

# 1 Systemy ekspertowe

Najbardziej znane programy posługujące się technikami sztucznej inteligencji to systemy doradcze, zwane też systemami ekspertowymi lub eksperckimi. Wyróżnia je używanie obszernej wiedzy w postaci faktów i procedur (sposobów postępowania) zdobytych od prawdziwego eksperta. W drugiej połowie lat 60-tych rozpoczęły się pierwsze prace nad systemami, które można zaliczyć do kategorii SE: systemem DENDRAL do wspomagania syntezy organicznej w Stanfordzie i MACSYMA do algebry symbolicznej na MIT. Były to pierwsze systemy stosowane do przypadków, które wymagały prawdziwych ekspertów. Edward Feigenbaum, jeden z pionierów tej dziedziny, tak zdefiniował system ekspercki:

Jest to inteligentny program komputerowy wykorzystujący procedury wnioskowania do rozwiązywania tych problemów, które są na tyle trudne, że normalnie wymagają znaczącej ekspertyzy specjalistów. Wiedza (niezbędna, by zapewnić odpowiedni poziom ekspertyzy), wraz z procedurami wnioskowania, może być uważana za model ekspertyzy, normalnie posiadanej tylko przez najlepszych specjalistów w tej dziedzinie. Wiedza systemu eksperckiego składa się zazwyczaj z faktów i heurystyk. Fakty są podstawą bazy wiedzy systemu - informacją, która jest ogólnie dostępna i powszechnie akceptowana przez specjalistów w danej dziedzinie. Heurystyki są zwykle bardziej subiektywną (?) informacją, która charakteryzuje proces oceny i rozwiązywania problemu przez określonego specjalistę. Przykładami heurystyk są: intuicyjne domysły, przypuszczenia, zdroworozsądkowe zasady postępowania. Poziom ekspertyzy, oferowany przez dany system ekspercki, jest przede wszystkim funkcją rozmiaru i jakości bazy wiedzy danego systemu.

Chociaż systemy doradcze zaczęły się rozwijać wcześniej po raz pierwszy idea systemów opartych na wiedzy została w jasny sposób przedstawiona w pracy Allena Newella dopiero w 1980 roku. Na popularność SE złożyło się kilka czynników.

1. Pomagają one w rozwiązywaniu problemów wymagających najbardziej specjalistycznej (a więc najdroższej) wiedzy - w dłuższym okresie czasu są znacznie tańsze.
2. W niektórych dziedzinach nie ma dostatecznej liczby ekspertów, w innych wiedza zanika, eksperci wymierają.. Motywacją do tworzenia SE był często trudny dostęp do eksperta.
3. Nawet jeśli mamy w danej dziedzinie eksperta i jesteśmy w stanie mu zapłacić to po paru godzinach intensywnej pracy ma on skłonności do popełniania wielu pomyłek. SE pracują znacznie szybciej, nie męczą się, są bardziej niezawodne niż ludzie.
4. Nie zawsze można liczyć na człowieka: może on „nie być w formie” lub z różnych powodów podawać tendencyjne oceny. SE są konsekwentne i ich oceny, jeśli są dobre dla jakiejś grupy zagadnień, są często bardziej konsystentne, zwracając uwagę na wszystkie szczegóły. Fakt ten liczy się szczególnie w medycynie. System podaje wszystkie prawdopodobne, zgodne ze znanymi faktami, diagnozy; człowiek przypomina sobie te najczęściej spotykane.
5. SE mogą czuwać przez cały czas, podając natychmiast ocenę napotykanym problemom, co znacznie redukuje przerwy w prawidłowym działaniu systemów lub zwiększa szanse w przypadkach wymagających szybkiej reakcji; eksperta zrywa się tylko wtedy, gdy problem się już pojawił i ustalił.
6. Zatrudnianie ludzi jest często bardzo kosztowne. SE wspomagający obsługę jakiegoś urządzenia technicznego jest często jedynym ekonomicznie uzasadnionym rozwiązaniem szkoleniowym.
7. W wielu dziedzinach potrzebna jest analiza dużych ilości danych, z czym człowiek dobrze sobie nie radzi. Wiedza jednego człowieka może okazać się do rozwiązania niewystarczająca.

Tworzenie systemów eksperckich w znacznej mierze sprowadza się do tworzenia baz wiedzy. Obydwa zagadnienia określa się mianem „inżynierii wiedzy” (knowledge engineering). Jest to dość nowa dziedzina, w której nie udało się ustalić dobrej metodologii: inżynierzy wiedzy podchodzą do każdego przypadku indywidualnie. W tworzeniu systemów eksperckich wyróżnia się następujące etapy:

## 2 Wstęp do Metod Sztucznej Inteligencji

- v Analizy problemu - oceny, czy budowa SE dla danego problem ma sens.
- v Specyfikacji systemu - szczegółowego określenia jego funkcji i spodziewanych wyników.
- v Akwizycji wiedzy - zgromadzenia, wydobycia wiedzy z ekspertów i organizacji tej wiedzy.
- v Wyboru metody reprezentacji wiedzy i narzędzi do budowy SE.
- v Konstrukcji systemu - utworzenia bazy wiedzy, odpowiednich reguł wnioskowania, systemu wyjaśniającego rozumowanie i prowadzenia dialogu z użytkownikiem.
- v Weryfikacji i testowania systemu.

Nie będziemy się dłużej zajmować pierwszymi dwoma punktami, zrobimy tylko parę uwag na ten temat. Nie zawsze jest łatwo odpowiedzieć, czy dany problem można rozwiązać przy pomocy SE. Eksperti mogą udawać, że coś wiedzą, podczas gdy skuteczność ich działania nie odbiega od poziomu przypadku (tak dzieje się w przypadku różnych bioenergo...). Problem może być całkowicie niezrozumiały; w takim przypadku może być kilku ekspertów o całkiem odmiennych poglądach. Nawet w dobrze określonych przypadkach system może być zbyt skomplikowany, by działać stabilnie i wiarygodnie. Dzieje się tak szczególnie w przypadku problemów, które nie należą do wąskiej dziedziny wiedzy - doświadczenie z budową SE w takich przypadkach są na razie niewielkie.

Systemów eksperckich nie warto oczywiście budować w tych sytuacjach, gdy da się zagadnienie rozwiązać w sposób algorytmiczny, przy pomocy zwykłych programów. W skrócie, problem nie może być ani za prosty, ani za trudny.

### 1.1 Akwizycja wiedzy

Akwizycja wiedzy wymaga transferu ekspertyzy i jej reprezentacji. Do reprezentacji wiedzy w systemach ekspertowych stosuje się wszystkie znane sposoby reprezentacji wiedzy. Ekspert nie tylko wie rzeczy, których inni nie wiedzą, ale ma doświadczenie, które nie zawsze potrafi zwerbalizować, może działać „na wyczucie”. „Przekłamanie” przy zdobywaniu wiedzy mogą nastąpić na każdym etapie: formułowania pytań, formułowania odpowiedzi, analizy odpowiedzi.

Wiedza może być więc w postaci:

- v Faktów z danej dziedziny wiedzy, np.: „W starych silnikach Diesla przy przegrzaniu dochodzi do gwałtownego podwyższenia obrotów na skutek chwilowego spalania oleju.”
- v Reguł typu: „Przed zdjęciem obudowy wyciągnąć wtyczkę.”
- v Heurystyk, czyli co by tu zrobić: „Jak nie zaskakuje a jest iskra to warto sprawdzić przewód paliwa”.
- v Ogólnych strategii postępowania
- v Teorii danej dziedziny, np. działania silników samochodowych.

Widać z tego, że zdobycie wiedzy nie jest rzeczą prostą. Proces zdobywania wiedzy powoli się automatyzuje dzięki budowie SE specjalnie do tego celu przeznaczonych. Typowe metody wydobycia wiedzy to:

- v prowadzenie wywiadów z ekspertami
- v analiza kwestionariuszy wypełnianych przez ekspertów
- v analiza raportów pisanych przez ekspertów
- v analiza komentarzy ekspertów wykonywanych w czasie pracy
- v obserwacja ekspertów przy pracy
- v introspekcja