

STROJOVÁ INTELIGENCIA, INTELIGENTNÉ TECHNOLOGIE– SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ

Peter Sinčák, Daniel Novotný, Peter Kostelnik

Abstrakt

Informačné systémy dnes prenikajú do všetkých oblastí technickej aj netechnickej praxe. Dnes bez informatizácie a nasadenia informačných systémov v podstate neexistujú žiadne technológie. Ich úroveň sa neustále zvyšuje s cieľom vytvorenia užívateľsky príjemných systémov, ktoré zvládajú mnohé situácie, ktoré je možné zvládnuť bez zásahu človeka, resp. realizujú tak, ako by ich riešil človek s určitými vedomosťami, ktoré tento systém má zachytené v svojej báze znalostí, ktorú neustále zväčšuje. Informačný systém akoby "dospieval" a poskytuje pre človeka inteligentnú podporu v jeho práci a rozhodovacích procesoch. Takéto systémy nazývame tzv. učiace sa systémy a v poslednej dobe tzv. systémy so strojovou inteligenciou alebo tzv. Inteligentné technológie.

1. ČO JE TO STROJOVÁ INTELIGENCIA ?

Človek už od dávna mal túžbu vytvoriť inteligentný stroj, ktorý by napodobňoval jeho myslenie a inteligenciu. Veľmi významní matematici ako aj iní vedci prispeli k tomu aby nastal rozvoj výpočtovej techniky postavením prvého elektrónkového počítača "ENIAC" v roku 1948 a následne v roku 1956 na seminári na Univerzite v Dartmountne v USA sa pod podporou Rockefellerovej nadácie zrodila myšlienka založenia vedného odboru "umelá inteligencia" (artificial intelligence), ktorý v poslednom období sa terminologicky označuje ako tzv. "strojová inteligencia" (machine intelligence). Seminár organizovali 4 významní predstavitelia umelej inteligencie a to Prof. Marvin Minski (za oblasť učiacich sa strojov), Prof. John McCarthy (za oblasť symbolických jazykov), Prof. Nathaniel Rochester (za neurónové siete) a Prof. Claude Shannon (za teóriu informácií). Biologické systémy predstavujú veľmi zaujímavé technologické prostredie, kde všetky procesy fungujú na základe nejakých pravidiel, ktoré už poznáme alebo zatiaľ ešte nie. Vo väčšine prípadov biologické systémy predstavujú deterministický a nie stochastický systém. Samotný fakt, že ľubovoľný biologický systém predstavuje veľmi zložitú technologické prostredie, bol explicitne zvýraznený práve spoluzakladateľom kybernetiky Prof. Norbertom Wienerom. Táto jedinečná osobnosť svetovej vedy vo svojej knižnej publikácii "Kybernetika" sa zaoberá problematikou regulačných a riadiacich procesov v biologických systémoch. Za základnú myšlienku možno pokladať získavanie poznatkov z biologických systémov a využívanie ich inšpiračného alebo aplikačného potenciálu. Po seminári v roku 1956 boli ambície vedcov z oblasti strojovej inteligencie veľmi veľké, až prehnané. Myšlienka modelovania ľudského mozgu resp. procesov myslenia človeka bola na tú dobu veľmi predčasná a treba povedať, že aj na súčasné 21. storočie dáva veľmi problematickú ambíciu. Táto ambícia vyústila v simulácie veľmi jednoduchých procesov myslenia vo forme jednoduchých pravidlových expertných systémov, ktoré sa začali využívať aj v praxi. Myšlienka simulácie ľudského mozgu však bola neskôr zavrhnutá pre svoju zložitú a komplexnú prírodu problému. Teda je nutné si uvedomiť, že strojová inteligencia nemá za primárny cieľ modelovanie ľudského mozgu!!! Jej primárnym cieľom je vytvoriť prostriedky, ktoré je možné používať v rôznych technologických systémoch s cieľom zvýšenia kvality týchto technológií. Zvýšiť kvalitu technológií znamená primárnu úsporu nákladovosti technológií a tým aj finančné úspory pre prevádzkovateľa technológie. Súčasne je dôležitý aj komerčný dosah týchto technológií. Kto by nechcel kúpiť inteligentné auto, inteligentnú práčku, inteligentný vysávač alebo inteligentný prostriedok vo všeobecnosti – navyiac ak to bude finančne porovnateľné s ostatnými technológiami. Čo by ste urobili Vy ako manažér firmy ak chcete vidieť dopredu a záleží Vám na rozvoji firmy? Minimálne by ste tieto technológie mali registrovať a poznať ich základné charakteristiky.

2. ČO SÚ TO INTELIGENTNÉ TECHNOLOGIE ?

Inteligentné technológie predstavujú systémy, ktoré majú prvky strojovej inteligencie. Medzi základné vlastnosti technológií, ktoré majú strojovú inteligenciu patria nasledovné schopnosti systémov :

- Schopnosť učenia sa z dát a získavanie poznatkov
- Schopnosť ukladať poznatky
- Schopnosť využívať získané poznatky pri riešení konkrétnych situácií

Ak zavádzame nejakú technológiu do určitých podmienok je vhodné aby táto technológia sa v daných ako aj v nových postupne sa meniacich podmienkach adaptovala a vedela postupne zvládať situácie, ktoré sa v nejakej forme aspoň raz počas jej činnosti vyskytnú. Súčasne by už v budúcnosti mala využiť získané poznatky na riešenie podobných situácií. Táto filozofia učiacich sa systémov je veľmi zaujímavou cestou postupného vytvárania user-friendly technológií, ktoré sa kontinuálne učia na základe svojich skúseností a svoje znalosti uchovávajú a následne využívajú pri svojej činnosti. Tieto technológie postupom času "dozrievajú" vzhľadom na konkrétne podmienky prevádzky. V Európe sa často takéto technológie nazývajú aj tzv. **Smart technológie**. Tieto technológie predstavujú vyšší stupeň technológií vo všeobecnosti.

Ak sa vrátíme ku základným charakteristikám inteligentných technológií tak je vhodné spomenúť nasledovné úvahy:

1. vlastnosť – schopnosť – učiť sa, tzv. učiace sa systémy. Je to schopnosť systému získavať informácie o jednotlivých stavoch systému, súčasne príslušných prípadných zásahoch riadiaceho systému alebo operátora v prípade, ak to riadiaci systém nezvládne a transformovať ich do znalostí. Systém vie postupne získavať znalosti dvojakého druhu:
 - a) vie vytvárať usporiadané dvojice tvorené vstupmi do systému a k nim patriacimi výstupmi systému od riadiaceho systému alebo od operátora
 - b) vie kategorizovať stav systému do určitých typových stavov čo nie je také jednoduché, ak stav systému je popísaný napr. niekoľkými desiatkami premenných – to znamená stav je popísaný hyper-rozmerným stavovým priestorom
2. schopnosť uchovať znalosti – takýto systém by si mal vedieť budovať bázu znalostí v ľubovoľnej forme. Ak takúto znalosť chceme využívať musíme mať k dispozícii vhodný interpretačný prostriedok znalostí čo nie je stále také jednoduché. Ak tento interpretačný prostriedok máme, môžeme požiadať systém o interpretáciu výsledkov. Vo všeobecnosti rozdeľujeme formu bázy znalostí do dvoch základných skupín a to tzv. štruktúrované a tzv. neštruktúrované. Štruktúrované znalosti vieme interpretovať na základe interpretačného modulu a samé o sebe majú vypovedací tvar napr. sú to symboly alebo názvy predmetov zformulované do pravidiel apod. Naopak pri neštruktúrovanej znalosti my vieme, že systém obsahuje určité znalosti avšak tvorba interpretačného systému je veľmi zložitá, niekedy až nemožná – to znamená, že znalosti v neštruktúrovanej podobe sa veľmi obtiažne interpretujú.
3. schopnosť využívať znalosti – ak sa teda systém vie učiť, následne uchovať znalosti – tak je zrejme, že cieľom celého snaženia bude riešenie problémov v budúcnosti práve pomocou znalostí ("skúseností") získaných v minulosti. Táto vlastnosť je veľmi dôležitá a vytvára podmienky na to, aby sa užívateľský ("operátorský") komfort takejto technológie postupne zlepšoval to znamená, ak vznikla v minulosti nejaká situácia v technológii a operátor ju svojim zásahom vyriešil, takýto systém by mal vedieť v budúcnosti reagovať samostatne podobne ako operátor. Je zrejme, že takéto systémy prichádzajú s nejakou základnou bázou znalostí, ktorá sa upravuje a rozširuje. Takto stavaný systém "dozrieva", je vysoko adaptívny a rieši väčšinu situácií v danej aplikácii.

Inteligentné technológie majú ešte množstvo ďalších vlastností ale je vhodné vedieť, že uvedené vlastnosti patria medzi najdôležitejšie. Súčasne sme technologicky tak ďaleko, že pracovníci výskumu v tejto oblasti pracujú nad tvorbou štandardov v oblasti inteligentných systémov a inteligentné systémy by mali mať svoje MIQ (machine intelligent quotient). Je zrejmé, že tento MIQ bude musieť byť referenčne popisovaný na jednotný typ systémov napr. autá, vysávače, variče, vysoké pece apod. Tento fakt je mimoriadne dôležitý pre budúcnosť aj z komerčného pohľadu a významu. Každý užívateľ resp. zákazník si bude chcieť kúpiť systém s vyšším MIQ. Technologicky je dôležité aby si tieto jednotlivé generácie technológií odovzdávali svoje bázy znalostí a aby bola globálna tendencia tvorby obsiahlej bázy znalosti profesne a účelovo orientovanej. Tento zámer si vyžaduje veľké úsilie, ktoré je spojené so štandardizáciou báz znalostí, čo je veľmi zložitá úloha a závislá od profesnej domény. Predstavme si že napr. naše deti vo veku 10 rokov získajú "nejakým" spôsobom znalosti, ktoré my ako rodičia máme napr. vo veku 40-tich rokov. To znamená, že by sa tieto znalosti replikovali a následne využívali. Je zrejmé, že u ľudí to možné nebude (čo je správne, hoci vo výskume mozgu sa takéto zámery študujú) ale u technológií sa jednotlivé bázy znalostí odovzdávať určite budú.

3. STROJOVÁ INTELIGENCIA: ZÁKLADNÉ TECHNOLOGICKÉ POJMY

Aké sú základné terminologické pojmy, ktoré by manažér pri výbere technológii mal poznať? V oblasti strojovej inteligencie je vhodné mať základnú predstavu aspoň o nasledovných prostriedkoch strojovej inteligencie:

Klasická umelá inteligencia:

- **riešenie úloh:** riešenie úloh, zväčša založené na prehl'adávaní, zahŕňa pomerne veľký problémový okruh: plánovanie, uvažovanie, rozvrhovanie, dedukcia, inferencia, dokazovanie teorém apod. Systémy pre riešenie úloh zvyčajne obsahujú tri hlavné komponenty:
 - databáza, ktorá obsahuje dosahovaný cieľ a súčasný stav riešenia úlohy
 - množina operátorov, ktoré sa používajú na manipuláciu s databázou (napr. v šachu to môže byť množina pravidiel pre ťahanie s figúrkami)
 - stratégia riadenia: rozhoduje, ktorý operátor použiť, kedy a kde

Pri dosahovaní stanoveného cieľa sa zvyčajne postupuje dvoma základnými spôsobmi:

- priame uvažovanie (dátami riadené systémy): aplikácia operátorov na údajové štruktúry, ktoré reprezentujú aktuálnu situáciu (stav úlohy), kedy je úlohou pretransformovať počiatočnú situáciu na požadovanú cieľovú
- spätné uvažovanie (cieľom riadené systémy): aplikácia operátorov na požadovanú cieľovú situáciu, kedy sa cieľ pretransformuje na jeden alebo viac podcieľov, ktoré je jednoduchšie riešiť a ktorých riešenie je postačujúce pre vyriešenie danej úlohy. Tieto podciele sú potom ďalej redukované, až kým nie sú dosiahnuté triviálne úlohy.

Existujú samozrejme aj spôsoby využívajúce kombináciu uvedených prístupov. Výsledky tejto oblasti si našli široké uplatnenie napr. v systémoch pre výber a spracovanie informácií (information retrieval), porozumenie prirodzeného jazyka, dokazovanie matematických teorém, ale aj v oblasti robotiky a v expertných systémoch.

- **expertné systémy:** sú programy pre riešenie úloh, ktoré sú natoľko komplexné a špecifické, že ich je schopný uspokojivo riešiť iba špecialista v danom odbore - expert. Expertné systémy sú založené na myšlienke využiť znalosti, prevzaté od človeka, pri riešení relatívne úzko špecializovaného okruhu úloh, vyžadujúcich jeho expertné schopnosti. Pritom sa požaduje, aby riešenie, ktoré produkuje expertný systém, bolo veľmi podobné riešeniu, ku ktorému by v danom prípade dospel expert a aby expertný systém vedel odôvodniť svoje rozhodnutie. Vo všeobecnosti možno expertný systém popísať ako systém zložený z nasledujúcich komponentov:
 - inferenčný mechanizmus: tvorí jadro expertného systému a s využitím bázy vedomostí po každej odpovedi z bázy údajov upresňuje aktuálny model konkrétneho konzultovaného prípadu a v závislosti od stavu tohoto modelu kladie ďalšiu otázku. V dialógu s používateľom je iniciatíva na strane systému a sled otázok nie je pevne naprogramovaný - systém vyberá na základe doterajších odpovedí používateľa vždy najrelevantnejšiu otázku.
 - báza údajov: je tvorená odpoveďami používateľa, získanými obvykle v priebehu dialógu. V niektorých aplikáciách sa časť bázy údajov získava priamo snímaním údajov z objektu, ktorý je predmetom expertízy.
 - vysvetľovací mechanizmus: používateľ má možnosť kedykoľvek prevziať v dialógu iniciatívu a vyžiadať si vysvetlenie "uvažovania" systému (prečo bola položená práve táto otázka, ako dospel systém k niektorému záveru, aký je momentálny stav riešenia konkrétneho problému atď.)
 - báza vedomostí: vytvára ju znalostný inžinier na základe informácií, získaných od experta a predstavuje formalizované a zakódované vedomosti ľudského špecialistu z danej problémovej oblasti.

Expertné systémy si našli široké uplatnenie pri riešení diagnostických, klasifikačných, rozvrhovacích a plánovacích úloh, často sú rozhodovacou súčasťou zložitých riadiacich komplexov.

Výpočtová inteligencia:

- **neurónové siete:** predstavujú zjednodušený formálny model biologických neurónov a ich sietí. Činnosť neurónových sietí možno rozdeliť do dvoch základných fáz:
 - fáza učenia, kedy sa do siete ukladajú znalosti modifikáciou synaptických váh (neurónových spojení)
 - fáza života, kedy sa získané znalosti využívajú v prospech riešenia problému, pre ktorý je sieť určená

Podstatnou vlastnosťou neurónových sietí je práve učenie, ktoré možno vo všeobecnosti rozdeliť na dva základné typy:

- kontrolované učenie: učenie s učiteľom (supervised learning), kedy ku každej vstupnej učiacej (trénovacej) informácii učiteľ určí príslušnú výstupnú informáciu. Neurónová sieť sa teda snaží rozpoznať vstupy a zatrieďovať ich tak, ako to bolo povedané učiteľom
- nekontrolované učenie: učenie s bez učiteľa (unsupervised learning), kedy možno sieť v procese učenia ponúknuť iba vstupné informácie a samotná sieť určuje výstup. Prakticky ide o spracovanie vstupných informácií podľa určitých zákonitostí.

Aplikovateľnosť neurónových sietí vychádza z ich základných vlastností. Jednou z najvýznamnejších je fakt, že neurónová sieť je univerzálnym aproximátorom funkcie (množstvo problémov je možné preformulovať ako neznáme funkcie so známymi výstupmi, príp. aj vstupmi; neurónovú sieť potom možno chápať ako mnohoparametrický systém, ktorý sa snaží identifikovať funkciu reprezentujúcu riešený problém nastavením a adaptáciou svojich parametrov). Neurónové siete sa efektívne využívajú pri riešení problémov v oblastiach klasifikácie, riadenia procesov, predikcie, aproximácie, spracovania signálov apod.

- **fuzzy systémy:** sú systémy postavené na báze fuzzy logiky nad tzv. fuzzy množinami a umožňujú "presne narábať s nepresnou informáciou". Fuzzy množina, na rozdiel od klasických množín, ktoré predstavujú presné vymedzenie, nepracuje s ostrým vymedzením. Výrazy patriť/nepatriť do množiny sú reprezentované funkciou príslušnosti, ktorá dáva fuzzy množine flexibilitu v modelovaní bežných tzv. lingvistických výrazov (napr. ak je teplota nízka, izbová, vysoká apod., funkcia príslušnosti pre konkrétnu hodnotu premennej teploty určí, *do akej miery* je nízka, izbová, vysoká apod.). Fuzzy systémy vo všeobecnosti pracujú s rôznymi typmi funkcií príslušnosti (trojuholníková, lichobežníková, Π -funkcia, ...) a používajú špeciálne operácie (rôzne typy T-noriem a T-conoriem) pre prácu s fuzzy množinami. V praxi sa bohato uplatnili kvôli možnosti práce s pravidlami typu if-then, s bázami znalostí a dát, hlavne v podobe fuzzy regulátorov a fuzzy expertných systémov.
- **systémy založené na evolúcii:** existuje množstvo rôznych typov prístupov využívajúcich evolúciu, preto v nasledujúcom texte sa kvôli jednoduchosti budú uvedené typy označovať termínom evolučné algoritmy. Evolučné algoritmy teda patria medzi prehľadávacie algoritmy, ktoré n-bodovo prehľadávajú priestor riešení za účelom nájdania jedného, resp. viacerých riešení, využívajúc tzv. populáciu riešení (n bodov, s ktorých každý predstavuje riešenie). Jedno riešenie je reprezentované jedným jedincom v populácii a sú na neho kladené dve základné požiadavky:
 - riešenie evolučného algoritmu – jedinec – musí pozostávať zo zložiek: každý jedinec reprezentuje jedno riešenie problému pomocou genetického kódu, ktorý predstavuje parametre riešenia a ich konkrétne hodnoty
 - druhou požiadavkou je potreba určovania kvality každého riešenia, čo sa vykonáva v každom cykle riešenia úlohy, teda v každej generácii evolučného procesu. V každej generácii evolučného algoritmu sa aplikujú na jednotlivých jedincov tzv. genetické operátory (rôzne typy mutácie a kríženia; mutácia: zmena jedného parametra genetického kódu; kríženie: výmena celých častí genetického kódu), ktoré spôsobia zmenu jednotlivých riešení a zároveň zmenu ich kvality. Pomocou tzv. selekčného mechanizmu sa vyberie n najlepších riešení, ktoré postupujú do nasledujúcej generácie.

Prechod od starej množiny bodov v prehľadávanom priestore sa deje pseudonáhodne, náhodnosť nie je ponechaná "bez dozoru". Kopírujúc evolučný princíp v prírode, náhodné zmeny (zväčša malé), ktoré vykazujú "dobrý vplyv" na riešenie ostávajú, iné horšie zanikajú. Trvalé pôsobenie prirodzeného výberu a výberu odchýlok spôsobuje existenciu evolučného tlaku a umožňuje nájdanie najlepšieho, prípadne viacerých vyhovujúcich riešení. Systémy založené na evolúcii majú široké uplatnenie hlavne v oblasti optimalizačných úloh.

- **systémy na báze umelého života:** umelý život možno definovať ako všeobecnú metódu, ktorej podstatou je generovať z chovania jednoduchých mikroskopických spolupracujúcich prvkov také chovanie na makroskopickej úrovni, ktoré je možné interpretovať ako prejav života. Umelý život prakticky poskytuje možnosť využitia širokej škály evolučných teórií, prípadne ich kombinácií pri simulácii zložitých systémov. Virtuálne prostredie simulačných prostriedkov umelého života umožňuje na základe experimentov sledovať dlhý proces evolúcie za veľmi krátky čas. Aplikácie systémov na báze umelého života využívajú na riešenie simulačných a predikčných úloh množstvo disciplín, napr. biológia, ekológia, antropológia, ekonómia, geografia, ale aj priemysel.

Na základe rýchleho vývoja v oblasti strojovej inteligencie sa javí byť dôležitým delenie systémov na základe stupňa centralizácie, resp. decentralizácie, s čím súvisí aj vznik *distribuovanej umelej inteligencie*. Táto tvorí prienik medzi distribuovanými výpočtami a umelou inteligenciou. Distribuované výpočty existujú tak dlho, ako je možné rozdeliť riešenie jedného výpočtového problému na viacero procesorov, pričom hlavnou úlohou bolo riešenie paralelizácie a synchronizácie týchto výpočtov. Distribuovaná umelá inteligencia vznikla aplikáciou distribuovaných výpočtov v prostriedkoch umelej inteligencie. Na rozdiel od distribuovaných výpočtov bola distribuovaná umelá inteligencia zameraná na riešenie problémov, koordináciu a komunikáciu oproti nízkoúrovňovej paralelizácii a synchronizácii. Rozvoj v oblasti managementu informácií spôsobil rozdelenie distribuovanej umelej inteligencie na paralelnú umelú inteligenciu, distribuované expertné systémy, neskôr distribuované bázy znalostí, distribuované riešenie problémov apod. V súčasnosti sa však najčastejšie možno stretnúť s delением distribuovanej umelej inteligencie na dve triedy:

- distribuované riešenie problémov: súvisí s managementom informácií, dekompozíciou a distribuovaním úloh a/alebo syntézou riešení (v tomto type systémov sa kladú pomerne vysoké nároky na kompatibilitu jednotlivých riešiacich entít, ktorým sa čiastkové úlohy distribuujú)
- multiagentové systémy: súvisia s koordináciou a managementom správania, v súvislosti s týmto typom systémov vzniká potreba zavedenia nového pojmu: *agent*, ktorý možno vo všeobecnosti popísať ako autonómnou inteligentnú riešiacu jednotku systému. Na rozdiel od systémov distribuovaného riešenia úloh, v multiagentových systémoch nie sú kladené vysoké požiadavky na jednotlivé riešiacie entity-agentov, agenti majú tendenciu vzájomne komunikovať a kooperovať, správanie jedného agenta je zvyčajne omnoho jednoduchšie ako komplex vzájomných interakcií agentov a globálne správanie sa celého systému (skupiny interagujúcich agentov).

Centralizácia, resp. stupeň decentralizácie sa v súčasnosti javí byť jednou z kľúčových vlastností pri návrhu systému so strojovou inteligenciou. Vo všeobecnosti možno vymedziť:

- centralizované systémy: centrálné riadené systémy (tiež systémy na báze jedného agenta). Čiastkovým riešiacim jednotkám (zvyčajne špecializovaným modulom) sa distribuujú čiastkové úlohy dekomponovaného globálneho problému, ktoré sa po vyriešení odovzdávajú opäť vyšším úrovniam riadenia, kde (ak je potrebné) sú syntetizované.
- decentralizované systémy (tiež multiagentové systémy): riadenie systému je distribuované jednotlivým autonómnym agentom a je realizované na báze ich vzájomných interakcií, zahŕňajúcich komunikačné a kooperatívne akty (spoločný problém je riešený kooperáciou nezávislých riešiacich jednotiek, pričom samotný priebeh riešenia spoločnej úlohy nie je riadený centrálnou).

4. POTREBUJEME INTELIGENTNÉ

Túto otázku môžeme in
v slovenskej technickej a r

jasnú. Aj v podmienkach Slo

je potreba zvýšiť kvalitu používaných technológií.

Nie sú potrebné také inteligentné

technológie, ktoré nám neprinesú zisk v úspore energie, kvalite práce a výrobkov a celkovej nákladovosti produkcie v našich podmienkach. Inteligentné technológie, ich nákladovosť a produkcia zisku závisí od konkrétnej aplikácie a ekonomických podmienok jej nasadzovania. Nenasadzujeme inteligentné technológie tam, kde neprinesú ekonomický ako aj technologický prínos!



TECHNOLÓGIE NA SLOVENSKU?

tázkou "Potrebujeme efektívnejšie technológie
?". Myslím, že čitateľ týchto riadkov má odpoveď

Príklady takýchto technológií na Slovensku už máme. Ako reprezentatívne príklady možno uviesť napr. systém laminárneho chladenia vo firme US-Steel na teplej valcovni v Košiciach je realizovaný na báze neurónových sietí. Ďalším príkladom je systém kontroly kvality plechov opäť vo firme US-Steel Košice vyvinutý firmou Kybernetika s.r.o. Košice na báze neurónových sietí a produkuje spoľahlivosť cca. 95 percent.

Tieto technológie sa uplatňujú aj v nezvyčajných aplikáciách. Príkladom je aj napr. hrajúca fontána v Košiciach, kde do tejto technológie boli zabudované prvky tzv. fuzzy logiky.

Použitie systémov so strojovou inteligenciou nie je vo svete žiadnou novinkou. Tieto technológie sú úspešne nasadzované do praxe firmami, ako napr. Hitachi, Matsushita, Mitsubishi, Sharp, Rockwell Corp., Nissan, Honda, Subaru, Fuji, Canon, Isuzu, Fujitec, Sanyo, Minolta, NASA, Goldstar, Hitachi, Samsung, Sony, Toshiba, a mnohými ďalšími. V nasledujúcej časti príspevku bude uvedený stručný prehľad vybraných aplikácií inteligentných technológií v bežnej praxi.

5. PŘEHLED VYBRANÝCH APLIKÁCIÍ INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ V PRAXI

Vybrané aplikácie výpočtovej inteligencie:

Firma: BPL

Výrobok: práčka

Fuzzy systém určuje typ pr
množstvo vody a prášku.



Firma: Videocon

Výrobok: práčka

Neuro-fuzzy systém nastavuje parametre prania na základe odhadu množstva a typu prádla.



Firma: BPL

Výrobok: práčka

Neuro-fuzzy systém automaticky detekuje typ textilu a na základe toho určí šas prania, množstvo vody a prášku.

Firma: Videocon

Výrobok: práčka

Fuzzy systém riadi činnosť práčky na základe informácií o bielizni, okolitej teplote a ďalších.

Firma: Sanyo

Výrobok: práčka

Na základe typu prádla sa vyberá najlepší typ pracieho cyklu, ktorý sa nepretržite nastavuje aj počas prania na získanie najlepšieho výsledku.

Firma: LG

Výrobok: chladnička

Ak je kdekoľvek do chladničky umiestnená nová potravina, neuro-fuzzy systém ju detekuje a riadi svoju činnosť tak, aby bola okamžite schladená.



Firma: Videocon

Výrobok: klimatizácia

Na základe nastavení termostatu, teploty izby a požiadaviek používateľa, neuro-fuzzy systém automaticky vyberie najvhodnejšiu teplotu.

Výrobok: varič

Fuzzy systém automaticky nastavuje teplotu počas varenia na základe snímaných údajov, ako napr. množstvo a pod.



Firma: Canon

Výrobok: videokamera

Canon vyvinul kameru s automatickým zaostrovaním, ktorá sníma jas obrazu v šiestich oblastiach zorného poľa a na základe toho určuje či je obraz zaostrený. Tiež sleduje oneskorenie zmeny objektívu v priebehu zaostrovania a riadi jeho rýchlosť, aby sa zabránilo preostreniu. Fuzzy systém používa 12 vstupov, 6 vstupov tvoria údaje o intenzite jasu a ďalších 6 údajov získaných meraním zmeny objektívu. Výstupom systému je riadenie objektívu. Fuzzy systém

Firma: Mitsubishi

Výrobok: televízor

Automaticky nastavuje najlepší obraz na základe intenzity jasu v miestnosti.



Firma: Samsung

Výrobok: tlakomer

Fuzzy systém nepretržite merania, ktorý je automaticky riadený jedným tlačítkom.

Firma: Samsung

Výrobok: fotoaparát

Automatické zaostrovanie riadené fuzzy systémom.





Firma: JVC

Výrobok: autorádio

Autorádio a CD ovládaním od JVC implementovaná v mikrozprocesore rozoznáva 25 z potrebných pre pohľadávaní.



Firma: IntelVoice

Výrobok: vypínač

Jednoduchý hlasom ovládaný vypínač od firmy IntelVoice s vysokou kvalitou rozpoznávania reči pomocou neurónovej siete. Použitelný pre ľubovoľné domáce spotrebiče. Reaguje na rôzny typ hlasu pričom nie je potrebné tréningovanie.

Firma: Panasonic

Výrobok: kopírka



Panasonic používa v kopírkach FP-1000 až FP-7000, ktorý pomocou viacerých senzorov riadi parametre ako napr. ožiarenie, napätie a hustotu tonera

Firma: Canon

Výrobok: kopírka

Canon používa fuzzy systém vo farebných kopírkach CLC700 a CLC800 na riadenie množstva a hustoty tonera, na základe informácií o teplote, vlhkosti, hustote, obrazovej hustote pozadia a ďalších. Vo fáze vývoja bola použitá neurónová sieť ktorá nastavila parametre funkcií príslušnosti fuzzy systému a optimalizovaný fuzzy systém bol implementovaný v kopírke.

**Firma:**

Mercedes Hyundai

Mercedes vo svojom modeli CLK používa 5-rýchlostnú automatickú prevodovku, kde je použitý fuzzy systém, ktorý na základe individuálneho štýlu jazdy vodiča prispôsobuje parametre prevodovky. Podobný spôsob využívajúci fuzzy logiku používa vo svojom XG aj Hyundai

Firma: BMW

Automobilka BMW používa vo svojich automobiloch už viacero rokov fuzzy systém pri riadení anti-block systému ABS. Pomocou fuzzy systému, na základe viacerých meraných hodnôt je možné predikovať problémy so zablokovaním kolies a predchádzať im.

**Firma:** Sharp**Výrobok:** mikrovlná rúra

Microvlná rúra firmy Sharp používa neurónovú sieť na odhad ukončenia varenia. Celý systém je založený na monitorovaní pary ktorá vzniká pri varení jedla. Je použitý senzor na meranie vlhkosti, ktorého výstupom je priebeh zmeny v čase. Na základe týchto informácií neurónová sieť určí koniec varenia.

Firma: Sanyo**Výrobok:** varič

Varič firmy Sanyo používa fuzzy systém ktorého výstup je upravovaný neurónovou sieťou. Na základe troch senzorov: infra, teploty a vlhkosti je odhadovaná teplota jedla, množstvo a druh jedla. Neuro-fuzzy systém potom riadi čas varenia, dusenia a tiež intenzitu dusenia.

Chladnička od firmy Samsung predstavená na trhu v roku 1994 používa fuzzy systémy, ktoré sú navrhované pomocou genetického algoritmu. Prvý fuzzy systém odhaduje distribúciu teploty vo vnútri chladničky a na vstupe druhého je práve odhadovaná distribúcia na základe ktorej mení pozíciu trysky vstupu studeného vzduchu.

Samsung aplikoval podobnú metódu na vývoj pračiek a predstavil ich na trhu v roku 1995. Nové práčky môžu víriť vodu veľmi pomaly pri praní vlny, ktorá potrebuje byť zvyčajne praná ručne. Motor práčky je riadený fuzzy regulátorom, ktorého parametre sú určované pomocou genetického algoritmu. Genetický algoritmus navrhuje fuzzy systém vo fáze vývoja a iba navrhnuté fuzzy systémy sú použité vo výrobkoch.

LG Electric aplikoval genetické algoritmy na niekoľkých výrobkoch. Ich umývačky riadu, parné hrnce a mikrovlnné rúry používajú neuro-fuzzy modely pre odhad počtu kusov riadu, na odhad jedla, aby varili dobre, každé jedlo zvlášť. Tieto neuro-fuzzy systémy boli tiež navrhované pomocou genetických algoritmov. Ďalšie výrobky, kde celý fuzzy systém bol navrhovaný pomocou genetických algoritmov sú chladničky, umývačky riadu a vysávače. Genetické algoritmy boli použité pre automatické nastavenie fuzzy pravidiel týchto modelov.

LG Electric realizovala používateľom učenie NN pre osviežovače vzduchu, trénovanú GA. Do NN v ich osviežovačoch vstupovala teplota miestnosti, teplota vonku, čas a používateľom nastavená teplota. Na výstupe bola radiaca hodnota, pomocou ktorej sa udržiavala teplota nastavená používateľom. Používateľ sa mohol rozhodnúť zmeniť riadenie a manuálne prispôbiť teplotu svojim potrebám. V tomto prípade GA upravil parametre NN zmenou počtu neurónov a váh

Firma Matsushita Electric používa inteligentný faxový objednávací systém (NARA). Ak maloobchodné predajne objednávajú tovar od dilerov Matsushita Electric, vyplnia objednávku rukou a pošlú ju faxom. FAX na strane dílera podá faxový obrázok systému NARA, ktorý rozpozná rukou písané znaky a pošle kód znaku dodávateľskému oddeleniu. NARA je štruktúrovaná neurónová sieť, ktorej topológia je založená na IF THEN štruktúre fuzzy pravidiel, ktoré opisujú apriori zanlosti danej úlohy, získané napríklad anlyzou trénovacích dát. Je to jeden zo spôsobov použitia fuzzy systému pre neurónovú sieť.

Hitachi používa už od roku 1991 hybridný neuro-fuzzy systém pre riadenie valcovne plechov. Cieľom je vyhladiť kovové platne riadením dvadsiatich valcov. Tvar povrchu platne je detekovaný skenovaním. Oskenovaný tvar je vložený na vstup neurónovej siete. Neurónová sieť kategorizuje vzorky povrchu a na jej výstupe dostaneme podobnosť medzi vstupnou vzorkou a štandardnou šablónou vzoriek, výstupy neurónovej siete ukazujú, ako je vstupná vzorka povrchu v zhode s každým fuzzy pravidlom, čiže, výstupy korešponujú so silami pravidiel. Požitím spojeného konečného výstupu fuzzy systému je riadených 20 valcov pre vyhladenie platne pozdĺž skenovanej čiary.

Vybrané aplikácie klasickej umelej inteligencie:

LINKman: expertný systém úspešne používaný firmou Blue Circle. LINKman je znalostný expertný systém pre riadenie procesu priemyselnej prípravy cementu. Jednou z výhod použitia systému je redukcia nákladov na palivo, ako aj radikálne zníženie rizika prepálenia cementu.

RBEST: expertný systém používaný firmou Hewlett-Packard. RBEST je pravidlový systém, ktorého nasadenie umožnilo signifikantný vzrast produkcie diskových jednotiek. Systém bol nasadený na diagnostiku chýb diskových zariadení počas záverečnej testovacej fázy výrobného procesu.

Kanadské železnice (Canadian Pacific Railroads) využívajú expertný systém na predikciu zlyhania jednotlivých komponentov motorov dieselových lokomotív. Základom analýzy je rozbor koncentrácie kovových prímiesí vo vzorkách lubrikačného oleja z motora lokomotívy. Dáta na určenie danej koncentrácie kovov možno získať podrobením vzoriek spektrálnej analýze. Vizuálna interpretácia získaných dát si však vyžaduje dlhoročné a špecializované skúsenosti. Nasadený expertný systém dané vzorky analyzuje automaticky a produkuje správu pre technikov, obsahom ktorej je, ktoré časti môžu zlyhať, resp. vyžadujú si servis.

Expertný systém používaný firmou Pacific Gas and Electric bol vyvinutý ako systém pre podporu rozhodovania v oblastiach údržby a opráv meracích prístrojov. Systém má schopnosť rýchleho indexovania a referovania informácií týkajúcich sa predbežných bezpečnostných opatrení, operatívnych zákrokov, diagnostických a testovacích procedúr. Z konceptuálneho hľadiska, systém pomáha rozhodnúť, aký zárok urobiť ako nasledujúci, kde je možné získať doplňujúce pomocné informácie, čo je dôležité a prečo. Systém poskytuje niekoľko základných typov asistencie, ako napr. odporúčania priamo sa týkajúce opráv, údržby a bezpečnostných opatrení, testovanie nastavení a výpočtov, systém ponúka riešenia aktuálnych problémov v závislosti od postupnosti akcií, ktoré boli vykonané apod.

Autor(i):Prof. Ing. Peter Sinčák, CSc.¹Ing. Daniel Novotný¹Ing. Peter Kostelník^{1,2}

¹ **Centrum pre inteligentné technológie (CIT)**, Skupina pre výpočtovú inteligenciu (CIG),
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky,
Technická Univerzita Košice

² Ústav teórie riadenia a robotiky, Slovenská akadémia vied, Bratislava
e-mail: sincak, novotny, kostelni@neuron-ai.tuke.sk

URL: <http://neuron-ai.tuke.sk/cig>