

SIECI NIELINIOWE

ART

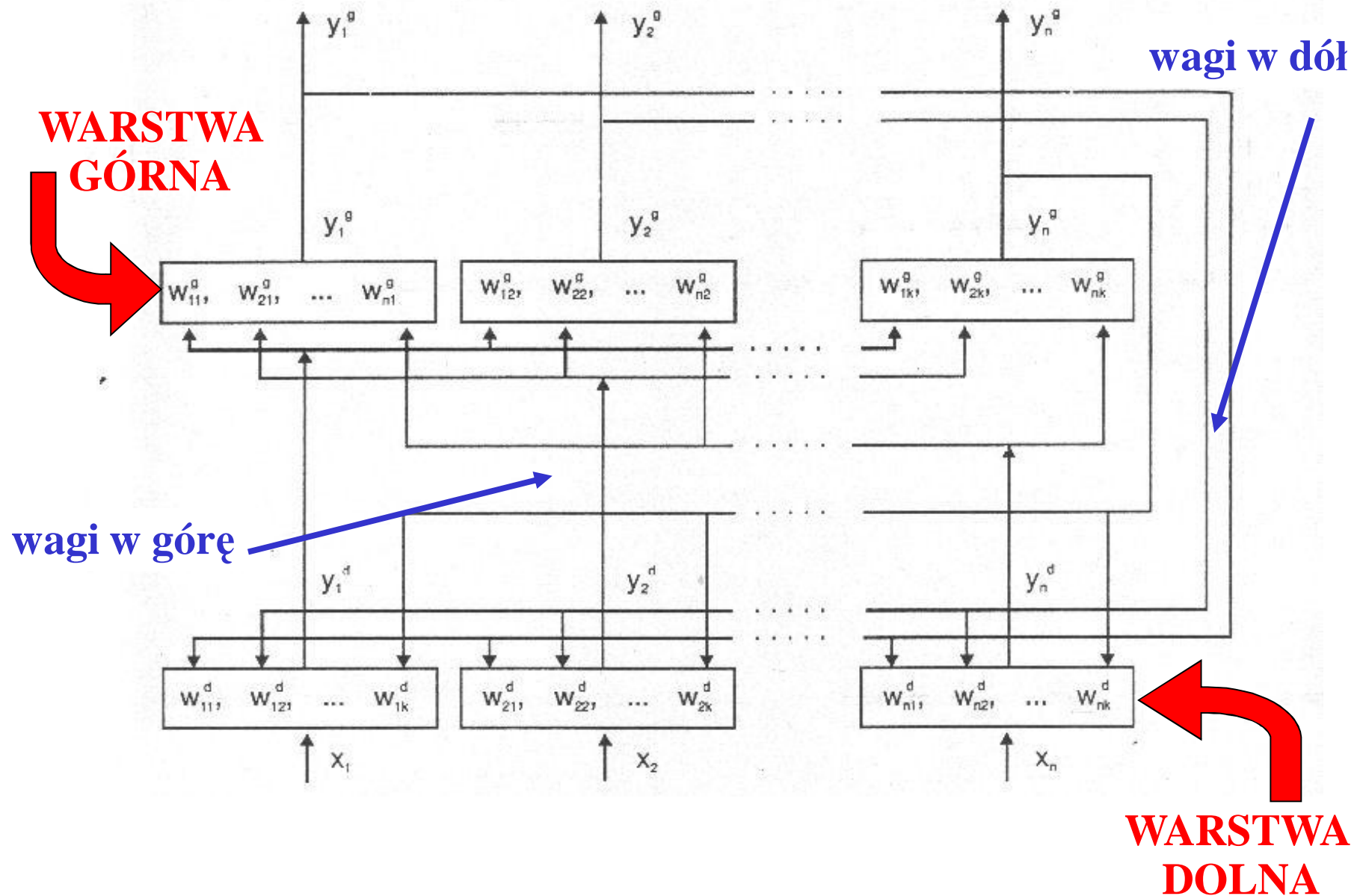
(Adaptive Resonance Theory)

SIECI REZONANSOWE

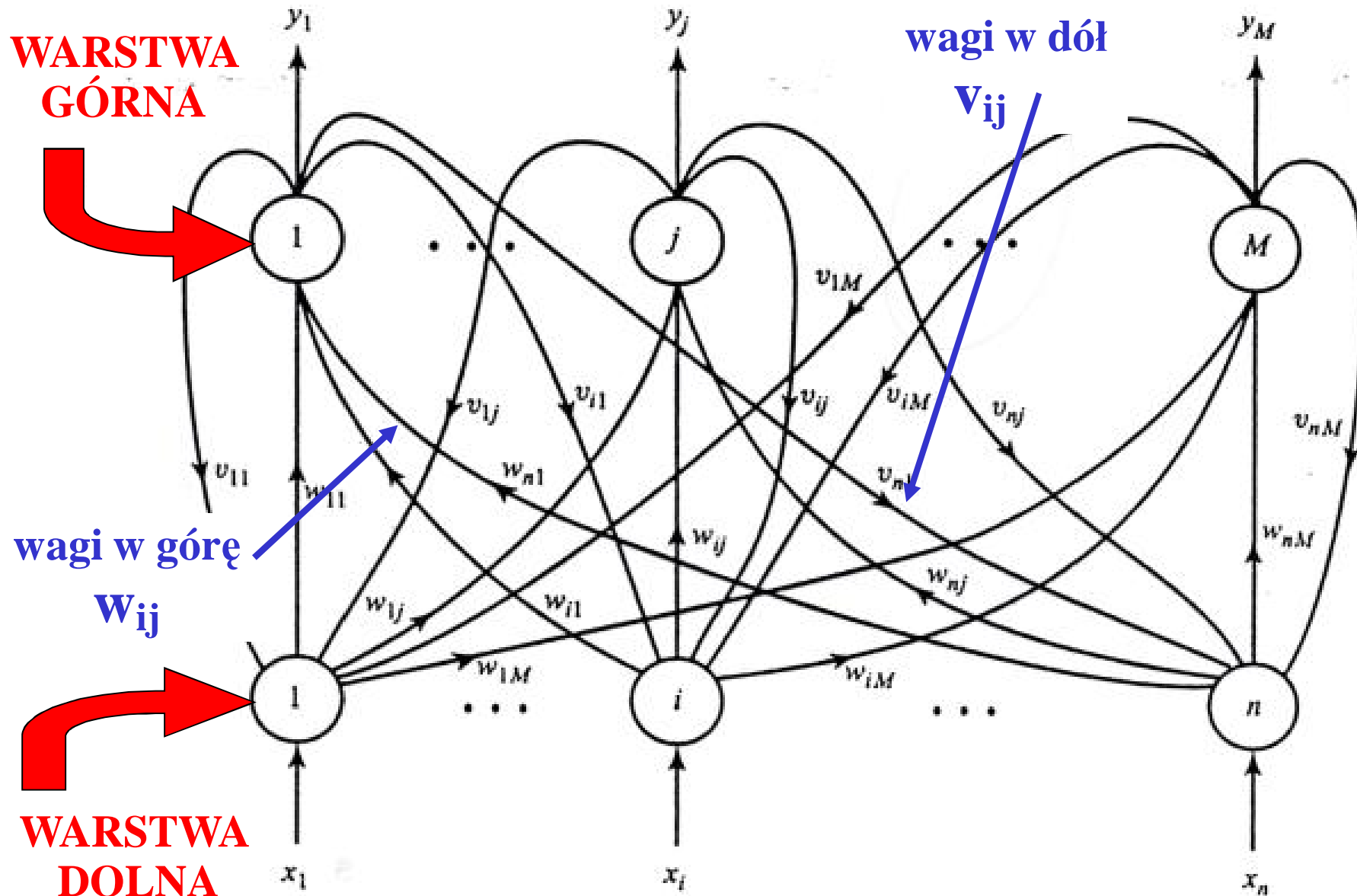
Joanna Grabska- Chrzastowska

**Wykłady w dużej mierze przygotowane w oparciu o materiały i pomysły
PROF. RYSZARDA TADEUSIEWICZA**

STRUKTURA SIECI ART



STRUKTURA ALTERNATYWNA



ZAŁOŻENIA SIECI ART

W górnej warstwie tylko jeden neuron ma sygnał wyjściowy, różny od zera

$$\exists! z, y_z^g > 0$$

Jest to ten, którego suma ważonych sygnałów wejściowych osiągnęła największą wartość

$$\forall j \neq z \left(\sum_{i=1}^n w_{ij}^g y_i^d < \sum_{i=1}^n w_{iz}^g y_i^d \right)$$

Jego sygnał wyjściowy przyjmowany jest jako równy 1, pozostałe neurony mają sygnały wyjściowe wyzerowane

$$\forall j \neq z, y_j^g = 0$$

Będziemy chwilowo zakładali, że wszystkie rozważane sygnały są binarne, tzn.

$$x_i \in \{0, 1\} \quad , \quad y_i^g \in \{0, 1\} \quad \text{i} \quad y_i^d \in \{0, 1\}$$

UCZENIE ART

wagi w dół

$$w_{ij}^{d(k+1)} = \begin{cases} 1 & \text{gdy } (y_i^{d(k)} = 1) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \\ w_{ij}^{d(k)} & \text{gdy } y_j^{g(k)} = 0 \\ 0 & \text{gdy } (y_i^{d(k)} = 0) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \end{cases}$$

wartości początkowe = 1

PAMIĘĆ KRÓTKOTRWAŁA

wagi w górę

$$w_{ij}^{g(k+1)} = \begin{cases} w_{ij}^{g(k)} + \delta_1 & \text{gdy } (y_i^{d(k)} = 1) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \\ w_{ij}^{g(k)} & \text{gdy } y_j^{g(k)} = 0 \\ w_{ij}^{g(k)} - \delta_2 & \text{gdy } (y_i^{d(k)} = 0) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \end{cases}$$

wartości początkowe – losowe z przedziału $[0,1/2]$

PAMIĘĆ DŁUGOTRWAŁA

UCZENIE ART

$$\text{wagi w górze} \quad w_{ij}^{g(k+1)} = \begin{cases} \frac{\eta}{\eta - 1 + p^{(k)}} & \text{gd}y \quad (y_i^{d(k)} = 1) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \\ w_{ij}^{g(k)} & \text{gd}y \quad y_j^{g(k)} = 0 \\ \mathbf{0} & \text{gd}y \quad (y_i^{d(k)} = 0) \wedge (y_j^{g(k)} = 1) \end{cases}$$

$$p^{(k)} = \sum_{i=1}^n y_i^{d(k)} \quad - \quad \text{liczba pobudzonych neuronów w dolnej warstwie}$$

$$\delta_1 = \eta (1 - w_{ij}^{g(k)}) - w_{ij}^{g(k)} (p^{(k)} - 1)$$

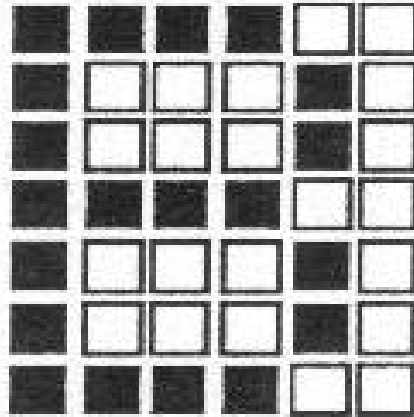
$$\delta_2 = w_{ij}^{g(k)} p^{(k)}$$

lub za firmą NeuralWare

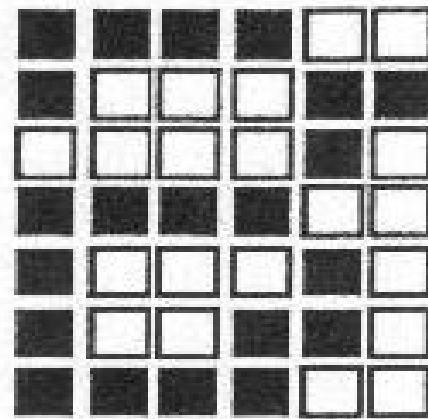
$$\delta_1 = \frac{\eta}{\eta - 1 + p^{(k)}} - w_{ij}^{g(k)}$$

$$\delta_2 = w_{ij}^{g(k)}$$

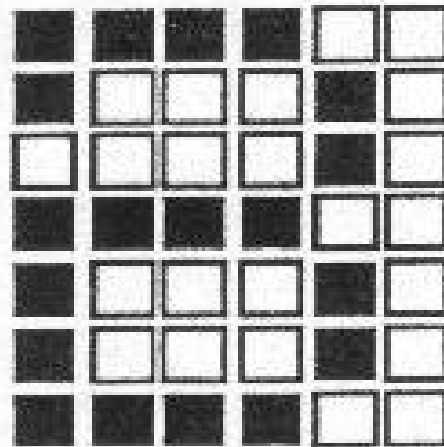
$X =$



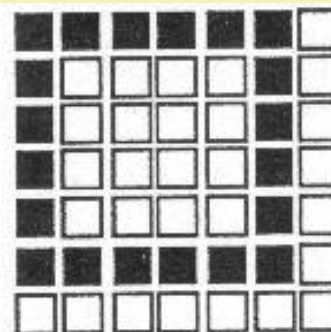
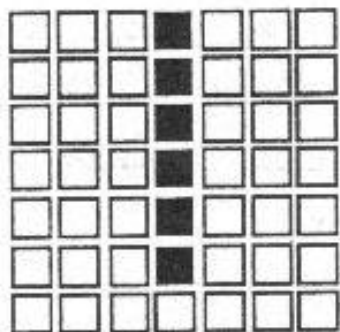
$Y^g =$



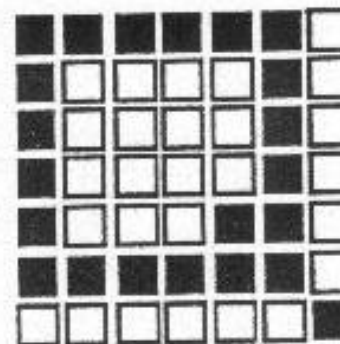
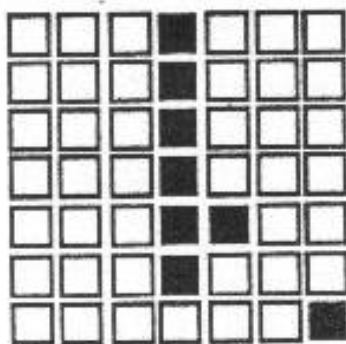
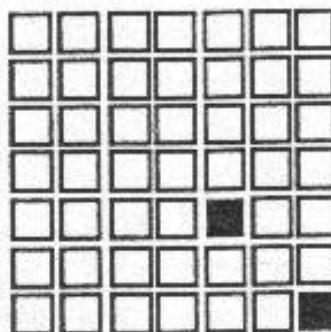
$X =$



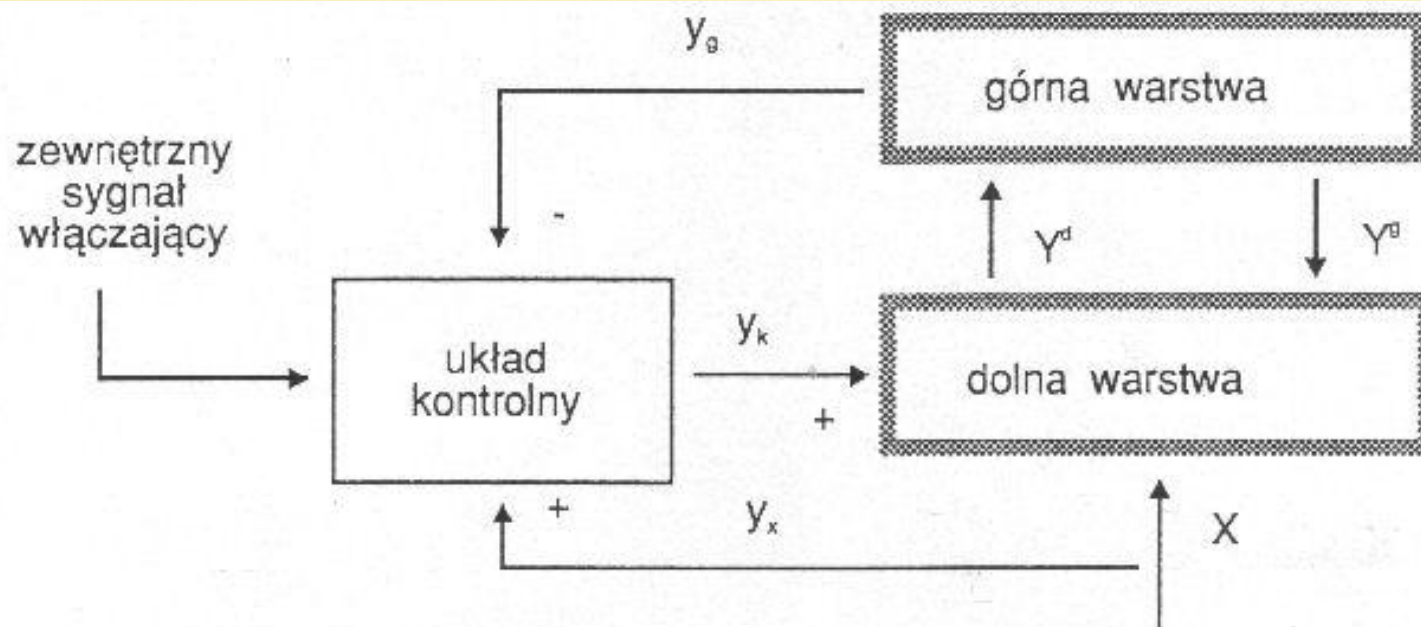
MANKAMENTY SIECI ART



Wyobraźmy sobie teraz, że rozpatrujemy te same obrazy, ale zakłócone dodaniem dwóch pikseli według następującego wzoru



UKŁAD KONTROLNY



$$y_x = \begin{cases} 1 & \text{gdy } \sum_{i=1}^n x_i > 0 \\ 0 & \text{gdy } \sum_{i=1}^n x_i \leq 0 \end{cases}$$

$$y_g = \begin{cases} 1 & \text{gdy } \sum_{i=1}^k y_i^g > 0 \\ 0 & \text{gdy } \sum_{i=1}^k y_i^g \leq 0 \end{cases}$$

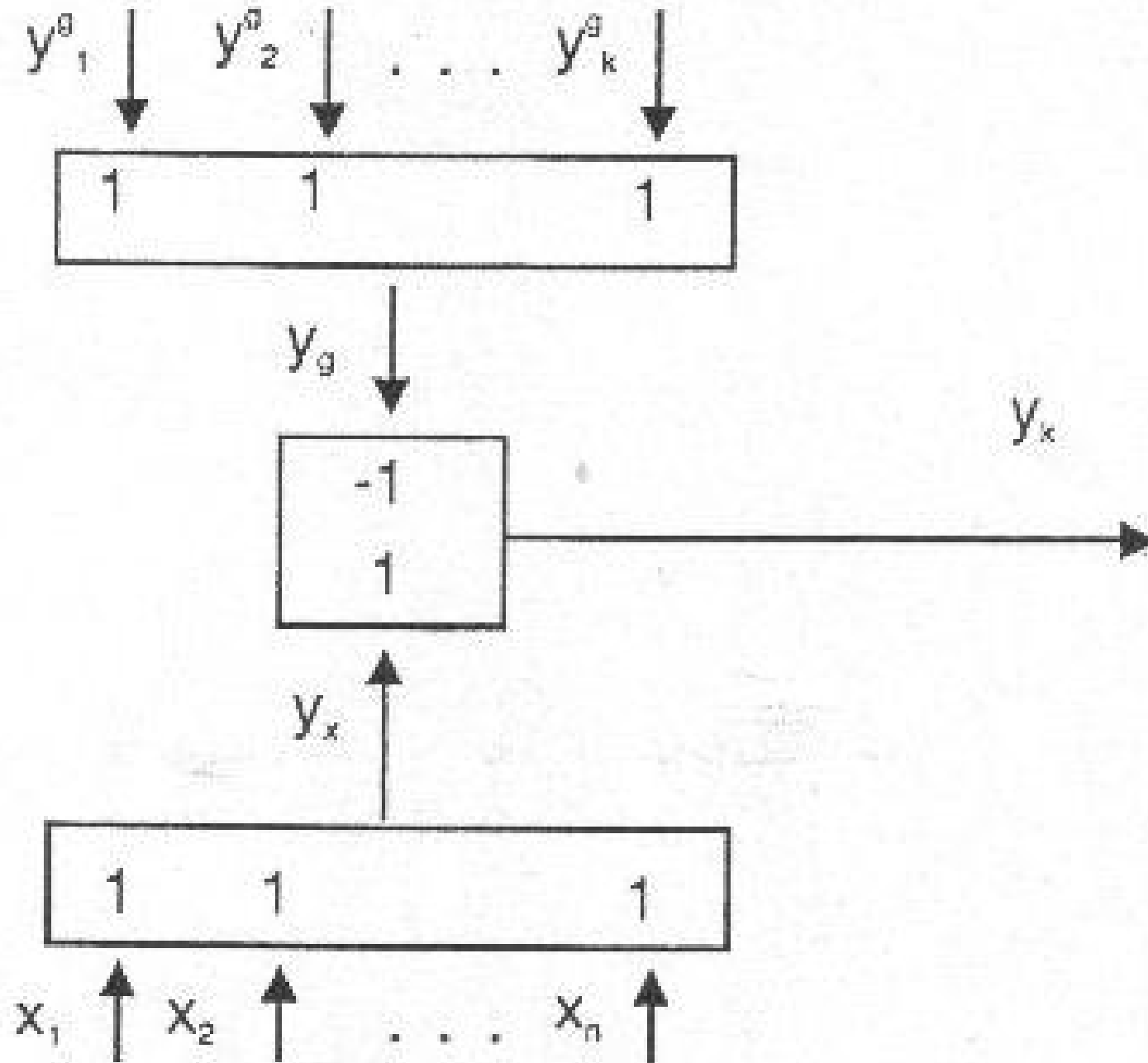
$$y_k = \begin{cases} 1 & \text{gdy } y_x - y_g > 0 \\ 0 & \text{gdy } y_x - y_g \leq 0 \end{cases}$$

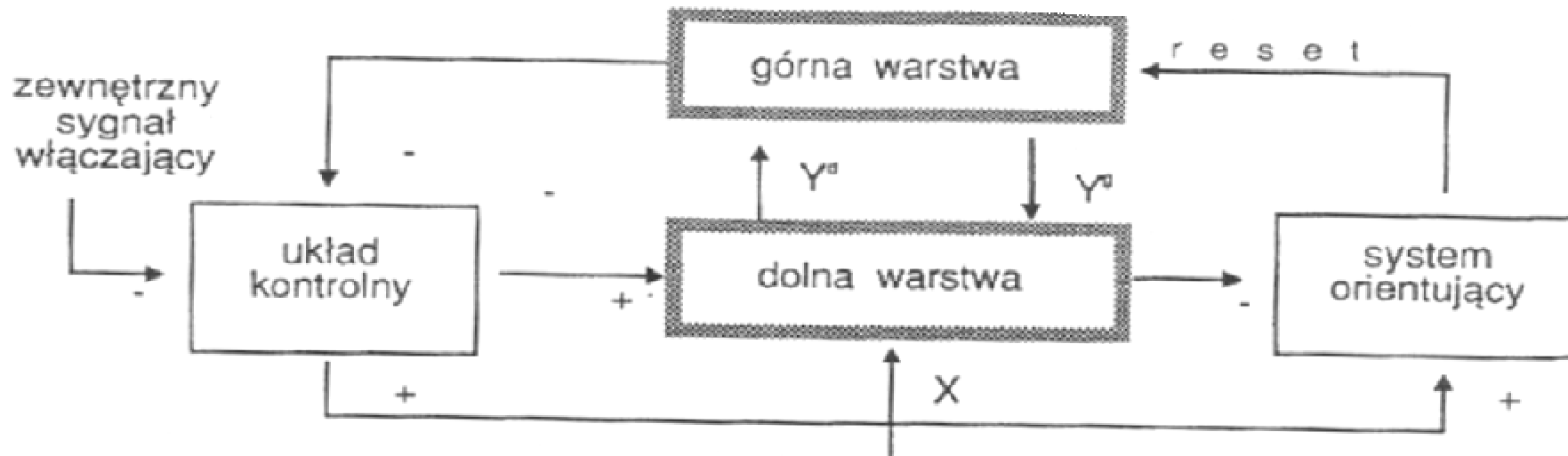
$$y_i^d = \begin{cases} 1 & \text{gdy } x_i + w_{i2}^d y_2^g + y_k > \Theta \\ 0 & \text{gdy } x_i + w_{i2}^d y_2^g + y_k \leq \Theta \end{cases}$$

REGUŁA DWÓCH SYGNAŁÓW Z TRZECH

Q = 1,5

STRUKTURA UK KONTROLNEGO





JEŚLI:

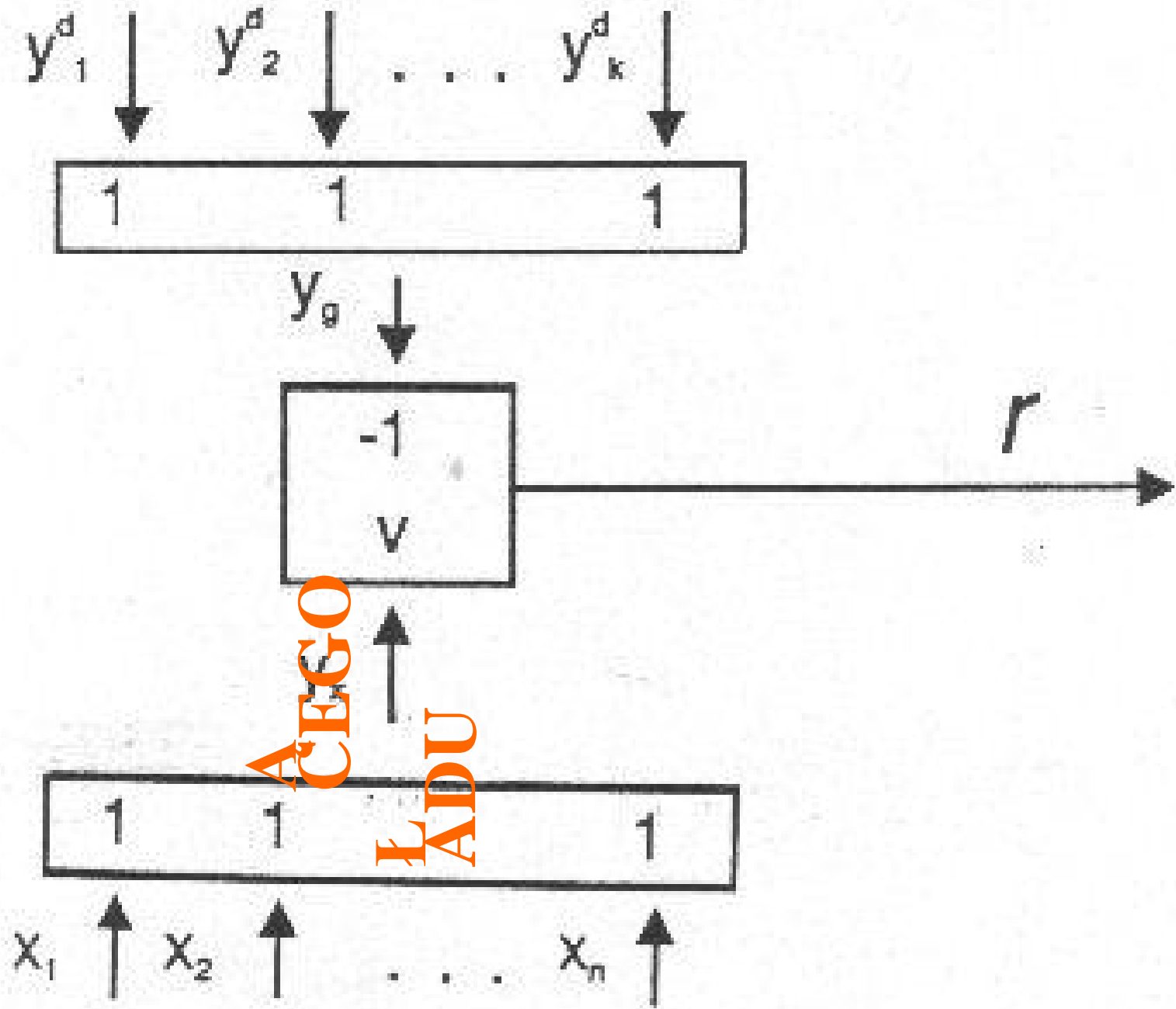
$$v \sum_{i=1}^n x_i > \sum_{i=1}^n y_i^d$$

to generowany jest sygnał blokujący (reset wave)

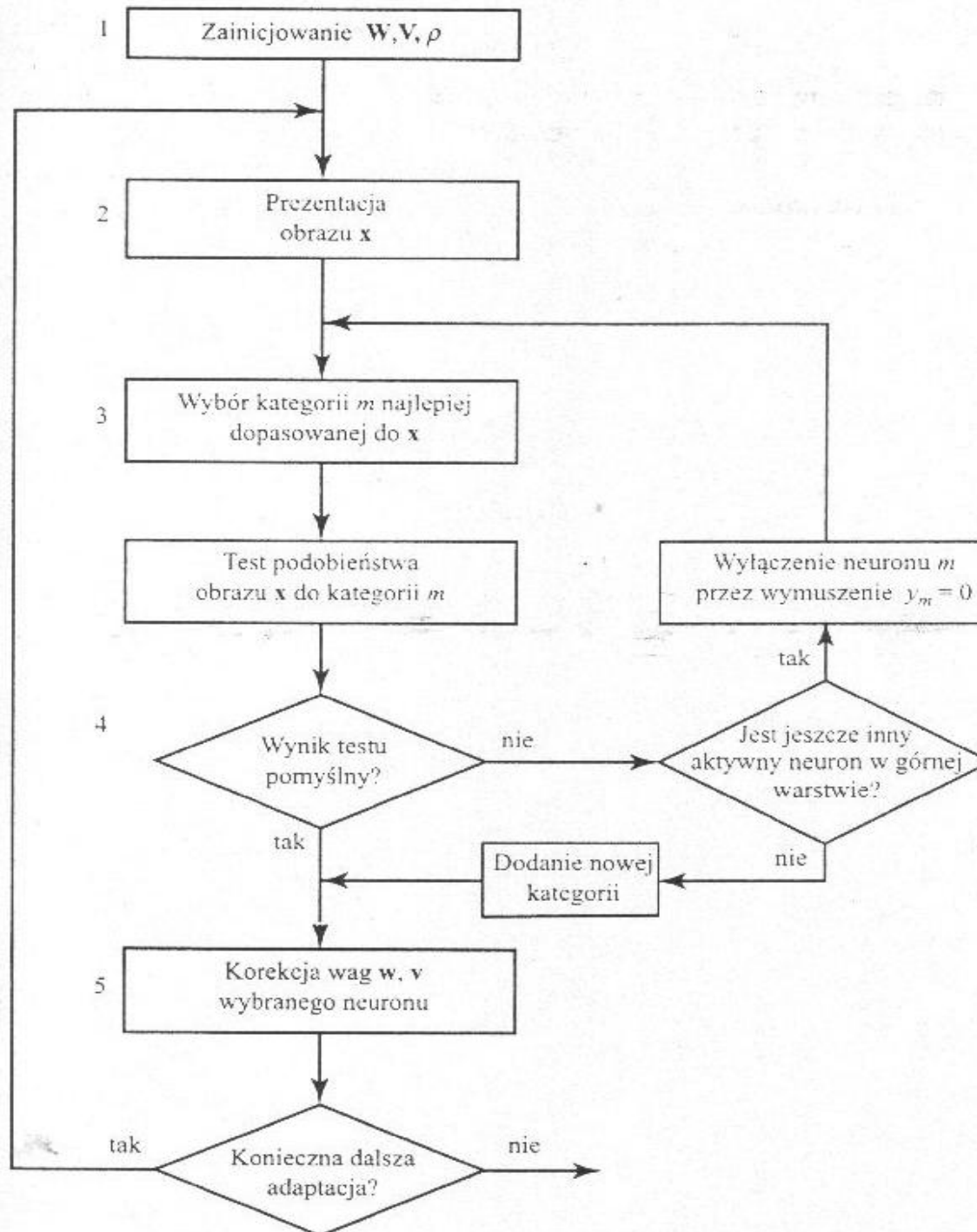
$$r = \begin{cases} 1 & \text{gdy } v \sum_{i=1}^n x_i > \sum_{i=1}^n y_i^d \\ 0 & \text{gdy } v \sum_{i=1}^n x_i \leq \sum_{i=1}^n y_i^d \end{cases}$$

UK
ORIENTUJ
AN

STRUKTURA UK ORIENTUJ



ALGORYTM UCZENIA W SIECI ART1



Algorytm ART1

Krok 1: Przyjmij wartość progu czujności ρ w przedziale $(0, 1)$ oraz równe wartości początkowe dla $M \times n$ elementów macierzy \mathbf{W} i \mathbf{V} , wynoszące odpowiednio

$$w_{ij} = \frac{1}{1+n}, \quad v_{ij} = 1, \quad \forall i, j. \quad (7.19)$$

Krok 2: Podaj na wejście obraz binarny $x_i \in \{0, 1\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, oraz oblicz wszystkie miary dopasowania

$$y_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i, \quad j = 1, 2, \dots, M. \quad (7.20)$$

Krok 3: Wybierz najlepiej dopasowaną kategorię m , dla której

$$y_m = \max_{j=1,2,\dots,M} (y_j). \quad (7.21)$$

Krok 4: Dla zwycięskiego m -tego neuronu przeprowadź test podobieństwa sprawdzając, czy

$$p_m \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\sum_{i=1}^n v_{im} x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} > \rho. \quad (7.22)$$

Jeśli wynik testu jest niepomyślny, ale jest jeszcze jakiś aktywny neuron w górnej warstwie, to wyzeruj wyjście testowanego neuronu, czyniąc go w ten sposób nieaktywnym, po czym wróć do kroku 3 i próbuj dopasować inną kategorię do testowanego obrazu. Jeśli w górnej warstwie nie ma już aktywnych neuronów, to podstaw za m numer wolnego dotąd neuronu warstwy wyjściowej.

Krok 5: Skoryguj wagi v_{im} i w_{im} związane z wytypowanym neuronem, wykonując następujące obliczenia dla $i = 1, 2, \dots, n$:

$$v_{im}(t+1) = v_{im}(t)x_i, \quad (7.23a)$$

$$w_{im}(t+1) = \frac{v_{im}(t+1)}{0,5 + \sum_{i=1}^n v_{im}(t)x_i}, \quad (7.23b)$$

i wróć do kroku 2.

Oznaczenia:

n – liczba składowych wektora wejściowego

m – maksymalna liczba klas

g_{ij} – wagi „w górę”

d_{ij} – wagi „w dół”

v – współczynnik zgodności

s – wektor wejściowy

d_j – wektor wag „w dół” aktywnego neuronu J warstwy wyjściowej G
(górnej)

x – wektor aktywacji dla warstwy D (dolnej)

$\|x\|$ – norma wektora x (liczba składowych równych 1 równocześnie w
wektorze d_j i wektorze s)

$$\|x\| = \sum x_i = \sum d_j s_i$$

$\|s\|$ - norma wektora s $\|s\| = \sum s_i$

η – parametr do modyfikacji wag

ALGORYTM UCZENIA (ŻURADA)

Wagi początkowe:

$$0 < g_{ij} < \eta / (\eta - 1 + n)$$

$$d_{ij} = 1$$

Modyfikacja wag:

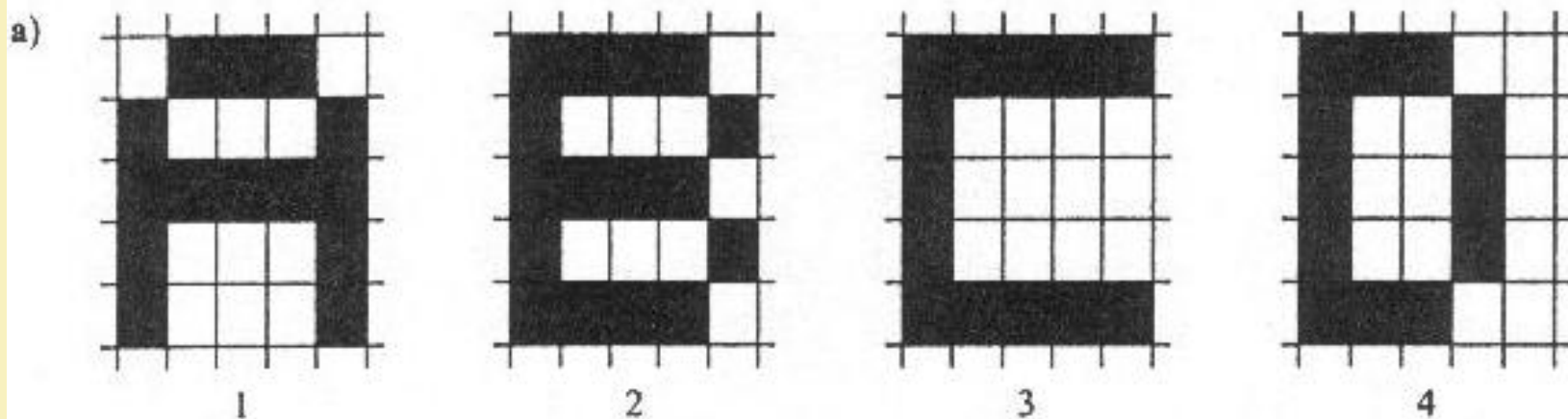
$$d_{ij} = \begin{cases} 1 \\ \text{poprzednia wartość} \\ 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_i^d &= 1 \text{ i } y_j^g = 1 \\ y_j^g &= 0 \\ y_i^d &= 0 \text{ i } y_j^g = 1 \end{aligned}$$

$$g_{ij} = \begin{cases} \eta / (\eta - 1 + |\mathbf{X}|) \\ \text{poprzednia wartość} \\ 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_i^d &= 1 \text{ i } y_j^g = 1 \\ y_j^g &= 0 \\ y_i^d &= 0 \text{ i } y_j^g = 1 \end{aligned}$$

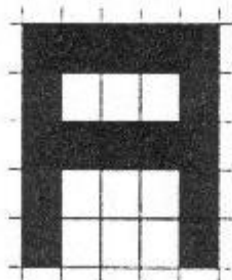
PRZYKŁAD 1



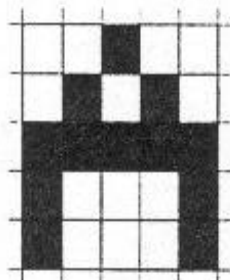
Numer obrazu wejściowego	Grupowanie			Pożądany rezonans z grupą
	poziom czujności			
	0,95	0,90	0,85	
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4

5	5	5	1	1
6	6	6	5	1
7	7	7	2	2
8	8	7	6	2
9	7	7	3	3
10	3	3	3	3
11	9	8	4	4
12	8	7	4	4

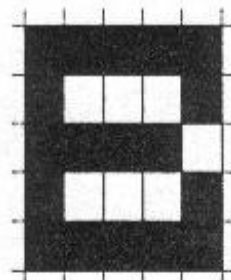
c)



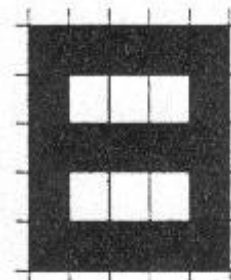
5



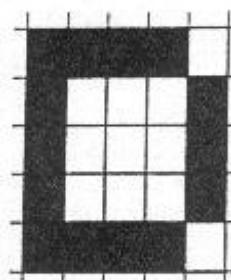
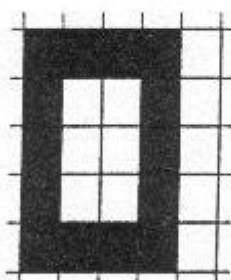
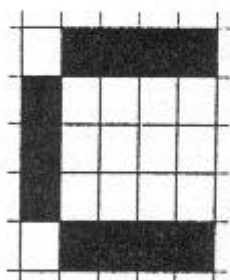
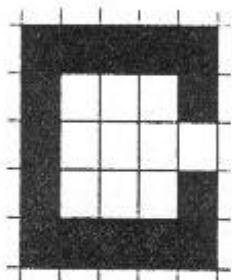
6



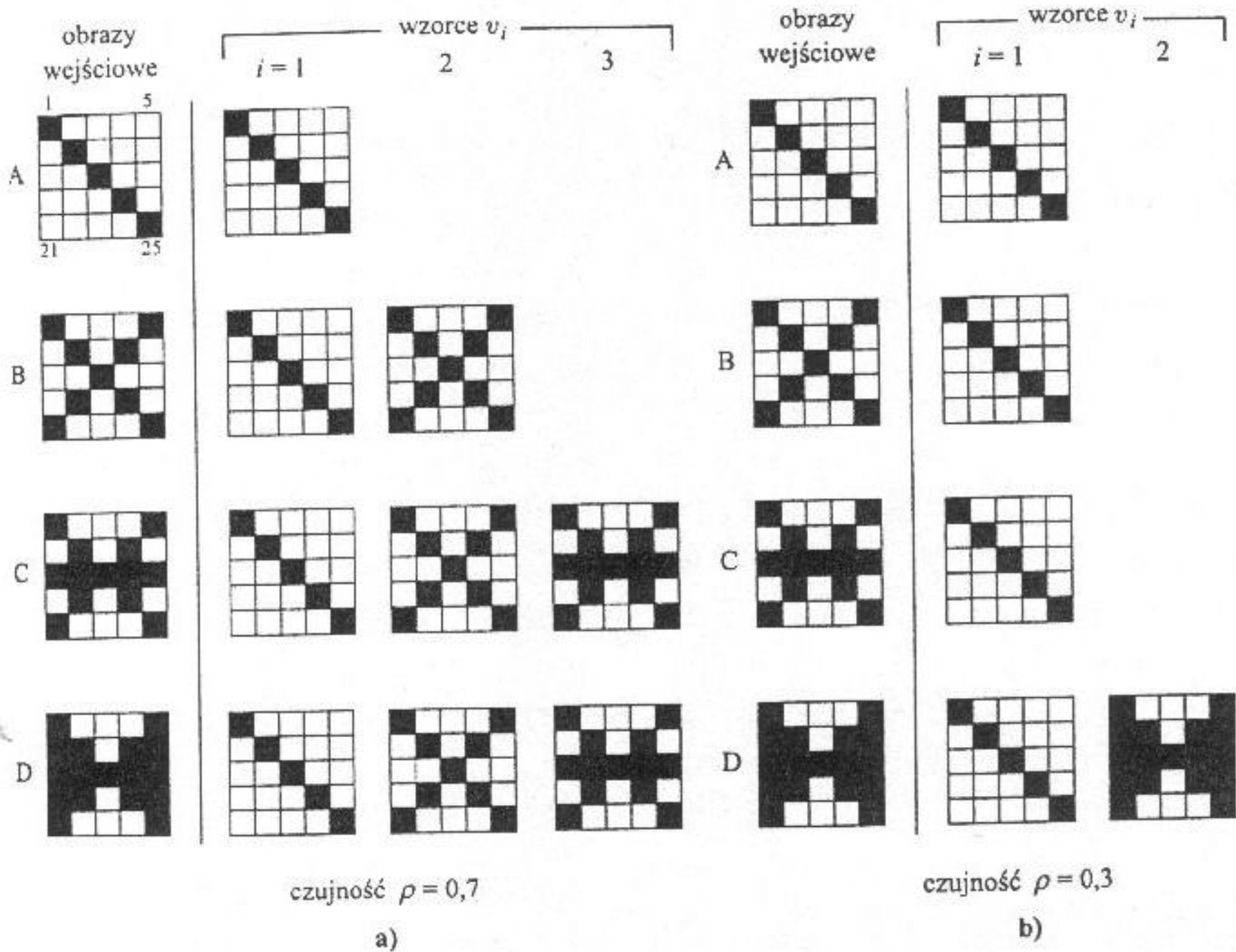
7



8



PRZYK



Uczenie sieci ART1 z przykładu 7.4 przy dwóch różnych progach czujności
 [na podstawie prac Carpenter i Grossberga (1987), za zgodą ©Academic Press]

LITERATURA

Tadeusiewicz Ryszard, *Sieci neuronowe*. W-wa 1993

Dokumentacja do programu *NeuralWorks* firmy **Neural Ware**

Fausett Laurene, *Fundamental of Neural Networks Architectures, Algorithms, and Applications*. Prentice-Hall, Inc., 1994

Żurada J., Barski M., Jędruch W., *Sztuczne sieci neuronowe*. W-wa 1996