

Tadeusz Cisowski¹, Łukasz Wojciechowski²

NOWE PODEJŚCIE W REGULACYJNYM ZARZĄDZANIU POTOKAMI TRANSPORTOWYMI

Streszczenie. W niniejszym artykule pokazano nowe podejście w regulacyjnym zarządzaniu potokami transportowymi na kolei, z wykorzystaniem systemów inteligentnych opartych na zastosowaniu efektywnych procedur heurystycznych w poszukiwaniu rozwiązań zadań kombinatorycznych o dużych rozmiarach. Przewiduje ono odejście od systemów eksperckich oraz koncentrację na modelu symulacyjnym sytuacji decyzyjnych, który bazuje na metodach adaptacji, identyfikacji i prognozowania sytuacji. Pokazano możliwości dialogowe symulacyjnego modelu decyzyjnego.

Słowa kluczowe: potoki transportowe, systemy inteligentne, procedury heurystyczne, sztuczna inteligencja.

WSTĘP

Zarządzanie potokami transportowymi należy do zadań słabo sformalizowanych, o dużych rozmiarach. Podstawową metodą ich rozwiązywania jest doświadczenie i wiedza ludzi bezpośrednio uczestniczących w procesie podejmowania decyzji. Personel ten bardzo często funkcjonuje w otoczeniu automatycznych miejsc pracy. Opisane miejsca wyposażone są w środki informatyczne, pozwalające przyspieszyć proces podejmowania decyzji w sytuacjach złożonych, wyeliminować błąd, przeprowadzić syntezę rozwiązań wcześniejszych, prognozować następstwa rozwiązań oraz decyzji regulujących. Praca decydenta zarządzającego potokami transportowymi w otoczeniu automatycznych miejsc pracy winna się opierać na stosowaniu metod sztucznej inteligencji.

Taki decydent powinien umieć prognozować, rozpoznawać i określać prawdopodobne następstwa sytuacji trudnych, lokalizować obszary ich oddziaływania, opracować plan likwidacji trudności oraz kontrolować jego realizację.

Jest rzeczą oczywistą, że decydent w sytuacjach kryzysowych może pominąć ważną zasadę z powodu stresu lub braku czasu.

Systemy dyspozytorskie powinny mieć możliwość interpretacji i objaśnienia sposobu osiągnięcia konkretnego rozwiązania w zarządzaniu potokami

¹ Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie.

² Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych, Politechnika Lubelska.

transportowymi. Bardzo często w procesie identyfikacji trudności dysponujemy niepełnymi danymi rzeczywistymi. W takich sytuacjach metody oparte na sztucznej inteligencji nabierają szczególnego znaczenia, gdyż pozwalają na wykorzystanie wiedzy i doświadczenia dyspozytora w zarządzaniu potokami transportowymi. Istnieje również pragmatyczny aspekt stosowania systemów inteligentnych.

Jeżeli programy komputerowe będą akumulować i wykorzystywać tę wiedzę to z czasem mogą osiągnąć wysoki poziom efektywności.

Efektywność inteligentnych systemów dyspozytorskiego zarządzania przejawia się w skróceniu wagono-godzin postoju taboru kolejowego i poprawie bezpieczeństwa ruchu. Większość złożonych problemów zarządzania potokami transportowymi nie posiada rozwiązania dokładnego, gdyż występuje w złożonych kontekstach zjawisk socjalnych i fizycznych o dużych rozmiarach, noszących charakter kombinatoryczny i trudnych do opisanego. Taki charakter cechuje system organizacji potoków wagonów. Zastosowanie systemów inteligentnych w opracowaniu planu zestawiania pociągów towarowych powinno uwzględniać możliwość powrotu do punktu poprzedniego, w przypadku gdy wybrana strategia okazuje się nieefektywną. Ponadto systemy te powinny funkcjonować również wtedy, kiedy minimalizowana jest określona funkcja celu.

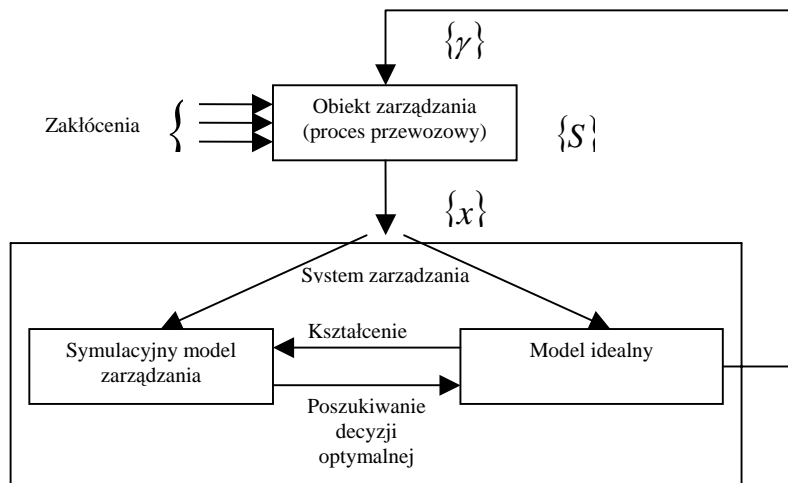
Nowe podejście w regulacyjnym zarządzaniu potokami transportowymi z wykorzystaniem systemów inteligentnych oparte jest na zastosowaniu efektywnych procedur heurystycznych w poszukiwaniu rozwiązań zadań kombinatorycznych o dużych rozmiarach. Przewiduje się w nim odejście od systemów eksperckich oraz koncentrację na modelu symulacyjnym sytuacji decyzyjnych, który bazuje na metodach adaptacji, identyfikacji i prognozowania sytuacji.

W artykule przedstawiono model symulacyjny wspomagania decyzji w zarządzaniu potokami transportowymi na kolei, który jest „przyjaznym interfejsem” pomiędzy decydentem i dynamicznymi bazami danych. W bazach tych odwzorowane są technologiczne procesy zarządzania operatywnego. Interfejs ten jest rozwinięciem koncepcji zintegrowanych baz danych. Pokazano możliwości dialogowe modelu decyzyjnego.

FUNKCJONOWANIE SYMULACYJNEGO MODELU DECYZYJNEGO W TRYBIE „PORADY”

Informatyzacja transportu kolejowego powinna zakładać automatyzację nie tylko zbioru, obróbki i przechowywania informacji ale również automatyzację podstawowych etapów racjonalnego zarządzania potokami transportowymi.

Po etapie szkolenia moduł symulacyjny [1] może funkcjonować w dialogowym trybie porady (rys. 1).



Rys. 1. Struktura zarządzania procesem przewozowym za pomocą modelu symulacyjnego

Fig. 1. The structure of the transport process management by means of a simulation model

Idea tego funkcjonowania jest następująca: niech w procesie zarządzania procesem przewozowym decydent podejmuje N różnego rodzaju decyzji (regulacja załadunku, przesuwu wagonów próżnych itp.), tworzących zbiór operacji $\{G\}$. Zbiór ten charakteryzuje się jednakową strukturą informacji wejściowej $\{X(t)\}$. W chwili początkowej decydent podejmuje decyzję $\gamma_l(t_i)$ dotyczącą operacji G_l , gdzie $l = \overline{1, N}$.

Decyzja ta jest zasadna, jeżeli jest dopuszczalna w chwili t_{i+n} . Zatem wybór decyzji γ_i w chwili $t[n]$ oddaje stan systemu w chwili $t[n+1]$. Tym samym model staje się zdolnym do prognozowania [2]. Dla dowolnej mikro sytuacji $X(t_j)$ zarejestrowanej w chwili t_j , przy $i \leq j < i+n$ model określa sytuację S_m , do której należy $X(t_j)$. Zgodnie z tą sytuacją podejmowana jest decyzja $\gamma_l(t_i)$ dotycząca operacji $G_l \in \{G\}$, w wyniku której otrzymamy plan optymalny:

$$\{X_1^*(t_j), X_2^*(t_j), \dots, X_n^*(t_j)\} = \{X_m^*(t_j)\} \in \{X(t_j)\}.$$

Ponieważ $X_p(t) \in \{X(t)\}$, gdzie $p = \overline{1, n}$ to wskaźniki planu $\{X_m^*(t_j)\}$ uzyskane w $(j-i)$ -tym takcie ekstrapolacji zmieniają odpowiednie wartości

wskaźników w mikro sytuacji $X(t_j)$ i model przejdzie do mikro sytuacji $X(t_j + 1)$. Możliwy proces funkcjonowania modelu pokazano w tabeli korelacji. Proces prognozowania decyzji w przedziale czasu $(t_i \div t_{i+n})$ kontynuowany jest do momentu aż decydent zaakceptuje decyzję $\gamma_l(t_i)$, tj. uzyskamy sytuację idealną S^* , która zapewnia realizację wszystkich planowanych wskaźników $\{X_{plan}\} \in \{X\}$ lub zostanie wyczerpana liczba taktów ekstrapolacji n w zadanym przedziale czasu [3]. Proces normalnego funkcjonowania modelu nie zostanie naruszony, jeśli decydent w dowolnym taktie ekstrapolacji odrzuci „propozycję” modelu, zastępując ją decyzją swoją, bardziej preferowaną. Jeżeli w okresie planowym $t_i \div t_{i+n}$ model „osiągnie” sytuację idealną S^* , to tworzy się łańcuch decyzji $\gamma_1 - > \gamma_2 - > \gamma_r - > \dots - > \gamma_z$ powodujących przejście obiektu w sytuację S^* , w minimalnej liczbie taktów.

W ogólnym przypadku zadanie zarządzania operatywnego procesu przewożowym jest wielokryteriowe, rozwiązywane w zbiorze kryteriów $F = \{f\}$ i ograniczeń $\{\overline{A}\}$. Wadą istniejących procedur dialogowych rozwiązywania tego typu zadań jest brak możliwości uwzględniania rozwiązań w sytuacjach analogicznych. Procedura poszukiwania rozwiązania przez decydenta każdy raz rozpoczyna się od początku, co w przypadku zarządzania operatywnego może okazać się niemożliwym ze względu na ograniczenia czasowe.

Opracowany model daje zasadniczo nowe możliwości w rozwiązywaniu zadań wielokryterialnych. W zarządzaniu operatywnym zestaw kryteriów i ograniczeń zależy od konkretnej sytuacji wyboru decyzji S_r . Dlatego też każde rozwiązanie γ_r w pełni można określić następująco:

$$\gamma_r \Rightarrow \langle \{f_i^r\}, \overline{\alpha^r}, \{\overline{A^r}\} \rangle;$$

gdzie:

$\{f_i^r\}$ - zbiór kryteriów wykorzystanych w sytuacji S_r ,

α^r - wektor wag lub priorytety kryteriów,

$\{\overline{A^r}\}$ - ograniczenia w sytuacji S_r .

Wektor wag kryteriów $\overline{\alpha^r} = \{\alpha_1^r, \alpha_2^r, \dots, \alpha_i^r\}$ w sytuacji S_r powstaje na bazie algorytmu szkoleniowego [1].

W etapie szkolenia decydent buduje swoją funkcję celu, tj. funkcję preferencji w sytuacji S_r :

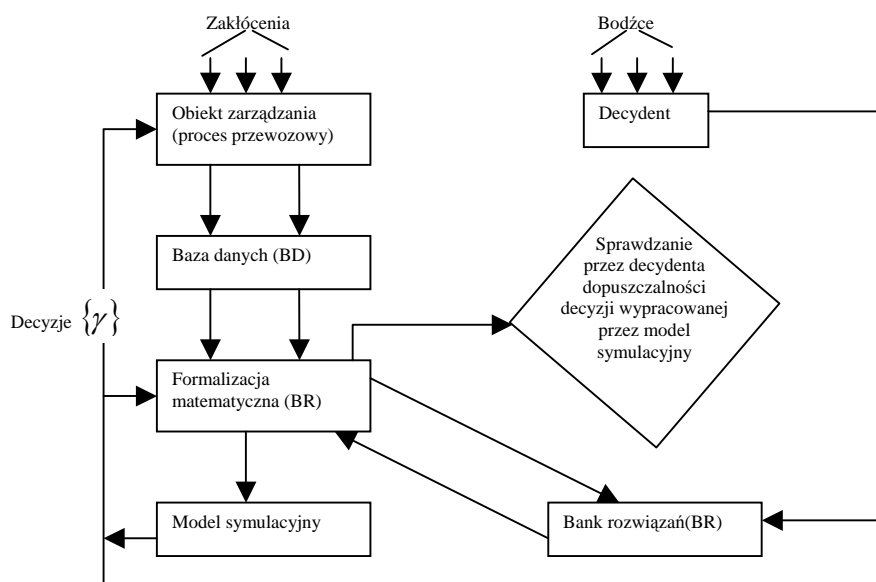
$$F^r = \sum_i \alpha_i^r f_i(X) \text{ gdzie } \sum_i \alpha_i^r = 1.$$

Po etapie szkolenia rozwiązanie zadania wielokryterialnego w sytuacji S_r sprowadza się do następującego zagadnienia programowania matematycznego:

$$\text{określić } \underset{x}{extr} \sum_i \alpha_i^r f_i^r(X) \text{ przy } \{A^r\}.$$

Budowa i wykorzystanie symulacyjnych modeli decyzyjnych w zarządzaniu procesem przewozowym wymaga opracowania automatycznego banku rozwiązań, w którym znajdują się i są przechowywane rozwiązania z sytuacji poprzednich. Opracowanie takiego banku rozwiązań stwarza te same problemy jak w przypadku banku danych, tj. ujednolicenie rozwiązań, zintegrowany charakter obróbki rozwiązań, stworzenie języka rozwiązań, itd. [4].

Na rysunku 2 pokazano schemat interakcji banku rozwiązań (BR) z bazami danych (BD) w zarządzaniu procesem przewozowym.



Rys. 2. Schemat banku rozwiązań i bazy danych
Fig. 2. The diagram of a bank of solutions and of the database

Zbiór rozwiązań $\{\gamma\}$ określa dopuszczalne działania w bazie danych, tj. stanowi zbiór funkcji określanych w zbiorze stanów bazy danych. Tym samym opracowany symulacyjny model decyzyjny wyznacza nowy kierunek modelowania struktury i dynamiki za pomocą złożonego systemu algorytmów działających na ogólnym, zorganizowanym w pamięci komputera, relacyjnym modelu danych [5].

PODSUMOWANIE

Prace w dziedzinie „intelektualizacji” technologii w transporcie kolejowym powinny sprowadzać się między innymi do stworzenia systemu wspomaganie decyzji zarządzania potokami transportowymi. W pierwszej kolejności system ten powinien wspomagać dyspozytorów, na różnych poziomach zarządzania w prognozowaniu i rozpoznawaniu sytuacji trudnych, określać następstwa tych sytuacji, obszar ich występowania oraz plan ich likwidacji. Większość zadań dotyczących zarządzania potokami transportowymi pojawia się w złożonych kontekstach zjawisk socjalnych i fizycznych, o dużych rozmiarach, które mają charakter kombinatoryczny. Intelktualne wspomaganie tego zarządzania polega na wykorzystaniu efektywnych procedur heurystycznych w rozwiązywaniu zadań kombinatoryki o dużych rozmiarach.

W niniejszej pracy pokazano wykorzystanie symulacyjnych modeli decyzyjnych w zarządzaniu procesem przewozowym na kolei. Po zakończeniu szkolenia model „podpowiada” decydentowi rozwiązania najbardziej korzystne i nadaje systemowi wspomaganie decyzji cechy sztucznej inteligencji. Tym samym różni się on zasadniczo od semiotycznych modeli zarządzania sytuacyjnego, które nie wykorzystują do końca informacji zgromadzonych w bazach danych.

BIBLIOGRAFIA

1. Cisowski T.: Wspomaganie decyzji w zarządzaniu potokami transportowymi na kolei. Artykuł przyjęty do druku w miesięczniku „Technika transportu szynowego”.
2. Gevarter W.: An Overview of Expert System, Washington, D.C. National Bureau of Standards, 1982.
3. Кутыркин А.В.: Построение имитационных моделей процессов принятия решений в АСУЖТ. Вестник ВНИИЖТ, 1978, № 3.
4. Stefik M.: The Organization of Expert System, Paolo Alto, Caliph: Xerox Paolo Alto Center, 1982.
5. Zieleniewski J.: Podstawowe pojęcia teorii systemów, organizacji, sterowania i zarządzania. W pracy zbiorowej: Współczesne problemy zarządzania. PWN, Warszawa 1974.

NEW APPROACH IN REGULATORY MANAGEMENT OF TRAFFIC STREAMS

Summary

The article presents a new approach in regulatory management of railway traffic streams using intelligent systems based on application of effective heuristic procedures in search for solutions to large combinatorial problems. According to the approach, expert systems are likely to be less popular whereas the simulation model of decision situations based on adaptation, identification and forecasting situations will attract more attention. Furthermore, the paper shows dialogue possibilities of the simulation decision model.

Key words: traffic streams, intelligent systems, heuristic procedures, artificial intelligence.