

IMPLEMENTACE NATRÉNOVANÉ NEURONOVÉ SÍTĚ IMPLEMENTATION OF TRAINED NEURAL NETWORK

Marek Šulista, Roman Biskup, Radim Remeš

sulista@ef.jcu.cz, biskup@ef.jcu.cz, inrem@ef.jcu.cz

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta

ABSTRAKT:

Neuronových sítí lze využít prakticky v každé situaci, v níž je cílem nalezení hodnoty neznámé proměnné, nebo vlastnosti na základě známých, pozorování nebo naměřených hodnot známých proměnných a to v případě, že je k dispozici dostatečná datová množina a existují-li mezi známými a neznámými proměnnými kauzální vztahy. Současné programové balíky nejen společností zabývajících se statistickou analýzou nabízejí možnost tvorbu a trénink vlastní neuronové sítě. Cílem příspěvku je popis implementace natrénované neuronové sítě do vlastního prostředí, tj. využití výsledku komerčního softwaru pro tvorbu vlastního nástroje založeného na technologii neuronových sítí. Příspěvek vznikl za finanční podpory MSM 6007665806.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Neuronová síť, vícevrstvá dopředná síť, expertní systém, bonita klienta, spotřebitelský úvěr

ABSTRACT:

Neural networks can be used in any situation where the aim is to find a value of unknown variable or characteristic using observed or measured values taken from a sufficient large data set with objective relationships between them. Contemporary software packages focusing on statistical analysis offer possibilities of creating and training neural nets. The aim of the paper is to describe an implementation of such a network into a created environment—utilization of commercial software for building a new network based on the technology of neural networks. MSM 6007665806 financially supported this project.

KEY WORDS:

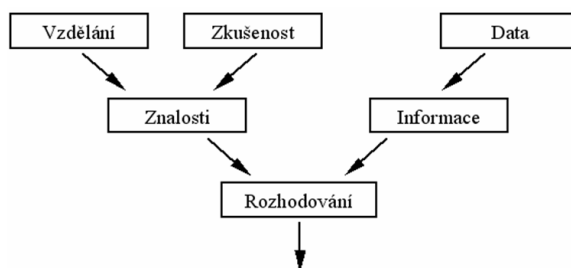
Neural Network, Multilayer Feedforward Net, Expert system, Reliability and Solvency of the Borrower

ÚVOD

Každá instituce, firma, podnik se ve svém rozhodování opírá o znalosti. Znalosti jsou definované jako informace, jež byly zorganizovány a analyzovány tak, aby byly srozumitelné a použitelné pro řešení problémů nebo rozhodování či učení. Znalosti jsou uživatelům zprostředkovány jednak skrze odborníky v daném oboru (experty), nebo v současné době také skrze expertní systémy. Faktory vstupující do procesu rozhodování expertů symbolicky zobrazuje obrázek 1, přičemž expert představuje znalost, se kterou je na základě informací rozhodováno.

Cena a nedostatek kvalitních expertů jistě vedli ke vzniku expertních systémů. Většina expertních (rozhodovacích) systémů je založena na zodpovězení posloupnosti otázek, po

jejichž vyhodnocení by rozhodovací systém měl, podobně jako expert, určit konečný verdikt. V závislosti na odpovědích jsou voleny rozdílné otázky většinou způsobem If – then – else.



Obrázek 1: Struktura procesu rozhodování: znalosti a data

Výstavba takto vytvořeného systému je poměrně časově náročná a klade vysoké nároky na tvůrce systému. Tvůrci systému se většinou skládají ze skupiny expertů, jejichž znalosti jsou podkladem pro vyhodnocování informací, skupiny programátorů a softwarových inženýrů, starajících se o implementaci znalostí do počítačového programu. V tomto podání je expertní systém rozhodovacím stromem. Zdar celého procesu tvorby je postaven na následujících bodech:

- Ochota expertů vyzradit – prodat – svou znalost.
- Schopnost expertů popsat své rozhodovací postupy.
- Komunikace mezi experty a částí týmu, starající se o implementaci.

První bod upozorňuje na to, že expert se zbavuje své výjimečnosti, kterou má a právem se obává nahrazení expertním systémem, který paradoxně pomáhá vytvářet. S tímto problémem jde ruku v ruce problém, kdo je nebo by měl být odpovědný za rozhodování expertního systému. Expert poskytující znalosti, či tvůrce samotného programu? Tato, dalo by se říci, filosofická otázka byla vývojem vyřešena následovně. Expertní systémy vznikající v současnosti na sebe neberou celou roli experta, ale stávají se podpůrnými prostředky pro jeho práci. Výsledné rozhodnutí tedy opět leží na bedrech člověka, který by měl být za svá rozhodnutí zodpovědný a nést jak ovace úspěchu tak břímě špatného rozhodnutí.

Do druhého bodu se promítá rozkol mezi možnou vysokou erudovaností experta a jeho neschopností předat své znalosti dále, přičemž toto předání musí být vysoce strukturované a mít podobu rozhodovacího stromu. Již zde (viz komunikace v týmu) se projevuje, jak úzký tým tvoří programátor a expert. Proto v současnosti našla uplatnění na trhu práce ještě jedna profese a tou je profese softwarového inženýra. Práce softwarového inženýra spočívá v úkolování programátorů dílčími problémy a transformování požadavků zadavatele, v tomto případě experta tak, aby mohl programátor znalosti zapracovat do systému.

Uvědomme si, že i při posloupnosti pouhých třech otázek a třech možných odpovědích nastává mnoho (27) různých kombinací. Expert musí dát buď odpověď na všechny možné kombinace odpovědí, nebo musí být v jádru expertního systému využito inteligentního řídicího mechanismu, který si umí odpovědi na kombinace nezodpovězené expertem sám vydedukovat.

Uvažme expertní systém vhodný pro stanovování bonity klienta, což je jedna ze situací, kdy nelze provést věrohodné šetření na němž by šlo expertní systém natrénovat. Je těžké si

představit, že potenciální klient do dotazníku vyplní potřebné údaje a k tomu se přiznává k ochotě, respektive neochotě, dodržet podmínky plynoucí ze závazku, který s danou institucí uzavřel, nebo že firma uzavře smlouvy s každým a na základě výsledků splácení klientem vytvoří tréninkovou množinu zmíněnou výše. Bonita klienta bývá obvykle posuzována různými způsoby v závislosti na typu závazku. U klienta se hodnotí zejména:

- jeho finanční situace (finanční stabilita, likvidita, rentabilita, míra zadluženosti atd.),
- jeho majetková situace,
- jeho očekávaná důchodová situace, kvalita podnikatelského záměru, reálnost splatit poskytnuté úvěry,
- technická a obchodní zdatnost, postavení na trhu, kvalita managementu,
- důvěryhodnost zákazníka, zkušenosti z dřívějšího obchodního spojení se zákazníkem

a právě tato kritéria jsou pro experta potažmo expertní systém vedle záměru instituce, jenž bonitu klienta zjišťuje, základními informacemi. Na základě těchto informací a znalostí je následně učiněno rozhodnutí. Možnost jak se vyhnout formulování pravidel přímo expertem nabízí vedle algoritmů klasifikačních a regresních stromů neuronová síť. Je však nutno poznamenat, že znalost stále musí „přinést“ expert, jen ji nemusí převádět do algoritmických postupů rozhodování.

EXPERTNÍ SYSTÉM BEZ EXPERTA

Nyní předpokládejme, že není problémem získat reprezentativní množinu dvojic vstupních informací a výstupních parametrů, tj. máme informace a jistý výsledek získaný pozorováním. Tento výsledek bychom očekávali jako odpověď expertního systému za daných vstupních informacích. V tomto případě teoreticky nepotřebujeme experta, ale stačí nám tato tréninková množina a například neuronová síť, jejíž adaptivní dynamika je založena na učení s učitelem. Vhodnou se jeví síť z řady klasifikátorů (asociativní paměti), tedy například Hopfieldova či Kohonenova síť, nebo neuronová síť typu backpropagation (=vícevrstvý perceptron). Pomocí „neuronového“ učení se pak s využitím reprezentativní množiny nastaví parametry sítě tak, aby síť jako taková odpovídala nejlépe právě reprezentativní množině. Toto nastavení probíhá dle vymezených pravidel automaticky. Množině, která slouží k nastavení vah, se obvykle říká tréninková množina.

Problémem hodným experta i zde zůstává výběr vstupních informací pro rozhodování, tj. podstatných informací pro vhodné rozhodnutí a způsob odpovědi expertního systému. Odpověď může být buďto jednoznačná (ano/ne, zařazení do skupiny) anebo jí může tvořit skupina parametrů, na základě nichž bude učiněno rozhodnutí.

URČOVÁNÍ BONITY KLIENTA

Následující úvahy jsou tvořeny s ohledem na expertní systém pro určování bonity klienta firem, jež poskytují spotřebitelské úvěry. Je zřejmé, že jakákoliv firma, poskytující spotřebitelské úvěry, musí vycházet z určitých pravidel, jež v současné době používá. Dále se však může tyto pravidla snažit vylepšit v závislosti na informacích, které jim poskytuje aktuální situace na trhu. Takováto firma má již zmapovanou oblast podstatných faktorů ovlivňujících bonitu klienta. Nutno dodat, že současné určování bonity klienta je založeno především na výši příjmu žadatele, na případných minulých zkušenostech dané firmy s žadatelem a libovůli prodejce. Prodejce má totiž možnost přímo doporučit či nedoporučit klienta.

Určení bonity klienta spotřebitelského úvěru, tj. přidělení či zamítnutí úvěru, je v současné době mechanizované. Ve většině případů probíhá on-line přes formuláře vyhodnocované přímo WWW serverem se systémem PHP, přičemž rozhodovací pravidla jsou součástí PHP kódu. Klientovi je úvěr přidělen, zamítnut či zamítnut s možností osobní komunikace s operátorem. Často se stává, že je úvěr schválen za jiných podmínek (změna splátkového kalendáře, apod.), neboť v původně zvolené konfiguraci je pro poskytovatele splátkového prodeje z hlediska bonity klienta klient nepřijatelný (riskantní) a je jen na klientovi, zda na tyto podmínky přistoupí.

Musíme přiznat, že sehnat data k natrénování neuronové sítě je poměrně značný problém. Je zřejmé, že žádná úvěrová společnost tato data neposkytne, neboť by jednak odhalila svoji bonitní politiku a také nástin svého hospodaření.

VÝBĚR PODSTATNÝCH KRITÉRIÍ

Po konzultaci s prodejci byla jako validní kritéria (vstupní informace) ovlivňující „vhodnost“ klienta z pohledu bezproblémového dodržení závazku splatit úvěr vybrána:

- celkový příjem klienta (spojité kritérium),
- celková cena výrobku (spojité kritérium),
- počet splátek (diskrétní kritérium, nabývající konečného počtu variant nabízených společností poskytující splátkový prodej),
- informace o splacení předchozích závazků,
- počet souběžně běžících spotřebitelských úvěrů.

Zda jsou tato kritéria skutečně podstatná, lze určit některou ze statistických metod nebo otestovat přímou aplikací v tréninkovém procesu sítě na konkrétní datové množině.

Jako výstupní kritéria byla zvolena tato dvě kritéria:

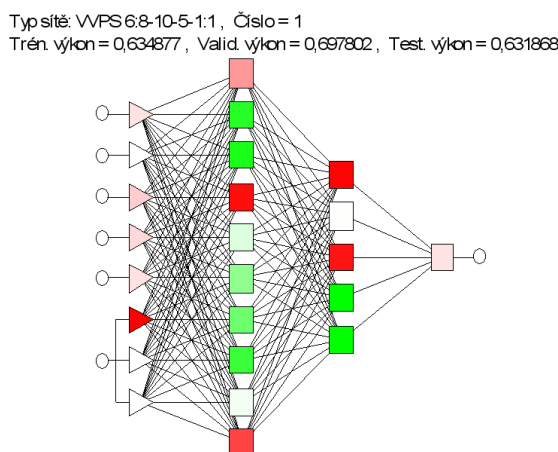
- bonita klienta (evaluovaná na základě dat a neuronové sítě natrénované jen na přijatých žádostech o splátkový prodej),
- příslušnost ke skupině zamítnutých, respektive nezamítnutých žadatelů (evaluovaná na základě dat a neuronové sítě natrénované na celé množině žádostí o splátkový prodej).

Důvody této volby jsou následující. Kdybychom hodnotu bonity klienta hodnotily jen na základě prvního kritéria, neustále by se zužovala skupina žadatelů, kteří by svojí žádostí o splátkový prodej uspěli. To však není cílem, neboť by to neustále zužovalo klientelu. Uvažme, že bonita klienta vyjde poměrně vysoká a klient bude příslušet spíše do skupiny pro nepřidělení úvěru, nicméně dalo by se odůvodnit schválení úvěru s ohledem na rozšíření klientely. Klient by za běžných okolností úvěr nedostal (na základě hodnocení bonity klienta), v tomto okamžiku se však jedná o jistou extrapolaci, neboť nebyl-li zatím povolen spotřebitelský úvěr pro takového klienta, nelze do značné míry spoléhat na toto hodnocení. Neuronová síť samozřejmě vrátí hodnotu na základě jejího vnitřního parametrického nastavení a vstupních dat, ale vzhledem k absenci vzoru v tréninkové množině je tato hodnota jen jakousi generalizací. Nyní tedy záleží jen na marketingové strategii, jakým směrem se pokusit, s určitým rizikem, posunout meze pro přidělování spotřebitelských úvěrů. V případě neúspěchu, tj. nesolventních klientů, se znovu natrénováním neuronové sítě na nové, rozšířené tréninkové množině získají nová pravidla (váhové nastavení sítě), jež v konečném důsledku vymezují pravidla pro přiznání spotřebitelského úvěru.

NEURONOVÁ SÍŤ

Pro potřeby analýzy byl sestaven soubor dat z prostředí splátkového prodeje. Jedná se o údaje získané od firmy zabývající se prodejem telekomunikační techniky (731 položek). Převážnou část jejího sortimentu tvoří mobilní telekomunikační přístroje a příslušenství k nim. Sortiment této firmy je samozřejmě širší, ale spotřebitelské úvěry, jenž byly zaznamenávány se týkají pouze mobilních telefonů. Další data o chodu firmy nebyla poskytnuta.

Jako podstatné a dostupné faktory pro klasifikaci byl vybrán věk, měsíční čistý příjem, celková výše úvěru, pohlaví, počet splátek a pojištění. Pro přípravu dat (tréninkové množiny), bylo použito informace, že zákazníky je vhodné rozdělit na platiče a neplatiče. Pomocí programu STATISTICA 7.1 Cz Neuronové Síťe byla natrénována síť typu backpropagation se dvěma skrytými vrstvami. Z charakteru problému, počtu a typu zařazených vysvětlujících faktorů je počet vstupních neuronů osm, výstupní pouze jediný. Skryté vrstvy obsahují po deseti a pěti neuronech viz obrázek č. 2.



Obrázek 2: Znárodnění použité sítě včetně příslušných parametrů aktivní a adaptivní dynamiky této sítě

Přenosové funkce byly sigmoidního typu včetně přenosové funkce u výstupního neuronu. Tréninkový proces proběhl ve dvou etapách. V první etapě bylo metodou zpětného šíření chyby ve 100 epochách dosaženo snížení celkové chyby sítě na hodnotu 0,6. V druhé etapě pak metodou sdružených gradientů došlo v 500 epochách k nastavení volných parametrů sítě tak, že celková chyba sítě klesla pod hodnotu 0,6. V průběhu učení byla volena učící konstanta a moment variabilně: Na začátku učení byly hodnoty nastaveny na 0,01 a 0,3 a v průběhu učení byly zvednuty na 0,05 a 0,3. Tento princip odpovídá nejprve povrchnímu učení a následnému pronikání do hloubky. Více například v [3].

Takto natrénovaná neuronová síť vykazovala 65% úspěšnost v klasifikaci zákazníků. Z toho potencionálního neplatiče odhalila z 66 %. Tento výkon, jakkoliv je možné ho považovat za chabý, bývá označován za „obstojný“. Dále je třeba připomenout, že tato klasifikace je klasifikací dodatečnou. Byla provedena na skupině zákazníků, která byla pro nejmenovanou společnost poskytující spotřebitelské úvěry akceptovatelná. Z pohledu citlivostní analýzy byly mezi vysvětlujícími faktory jako nejvlivnější označeny: typ pojištění, pohlaví a věk. Nutno dodat, že podílové hodnoty se od sebe příliš neliší. Výše popsaná síť

byla programem STATISTICA 7.1 Cz Neuronové Sítě diagnostikována jako nejlepší a proto je zde uváděna ve výsledcích.

ZÁVĚR

Neuronové sítě mohou být vhodným pomocníkem při tvorbě nového expertního systému, pro podporu rozhodování v prostoru, který lze kvantifikovat nebo alespoň kategorizovat. Síť pak nahrazuje pro některé odborníky nesnadnou či nemožnou práci při níž by měli svoji znalost ztvárnit ve tvaru algoritmického postupného rozhodování. Dalšími výhodami expertních systémů založených na neuronových sítích je zevšeobecnování, jehož jsou vhodně natrénované (tj. nepřetrénované a nepřeparametrizované) sítě schopny a odolnost proti šumu, rychlé přetrénování na aktuální podmínky na trhu.

Expertní systémy založené na neuronových sítích mají i svá úskalí a nevýhody. První nevýhodou je komplikovaný odhad chyby, se kterou neuronová síť jako expertní systém pracuje. Odhad bývá obvykle založen na základě celkové chyby sítě vzhledem k tréninkové respektive validační množině. Vytvoření validační množiny však znamená zmenšení počtu vzorů v množině tréninkové. Druhou nevýhodou je nemožnost standardně implementovat do sítě zřejmá pravidla jinak než procesem učení na tréninkové množině. V okamžiku, kdy bychom se snažili již natrénovanou neuronovou síť modifikovat pomocí ručního nastavení jejích parametrů, vystavovali bychom se nebezpečí poškození znalosti rozprostřené do parametrického prostoru sítě. Stejně nebezpečí hrozí při pevném nastavení některých parametrů již před procesem trénování neuronové sítě.

Nejpracnějším částí tvorby neuronové sítě je její trénink – implementace znalosti. Je-li však k dispozici software, který umí neuronovou síť natrénovat a navíc ji jako výpočetní nástroj předat dál, pak není problém s touto znalostí pracovat dále odděleně od původní aplikace, která již není v plné síle potřeba. Pravě STATISTICA 7.1 Cz Neuronové Sítě může být vybavena generátorem kódu neuronové sítě v jazycích v jazyce C, C++, C# či Visual Basic, který lze následně implementovat do vlastní aplikace.

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou MSM 6007665806.

LITERATURA

- [1] BISKUP, R., ČERMÁKOVÁ, A. Návrh expertního systému založeného na neuronových sítích. *In. Kvantitativne metódy v ekonómii*, strany 8-12. Slovenská štatistická a demografická spoločnosť. Nitra: 2004. ISBN 80-88946-40-9.
- [2] BISKUP, R., ČERMÁKOVÁ, A. Vícevrstvá síť – Učení zpětným šířením chyby, *In: Sborník příspěvků studentů DSP z konference s mezinárodní účastí II. ZF JU České Budějovice, České Budějovice: 2004, s. 9-14. ISBN 80-7040-677-1.*
- [3] ŠÍMA, J., NERUDA, R: Teoretické otázky neuronových sítí. Praha, 1996. ISBN 80-85863-18-9.
- [4] BERKA, P. a kol. Expertní systémy. VŠE Praha. Praha, 1998. ISBN 80-7079-873-4.