

www.kwmimkm.polsl.pl

OBLICZENIA EWOLUCYJNE

wykład 7

3

www.kwmimkm.polsl.pl

ALGORYTMY IMMUNOLOGICZNE

2

www.kwmimkm.polsl.pl

NATURALNY SYSTEM IMMUNOLOGICZNY:

- Jego zadaniem jest ochrona żywego organizmu przed działaniem obcych struktur mających charakter chorobotwórcze (**patogeny**), jak wirusy, bakterie, grzyby czy niewłaściwie funkcjonujące komórki.
- Wszystkie te struktury, które wywołują reakcję immunologiczną, nazywane są **antygenami**.
- Bardzo ogólnie: rozpoznawanie antygenów na zasadzie „swoj-obcy” i eliminowanie tych drugich.

3

www.kwmimkm.polsl.pl

- Może być przedstawiony w postaci warstwowej:

1. Skóra – podstawowa bariera ochronna.
2. Warstwa fizjologiczna (temperatura, pH) – stwarza warunki niekorzystne dla rozwoju obcych organizmów.
3. Odporność wrodzona (nieswoista)
4. Odporność adaptacyjna (swoista)

rozpoznawanie i eliminacja antygenów przez odpowiednie komórki

4

www.kwmimkm.polsl.pl

- Limfocyty – komórki, będące głównymi składowymi adaptacyjnego systemu immunologicznego.
- Limfocyty (głównie typów T i B) w wielkich ilościach krążą w płynach ustrojowych – system immunologiczny jest systemem zdecentralizowanym a wszystkie jego komórki mogą się dowolnie przemieszczać.
- Limfocyty rozpoznają napotykane antygeny i pomagają je eliminować, przy czym mogą ze sobą lokalnie współpracować.
- Limfocyty typu B - produkcja przeciwciał rozpoznających antygen.
- Limfocyty typu T - rozpoznawanie „swoj-obcy”.
- Duże zróżnicowanie limfocytów:
 - pozwala na rozpoznawanie wielu różnych antygenów;
 - pierwotnie zbyt mała liczba komórek rozpoznających antygen by go zwalczyć.

5

www.kwmimkm.polsl.pl

6

SZTUCZNY SYSTEM IMMUNOLOGICZNY (Artificial Immune System, AIS)

- Zbiór metod obliczeniowych inspirowanych zasadami działania układów odpornościowych kręgowców.
- Tylko niektóre elementy naturalnych układów są brane pod uwagę, typowo: mutacja limfocytów B, proliferacja, komórki pamięci, rozpoznawanie antygenów z użyciem limfocytów B i T.
- **Niektóre zastosowania:**
 - optymalizacja (patogen reprezentuje optimum globalne, szukane jest najlepiej dopasowane przeciwciało);
 - zagadnienia zw. z bezpieczeństwem sieciowym (np. NIDS - network intrusion detection system)
 - uczenie maszynowe;
 - systemy agentowe.



7

AIS - POJĘCIA:

- Komórka macierzysta – wzorec akceptowany w systemie;
- Przeciwciało – obiekt rozpoznający obiekty nie będące komórkami macierzystym (wzorce niepożądane).
- Antygen – obiekt rozpoznawany i uaktywniający przeciwciała.
- Komórka pamięciowa – przechowuje informacje o rozpoznanym antygenie; przy kolejnym ataku antygeny zostaje on dużo szybciej rozpoznany.
- Proliferacja – namnażanie się komórek.
- Hipermutacje – mutacje, których częstotliwość jest przynajmniej o jeden rząd wielkości większa, niż innych mutacji w organizmie (zwykle jeszcze częściej).



8

PODSTAWOWE MECHANIZMY:

Selekcja klonalna (limfocyty B)

- Cel – namnożenie odpowiednich przeciwciał, biorących udział w zwalczaniu danego antygeny.
- Uaktywnione limfocyty B dzielą się produkując wiele klonów, które następnie przechodzą hipermutację by wytworzyć lepiej dopasowane przeciwciała.
- Dla powstałej populacji zmutowanych klonów – oceniany stopień dopasowania każdego z nich do antygeny. Słabo dopasowane są usuwane, dobrze dopasowane pozostają.



9

PODSTAWOWE MECHANIZMY:

Selekcja negatywna (limfocyty T)

- Cel – utworzenie zbioru przeciwciał - detektorów, które nie są uaktywniane przez komórki macierzyste.
- W procesie selekcji negatywnej limfocytom T pokazywane są komórki własne. Jeśli dany limfocyt rozpozna którąś z nich, jest on usuwany.
- Nie podlegają mutacji.

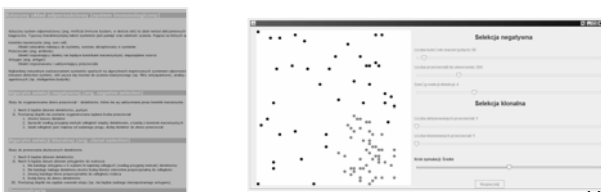


10

<http://www.ipipan.waw.pl/~stw/ais/ks/natural.html>

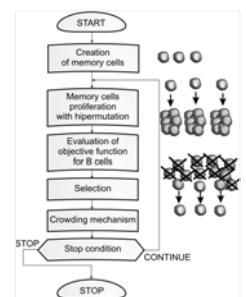


http://www.alife.pl/sztuczny_system_odpornosciowy



Przykład: AIS autorstwa dra inż. Wacława Kusia

1. Losowe wygenerowanie komórek pamięciowych.
2. Komórki pamięciowe proliferują i mutują tworząc limfocyty B (liczba klonów zależy od przystosowania).
3. Obliczenie wartości przystosowania dla limfocytów B.
4. Selekcja na podstawie odległości między każdą komórką pamięciową a limfocytami B.
5. Mechanizm zatłoczenia usuwa podobne komórki pamięci.
6. Procedura jest powtarzana do spełnienia warunku zakończenia (np. liczba iteracji).



12

ALGORYTMY IMMUNOGENETYCZNE

www.kwmimkm.polssi.pl

- Są połączeniem mechanizmów genetycznych (ewolucyjnych) i immunologicznych;
- AIS i AE mają wiele cech wspólnych, np. działanie na populacji osobników, stosowanie mechanizmów selekcji.
- W algorytmach immunogenetycznych stosowane są operatory krzyżowania, mutacji i selekcji (jak AE) przy zachowaniu populacji antygenów i przeciwciał (jak AIS).
- Często: AE do generowania populacji przeciwciał, by poddać je immunologicznej selekcji negatywnej.
- Funkcja przystosowania – zwykle miary bazujące na stopniu dopasowania przeciwciała do antygeny (jak w AIS).



13

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ AE

www.kwmimkm.polssi.pl



14

UKŁADANIE PLANU LEKCJI

www.kwmimkm.polssi.pl

- Jest problemem należącym do klasy NP-trudnych.
- Wiele nietrywialnych ograniczeń.
- Zadanie opisuje się poprzez:
 - listę nauczycieli n ;
 - listę grup g ;
 - listę terminów t ;
 - listę sal s .
- Zadanie polega na wygenerowaniu pewnej czteroargumentowej relacji określonej na zbiorze nauczycieli, grup, sal i godzin zajęciowych, do której należą wszystkie takie i tylko takie czwórki $\langle n, g, s, t \rangle$, że nauczyciel n prowadzi zajęcia z grupą g w sali s i w terminie t .



15

Ograniczenia:

www.kwmimkm.polssi.pl

1. Twarde:

- Zadana jest liczba godzin dla każdego nauczyciela i każdej klasy;
- W każdej sali i terminie jest tylko jeden nauczyciel;
- Nauczyciel nie może uczyć dwu grup naraz;
- W każdej sali z zaplanowanymi zajęciami znajduje się nauczyciel.



16

Ograniczenia:

www.kwmimkm.polssi.pl

2. Miękkie:

- Cele dydaktyczne (rozłożenie przedmiotów w tygodniu);
- Cele personalne (pozostawienie wolnych niektórych terminów dla niektórych nauczycieli);
- Cele organizacyjne (dodatkowy nauczyciel na każdy termin na zastępstwo).

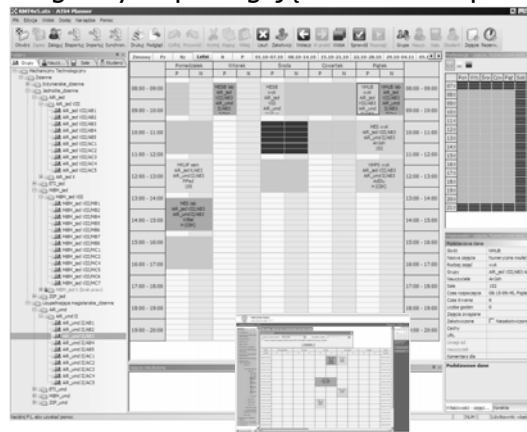
Zadanie układania planu lekcji rozwiązane z użyciem AE zostało pomyślnie przetestowane np. dla danych z dużej szkoły w Mediolanie (1991)...



17

Programy wspomagające układanie planu, np:

www.kwmimkm.polssi.pl



18

PROGRAMOWANIE DROGI W ŚRODOWISKU RUCHOMEGO ROBOTA

www.kwmimkm.polsl.pl

Cel:

Znalezienie się robota w punkcie docelowym bez zagubienia się i kolizji z jakimkolwiek obiektem.

Rozwiązania:

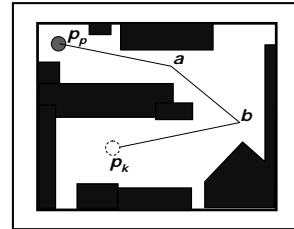
- Droga planowana jest na wstępie (*skuteczne jedynie przy założeniu, że środowisko poruszania się robota jest dokładnie znane i nie zmienia się*).
- Wiedza o otoczeniu jest czerpana na bieżąco poprzez badanie otoczenia lokalnego (*pozwała to na ominięcie nieznanymi jak i ruchomych przeszkód*).



19

- **Nawigator ewolucyjny** (Michalewicz) - połączenie planowań: zawczasu i bieżącego drogi robota:

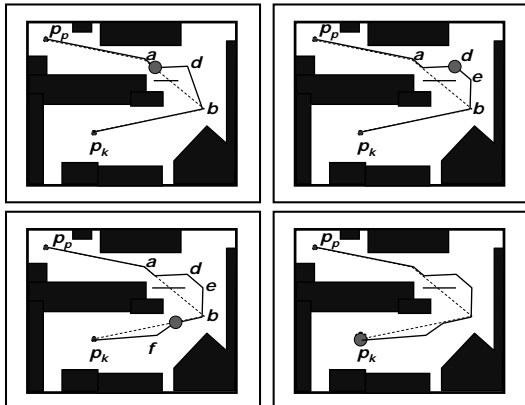
Początkowo: (planowanie zawczasu) poszukiwanie najlepszej drogi (rozwiązanie optymalne):



20

- Planowanie bieżące – rozwiązuje problemy związane z nowymi obiektami na wcześniej zaplanowanej trasie.

www.kwmimkm.polsl.pl



21

UNIKANIE KOLIZJI NA MORZU

www.kwmimkm.polsl.pl

Obiekt ruchomy (np. statek) może być niebezpieczny dla obiektu własnego jeśli:

- Wszedł w zakres obserwacji (5-8 mil morskich przed dziobem i 2-4 mile za rufą);
- Może przeciąć kurs zadany w niebezpiecznej odległości (jej wartość zależy od pogody, rejonu pływania i prędkości statku);

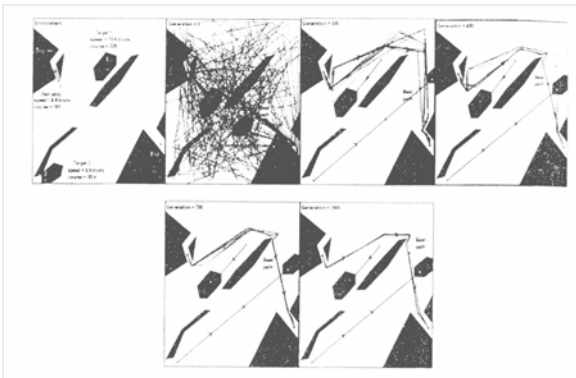
Funkcja przystosowania uwzględnić powinna zarówno warunki bezpieczeństwa żeglugi jak i warunki ekonomiczne.



22

A. Stała prędkość statku własnego: $v = 8.6w$

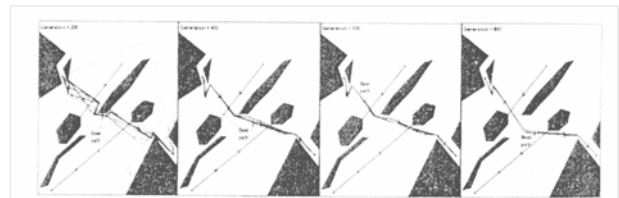
www.kwmimkm.polsl.pl



23

B. Stała prędkość statku własnego: $v = 5.6w$

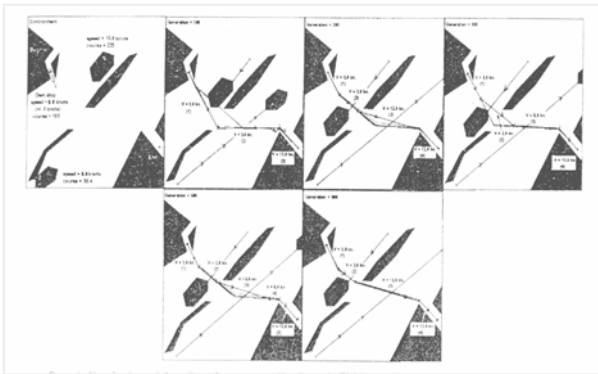
www.kwmimkm.polsl.pl



24

C. Zmienna prędkość (mutacja prędkości)

$v = \{3.6; 8.6; 13.6\}w$



25

AE W GRACH (OTHELLO)

Gra:

Rywalizacja prowadzona przez uczestników zgodnie z ustalonymi regułami, by osiągnąć założony cel.

Podział:

- Losowe (*ruletka*);
- Takie, w których element losowy wpływa na rozgrywkę (*brydż*);
- Deterministyczne (*szachy*).



26

Gra:

- Gracze wykonują kolejne ruchy (podejmują decyzje) ze zbioru ruchów dopuszczalnych aż do osiągnięcia stanu końcowego.
- Rozgrywka jest poszukiwaniem takich ruchów gracza, które zapewnią mu zwycięstwo.
- Proces poszukiwań można opisać za pomocą drzewa rozwiązań (korzeń – stan początkowy, węzły – kolejne stany, jakie będą możliwe po wykonaniu danego ruchu).
- Liście takiego drzewa oznaczają stany końcowe gry: wygrane, remisowe lub przegrane dla gracza.



27

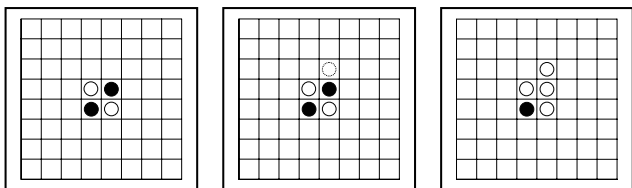
- Drzewo reprezentuje wszystkie możliwe rozwiązania, np.:
 - warcaby: 10^{40} węzłów;
 - szachy: 10^{120} węzłów.
- Cel gry: znalezienie strategii wygrywającej (niezależnie od posunięć przeciwnika).
- W ogólnym przypadku wymaga to zbudowania i przeszukania całego drzewa – zwykle niemożliwe.
- W efekcie: zwykle bada się tylko część drzewa (możliwie jak najgłębiej).



28

Othello (reversi):

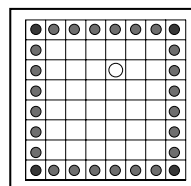
- rozgrywka jest skomplikowana;
- brak dobrego programu grającego;



29

3 znane strategie gry:

1. Maksymalnej liczby punktów – prowadzi zwykle do blokady ruchów gracza.
2. Pól ważonych (cel: przejście pól „strategicznych”).
3. Minimalnej liczby pionków (*minimalizacja liczby własnych pionków, by zwiększyć możliwości ruchu – stosowana ślepo prowadzi do przegranej*).



30

Zast. AE do tworzenia programów grających:

1. AE jako narzędzie wspomagające proces szukania dobrej strategii gry.

Program grający nie wykorzystuje podczas gry AE, lecz ma wbudowaną strategię (znalezioną wcześniej za pomocą AE).

2. Zastosowanie AE jako wbudowanego modułu grającego.

AE na każdym etapie gry odpowiada za znalezienie optymalnego posunięcia przez program grający.

