of Electronic Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China , Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Baoding, 12-15 July 2009
- [9] Sztuczne sieci neuronowe, Krystyna Ambroch, Gdańsk, <http://www.msn.uph.edu.pl/smp/msn/32/ambroch.pdf> , ostatni dostęp 23.10.2016
- [10] Wnioskowanie na podstawie wiedzy niepewnej i niepełnej, [http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna\\_inteligencja/SI\\_Modu%C5%82\\_4\\_-\\_Wnioskowanie\\_na\\_podstawie\\_wiedzy\\_nieprawnej\\_i\\_niepe%C5%82nej](http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja/SI_Modu%C5%82_4_-_Wnioskowanie_na_podstawie_wiedzy_nieprawnej_i_niepe%C5%82nej), Hasło: Wnioskowanie bayesowskie, ostatni dostęp 23.10.2016
- [11] Sieci bayesowskie jako narzędzie wspomagające proces podejmowania decyzji, Aleksander Król, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2014 Seria: Organizacja i Zarządzanie Z. 71 Nr Kol. 1917
- [12] Klasyfikacja metodą Bayesa, Tadeusz Pankowski, <http://etacar.put.poznan.pl/tadeusz.pankowski/hd-08-klasyf-bayesa.pdf>, ostatni dostęp 23.10.2016



The background is a dark blue gradient. In the corners, there are white, stylized lines resembling circuit traces or a network diagram. These lines connect to small white circles, some of which are arranged in a grid-like pattern. The lines are more prominent in the top-left and bottom-left corners, and less so in the top-right and bottom-right corners.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ