

INTELIGENTNY SYSTEM DECYZYJNY DO WSPOMAGANIA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH I DYSTRYBUCJI PIAN POLIURETANOWYCH

Zbigniew Buchalski

Wprowadzenie

Proces podejmowania decyzji jest zorganizowanym, realizowanym na zasadzie algorytmu zestawem czynności, którego zadaniem jest precyzyjne określenie warunków i ograniczeń sytuacji decyzyjnych oraz dokonanie wyboru optymalnego wariantu. Sprawność i skuteczność podejmowania decyzji jest kluczowym czynnikiem sukcesu każdego przedsięwzięcia. Istotną rolę we wspomaganiu procesu decyzyjnego odgrywają inteligentne systemy decyzyjne w postaci systemów ekspertowych [Buch06; ChSt94; Nied06; Ziel00].

Systemy ekspertowe znalazły powszechne zastosowanie praktyczne, a zadaniem ich jest gromadzenie wiedzy z danej dziedziny, a następnie udzielanie odpowiedzi na pytania wprowadzane przez użytkowników do systemu ekspertowego [Buch05; Radz90]. Konstruując taki system należy rozwiązać dwa podstawowe problemy: określić metodę reprezentacji wiedzy oraz wybrać odpowiedni mechanizm wnioskowania. Bardzo istotną rzeczą jest wybór architektury systemu ekspertowego, która pozwoli na użycie dostępnej wiedzy oraz da możliwość tworzenia nowej wiedzy na podstawie dostępnych informacji i dialogu z użytkownikiem.

System ekspertowy jest programem komputerowym, wykonującym skomplikowane zadania o dużych wymaganiach intelektualnych i czyni to równie dobrze, jak człowiek-ekspert z danej dziedziny, a w niektórych zastosowaniach nawet lepiej. Określenie system ekspertowy można zastosować do dowolnego programu komputerowego, który na podstawie zgromadzonej wiedzy potrafi wyciągać wnioski i podejmować decyzje, posługując się przy tym sposobem rozumowania człowieka. Niewątpliwą zaletą systemów ekspertowych jest możliwość objaśniania i uzasadniania sposobu przeprowadzonego rozumowania [Radz90].

W niniejszym artykule zaprezentowano pewną koncepcję systemu ekspertowego POLIURETEX jako narzędzia wspomagającego diagnozowanie procesów wytwórczych i dystrybucję pian poliuretanowych. System ten jest bowiem skierowany zarówno do producentów, sprzedawców jak i docelowych odbiorców pian poliuretanowych. Użytkownik systemu poprzez dokonywanie wyboru rodzaju pian zgodnie ze swoimi preferencjami udziela wszelkich potrzebnych informacji systemowi POLIURETEX w celu wskazania przez system najodpowiedniejszego dla niego rodzaju piany. Główne kryterium stanowi podział na pianę letnią i zimową, w następnej kolejności określany jest rodzaj aplikacji wymaganej przez odbiorcę, a w ostatnim etapie parametry związane z czysto technicznymi właściwościami piany.

Ze względu na szerokie zastosowanie pian poliuretanowych można przeprowadzić analizę produktu pod kątem podstawowych parametrów technicznych charakteryzujących pianę, takich jak np. lepkość, masa cząsteczkowa, skład surowcowy oraz parametrów klasyfikujących pianę do poszczególnych grup np. do grupy pian wysokowydajnych lub do grupy

pian odpornych na wilgoć, czy też grupy pian o wysokim współczynniku wygłuszenia.

Piany poliuretanowe służą między innymi do:

- montażu i uszczelnienia ościeżnic okiennych i drzwiowych,
- wypełniania ubytków i szczelin w systemach wentylacji, kanalizacji, instalacji elektrycznej i grzewczej,
- wygłuszania i uszczelniania ścian działowych, wanien, brodzików, itp.,
- montażu paneli izolacyjnych,
- ocieplania budynków, itp.

Piany poliuretanowe mają dobrą przyczepność do większości materiałów budowlanych w tym do stali, drewna lub betonu. Małą przyczepność mają natomiast do polietylenu, polipropylenu, teflonu i wosku. Piany są odporne na wilgoć, ale po zanurzeniu chłoną minimalnie wodę. Można je stosować zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków. Utwardzona piana jest odporna na krótkotrwały wpływ prawie wszystkich chemikaliów, lakierów, rozpuszczalników i gnicie.

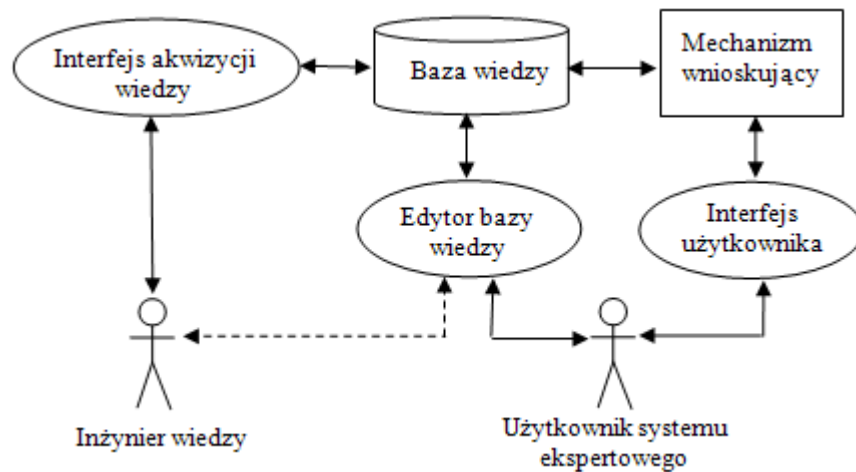
Podstawowym zadaniem systemu POLIURETEX jest wspomaganie procesu produkcyjnego w firmie zajmującej się wytwarzaniem pian poliuretanowych. System ten może być wykorzystywany zarówno w firmie produkcyjnej, jak i poprzez umieszczenie go na stronie WWW bądź w punktach handlowych zajmujących się branżą budowlaną.

System ma na celu wspomaganie procesu produkcyjnego poprzez pomoc w umiejętnym zaplanowaniu produkcji. Odpowiednie ułożenie planu produkcji z uwzględnieniem sekwencji bazujących na składnikach zastosowanych w recepturach wsadów i zachodzących między nimi reakcjami

pozwała na znaczne zmniejszenie strat, a co za tym idzie kosztów związanych z cyklem produkcyjnym. Umiejętne skoordynowanie planu produkcyjnego pozwala także na zminimalizowanie czasu wymaganego do realizacji zamówień na poszczególne wsady pian poliuretanowych.

Struktura systemu ekspertowego POLIURETEX

Na poniższym rysunku przedstawione zostały podstawowe elementy systemu ekspertowego POLIURETEX:



Rys. 1. Struktura systemu ekspertowego POLIURETEX

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

- **Interfejs akwizycji wiedzy** służy *inżynierowi wiedzy* do wprowadzania wiedzy w strukturalizowanej postaci do *bazy wiedzy*.
- **Edytor bazy wiedzy** służy *użytkownikowi systemu* POLIURETEX do modyfikacji wiedzy zawartej w *bazie wiedzy*.

- **Interfejs użytkownika** pełni funkcję komunikacyjną pomiędzy systemem ekspertowym 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. Interfejs użytkownika wykonany jest w postaci dynamicznej strony WWW wykonanej w technologii PHP. Do opisanego niniejszego interfejsu systemu POLIURETEX wykorzystano przeglądarkę internetową Opera w wersji 8.5. Podstawowym celem interfejsu użytkownika jest właściwa komunikacja między programem wykonującym złożone zadania a użytkownikiem. Interfejs w wyniku odpowiednich ruchów użytkownika ma za zadanie osiągnąć określony cel. W systemie POLIURETEX funkcjonuje jeden interfejs z nastawieniem na dwóch użytkowników.
- **Baza wiedzy** zawiera wiedzę ekspercką z dziedziny związanej z procesem wytwórczym i dystrybucją piany poliuretanowej. Jej podstawowym i niezbędnym do działania elementem jest **baza reguł**. **Baza reguł** zawiera wiedzę dziedzinową w postaci łatwo czytelnych reguł (wiedza o charakterze ogólnym). Zawiera ona również wiedzę w postaci gotowych **faktów** (wiedza o charakterze szczegółowym), które są najczęściej efektem poprzednich wnioskowań.
- **Mechanizm wnioskujący** systemu POLIURETEX odpowiada za poprawne działanie całego systemu ekspertowego, a głównym jego zadaniem jest pobieranie informacji od użytkownika, analizowanie ich i wyciąganie wniosków z tych informacji na podstawie reguł i faktów zawartych w bazie wiedzy. Mechanizm wnioskujący stwierdza na

podstawie przyjętych założeń czy na bazie znanych mu faktów wybór odpowiedniego typu piany poliuretanowej jest właściwy, a w razie ewentualnego złego wyboru generuje stosowne komunikaty o błędzie. Mechanizm wnioskujący wykonany został w technologii PHP z wykorzystaniem elementów języka HTML. Po uruchomieniu systemu ekspertowego POLIURETEX interfejs użytkownika oczekuje na określoną reakcję użytkownika. Klient dokonując zakupu pianki poliuretanowej żąda, aby produkt spełniał jego wymagania. Precyzuje swoje oczekiwania, wybierając dostępne własności. Własność piany określa w jakich warunkach będzie ona stosowana. Złe określenie własności piany poliuretanowej powoduje, że mechanizm wnioskujący nie pozwala na dalsze precyzowanie wyboru rodzaju piany. W przypadku poprawnego wyboru mechanizm wnioskujący zapamiętuje co zostało wybrane i udostępnia następne możliwości wyboru typu piany.

Baza wiedzy systemu POLIURETEX

Baza wiedzy systemu POLIURETEX zawiera **bazę faktów** i **bazę reguł**. **Baza faktów** systemu ekspertowego PIANA została wykonana w systemie zarządzania relacyjnymi bazami danych MySQL, który dostępny jest w darmowym pakiecie KRASNAL serv 2.7. Za pomocą programu phpMyAdmin uruchomionego w dowolnej przeglądarce internetowej, możliwe było powstanie bazy wiedzy o nazwie bazapian.

Bazapian zawiera dwie tabele:

- tabelę **fakty**, która pełni rolę **bazy faktów**,

- tabelę **reguły**, która pełni rolę **bazy reguł**.

Tabela **fakty** zawiera nazwy, podstawowe ilości surowców chemicznych oraz parametry techniczne pian poliuretanowych opracowane przez technologów. Tabela **reguły** stanowi **bazę reguł** systemu ekspertowego POLIURETEX. **Baza reguł** została wykonana w systemie zarządzania relacyjnymi bazami danych MySQL. Zawarte są w niej informacje niezbędne dla funkcjonowania mechanizmu wnioskującego systemu. W **bazie reguł** podane są informacje jakie surowce i jakie parametry techniczne powinna posiadać piana poliuretanowa, aby spełniała określoną własność. Własnością piany jest np. szybkość schnięcia czy zmniejszona zapalność piany. **Baza reguł** dla każdego pojedynczego parametru technicznego piany poliuretanowej zawiera takie elementy, jak nazwa i numer parametru technicznego oraz podstawowe własności pian poliuretanowych (wydajność, wytrzymałość, szybkość schnięcia, odporność na wilgoć, itp.).

Na podstawie wyboru dokonanego przez użytkownika w systemie ekspertowym POLIURETEX zostaje zbudowany wirtualny obraz produktu, jakiego poszukuje klient. Pozostaje tylko znaleźć odpowiedni rodzaj pianki w bazie danych pian (**bazie faktów**).

Aby w bazie pian odnaleźć produkt posiadający określone właściwości potrzebny jest translator, który przełoży własności wybrane przez użytkownika na parametry techniczne i recepturę. W tym celu istnieje właśnie **baza reguł**, która definiuje wszystkie istotne parametry techniczne oraz skład surowcowy określając daną własność piany poliuretanowej.

Przykładowo, w tabeli o nazwie **reguły** zawarta jest informacja, że aby otrzymać piankę odporną na wilgoć musi ona spełnić poniższe warunki techniczne i surowcowe:

- ChlonnWody = 1 (jest to chłonność wody),
- ONNTemp = 1 (jest to odporność na niskie temperatury),
- TypPianyPIST/MONT = 1 (jest to typ piany: pistoletowa lub montażowa),
- CzasMiedzyOper = min 6 sekund, max 11 sekund (jest to czas międzyoperacyjny),
- TempPolimer = min. 5 °C, max 20 °C (jest to temperatura polimeryzacji),
- gaz1 = min. 23%, max 44% (jest to procentowa zawartość gazu),
- surowiec1 = min 5%, max 10% (jest to procentowa zawartość surowca).

Pozostałe parametry i skład surowcowy może być dowolny. W **bazie reguł** tą dowolność oznaczają pola wypełnione wartościami 999. Analogicznie do przedstawionego przykładu zdefiniowane są pozostałe warunki.

Komputerowa realizacja systemu POLIURETEX

System ekspertowy POLIURETEX wykonany został w technologii PHP i HTML z wykorzystaniem relacyjnych baz danych MySQL [Well05; Yank05]. Podstawowym środowiskiem informatycznym umożliwiającym działanie systemu POLIURETEX oprócz poprawnie działającego systemu operacyjnego jest serwer WWW obsługujący język skryp-

towy PHP z obsługą baz danych MySQL oraz dowolna przeglądarka stron internetowych, jak np. Internet Explorer czy Opera. Korzystanie z systemu możliwe jest poprzez wykorzystanie darmowych pakietów zawierających pełne niezbędne do tego środowisko informatyczne. Przykładem pakietu zawierającego tego typu środowisko jest między innymi KRASNAL serv 2.7.

W systemie ekspertowym POLIURETEX wykorzystana została również technologia HTML która dzięki swoim możliwościom w łatwy sposób przyczyniła się do prezentacji danych zawartych w bazie wiedzy dzięki prostym w obsłudze tabelom oraz do pobierania danych od użytkownika dzięki łatwym w obsłudze formularzom.

W systemie ekspertowym POLIURETEX wykorzystany został darmowy pakiet KRASNAL serwer w wersji 2.7 i zainstalowany pod kontrolą systemu operacyjnego Windows XP. Składniki pakietu KRASNAL stanowią następujące elementy:

- serwer WWW Apache 1.3.31,
- phpMyAdmin 2.6.0 pl2,
- PHP 4.3.9,
- PHP 5.0.2,
- SQLiteManager 1.0.1,
- CesarFTP 0.99g,
- MySQL 3.23.58,
- WebAlizer 2.1,
- ActivePerl 5.6.1.628,
- Free SMTP Server.

Pakiet KRASNAL serwer oprócz posiadanego oprogramowania zawiera również wiele materiałów pomocniczych w tworzeniu dynamicznych stron WWW w postaci kursów PHP, HTML, PERL-a, MySQL i CSS . Zawiera również dokumentację serwera oraz opis większości funkcji wyżej wymienionych języków programowania oraz pomocne w tworzeniu stron linki innych stron internetowych. Dzięki temu system ekspertowy POLIURETEX może być wykorzystywany zarówno do zarządzania procesem produkcyjnym, jak i wspomaganie użytkownika w podjęciu odpowiedniej decyzji.

Korzystanie z systemu POLIURETEX może odbywać się na dwa sposoby:

- pierwszy sposób to możliwość korzystania z systemu poprzez sieć Internet. Kod źródłowy całego programu, oraz powiązaną z nim bazę danych, na zlecenie odpowiedniej instytucji można umieścić na dużych komercyjnych serwerach. Wiąże się to z dodatkową opłatą za świadczoną w ten sposób usługę,
- drugi sposób polega na wykorzystaniu darmowego pakietu, w którym zawarte jest całe środowisko umożliwiające darmowe korzystanie bez ograniczeń z systemu POLIURETEX i zainstalowanie jego składników na komputerze działającym pod kontrolą określonego systemu operacyjnego. Przykładowym tego typu pakietem jest KRASNAL serwer. Nie wymaga to konieczności posiadania konta na komercyjnym serwerze ani połączenia z Internetem.

Aby możliwe było korzystanie z systemu POLIURETEX na osobistym komputerze należy pobrać darmową wersję pakietu KRASNAL serwer ze strony internetowej o adresie:

- <ftp://ftp.helion.pl/krasnal>,
- <http://www.zsot1.lubliniec.pl/www/pablo/KRASNAL-Serv-2.7-5Helion.exe>.

Po zainstalowaniu na komputerze pakietu KRASNAL serv, i sprawdzeniu poprawności jego działania istnieje możliwość tworzenia i otwierania istniejących skryptów PHP.

System ekspertowy POLIURETEX składa się z następujących elementów:

- 27 plików wykonanych w języku skryptowym PHP z rozszerzeniem *.php,
- 68 plików graficznych z rozszerzeniem *.jpg,
- dwóch katalogów baz danych MySQL : katalogu login zawierającego trzy pliki bazodanowe i katalogu bazapian zawierającego piętnaście plików bazodanowych.

Aby możliwe było uruchomienie systemu ekspertowego POLIURETEX i korzystanie z niego należy umieścić jego wyżej wymienione składniki w odpowiednich miejscach pakietu KRASNAL serv.

Zakończenie

Przedstawiony w artykule system ekspertowy POLIURETEX jest potwierdzeniem możliwości wykorzystania metod sztucznej inteligencji do zastosowań praktycznych. Niezwykle charakterystyczna specyfika produktu jakim jest piana poliuretanowa tłumaczy wybór i skierowanie działań w kierunku stworzenia systemu ekspertowego wspomagającego proces produkcyjny oraz decyzyjny przy wyborze określonego produktu

przez klienta. Wykorzystanie systemów wspomagających planowanie produkcji jest szczególnie istotne w zakładach chemicznych, a produkcja pian poliuretanowych w takich się właśnie odbywa. Wiąże się to z koniecznością zamówienia odpowiedniej ilości surowców chemicznych, które mają krótki okres ważności.

Głównym zadaniem systemu ekspertowego POLIURETEX jest wspomaganie procesu produkcyjnego pian poliuretanowych. Jednakże dużą rolę odgrywa zadowolenie klienta, gdyż to on składa zlecenie wykonania określonej liczby puszek piany poliuretanowej. Satysfakcja klienta stanowi tu więc kluczowe znaczenie. Jeżeli klient jest w pełni usatysfakcjonowany, istnieje duże prawdopodobieństwo, że skorzysta z systemu POLIURETEX ponownie i następnym razem zamówi większą liczbę puszek piany poliuretanowej.

Literatura

- [Buch05] Buchalski Z.: System ekspertowy wspomagający organizację pracy firmy spedycyjnej, [w:] Porębska-Miąc T., Sroka H. (red.), Systemy Wspomagania Organizacji SWO'2005, AE, Katowice 2005.
- [Buch06] Buchalski Z.: Zarządzanie wiedzą w podejmowaniu decyzji przy wykorzystaniu systemu ekspertowego, [w:] Bazy danych. Struktury, algorytmy, metody, WKiŁ, Warszawa 2006.

- [ChSt94] Chromiec J., Strzemieczna E.: Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
- [Nied06] Niederliński A.: Regułowo-modelowe systemy ekspertowe, PKJS, Gliwice 2006.
- [Radz90] Radzikowski W.: Komputerowe systemy wspomaganie decyzji, PWE, Warszawa 1990.
- [Well05] Welling L.: PHP i MySQL. Tworzenie stron WWW. Vademecum profesjonalisty, wyd. 3, Helion, Gliwice 2005.
- [Yank05] Yank K.: PHP i MySQL. Witryna WWW oparta na bazie danych, Helion, Gliwice 2005.
- [Ziel00] Zieliński J.: Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka, PWN, Warszawa 2000.

dr inż. Zbigniew Buchalski
Instytut Informatyki, Automatyki i Robotyki
Politechnika Wrocławska
ul. Janiszewskiego 11/17
50-372 Wrocław – Polska
Numer telefonu +48/71/3203292
e-mail: zbigniew.buchalski@pwr.wroc.pl