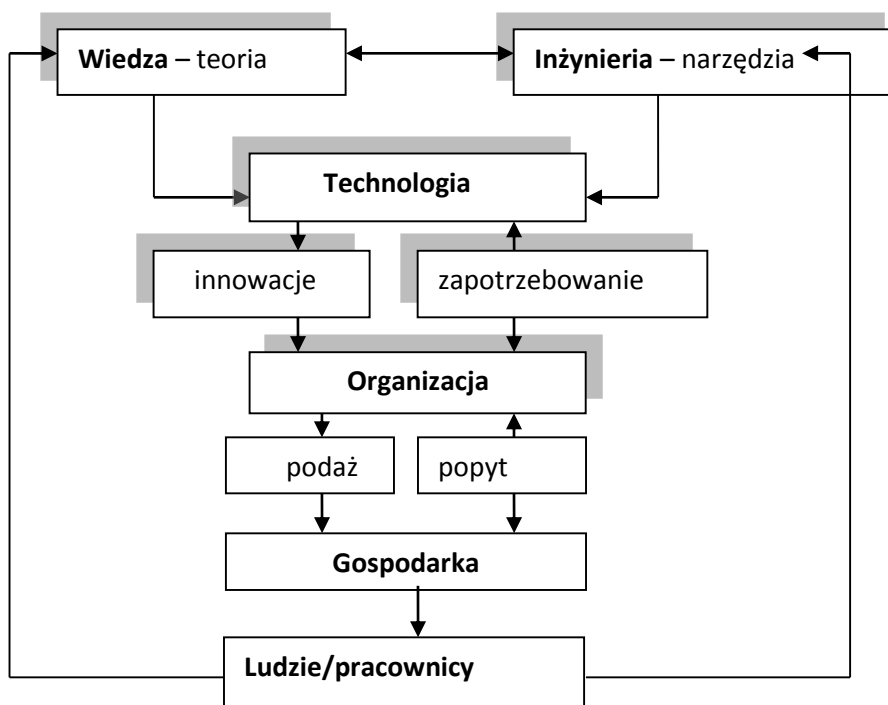


Inżynieria – jest sztuką ukierunkowania sił natury na użytek i wygodę człowieka. Wykorzystuje zjawiska naturalne odkryte przez naukowców i sformułowane w teorii dla celów praktycznych, gospodarczych. Dostarcza narzędzi potrzebnych do rozwoju zarówno nauki, jak i technologii; stanowi „przełożenie” pomiędzy nauką i technologią.

Technologia – jest systematyczną wiedzą i działaniem w procesach przemysłowych pozwalającą na uzyskanie pożądanego celu. Dotyczy narzędzi i techniki, procesów realizacji planów. Przez technologię rozumiemy ogólne sposoby realizacji, np. produktów, urządzeń czy obiektów. Technologie określają zbiory podstawowych elementów składowych, które są w nich wykorzystywane, a następnie zbiory odpowiednich operacji, które na tych elementach należy wykonać, aby otrzymać pożądaną produkt czy obiekt. Technologia stanowi transformację wiedzy i narzędzi w korzyść społeczną. Opis ten można uszczegółowić przez pokazanie związków i sprzężenia zwrotnego istniejących pomiędzy podmiotami rozwoju technologicznego⁴, przedstawia to rys. 1.



Rysunek 1. Uczestnicy rozwoju technologicznego

Źródło: M. Białko, *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2005.

⁴ M. Białko, *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2005.

Bez zapewnienia trzech kluczowych elementów postępu cywilizacyjnego: rozwoju nauki, technologii i innowacyjności nie będzie możliwe zbudowanie gospodarki opartej na wiedzy.

Z punktu widzenia organizacji zmilitaryzowanej, podstawowym problemem nie jest wiedza sama w sobie, ale jej zastosowanie w praktyce.

Nowe technologie są przede wszystkim czynnikiem rozwoju gospodarczego. Ale nauka, wiedza i technologia są również niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania społeczeństwa, dla jego dobrobytu. W działalności organizacji United Nations Development Programme nowe technologie stają się mocnym narzędziem rozwoju społecznego⁵. Rozwój społeczny i rozwój technologiczny mogą się wzajemnie wzmacniać. Dzieje się to w znacznym stopniu przez edukację i rozwój umiejętności, które są niezbędne do efektywnego użycia technologii, szczególnie w systemach gospodarczych, a nawet militarnych.

Symboliczne systemy ekspertowe /SE/

Badania nad sztuczną inteligencją doprowadziły do formalizacji ogólnych metod i strategii rozwiązywania problemów. Opisując ekspertyzy i wiedzę ekspertów należy zwrócić uwagę na jej znaczenie w systemach ekspertowych. Jeśli metody rozwiązywania problemów i strategie stworzone w dziedzinie sztucznej inteligencji mają być zastosowane do skomputeryzowanego rozwiązywania problemów, musi być położony nacisk na wiedzę w tej dziedzinie. Wiedza jest źródłem wszelkich działań ludzi inteligentnych.

Feigenbaum stwierdził, że paradygmat systemów ekspertowych pochodzi z wiedzy, jaką one posiadają, a nie z formalizmów i schematów wnioskowania, jakie stosują. Wiedza eksperta jest kluczem do systemu, podczas gdy reprezentacja wiedzy i schematy wnioskowania dostarczają mechanizmów do jej użycia⁶.

System ekspertowy można zdefiniować jako program komputerowy, który potrafi emulować rozwiązywanie problemów przez eksperta. System ekspertowy jest „inteligentnym programem komputerowym stosującym wiedzę i procedury rozumowania (wnioskowania) dla rozwiązywania problemów o skali trudności na poziomie profesjonalisty w danej, specyficznej dziedzinie, które wymagają wiedzy zgromadzonej przez człowieka eksperta w trakcie nauki i praktyki. Nabywanie wiedzy i jej strukturalizację w systemach ekspertowych⁷, przedstawiono na rys. 2.

Określenie symboliczne systemy ekspertowe odnosi się do sposobu reprezentacji wiedzy, gdyż w tym przypadku jest ona najczęściej przedstawiona w formie wyrazów, tj. symboli i struktur złożonych, w postaci faktów i zdań warunkowych, czyli reguł, o budowie i znaczeniu bardzo zbliżonym do języka naturalnego, stosowanego w komunikacji międzyludzkiej⁸. Budowanie SE polega na odwzorowaniu wiedzy z danej dziedziny. Takie odwzorowanie – reprezentacja wiedzy ma zapewnić wyciąganie wniosków na podstawie zebranej wiedzy. Reprezentacja wiedzy, która nas przede wszystkim interesuje w budowie systemów eksperto-

⁵ R. Sutton, J. Pfeffer, *Wiedza a działanie. Przeszkody w wykorzystaniu zasobów wiedzy w organizacji*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2002.

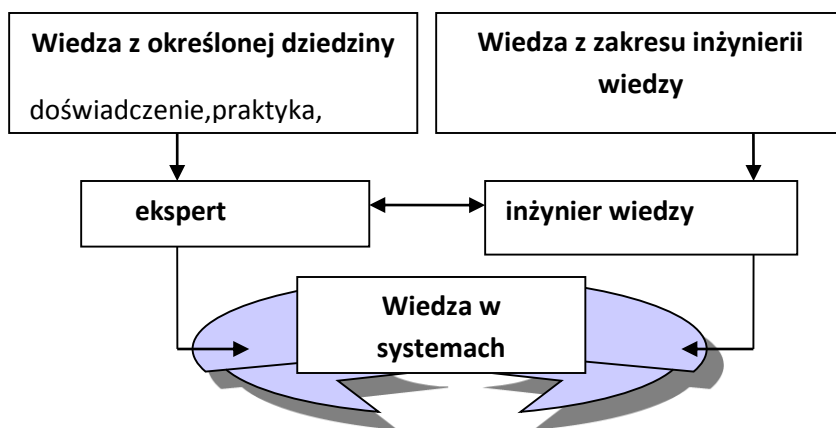
⁶ H. Sroka, *Systemy ekspertowe – komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*, AE Katowice 2004.

⁷ M. Kopczewski, *Narzędzia sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji*, Koszalin 2006.

⁸ M. Białko, *Sztuczna inteligencja...*, tamże.

wych, opiera się na opisie obiektów modelowej wiedzy i relacji między nimi. Reprezentacja wiedzy musi dostarczać sposoby opisu obiektów i pojęć oraz relacji między nimi. Jest więc zbiorem konwencji składniowych i semantycznych, który pozwala na opis danej dziedziny. Składnia reprezentacji określa symbole, jakie mogą być użyte i sposoby, w jakie mogą być organizowane. Natomiast semantyka reprezentacji określa, jak znaczenie jest powiązane z symbolami i ich organizacją, zgodnie ze składnią.

Wiedza może być przedstawiona w formie proceduralnej lub deklaratywnej⁹. Forma proceduralna wskazuje, jak osiągnąć zamierzone cele, czyli stanowi zestaw procedur i funkcji, lub czynności, pozwalających osiągnąć zadane rezultaty. Natomiast deklaratywna forma wiedzy dotyczy opisu pewnych sytuacji, obiektów oraz pojęć i związków między nimi i wskazuje, czego dotyczy dany problem i co ma być celem rozwiązania, a nie jakie kroki przedsięwziąć, aby uzyskać to rozwiązanie. W obrębie sztucznej inteligencji najczęściej stosuje się wiedzę w formie deklaratywnej. Forma proceduralna stosowana jest przy modelowaniu procesów wnioskowania.



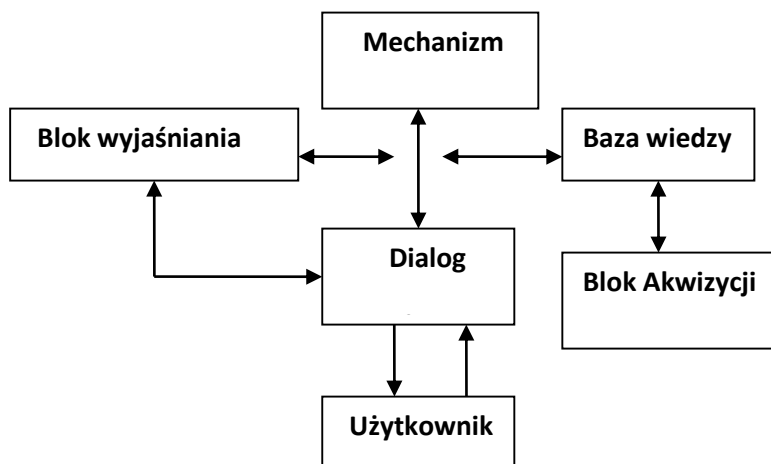
Rysunek 2. Ogólny schemat nabywania wiedzy i jej strukturyzacja w SE
 Źródło: M. Kopczewski, *Narzędzia sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji*,
 Koszalin 2006

Celem tworzenia systemu ekspertowego jest skomputeryzowanie problemów na poziomie eksperta wysokiej klasy. Tak więc wiedza ta może być łatwo dostępna, pozwalając personelowi mającemu mniejsze umiejętności w rozwiązywaniu pewnych zadań, poprzez konsultację z systemem ekspertowym, rozwiązać problemy, które w przeciwnym razie musiałyby być rozwiązywane przez ekspertów. System ekspertowy realizuje dwie główne funkcje: wyprowadza konkluzję, wyjaśnia swoje rozumowanie. Konkluzja może być zaleceniem dla konkretnej sytuacji finansowej. Należy zaznaczyć, że zbiór konkluzji musi być w pełni wyspecjalizowany. System ekspertowy pracuje w trybie konsultacji, tzn. użytkownik konsultuje się z systemem. Istotnym aspektem rozwiązywania problemu jest

⁹ M. Białko, *Sztuczna inteligencja...*, tamże.

możliwość uzyskania wyjaśnień od eksperta, w jaki sposób pewna specyficzna konkluzja została osiągnięta.

Podstawowe struktury współczesnych systemów ekspertowych są modułowe i składają się z podstawowych bloków programowych ściśle ze sobą współpracujących: Bazy Wiedzy, Mechanizmu Wnioskowania, Mechanizmu Wyjaśniania zapytań, Interfejsu użytkownika (blok ułatwiający dialog); natomiast pomocniczymi są: Blok wyjaśniania i Blok Akwizycji (pozyskiwania) Wiedzy¹⁰, co przedstawia rys. 3.



Rysunek 3. Blokowy schemat symbolicznego systemu ekspertowego
 Źródło: M. Kopczewski, *Narzędzia sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji*, Koszalin 2006

Mechanizm wyjaśniania, ułatwia konwersację użytkownika z systemem, ale przede wszystkim utwierdza słuszność dochodzenia do rezultatów rozumowania poprzez wskazanie kolejnych kroków łańcucha wnioskowania. Użytkownik może korzystać z systemu ekspertowego podczas rozwiązywania skomplikowanych problemów lub dla uzyskania zaleceń przy wyborze jednej z alternatywnych decyzji. Możliwość wyjaśnienia działania i dochodzenia do konkluzji (rozwiązania problemu) jest jedną z najistotniejszych cech systemów odróżniających je od programów algorytmicznych.

Blok wyjaśniania umożliwia odpowiedzi na ewentualne pytania użytkownika odnośnie sposobu dojścia systemu ekspertowego do konkluzji, bądź wyjaśnienie, dlaczego system ekspertowy żąda od użytkownika wprowadzenia dodatkowych danych.

Baza wiedzy jest elementem specyficznym dla konkretnej dziedziny i zawiera informacje używane przez eksperta w tej dziedzinie: opis obiektów oraz zależności, opis sposobu rozwiązywania problemu, heurystyki, fakty. Maszyna

¹⁰ M. Kopczewski, *Narzędzia sztucznej inteligencji*, tamże.

wnioskująca (rozumująca) stanowi część algorytmiczną systemu i służy do przeglądania wiedzy i wnioskowania na jej podstawie oraz faktów początkowych wprowadzonych przez użytkownika.

Wydzielona baza wiedzy pozwala na łatwą modyfikację wiedzy, która może być uzupełniana, wymieniana, usuwana bez wpływu na pozostałe bloki systemu.

Mechanizm wyjaśniania, stanowiący na ogół integralną część systemu ekspertowego, służy kilku celom: ułatwia konwersację użytkownika z systemem, ale przede wszystkim utwierdza słuszność dochodzenia do rezultatów rozumowania poprzez wykazanie kolejnych kroków łańcucha wnioskowania lub dowodzenia z przedstawieniem etapów pośrednich rozumowania; wyjaśnienie takie oparte na wiedzy szczegółowej i ogólnej dotyczącej danej dziedziny jest pełniejsze od prostego śledzenia kolejności wykonywania programu i podnosi poziom zaufania użytkownika systemu, gdyż po uzyskaniu logicznych odpowiedzi na pytania użytkownik odnosi wrażenie jakby system rozumiał, co wykonuje.

Zastosowanie systemów ekspertowych w zarządzaniu

Umiejętne połączenie wiedzy i doświadczenia w zakresie inżynierii systemów informatycznych oraz zarządzania pozwala na skuteczne zarządzanie/kierowanie projektami informatycznymi, a w szczególności ryzykiem tego typu przedsięwzięć. Sukces przedsięwzięć informatycznych wspomaga również inżynieria systemów informatycznych, czyli sztuka tworzenia, utrzymania i rozwoju aplikacji - ukierunkowana właśnie na jej sukces¹¹. Szczególnie w organizacjach górniczych decydenci żądają informacji fachowej i dostarczonej w bardzo krótkim czasie. Właśnie takie wymogi spełniają systemy ekspertowe, gdyż z racji dużej szybkości działania i zgromadzeniu dużej ilości specjalistycznej wiedzy są narzędziem umożliwiającym skuteczne dostosowanie się do stale rosnących wymagań klienta, a co najważniejsze, są skuteczne w adaptowaniu się do szybko zmieniającego się otoczenia.

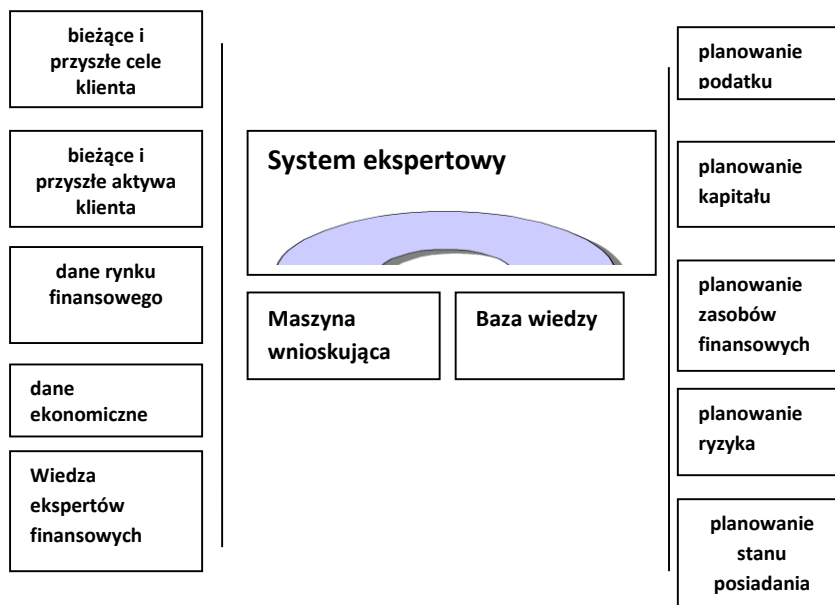
Systemy takie budowane są również dla tworzenia np. zaleceń zadaniowych dla pracowników. Na rys. 4. przedstawiono system ekspertowy planowania w organizacji, szczególnie w aspekcie potrzeb finansowych¹². System taki zadaje pytania dotyczące bieżącego stanu majątku i ewentualnych jego dyspozycji, a następnie stosując reguły finansowej bazy wiedzy tworzy listę rekomendacji dążących do maksymalizacji zysku w danych warunkach.

W rozwijaniu i uzupełnianiu prezentowanych na rys. 4 reguł planowania istnieje kilka etapów, jakie inżynierowie wiedzy, tworzący bazę wiedzy systemu, muszą podjąć. Pierwszym krokiem jest współpraca inżynierów wiedzy z ekspertami w dziedzinie finansów w celu określenia dziedziny tematycznej. Na tym etapie uwzględniane są dokładne analizy czynników makroekonomicznych, jak: stopa procentowa, przewidywana stopa inflacji, bieżące przepisy podatkowe, trendy przyszłości w zakresie zmian legislacyjnych przepisów podatkowych oraz typowe strategie inwestowania. Wiedza zebrana w pierwszym etapie planowania finansowego wykorzystywana jest przy kolejnym etapie. Drugi etap koncentruje się na

¹¹ B. Wawrzyniak, *Od koncepcji do praktyki zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie*, Polska Fundacja Promocji Kadr i WSPIZ, Warszawa 2001.

¹² J. Polonka, *System ekspercki dla oceny płynności finansowej banku komercyjnego*, AE, Katowice 1994.

stworzeniu odpowiednich reguł; ponadto, istnieje możliwość dokonywania ciągłych ich zmian i uzupełnień. W trzecim etapie na podstawie bazy wiedzy tworzy się prototyp systemu, który jest dokładnie testowany przez inżynierów wiedzy i przy współdziałaniu z ekspertami. Prototyp ten jest bazą do dalszego rozwoju i weryfikacji działającego systemu ekspertowego. W kolejnym etapie zatrudniani są programiści do wdrożenia systemu ekspertowego. Ostatnim etapem, już w czasie eksploatacji, jest utrzymanie bazy wiedzy systemu wraz z możliwościami zmian realiów lub sposobu korzystania z niej.



Rysunek 4. System ekspertowy planowania

Źródło: J. Polonka, *System ekspercki dla oceny płynności finansowej banku komercyjnego*, AE, Katowice 1994

Podsumowanie

W opracowaniu przedstawiono możliwości oraz przykład zastosowania systemu ekspertowego w zarządzaniu organizacją, jaką może być każde przedsiębiorstwo. Istotnym czynnikiem przy stosowaniu systemów ekspertowych jest możliwość gromadzenia dogłębnej wiedzy ekspertów. Poza zaletami systemów ekspertowych umożliwiającymi rozwiązywanie problemów są inne wymierne korzyści, jak np. łatwa możliwość przekazywania zgromadzonej wiedzy ekspertów i jej dostępność, łatwość powielania zakodowanej wiedzy, szybkość uzyskiwania fachowej, efektywnej informacji i dostarczania w bardzo krótkim czasie odpowiedzi. Technologia systemów ekspertowych znajduje zastosowanie w instytucjach do zarządzania nimi. Pozwala to na przyspieszenie podejmowania decyzji lub podawania zaleceń, gdyż wykorzystywane są tu duże zasoby wiedzy specjalistycznej

zgromadzone w bazie wiedzy systemu oraz olbrzymia szybkość działania współczesnych komputerów.

Bibliografia

- Białko M., *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2005.
- Kopczewski M., *Modelowanie inżynierii teleinformatyki. Wybrane zastosowania*, Koszalin 2008.
- Kopczewski M., *Narzędzia sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji*, Koszalin 2006.
- Polonka J., *System ekspercki dla oceny płynności finansowej banku komercyjnego*, AE, Katowice 1994.
- Sroka H., *Systemy ekspertowe – komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*, AE Katowice 2004.
- Sutton R., Pleffer J., *Wiedza a działanie. Przeszkody w wykorzystaniu zasobów wiedzy w organizacji*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2002.
- Wawrzyniak B., *Od koncepcji do praktyki zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie*, Polska Fundacja Promocji Kadr, WSPiZ, Warszawa 2001.