

VĚDECKÉ SPISY VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V BRNĚ

Edice Habilitační a inaugurační spisy, sv. 193

ISSN 1213-418X

Petr Dostál

VYBRANÉ METODY ROZHODOVÁNÍ V PODNIKOVÉ SFÉŘE

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta podnikatelská
Ústav informatiky

Ing. Petr Dostál, CSc.

**VYBRANÉ METODY ROZHODOVÁNÍ
V PODNIKOVÉ SFÉŘE**

**CHOSEN METHODS OF DECISION-
MAKING IN BUSINESS SPHERE**

ZKRÁCENÁ VERZE HABILITAČNÍ PRÁCE



BRNO 2005

Klíčová slova

Rozhodování, podniková sféra, metodologie, metody, expertní systémy, fuzzy logika, umělé neuronové sítě, genetické algoritmy

Key Words

Decision making, business sphere, methodologies, methods, expert systems, fuzzy logics, artificial neural networks, genetic algorithms

Originál práce je uložen na podnikatelské fakultě VUT v Brně.

OBSAH

OBSAH	3
1 PŘEDSTAVENÍ AUTORA	4
2 ÚVOD	5
3 POPIS VYBRANÝCH METOD PRO ROZHODOVÁNÍ	5
3.1 Fuzzy logika	5
3.2 Umělé neuronové sítě.....	6
3.3 Genetické algoritmy	8
4 APLIKACE VYBRANÝCH METOD V PODNIKOVÉ SFÉŘE	9
4.1 Fuzzy logika	9
4.2 Umělé neuronové sítě.....	12
4.3 Genetické algoritmy	14
5 Závěr	16
6 Literatura.....	18
7 Abstract.....	22

1 PŘEDSTAVENÍ AUTORA



Ing. Petr Dostál, CSc. se narodil v roce 1954 v Brně. Vysokoškolské studium ukončil v roce 1978 na Vysokém učení technickém v Brně - Fakultě strojní, obor Přístrojová a regulační technika.

V letech 1978-85 pracoval jako samostatný výzkumný pracovník ve Výzkumném ústavu zdravotnické techniky v Brně, kde byl odpovědný za vývoj software a výzkum v oboru lékařských přístrojů. V tomto období zahájil vědeckou přípravu, stal se členem mezinárodní organizace International Society for Artifical Organs. V roce 1982 složil státní všeobecnou zkoušku z jazyka anglického. V letech 1985-90 pracoval na Vysokém učení technickém - Fakultě strojní, jako samostatně odborný pracovník. V roce 1986 ukončil obhajobou vědeckou přípravu a byl mu přiznán titul kandidáta věd CSc. Od roku 1986 působil na vysoké škole jako vědecký pracovník, ročníkový učitel, vedoucí a recenzent diplomových prací. Byl zařazen jako expert pro rozvojové země a stal se členem mezinárodní organizace International Society for Artificial Organs v USA (1984-1991). Absolvoval studium VŠ pedagogiky na FF UP v Olomouci v roce 1978.

V letech 1990-91 pracoval u firmy DATACOOP, zabývající se prodejem HW a SW PC, dále v letech 1991 - 95 v Moravské typografii, a.s., kde odpovídal za výstavbu a řízení počítačové sítě, později v letech 1995-97 v Komerční bance a.s., kde odpovídal za řízení a provoz počítačové sítě. Od roku 1990 má živnost v oboru ekonomického a organizačního poradenství. Pro firmu Finanza a.s. provádí poradenství - technickou analýzu. Od roku 1999 je členem International Institution of Forecasters (USA) a od roku 2003 jejím konzultantem pro metody predikce. V roce 2004 vyhrál konkurz na místo odborného asistenta na Fakultě podnikatelské Vysokého učení technického v Brně pro obor Operační a systémové analýzy.

V oblasti vědy a výzkumu se podílel na řešení mnoha výzkumných úkolů ve Výzkumném ústavu zdravotnické techniky, na Vysokém učení technickém, pro EGU Brno, OKE Ostrava, EGU Bratislava atd. V poslední době se podílel na řešení grantu GAČR č.101/01/0345, výzkumného úkolu ČEZ J22/98:261100009 a MŠMT 281100001, dále na GAČR 402/03/0555 realizovaném na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Výsledky prací uveřejnil ve výzkumných zprávách, ve sbornících z konferencí a v odborných časopisech. Mnohé z prací jsou realizovány v praxi.

Pedagogická činnost zahrnuje interní úvazek na Vysokém učení technickém v Brně a externí na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně v těchto předmětech: Operační a systémová analýza I, II, Základy rozhodování a optimalizace, Rozhodování v podniku, Databázové systémy I, II, Moderní metody ekonomických analýz.

Je autorem či spoluautorem 5 skript a jedné monografie. Dále uvádí téměř 100 publikačních položek (např. 5 vědeckých článků, 19 výzkumných zpráv, 3 příspěvky na světových konferencích, 53 příspěvků na mezinárodních a národních konferencích, 12 příspěvků v domácích odborných časopisech).

2 ÚVOD

Rozhodování je jedna z nejdůležitějších činností v životě člověka, týká se jeho soukromého i pracovního života. Důležité je rozhodování v pracovních procesech, a to zejména při řízení podniků a firem ve výrobní i nevýrobní sféře. V současné době je kladen důraz na rozhodování, která jsou obtížně algoritmizovatelná a multikriteriální. Důležitou roli hraje i čas. Z těchto důvodů se začíná využívat při rozhodování výpočetní technika a tvoří se nové metodologie, metody a techniky rozhodování, kdy lze využít nejnovějších teorií, ke kterým patří fuzzy logika, umělé neuronové sítě a genetické algoritmy.

3 POPIS VYBRANÝCH METOD PRO ROZHODOVÁNÍ

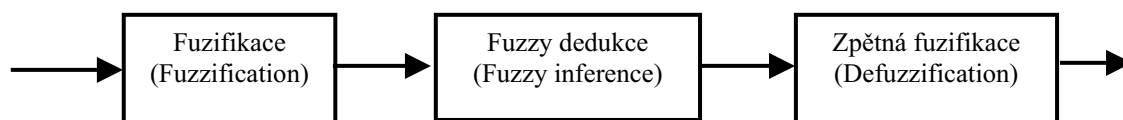
V následující práci se budu zaměřovat na problematiku rozhodování v podnikové sféře, zaměřené na vybrané metody rozhodování, využívající teorie fuzzy logiky, umělých neuronových sítí a genetických algoritmů.

Existují úlohy, které příroda zvládá velmi snadno, zatímco člověkem navržené algoritmy nefungují. Matematici se nechali inspirovat přírodou a vytvořili nové teorie, jako fuzzy logiku, umělé neuronové sítě a genetické algoritmy. K rozvoji těchto teorií dochází nebývalým tempem. Dopad je patrný ve všech oblastech lidské činnosti, např. řízení technologických procesů, ekologii, lékařství, chemie, biologie, ale také v ekonomice, finančnictví, a to v nejrůznějších aplikacích od těch nejjednodušších až po ty nejsložitější.

3.1 FUZZY LOGIKA

Teorie množin definuje množinu jako soubor prvků určitých vlastností. Prvek potom do množiny patří, nebo ne (0 nebo 1). Jde tedy pouze o dva stavy. L. Zadeh vytvořil teorie fuzzy množin a fuzzy logiky, kdy se určuje, „jak moc“ prvek do množiny patří nebo ne (proměnná x a její příslušnost k množině se značí $\mu(x)$ a je definována v rozmezí od 0 po 1; 0 znamená úplné ne členství a 1 úplné členství). Užití míry členství odpovídá v řadě situací lépe než užití konvenčních způsobů zařazování členů do množiny podle přítomnosti či nepřítomnosti. Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině. Obdobně se rozhoduje člověk při činnosti v oblasti duševní a fyzické u ne zcela algoritmizovaných činností. Pomocí fuzzy logiky lze najít řešení pro daný případ z pravidel, která byla definována pro podobné případy. Metoda, užívající neztetelných množin (fuzzy), patří mezi metody, které se používají v oblasti řízení firem. Kromě aplikací z fuzzy logiky se lze setkat i s kombinovanými systémy, např. s neuronovými sítěmi, tzv. neurofuzzy aplikacemi.

Tvorba systému s fuzzy logikou obsahuje tři základní kroky: fuzifikaci, fuzzy dedukci a zpětnou fuzifikaci. Viz obr.1.



Obr.1 Rozhodování řešené fuzzy zpracováním

První krok znamená převedení reálných proměnných na jazykové proměnné. Definování jazykových proměnných vychází ze základní lingvistické proměnné, např. u proměnné riziko lze zvolit následující atributy: žádné, velmi nízké, nízké, střední, vysoké, velmi vysoké riziko.

Obvykle se používá tři až sedm atributů základní proměnné. Stupeň členství atributů proměnné v množině je vyjadřován matematickou funkcí. Existuje mnoho tvarů těchto členských funkcí. Typy, které našly v praxi největší uplatnění, se nazývají standardními funkcemi členství a patří k nim typy: Λ , π , Z a S . Stupeň členství v množině se týká jak vstupních, tak výstupních funkcí.

Druhý krok definuje chování systému pomocí pravidel typu <Když>, <Potom> na jazykové úrovni. V těchto algoritmech se objevují podmínkové věty, vyhodnocující stav příslušné proměnné. Tyto podmínkové věty mají známou formu z programovacích jazyků:

$$\langle \text{Když} \rangle V_{\text{stup}_a} \langle A \rangle V_{\text{stup}_b} \dots V_{\text{stup}_x} \langle \text{Nebo} \rangle V_{\text{stup}_y} \dots \dots \langle \text{Potom} \rangle V_{\text{ýstup}_1}$$

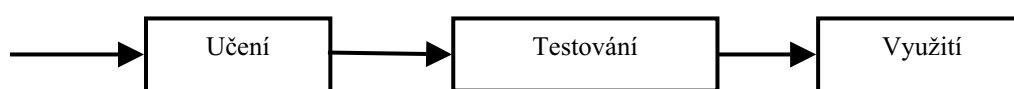
tj. když (nastane stav) V_{stup_a} a V_{stup_b} , ..., V_{stup_x} nebo V_{stup_y} ..., potom (je situace) $V_{\text{ýstup}_1}$.

Každá kombinace atributů proměnných, vstupujících do systému a vyskytujících se v podmínce <Když> <Potom>, představuje jedno pravidlo. Pro každé pravidlo je třeba určit stupeň podpory, tj. váhu pravidla v systému. Výsledek systému s fuzzy logikou závisí do značné míry na správném určení významu definovaných pravidel. Váhu těchto pravidel lze v rámci průběhu optimalizace systému měnit. Podobně jako pro část pravidla umístěného za <Když> je třeba vybrat odpovídající atribut za částí <Potom>. Tato pravidla si tvoří uživatel sám. Výsledkem fuzzy dedukce je jazyková proměnná. V případě analýzy rizika mohou mít atributy hodnotu např. velmi nízké, nízké, střední, vysoké, velmi vysoké riziko atd., což může vést k výstupům jako investici provést ano či ne.

Třetí krok převádí výsledek předchozí operace fuzzy dedukce na reálné hodnoty. Reálnou akcí může být stanovení výše rizika. Cílem zpětné fuzifikace je převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby slovně co nejlépe reprezentovala výsledek fuzzy výpočtu.

3.2 UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍTĚ

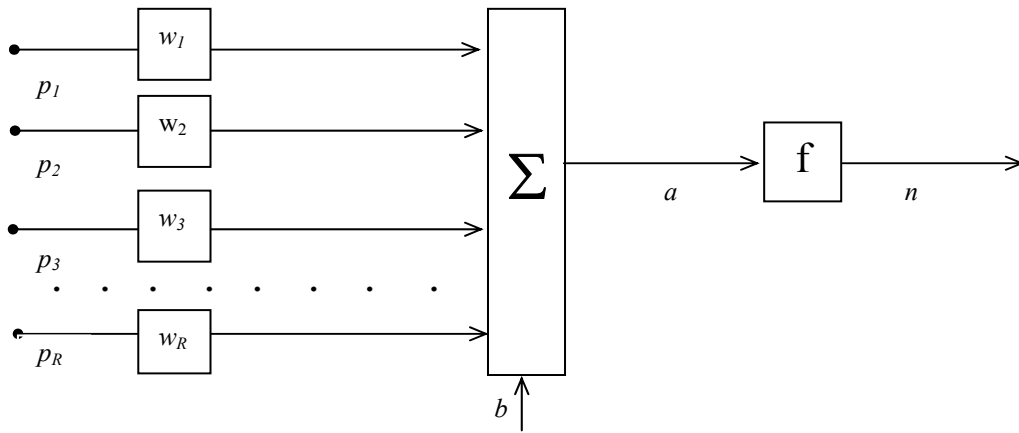
Umělé neuronové sítě jsou jistým (nedokonalým) modelem myšlení lidského mozku. Činnost umělé neuronové sítě se skládá ze tří procesů. Viz obr.2.



Obr.2 Činnost umělé neuronové sítě

Při procesu učení se nastavují parametry sítě, při procesu testování se zjišťuje, jak je síť naučena a při procesu využití se síť stává „odborníkem“ a produkuje výstupy na základě znalostí získaných v první fázi. Při konstrukci každé neuronové sítě musíme určit počet vrstev sítě, vstupy a výstupy, přenosové funkce, případně propojení neuronů mezi sebou.

Nejjednodušší umělou neuronovou sítí (označovanou jako perceptron) si lze představit, (viz obr.3.) jako vstup R hodnot, které označíme $p_1, p_2, p_3, \dots, p_R$, přičemž tyto hodnoty jsou násobeny váhovými koeficienty $w_1, w_2, w_3, \dots, w_R$. Vliv má také tzv. prahová hodnota b .

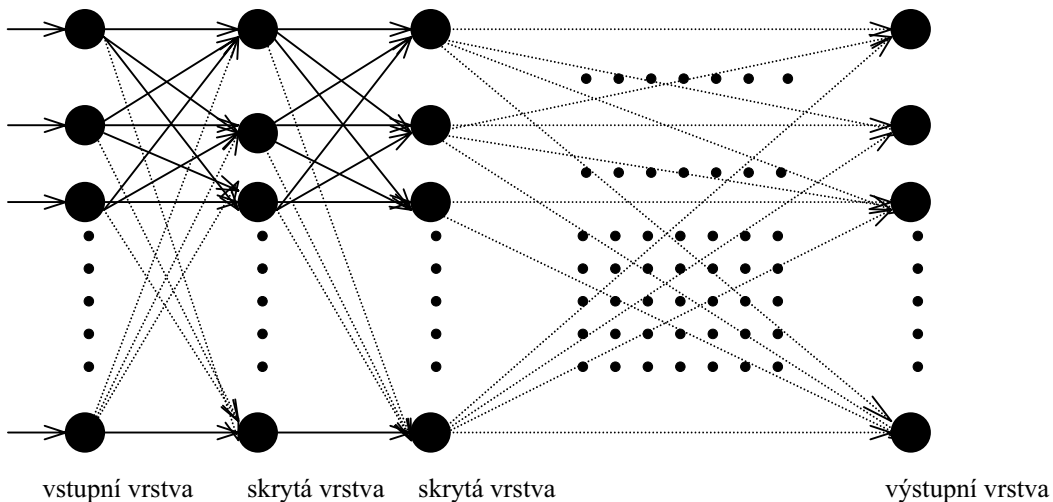


Obr.3 Jednovrstvá neuronová síť

Platí $a = w_1 p_1 + w_2 p_2 + w_3 p_3 + \dots + w_R p_R + b = \sum_{i=1}^R w_i p_i + b$. Dále platí, že $n = f(a)$, kdy se používá různých tzv. přenosových funkcí f , z nichž nejdůležitější jsou:

$$\text{Hardlim} \begin{cases} n = 0 & \text{pro } a < 0 \\ n = 1 & \text{pro } a \geq 0 \end{cases}, \text{purelin } n = a, \text{logsig } n = \frac{1}{1 + e^{-a}}, \text{tansig } n = \frac{e^a - e^{-a}}{e^a + e^{-a}}.$$

Pro perceptron můžeme psát rovnici ve vektorovém tvaru $n = f(\mathbf{w} \cdot \mathbf{p} + b)$. Složitější úlohy, které je nutné řešit v rozhodování, lze řešit pouze vícevrstevnými sítěmi, jejichž obecná struktura je na obr. 4. Pro tuto vícevrstevnou síť platí rovnice v maticovém tvaru $\mathbf{n} = f(\mathbf{w} \cdot \mathbf{p} + \mathbf{b})$.



Obr.4 Schéma vícevrstevné sítě se vstupní, skrytými a výstupní vrstvou

Pro výpočet vah umělé neuronové sítě se často používá tzv. metoda back-propagation, která se skládá ze dvou kroků. Nejdříve se provede výpočet výstupů na základě vstupů a vah (krok vpřed), dále se provede výpočet chyby E , kterou definujeme vzorcem $E = \sum (n_i - o_i)^2$, kde n_i je i -tá hodnota na výstupu a o_i je i -tá očekávaná hodnota. Výpočet se provádí přes všechny výstupy a v každém cyklu. Tohoto rozdílu se využije k zpětnému výpočtu vah (krok zpět) a proces se opakuje tak dlouho, až chyba E konverguje k námi akceptovatelné hodnotě. Učící se proces umělé neuronové sítě lze proto interpretovat jako optimalizační úlohu s účelovou funkcí E definovanou v hyperprostoru, při které se hledá její minimum.

3.3 GENETICKÉ ALGORITMY

Genetické algoritmy se používají tam, kde přesné řešení úloh z praxe by systematickým prozkoumáním trvalo téměř nekonečně dlouho. Umožňují tak řešit složité problémy velmi elegantně. Většina implementací genetických algoritmů pracuje s pojmy používanými v genetice, např. chromozomem¹. U genetických algoritmů je chromozom reprezentován pomocí nul a jedniček, tj. binární reprezentací. V tomto případě jsou chromozomy představovány binárními řetězci, např. 01100110. Pro manipulace s chromozomy bylo navrženo několik genetických operátorů. Nejčastěji používanými operátory jsou selekce (selection), křížení (crossover) a mutace (mutation).

Při selekci se jedná o výběr chromozomů, které se stanou rodiči. Důležitým hlediskem, jež se přímo či nepřímo uplatňuje při výběru alespoň jednoho z rodičů, je jeho „zdatnost“ (fitness). Tuto, tzv. selekci, ukazuje příklad, kdy číslo 122 (binárně 01111010) je větší jak 34 (binárně 00100010), proto chromozom 01111010 přejde do další generace. Viz tab.1.

01111010	>	00100010
122	>	34

Tab.1 Selekcce

Křížení představuje výměnu částí dvou či více rodičovských chromozomů, které způsobuje modifikaci chromozomů, při němž vzniká jeden nebo více potomků. Toto tzv. jednobodové křížení je ukázáno v tab.2.

Rodiče	potomci
011|0010	011|1001
011|1001	011|0010

Tab.2 Křížení

Mutace představuje modifikaci chromozomu, při níž dojde k náhodné změně. Tato činnost se v přírodě vyskytuje zřídka. Mutace je znázorněna v tab.3.

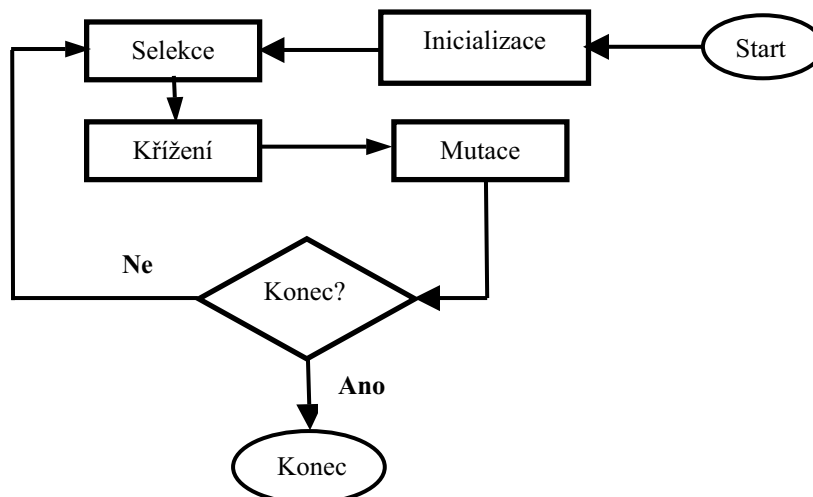
před	po
0110010	0010110

Tab.3 Mutace

Genetické algoritmy pracují tím způsobem, že se nejprve vytvoří počáteční populace chromozomů, a potom se tato populace mění pomocí genetických operátorů tak dlouho, dokud není proces ukončen, např. počtem cyklů (generací). Viz obr.5. Proces reprodukce, který se opakuje, se nazývá epochou evoluce populace (jednou generací) a představuje uvedené tři kroky: selekce, křížení a mutace.

Při aplikaci genetických algoritmů na problémy řízení firem (resp. nevratného rozhodování), každý chromozom kóduje nějaké řešení problému (tedy chromozom je genotyp a odpovídající řešení je fenotyp) a jeho fitness je kladná hodnota, která nějakým způsobem odpovídá hodnotě účelové funkce v tomto řešení. V genetických algoritmech jsou preferovány chromozomy s vyšší hodnotou fitness. Fitness funkce musí být konstruovaná tak, že její hodnota je tím vyšší, čím lepší je hodnota účelové funkce.

¹ V genetice člověka je chromozom definován jako funkční celek dědičného záznamu genetické informace v buňce, schopný samostatné funkce při přenosu informací.



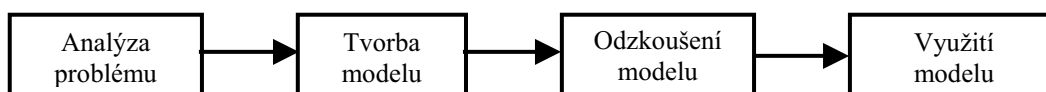
Obr.5 Proces reprodukce

4 APLIKACE VYBRANÝCH METOD V PODNIKOVÉ SFÉŘE

Při aplikacích vybraných metod v podnikové sféře je nutné řešit následující:

- u fuzzy logiky výběr dat a určení, která data budou vstupní a výstupní, určení pravidel, atributů a funkcí členství pro získání kvalitního řešení,
- u umělých neuronových sítí: výběr dat a určení, která data budou použita pro testování a učení, navržení topologie sítě a volba přenosových funkcí pro získání kvalitního řešení,
- u genetických algoritmů: výběr dat a určení účelových (fitness) funkcí, omezení oblasti řešení, volba parametrů výpočtu (velikost populace, délka chromozomů, parametry selekce, křížení a mutace) pro získání kvalitního řešení.

Po provedení analýzy problému je možné sestavení jeho modelu a po odzkoušení jej využívat v praxi jako podpory pro rozhodování. Viz obr.6.

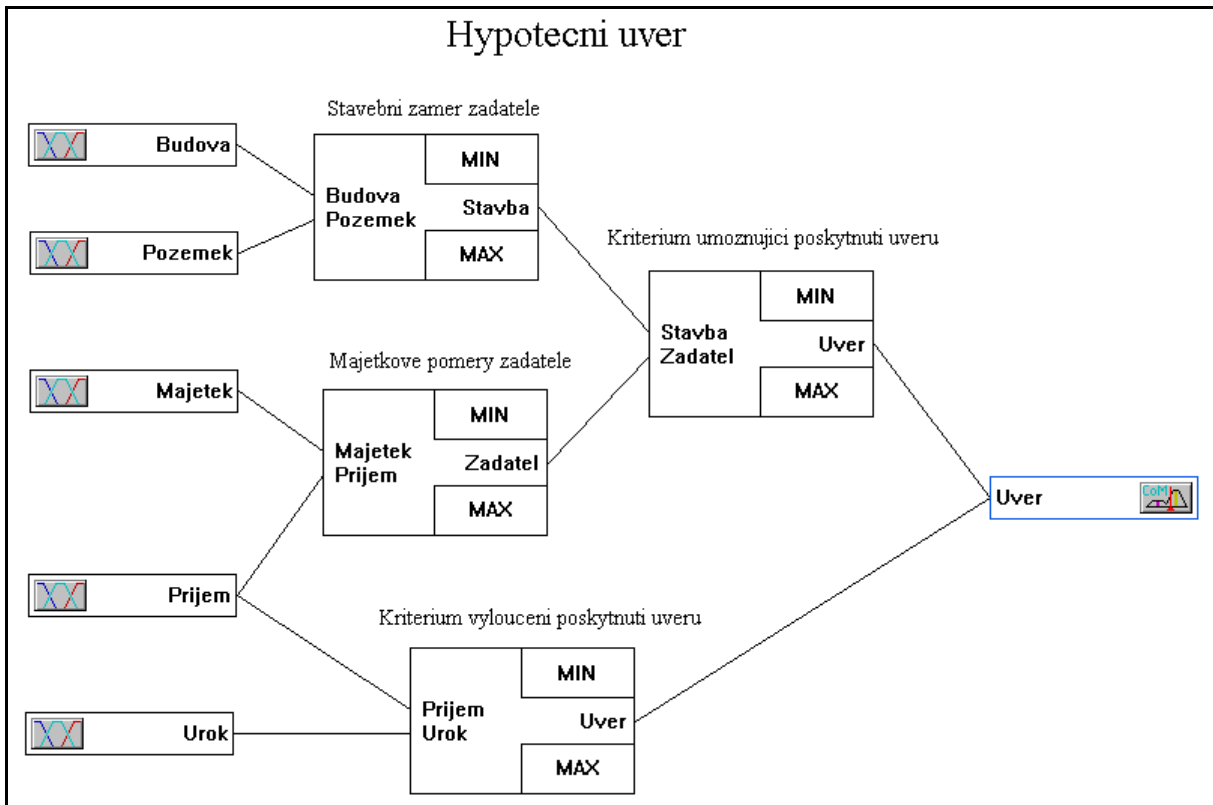


Obr.6 Tvorba expertního systému

4.1 FUZZY LOGIKA

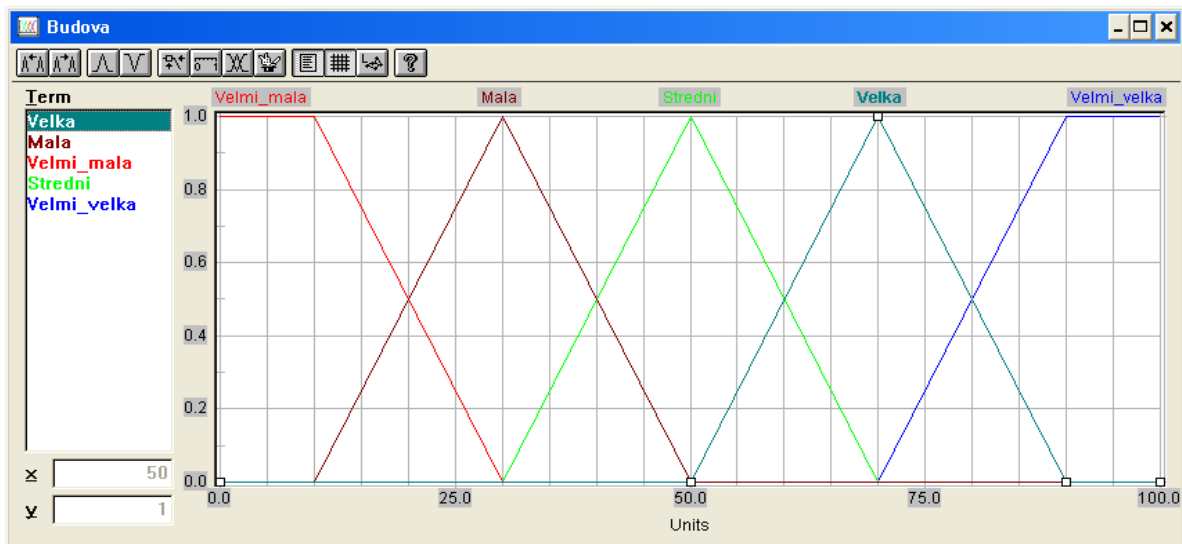
Při práci s fuzzy logikou je nutné se soustředit zejména na volbu atributů a jejich funkcí členství. Důležitý je i proces ladění modelu. Aplikaci uvedu na příkladu rozhodování banky jaký úvěr má být poskytnut.

Nejdříve je nutné navolit počet vstupních a výstupních proměnných a jejich proměnné. Vstupními proměnnými jsou Budova (Velmi malá, Malá, Střední, Velká, Velmi velká), Pozemek (Špatný, Dobrý, Výborný), Majetek (Malý, Střední, Velký), Příjem (Malý, Střední, Velký), Úrok (Malý, Střední, Velký), tj. pět vstupů, u kterých jsou voleny tři až pět atributů podle potřeb realizace projektu. Výstupem je Úvěr s pěti atributy (Velmi nízký, Nízký, Střední, Vysoký, Velmi vysoký). Vytvořený model za použití programu fuzzyTECH je na obr.7.



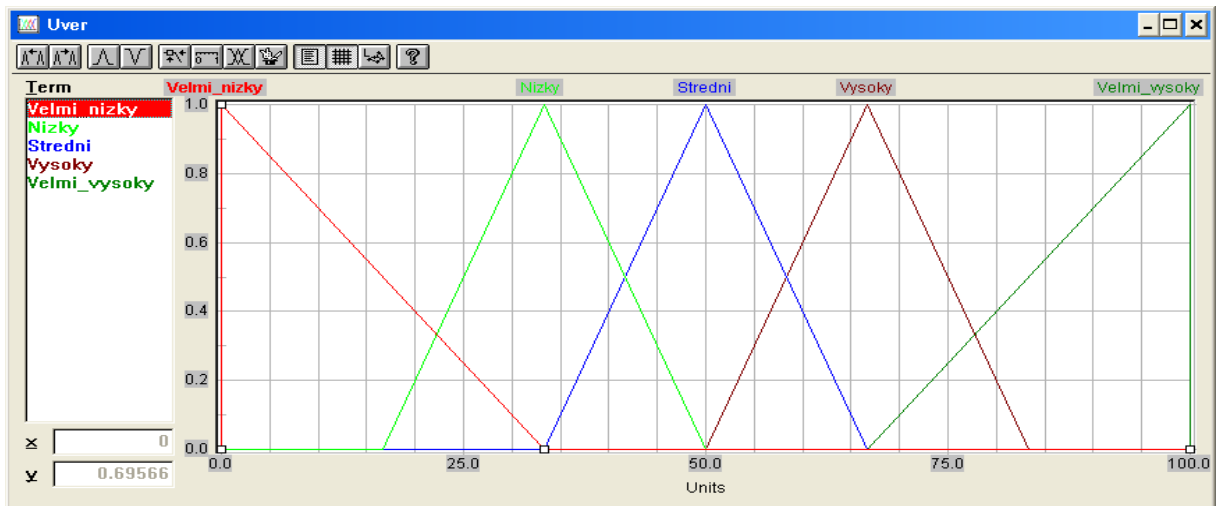
Obr.7 Schéma fuzzy modelu

Je nezbytné navolit tvary členství pro všechny vstupy a výstupy. Volíme funkce členství ve tvaru S, Λ , Z pro všech pět vstupů s třemi, popř. pěti atributy. Obr.8 znázorňuje průběh funkcí proměnné Budova, obdobná je situace u ostatních vstupních proměnných.



Obr.8 Definice atributů a funkce členství proměnné Budova

Dále je nutné navolit tvary funkce členství výstupní proměnné. Zvolíme křivky S, Λ a Z, které nejlépe vystihují skutečnost. Průběh členství pro Úvěr je na obr.9.

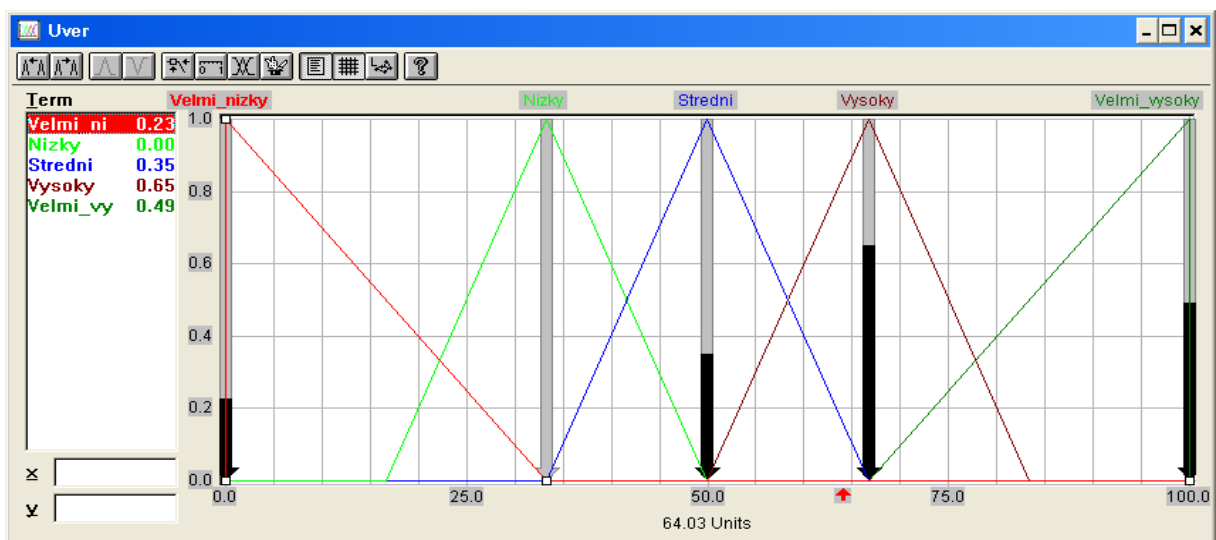


Obr.9 Definice atributů a funkce členství pro Úvěr

U bloku pravidel je potřebné navolit pravidla a jejich váhy (DoS = Degree of Support) mezi vstupy a výstupem. Váhu pravidel lze v průběhu optimalizace měnit. Část tabulky pravidel Žadatel je na obr.10.

Spreadsheet Rule Editor - Zadatel				
	IF		THEN	
	Majetek	Prijem	DoS	Zadatel
1	Maly	Maly	1.00	Mala_bonita
2	Maly	Stredni	1.00	Mala_bonita
3	Maly	Velky	1.00	Stredni_bonita
4	Stredni	Maly	1.00	Mala_bonita
5	Stredni	Stredni	1.00	Stredni_bonita
6	Stredni	Velky	1.00	Vysoka_bonita
7	Velky	Maly	1.00	Stredni_bonita
8	Velky	Stredni	1.00	Stredni_bonita
9	Velky	Velky	1.00	Vysoka_bonita

Obr.10 Část tabulky pravidel



Obr.11 Výsledek výpočtu proměnné Úvěr

Vytvořený model lze využít pro vyhodnocení úvěru, jak je to zobrazeno na obr. 11, kdy na základě vstupních hodnot jsme obdrželi informaci o možnosti poskytnutí vysoké výše úvěru.

4.2 UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍTĚ

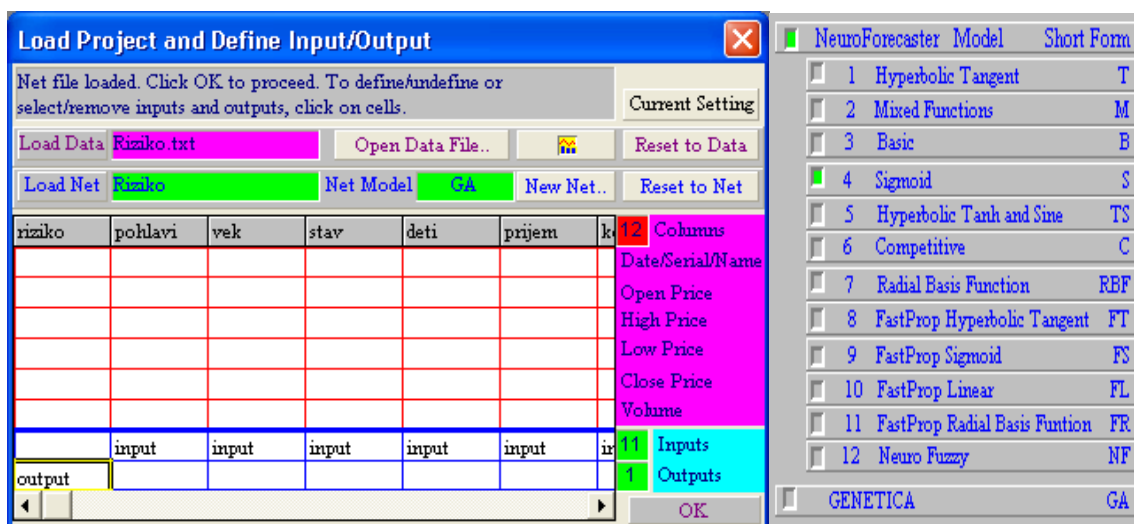
Při práci s umělými neuronovými sítěmi je nutné se soustředit na volbu vstupních a výstupních veličin, typ přenosové funkce, počet vrstev, případně chromozomů, určit data, která budou použita pro učení a která pro testování. Důležitý je i proces ladění modelu. Práce s umělou neuronovou sítí tedy zahrnuje proces učení umělé neuronové sítě, kdy síti poskytneme reálné vstupní i výstupní údaje. Takto naučenou síť využijeme následně k ohodnocení případu, kdy na základě znalosti vstupních parametrů konkrétního případu je poskytnuto výstupní řešení (které je založeno na principu analogie s naučenými případy). Vstupem je tedy matice hodnot zobrazená v tab.4, která charakterizuje jednotlivé parametry konkrétního případu.

	X_1	X_2	X_3	.....	.....	X_{M-1}	X_M
Y_1	$A_{1,1}$	$A_{1,2}$	$A_{1,3}$	.....	.....	$A_{1,M-1}$	$A_{1,M}$
Y_2	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	$A_{2,3}$	.....	.....	$A_{2,M-1}$	$A_{2,M}$
Y_3	$A_{3,1}$	$A_{3,2}$	$A_{3,3}$	.....	.....	$A_{3,M-1}$	$A_{3,M}$
Y_4	$A_{4,1}$	$A_{4,2}$	$A_{4,3}$	.....	.....	$A_{4,M-1}$	$A_{4,M}$
...
...
Y_{N-2}	$A_{N-2,1}$	$A_{N-1,3}$	$A_{N-2,3}$	.....	.....	$A_{N-2,M-1}$	$A_{N-2,M}$
Y_{N-1}	$A_{N-1,1}$	$A_{N-1,2}$	$A_{N-1,3}$	.....	.....	$A_{N-1,M-1}$	$A_{N-1,M}$
Y_N	$A_{N,1}$	$A_{N,2}$	$A_{N,3}$	.....	.....	$A_{N,M-1}$	$A_{N,M}$
Y_{N+1}	$A_{N+1,1}$	$A_{N+1,2}$	$A_{N+1,3}$	.....	.....	$A_{N+1,M-1}$	$A_{N+1,M}$

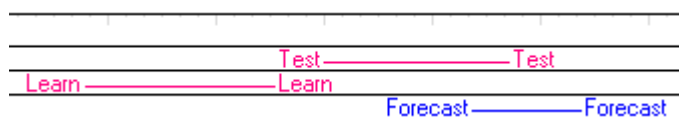
Tab.4 Matice hodnot

Pro srovnání použijí příklad rizika nesplacení pohledávky (který byl ukázkou realizace fuzzy logiky) za podpory programu NeuroForecaster/GENETICA[®] od firmy NIBS Pte Ltd. Vstupem umělé neuronové sítě je matice hodnot, která charakterizuje jednotlivé parametry. Výstupní a vstupní proměnné jsou Riziko (0 až 100 %), Pohlaví (muž = 1, žena = 0), Věk (roky), Stav (svobodný = 0, ženatý = 1, ostatní = 2), Děti (počet), Příjem (Kč), Konto (Kč), Dluhy (Kč), Zaměstnání (roky), Kontakt s klientem (měsíce), Objednávka (počet), Platby zpožděné (počet). V jednotlivých řádcích jsou uvedeny jednotlivé případy klientů. Neznáme-li a chceme-li určit riziko nesplacení pohledávky klienta u třetího případu, označíme jej symbolem ?. Spuštěním výpočtu neuronové sítě získáme v této buňce hodnotu rizika nesplacení pohledávky klientem.

Máme-li určenou vstupní matici, provedeme volbu vstupů a výstupu, typu přenosové funkce, počet skrytých vrstev, rozsah dat pro učení a testování. Viz obr.12, 13.

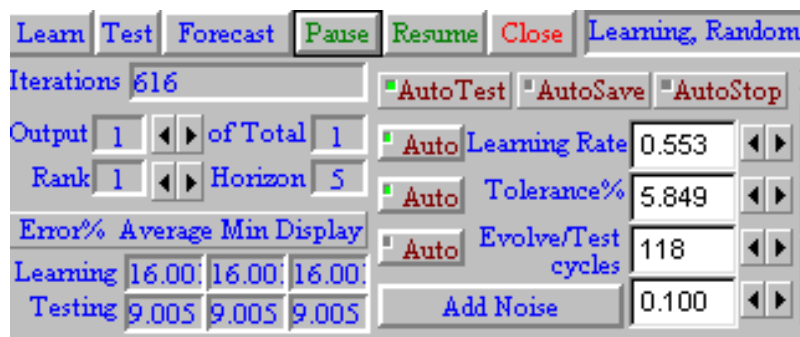


Obr.12 Volba vstupů, výstupů a přenosové funkce



Obr.13 Volba dat pro učení a testování

U procesu učení a testování lze sledovat chyby testování a učení, pokud je chyba malá, pak proces ukončíme. Viz obr.14.



Obr.14 Údaje o úspěšnosti učení a testování

Výsledkem je potom navržená hodnota rizika nesplacení pohledávky klientem pro nový zkoumaný případ. V našem případě hodnota Riziko označené symbolem ? v třetím řádku shora tabulky byla navržena umělou neuronovou sítí 42 %. Viz obr.15.

	Riziko	Pohlavi	Vek	Stav	Deti	Prijem	Konto	Dlhhy	Delka	Doba	Nakup	Pocet
1	35	0	65	1	0	11000	50000	0	45	5	15	0
2	60	0	25	0	1	10300	0	0	5	2	8	1
3	42	1	78	0	0	8300	0	0	60	2	20	0
4	75	1	19	0	0	4900	0	520000	0	0	4	0
5	15	0	48	1	2	42000	850000	0	28	8	40	0
6	85	1	79	0	0	7400	0	0	45	0	1	1
7	55	1	26	0	0	12600	100000	88000	8	2	10	0
8	10	0	45	1	1	55000	1100000	0	25	10	50	0
9	50	0	30	0	0	10800	0	100000	10	4	24	0
10	30	0	55	0	1	13400	110000	0	35	6	20	0
11	90	1	18	0	0	5200	0	900000	0	0	2	2
12	20	0	52	1	0	15500	510000	0	30	10	48	0
13	40	0	63	1	0	9500	40000	0	40	4	18	0
14	80	1	77	1	0	6400	0	0	55	1	2	2
15	25	0	54	1	2	12300	120000	0	32	7	38	0

Obr.15 Část tabulky – riziko

Umělá neuronová síť pracuje obdobně jako člověk. Výhoda spočívá v tom, že při velkém množství kritérií a množství případů člověk nemusí toto kvantum informací pojmout a správně interpretovat, popř. dojde k opomenutí nějakého kritéria nebo lidskému omylu.

4.3 GENETICKÉ ALGORITMY

Při práci s genetickými algoritmy je nutné se soustředit na určení účelové funkce, tj. rovnici, kterou optimalizujeme na maximum, respektive minimum nebo určitou hodnotu, určit hodnoty, které mají být optimalizovány, typ chromozomu, volbu omezení optimalizovaných hodnot, a to rozsahy, podmínkami a funkcemi, velikost populace, délku chromozomu, parametr křížení, mutace a přechodu do další generace.

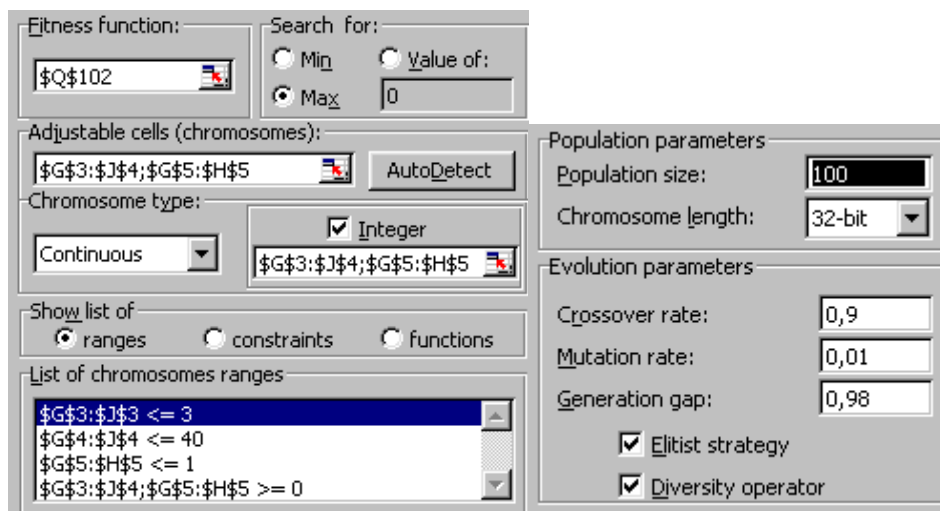
Jako příklad uvedu metodu zpracování vyjadřující závislost rizikovitosti na příjmu za podpory programu GeneHunter[®] od firmy Ward System Group, Inc. Genetických algoritmů využiji v procesu nazývaném jako shluková analýza. Osa X na obr. 17 představuje příjmy a osa Y rizikovost nesplacení pohledávky. Konkrétní jeden případ tedy po vynesení do grafu vytvoří bod. Byla zjišťována závislost příjmů a rizikovost nezaplacení u konkrétních zákazníků. Rizikovost platby byla dána rozsahem 0 až 1 (0 značí nulové riziko nesplacení pohledávky, 1 značí maximální riziko nesplacení pohledávky). Pro jednoduchost byla výše platu normována v rozsahu $\langle 0,1 \rangle$, kdy maximální plat bude odpovídat 1. Tab. 5 nalevo zobrazuje část dat, které představují normalizované hodnoty výše příjmů a riziko nesplacení pohledávky zákazníkem.

Data		Přiřazení			Souřadnice středů shluků	
Norm. plat	Riziko	S1	S2	S3	Osa X	Osa Y
0.067	0.94	0	0	1	0.918	0.247
0.008	0.97	0	0	1	0.498	0.561
0.088	0.77	0	0	1	0.141	0.808
0.420	0.57	0	1	0		
0.465	0.43	0	1	0		
1.000	0.30	1	0	0		
0.942	0.29	1	0	0		
0.563	0.48	0	1	0		
0.408	0.56	0	1	0		
0.467	0.70	0	1	0		
0.817	0.44	1	0	0		
0.133	0.78	0	0	1		
0.217	0.60	0	0	1		
0.950	0.39	1	0	0		
.....		
.....		

Účelová funkce:	
součet min. odchylek	
4.998	

Tab. 5 Část tabulky

Po určení počtu shluků, sestavení tabulky a určení parametrů pro výpočet (viz obr.16) se provede výpočet.

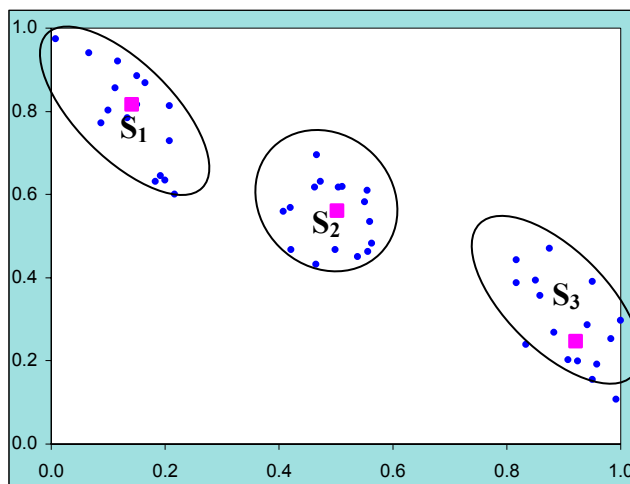


Obr.16 Volba parametrů pro optimalizaci

Při určování, do které skupiny bod patří, je možné použít shlukové analýzy, která rozdělí skupiny do segmentů s podobnými charakteristikami. Po stanovení počtu shluků proběhne výpočet, kdy se volí náhodně středy shluků a provádí se přiřazování bodů k nejbližšímu středu. Středů jsou přemísťovány tak, aby pozice odpovídala střední hodnotě daného shluku. Celý proces se opakuje tak dlouho, až pozice středů budou splňovat podmínku optimálnosti účelové funkce. Účelová funkce, která představuje součet vzdáleností mezi body vnesenými v grafu a středy příslušejících shluků, se minimalizuje. Měněné hodnoty, které jsou optimalizovány, jsou souřadnice X, Y středů shluků S1, S2, S3 a přiřazení bodů k jednotlivým středům shluků.

Situace po výpočtu je patrna z tab. 5, která napravo uvádí souřadnice X, Y shluků a hodnotu minimalizované účelové funkce. Přiřazení těchto bodů k jednotlivým shlukům, kde jednička v tabulce určuje, ke kterému se shluků S1, S2, S3 případ patří, je zobrazeno v tab. 5 uprostřed.

Z našeho hlediska je ale zajímavější graf závislosti výše příjmu a rizikovost nesplacení pohledávky a středy shluků (viz obr. 17).



Obr. 17 Graf závislosti rizikovosti plateb na velikosti příjmu

Z obrázku je patrná závislost: čím vyšší jsou příjmy, tím nižší je riziko nesplacení pohledávky. Shluk S1 představuje zákazníky s nízkými příjmy a vysokou mírou rizika nesplacení pohledávky, shluk S2 představuje zákazníky se středními příjmy a mírou rizika nesplacení pohledávky, shluk S3 představuje zákazníky s vysokými příjmy a nízkou mírou rizika nesplacení pohledávky.

5 ZÁVĚR

Ve výše uvedeném textu je uveden příklad, který je řešen za pomoci fuzzy logiky, umělých neuronových sítí a genetických algoritmů, aby bylo umožněno srovnání. Lze navrhnout různé metodologie a metody řešení problémů z praxe těmito teoriemi, jak je tomu např. v [24,37].

Srovnání metod klasických (zejména metod operační analýzy) a vybraných (představovaných fuzzy logikou, umělými neuronovými sítěmi, genetickými algoritmy nebo jejich kombinacemi) bylo provedeno na úrovni vertikální (jednotlivé příklady) a horizontální (jednotlivé metody).

Při vertikálním srovnání lze v jednotlivých příkladech vyhodnotit u klasických metod proti vybraným metodám nemožnost nebo velkou obtížnost řešení, získání kvalitnějšího řešení než klasickými metodami, úsporu času při řešení problému nebo výpočetního času.

Při horizontálním srovnání klasických metod proti vybraným metodám se lze zmínit o nemožnosti použití kvalitativních vstupních dat, požadavku komplexnosti dat, vyžadování schopnosti algoritmizace a dobré strukturovanosti úlohy, znalost cílů, nemožnost použití vágních pojmů, nemožnost zpětných výpočtů. Naopak klasické metody poskytují nejlepší (optimální) řešení v případě, že řešení je nalezeno.

Jiný pohled na stejnou problematiku lze uvést při rozdělení modelů pro podporu rozhodování za použití klasických modelů, kvalitativních modelů, modelů využívajících vybraných metod nebo k nemožnosti modelování procesu rozhodování z následujících hledisek: druhu informace (kvalitativní, kvantitativní), množství dat (malé, střední, velké),

požadované přesnosti modelu (malá, střední, velká) a doby vypracování modelu (krátká, dlouhá). Lze uvést následující:

- Klasické algoritmy lze použít tam, kde jsou informace kvantitativní, dat je velké množství, přesnost modelu je očekávaná střední nebo velká a doba vypracování modelu krátká i dlouhá.
- Kvalitativní modely lze použít tam, kde jsou informace kvalitativní, množství dat je malé, přesnost modelu postačuje malá a doba vypracování modelu krátká.
- Modely využívajících vybraných metod lze použít tam, kde jsou informace kvantitativní i kvalitativní, množství dat je malé, střední i velké, přesnost modelu je požadována střední až velká a doba vypracování modelu krátká i dlouhá.
- Nemožnost modelování lze uvést v případě, jsou-li informace kvantitativní, data nejsou nebo je jich málo, v tomto případě nelze hovořit o přesnosti modelu a době vypracování.

Použije-li se vybraných metod v rozhodovacích procesech, lze výhody vidět převážně v:

- objektivnosti výběru varianty (rozhodovatel není zatížen minulostí a subjektivitou),
- rychlosti získání optimální varianty (nebo skupinou variantních řešení),
- možnosti využití výsledků v případě, že je řešen podobný problém za podobných okolností,
- relativně nízkých nákladech za nalezení optimální varianty nebo variant.

Z výše uvedeného vyplývá výhoda použití modelů využívajících vybraných metod zejména v oblasti multikriteriálních a obtížně strukturovatelných rozhodovacích procesech, které se v praxi podniků vyskytují stále častěji. Je vhodné uvést, že chybná rozhodnutí mohou způsobit i krach podniku. Je tedy zřejmé, že úloha modelů v procesu rozhodování firem se bude zvyšovat. Podpora rozhodování sice nesnímá odpovědnost rozhodovatele za jeho rozhodnutí, ale může mu poskytnout cenné informace a tím zvýšit kvalitu jeho rozhodnutí.

6 LITERATURA

- [1] ABEL, H. *Digital Day Trading*, Dearborn, USA, 1999, 269s., ISBN 0-7931-3113-8.
- [2] ALIEV, A., ALIEV, R. *Soft Computing and Its Applications*, World Scientific Publishing Ltd, UK2002, 444s., ISBN 981-02-4700-1.
- [3] ALTROCK, C. *Fuzzy Logic & Neurofuzzy – Applications in Business & Finance*, Prentice Hall, USA, 1996, 375s., ISBN 0-13-591512-0.
- [4] AZOFF, E.M. *Neural Network Time Series Forecasting of Financial Markets*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1994, 196s., ISBN 0-471-94356-8.
- [5] BAIRD, B., BURNEY, C. *Electronic Day Trading to Win*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1999, 220s., ISBN 0-471-35072-9.
- [6] BALÁTEĚ, J. *Automatické řízení*, Technická literatura BEN, Praha, 2004, 664s., ISBN 80-7300-020-2.
- [7] BARNSLEY, M.F. *Fractals Everywhere*, Academic Press Professional, USA, 531s., 1993, ISBN 0-12-079061-0.
- [8] BERKA, P. *Dobývání znalostí z databází*, Academia, Praha, 2003, 366s., ISBN 80-200-1062-9.
- [9] BERNICE, C. *The Edge of Chaos - Financial Booms, Bubbles, Crashes and Chaos*, John Wiley & Sons Ltd., UK, 1997, 379s., ISBN 0-471-96907-9.
- [10] BOSE, K., LIANG, P. *Neural Network, Fundamental with Graphs, Algorithm and Applications*, Mc Graw-Hill, USA, 1996, 478s., ISBN 0-07-114064-6.
- [11] DAVIS, L. *Handbook of Genetic Algorithms*, Int. Thomson Com. Press, USA, 1991, 385s., ISBN 1-850-32825-0.
- [12] DOSTÁL, P. *Simulace provozu umělé ledviny na číslicovém počítači*, Lékař a Technika, 1984, roč. 15, č. 45, s. 67-74, ISSN 0301-5491.
- [13] DOSTÁL, P. *Simulační činnost tepelného obvodu umělé ledviny na číslicovém počítači*, Lékař a Technika, 1985, roč. 16, č. 4, s. 83-85, ISSN 0301-5491.
- [14] DOSTÁL, P. *Predikce denního diagramu zatížení soustavy centralizovaného zásobování teplem*, Automatizace, 1986, roč. 29, č. 1, s. 8-12. ISSN 0005-125X.
- [15] DOSTÁL, P. Some Knowledge of Prediction Methods, *In Nostradamus Prediction Workshop*, UTB Zlín, 1998, s.2-6, ISBN 80-214-1222-4.
- [16] DOSTÁL, P. Neural Network or ARIMA Model ?, *In Nostradamus Prediction Conference*, UTB Zlín, 1999, s.3-6, ISBN 80-214-1424-3.
- [17] DOSTÁL, P. Neural Networks and Stock Market, *In Nostradamus Prediction Conference*, UTB Zlín, 1999, s.8-13, ISBN 80-214-1424-3.
- [18] DOSTÁL, P. Neural Networks and Shares, *In Nostradamus Prediction Conference*, UTB Zlín, 2000, s.22-27, ISBN 80-214-1668-8.
- [19] DOSTÁL, P. Neural Networks Decision Making and Stock Market, *In The 20th International Symposium on Forecasting, International Institute of Forecasters*, Lisabon 2000, 5 s.
- [20] DOSTÁL, P., RAIS K. Methods of Large Investment Unit Modelling, *In Transformation of CEEC Economies to EU Standards*, University of Trento, Italy, 2001, s. 84-89, ISBN 80-86510-27-1.
- [21] DOSTÁL, P. Stock Market and Financial Cybernetics, Zlín, *In Nostradamus Prediction Conference*, 2001, s.7, ISBN 80-7318-030-8.

- [22] DOSTÁL, P., ZMEŠKAL O. Chaos and Stock Market, *In Nostradamus Prediction Conference*, UTB Zlín, 2001, s.8, ISBN 80-7318-030-8.
- [23] DOSTÁL, P., RAIS, K. Genetické algoritmy a jejich využití v modelování, *In Odborná konference Firemní management v praxi úspěšných*, EPI s.r.o, 2002, s.41-44, ISBN 80-7314-004-7.
- [24] DOSTÁL, P. *Moderní metody ekonomických analýz – Finanční kybernetika*, UTB Zlín, 2002, 110s., ISBN 80-7318-075-8.
- [25] DOSTÁL, P. Soft Computing and Stock Market, *In Mendel 2003, 9th Conference on Soft Computing*, VUT Brno, 2003, s.258-262, ISBN 80-214-2411-7.
- [26] DOSTÁL, P., ŽÁK, L. Fuzzy Logic and Financial Time Series, *In Second International Conference on Soft Computing Applied in Computer and Economic Environments*, EPI Kunovice, 2004, s.93-97, ISBN 80-7314-025-X.
- [27] DOSTÁL, P. Price Judgement via Artificial Neural Network, *In Mendel 2004, 10th International Conference on Soft Computing*, VUT Brno, 2004, s.167-173, ISBN 80-214-2676-4.
- [28] DOSTÁL P., RAIS, K. Risk Management and Artificial Neural Network, *In Word of Informations Systems*, Zlín, 2005, s. 292-297, ISBN 80-7318-276-9, ISSN 1214-9489.
- [29] DOSTÁL, P., RAIS, K. *Operační a systémová analýza II*, CERM, Brno, 2004, s.160, ISBN 80-214-2803-1.
- [30] DOSTÁL, P. Analytické rozhodování v hospodářské politice a správě, *In Finance a účetnictví ve vědě, výuce a praxi*, Zlín 2005, s. 5, 6s., ISBN 80-7318-288-2.
- [31] DOSTÁL, P. The Use of Fuzzy Logic at Support of Manager Decision Making, *In Management, Economics and Business Development in the New European Conditions*, Brno, 2005, s.44, 5s., ISBN 80-214-2953-4.
- [32] DOSTÁL, P. Využití fuzzy logiky v risk managementu, *In Progressive Methods and Tools of Management and Economics of Companies*, Brno, 2005, 5s., ISBN 80-214-3099-0.
- [33] DOSTÁL, P., MACHŮ, E. The Use of Fuzzy Logic in Pedagogy of Gifted Students, *In Business and Economic Development in Central and Eastern Europe*, Brno, 2005, s.18, 6s., ISBN 80-214-3012-5.
- [34] DOSTÁL, P., SOJKA, Z. *Financial Risk Management*, UTB Zlín, 2005, 60s., ISBN 80-7318-343-9.
- [35] DOSTÁL, P. PAVELKOVÁ D., KNÁPKOVÁ A. The Visualisation of Sensitivity Analysis of EVA by Means of Neuro-Fuzzy Logics, *In Business and Economic in Central and Eastern Europe*, Brno, 2005, s.20, 8s., ISBN 80-214-3012-5.
- [36] DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v ekonomii*, VUT Brno, 2005, 61s., v tisku.
- [37] DOSTÁL, P., RAIS, K., SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*, Grada, 2005, 168 s., ISBN 80-247-1338-1.
- [38] EHLERS, F.J. *Cybernetic Analysis for Stock and Futures*, John Wiley & Sons Inc., USA, 2004, 256s., ISBN 0-471-46307-8.
- [39] FANTA, J. *Technologie umělé inteligence na kapitálových trzích*, UK Praha, Karolinum, 1999, 89s., ISBN 80-7184-866-2.
- [40] FANTA, J. *Psychologie, algoritmy a umělá inteligence na kapitálových trzích*, Grada, Praha, 2001, 168s., ISBN 80-247-0024-7.

- [41] FOTR, J. DĚDINA J., HRŮZOVÁ H. *Manažerské rozhodování*, Ekopress, Praha, 2003, 250s., ISBN 80-86119-69-6.
- [42] FRANSES, P.H. *Time Series Models for Business and Economic Forecasting*, Cambridge, 213s., University Press, UK, 2001, ISBN 0-521-58641-0.
- [43] FROST, A.J., PRETCHER, R. *Elliott Wave Principle*, New Classic Library, USA, 2000, 245s., ISBN 0-932750-43-5.
- [44] GATELY, E. *Neural Networks for Financial Forecasting*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1996, 169s., ISBN 0-471-11212-7.
- [45] GLADIŠ, D. *Naučte se investovat*, GRADA, Praha, 2004, ISBN 80-247-0709-8.
- [46] GLEICK, J. *Chaos*, Ando publishing, 1996, 330s., ISBN 80-86047-04-0.
- [47] GOZZHELF, P. *Techno Fundamental Trading*, Probus Publishing Company, USA, 1995, 267s., ISBN 1-55738-541-6.
- [48] GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*, Grada, Praha, 2003, 432s., ISBN 80-247-0421-8.
- [49] HAND, D., MANNILA, H. *Principles of Data Mining*, The MIT Press, USA, 2001, 546s., ISBN 0-262-08290-X.
- [50] HAGAN, T., DEMUTH, B. *Neural Network Design*, PWS Publishing Comp., USA, 1996, 702s., ISBN 0-534-94332-2.
- [51] HERBST, F. *Analyzing and Forecasting Futures Prices*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1992, 238s., ISBN 0-471-53312-2.
- [52] HINDLS, R., HRONOVÁ, S., NOVÁK, I. *Analýza dat v manažerském rozhodování*, Grada, Praha, 1999, 358s., ISBN 80-7169-255-7.
- [53] HOWARD, A. *Digital Day Trading*, Dearborn, USA, 1999, 269s., ISBN 0-7931-3113-8.
- [54] CHEN, G. *Controlling Chaos and Bifurcations in Engineering Systems*, CRC Press, China, 2000, 648s., ISBN 0-8493-0579-9.
- [55] KAZABOV, K., KOZMA, R. *Neuro-Fuzzy – Techniques for Intelligent Information Systeme*, Physica-Verlag, Germany, 1998, 427s., ISBN 3-7908-1187-4.
- [56] KIELL N., JONAS R. *Funky Business*, GRADA, Praha, 2005, 220 s., ISBN 80-247-1067-6.
- [57] KLIR, G.J., YUAN, B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, USA, 1995, 279s., ISBN 0-13-101171-5.
- [58] KARNOPP, D., ROSENBERG, R. *Bond Graph Modeling for Engineering Systems*, New York, USA, 1986.
- [59] KOHOUT, P. *Teorie chaosu a kapitálové trhy*, ING Investment Management, Praha, 6s., 1998.
- [60] Kolektiv autorů. *GeneHunter – Users Manual*, Ward Systems Ltd., USA, 2001, 521s.
- [61] NĚMEČEK, P. a kolektiv *Možné trendy rozvoje podniků*, CERM, Brno, 2004, 148s., ISBN 80-7204-362-5.
- [62] MOLNÁR, Z. *Efektivnost informačních systémů*, GRADA, Praha, 2000, 180s., ISBN 80-247-0087-5.
- [63] NOVÁK, N. *Umělé neuronové sítě – teorie a aplikace*, C.H.BECK, Praha, 1998, 382s., ISBN 80-7179-132-6.
- [64] NOVOTNÝ, O., POUR, J., SLÁNSKÝ D. *Business Inteligence*, GRADA, Praha, 2005, 254 s., ISBN 80-247-1094-3.

- [65] NOLLKE, M. *Rozhodování*, GRADA, Praha, 108 s., ISBN 80-247-0411-0.
- [66] PETERS, E.E. *Fractal Market Analysis – Applying Chaos Theory to Investment & Economic*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1994, 315s., ISBN 0-471-58524-6.
- [67] PETERS, E.E. *Chaos and Order in the Capital Markets A New View of Cycles, Prices*, Wiley Finance Edition, USA, 1996, 274s., ISBN 0-471-13838-6.
- [68] PAVELKOVÁ, D. *Cost of Capital in the Czech Economy*, Czech Business and Trade, June 2001, s. 42-43, ISSN 1211-2208.
- [69] PAVELKOVÁ, D., KNÁPKOVÁ, A., DROBNÝ, J.G. Measuring a Company's Performance Economic Value Added in Comparison with Traditional Performance Measures, *In Conference Proceedings ANTEC 2004*, May 16-20, 2004 Chicago, Illinois, USA, ISBN 0-9753707-1-5.
- [70] POKORNÝ, P. *Umělá inteligence v modelování a řízení*, BEN, Praha, 1996, 179 s., ISBN 80-901984-4-9.
- [71] TRIPPI, R.R. *Chaos & Nonlinear Dynamic in the Financial Markets*, Irwin Professional Publishing, USA, 1995, 505s., ISBN 1-55738-857-1.
- [72] RAIS, K. *Základy optimalizace a rozhodování*, VUT-FP, Brno, 2001, 134s., ISBN 80-86510-18-2.
- [73] RAIS, K. *Operational and System Analysis I.*, PC DIR, Brno, 1999, 80s., ISBN 80-214-1480-4.
- [74] RAIS, K., SMEJKAL V. *Řízení rizik*, Grada, Praha, 2003, 270s., ISBN 80-247-0198-7.
- [75] RIBEIRO, R., YAGER, R. *Soft Computing in Financial Engineering*, A Springer Verlag Copany, 1999, 590s., ISBN 3-7908-1173-4.
- [76] RUD, O. *Data Mining*, Computer Press, Praha, 2001, 329s., ISBN 80-7226-577-6.
- [77] SOJKA, Z., MANDELÍK, P. *Cenné papíry a burzy*, VUT-FP, Brno, 2001, 184s., ISBN 80-214-1975-X.
- [78] SYNEK, M. a kolektiv *Manažerská ekonomika*, GRADA, Praha, 2003, 466 s., ISBN 80-247-0515-X.
- [79] VODÁČEK, L., VODÁČKOVÁ, O. *Management. teorie a praxe v informační společnosti*, Management Press, Praha, 1999, 3.vydání, 291s., ISBN 80-8543-94-8.
- [80] WEIGEND, A. *Time Series Prediction Forecasting the Future and Understanding the Past*, Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1993, 643p., ISBN 0-201-62602-0.
- [81] WISNIEWSKI, M. *Metody manažerského rozhodování*, Grada, Praha, 1996, 512s., ISBN 80-7169-089-9.
- [82] WOLF, A., SHIFT, B. *Determining Lyapunov Exponents from a Time Series*, Physica 16 D, July, USA, 1985, s.285-317.
- [83] ZELINKA, I. *Umělá inteligence – Neuronové sítě a genetické algoritmy*, Nakladatelství Vutium, Brno, 1999, 126s., ISBN 80-214-1163-5.
- [84] ZELINKA, I. *Aplikovaná informatika aneb úvod do fraktální geometrie...*, VUT - FT Zlín, 1999, 126s., ISBN 80-214-1423-5.

7 ABSTRACT

The presented habilitation work concentrates on the creation of methodologies, methods and procedures for the support of decision making processes especially in the field of multi criteria and difficult algorithm development tasks. Attention is paid on the use of new mathematical theories including fuzzy logics, artificial neural networks, genetic algorithms and some of their combinations. The work can be considered as an original piece of work from this point of view.

In order to reach basic and partial aims of the work, it was necessary to make selective research of domestic and foreign literature - printed publications, journals, research reports, conference proceedings, etc. New knowledge was obtained by means of research work and its application in enterprise field, but also by the activity at the universities.

The work describes some of the used decision making methods which can be indicated as classical at present time. Further, the principles of methods which can be used for the decision making processes, such as fuzzy logics, artificial neural networks, genetic algorithms, theory of chaos and simulation are mentioned.

The work focuses on the suggestion of methodologies as a part of expert systems. There are methodologies, methods and procedures of decision making processes based on above mentioned theories that resulted from research and application activities. The mentioned methodologies or methods are presented on sample examples. Further examples are mentioned in enterprise field.

The presented work gives the comparison of classical methods with chosen methods represented by the artificial intelligence tools.