

Zbigniew Buchalski\*

## **Zastosowanie procedur wspomagających podejmowanie decyzji w firmie handlowej**

### **1. Wprowadzenie**

W erze informacji i wiedzy, kiedy istnieje nieograniczony dostęp do różnorodnych elektronicznych zasobów informacyjnych, podejmowanie decyzji, wbrew pozorom, stało się jeszcze bardziej złożone. Niezwykle przydatne okazało się wykorzystanie taniej i szeroko dostępnej techniki komputerowej do rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych.

Podejmowanie decyzji oznacza akt wyboru jednej możliwości (kierunku) działania spośród pewnego ich zestawu. Wybór ten może być wykonywany na podstawie określonej sekwencji działań, które prowadzą do wyselekcjonowania najkorzystniejszej (optymalnej) alternatywy. Istotną rolę we wspomaganiu procesu decyzyjnego odgrywają inteligentne systemy informatyczne jakimi są systemy ekspertowe [1–7].

System ekspertowy jest programem komputerowym, przy pomocy którego wykonywane są skomplikowane zadania o dużych wymaganiach intelektualnych. Wykorzystanie systemów ekspertowych umożliwia zwiększenie wydajności pracy, zmniejszenie kosztów produkcji oraz polepszenie jakości wytwarzanych produktów. Pomocne są wszędzie tam, gdzie istnieje duży zasób wiedzy, w oparciu o którą trzeba podejmować wiele decyzji.

Systemy ekspertowe zajmują bardzo ważną pozycję w informatyce i mają szerokie zastosowanie niemal w każdej dziedzinie. Są one z powodzeniem stosowane w roli systemów diagnostycznych, doradczych, prognozujących, klasyfikujących i monitorujących. Najważniejszą zaletą systemów ekspertowych jest to, że mogą one z powodzeniem wspomagać lub nawet zastępować eksperta z danej dziedziny dzięki wiedzy, która została im przekazana. Mają także możliwość rozwiązywania problemów, do których trudne, a czasem nawet niemożliwe byłoby tradycyjne podejście typu proceduralnego [8–12].

Szczególnie zauważalne jest zastosowanie systemów ekspertowych na prężnie rozwijającym się rynku usług logistycznych. Logistyka obejmuje zintegrowaną strukturę przepływów towarów, osób oraz sprzężonych z nimi przepływów informacji. Wszystkie te

---

\* Politechnika Wroclawska, Instytut Informatyki, Automatyki i Robotyki

czynniki są ze sobą ściśle powiązane, więc aby system logistyczny działał sprawnie i efektywnie, muszą być one między sobą odpowiednio skoordynowane [13–16]. Złożona struktura usług transportowych wymaga poszukiwania efektywnych urządzeń i metod pozwalających na realizowanie określonych decyzji zgodnie z akceptowaną przez użytkowników strategią. Oczekuje się więc od koordynatora usług transportowych optymalnego wykorzystania posiadanych środków transportowych do realizacji zadań stawianych przed firmą spedycyjną.

Zadaniem przedstawionego w niniejszej pracy systemu ekspertowego LOGISTER jest wypracowanie takich decyzji, aby prowadziły one do zwiększenia konkurencyjności, obniżenia kosztów prowadzonej działalności spedycyjnej, dostosowania się do wciąż rosnących potrzeb klientów. Podano podstawowe założenia budowy tego systemu, opis podstawowych funkcji realizowanych przez system oraz jego implementację komputerową. W pracy opisano również przebieg procesu wnioskowania na elementach wiedzy zawartej w bazie wiedzy systemu LOGISTER.

## 2. Cel i założenia budowy systemu LOGISTER

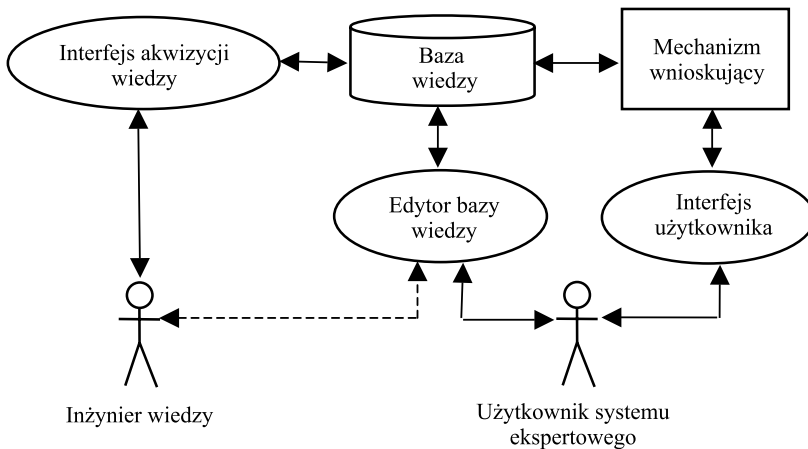
Wspomaganie działalności firmy spedycyjnej przy wykorzystaniu systemu LOGISTER koncentruje się na rozwiązywaniu następujących zagadnień:

- zapewnienie przepływu i transformacji informacji pomiędzy różnymi środkami transportu dla potrzeb decyzyjnych,
- wyznaczenie optymalnej trajektorii ruchu środków transportowych wg zadanych kryteriów,
- identyfikacja umiejscowienia ładunków oraz środków transportowych w dowolnym momencie czasu przy wykorzystaniu różnych technik,
- ocena stanu technicznego posiadanych środków transportowych,
- zapewnienie natychmiastowej reakcji w razie awarii czy nieterminowości jakiegoś środka transportu.

LOGISTER jest systemem doradczym, który na podstawie dostarczonego zlecenia przewozu ustala możliwość przewozu wraz z dodatkowymi informacjami o ubezpieczeniu, magazynowaniu i rodzaju przewozu. Potrafi ocenić, czy opłacalny jest przewóz ciągły przez danego przewoźnika, czy tylko jednorazowy. Należy zwrócić uwagę, że nie zawsze istnieje możliwość realizacji zlecenia przewozu towaru. Przyczyną odmowy realizacji zlecenia może być np. brak odpowiedniego samochodu, czy też ograniczenie wynikające z maksymalnego tonażu czy pojemności samochodu.

## 3. Struktura systemu LOGISTER

Na rysunku 1 przedstawione zostały podstawowe elementy systemu ekspertowego LOGISTER wraz z ich powiązaniem ze środowiskiem zewnętrznym, czyli osobami mającymi dostęp do systemu.



Rys. 1. Struktura systemu LOGISTER

Podstawowe cele i zadania poszczególnych elementów wchodzących w skład systemu LOGISTER są następujące:

- **Interfejs akwizycji wiedzy** służy **inżynierowi wiedzy** do wprowadzania wiedzy w strukturalizowanej postaci do **bazy wiedzy**. Jeżeli baza wiedzy jest plikiem tekstowym, można posłużyć się zwykłym edytorem plików tekstowych.
- **Edytor bazy wiedzy** służy **użytkownikowi systemu ekspertowego** do modyfikacji wiedzy zawartej w **bazie wiedzy**.
- **Interfejs użytkownika** pełni funkcję komunikacyjną pomiędzy systemem LOGISTER a użytkownikiem podczas przeprowadzania procesu wnioskowania. Umożliwia systemowi ekspertowemu zadawanie użytkownikowi pytań i przedstawianie mu rezultatów procesu wnioskowania, natomiast użytkownikowi umożliwia wpływanie na proces wnioskowania poprzez udzielanie odpowiedzi.
- **Baza wiedzy** zawiera wiedzę ekspercką z zakresu logistyki i stanowi podstawowy komponent systemu ekspertowego LOGISTER. Jest ona zbiorem definicji, faktów, pojęć i relacji między nimi oraz reguł wnioskowania. Budowa bazy wiedzy polegała na sformalizowaniu wiedzy zebranej od wielu ekspertów i przetworzeniu jej na kod interpretowany przez system komputerowy.
- **Mechanizm wnioskujący** stanowi zespół rozkazów, które wykorzystują, przetwarzają i prezentują zawarte w bazie wiedzy systemu LOGISTER reguły i fakty. Zadaniem tego mechanizmu jest sformułowanie na podstawie połączenia reguł i faktów odpowiedzi dla użytkownika systemu.

#### 4. Baza wiedzy systemu LOGISTER

Wiedza zawarta w bazie wiedzy systemu LOGISTER została funkcjonalnie pogrupowana w czterech bazach: bazie faktów, reguł, wniosków i pytań. W bazie faktów przechowywane

są wszystkie fakty uwzględniane w czasie przeprowadzania konsultacji z użytkownikiem. Fakty te opisują pewne cechy dotyczące różnych wariantów przewozu towarów.

Uznanie faktów za prawdziwe lub fałszywe dla konkretnego przypadku przewozu towarów, odbywa się w pierwszej części konsultacji zwanej dopytywaniem użytkownika. Aby uczynić ten etap czytelnym dla użytkownika, każdemu rozpatrywanemu faktowi przyporządkowano pytanie. Kolejność pytań zadawanych podczas procesu dopytywania, ustalana jest przez mechanizm wnioskujący na podstawie reguł przypisanych do każdego pytania. Wyznaczają one numer następnego pytania w zależności od dotychczas uzyskanych odpowiedzi użytkownika. Wszystkie te elementy powiązane są ze sobą w bazie pytań, która jest jednym ze składników bazy wiedzy systemu LOGISTER.

Baza reguł przechowuje treść wszystkich reguł używanych w systemie, zarówno tych kontrolujących proces dopytywania użytkownika, jak również pozwalających na sformułowanie końcowych wniosków.

Baza wniosków zawiera wszystkie wnioski, które wynikają z badanych w trakcie procesu wnioskowania faktów. Wnioski te są zredagowane w taki sposób, aby stanowiły wytyczne dla efektywnego przewozu towarów i dostarczania przesyłek. Ostatecznym wynikiem konsultacji z systemem LOGISTER jest lista wniosków z uaktywnionych reguł.

## **5. Implementacja komputerowa systemu LOGISTER**

System ekspertowy LOGISTER został zaimplementowany w postaci programu komputerowego o takiej samej nazwie. Program LOGISTER został stworzony za pomocą środowiska programistycznego Visual C<sup>++</sup> [17–18]. W środowisku tym powstało główne okno dialogowe programu, okno edytora cen, okno edytora pytań oraz dwa rodzaje okien interfejsu z użytkownikiem, w których pojawiają się pytania systemu ekspertowego LOGISTER.

### **5.1. Główne okno dialogowe**

Główne okno dialogowe podzielone jest na dwie części: po lewej znajdują się cztery przyciski, natomiast po prawej znajduje się edit box, w którym wyświetlane będą końcowe wnioski typu rodzaj połączenia, liczba samochodów, koszt usług.

Przycisk „START” rozpoczyna działanie systemu ekspertowego. Pojawia się pierwsze okno dialogowe z pierwszym pytaniem i odpowiedziami. Jest to moment, od którego system zaczyna zadawać pytania. Przycisk „Edytor pytań” włącza okno edytora pytań, w którym możemy dodawać, usuwać i modyfikować pytania systemu. Przycisk „Stawki cenowe” włącza okno pozwalające na określenie odpowiednich cen za dane usługi. Przycisk „Informacje” otwiera okno z informacją o programie.

### **5.2. Okno edytora cen**

Ponieważ głównym priorytetem programu LOGISTER poza doradztwem jest wyliczenie kosztu przewozu, system musi znać stawki cenowe za odpowiednie usługi. Wstawienie

cen bezpośrednio do kodu źródłowego spowodowałyby zmniejszenie użyteczności programu, a programista musiałby zmieniać kod źródłowy za każdym razem, gdy zmieni się cena paliwa, gaża kierowcy bądź ceny przewozu i magazynowania. Dlatego też na potrzeby programu został stworzony edytor cennik. Dzięki temu możliwe jest w każdym momencie czasu regulowanie stawek cenowych przez władze firmy spedycyjnej.

Cena paliwa mnożona jest przez liczbę wykorzystanych samochodów i modyfikowana w zależności od liczby przejechanych kilometrów. Oczywiście rozróżniane są tutaj opłaty z kurs stały (wahadłowy) i kurs terminowy. Następne pola umożliwiają określenie ceny za przewóz poszczególnych typów towarów, a także opłaty za magazynowanie owych towarów. Na końcu wpisujemy procentową zniżkę dla stałych klientów, opłatę za zlecenie w ostatniej chwili, oraz w przypadku spedycji międzynarodowej opłatę za odprawę celną. Ostatnie pole służy do określenia procentowej stawki ubezpieczeniowej od wartości towaru. Ceny uregulowane w edytorze „stawki cenowe” są zapisywane do pliku *ceny.dat*.

### 5.3. Edytor pytań i odpowiedzi

Na potrzeby programu LOGISTER stworzony został edytor pytań. Dzięki temu edytorowi istnieje możliwość przeglądania, dodawania, usuwania i modyfikowania pytań wykorzystywanych w systemie ekspertowym. W oknie edytora widnieją pola identyfikatora „id” pytania, treść pytania, ilość odpowiedzi oraz ich treść. Pytania są zapisywane w pliku *pytania.dat*.

Po uruchomieniu okna dialogowego edytora pytań i odpowiedzi dostępne są wszystkie edit boxy zawarte w tym oknie. W celu modyfikacji pytania należy wybrać interesujące nas pytanie, następnie zaznaczyć edit box „treść pytania” i wprowadzić nowe pytanie z klawiatury. Kolejną czynnością jest określenie liczby odpowiedzi. W tym celu zaznaczyć należy edit box „ilość odpowiedzi” i wprowadzić liczbę planowanych odpowiedzi.

Domyślnie przewidziane są maksymalnie cztery odpowiedzi na każde pytanie. Po określeniu ilości pytań należy w polu „treść odpowiedzi” wpisać przewidziane przez nas odpowiedzi do tego pytania. Po wciśnięciu klawisza „modyfikuj” program zacznie wpisywać do nowego pliku po kolei każde pytanie, aż dojdzie do pytania z szukanym identyfikatorem, zapisze zmodyfikowane pytanie, a następnie pozostałe pytania z szukanym identyfikatorem. Gdy to już się stanie, stary plik zostanie zastąpiony nowym. Oczywiście za każdym razem na początku modyfikacji nowy plik jest czyszczony.

### 5.4. Okno interfejsu z użytkownikiem

Okna pytań w programie LOGISTER działają na prostej zasadzie. Na podstawie liczby odpowiedzi przy danym pytaniu program rozpoznaje typ pytania. Ogólnie istnieją tu dwa typy okien dialogowych pytań. Pierwsze są to okna wyboru zawierające przyciski wyboru typu radio button. Ich liczba zależy od podanej liczby odpowiedzi w edytorze pytań i odpowiedzi. Przy nich wpisywane są odpowiednie treści pytań wczytywane z pliku *pytania.dat*. w celu przejścia do kolejnego pytania należy zaznaczyć myszką interesującą

nas odpowiedź i wcisnąć przycisk „Dalej”. Drugi typ okien to okna z edit boxem, polem, do którego wpisywane są z klawiatury dane żądane przez system.

### **5.5. Formularz zgłoszeniowy**

Do programu LOGISTER dołączona jest propozycja internetowego formularza zgłoszeniowego. Formularz mieści się w katalogu o tej samej nazwie. W formularzu tym zawarte są m.in. następujące informacje:

- dane firmy czyli nazwa, adres, region, NIP, telefon oraz e-mail,
- dane o rodzaju ładunku, jego wadze oraz wartości,
- miejsce załadunku czyli adres miejsca podjęcia towaru oraz data załadunku,
- miejsce rozładunku czyli adres miejsca rozładowania towaru oraz data rozładunku,
- informacje o odprawie celnej wraz z podaniem przejścia granicznego,
- inne informacje, czyli informacje o tym, jaki rodzaj pojazdu jest preferowany przez klienta, informacje o ubezpieczeniu towaru, o jego podzielności i magazynowaniu.

Po wypełnieniu wszystkich pól i wciśnięciu przycisku „Wyślij”, zgłoszenie takie powinno być wysłane do firmy przewozowej używającej programu LOGISTER.

## **6. Wnioskowanie przy wykorzystaniu systemu LOGISTER**

W systemie ekspertowym LOGISTER wykorzystywana jest metoda wnioskowania w przód, za pomocą której szukana jest odpowiedź interesująca użytkownika tego systemu. Wnioskowanie w przód przebiega od faktów, poprzez reguły do odpowiedzi. System ekspertowy stara się kojarzyć przesłanki reguł z posiadanymi w bazie wiedzy faktami i poszerzeniu zbioru znanych faktów przez dołączenie do nich kolejnych konkluzji. Na podstawie dostępnych reguł i faktów generowane są nowe fakty tak długo, aż wśród wygenerowanych faktów znajdzie się odpowiedź na postawione pytanie.

Wszystkie operacje wnioskowania są przeprowadzone na serwerze, do którego ma dostęp dyspozytor firmy spedycyjnej. W serwerze po każdorazowym ustaleniu faktu wyznaczona jest reguła, do której dany fakt należy, a następnie jeśli reguła nie jest spełniona, zostaje wyznaczona następna i ustalane są pozostałe fakty.

System LOGISTER wykorzystuje dynamiczną bazę danych, za pomocą której dokonuje wnioskowania na faktach i regułach. Do bazy danych podczas uruchamiania programu, wczytywane są wszystkie fakty i reguły dostępne w bazie wiedzy. Również pytania zadawane użytkownikowi, wraz z możliwymi odpowiedziami, wczytywane są do pamięci komputera. Każdy fakt jest powiązany z odpowiadającym mu pytaniem i serią odpowiedzi. Dzięki wykorzystaniu dynamicznej bazy danych unika się odwoływania do pliku po każdorazowym uzgadnianiu faktu i zadaniu pytania, co znacznie zwiększa efektywność działania systemu ekspertowego LOGISTER.

Kolejność danych (faktów) znajdujących się w tej bazie ma duże znaczenie, gdyż na tej podstawie wyświetlane są zapytania stawiane użytkownikowi. Jeżeli chcemy, aby na

początku wyświetlało się pytanie skojarzone z odpowiednim faktem, musimy je umieścić w pierwszej linii rozpatrywanej reguły. Zatem, budując bazę wiedzy, brano pod uwagę konsekwencje wynikające ze złego zorganizowania kolejności faktów w regule.

## 7. Podsumowanie

Przedstawiony w pracy system ekspertowy LOGISTER jest potwierdzeniem możliwości wykorzystania metod sztucznej inteligencji w praktycznych zastosowaniach do wspomaganiania procesów doradczo-decyzyjnych. System LOGISTER z powodzeniem może być wykorzystany w praktyce do wspomagania takich decyzji logistycznych, jak właściwe sterowanie przepływem wszelkiego rodzaju materiałów, towarów i surowców, a także koordynowanie tych działań.

System LOGISTER również dba o zachowanie odpowiedniej jakości przesyłanych towarów i dobór właściwego środka transportu do ich przewozu. Wiedza zawarta w bazie wiedzy systemu wystarcza na udzielenie porad i odpowiedzi na najbardziej nurtujące dyspozytora firmy spedycyjnej pytania.

Ciągły postęp techniczny, rozwój różnych gałęzi gospodarki, a tym samym coraz większa liczba danych przetwarzanych przez komputer skłaniają do stwierdzenia, że zapotrzebowanie na systemy ekspertowe będzie ciągle rosło.

## Literatura

- [1] Buchalski Z., *Zarządzanie wiedzą w podejmowaniu decyzji przy wykorzystaniu systemu eksperto-wego*. [w:] Bazy danych. Struktury, algorytmy, metody, WKiŁ, Warszawa 2006, 471–478.
- [2] Buchalski Z., *The Role of Symbolic Representation of Natural Language Sentences in Knowledge Acquisition for Expert System*. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 16, No. 4A, 2007, 40–43.
- [3] Chromiec J., Strzemieczna E., *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
- [4] Niederliński A., *Regulowo-modelowe systemy ekspertowe*. Pracownia Komputerowa Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2006.
- [5] Owoc M., *Elementy systemów ekspertowych, cz.1: Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 2006.
- [6] Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. PWN, Warszawa 2006.
- [7] Stefanowicz B., *Systemy eksperckie. Przewodnik*. PWN, Warszawa 2003.
- [8] Buchalski Z., *Analysis of expert system application possibilities for the needs of doctors decision in various disease diagnostics*. [w:] Information Systems Architecture and Technology, J. Świątek, L. Borzemski, A. Grzech, Z. Wilimowska (eds.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009, 49–58.
- [9] Buchalski Z., *Computer Advisory-Decision System for the Logistics Services Support*. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 18, No. 3B, 2009, 53–57.
- [10] Radzikowski W., *Komputerowe systemy wspomaganiania decyzji*. PWE, Warszawa 1990.

- 
- [11] Twardowski Z., *Inteligentne systemy wspomaganie decyzji w strategicznym zarządzaniu organizacją gospodarczą*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2007.
  - [12] Zieliński J., *Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*. PWN, Warszawa 2000.
  - [13] Ciesielski M., *Logistyka w biznesie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006.
  - [14] Gołębska E., *Kompendium wiedzy o logistyce*. PWN, Warszawa–Poznań 2002.
  - [15] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., *Transport*. PWN, Warszawa 2005.
  - [16] Sikorski P., Zembrzycki T., *Spedycja w praktyce*. Polskie Wydawnictwo Transportowe, Warszawa 2006.
  - [17] Meloni J., *PHP, MySQL i Apache dla każdego*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
  - [18] Reisdorph K., *C++Builder6 dla każdego*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2003.