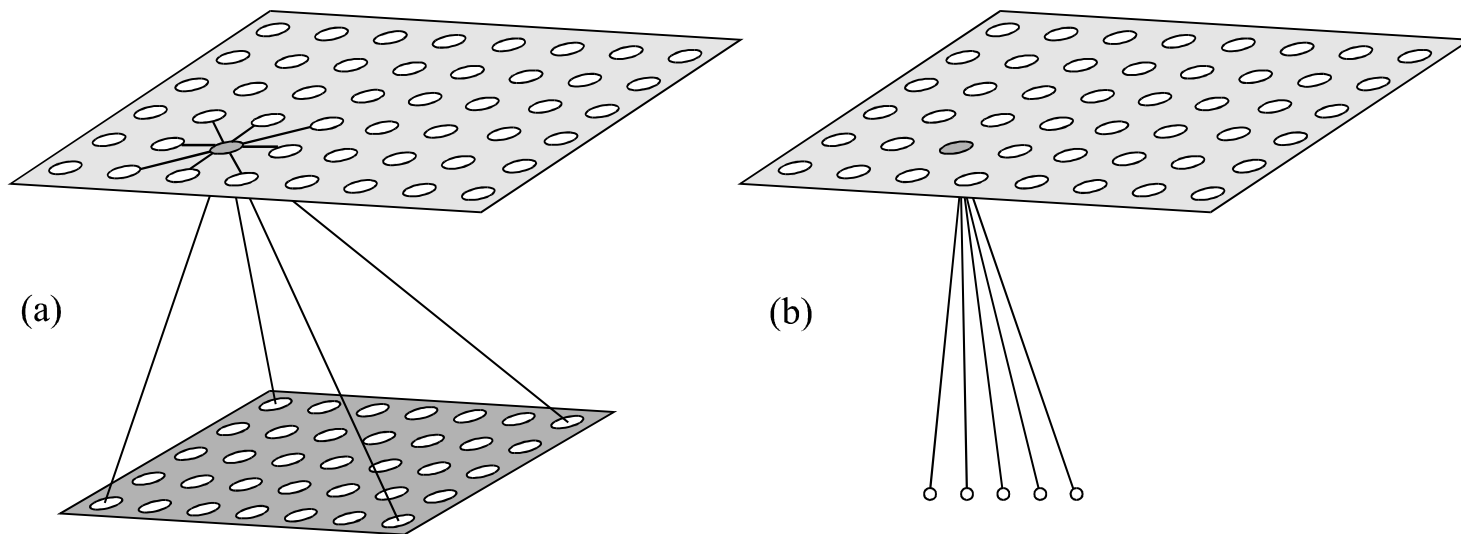


Kohonenov model

- **Teuvo Kohonen – 1995**
- **Samoorganizujúca sa mapa (SOM – Self Organized Map)**
- **Učenie bez učiteľa – adaptácia váh neurónov bez učiaceho signálu**
- **Súlad s neurobiologickými poznatkami**
- **Receptory – kôra, laterálne väzby – funkcia okolia**



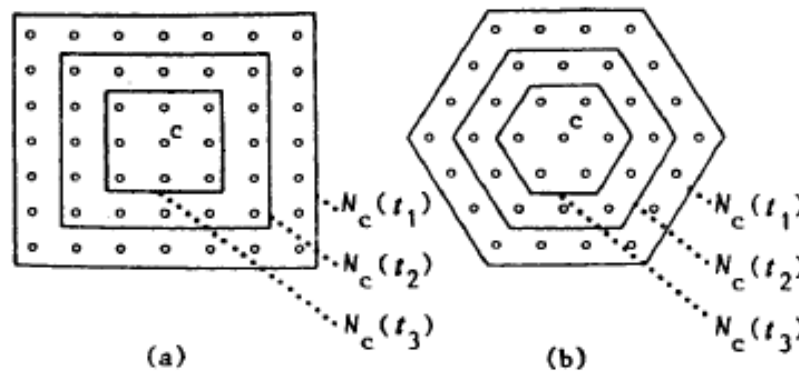
- **Zobrazenie zachováva topológiu – podobné vstupy aktivujú blízke neuróny**
- **Topologické zobrazenie príznakov – vlastnosť biologických neurónových sietí (topografické mapy)**
- **Samoorganizácia – učenie SOM je založené na Hebbovom pravidle učenia**
- **The Organization of Behavior, Hebb 1942**

"When an axon of cell A ... excite(s) cell B and repeatedly or persistently takes part in firing it, some growth process or metabolic change takes place in one or both cells so that A's efficiency as one of the cells firing B is increased"

$$y = \sum_{j=1}^n w_j x_j = \mathbf{w}^T \mathbf{x} \quad w_j(t+1) = w_j(t) + \alpha y(t) x_j(t)$$

- **Trénovacia množina** $A_{train} = \{\bar{x}_p\}_{p=1}^P$
- **Lineárne neuróny bez prahov** $o_i = \sum_{j=1}^m w_{ij} x_j = \bar{w}_i \bar{x}$
- **Vzory v náhodnom poradí**
- **Po každom vzore určenie víťaza** $i^* = \operatorname{argmin}_i \|\bar{x} - \bar{w}_i\|$
- **Adaptácia váh** $\bar{w}_i(t+1) = \bar{w}_i(t) + \alpha(t) \cdot h(i^*, i) \cdot [\bar{x}(t) - \bar{w}_i(t)]$
- **Premenlivá rýchlosť učenia** $\alpha(t)$
- **Zohľadnenie okolia cez funkciu okolia** $h(i^*, i)$

- **Pravouhlé okolie** $h(i^*, i) = \begin{cases} 1 & \text{ak } d_M(i^*, i) \leq \lambda(t) \\ 0 & \text{inak} \end{cases}$; **Šest'uholníkové okolie**

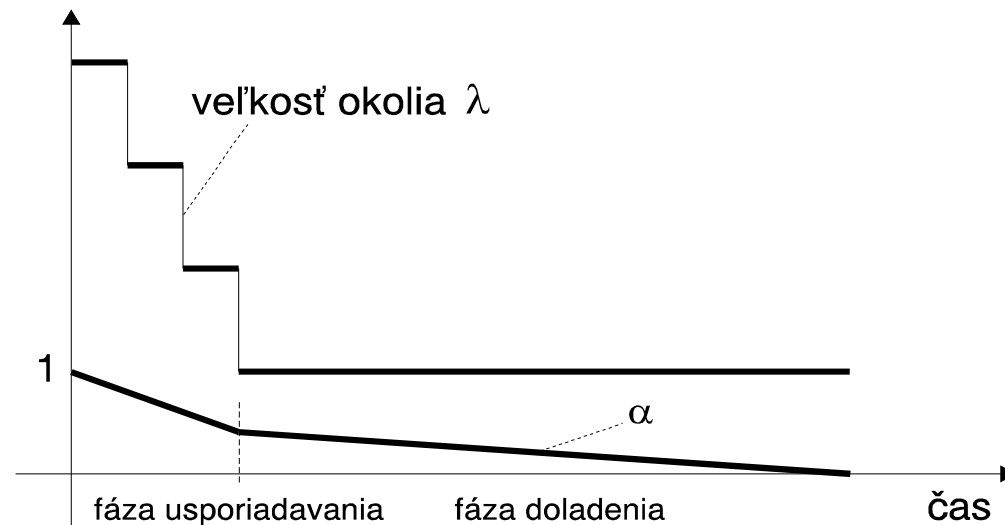


- **Gaussove okolie** $h(i^*, i) = \exp\left(-\frac{d_E^2(i^*, i)}{\lambda^2(t)}\right)$, kde $d_E(i^*, i) = \|\mathbf{r}_{i^*} - \mathbf{r}_i\|$, \mathbf{r}_i je vektor indexov na mriežke
- **Veľkosť okolia sa časom zmenšuje** funkcia $\lambda(t)$

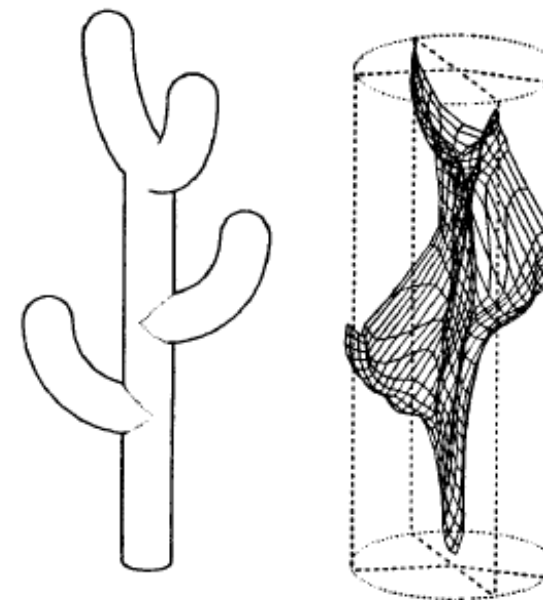
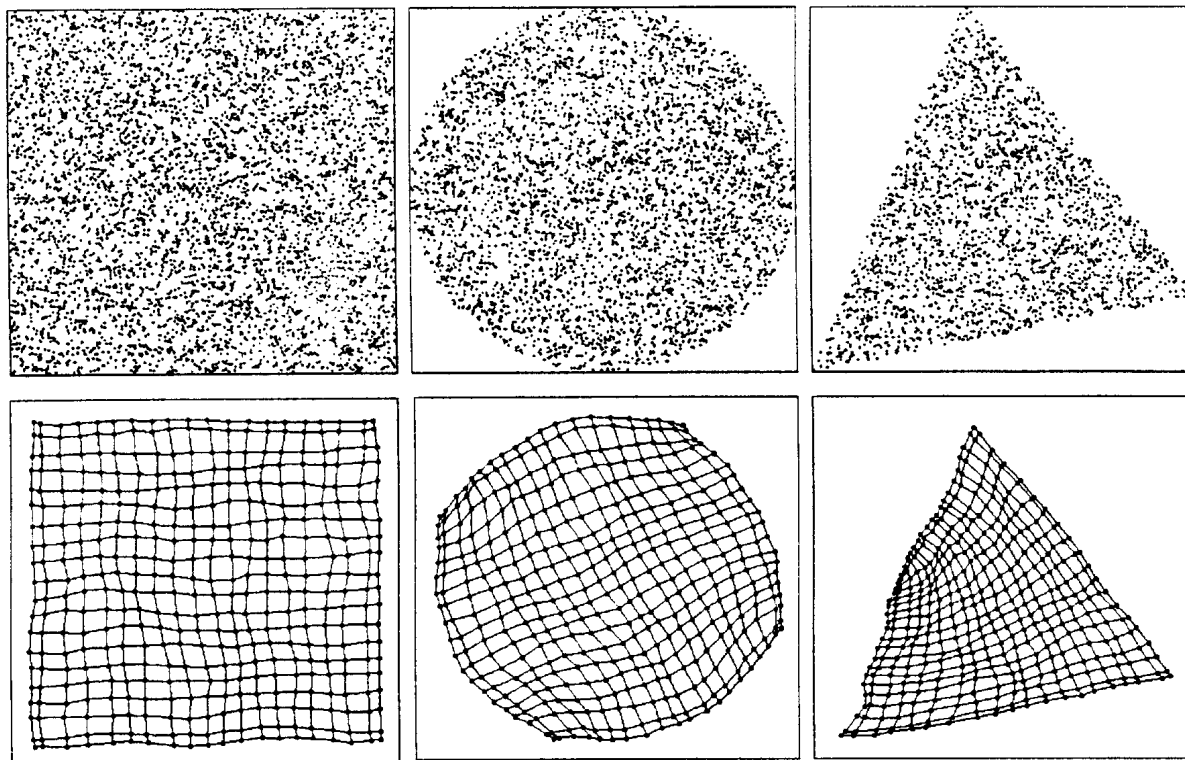
- **Princípy samoorganizácie**
 - **modifikácie váh majú tendenciu samozosilnenia**
 - **súperenie medzi váhami**
 - **modifikácie susedných váh majú tendenciu spolupracovať**
 - **redundancia vo vstupných dátach**

Proces učenia sa SOM

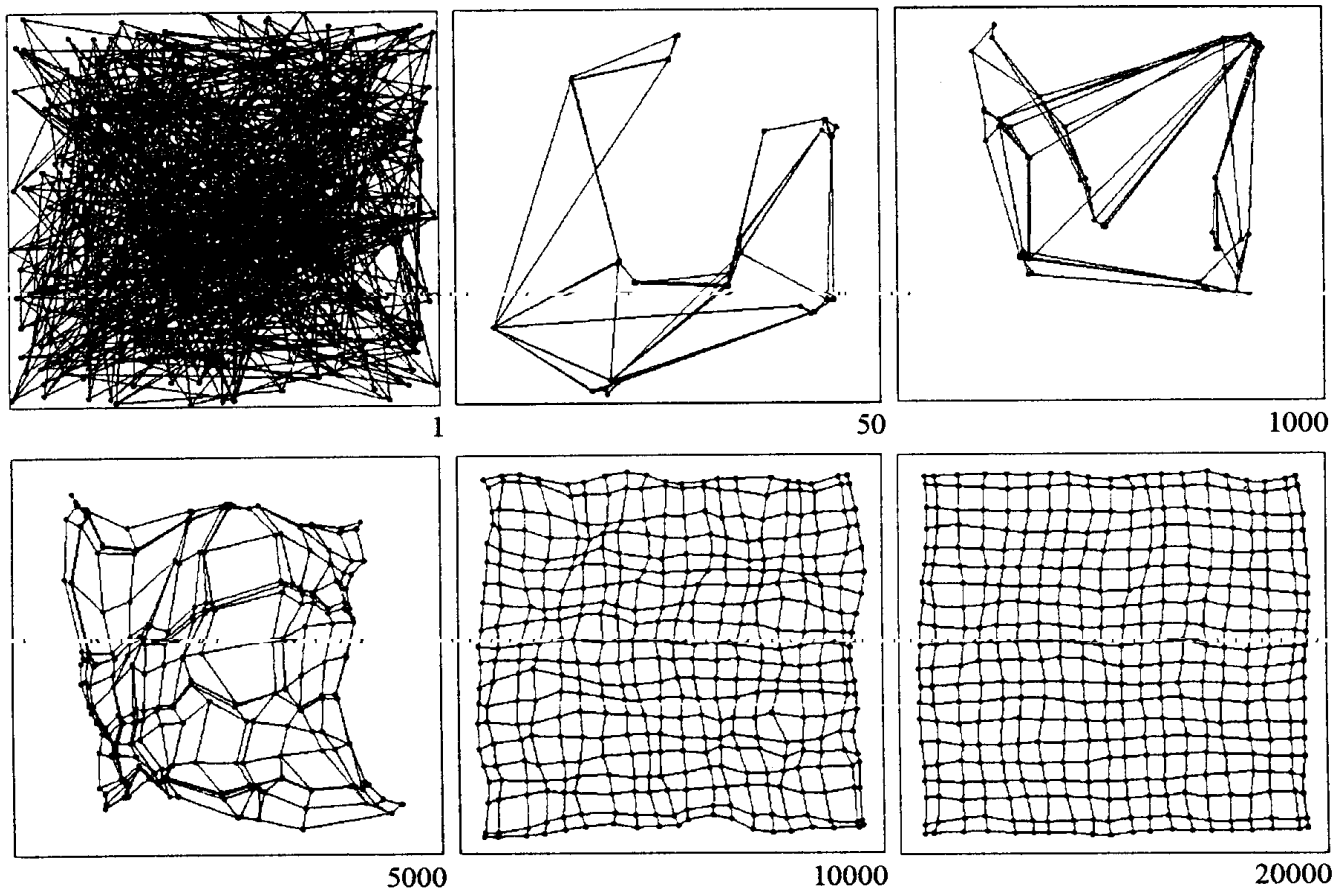
- **fáza usporiadavania**
- **fáza ladenia**



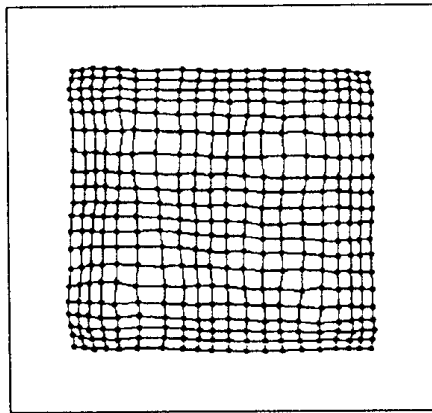
Topografické zobrazenia realizované pomocou SOM



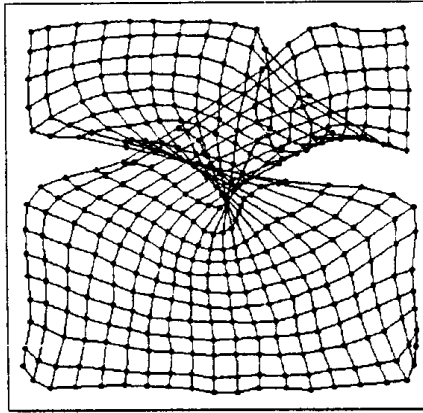
Priebeh tréovania SOM



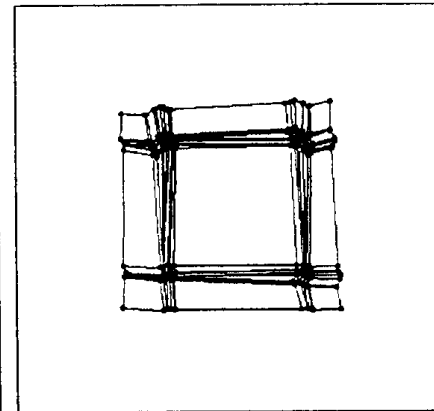
Chybne natrénované SOM



(a)

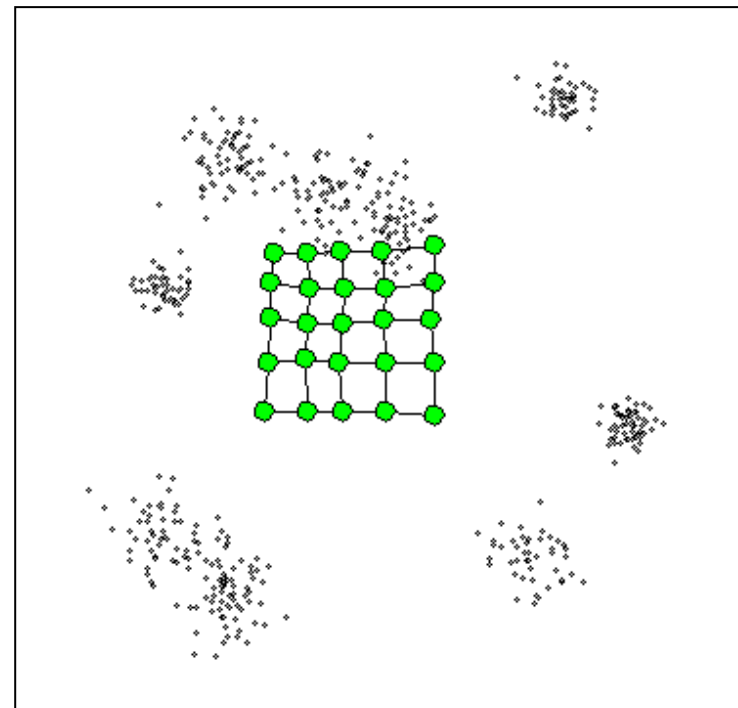
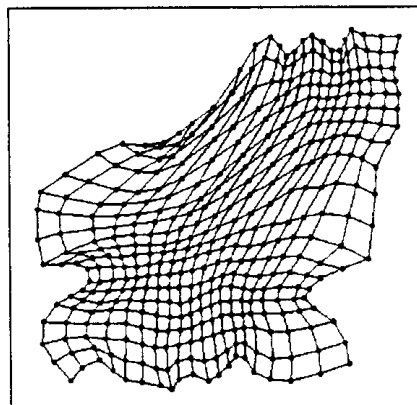
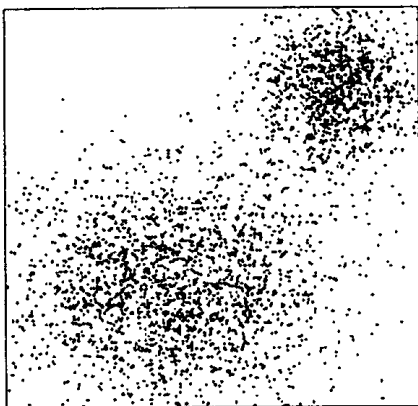


(b)



(c)

Aproximácia funkcie hustoty



- **SOM robí klasterizáciu podobne ako K-means, ale zachováva topológiu, teda navyše vieme spojitosti medzi klastrami**

Sémantické mapy

- **vzor = binárny vektor, prítomnosť atribútu – hodnota 1**
 - veľkosť zvierat'a (malé, stredné, veľké)
 - vonkajší popis tela (má 2 nohy, 4 nohy, srst', kopytá, hrivu, perie)
 - čo rado robí (loví, behá, lieta, pláva)
- **2000 vzorov z 16 prvkovej množiny**

kačica .	. kôň . . . krava . .
. .	. . zebra
. . .	. . . . . tiger
hus .	. . . . . vlk . .
. .	. sokol
. . sova . .	. . . . . lev
holub .	. . . . . pes . . .
.
. .	. orol
sliepka .	. . . . . líška . . mačka

		d	h	d	g	o	h	e	f	d	w	c	t	i	l	h	z	c
		o	e	u	o	w	a	a	o	o	o	o	a	g	i	o	e	r
is	small	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	medium	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	big	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
has	2 legs	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4 legs	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	hair	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	hooves	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	mane	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
	feathers	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
likes to	hunt	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	run	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
	fly	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	swim	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

.	voda	.	mäso	.	.	.	.	.	pes	kôň
pivo	.	.	.	.	chlieb	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	mačka
.	.	.	málo	.	.	.	.	.	.	.
rýchlo	.	.	.	.	.	zriedka	.	.	Robo	.
.	.	.	.	veľa	.	.	.	Julo	.	.
pomaly	.	často	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	je	.	Mária	.
dobre	.	.	.	pracuje	.	.	.	.	.	.
.
slabo	.	.	hovorí	.	.	.	.	.	volá	.
.	.	.	.	.	.	kupuje	.	.	navštívi	.
.	.	.	.	.	.	.	predáva	.	.	.
.
.	.	beží	.	.	.	.	.	.	.	.
pije	.	.	.	chodí	.	.	neznáša	.	ľúbi	.

Bob/Jim/Mary	1
horse/dog/cat	2
beer/water	3
meat/bread	4
runs/walks	5
works/speaks	6
visits/phones	7
buys/sells	8
likes/hates	9
drinks	10
eats	11
much/little	12
fast/slowly	13
often/seldom	14
well/poorly	15

(a)

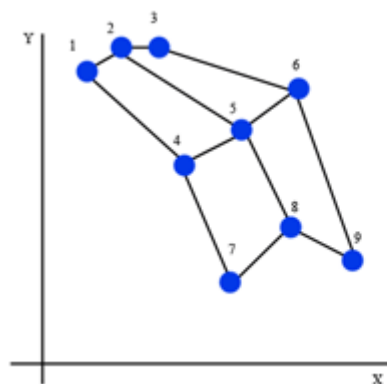
Sentence Patterns:		
1-5-12	1-9-2	2-5-14
1-5-13	1-9-3	2-9-1
1-5-14	1-9-4	2-9-2
1-6-12	1-10-3	2-9-3
1-6-13	1-11-4	2-9-4
1-6-14	1-10-12	2-10-3
1-6-15	1-10-13	2-10-12
1-7-14	1-10-14	2-10-13
1-8-12	1-11-12	2-10-14
1-8-2	1-11-13	2-11-4
1-8-3	1-11-14	2-11-12
1-8-4	2-5-12	2-11-13
1-9-1	2-5-13	2-11-14

(b)

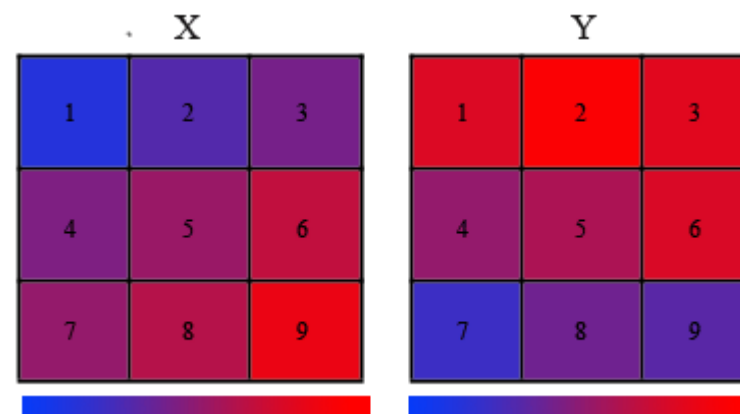
Mary likes meat
Jim speaks well
Mary likes Jim
Jim eats often
Mary buys meat
dog drinks fast
horse hates meat
Jim eats seldom
Bob buys meat
cat walks slowly
Jim eats bread
cat hates Jim
Bob sells beer
(etc.)

(c)

Vizualizácia SOM

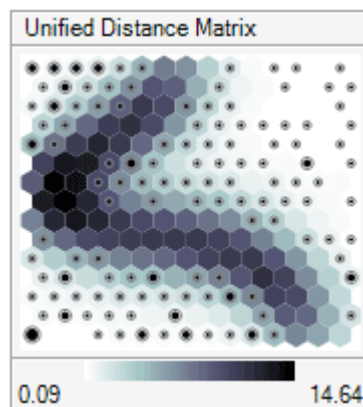


1	2	3
4	5	6
7	8	9



Unified distance matrix

- Priemerná vzdialenosť váh neurónu od všetkých susedov



Modifikácie SOM

