

Agnieszka KOWAL

UZASADNIENIE POTRZEBY WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH W GÓRNICTWIE

Streszczenie. W artykule przedstawiono potrzebę zaprojektowania, utworzenia i wykorzystania systemu ekspertowego do wspomagania działania przedsiębiorstwa górniczego ze specjalnym uwzględnieniem wymagań zakładu przeróbki mechanicznej węgla. Wskazano potencjalne korzyści uzyskane przy zastosowaniu systemów ekspertowych dla potrzeb górnictwa.

GROUND FOR EXPERT SYSTEMS USAGE NECESSITY IN MINING UNdertaking

Summary. The paper has presented necessity to design, create and use expert system to aid mining undertaking activity with regard to coal mechanical preparation plant requirements. They pointed to potential benefits gained thanks expert systems usage for mining necessity.

1. Wstęp

Obecnie coraz częściej można się spotkać z określeniem sztucznej inteligencji rozumianej jako wielodyscyplinarne pole obejmujące nauki komputerowe, neurologię, filozofię, psychologię, robotykę i lingwistykę przeznaczone do utworzenia algorytmów wzorowanych na ludzkim rozumowaniu i działaniu ludzkiego mózgu. Do najpopularniejszych technik sztucznej inteligencji zalicza się systemy ekspertowe, sieci neuronowe i algorytmy genetyczne. Wzrost zainteresowania nimi przypisuje się między innymi możliwości wykorzystywania ich w wielu dziedzinach życia słabo sformalizowanych, w których trudno jest zastosować ścisłe algorytmy działania. Popularne są aplikacje usprawniające prace w medycynie, geologii, rolnictwie, chemii, architekturze, astronautyce, lotnictwie, automatyce, dotyczące prawodawstwa, zarządzania, techniki raketowej. Bogata paleta nauk korzystających z udogodnień, ja-

kie dają systemy ekspertowe, sugeruje celowość stworzenia oprogramowania wykorzystywanego przez przedsiębiorstwa górnicze. W artykule tym starano się uzasadnić potrzebę stworzenia systemu ekspertowego wykorzystywanego przy analizie procesów przeróbki węgla.

2. Specyfika systemu ekspertowego

Systemy ekspertowe są przykładem narzędzia programistycznego zaliczanego do technik sztucznej inteligencji. Tworzone są one indywidualnie do określonej dziedziny wiedzy lub problemu, dzięki czemu uzyskuje się dużo lepsze efekty przy ich wykorzystywaniu w porównaniu z klasycznymi metodami programowania.

Pozwalają one zapisać, a następnie wykorzystywać wiedzę ujętą w postaci reguł

JEŻELI <warunek1>

TO <działanie1>

W PRZECIWNYM RAZIE <działanie2>

do rozwiązywania bardzo szerokiej gamy problemów obejmujących generowanie decyzji, klasyfikację i konfigurowanie zadań. Przykładem jest program odpowiedzialny za udzielane kredyty w jednym z banków w USA, który wykrywa próby nadużyć i oszustw oraz optymalizuje pod względem ekonomicznym lokaty kapitałowe. Z punktu widzenia przeróbki węgla można dopatrzeć się analogii w zagadnieniu optymalizacji procesu wzbogacania kopaliny przy realizacji zamówień odbiorców z uwzględnieniem jakości dostarczanej nadawy, terminów realizacji poszczególnych zamówień, obciążenia urządzeń z dodatkową kontrolą poprawnej pracy zakładu i eliminowaniem sytuacji konfliktowych lub awaryjnych, natomiast przy ich wystąpieniu - zmiany algorytmu postępowania. O przewadze systemu ekspertowego nad konwencjonalnymi technikami programowania decyduje większa łatwość w tworzeniu, testowaniu, rozwijaniu i zarządzaniu systemem, co wpłynęłoby na poprawę szeroko rozumianych efektów ekonomicznych zakładu wzbogacania.

Należy jednak podkreślić, że maszyna wyposażona w sztuczną inteligencję jest jedynie automatem, który potrafi modyfikować swoje działanie przy zmieniających się warunkach środowiska, natomiast brakuje w niej zrozumienia treści wiedzy, semantyki. Posługuje się ona wyłącznie syntaktyką, czyli pewnym zbiorem reguł, za pomocą których generuje dane wyjściowe będące odpowiedzią na inne dane wejściowe. Maszyna potrafi jednak znajdować

rozwiązania problemów analogicznych do poznanych wcześniej i odpowiednio dopasowując warianty określa ten najbardziej optymalny uznawany za rozwiązanie.

Pomimo dość silnej specjalizacji systemów ekspertowych stają się one jednym z nielicznych narzędzi programowych, które radzi sobie z rosnącym poziomem złożoności operacji oraz ilością danych przetwarzanych przez te operacje. Dlatego nieuzasadnione wydają się obawy, że problematyka zakładu przeróbki jest zbyt wąska do stosowania tych systemów. Zwłaszcza w specjalistycznych zadaniach, które opierają się na bardzo dużej ilości informacji, łatwo dostrzec korzyści systemów. W przypadku większych przedsiębiorstw tworzy się na ich terenie kilka lub kilkanaście zintegrowanych systemów ekspertowych i sieci neuronowych, które współpracując ze sobą wspomagają zarządzanie całą firmą. Przykładami są sieci banków, szpitale, zakłady lotnicze.

3. Zintegrowany system zarządzania całym przedsiębiorstwem górniczym

Strategię systemu [6] sterowania całym przedsiębiorstwem górniczym można oprzeć na podziale go na zakłady, które stanowią bloki funkcjonalne, np. dział wydobywania, dział wzbogacania węgla, dział obsługi klienta itd. Każdy blok odpowiada za przydzielone mu funkcje, które realizowane są w oparciu o własne bazy wiedzy znajdujące się w lokalnych systemach ekspertowych. Systemy mogą się wymieniać informacjami, będącymi wynikami pewnych działań, czego odpowiednikiem są sygnały wejściowe i wyjściowe, sterujące i zakłócające.

Analogicznego podziału można dokonać ograniczając przedsiębiorstwo do zakładu przeróbki mechanicznej węgla, w którym wyróżnia się lokalne działy odpowiadające za procesy rozdziału, wzbogacanie, kruszenie, produkcję mieszanek o zadanych parametrach jakościowych i załadunek węgla.

Zintegrowany komputerowy system dyspozytorskiej kontroli i zarządzania zakładem spełnia szereg funkcji związanych z procesem produkcji. Funkcje te można pogrupować następująco:

- centralne sterowanie napędami maszyn i urządzeń oraz wizualizacja stanu pracy, stanów awaryjnych i przy ich wystąpieniu wywołanie stanu alarmowego lub blokady, rejestracja parametrów technologicznych, które są wykorzystywane np. do odtwarzania historii przebiegu wzbogacania;

- wykorzystując lokalne układy automatyki procesów technologicznych - przygotowanie węgla surowego, transport, wzbogacanie węgla, załadunek, kontrola obiegu wodno-mułowego;
- wspomaganie pracy kierownictwa, ekspedycji węgla, drobnicowej sprzedaży węgla, kontroli jakości, planowania produkcji i remontów na podstawie zliczania efektywnego czasu pracy poszczególnych urządzeń;
- kontrola bezpieczeństwa na terenie całego zakładu, która wyzwała natychmiastową reakcję przy wykryciu stanów niedopuszczalnych;
- archiwizowanie danych w skali miesiąca lub dłużej w celu tworzenia przekrojowych zestawień, raportów i bilansów wykorzystywanych w planowaniu globalnym lub do odtworzenia sygnałów obiektu dla kontroli i badania układu;
- integracja systemu ekspertowego z kopalnianą siecią komputerową, która umożliwi podejmowanie decyzji nie tylko na podstawie danych lokalnej bazy wiedzy, ale pozwoli na szersze spojrzenie na problem zarządzania jako koniunkcję zdarzeń wewnątrz zakładu i zdarzeń zewnętrznych; pozwoli to również na transmisję obrazów i raportów do dowolnego na równym poziomie lub nadrzędnego modułu jako wymianę informacji o sytuacji w innej części przedsiębiorstwa.

Funkcje te wymagają zaprojektowania odpowiedniej konfiguracji sprzętowej i stworzenia dla niej oprogramowania, które umożliwiłoby wymianę informacji pomiędzy działami zakładu i jej przetwarzanie w postaci raportów, bilansów lub danych liczbowych będących wynikiem pewnych obliczeń matematycznych. Istniejący sprzęt pomiarowy, elementy wykonawcze oraz cyfrowe układy sterowania i monitoringu umożliwiają dołączenie ich do wdrażanych rozbudowanych systemów centralnych w zakładach [2]. Jednak obecnie wykorzystywane algorytmy przetwarzania danych zostałyby zastąpione przez mechanizmy wnioskowania wbudowane w systemy ekspertowe, a dane należałoby poddać translacji do postaci bazy wiedzy uzupełniając je regułami i informacjami związanymi z doświadczeniem osób zatrudnionych na stanowiskach decyzyjnych. Realizacja tego przedsięwzięcia uwarunkowana jest przede wszystkim warunkami finansowymi zakładu.

Należy zwrócić uwagę, że zastosowanie komputeryzacji w skali globalnej poprawiłoby maksymalną efektywność podejmowanych przedsięwzięć oraz opłacalność ekonomiczną przy zachowaniu wymagań technologicznych dla produktów przeróbki. Tak więc zainwestowany kapitał w rozwój komputerowej sieci na terenie całego zakładu mógłby się szybko zwrócić, a następnie procentować przy dalszych działaniach wykonawczych.

Dużym zainteresowaniem cieszy się problem bieżącego prognozowania efektów wzbogacania na podstawie ciągłych pomiarów parametrów technologicznych, danych wprowadzanych do systemu z badań laboratoryjnych i modeli symulujących procesy technologiczne [3]. Odpowiednim narzędziem informatycznym do efektywnego rozwiązania tego problemu są systemy ekspertowe korzystające z informacji zawartych w bazie danych i na ich podstawie generujące wnioski będące odpowiednikiem podejmowania decyzji przez eksperta. Pewnym podobieństwem w zakresie skali problemów, różnorodności stosowanych modeli oraz wielokryterialności wykazuje się system CESNA stosowany do prognozowania pogody, tzn. do diagnoz i przewidywania krótkoterminowych zmian klimatycznych w postaci zimowej i całorocznej charakterystyki z rocznym wyprzedzeniem dla regionu wschodniego Ameryki Pn., Północnego Atlantyku, Morza Arktycznego i większej części Europy. Uwzględnia on modele cyrkulacji oparte na podstawowych prawach fizyki. Obecnie, przy stosunkowo ogromnym wzroście potrzebnych informacji dotyczących klimatu, dane istnieją w postaci heurystycznej oraz w postaci empirycznych ogólnych zasad wynikających z praktyki fachowców. System potrafi operować informacjami jakościowymi, aby ułatwić dostęp do obserwowanych zmiennych i łatwiej przewidywać zmiany klimatyczne. System musi sobie radzić z niedokładną i niekompletną wiedzą, wykazywać się „inteligencją” na bazie heurystyki, a także umiejętnością uczenia się na podstawie swoich doświadczeń (wcześniejszych prognoz) oraz wyjaśniania swoich rozwiązań.

4. Rodzaje systemów ekspertowych

Rosnąca popularność systemów ekspertowych wpływa na wzrost ich różnorodności pod wieloma względami: zastosowania, wykorzystywanych danych, sposobu wnioskowania, wykorzystywanej logiki itd. Stąd można pogrupować je na wiele sposobów, których przykłady prezentowane są poniżej.

Zastosowanie systemów ekspertowych można spotkać we wszystkich dziedzinach życia. Sposób korzystania z ich pomocy decyduje o podziale systemów ekspertowych na:

- systemy sesyjne - uruchamiane okazjonalnie, które można wykorzystać np. przy konsultacji, analizie danych bilansowych podsumowujących proces wzbogacania w ciągu miesiąca, obsłudze przyjętego nowego zamówienia na węgiel o określonej jakości;

- systemy czasu rzeczywistego - na bieżąco analizują środowisko i generują wnioski, do zastosowania np. przy bieżącej obserwacji procesu wzbogacania, kontroli i stabilizacji parametrów jakości produktów wzbogacania.

Ze względu na wykorzystanie systemów ekspertowych można podzielić je na:

- systemy doradcze,
- systemy podejmujące decyzje,
- systemy krytykujące.

Obecnie pod określenie systemów eksperckich podciąga się następujące systemy [1]:

- systemy informacyjne zarządzania - efektywnie gromadzą, organizują przepływ i sprawny dostęp do danych z wykorzystaniem dużych systemów komputerowych; przykładem są aplikacje finansowo-księgowo, kadrowo-płacowe, gospodarki magazynowej; służą także do dokonywania prognoz na podstawie modeli statycznych lub badań operacyjnych;
- systemy wspomagania decyzji - wyposażone w interaktywny dostęp do danych i modeli wspomagają rozwiązywanie specyficznych sytuacji decyzyjnych w kompleksowym i źle ustrukturalizowanym środowisku; utworzone aplikacje kierowane do decydentów ułatwiają im lepiej zrozumieć charakter i specyfikę firmy oraz zwiększają profesjonalność w procesach planowania o podejmowania decyzji;
- systemy informacyjne kierownictwa - wykorzystują najnowsze rozwiązania informatyczne do sterowania działalnością firmy i jej monitorowania dla decydentów najwyższego poziomu, a udzielanym odpowiedziom standardowo towarzyszą pełne wyjaśnienia toku rozumowania;
- systemy oparte na bazach wiedzy - możliwość znajdowania rozwiązań bliskich optymalnym poszerzono o opiniowanie, wydawanie sądów, ocen porad, co naśladuje tok rozumowania człowieka-eksperta, wykorzystując do tego celu dostępne bazy zawierające dane, ekspertyzy, zależności, czyli wiedzę z danej dziedziny.

Ostatnio coraz częściej do liniowej i nieliniowej kontroli, rozpoznawania wzorców, analizy danych stosowane są rozmyte systemy ekspertowe (fuzzy expert system). Są to takie systemy, które używają zbioru rozmytych funkcji przynależności i reguł do reprezentacji i analizy danych zamiast konwencjonalnej logiki booleanowskiej. Tworzone reguły są o postaci:

$$JE\acute{Z}ELI \langle zmienna1 \rangle IS \langle okre\acute{slenie1 \rangle AND \langle zmienna2 \rangle IS \langle okre\acute{slenie2 \rangle$$

$$TO \langle wynik \rangle = \langle okre\acute{slenie3 \rangle$$

gdzie <określenie1>, <określenie2>, <określenie3> to wartości lingwistyczne określające funkcje przynależności, np. mały, duży.

Stosowanie teorii rozmytości powoduje, że proces wnioskowania został powiększony o wstępną fazę fuzyfikacji - translacji wartości zmiennych wejściowych do wartości rozmytych poprzez określenie stopnia przynależności oraz końcową fazę defuzyfikacji - konwersji zbioru rozmytych wartości wyjściowych do konwencjonalnej postaci prezentacji danych. Przykładem stosowania zmiennych rozmytych jest przyjęty podział nadawy ze względu na wielkość ziaren - na klasy i ze względu na gęstość - na frakcje. W analizie operuje się numerami klas i frakcji, które odpowiadają przedziałom wielkości, np. klasa 1 to ziarna, których średnica nie przekracza 2 cm.

Inną podgrupą są szkieletowe systemy ekspertowe (expert system shell) często określane jako systemy ekspertowe z pustą bazą wiedzy. Zawierają one mechanizm wnioskowania, interfejs użytkownika, blok pozyskiwania wiedzy, blok wyjaśniania. Poprzez zakodowanie w bazie specjalistycznej wiedzy otrzymuje się system ekspertowy.

Złożoność problemów przy zarządzaniu dużymi przedsięwzięciami spowodowała poszukiwanie efektywności obliczeń w integracji różnych technik programowania. Przykładem są hybrydowe systemy ekspertowe będące połączeniem systemów ekspertowych z sieciami neuronowymi, których działanie ogranicza się do trzech etapów: wstępnej klasyfikacji przez sieci neuronowe; wnioskowania przez mechanizm wnioskujący systemu ekspertowego; końcowej selekcji przez sieci neuronowe. Wspomnianym etapom można przypisać następujące procesy przeróbki mechanicznej węgla: pierwszy to klasyfikacja wstępna węgla surowego, rozdział na poszczególne klasy ziarnowe kierowane do wzbogacania, rozdrabnianie, przesiewanie; drugi - rozdzielanie nadawy na koncentrat i odpady we wzbogacalnikach wraz ze stabilizacją gęstości rozdziału (w zależności od wzbogacalnika: gęstości cieczy ciężkiej, charakteru pulsacji powietrza, sposobu odbioru produktów), od której zależy efektywność procesu; trzeci - tworzenie mieszanek o odpowiednich własnościach jakościowych poprzez łączenie produktów wzbogacania w odpowiednich proporcjach i klasyfikacja na sortymenty handlowe magazynowane i załadowywane na wagony.

5. Informacje w ujęciu systemów ekspertowych

System umożliwia zgromadzenie jak najbardziej kompletnej wiedzy z danej dziedziny oraz możliwość jej permanentnej aktualizacji zgodnie z następującym w niej postępowaniem naukowym. Dla każdej z dziedzin użytkownik musi zdefiniować strukturę wybierając jeden z wariantów:

- nominalna - składa się z niezależnych nieuporządkowanych wartości (symbole, nazwy), np. nazwy urządzeń w zakładzie przeróbki, nazwy magnezytów, nazwiska kierowników brygad;
- liniowa - zupełnie uporządkowana, dzięki czemu można korzystać z określanych przedziałów, zamiast wyliczać wartości; wartości mogą być numeryczne lub rozmyte, np. numer frakcji gęstościowej nadawy, wielkość klasy ziarnowej nadawy, zawartość popiołu w produktach wzbogacania, amplituda i częstotliwość pulsacji w osadarkach;
- częściowo uporządkowana - tworzy hierarchie, w której rodzic reprezentuje bardziej ogólne ujęcie przedmiotu niż jego dziecko, np. dla osadzarki nr 1 jej dziećmi są nazwy jej części wyposażone w czujniki badające poprawną pracę.

Konwencjonalne programy wykonują zadania wykorzystując standardową logikę opartą na podejmowaniu decyzji, do czego potrzebują małą ilość wiedzy i konieczne warunki brzegowe dla konkretnego problemu. Owa wiedza jest wbudowana jako część kodu programu, co wymusza przy jej zmianie jednoczesną zmianę lub nawet przebudowę programu. Systemy ekspertowe dobierają sobie małą - odpowiednią ilość ludzkiej wiedzy „know-how” znajdującą się w bazie wiedzy. Różne problemy z danej dziedziny mogą być rozwiązywane bez konieczności reorganizacji bazy.

Występująca baza wiedzy stanowi przykład umiejętnie zakodowanej wiedzy heurystycznej eksperta, co umożliwia wykorzystywanie systemów w słabo sformalizowanych i źle ustrukturalizowanych dziedzinach, czyli w takich, do których trudno jest zastosować ścisłe algorytmy działania. Typowym postępowaniem w przypadku problemów, które są słabo zrozumiałe i dla których nie istnieją algorytmy konwencjonalne, jest wykorzystanie deklaratywnych reprezentacji wiedzy zamiast jawnych procedur. Np. urobek charakteryzuje się zmiennym w czasie składem ziarnowym, zmienną zawartością popiołu oraz zmiennym natężeniem przepływu. Istotna jest także znajomość zakresu zmienności poszczególnych parametrów nadawy oraz charakter tych zmian, co w praktyce jest niewystarczające i ogranicza się do

średnich wartości charakterystyk statycznych. Nie jest jednak celowe stosowanie systemów ekspertowych w problemach, dla których istnieją algorytmy numeryczne, które na ogół są szybsze i doprowadzają do optymalnego rozwiązania.

Wykorzystując wiedzę i procedury rozumowania, systemy ekspertowe wspomagają rozwiązywanie specjalistycznych problemów o różnej złożoności, które na ogół wymagają profesjonalnej ekspertyzy. Zdolność do wnioskowania i prezentowania rozwiązań powinna być zachowana nawet w przypadku dostarczenia do bazy informacji nieprecyzyjnych, niepewnych lub niekompletnych. Informacjami takimi mogą być wyniki pomiarów parametrów jakościowych węgla: zawartość popiołu, wilgoci, wartość opałowa.

Istnieją systemy pracujące w oparciu o sieci neuronowe, czyli w oparciu o komputerowy model komórek wzorowany na budowie mózgu człowieka, które dają zadowalające rozwiązania przede wszystkim w przypadku braku pełnych informacji w bazie wiedzy.

Systemy potrafią integrować informacje z różnych źródeł wykorzystywane przez jedną aplikację. Przykładem jest system zarządzania kierownictwa SAS, który charakteryzuje się:

- 1) uniwersalnym dostępem do wszelkich danych niezależnie od ich źródła i formatu,
- 2) współpracą z istniejącymi protokołami sieciowymi zapewniającą łączność i optymalne wykorzystanie zasobów, pozwalającą na dzielenie danych i aplikacji w środowisku rozproszonym,
- 3) dzięki niezależności sprzętowej, identycznym dla użytkownika sposobem pracy na komputerach dużych, mini i personalnych, a także bezpośrednim przenoszeniem danych i aplikacji pomiędzy różnymi systemami operacyjnymi,
- 4) możliwością pracy pod wszystkimi systemami operacyjnymi dzięki niezależności środowiskowej,
- 5) budową modułową umożliwiającą instalację i wykorzystanie tylko tych elementów systemu, które są potrzebne w wybranych przez użytkownika zastosowaniach.

6. Proces wnioskowania

Proces wnioskowania odpowiada wykonywaniu programu w tradycyjnym podejściu, podczas którego analizowane są dane wejściowe, modyfikowane, wyliczane, na podstawie czego generowany jest wynik.

Systemy ekspertowe starają się naśladować decyzje eksperta-człowieka w konkretnej wybranej dziedzinie i potrafią to robić w wielokrotnie powtarzalny i przyjazny dla użytkownika sposób. Podpowiadają decyzje lub rozwiązują problem na poziomie porównywalnym z ekspertem ludzkim w wybranej wyspecjalizowanej dziedzinie. Przykładem złożonego zadania jest optymalizacja kształtu krzywej rozdziału w osadzarce przez stabilizację parametrów nadawy i parametrów pracy osadzarki, dzięki czemu uzyskuje się lepszą efektywność rozdziału i zmniejsza się straty węgla w odpadach.

Istnieją systemy opierające się na podobieństwie nowo powstałych sytuacji lub zdarzeń do zjawisk wcześniej rozwiązanych. Przy rozpoznaniu pewnej analogii zadań system sugeruje kierunek akcji, jaką należy podjąć. Można wskazać zastosowanie tego np. przy wyznaczaniu parametrów procesu wzbogacania dla nadawy o składzie bardzo zbliżonym do surowca wzbogacanego miesiąc wcześniej.

Są one jedynym narzędziem programowym w przypadku rozwiązywania złożonych problemów, przy których należy rozważać wiele faktów i reguł przed podjęciem decyzji. Jedną z właściwości decydującej o tym jest mechanizm wykorzystywania ograniczeń. Potrafi on efektywnie wydzielać zasoby danych potrzebne do dalszej analizy. Polega to na wykorzystaniu techniki przycinania do szybkiego ograniczania wielkości poszukiwań potrzebnej do określenia rozwiązania. Można powiązać liczbę określonych zasobów z klasą zadania, wskazując ograniczenia, które zawsze będą brane pod uwagę przy analizie analogicznych problemów. Np. istnieją pewne ograniczenia techniczne i technologiczne związane z procesem przeróbki we wzbogacalniku typu DISA, które należy uwzględniać przy rozpatrywaniu produktów jej pracy. Ponadto prowadzi to najczęściej do rozwiązań niekoniecznie optymalnych, lecz akceptowalnych przez użytkownika systemu, co znacznie skraca czas oczekiwania na wynik. Wiadomo, że warunkiem sensownego zastosowania oprogramowania jest nie tylko uzyskanie poprawnego rozwiązania, ale dokonanie tego w określonym czasie. Dużym utrudnieniem jest coraz większa ilość informacji potrzebna do analizy. Systemy eksperckie działają szybciej dzięki szybszemu przetwarzaniu i zarządzaniu dużą bazą wiedzy. Charakteryzują się one efektywnym gromadzeniem, organizacją przepływu i sprawnym dostępem do danych najczęściej z wykorzystaniem dużych systemów komputerowych.

Systemy podobnie jak ludzki ekspert udzielają najlepszej rady i jeżeli jest to konieczne dodatkowo tłumaczą logikę, na podstawie której doszły do wynikowej konkluzji, czyli wykazują zdolność wyjaśniania przeprowadzonego „toka rozumowania” dla przyjętych rozwiązań. Umiejętność wyjaśniania procesu poszukiwania rozwiązania z wykorzystaniem mechanizmu śledzenia wstecznego oraz stosowaniem poziomów ufności i niepewności nie jest dostępne

przy konwencjonalnym programowaniu. Cechę tę można wykorzystać przy sprawdzaniu poprawności otrzymanych wyników lub próbie poznania założeń i częściowych wyników otrzymanych w przeprowadzonym procesie wnioskowania. Np. przy wypracowywaniu decyzji dotyczących parametrów wzbogacania na podstawie charakterystyk materiału wyznaczany jest błąd próbkowania i wielkość próbek, których wartości, nie będące docelowymi, system może odtworzyć użytkownikowi.

7. Użytkownik a systemy ekspertowe

O szerokim zastosowaniu systemów ekspertowych decydują nie tylko właściwości usprawniające pozyskiwanie i zarządzanie danymi, proces wnioskowania (wymienione wyżej), ale także cechy, które czynią to oprogramowanie atrakcyjnym dla użytkowników. W tym celu adaptuje się do systemów najnowsze techniki prezentacji danych, aby stworzyć bogaty zbiór narzędzi programistycznych upraszczających „operatorkę” użytkownikom.

Efektom tego jest powstanie obiektowych systemów eksperckich, w których do wypełniania wiedzy wykorzystuje się najnowsze techniki programistyczne: GUI i OLE, co znacznie upraszcza proces budowania systemu.

Ponadto systemy wykazują zdolność konwersacji z użytkownikiem w jego ojczystym języku w sposób przyjazny i klarowny poprzez stosowanie przyjaznego interfejsu.

8. Wnioski

W ostatnich latach działa wiele systemów ekspertowych dających wielomilionowe oszczędności (\$). Są one szeroko stosowane w krajach wysoko rozwiniętych, gdzie koszt robocizny dobrego eksperta znacznie przekracza koszt dobrego systemu. Może to motywować do podjęcia próby stworzenia oprogramowania wykorzystywanego w górnictwie, biorąc pod uwagę jego deficytowy bilans. System taki oprócz korzyści finansowych mógłby usprawnić pracę wielu osób zwłaszcza na stanowiskach decydenckich, poszerzyć ilość danych uwzględnianych przy przeprowadzanych analizach ze zwiększeniem trafności prognoz i decyzji.

LITERATURA

1. Bielecki W.T.: Współczesne systemy komputerowe wspomagające zarządzanie. Warszawa.
2. Cierpisz S.: Automatyizacja zakładów przeróbki mechanicznej, Mat. Konf. Pt. Automatyizacja procesów przeróbki mechanicznej węgla, Szczyrk 1995, str. 1-12.
3. Cierpisz S., Cierpisz T., Rozmus J.: Komputerowe sterowanie procesu wzbogacania węgla w cieczach ciężkich. Mat. Konf. pt. Automatyizacja Procesów Przeróbki Mechanicznej Węgla, Szczyrk 1996, str. 65-74.
4. Cierpisz S., Walaszek-Babiszewska A., Pielot J.: Symulacyjne badania układów sterowania procesów przeróbki mechanicznej węgla, KBN 9T/12A 03008, Gliwice 1995.
5. Grzywak A. i inni: Rozproszone systemy komputerowe. Wydawnictwo PRO-net, Gliwice 1994.
6. Kowal A.: Wybrane zagadnienia budowy rozproszonego systemu komputerowego w przedsiębiorstwie górnym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl., Gliwice 1998.
7. Walaszek-Babiszewska A., Kowal A.: Program doradczy dla systemów kontroli procesów przeróbki kopalni, Wiadomości Górnicze 5/98, wydanie specjalne, 1998, str. 74-83.
8. Walaszek-Babiszewska A., Majnusz M.: Koncepcja systemu ekspertowego dla identyfikacji procesów przeróbki surowców mineralnych. Politechnika Śl., Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice 1997.

Recenzent: Dr hab. inż. Anna Walaszek-Babiszewska

Abstract

The necessity of design and usage of expert system in mining company is discussed. Arguments for it are based on expert systems and artificial intelligence benefits in general.

In chapter 1 a large set of applications and domains is presented.

In chapter 2 a specific character is described, together with benefits for large company and their complex problems.

In chapter 3 the concept of developing a central computer system for the management of the coal mechanical preparation plant is presented, as well as all functions managed by this system. The scope of management is extended to include other systems and networks currently existing in the mine.

In chapter 3 different types of expert systems are described in consideration of fuzzy expert systems and expert system shells. Examples of applied computer systems are given.

In chapter 4 data mining and knowledge representation are presented. A user should choose one from three base structures of domain to decode knowledge to knowledge base.

In chapter 5 inference mechanism and its way of solving problems is described. One of the most important advantage of this mechanism is backtracing and possibility to get an advice .

In chapter 6 facilities of user interface are described to make easy to create questions to solve problems.

In chapter 7 a financial benefits may indicate the feasibility of applying expert systems in mining.