KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Krzysztof Ślot

Sztuczna inteligencja/ Sztuczne sieci neuronowe – uczenie nienadzorowane

Zadanie nr ... – Studia podyplomowe „...”

Prezentacja multimedialna
współfinansowana przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
w projekcie

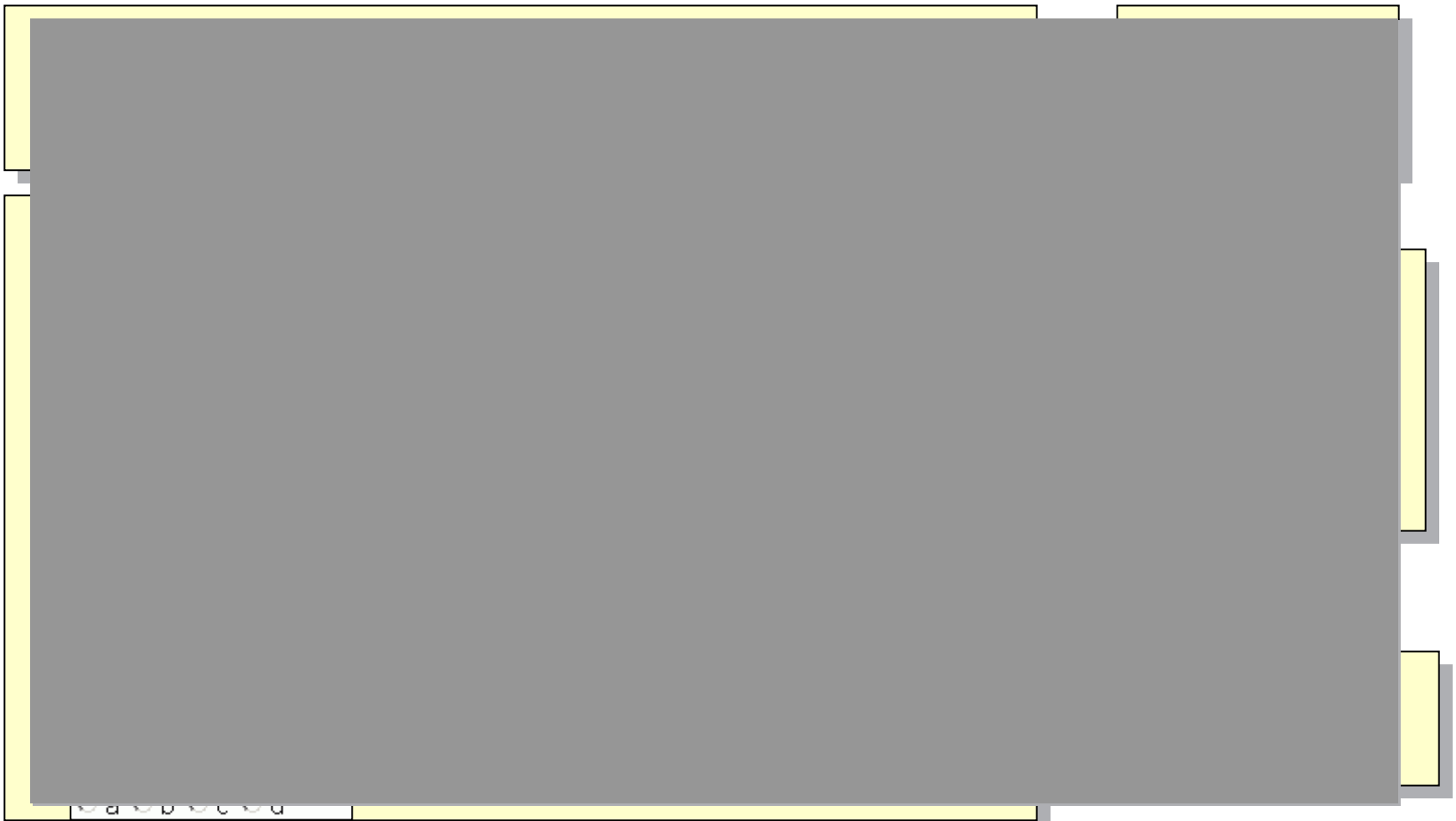
„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń – zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie Uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacniania zdolności do zatrudniania osób niepełnosprawnych”

Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,
tel. 042 631 28 83
www.kapitalludzki.p.lodz.pl

Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczenie nienadzorowane sieci neuronowych

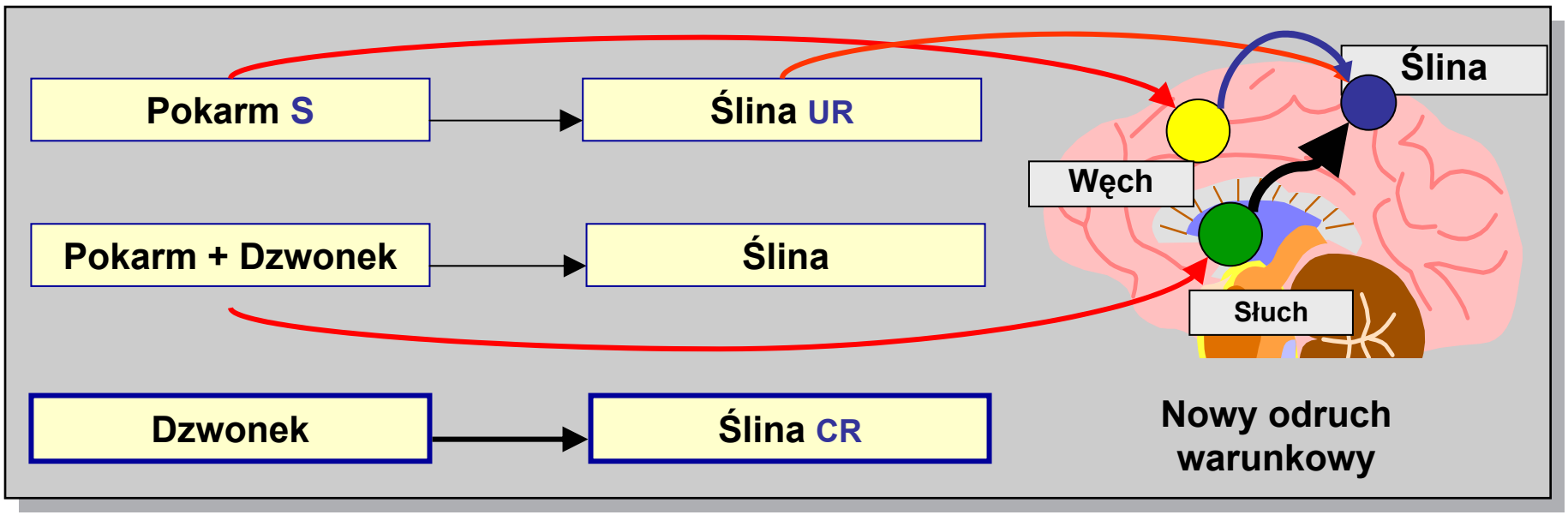


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczenie nienadzorowane sieci neuronowych – wstęp

- Uczenie nadzorowane ma niewiele wspólnego z procesami zachodzącymi w rzeczywistych neuronach (neuron nie ma ‘arbitra’ oceniającego poprawność pracy)

- Doświadczenie Pawłowa i poznawanie mechanizmów uczenia



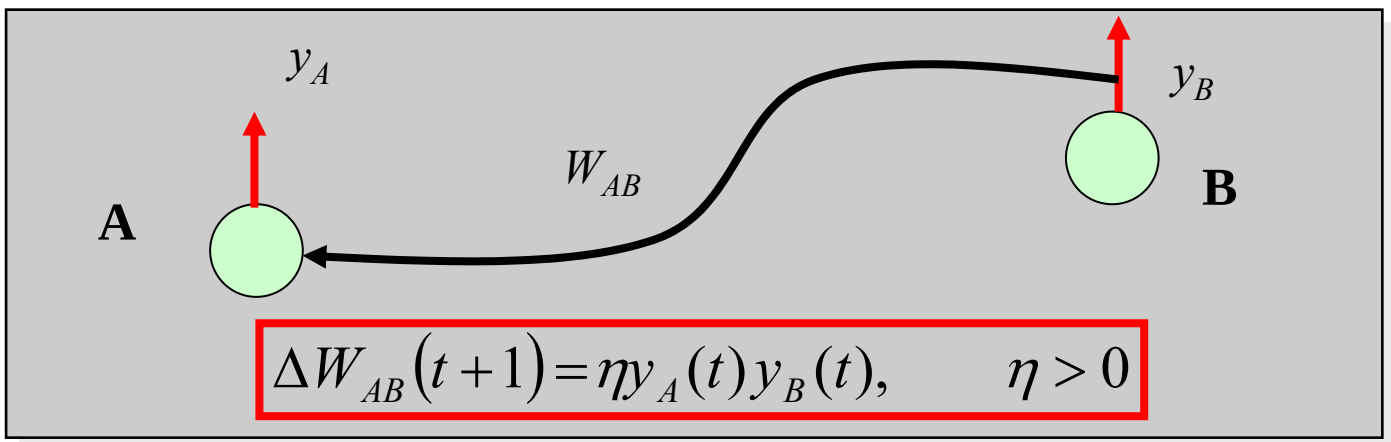
S - stymulacja, UR – odruch bezwarunkowy, CR – odruch warunkowy

Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczenie nienadzorowane neuronu

- Doświadczenie Hebba i pierwsze teorie uczenia nienadzorowanego

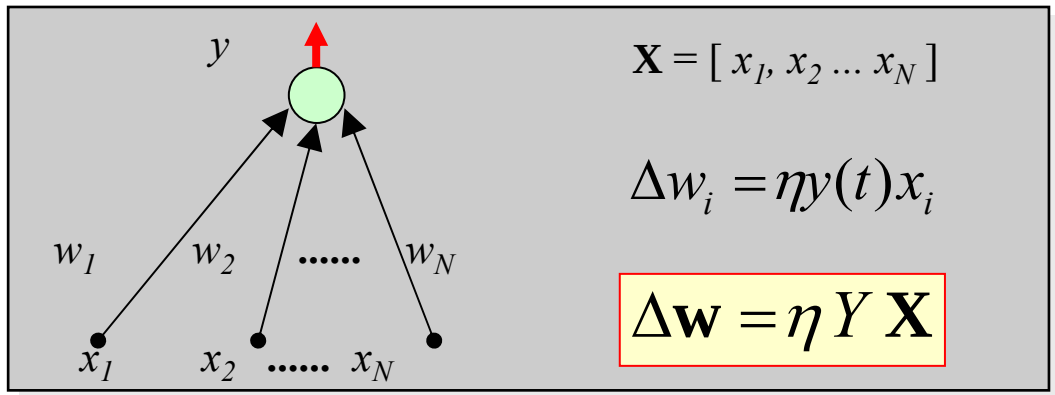
„When an axon of a cell A is near enough to exite a cell B and repeatedly takes part in firing it, some growth process or metabolic changes take place in one or both cells that A's efficiency as one of the cells firing B, is increased"



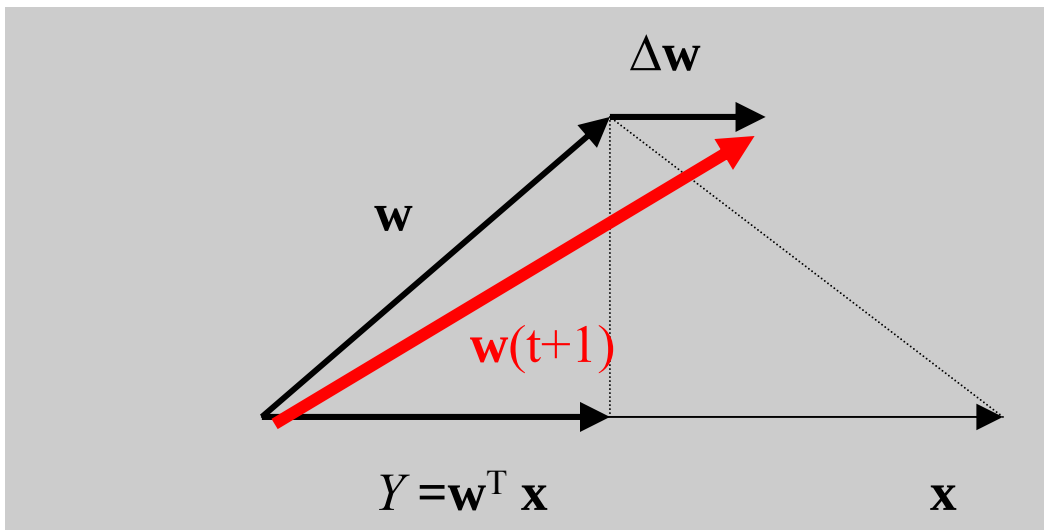
Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Reguła Hebba uczenia neuronu

- Reguła Hebba uczenia nienadzorowanego neuronów



- Interpretacja geometryczna reguły Hebba



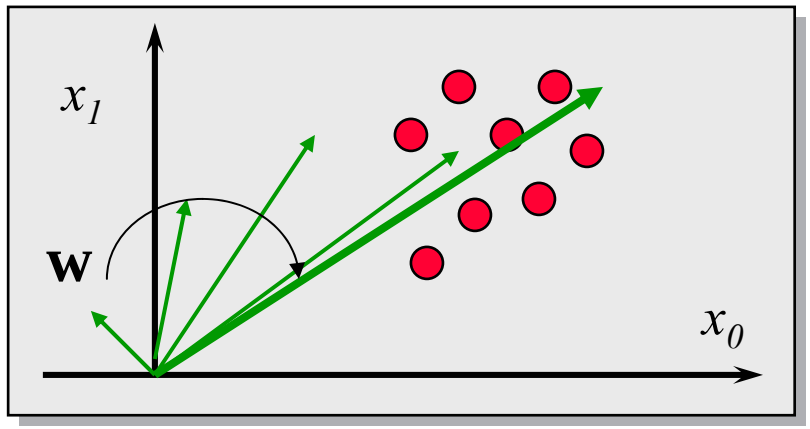
Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Reguła Hebba uczenia neuronu

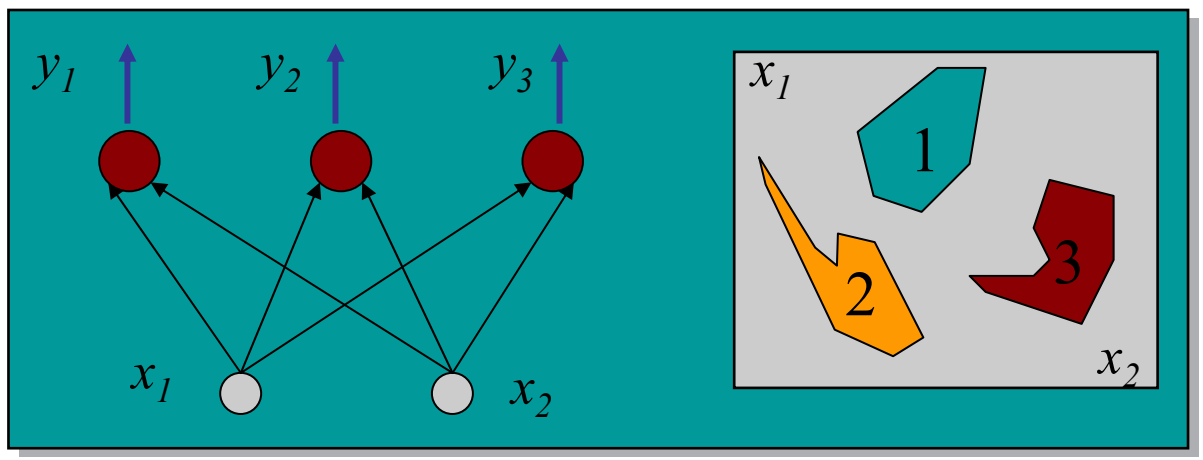
- Podstawowe właściwości reguły Hebba

  Kierunek wyuczonego wektora wskazuje środek skupienia próbek treningowych

  Długość wektora wag rośnie w sposób nieograniczony – musi być normalizowana



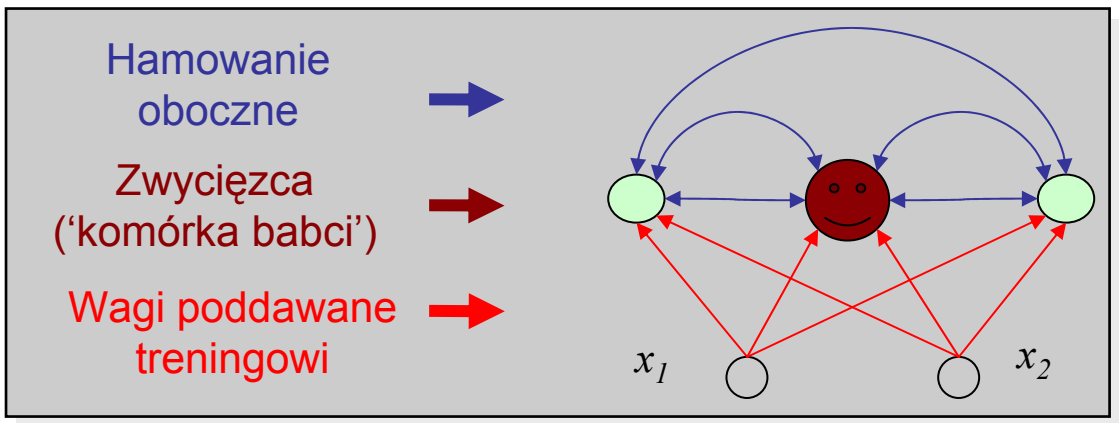
- Uczenie sieci neuronowej (wiele jednostek)



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczenie nienadzorowane sieci neuronowych

- Mechanizm hamowania obocznego – niezbędny komponent sieci
  - wzajemne tłumienie aktywności jednostek: tylko jeden neuron będzie aktywny



Nazwa strategii: '**zwycięzca bierze wszystko'** (**WTA -** „Winner takes all")

- Programowa implementacja strategii:
  - dwuetapowy algorytm postępowania

$$n^*: \quad \mathbf{w}^{*T}\mathbf{x} > \mathbf{w}_j^T\mathbf{x}$$

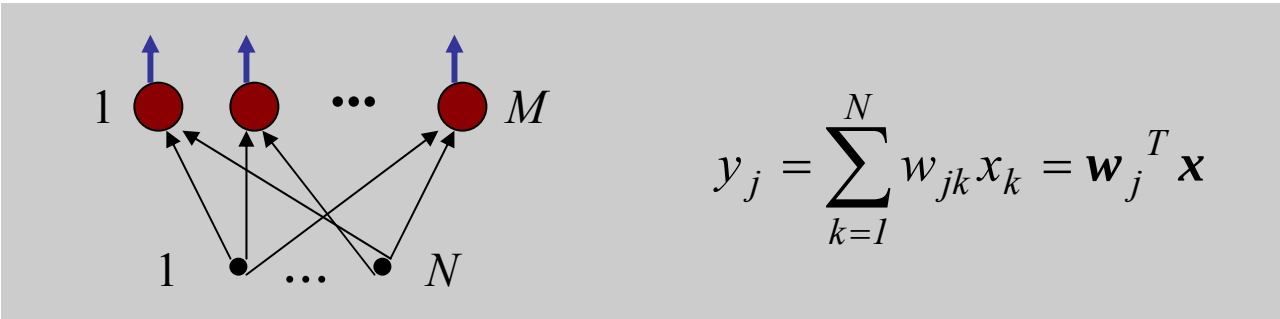
Określ zwycięzcę: n*

$$\Delta \mathbf{w}^* = \eta Y^* \mathbf{x}$$

Koryguj jedynie wagi zwycięskiego neuronu

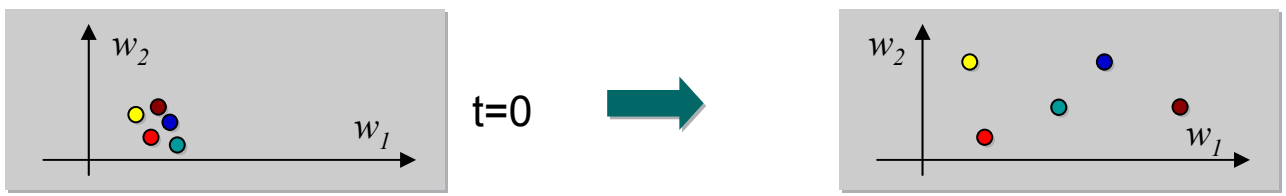
Strategia WTA

- Architektura sieci: jedna warstwa, neurony liniowe



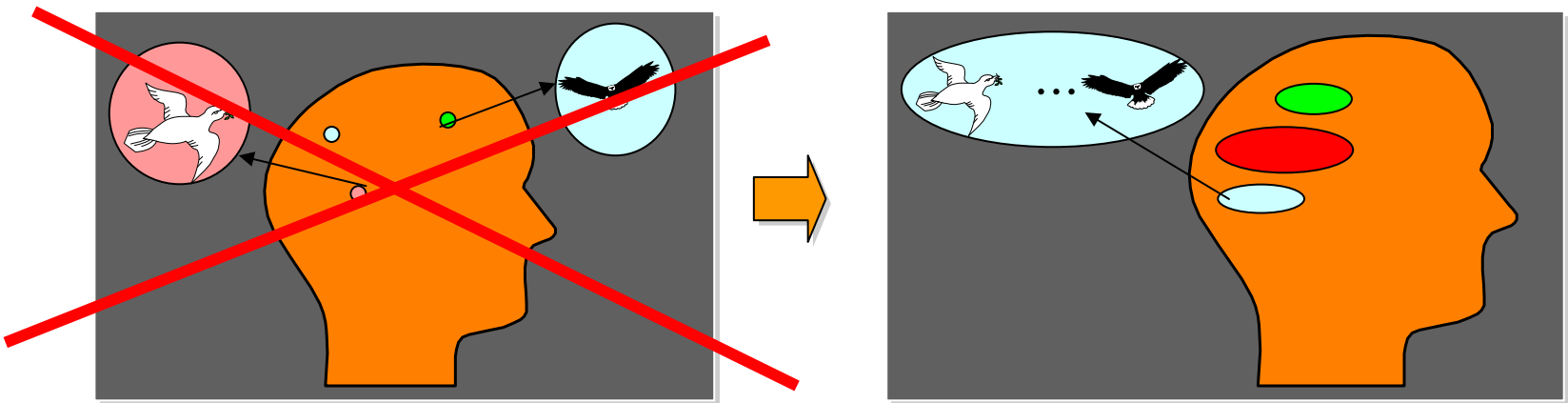
$$y_j = \sum_{k=1}^{N} w_{jk} x_k = \boldsymbol{w}_j^T \boldsymbol{x}$$

- Poziom aktywacji neuronu: funkcja podobieństwa wektora wag i próbki treningowej
  - Zwycięża neuron o wagach umieszczonych w obszarze przestrzeni cech najbliżej próbki
  - W miarę postępu treningu następuje stopniowe, równomierne pokrywanie przestrzeni cech wektorami wagowymi neuronów sieci (ściślej, rozkład lokalizacji odpowiada rozkładowi gęstości próbek treningowych)



Uczenie nienadzorowane sieci neuronowych

- Mankament strategii WTA: kiepsko modeluje rzeczywiste procesy: brak topologicznego grupowania podobnych pojęć w regionach sieci

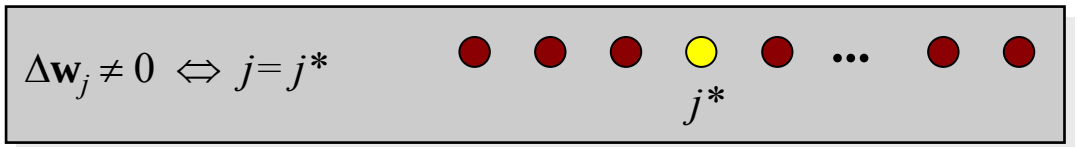


- Modyfikacja zapewniająca przestrzenne odzwierciedlenie rozpoznawanych pojęć: strategia „Zwycięzca bierze większość” (WTM – Winner Takes Most)

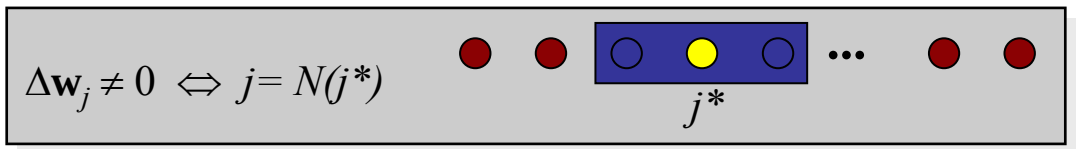
- Istota modyfikacji: korekty wag obejmują neuron zwycięski i jego topologiczne sąsiedztwo

Strategie uczenia nienadzorowanego

- Korekty wag

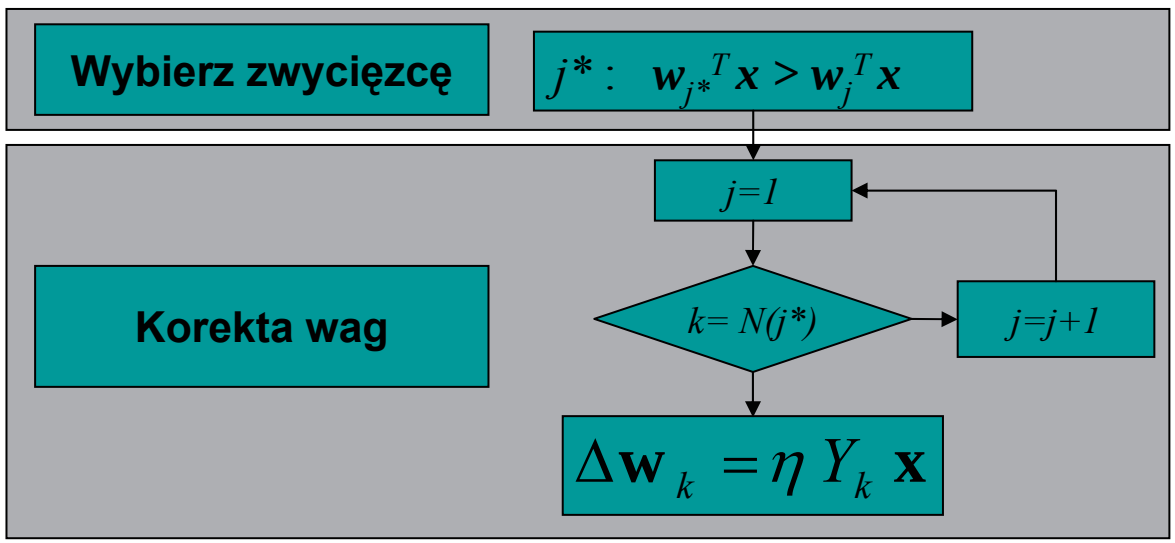


WTA: tylko neuron *j**



WTM: j* i jego sąsiedzi

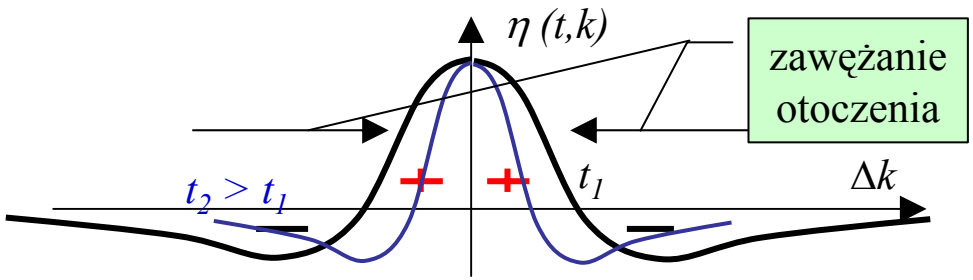
- Algorytm treningu sieci



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Strategia WTM

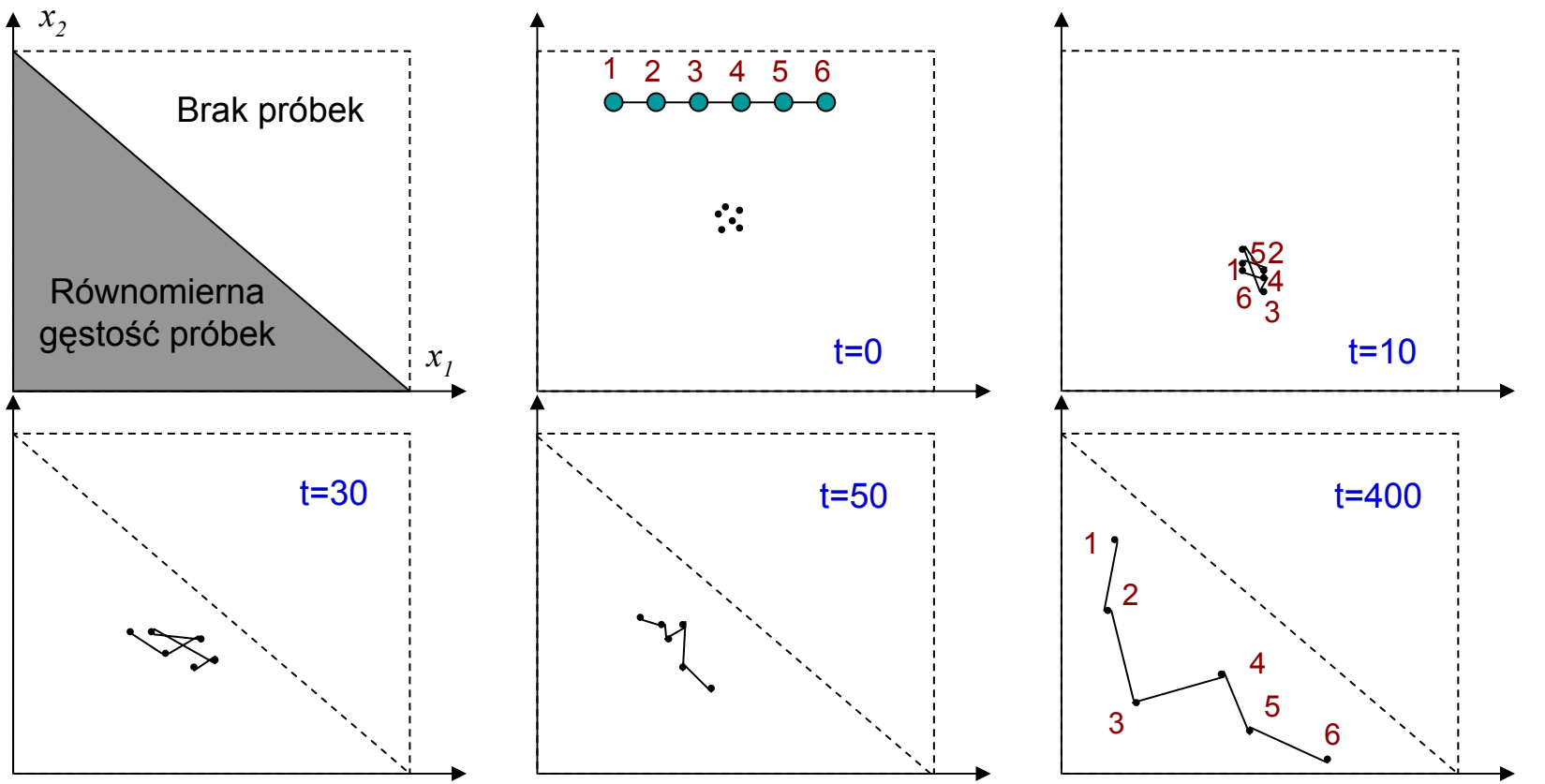
- Architektura sieci – jak dla sieci uczonych metodą WTA
- Uczenie – proces stopniowego przemieszczania się położeń wektorów w przestrzeni cech, dążący do odwzorowania rozkładu gęstości próbek treningowych.
  - odzwierciedlenie topologii przestrzeni cech w topologii sieci
  - uczenie to porządkowanie położeń sąsiednich wektorów w przestrzeni cech - **samoorganizacja**
- Sieci Kohonnena
  - Sieci uczone metodą WTM
  - W trakcie uczenia zmienia się reguła dotycząca modyfikacji wag neuronów sąsiednich (otoczenie się zmniejsza – rośnie selektywność odwzorowania)



η (t=0) : otoczenie początkowe (obejmuje np. połowę ogólnej liczby neuronów)

Strategia WTM

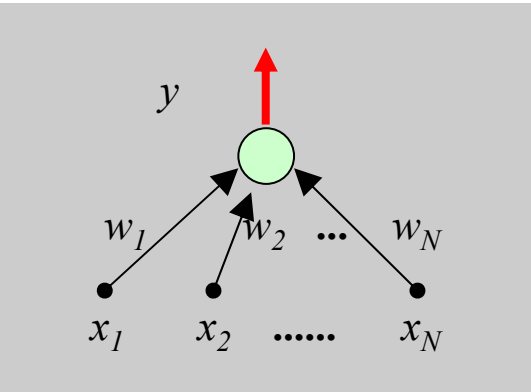
- Przykładowa procedura uczenia
  - Sieć zawiera 6 neuronów o losowych, niewielkich wartościach początkowych wag



Reguła Oji uczenia neuronu

- Alternatywa względem reguły Hebba
  - wada reguły Hebba – konieczność normalizacji długości wektorów wag

- Reguła Oji: automatyczne utrzymywanie jednostkowej długości wektora



$$\Delta w_i = \eta y(t)(x_i(t) - y(t)w_i)$$

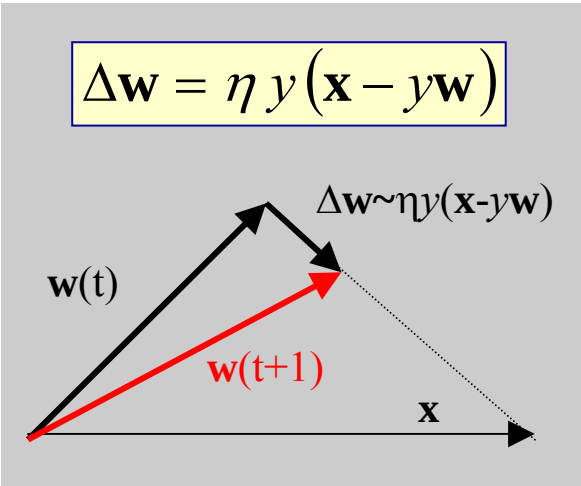
$$\Delta \mathbf{w} = \eta\, y\left(\mathbf{x} - y\mathbf{w}\right)$$

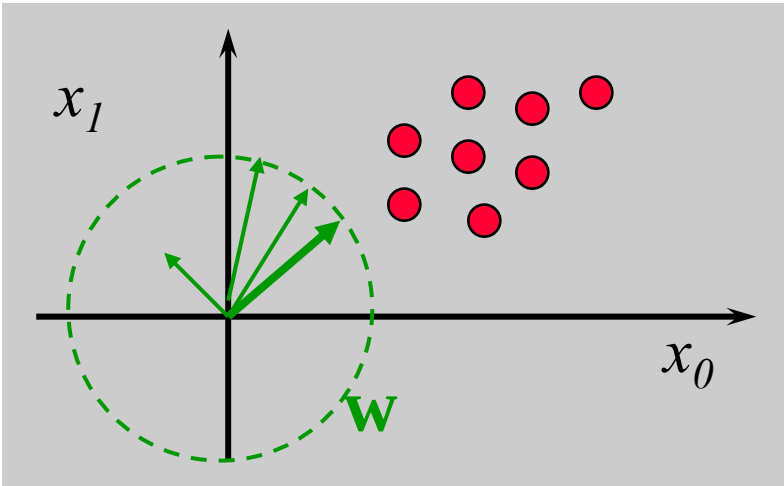
Wstecznie propagowane wyjście

- Właściwości reguły Oji
  - jednostkowa długość wektora wag
  - kierunek wskazuje największą zmienność w zbiorze próbek treningowych

Reguła Oji uczenia neuronu

- Interpretacja geometryczna





- Zastosowania sieci z neuronami uczonymi zgodnie z regułą Oji
  - redukcja wymiarowości przestrzeni cech
  - klasyfikacja