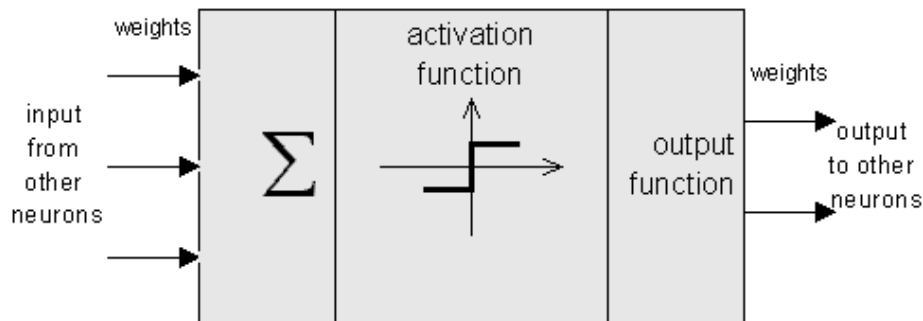


1) Sieci Neuronowe

a) Sposoby uczenia

- **Uczenie nadzorowane** – uczenie na podstawie skojarzeń par struktur wejściowych i wyjściowych
- **Uczenie bez nadzoru** – uczenie do wykrywania reakcji na interesujące nas sygnały; inaczej uczenie indukcyjne uogólniające przykłady
- **Uczenie z krytykiem / wzmocnieniem** – uczenie strategii postępowania na podstawie krytyki po dłuższym okresie czasu; uczenie się celowego zachowania na podstawie interakcji ze środowiskiem

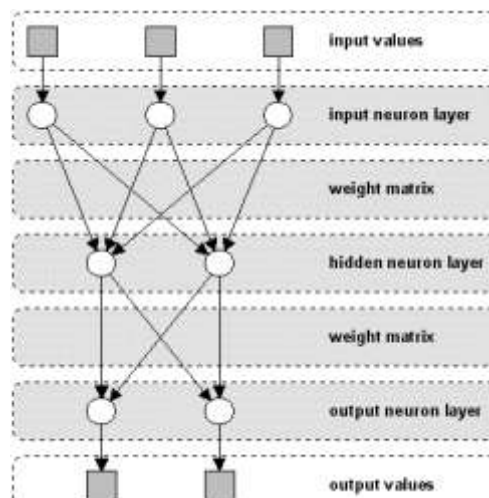
b) Przykład pojedynczego neuronu



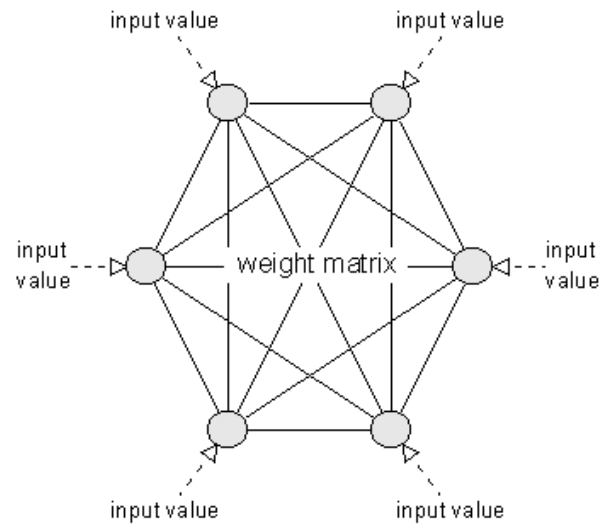
c) Separowalność

- Pojedynczy neuron realizuje tylko funkcje **liniowo separowane**; tj. wartości $f(x)=T$ można oddzielić od $f(x)=F$ za pomocą płaszczyzny;
- Przykładowo : $f(A,B) = A \text{ OR } B$ jest separowana, $f(A,B) = A \text{ XOR } B$ już nie;
- Dodatkowe synapsy hamujące pozwalają na realizację dodatkowych funkcji, np. wspomniane wcześniej $A \text{ XOR } B$.

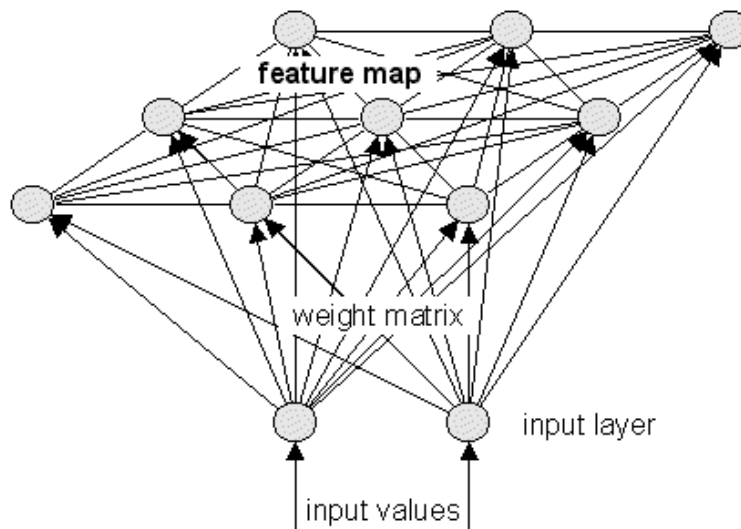
d) Sieć z 3 warstwami neuronów



e) Model sieci Hopfielda.



f) Struktura Kohonena.



g) Obszary zastosowań.

Kojarzenie wzorców	Prognoza giełdowa	Symulacje
Przetwarzanie wzorców	Rozpoznawanie mowy	Optymalizacja
Sterowanie robotami	Klasyfikacja wzorców	Zapewnienie jakości
Wykrywanie nieregularności, trendów		Przetwarzanie niedokładnej i niekompletnej informacji

h) Ograniczenia AAN

- Problem z symulacją współbieżności w AAN
- Niewyjaśniony brak stabilności w pewnych sytuacjach.

2) Metody treningu AAN

a) Wyznaczanie wag- trening z nauczycielem

- Empiryczny błąd systemu (tzw. ryzyko empiryczne, błąd uczenia):

$$E_{emp}(w) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - d_i)^2 \quad \min E_{emp} = \sum_{i=1}^n [f(x_i, w) - d_i]^2$$

- Zastosowano n par uczących (x_i, d_i);
- Dla wejścia do sieci x_i sieć powinna wyliczyć odpowiedź d_i , ale jest y_i ;
- x_i, d_i oraz y_i są wektorami
- Aby odpowiedzi systemu y były prawidłowe (równe d), minimalizuje się funkcję $E(w)$, gdzie zmiennymi decyzyjnymi są x .

b) Metody gradientowe minimalizacji $E(w)$

I. Metoda najszybszego spadku

- Losowy wybór punktu startowego w
- Obliczenie gradientu funkcji $E(w)$ w punkcie w
- Wyznaczanie nowego punktu w', μ to wybrana stała (współczynnik korelacji)

- $w' = w - \eta \nabla E(w)$
- Sprawdzenie warunku stopu (numer kroku lub wartość funkcji $E(w)$); jeśli warunek niespełniony to wracamy do kroku 2-ego.

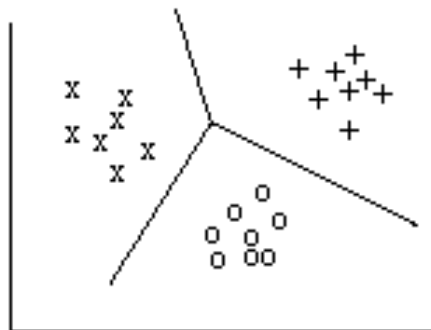
$$\nabla E(w) = \begin{bmatrix} \frac{\partial E}{\partial w_1} \\ \frac{\partial E}{\partial w_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial E}{\partial w_n} \end{bmatrix}$$

II. Metoda propagacji wstecznej błędu uczenia AAN.

III. Metoda doboru funkcji przynależności systemu wnioskowania rozmytego.

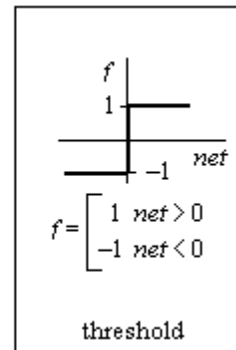
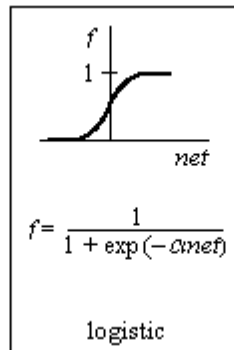
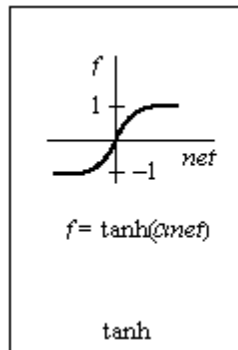
c) Perceptron jako klasyfikator.

- Granice decyzji perceptronu dla 3 klas.



d) Funkcje aktywacji.

- Bipolarne (-1..1) i unipolarne (0..1)

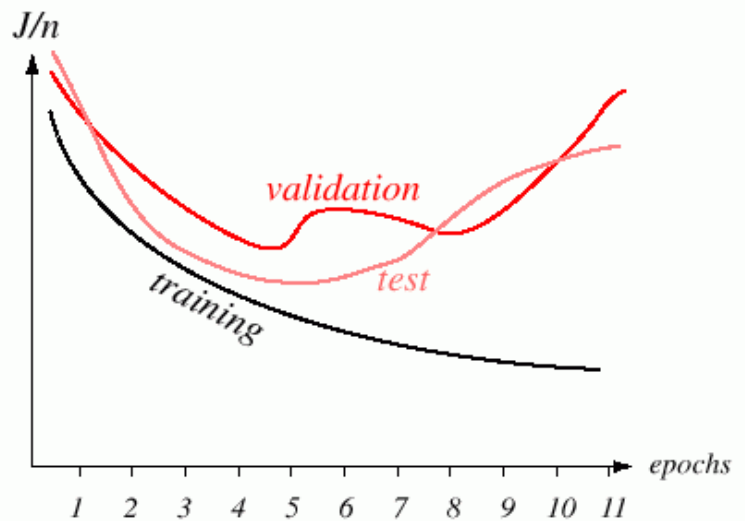


e) Algorytm Levenberga – Marquardta.

- Algorytm iteracyjny łączący w sobie cechy metody największego spadku i metody Gaussa-Newtona.
- Jedna z tzw. metod kwadratowych; algorytm optymalizacji nieliniowej.
- Bardzo pamięciożerny.

f) Generalizacja- różnice między zbiorem treningowym a walidacyjnym.

- Wyniki na zbiornie treningowym mogą osiągnąć 100%; ich celem jest osiągnięcie najlepszego wyniku dla nowych przypadków, czyli niepokazywanych wcześniej sieci.
- Zbiór walidacyjny zaś ocenia błąd generalizacji- oczekujemy korelacji wyników na zbiorze walidacyjnym i testowym.



3) Gry AI

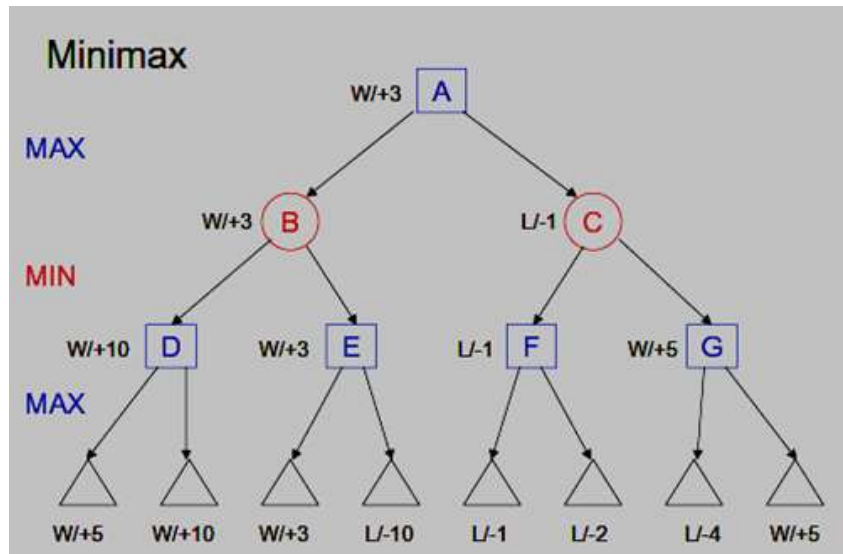
a) Strategia min-max.

- Twierdzenie

Dla każdej dwuosobowej gry o sumie zerowej istnieje wartość V i mieszana strategia dla każdego gracza, takie że:

- Biorąc pod uwagę strategię gracza drugiego, najlepszą możliwą spłatą dla gracza pierwszego jest V.
- Biorąc pod uwagę strategię gracza pierwszego, najlepszą możliwą spłatą dla gracza drugiego jest -V.

- Oponenty w grze : **MIN** i **MAX** – **zaczynający**
 - Utwórz drzewo dla gry do maksymalnej głębokości, na ile starczy czasu.
 - Oceń wartości funkcji heurystycznej poczynając od liści.
 - Cofnij się o jeden poziom i dokonaj ocen znajdujących się tam węzłów.
 - Po osiągnięciu korzenia wybierz decyzję maksymalizującą zyski.
- Dla skończonych drzew decyzja min-max jest kompletna; dla racjonalnych oponentów najlepsza.
- Złożoność $t \sim O(b^m)$, pamięć $O(bm)$
- Przykład: oceniamy liście i cofamy się do góry przenosząc najwyższe lub najniższe oceny na węzły z ruchami dla **MIN** i **MAX**

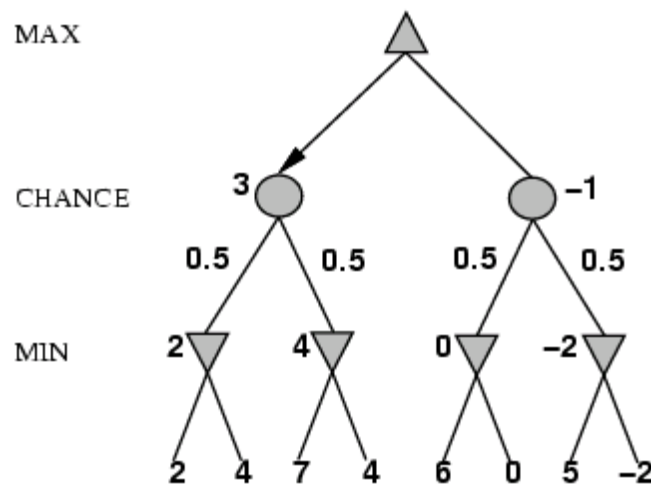


b) Jaka jest wartość gry kółko i krzyżyk zgodnie ze strategią min-max?

- Remis.

c) Gry niedeterministyczne- zbudować drzewo (np. rzut monetą).

- Nawiązanie do RPISM-u; nie powinno stanowić problemu.
- W grach niedeterministycznych używamy strategii min-max połączoną z oceną probabilistyczną szans na generowanie kolejnego ruchu. Poniżej przykład:



4) Reprezentacja wiedzy i wnioskowanie

a) Dane, informacja, wiedza.

- Generalnie:
 - Wiedza – w ujęciu filozoficznym zbiór uzasadnionych przekonań.
 - W ujęciu naukowym zbiór uzasadnionych empirycznie lub logicznie / matematycznie stwierdzeń, które można podawać falsyfikacji i krytyce.
- Przykładowo:
 - '123456789' to ciąg symboli;
 - 'Nr telefonu 123456789' to dane + interpretacja;
 - 'Nr telefonu do Ewy 123456789' to informacje powiązane relacjami.
- Podsumowując- w wykładach nic więcej nie ma, jakaś głupota z tym pytaniem...

b) Metody reprezentacji wiedzy (niby trzeba tylko tabelkę umieć).

- Główną siłą sprawczą wyznaczającą zakres i kierunek prac nad reprezentowaniem wiedzy jest to, do czego owa reprezentacja ma być stosowana oraz w jaki sposób wiedza będzie pozyskiwana.
- Zatem nie istnieje jedna, akceptowana przez wszystkich definicja reprezentacji wiedzy.
- Przez termin 'reprezentacja wiedzy' ogólnie rozumie się sposób, w jaki wiedza o świecie jest przedstawiana wraz z metodami przetwarzania wiedzy, a zwłaszcza wnioskowania (lub inaczej- inferencji).

Język naturalny	Metody stosowane w obszarze baz danych, np. UML	Logika matematyczna (klasyczna, niestandardowa)
Reguły produkcji	Sieci semantyczne	Grafy koncepcji
Ontologie	Ramy, scenariusze	Zbiory przybliżone
XML	Sieci neuronowe	Algorytmy genetyczne

c) Predykat (pozdrawiamy Piwakowskiego).

- Predykat to:
 - Funktor zdaniotwórczy od co najmniej jednego argumentu nazwowego;
 - Funkcja zdaniowa argumentów nazwowych;
 - Wyrażenie opisujące pewne własności lub relacje.
- Predykat jako funktor zdaniotwórczy- przykłady
 - *pod(kot, stół)* Może reprezentować zdanie „Kot znajduje się pod stołem”
 - Zdanie *Istnieje jedna osoba, która napisała "Pana Cogito"* można zapisać w postaci $(\exists X)\text{napisał}(X, \text{"Pan Cogito"})$
 - Zdanie *Nie ma inteligentnych mrówek* (nie mogłem tego pierdolnika znaleźć więc wstawiłem !- chyba jasne)
$$!(\exists X)[\text{mrówka}(X) \wedge \text{inteligentny}(X)]$$
 - Więcej w wykładach z matematyki dyskretniej <leń>

d) Reguły wnioskowania.

- Wnioskowanie to proces stosujący reguły wnioskowania dla uzyskania WPZ z zadanego zbioru WPZ.
- WPZ uzyskane drogą wnioskowania nazwa się wnioskiem, a ciąg zastosowanych reguł wnioskowania tworzy dowód.
- Wnioskowanie jest procesem wielokrokowym, gdzie w każdym kroku stosowana jest odpowiednio dobrana reguła wnioskowania.
- Reguła wnioskowania składa się z :
 - Zbioru wyrażeń zwanych **warunkami**;
 - Zbioru wyrażeń zwanych **konkluzjami**;
- W ten sposób stosując reguły wnioskowania z WPZ i zbiorów WPZ otrzymujemy nowe WPZ, aż do uzyskania wymaganego wyrażenia.
- Rodzaje reguł:
 - Reguła odrywania (modus ponens) – ze zdania (reguły) **jeśli A to B** i zdania (faktu) **A** wynika konkluzja (fakt) **B**; inaczej zwane wnioskowaniem w przód.
 - Uniwersalna specjalizacja(nie jestem pewien, czy to kolejny rodzaj reguły) – wytwarza WPZ **$W(a)$** z WPZ **$(\forall x)W(x)$**
 - Reguła rezolucji – ze zdania **A lub B** i zdania **nie A lub C** wynika zdanie **B lub C**; inaczej jest to metoda automatycznego dowodzenia twierdzeń oparta na generowaniu nowych klauzul aż dojdzie do sprzeczności. W ten sposób można udowodnić, że dane twierdzenie nie jest spełnialne, lub też, co jest równoważne, że jego zaprzeczenie jest tautologią.

e) Strategie sterowania wnioskowaniem.

- Przy stosowaniu reguły odrywania możliwe są dwie podstawowe strategie:

Wnioskowanie w tył (należy wykazać A)	
Baza wiedzy	Wnioskowanie
(1) $A \leftarrow B \wedge C$	1 Aby wykazać A należy wykazać B i C.
(2) $A \leftarrow C \wedge D$	2 Aby wykazać B należy wykazać F i E.
(3) $B \leftarrow F \wedge E$	3 Aby wykazać F należy wykazać R.
(4) $C \leftarrow R \wedge S$	4 R jest faktem, więc R jest wykazane.
(5) $F \leftarrow R$	5 R jest wykazane, więc F jest wykazane.
(6) D	6 E jest faktem, więc E jest wykazane.
(7) E	7 B jest wykazane.
(8) R	8 Aby wykazać C należy wykazać R i S.
(9) S	9 R jest faktem, więc R jest wykazane.
	10 S jest faktem, więc S jest wykazane.
	11 C jest wykazane.
	12 A jest wykazane.

Wnioskowanie w przód (należy wykazać A)	
Baza wiedzy	Wnioskowanie
(1) $A \leftarrow B \wedge C$	
(2) $A \leftarrow C \wedge D$	
(3) $B \leftarrow F \wedge E$	
(4) $C \leftarrow R \wedge S$	(10) (8)(5) F
(5) $F \leftarrow R$	(11) (3)(7)(10) B
(6) D	(12) (4)(8)(9) C
(7) E	(13) (1)(11)(12) A
(8) R	
(9) S	

f) Wnioskowanie w świecie smoka

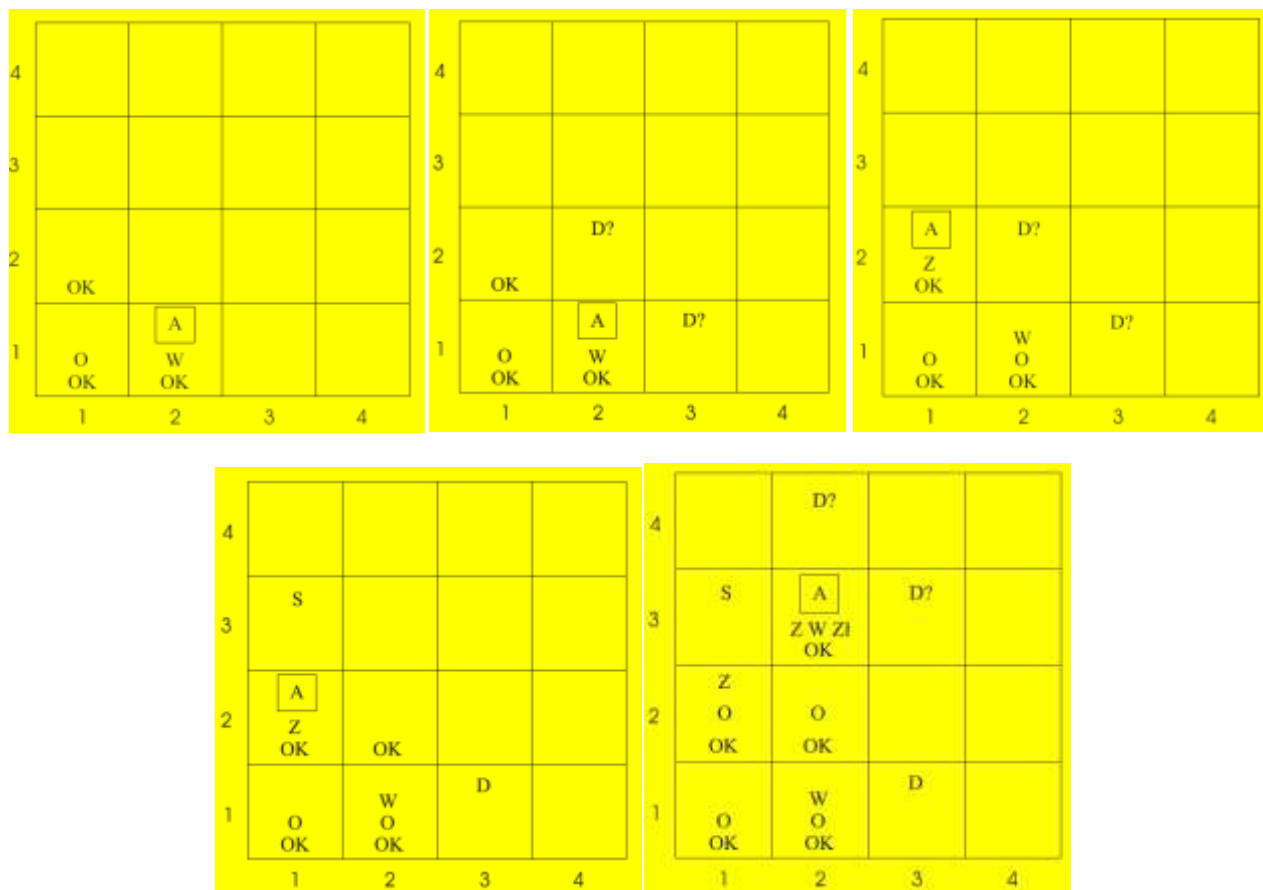
- Podczas działania systemu agent odbiera sygnały, podejmuje akcje i ma następujące cele:
 - W kwadracie zawierającym smoka i kwadratach przylegających bokami agent czuje zapach;
 - W kwadratach przylegających do dziury agent czuje powiew wiatru;
 - W kwadracie zawierającym złoto agent zauważa blask;
 - Gdy agent usiłuje przejść przez ścianę ograniczającą system, to czuje uderzenie;
 - Gdy smok zostaje zabity, to wydaje przenikliwy dźwięk, który jest słyszalny w każdym kwadracie.
 - Dostaje wektor z sygnałami; np. [zapach, nic, blask, nic, nic].
 - Ma jedną strzałę, którą może strzelić (leci prosto, jak trafi w smoka to go ZABIJA).
 - Może przesunąć się kwadrat do przodu / obrócić o 90° / chwycić obiekt na tym samym kwadracie / wyjść z jaskini, gdy znajduje się na polu [1,1];
 - Zginie gdy wpadnie w dziurę / żywego smoka.
 - Ma za zadanie wynieść złoto tak szybko, jak to możliwe; 1000 pkt za wyniesienie złota, podjęta akcja kosztuje 1 pkt a utrata życia 10000 pkt.
- Poniżej przykładowa ścieżka dla agenta; mamy zdanie Zapach występuje w kwadracie wtedy i tylko wtedy, gdy przynajmniej w jednym sąsiednim kwadracie znajduje się smok. Na podstawie tego zdania mamy

$$(\forall X, Y) [ws(X, Y) \wedge z(X, Y)] \equiv (\exists X_s, Y_s) [ws(X_s, Y_s) [ws(X_s, Y_s) \wedge ks(X, Y, X_s, Y_s) \wedge s(X_s, Y_s)]]$$

gdzie predykaty ws, z, ks i s oznaczają odpowiednio znajdowanie się w systemie, zapach, kwadrat sąsiedni i obecność smoka.

- Nie sprawdzając znajdowania się współrzędnych wewnątrz systemu oraz zapisując sąsiedztwo w jawny sposób i nie pisząc jawnie kwantyfikatorów, możemy na podstawie powyższego napisać dwie równoważne reguły:

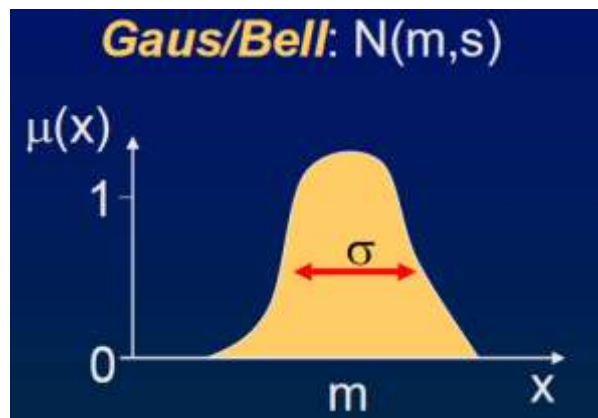
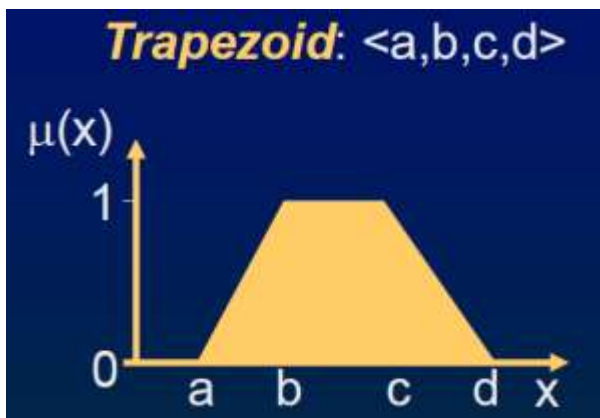
$$\begin{aligned} !z(X, Y) &\rightarrow !s(X, Y) \wedge !s(X-1, Y) \wedge !s(X+1, Y) \wedge !s(X, Y-1) \wedge !s(X, Y+1) \\ z(X, Y) &\rightarrow s(X, Y) \vee s(X-1, Y) \vee s(X+1, Y) \vee s(X, Y-1) \vee s(X, Y+1) \end{aligned}$$



- Podsumowując- myślę że nie trzeba tego wszystkiego umieć, trzeba wiedzieć jak poruszać się agentem i styknie.

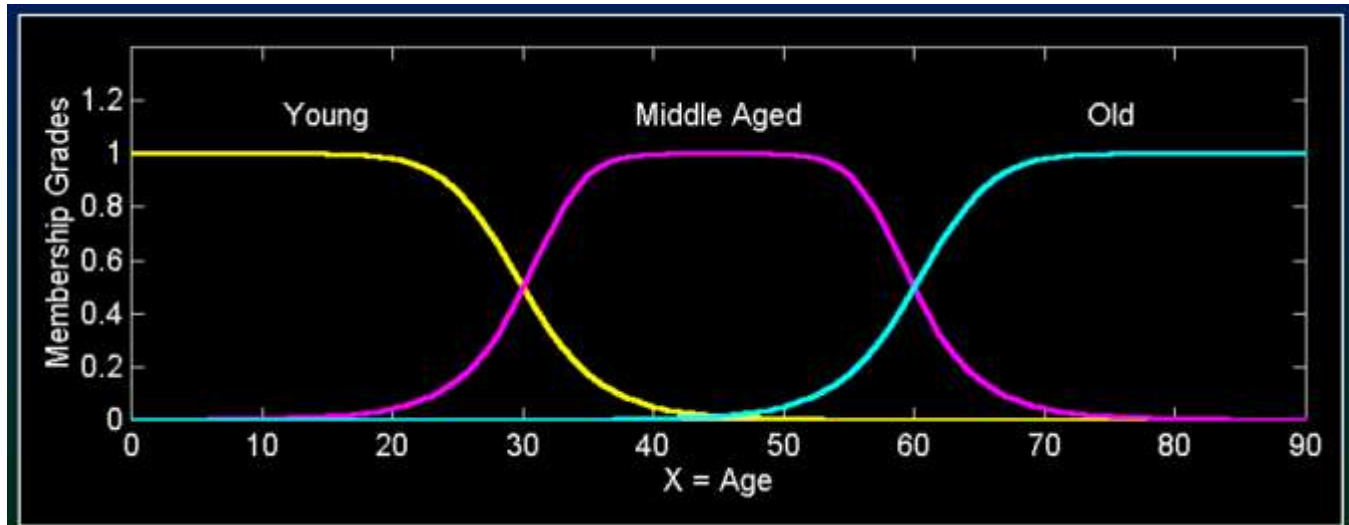
5) Logika rozmyta

a) Typy funkcji przynależności.



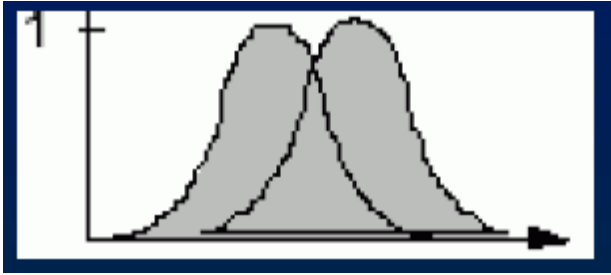
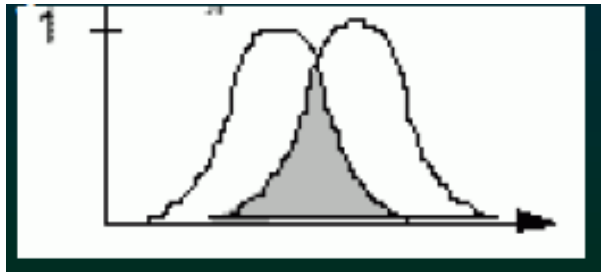
b) Zmienne lingwistyczne.

- Np. W = 20 -> wiek = młody
- Zmienna lingwistyczna : temperatura
 - Termy (zbiory rozmyte) : { zimno, ciepło, gorąco }



c) Suma i iloczyn zbioru.

- A i B to nasze zbiory rozmyte.

Suma to zbiór o funkcji przynależności $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$	Suma to zbiór o funkcji przynależności $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
	
max można zastąpić dowolną S-normą $S(a,b)$, która dla obu argumentów jest niemalejąca, przemienne, łączna i $S(a,0) = a$, $S(a,1) = 1$	min można zastąpić dowolną T-normą $T(a,b)$, która dla obu argumentów jest nierosnąca, przemienne, łączna i $T(a,0) = 0$, $T(a,1) = a$