

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

УДК 656.025:510.223

Буцько Т.В., проф., д.т.н. (ХарДАЗТ)

Лаврухін О.В., к.т.н. (ДонІЗТ)

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ.

Вступ. На даний момент на залізничному транспорті існує обмежена кількість систем підтримки прийняття рішень оперативним персоналом стосовно процесів, що відбуваються як в масштабах всієї Укрзалізниці так і в межах окремих її структурних підрозділів. Цей факт негативно впливає на кількісні і якісні показники роботи залізниць в силу обмеженості сфер застосування систем прийняття рішення. Згідно концепції реструктуризації та програми інформатизації залізничного транспорту необхідним є подальше удосконалення і провадження таких систем. В роботі [1] розглянута можливість надання оперативному персоналу залізничної станції можливості прогнозування подій на основі аналізу минулого періоду, в роботі [2] розглядається можливість ідентифікації вхідних ситуацій транспортних подій на станціях певної дільниці в основу якої покладені лінгвістичні змінні. В зазначеній роботі ідентифікація вхідних ситуацій відбувається методом нечіткого включення, який передбачає побудову зваженого графу типових ситуацій покладеного в основу діаграми Хассе. Такий підхід не в певній мірі відображає задовільняння потреби при побудові системи підтримки прийняття рішення і являє собою перший крок до побудови повнофункціональної системи.

В даній роботі відтворено ще один етап побудови систем підтримки прийняття рішення в основу якого покладені останні досягнення в галузі нечітких множин та нечіткої логіки.

1. Структура моделі управління „ситуація дія”. Еталонна ситуація.

Стандартна нечітка модель управління включає в себе три основних блока системи управління: блок оцінки стану, блок прийняття рішення, блок надання керуючих впливів. При моделюванні роботи поїзного диспетчера архітектура ситуаційної системи підтримки прийняття рішення з нечіткою логікою набуває форми, яку відображено на рисунку 1.

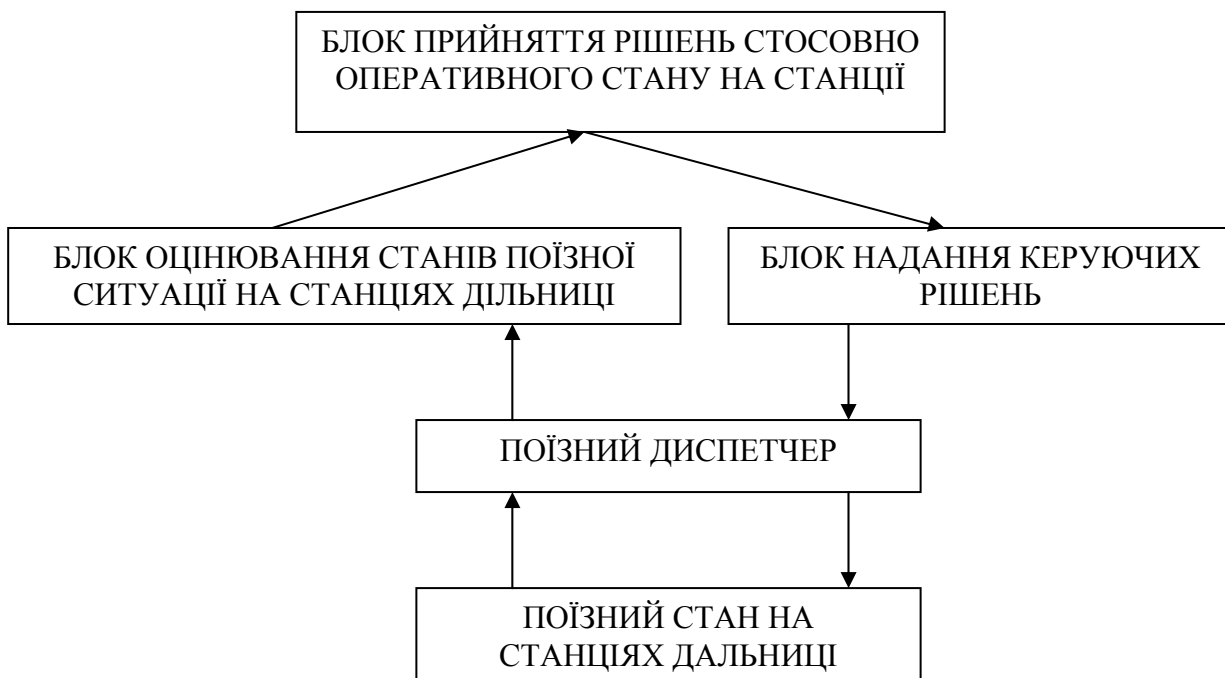


Рисунок 1 - Архітектура ситуаційної системи прийняття рішення з нечіткою логікою

В основу функціонування блока прийняття рішення нечіткої моделі управління „ситуація-дія” покладено принцип визначення по системі продукцій необхідних при даної входної ситуації керуючих рішень. Продукційна система ставить у відповідність кожної ситуації \tilde{S}_i з певного

набору ситуацій S_s , що характеризує всі можливі стани об'єкту управління, деякі керуючі рішення R_i . Ситуації, які входять до набору S_s називають еталонними. На відміну від набору $S = \{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_N\}$ типових ситуацій, набір $S_s = \{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_n\}$ ($n \leq N$) еталонних ситуацій не містить нечітко рівних при заданому порозі рівності ситуацій. Цей факт сприяє зменшенню розмірності продукційної системи і не знижує ефективності моделі управління в методах вірогідності, обмежених порогом рівності.

Керуюче рішення, яке необхідно приймати при вхідній ситуації \tilde{s}_0 , визначається ситуацією $\tilde{s}_i \in S_s$, в розумінні найбільш близької ситуації \tilde{s}_0 , причому множина S_s повно і ситуація \tilde{s}_i існує для будь-якої вхідної ситуації \tilde{s}_0 . Міри близькості ситуації \tilde{s}_0 з еталонними ситуаціями визначають за методом нечіткого включення ситуацій (1), нечіткої рівності ситуацій (3) і нечіткої узагальненості ситуацій (4) [3].

$$v(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) = \&_{y \in Y} v(\mu_{s_i}(y), \mu_{s_j}(y)), \quad (1)$$

де $\tilde{s}_i = \{\{\mu_{s_i}(y)/y\}\}$, $\tilde{s}_j = \{\{\mu_{s_j}(y)/y\}\}$ ($y \in Y$) - деякі ситуації.

В даному випадку величина $v(\mu_{s_i}(y), \mu_{s_j}(y))$ визначається за формулою (2) і являє собою ступень включення нечіткої множини $\mu_{s_i}(y)$ в нечітку множину $\mu_{s_j}(y)$.

$$v(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) = \&_{y \in Y} v(\mu_{s_i}(y) \rightarrow \mu_{s_j}(y)). \quad (2)$$

$$\mu(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) = v(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) \& v(\tilde{s}_j, \tilde{s}_i). \quad (3)$$

$$k_{p-q}(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) = \&_{y \in Y \setminus Y_q} \mu(\mu_{s_i}(y), \mu_{s_j}(y)), \quad (4)$$

де $k_{p-q}(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j)$ - ступень $(p-q)$ -спільності. Причому $(p-q)$ -спільністю зветься така схожість ситуацій при якій нечіткі значення всіх признаков нечітко рівні, окрім нечітких значень не більш, ніж q ознак.

Розглянемо особливість функціонування нечіткої моделі управління при різних мірах близькості.

Поставимо умову таку, що в моделі нечіткого управління залізничними транспортними подіями множина еталонних ситуацій S_s перед початком функціонування системи управління не містила погано визначених ситуацій, незалежно від того, яким чином S_s буде використовуватися. В цьому випадку можливі наступні варіанти:

1. На вхід нечіткої моделі управління надходять тільки добре визначені відносно порога рівності ситуації \tilde{s}_0 . В цьому випадку відношення нечіткої рівності на множині:

$$S_1 = S_s \cup S_0, \quad (5)$$

де S_0 - множина вхідних ситуацій транспортних подій на залізничній станції або в межах всієї Укрзалізниці, є відношення нечіткої еквівалентності.

З приводу того, що множина S_s не містить нечітко рівних ситуацій, то кількість класів еквівалентності нечіткої розбивки множини S_1 співпадає з кількістю еталонних ситуацій. Кожна еталонна ситуація $\tilde{s}_l \in S_s$ є представником класу еквівалентності \tilde{A}_l , відповідного цій ситуації. Класу \tilde{A}_l окрім \tilde{s}_l належать всі нечітко рівні \tilde{s}_l вхідні ситуації з множини S_0 . Отже, кожна вхідна ситуація стосовно транспортних подій \tilde{s}_0 нечітко рівна тільки одній еталонній ситуації $\tilde{s}_l \in S_s$, яка визначається послідовним зрівнянням \tilde{s}_0 з кожною ситуацією $\tilde{s}_l \in S_s$ ($l \in I = \{1, 2, \dots, n\}$). Ситуація \tilde{s}_l така, що $\mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_l) \geq t$, приймається рівною ситуації \tilde{s}_l [3].

2. На вхід нечіткої моделі управління можуть надходити погано визначені ситуації оперативних або прогнозних транспортних подій \tilde{s}_0 . В цьому випадку відношення нечіткої рівності на множині S_1 є відношення нечіткої толерантності. Число класів сполученого з ним нечіткого покриття, як і в першому випадку дорівнює n , кожна ситуація $\tilde{s}_l \in S_s$ відповідає класу \tilde{A}_l покриття множини S_1 . Однак класи покриття можуть мати нечітко порожні перехрещення, які складаються з погано визначених вхідних ситуацій множини S_0 . Даний факт свідчить про те, що погано

визначена вхідна ситуація \tilde{s}_0 може дорівнювати декільком еталонним ситуаціям. В даному випадку можливі два варіанти рішення:

– точніше визначити вхідну ситуацію, а саме, уточнити погано визначені ознаки. Тим самим перейти до першого варіанту;

– визначити підмножину S_s^0 еталонних ситуацій, нечітко рівних \tilde{s}_0 .

Прийняти найбільш близькою \tilde{s}_0 ситуацію \tilde{s}_i , яка має максимальну ступінь рівності з \tilde{s}_0 , тобто:

$$\mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_i) = \max_{\tilde{s} \in S_s^0} \mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_i). \quad (6)$$

Якщо таких ситуацій декілька, то рішення стосовна транспортної події приймається в залежності від умов управління.

В роботі [4] показано, що відношення нечіткого включення $\tilde{\delta} = (S_1, \tilde{F})$ при доброї визначеності ситуацій з множини S_1 є на цієї множині відношенням нечіткого нестроного порядку, і цей факт дозволяє організувати ієрархію ситуацій множини S_1 , розташувавши на верхньому рівні нечітко максимальний елемент максимальної ідеальної підмножини, сполучених з відношенням $\tilde{\delta}$. Таким чином ситуація \tilde{s}_1 має найвищий стан у діаграмі Хассе:

$$\begin{aligned} \tilde{s}_1 = \{ & \langle \langle 1 / \text{поїзд} \rangle, \langle 0 / \text{група вагонів} \rangle / " \text{Повносоставність} " \rangle \\ & \langle \langle 1 / \text{поїзд} \rangle, \langle 0 / \text{група вагонів} \rangle / " \text{Повноваговість} " \rangle \\ & \langle \langle 0 / \text{вчасно} \rangle, \langle 1 / \text{прострочено} \rangle / " \text{Термін доставки} " \rangle \}. \end{aligned}$$

З припущення повноти множини S_s виходить, що на верхньому рівні ієрархії знаходяться ситуації з множини S_s . Нижче по рівнях ієрархії розташовуються елементи максимальних ідеальних підмножин, які містять елементи верхнього рівня відповідної підмножини. Розглядана сукупність підмножин будується з ситуацій множин S_s і S_0 , причому „місце” кожної ситуації $\tilde{s}_0 \in S_0$ визначається наступною процедурою: \tilde{s}_0 „нижче” кожної ситуації $\tilde{s}_i \in S_s$ такої, що $\tilde{s}_0 \subset \tilde{s}_i$ і „вище” кожної ситуації $\tilde{s}_j \in S_s$ якщо

$$\tilde{s}_j \subset \tilde{s}_0.$$

2. Побудова математичної моделі ідентифікації станів об'єкту управління.

Одержавши інструмент ідентифікації вхідних ситуацій з'являється можливість безпосереднього переходу до ідентифікації станів об'єкта управління. В форматі даного питання розглянемо організацію і функціонування блоку оцінювання станів об'єкта управління. В даній роботі блок системи управління призначений для ідентифікації оперативної транспортної ситуації на залізничній станції, якою відбивається сформований к моменту оцінювання стану об'єкта. Функціонування блоку оцінювання ситуації базується на моделюванні дій людини, яка приймає рішення (ЛПР) (черговий по станції, товарний касир, поїзний диспетчер, черговий по дирекції залізничних перевезень, тощо), для чого використовується отримана від ЛПР інформація. Тому вказаний блок включається до моделі управління, яка імітує поведінку ЛПР при управлінні об'єктом.

Припустимо, що та інформація, як подається на вхід блока оцінювання стану може бути трьох типів: нечітка, чітка і нечітко множинна. Тип інформації визначається типом датчиків системи управління. Умовно виділимо три основних типи датчиків:

– „нечіткі датчики” (черговий по станції, поїзний диспетчер тощо, які подають на вхід блока оцінки стану словесну інформацію про стан об'єкта управління);

– „чіткі датчики” (деякі датчики, які подають на вхід блока оцінювання стану конкретну числову інформацію, наприклад ЕОМ надає данні про вагу поїзда, кількість вагонів в складі поїзда, тощо);

– „аналогові датчики” (датчики, які подають на вхід блока оцінювання стану безперервні функції приналежності, які перетворюються в вектори ступенів приналежності [2]).

Розглянемо задачу ідентифікації станів об'єкта управління (формування поїзду) в умовах „нечітких датчиків”. Припустимо, що поїзний диспетчер для відображення станів об'єкта управління користується тими ж ознаками, нечіткі значення яких описані значеннями ознак в останніх [2]. Фактично на вхід блока оцінювання станів подається нечітка вхідна ситуація \tilde{s}_0 , можливо, неповністю визначена, з приводу того, що поїзний диспетчер по різним причинам може не вказувати ступені приналежності деяких термів нечіткими значеннями відповідних ознак. Ступені приналежності термів можуть задаватися поїзним диспетчером

або безпосередньо, числами з відрізка $[0;1]$, або за допомогою слів, які відображають ступень відповідності термів параметрам стану формування поїзда.

Генерація відповідних дій, які видаються на виконавчі механізми системи управління, покладено на блок надання керуючих дій (БНКД). Функціонування БНКД базується на моделюванні дій ЛПР. Тому БНКД, також як і блок оцінювання станів, включається в модель управління, яка імітує поведінку ЛПР при управлінні об'єктом (формування поїзду). Необхідна для роботи блока інформація одержується опитуванням експертів, приклади стосовно цього питання розглянуті в роботі [2].

Висновок. В роботі сформульовано принципи і розглянуто теоретичні основи створення систем підтримки прийняття рішень в процесі керування рухом поїздів. Впровадження результатів досліджень створює умови для полегшення роботи працівників пов'язаних з необхідністю аналізу великого масиву оперативних даних шляхом широкомасштабної автоматизації.

Подальші перспективи розвитку систем підтримки прийняття рішення на залізничному транспорті передбачають створення платформи для покращення основних показників роботи, таких як: обіг вагона, простої вагонів під накопиченням, простої вагонів під однією вантажною операцією, тощо.

Список літератури

1. Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин // Східно-Європейський журнал передових технологій 2004. – Спецвипуск 7 [1]. – С. 16 - 19.
2. Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Модель поїзоутворення на основі ситуаційної системи прийняття рішення // Східно-Європейський журнал передових технологій 2004. – 3 [9]. – С. 30 – 33.
3. Мелехов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я.. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат.-лит. 1990.
4. Данько М.І., Лаврухін О.В. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2004. – Вип. № 2. – С. 80 – 83.