

Implementácia heuristiky pre tvorbu rozvrhu služieb vodičov autobusov pomocou pyFuzzy II.

Ladovský Tomáš · Informačné technológie

03.12.2010



V prvej časti článku sme sa venovali problému plánovania verejnej dopravy všeobecne, pričom sme tento problém rozdelili na niekoľko podproblémov. Matematicky sme si popísali daný problém a navrhli sme heuristickú metódu deň-za-dňom. V tejto časti si popíšeme inferenčný mechanizmus pre fuzzy systém, ukážeme si ako problém spracovať pomocou jazyka Python a uvidíme dosiahnuté výsledky.

4. Fuzzifikovaná metóda rozpisovania služieb v aktuálny deň

Fuzzifikovaná metóda rozpisovania služieb v aktuálny deň (druhý krok algoritmu deň-za-dňom) je postup, ktorý rieši problém priradovania turnusov $T_k \in T$ vodičom $V_i \in V$ v aktuálny deň $s \in D$, pomocou aparátu teórie fuzzy množín, fuzzy logiky a inferencie, pričom nedôjde porušeniu žiadnej ťažkej podmienky počas optimalizovania ľahkých podmienok vzhľadom na minulé rozhodnutia R (rozpis služieb v predošlých dňoch). Tieto ťažké a ľahké podmienky, parametre alebo pracovné časy môžu byť interpretované neisto.

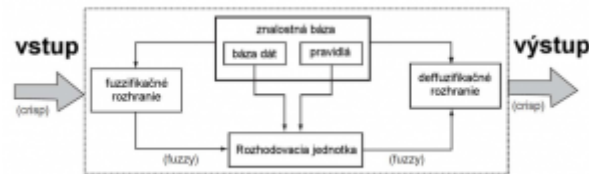
V našom prípade je neisté samotné pridelenie turnusov vodičom v aktuálny deň. Heuristická metóda deň-za-dňom neuvažuje s následkami rozhodnutí, ktoré vznikajú pri rozpisovaní služieb v aktuálny deň. Tento nedostatok metódy vniesol do rozhodnutí, ktorý turnus priradiť ktorému vodičovi, vágnosť. Na riešenie takto zadefinovaného problému, ktorý nie je komplexný, použijeme fuzzy inferenčný systém a polynomiálny algoritmus lineárneho zmiešaného celočíselného matematického programovania, tiež známeho pod menom priradovacia úloha.

Priradovacia úloha pozostáva z účelovej funkcie, ktorá je tvorená sumou cien, na základe vykonaných rozhodnutí, ktoré sú binárneho charakteru, respektíve typu priradiť alebo nepriradiť turnus vodičovi. Tieto ceny (indexy preferencie) spočítame pomocou fuzzy inferenčného systému na základe znalostnej bázy tvorcu rozpisu služieb. Čím vyššia je hodnota indexu preferencie, tým sme viac presvedčení o tom, že vodič dostane pridelený uvažovaný turnus. To ale platí za predpokladu, že účelovú funkciu maximalizujeme. Ďalej zovšeobecnená priradovacia úloha pozostáva z niekoľkých obmedzení typu práve jeden a/alebo najviac jeden. Tieto obmedzenia predstavujú niektoré ťažké podmienky, spomínané v úvode článku.

Fuzzy inferenčný systém (FIS) je známi pod menami ako „fuzzy znalostný systém“,

„fuzzy expertný systém“ [15], [16], [17]. FIS je časťou fuzzy logických systémov. FIS pozostáva z rozhrania fuzzifikácie, bázy pravidiel, bázy dát (databázy), rozodovacej jednotky a nakoniec s defuzzifikačného rozhrania. Fuzzy inferenčný systém s piatimi funkčnými blokmi je popísaný na obrázku 2.

Nech s -ty deň mesiaca ($1 \leq s \leq 28$) je aktuálnym dňom. Keďže dodržiavame algoritmus deň-za-dňom, i -ty vodič už má priradené turnusy, ktoré začínajú prvý, druhý a $(s - 1)$ deň. Túto informáciu vieme vyčítať z existujúceho rozpisu služieb R . Predpokladajme, že by i -ty vodič mal dostať pridelený l -ty turnus, ktorý začína v s -tý deň.



Obr. 2: Fuzzy inferenčný systém (FIS)

Celkový naakumulovaný denný pracovný čas i -teho vodiča po koniec $(s - 1)$ dňa spočítame ako:

$$a_i(s-1, R) = \begin{cases} 0 & \text{pre } s = 1, \\ \sum_{j \in D_{s-1}} \sum_{T_k \in T} c_k x_{ijk} & \text{pre } 2 \leq s \leq n, \forall V_i \in \mathcal{V}. \end{cases}$$

$$a_{il}(s, R) = a_i(s-1, R) + c_l, \text{ pre } \forall(V_i, T_l) \in V \times T.$$

Ideálny denný pracovný čas i -teho vodiča po koniec dňa s je:

$$a_i^*(s) = \bar{a} \sum_{j=1}^s v_{ij}, \text{ pre } \forall V_i \in V.$$

Aby sme mohli navrhnúť fuzzy lingvistické hodnoty fuzzy premennej D , potrebujeme poznať rozsah univerzálnej množiny $U = [\min^D(s), \max^D(s)]$. Z prvej definície miery nerovnomernosti vyplýva, že minimálna hodnota, ktorú môže miera nerovnomernosti kumulovaných pracovných časov nadobudnúť je

$$\min^D(s) = 0 \text{ pre } \forall s \in D$$

Nech $c_{\max}(s)$ je doba najdlhšie trvajúceho turnusu, ktorý môže byť odpracovaný v s -ty deň. Jej hodnotu spočítame ako:

$$c_{\max}(s) = \max_{T_k \in T} \{c_k w_{sk}\}, \text{ pre } \forall s \in D.$$

Nech $C = (c_{ij})$