

Daniela ŠUSTEKOVÁ <sup>1</sup>

### LOGISTIKA V CESTNEJ DOPRAVE PODPOROVANÁ UMELOU INTELEGENCIU

*V článku sú popísané možnosti využitia umelej inteligencie pri tvorbe inteligentných logistických systémov. Sú v ňom uvedené základné pojmy z oblasti logistiky, umelej inteligencie a plánovania. Na záver je popísaný príklad z praxe – inteligentný logistický systém na inovatívne plánovanie trás.*

### LOGISTICS IN ROAD TRANSPORT SUPPORTED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE USING

*In the article there are described possibilities of Artificial Intelligence using in the Intelligent Logistics system creation. There are presented the basic concepts of logics, artificial intelligence, and plannig. In the end – there is described the example from praxis – the intelligent logistic sytem for the progressive travel planning.*

#### 1. ÚVOD

Cieľom logistického riadenia je spojiť trh, distribučnú sieť, výrobný proces a dodávateľskú činnosť takým spôsobom, aby boli zákazníci obslužení na vyššej úrovni a navyše za nižšie náklady. Inými slovami: dosiahnuť ciele konkurenčnej výhody pomocou nákladovej výhody aj zvýšenia kvality služieb. V súčasnej dobe, ktorá ponúka obrovské možnosti zefektívnenia dopravy využitím informačných technológií je nevyhnutné využívať najnovšie poznatky aj z oblasti umelej inteligencie.

Cesta dosahovania čoraz väčšej nákladovej efektívnosti vedie nielen cez objem výroby a úspory z rozsahu, ale často aj cez logistické riadenie. V mnohých priemyselných odvetviach predstavujú náklady logistiky takú významnú časť celkových nákladov, že ich najvýraznejšie zníženie možno realizovať základným reengineeringom logistických procesov.

---

<sup>1</sup> RNDr. Daniela Šusteková, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra KMaHI, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, tel. č.: 041/513 3267, fax: 041/ 5655 615, e-mail: sustek@fpedas.uniza.sk

### Poslanie logistického riadenia

Poslaním logistického riadenia (logistics management) je plánovať a koordinovať všetky aktivity nevyhnutné na dosiahnutie žiaducej úrovne dodávateľských služieb a kvality pri čo najnižších nákladoch. Logistika teda musí byť chápaná ako spojenie trhu a prevádzkových činností podniku. Oblasť logistiky skúma organizáciu od riadenia surovín až po dodávku finálneho produktu.

Logistické riadenie, z hľadiska celého systému, je prostriedok, ktorým sa uspokojujú potreby zákazníkov vďaka koordinácii materiálových a informačných tokov rozprestierajúcich sa od trhu, cez firmu a jej činnosti až k dodávateľom. Dosiahnutie tejto celopodnikovej integrácie vyžaduje úplne odlišnú orientáciu, ako je tá, s ktorou sa obvykle stretávame v konvenčných organizáciách. Logistika je teda nevyhnutným integračným pojmom, ktorý sa snaží o systémový pohľad na firmu. Je to v podstate plánovací koncept usilujúci sa vytvoriť systém, kde budú potreby trhu transformované do výrobných stratégií a plánu, a tie ďalej povedú do stratégie a plánu zaobstarávania.

Logistika je v podstate systém orientovaný na **plánovanie**, ktorý sa snaží vytvoriť jednoduchý plán pre tok produktov a informácií podnikom.

Búrlivý rozvoj informačných technológií poskytuje množstvo prostriedkov k riešeniu logistických systémov. V tomto článku sa zameriavam hlavne na využitie umelej inteligencie a jej oblasti – plánovanie - v projektovaní a realizácii inteligentných logistických systémov.

## 2. UMEĽÁ INTELIGENCIA

Umelá inteligencia (AI – Artificial Intelligence) je v súčasnej dobe veľmi diskutovaný pojem, ktorá má nielen svojich zástancov ale aj odporcov. Mnohí očakávajú od implementovania AI určité nahradenie človeka pri zložitých rozhodovacích a plánovacích činnostiach.

Tento názor podporuje aj čoraz dynamicky sa zvyšujúci výkon počítačovej techniky. Vysoký výkon počítačových zostáv ešte nezabezpečuje simulovanie ľudského uvažovania a rozhodovania. Problém spočíva v softwarových nástrojoch a technikách, ktoré by umožnili aspoň sčasti napodobňovať pochody pri ľudskom uvažovaní a riešení zložitých úloh.



Obrázok 1. Robot – typický predstaviteľ využitia umelej inteligencie

Umelá inteligencia je vedná disciplína, ktorá za pomoci počítačov, alebo systémov rieši určité úlohy využívaním takého postupu, ktorý by použil človek. Ľudstvo dospelo do takého bodu, že na definíciu tejto vednej disciplíny neexistuje jednotná teória, nakoľko umelá inteligencia ako veda má veľmi široký rozsah poznania. Základom umelej inteligencie je vytváranie, vnímanie a uchovanie vedomostí racionálneho myslenia, ktorá sa riadi zákonitosťami vedecky poznateľnými tak, aby sa mohli realizovať pomocou počítačov.

V krátkosti možno povedať, že umelá inteligencia predstavuje simulovanie inteligentného riešenia problémov technickým zariadením – strojom.

### 3. CIELE UMELEJ INTELIGENCIE

Pôvodne bola snaha priekopníkov umelej inteligencie zameraná na úplné skopírovanie a následne zdokonalenie ľudského umu. Čoskoro sa však tento cieľ ukázal ako nerealizovateľný v blízkej budúcnosti. Dnes sa jednotlivé výskumné tímy snažia o vytvorenie parciálnych algoritmov na riešenie najmä nedeterministických problémov ako napríklad:

- rozpoznávanie reči a obrazu,
- triedenie vzoriek,
- hranie hier,
- navigácia v známom a neznámom teréne,
- zameriavanie a sledovanie cieľov,
- riadenie robotov ,
- riadenie a plánovanie,
- analýza a predpovedanie štatistických postupností ,
- spracovanie a analýza dát z prostredia (geológia, meteorológia,...),
- kombinatorika,
- reprezentácia zozbieraných údajov,
- dolovanie dát,
- iné.

### Systémy, ktoré konajú rozumne.

**Systém, ktorý koná rozumne** je systém, ktorý koná tak, aby dosiahol svoje ciele s ohľadom na tvrdenia, ktorých pravdivosť predpokladá (ktorým verí). Pri takomto pohľade sa umelá inteligencia chápe ako disciplína, ktorá skúma rozumné **agenty** a spôsoby ich zostrojovania. **Agent je systém, ktorý vníma a koná.**

Rozumný agent vníma informácie z prostredia, uvažuje o nich a na ich základe koná, čím je v nepretržitej spätnej väzbe s prostredím, opísaným bázou poznatkov. Ideálny rozumný agent si vždy spomedzi všetkých činov, ktoré by dokázal v prostredí za daných podmienok vykonať, zvolí taký čin, ktorý vedie k najväčšiemu úžitku z hľadiska dosahovania cieľa. Na záver tejto úvodnej časti možno charakterizovať umelú inteligenciu ako disciplínu, sústreďujúcu sa na poznávanie všeobecných vlastností rozumných agentov a na konštrukciu agentov s rozmanitými úrovňami rozumnosti.

V ďalšej časti článku budem popisovať tú časť umelej inteligencie, ktorá poskytuje prostriedky na vytvorenie inteligentných logistických systémov, a to je plánovanie.

## 4. PLÁNOVANIE V KONTEXTE UMELEJ INTELIGENCIE

Dobre naplánovať činnosť patrí medzi výkony, ktoré si vyžadujú rozum, skúsenosť aj intuíciu. Je to špecifický druh problému. Môže sa s ním popasovať rozumný agent tak, ako s ľubovoľným iným problémom. Plánovanie je síce len jeden zvláštny druh všeobecného riešenia problémov, ale ide o veľmi dôležitý prípad problémov z praktického hľadiska so zaujímavými teoretickými vlastnosťami.

### Vyjadrenie problému plánovania

Keď sa hovorí o pláne, má sa v podstate na mysli predpis pre postupnosť akcií, vykonaním ktorých sa zmenia vzťahy medzi vecami tak, aby naplnili stanovený cieľ.

Na vyjadrenie problému treba poznať začiatkový stav, množinu operátorov, množinu všetkých stavov a cieľový test. Riešením bude cesta zo začiatkového stavu do niektorého z cieľových stavov. Ak sa rozumný agent prostredníctvom vnemu dozvie cieľ, môže riešiť problém, t. j. môže hľadať postupnosť akcií, ktorá vedie do cieľa.

Ak má agent dosah na stav sveta, môže sa z vnemov zostrojiť jeho opis. Pre daný cieľ môže zavolať vhodný plánovací algoritmus, aby zostrojil plán akcií. Agent potom môže vykonať naplánované akcie jednu po druhej.

Agent najprv vygeneruje cieľ, ktorý sa má dosiahnuť. Potom zostrojí plán na jeho dosiahnutie zo súčasného stavu. Keď už má plán, pokračuje v jeho vykonávaní až do jeho skončenia. Potom začne znovu s novým cieľom.

V praktických príkladoch problémov je počet stavov aj počet možných akcií veľmi veľký. Agent riešiaci problém uvažuje postupnosti akcií začínajúc od začiatkového stavu. Núti to agenta rozhodnúť najprv, čo urobí v začiatkovom stave. Vyhodnotiť ponuku akcií, ktoré môže v tomto stave vykonať však predpokladá najprv si ujasniť, ako, akými akciami splní cieľ, a potom sa rozhodovať, aké akcie povedú k dosiahnutiu stavu alebo stavov, v ktorých sa také akcie dajú vykonať. Agent by mal mať možnosť pružnejšie štruktúrovať

stav problému a vyberať časť, ktorej sa práve venuje, ktorá sa zdá byť v danom štádiu najlepšie riešiteľná.

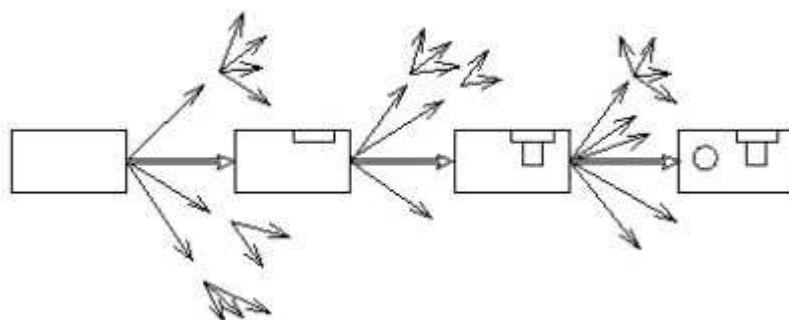
Podľa spôsobu riešenia problému môžeme rozlišovať:

- **Dopredné plánovanie (forward planning):** riešenie problému postupuje od súčasnosti dopredu – obr.2.

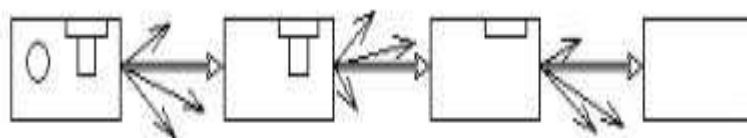
Každú následnú operáciu naplánujeme až vtedy, keď je predchádzajúca operácia hotová a je voľné pracovisko pre nasledujúcu operáciu. Medzi výhody dopredného plánovania patrí možnosť optimalizácie a to, že sa berie do úvahy kapacitné obmedzenie a dostupnosť materiálu. Jedná sa o pomerne zložitú metódu, ktorá vyžaduje veľkú presnosť v údajoch, čo dopredné plánovanie predražuje (presné údaje sú drahé) ..

- **Spätné plánovanie (backward planning)** - od zamýšľaného koncového termínu postupujeme naspäť podľa predpokladaných priebežných dĺžok jednotlivých krokov a tak vypočítame požadovaný počiatočný termín – obr.3.

Týmto spôsobom postupujeme pre každú zákazku. K výhodám spätného plánovania patrí relatívne jednoduchý princíp, necitlivosť metódy na malé chyby v údajoch. Jedná sa o lacný spôsob plánovania bez optimalizácie. Naopak k nedostatkom spätného plánovania patrí skutočnosť, že neberie do úvahy kapacitné obmedzenie prierezovo cez všetky zákazky ani dostupnosť materiálu.



Obrázok 2. Dopredné plánovanie



Obrázok 3. Spätné plánovanie

## 5. SYSTÉMY NA INOVATÍVNE PLÁNOVANIE TRÁS PRE LOGISTICKÉ A ŠPEDITÉRSKE SPOLOČNOSTI.

Systémy na inovatívne plánovanie trás predstavujú Inteligentnú logistiku v preprave tovarov a obchodných transakcií vo veľkých mestách ale aj medzi mestami. Pomocou inteligentnej technológie umožňujú odľahčiť premávku v centrách veľkých miest a zároveň zvýšiť efektívnosť logistických spoločností. Poskytujú vypočítanie najvhodnejšej trasy, a navyše zohľadňujú aj aktuálne informácie o premávke v centre mesta, napríklad dopravné zápchy alebo práce na cestách, a prispôbujú tomu vybranú trasu.

Zásielkové vozidlá sú vybavené softvérom pre dynamické plánovanie trás, ktorý ku svojmu riešeniu využíva

- umelú inteligenciu, špeciálne plánovacie algoritmy.

Projekt využíva aj iné oblasti informačných technológií ako sú:

- satelitný navigačný systém – GPS - (Global Positioning System),
- RFID - vysokofrekvenčná identifikácia (z angl. Radio Frequency IDentification), je to identifikačný prvok na identifikáciu tovaru, pracujúci vo vysokofrekvenčnom pásme. Jedná sa o „pokračovanie“ systému čiarových kódov,
- mobilné prenosy GSM, GPRS, a iné, podľa dostupnosti v prevádzkovej oblasti.

Informácie o polohe vozidiel sú získavané prostredníctvom GPS, ktoré sleduje vozidlá prepravnej spoločnosti, Vďaka tomu je možné vyhodnotiť dopravnú situáciu v meste a následne na ňu reagovať. Tým, že vozidlá majú určené optimálne trasy, šetria sa tak

- náklady na prepravu,
- čas prepravy.

Dochádza k znižovaniu

- spotreby paliva vozidiel,
- emisií CO<sub>2</sub>.

Inteligentné logistické systémy nielen pomáhajú životnému prostrediu, ale zlepšujú aj kvalitu služieb poskytovaných odosielateľom a príjemcom. Prepravovaný tovar je vybavený inteligentnými značkami pre rádio frekvenčnú identifikáciu RFID, ktoré umožňujú priebežný záznam a sledovanie nákladu vozidiel. Inteligentný logistický objekt (v našom prípade tovar opatrený RFID značkou a vozidlo snímané GPS) sa dá v logistickom systéme jednoznačne identifikovať, jeho stav a poloha môžu byť informačnému systému

kedykoľvek známe. Inteligentný objekt je schopný okrem toho kedykoľvek komunikovať s okolím, resp. pri chýbajúcom spojení konať autonómne a s orientáciou na cieľ.

Systémy umožňujú dosiahnuť vyššiu presnosť pri vyzdvihovaní a doručovaní zásielok, lepšie reagovať na ad hoc objednávky a presnejšie informovať o čase doručenia zásielky prostredníctvom SMS správy.

## 6. ZÁVER

Logistické riadenie môže hrať kľúčovú úlohu pri zvyšovaní trvalej hodnoty pre zákazníka pomocou zvyšovania spokojnosti zákazníka a tak si ho udržiavať. Na to, aby sa to dosiahlo, je nevyhnutné vyvíjať logistickú stratégiu, riadenú trhom, a predefinovať ciele v oblasti služieb, založené na špecifických požiadavkách zákazníkov. Dosiahnutie "dokonalejšej objednávky" by malo vytvoriť základ pre meranie výkonnosti podnikov, cez výkonnosť služieb a tvorbu ich štandardov. Na dosiahnutie tohto cieľa je nevyhnutné využívať najnovšie trendy v informačných technológiách – umelú inteligenciu, bezdrôtové prenosy a pokrokové hardvérové prostriedky.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Návrat, P. a kolektív: *Umelá inteligencia*, Slovenská technická univerzita, Bratislava 2007, ISBN 978-80-227-2629-0.
- [2] Šusteková, D.: *Počítačové siete a Internet*, vydavateľstvo ŽU, EDIS 2007, ISBN 978-80-8070-737-8.
- [3] Pribil, P, Svitek, M: *Intelligentní dopravní systémy, technická literatúra BEN*, Praha 2001, ISBN 80-7300-029-6.