

Ćw 10. Maszyna Boltzmanna (MB)

Algorytm MB ($n = 25$ w zadaniu poniżej podanym)

Ustalić stałą temperaturę $T > 0$.

Warunek początkowy $x(0) = (x_1(0), \dots, x_n(0))$

$t = 0, i = 1, \dots, n$

$$x_i(0) = \begin{cases} 0 & \text{z prawdopodobieństwem } \frac{1}{2} \quad (\text{rand()} \% 2 = 0) \\ 1 & \text{z prawdopodobieństwem } \frac{1}{2} \quad (\text{rand()} \% 2 = 1) \end{cases}$$

Przejdźcie z $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ na $x(t+1) = (x_1(t+1), \dots, x_n(t+1))$

$t = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1, \dots, n$

Dla każdego $i = 1, \dots, n$, losować $\beta_i \in [0, 1]$ z jednostajnym prawdopodobieństwem:

np. $\beta_i = \text{rand()}/\text{Rand_Max}$, $\beta_i = (\text{rand()} \% N)/(N - 1)$ ($N = 100, 1000, \dots$).

$$x_i(t+1) = \begin{cases} 1 & \text{gd}y \ 0 \leq \beta_i \leq f(u_i(t)) \\ 0 & \text{gd}y \ f(u_i(t)) \leq \beta_i \leq 1 \end{cases}$$

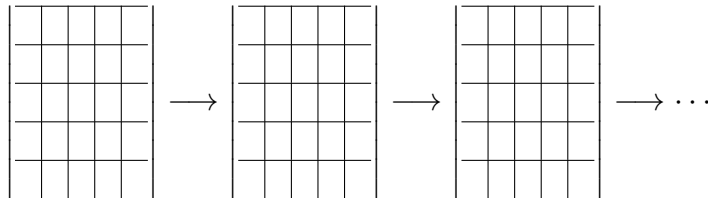
gdzie

$$u_i(t) = \left\{ \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j(t) \right\} - \theta_i,$$

$$f(u_i(t)) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{u_i(t)}{T}}}.$$

Zadanie. Implementować algorytm MB i wyświetlić $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ ($t = 0, 1, 2, \dots$).

$$x(0) \longrightarrow x(1) \longrightarrow x(2) \longrightarrow \dots$$



• Stałe parametry w_{ij} są podane następująco.

□ = 0.0, ■ = 1.0

$$z = (z_i)_{i=1}^{25} = (z_1, \dots, z_{25}) = \begin{bmatrix} & & & & \\ & \blacksquare & \blacksquare & & \\ & & \blacksquare & & \\ & & \blacksquare & & \\ & & \blacksquare & & \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{25}$$

$1 \leq i, j \leq 25$

$$c_{ij} = \begin{cases} (z_i - \frac{1}{2})(z_j - \frac{1}{2}) & \text{gd}y \ i \neq j \\ 0 & \text{gd}y \ i = j \end{cases}$$

$$w_{ij} = 2c_{ij}, \quad \theta_i = \sum_{j=1}^{25} c_{ij}$$

Notacja. (Propozycja)

$x_i(t) \rightsquigarrow x[i]$, $u_i(t) \rightsquigarrow u[i]$ (Nie prowadzić kroków t !)

$z_i \rightsquigarrow z[i]$

$c_{ij} \rightsquigarrow c[i][j]$

$w_{ij} \rightsquigarrow w[i][j]$, $\theta_i \rightsquigarrow \theta[i]$

Wskazówki do analizy dla Zadania.

(1) Próbować różne (stałe) temperatury T (wysokie, niskie) i zbadać zależność od tego parametra.

(2) Zauważmy, że

$$\operatorname{argmin}_x E = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline & \blacksquare & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline \end{array} \quad \text{oraz} \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \end{array}.$$

Sprawdzić czy obrazy

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & & & & \\ \hline & \blacksquare & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline & & \blacksquare & & \\ \hline \end{array} \quad \text{i} \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \blacksquare & \blacksquare & & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \end{array}.$$

pojawiają się w **jednym toku** dla pewnej (stałej) temperatury.

