



Факултет организационих наука
Центар за пословно одлучивање

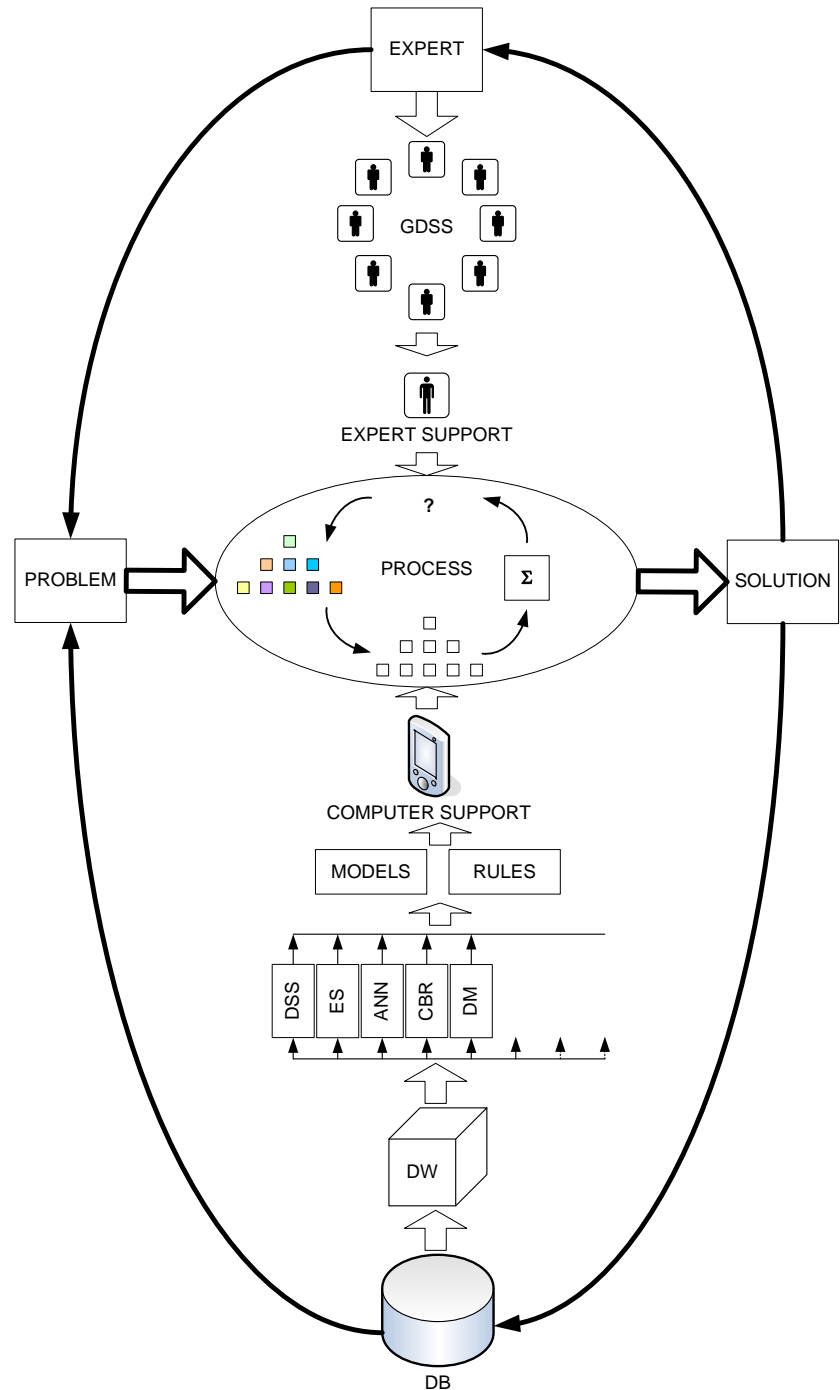
Откривање законитости у подацима 3

Вештачке неуронске мреже

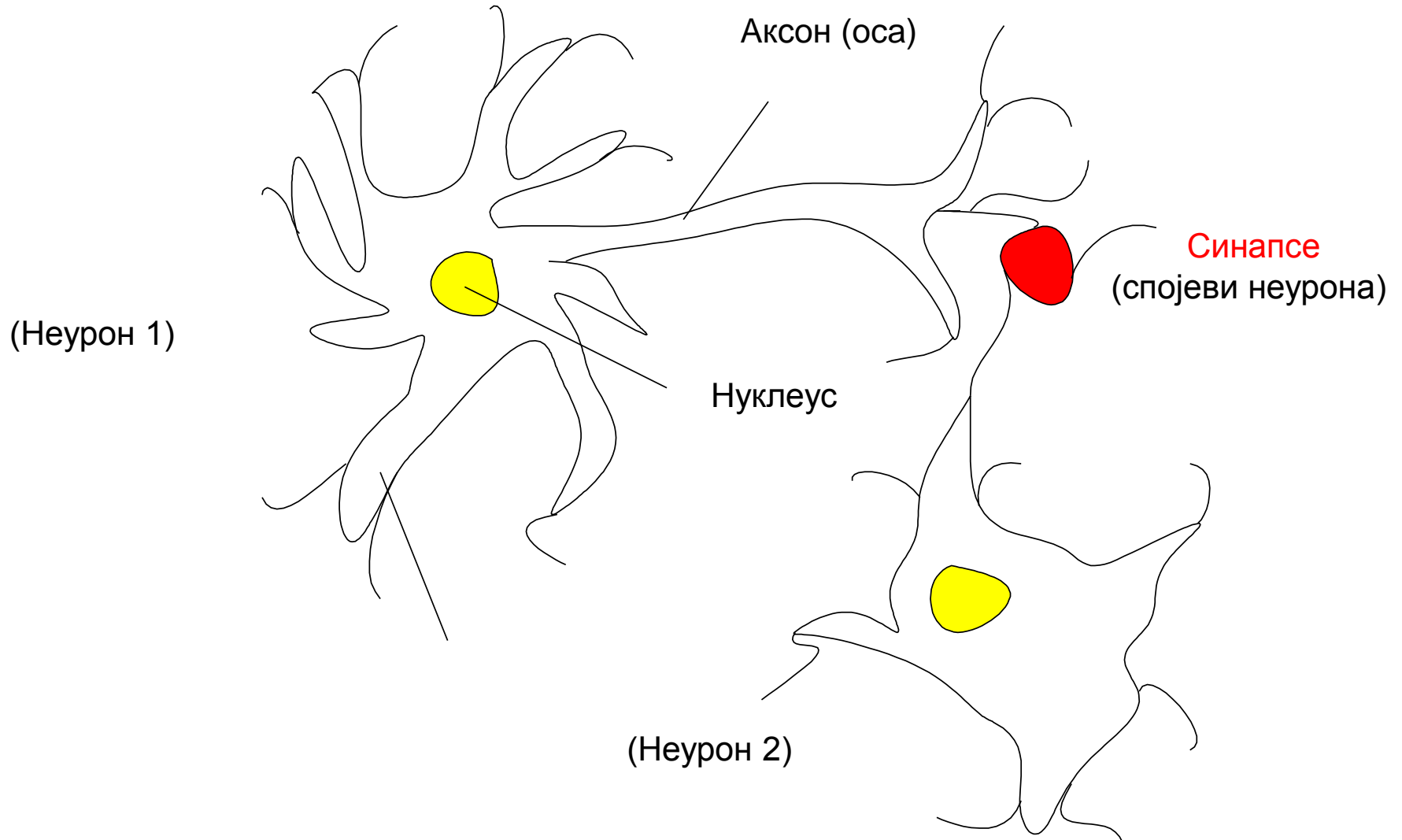
П7: ВНМ

- О ВНМ
- Архитектуре ВНМ
- ВНМ апликације

Модел ПИ



Биолошки неурони



Аналогија БНМ и ВНМ

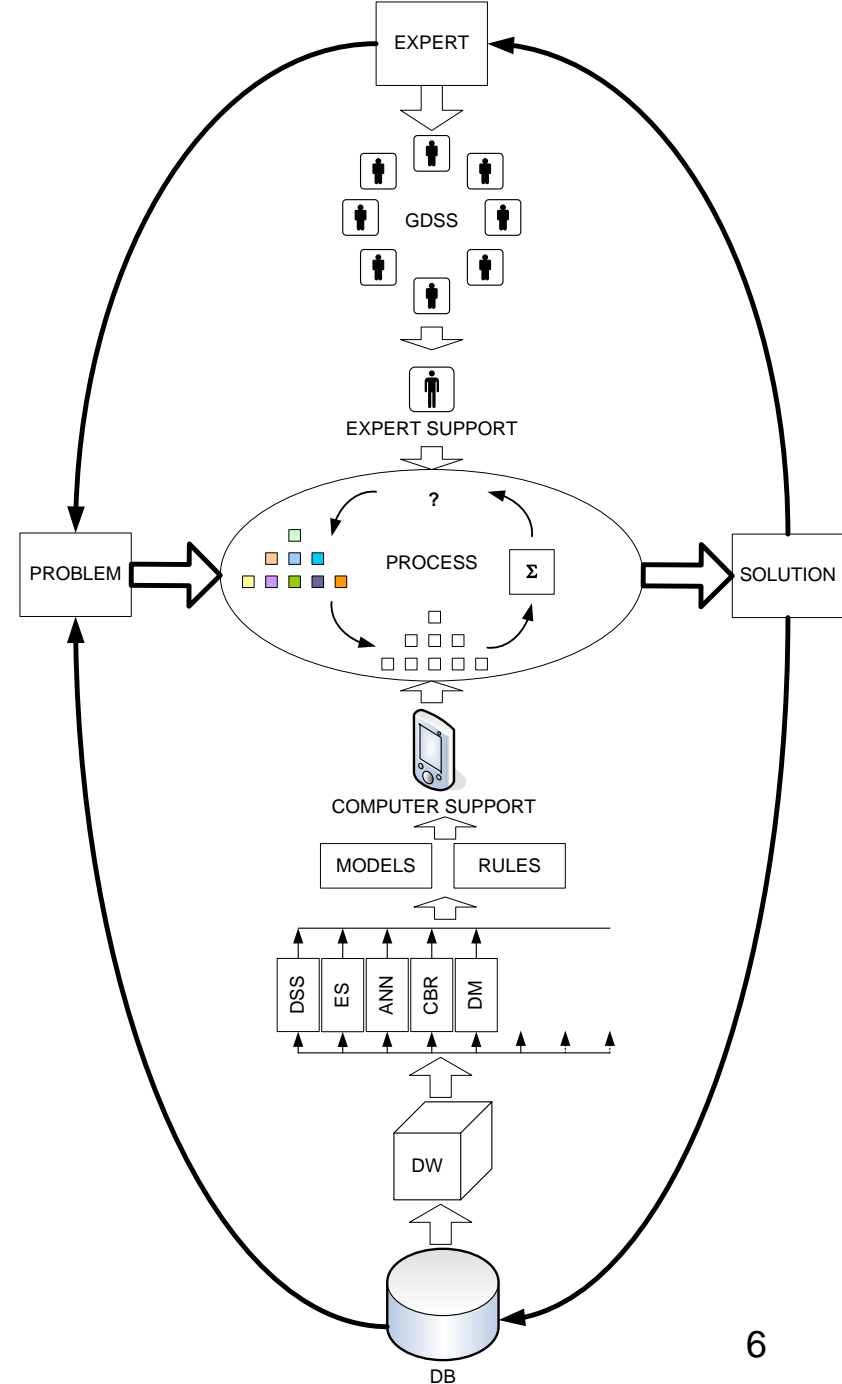
Биолошка	Вештачка
Сома (тело)	Чвор
Дендрони (дрво)	Улаз
Аксон (Оса)	Излаз
Синапса	Тежина
Мала брзина	Велика брзина
Много неурона (10^9)	Мало неурона (стотине)

ВНМ структура

Улаз (Проблем): Захтев за кредит,
Рад студента

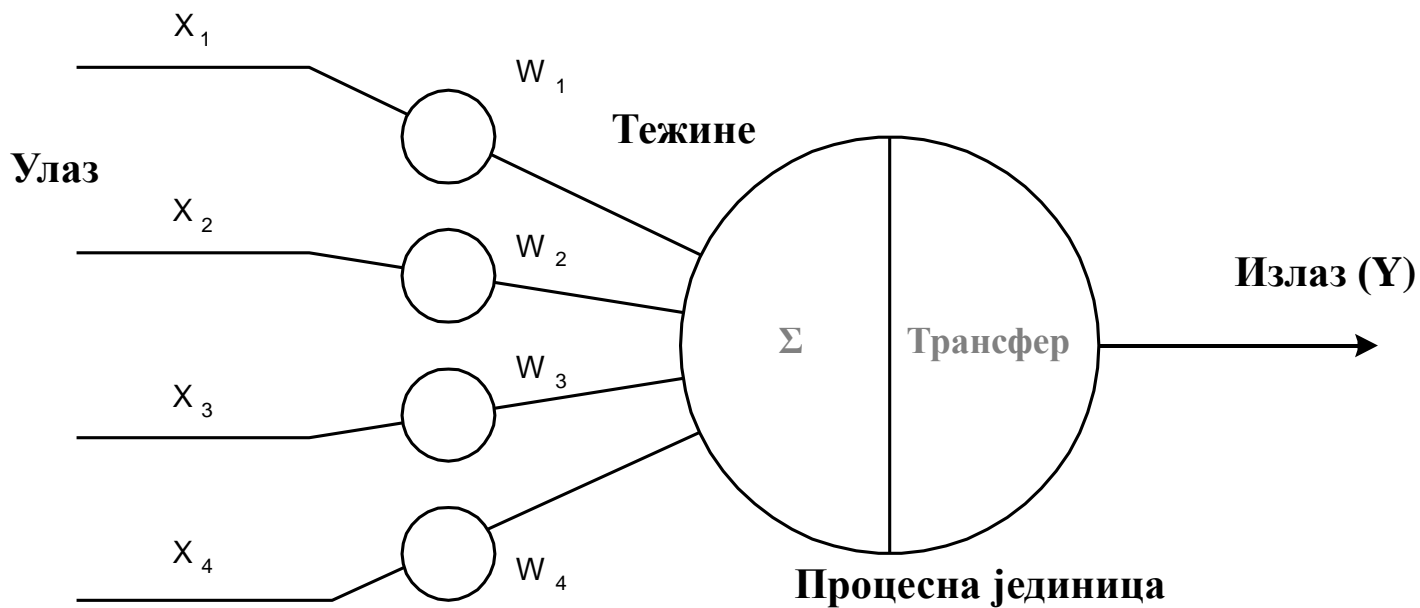
Тежине. Представљају интензитете
структуре мреже. Подешавају се
учењем.

Излаз (Решење). Одлука о
кредиту, Оцена студента



ОСНОВНИ ПОЈМОВИ

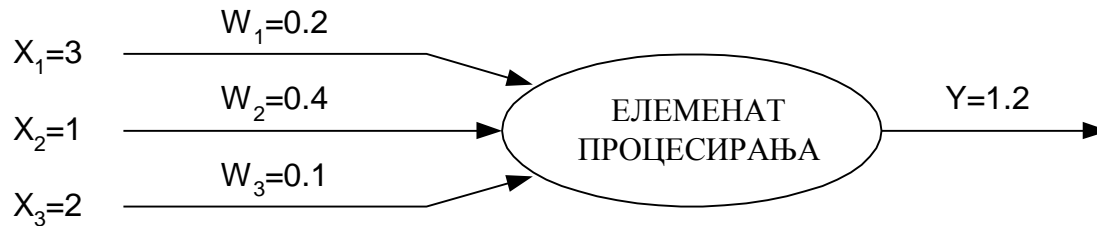
Неурон



Ф-је агрегације и трансфера

Функција агрегације

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i W_i$$



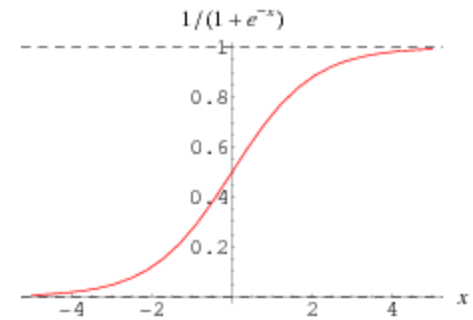
Функција агрегације: $Y = 3.(0.2) + 1.(0.4) + 2.(0.1) = 1.2$

Трансферна функција:

$$Y_T = \frac{1}{1 + e^{-1.2}} = 0.77$$

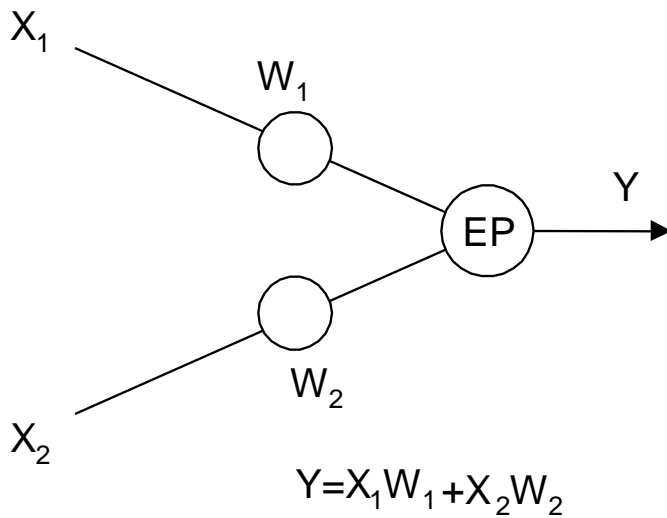
Функција трансфера

$$Y_T = \frac{1}{1 + e^{-Y}}$$

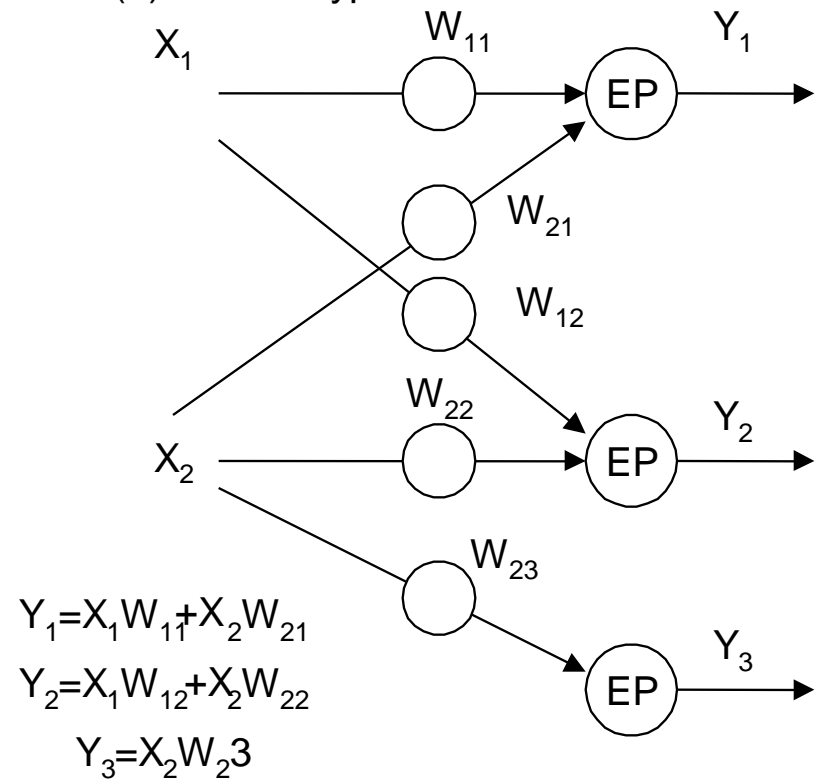


Примери агрегације

(а) Један неурон



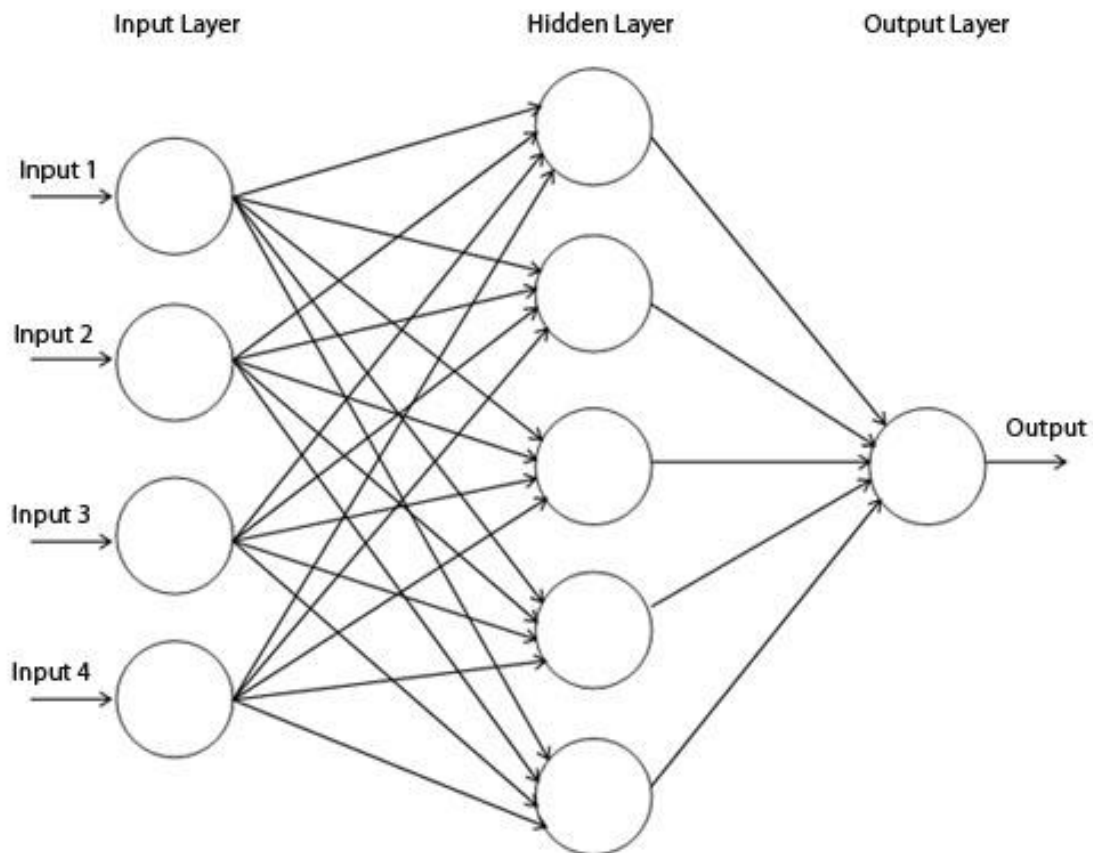
(б) Више неурона



Структуре ВНМ

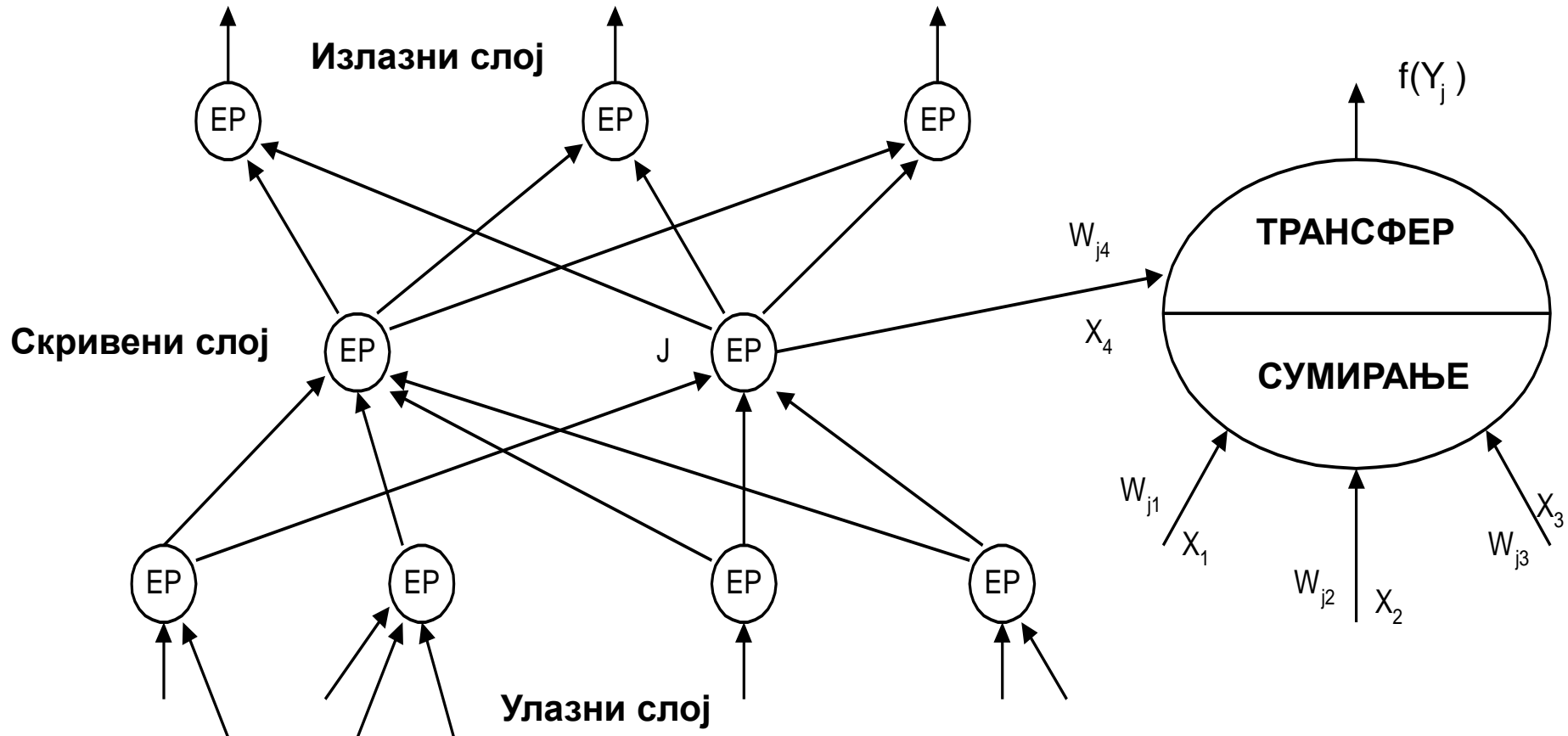
- Вишеслојни перцептрон
- ВНМ са ф-јом радијалне основе
- Кохонен самоорганизујуће мапе (СОМ)
- Хопфилдова мрежа
- Линеарни асоцијатор

Вишеслојни перцептрон



Решавају задатке: класификација, процена,
апроксимација функција

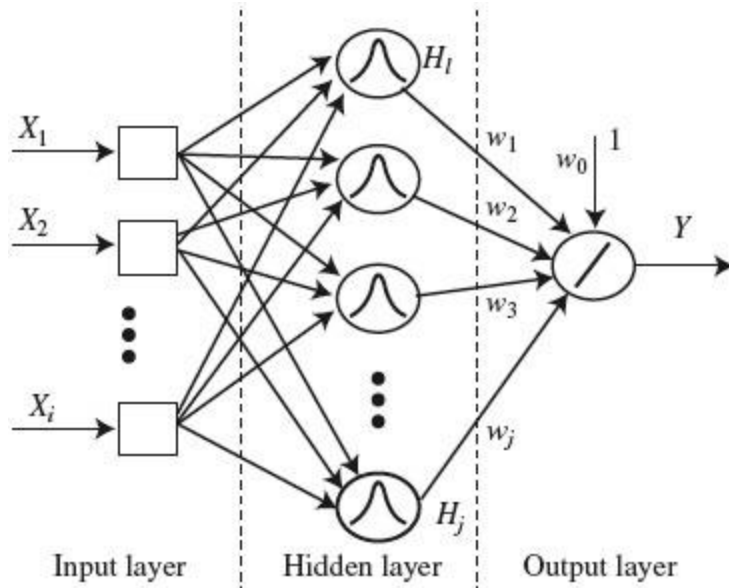
Архитектура ВНМ



ВНМ са ф-јама радијалне основе (RBFN)

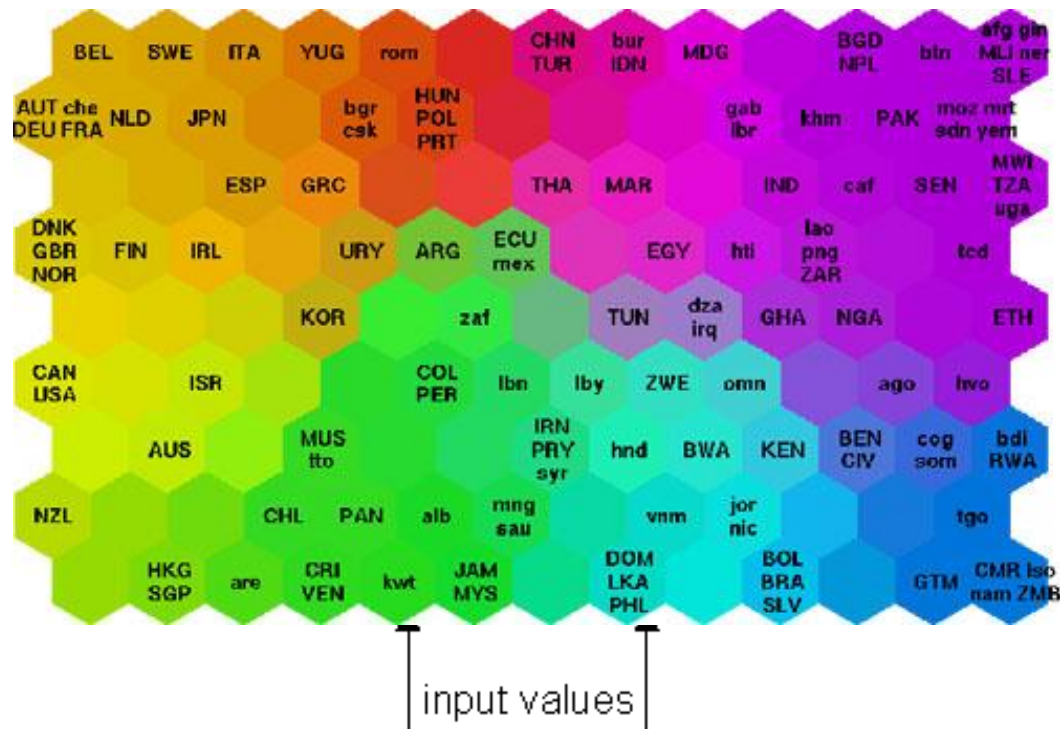
- Вишеслојни перцептрон са једним скривеним слојем
- Ф-ја трансфера

$$R_{i,j} = \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x}_i - \mathbf{u}_j\|^2}{2\sigma_j^2}\right)$$



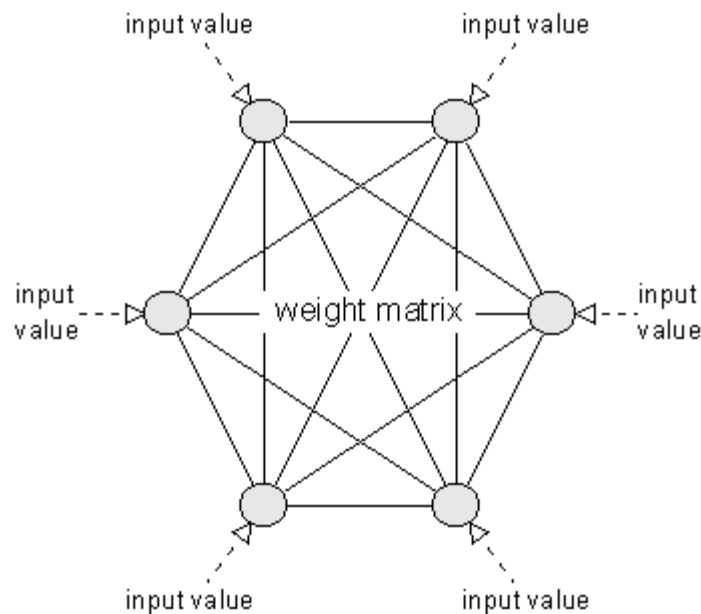
Решавају задатке:
класификације,
кластеровања,
регресије (процене)

Кохонен саморганизујуће мапе



Решавају задатке: Кластеровања

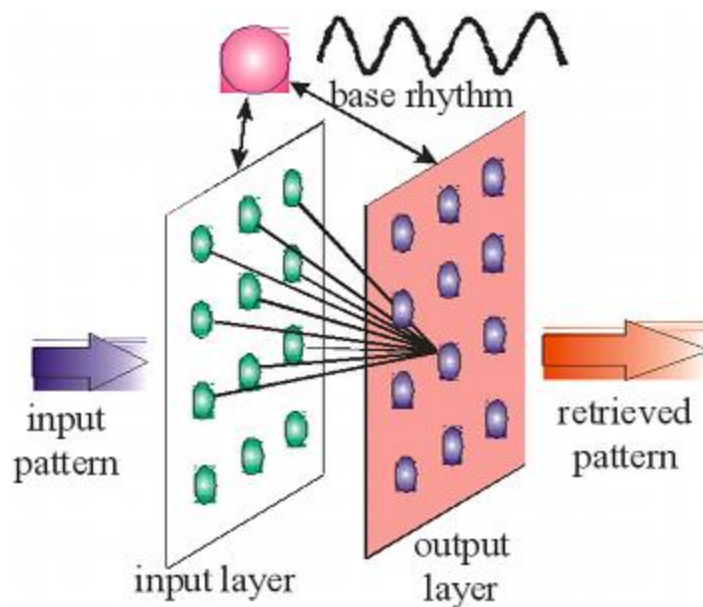
Хопфилдова мрежа



Ф-ја трансфера
Одскочна ф-ја

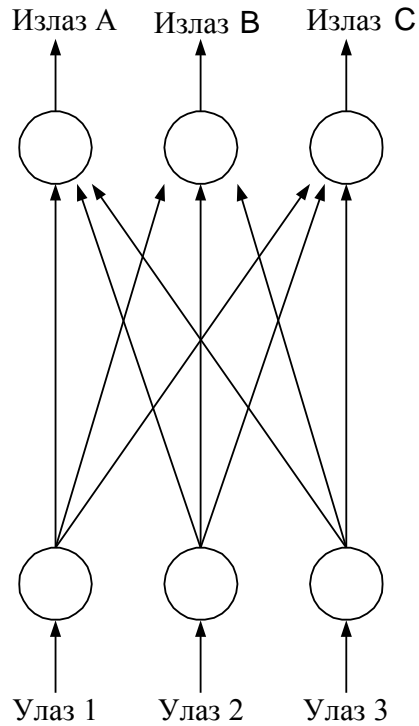
Решавају задатке: кластеровања, временски зависних проблема
(процеси, секвенце, серије)

Линеарни асоцијатор

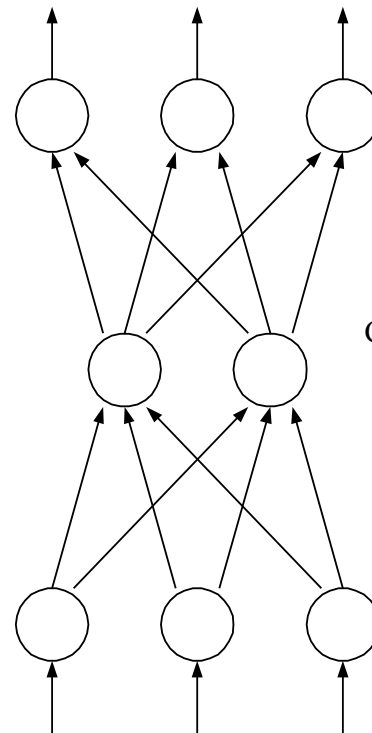


Решавају задатке: класификације (препознавање облика)

Структуре ВНМ

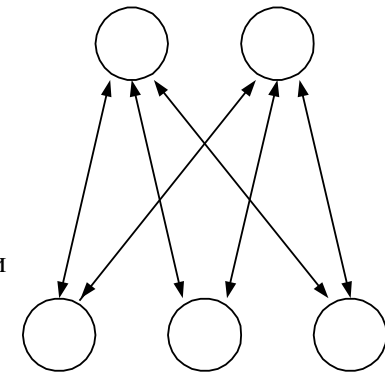


Асоцијативна меморија



Улази

Скривени слој



Двоструки слој

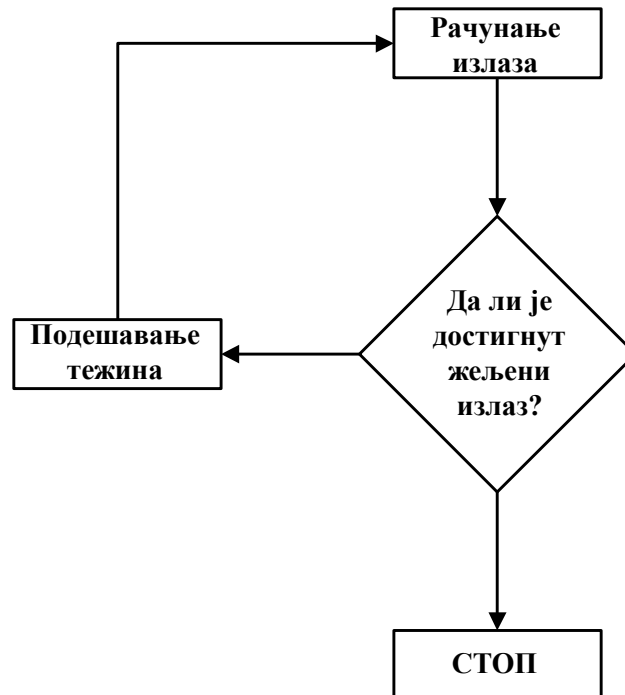
Особине ВНМ

- Простирање сигнала
- Број неурона и слојева
- Врсте ф-је трансфера
- Повезивање неурона

Учење ВНМ

ВНМ учи на основу записа из прошлости (случаја). Процес се састоји од три активности:

1. Рачунање излаза
2. Упоредивање излаза ВНМ са жељеним излазом
3. Подешавање тежина и понављање процеса



Бекпропагејшн алгоритам

- Вишеслојни перцептрон, RBFN
- Рачуна се грешка класификације δ на основу тачности добијене почетним тежинама W
- Потом се рачунају нове тежине као $W(t) = W(t+1) + \Delta W$
 - $\Delta W = \eta^*(-\delta'/W')$ (антиградијент)

Хебово учење

- Асоцијативна меморија, Хопфилдова мрежа
- “Cells that fire together, wire together”
 - $\Delta W = \eta^*(x_i * x_j)$
 - Јачина везе коваријанса
 - Трениране тежине: Прва главна компонента

Компететивно учење



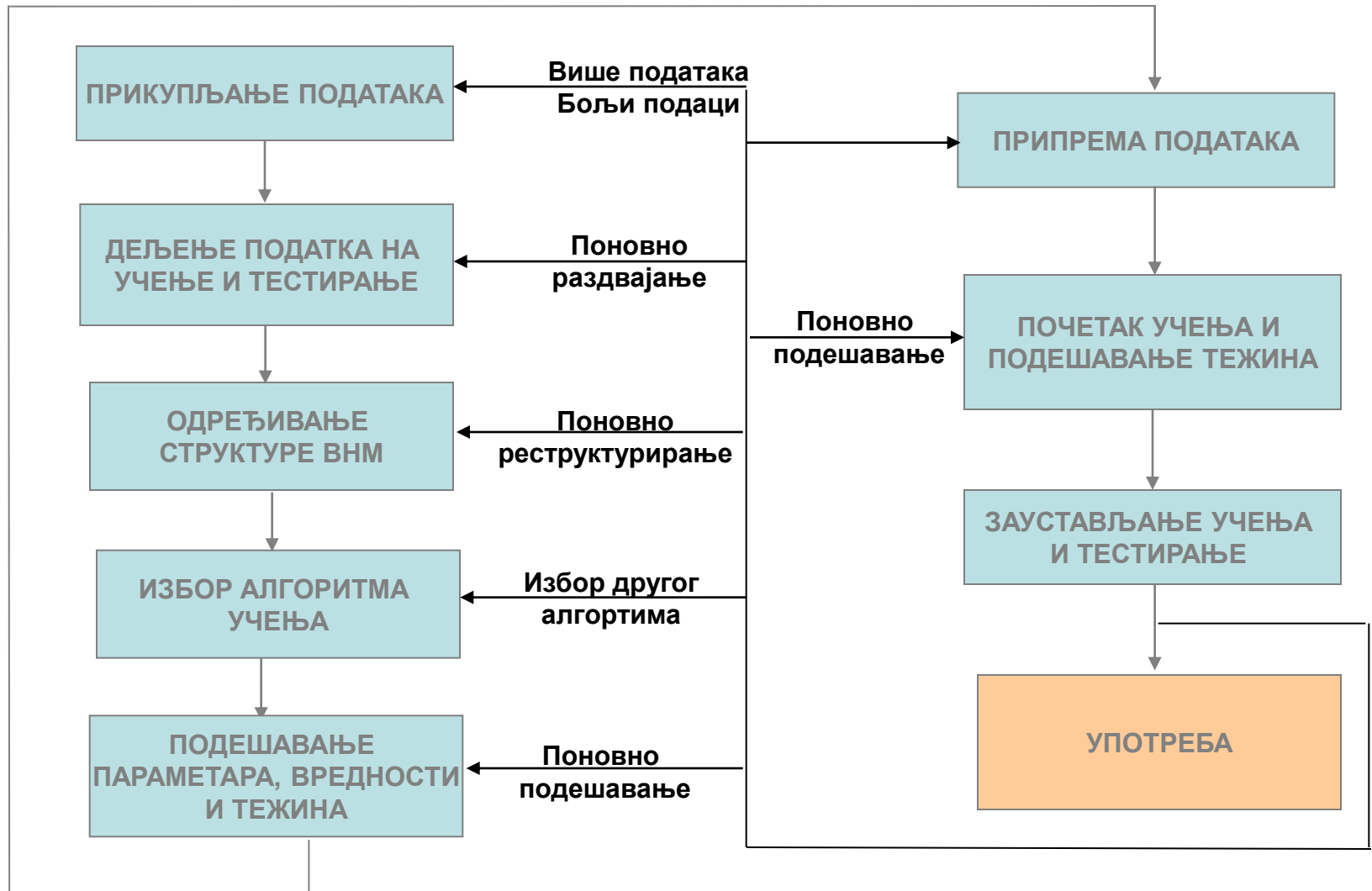
Самоорганизујуће мапе

1. Инцијализација *центроида* у свим ћелијама мапе,
2. Избор случаја који се додељује *центроиду*,
3. Додељивање *центроиду* (капљица!!!),
 - У зависности од близине (опада временом) модификација *центроида*
4. Заустављање учења.

Општа подела алгоритама учења

- Надгледано учење
- Ненадгледано учење

Развојни процес ВММ



Учење ВНМ

Логичко ИЛИ

	Улаз		
Случај	X_1	X_2	Жељени излаз
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1

Тежине се подешавају:

$$W_i(\text{ново}) = W_i(\text{старо}) + (\text{alfa}) \times (\text{delta}) \times (X_i)$$

alfa – стопа учења

delta = $Z_j - Y_j$ (Z , Y жељени и стварни излаз).

Пример

$$W_2 = 0.3 + 0.2 * 0 * 0 = 0.3$$

$$W_1 = 0.1 + 0.2 * 0 * 0 = 0.1$$

Step	X ₁	X ₂	Start		W ₁	W ₂	Y	End		
			Z	Delta				W ₁	W ₂	
1	0	0	0	0.0	0.1	0.3	0	0.0	0.1	0.3
	0	1	1	1.0	0.1	0.3	0	1.0	0.1	0.5
	1	0	1	1.0	0.1	0.5	0	1.0	0.3	0.5
	1	1	1	0.0	0.3	0.5	1	0.0	0.3	0.5
2	0	0	0	0.0	0.3	0.5	0	0.0	0.3	0.5
	0	1	1	1.0	0.3	0.5	0	1.0	0.3	0.7
	1	0	1	1.0	0.3	0.7	0	1.0	0.5	0.7
	1	1	1	0.0	0.5	0.7	1	0.0	0.5	0.7
3	0	0	0	0.0	0.5	0.7	0	0.0	0.5	0.7
	0	1	1	0.0	0.5	0.7	1	0.0	0.5	0.7
	1	0	1	1.0	0.5	0.7	0	1.0	0.7	0.7
	1	1	1	0.0	0.7	0.7	1	0.0	0.7	0.7
4	0	0	0	0.0	0.7	0.7	0	0.0	0.7	0.7
	0	1	1	0.0	0.7	0.7	1	0.0	0.7	0.7
	1	0	1	0.0	0.7	0.7	1	0.0	0.7	0.7
	1	1	1	0.0	0.7	0.7	1	0.0	0.7	0.7

Параметри: $\alpha = 0.2$, $\text{threshold} = 0.5$

$$W_1 = 0.1 + 0.2 * 1 * 0 = 0.1$$

$$W_2 = 0.3 + 0.2 * 1 * 1 = 0.5$$

Тежине се подешавају: $W_i(\text{ново}) = W_i(\text{старо}) + (\alpha) \times (\text{delta}) \times (X_i)$

α – стопа учења

$\text{delta} = Z_j - Y_j$ (Z_j , Y_j жељени и стварни излаз).

Предности и ограничења

- Учење са недостајућим подацима
- Учење са подацима са шумом
- Адаптивност
- Паралелизација учења
- Велика међузависност атрибута

- Људски недостаци, лоша интерпретација,
- Захтевне за учење (процесор, меморија)

Предвиђање извоза ел. енергије

ПОДАЦИ ЗА ТРЕНИНГ И ТЕСТИРАЊЕ ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ										
Година	Производња	Извоз	Година	Производња	Извоз	Година	Производња	Извоз	Предвиђање мреже	Грешка у %
	енергије	енергије		енергије	енергије		енергије	енергије		
1949	31722160	1593798	1970	63498963	2661946	1990	70846799	4865251	4314011,50	11,33
1950	35540385	1466882	1971	62720740	2175728	1991	70513270	5157148	4299902,50	16,62
1951	38750615	2623589	1972	63917992	2137880	1992	70057855	4956526	4276180,00	13,72
1952	37916913	2367492	1973	63582733	2051017	1993	68365716	4282790	4118907,30	3,82
1953	38180797	1870074	1974	62370334	2222530	1994	70832742	4075021	4313465,50	5,85
1954	36518429	1699351	1975	61354758	2358803	1995	71286533	4536177	4329218,00	4,56
1955	40147666	2289649	1976	61599920	2188244	1996	72582324	4657214	4358387,00	6,41
1956	42622034	2950451	1977	62049739	2071159	1997	72532342	4574349	4357576,00	4,73
1957	42982790	3449417	1978	63135728	1930713	1998	72550231	4344169	4357868,50	0,31
1958	40133327	2055669	1979	65945763	2870251	1999	72523413	3822957	4357429,50	13,98
1959	41948741	1540144	1980	67240063	3723342					
1960	42803761	1483266	1981	67007480	4328789					
1961	43280219	1383218	1982	66574317	4632501					
1962	44876993	1484402	1983	64106408	3716638					
1963	47173725	1849218	1984	68832334	3804128					
1964	49056406	1844646	1985	67717982	4231094					
1965	50676101	1854979	1986	67177108	4055339					
1966	53534199	1851312	1987	67758676	3853150					
1967	56379388	2145942	1988	69027570	4415291					
1968	58225261	2028422	1989	69461479	4767136					
1969	60541042	2152604								

Подаци за учење и тестирање

Примене

- Препознавање говора, облика, слика
- Менаџмент и маркетинг
- Финансије
- Временска прогноза
- Медицина
- Екологија

Следећи пут

- Закључивање на основу случајева (Case-based reasoning)

Питања за студенте

- Молим Вас да заузмете позицију за тест
- Одложите све материјале са предавања
- Спустите оловку
- Тест траје 2 минута