

## Cvičení 10

# UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍTĚ

1. Navrhněte jednoduchou umělou neuronovou síť, jíž určíte (vypočtete) hodnoty NOR-funkce (negace OR) dvou proměnných – viz pravdivostní tabulka: [ 1 bod ]

$x_1$	$x_2$	$y$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

2. Navrhněte jednoduchou umělou neuronovou síť, jíž implementujete logickou funkci XOR. Určete váhové koeficienty sítě, dokažte, že k její implementaci potřebujete více jednoduchých perceptronů, a odvoďte počet vrstev neuronové sítě. Váš závěr ověřte na příslušném příkladu. [ 2 body ]


3. Navrhněte jednoduchou umělou neuronovou síť pro výpočet logické funkce NXOR (negace funkce XOR) – viz pravdivostní tabulka: [ 2 body ]

$x_1$	$x_2$	$y$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

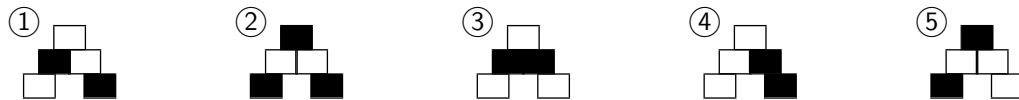
4. Navrhněte strukturu perceptronové sítě pro převod binárních čísel z rozsahu 0 – 9 do dekadické soustavy (na dekadické číslice 0 – 9). Síť implementujte v programovacím jazyku Java a proveďte příslušné naučení (natrénování) sítě. [ 2 body ]

5. Navrhněte a implementujte perceptronovou síť pro rozpoznávání tištěných číslic 0 – 9. Pro implementaci zvolte vhodné (jednoduché) tiskové typy číslic, např. arial, předpokládejte vstupní matici o 5 x 7 neuronech a pro ověření funkčnosti Vámi navrženého řešení využijte programový systém JavaNNS. [ 5 bodů ]

## 6. Učení (trénování) umělých neuronových sítí

Předpokládejte, že máte rozpoznávat objekty typu  popsané vektorem pěti binárních hodnot – první (nejlevější) bit nechť reprezentuje typ elementu na špičce pyramidy (0 – bílý, 1 – černý), další čtyři binární hodnoty pak elementy v těle pyramidy v pořadí znázorněném na horním obrázku.

Dále budiž dáno následujících pět trénovacích objektů, pro něž budou ve fázi trénování daného typu sítě nastaveny (určeny) hodnoty vah jednotlivých synaptických spojení (matice váhových koeficientů  $\mathbf{W}$ ) a hodnoty složek prahového vektoru ( $\Theta$ ):



- a) Proveďte natrénování dané sítě ("ručním" výpočtem prvků matice vah a složek prahového vektoru simulujte natrénování).
- b) Určete, jak a do které klasifikační třídy bude zařazen (ke kterému trénovacímu objektu bude přiřazen) vpravo zobrazený objekt považovaný za obraz některého z výše uvedených trénovacích objektů deformovaný šumem :



- **umělou neuronovou sítí LAM** (lineární asociativní paměť), [ 3 body ]
- **Hopfieldovou neuronovou sítí** (synchronní model), [ 3 body ]
- **Hopfieldovou neuronovou sítí** (asynchronní model) [ 3 body ]

## 7. Ověření možností simulace funkce umělých neuronových sítí

S využitím stuttgartského simulátoru neuronových sítí (JavaNNS – viz <http://www.ra.cs.uni-tuebingen.de/software/JavaNNS/>) ověřte na počítači či notebooku funkční vlastnosti dalších základních typů umělých neuronových sítí.

[ 5 – 10 bodů podle kvality zpracovaného programového řešení ]