

Zarządzanie wiedzą

Wykład 8

Systemy ekspertowe

Wspomaganie podejmowania decyzji

Joanna Kołodziejczyk

13 maj 2011

Plan wykładu

- 1 Systemy ekspertowe - wprowadzenie
 - Prosty przykład doradzania
 - Schemat systemu ekspertowego
- 2 Znamienite przykłady
- 3 Literatura

Wstępne informacje o SE

Ekspert

To człowiek, który posiada specjalistyczne umiejętności, doświadczenie i wiedzę taką, że większość ludzi takowej nie posiada. Nadto potrafi ją sprawnie wykorzystywać stosując sztuczki, skróty i tylko jemu znane furtki. Porady eksperta muszą być w większości przypadków wystarczająco dobre, by podtrzymać statut eksperta, ale nie oczekuje się by były idealne.

System ekspertowy (system ekspercki, system z bazą wiedzy) WIKI

SE to program lub zestaw programów komputerowych wspomagający korzystanie z wiedzy i ułatwiający podejmowanie decyzji. Systemy ekspertowe mogą wspomagać bądź zastępować ludzkich ekspertów w danej dziedzinie, mogą dostarczać rad, zaleceń i diagnoz dotyczących problemów tej dziedziny.

Pewien życiowy przykład - naprawa samochodu

	„Polcar—naprawa samochodów”	Jolanta Kowalska
1	...Tak, słucham?!...	Dzień dobry! Moja Fabia dziś nie daje się uruchomić, natychmiast potrzebuję pomocy.
2	Hmmm, a co się stało kiedy przekręciła Pani kluczyk w stacyjce?	Słyszę, że coś kręci, ale na tym koniec.
3	Jest Pani pewna, że ma paliwo?	Hmmm, teraz... nie jestem pewna..., jest mała szansa że zbiornik może być pusty.
4	Czy przy uruchamianiu rozrusznika czuć zapach paliwa?	Próbowałam uruchamiania dość długo, ale niestety nic nie czułam.
5	Na podstawie tego, co Pani powiedziała jestem prawie pewien, że brakuje Pani paliwa.	Dziękuję za radę. (A jak Pan doszedł do tego wniosku?)

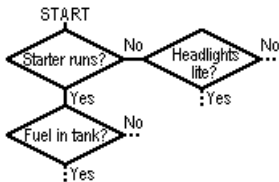
Jakie cechy ma efektywne doradztwo?

- 1 GOAL — Doradztwo jest zorientowane na cel. *Nie dzwonię do mechanika, by uczyć się jak działa samochód, tylko oczekuję konkretnej porady na konkretny temat.*
- 2 Dobry doradca jest skuteczny. *Odpowiedzi na pytania eliminują znaczną liczbę możliwych problemów. Zadawane pytania będą istotne dla potwierdzenia lub obalenia pewnej hipotezy.*
- 3 Doradztwo jest adaptacyjne. *Jeżeli jedną drogą nie uda się pewnej hipotezy potwierdzić, to może istnieje jakaś inna do niej droga.*
- 4 Konsultant jest w stanie pracować z niepełną informacją. *Hipoteza nie musi być w 100% pewna, może być dana z pewnym przekonaniem, to samo dotyczy podawanych przez pytającego informacji.*
- 5 Dobry konsultant jest w stanie wyjaśnić swój tok rozumowania.

Bardziej formalne formy reprezentacja dialogu

- Kwestionariusz:

AUTO DIAGNOSTIC CHECKLIST
SECTION 1
 1. Does the starter operate?
 A. Yes (GO TO SECTION 2)
 B. No (GO TO SECTION 3)
SECTION 2



- Drzewo decyzyjne:

Rule	1	2	3	...
Starter runs?	Y	Y	N	
Smell gas?	Y	N	.	
Dead battery	.	.	X	
Out of gas	.	X	.	
Flooded	X	.	.	

- Tablica decyzyjna:

Systemy ekspertowe a sztuczna inteligencja

- Systemy ekspertowe stanowią praktyczne zastosowanie sztucznej inteligencji.
- Są nauką, która rozwija się przez całą historię informatyki.
- Rozwijają się nowe formy reprezentacji i przechowywania wiedzy i łączenia tego, co wiemy w celu pozyskania nowych wyników i rozwiązywania problemów.
- Systemy ekspertowe mogą przybierać różne formy. System diagnozy samochodowej stanowi przykład systemu produkcyjnego — nazwanego tak, gdyż produkowane są nowe fakty, gdy dowiedzie się, że reguła pewna jest prawdziwa.

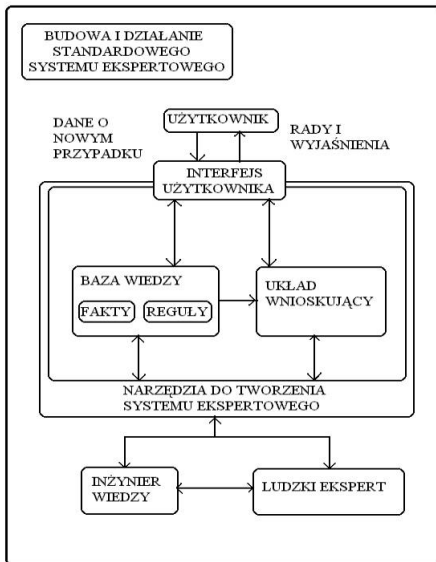
Cechy komputerowego SE

System ekspertowy jest zawsze wysoce specjalizowany. Zastępuje eksperta w bardzo wąskiej dziedzinie.

Główne cechy SE:

- jawna reprezentacja wiedzy i oddzielenie wiedzy eksperckiej od procedur sterowania
- zdolność do wyjaśnień (ang. explanation facilities), w szczególności sposobu rozwiązania danego problemu
- system ekspertowy rozwiązuje problemy nie w oparciu o jawnie zapisany algorytm, lecz z wykorzystaniem różnych metod (reguł) wnioskowania
- systemy ekspertowe wykorzystują w przeważającej mierze przetwarzanie symboli, w mniejszym zaś stopniu obliczenia numeryczne.

Budowa systemu ekspertowego



Sposoby reprezentacji wiedzy (Baza wiedzy)

Bazą wiedzy

może być zbiór definicji, faktów, pojęć i relacji między nimi.

Tworzenie baz wiedzy

- automatycznie (np. z analizy danych)
- od człowieka - eksperta w dziedzinie na zasadzie interakcji.

Sposoby reprezentacji:

- reguły (if (PRZESŁANKA) then (KONKLUZJA), przy czym PRZESŁANKA jest wyrażeniem, które zbiera w sobie jeden lub więcej warunków).
- notacja obiektowa
- ramy
- sieci semantyczne

Typy wnioskowania (Układ wnioskujący)

W przód (Forward chaining), wnioskowanie z danych (przesłanek)

Metoda ta zaczyna od zestawu znanych faktów i wartości atrybutów i stosuje je w regułach, które zawierają takie dane w przesłance. Wszystkie odpalone reguły (z prawdziwą przesłanką), tworzą dodatkowe fakty, które są stosowane do odpalenia kolejnych reguł. Proces trwa do czasu, gdy żadne nowe fakty nie są produkowane, lub gdy uzyskana jest wartość celu. Sprawdza się, gdy przed rozpoczęciem wnioskowania i tak gromadzi się zbiór faktów.

Wstecz (Backward chaining), wnioskowanie z konkluzji

Proces zaczyna się od celu dowiedzenia (hipotezy) i próbuje uzyskać wartości wszystkich przesłanek i atrybutów użytych w części IF reguły, a następnie wstecznie sprawdzać dodatkowe reguły (o ile to konieczne), by otrzymać wartości atrybutów dla uzyskania celu. Metoda lepsza dla baz z regułami o rozbudowanych przesłankach w wieloma regułami, gdyż nie pyta użytkownika o wszystkie wartości atrybutów.

Niepewność w systemie

Wnioski nie zawsze są konstruowane ze 100% pewnością. Wnioski nie są binarne, więc dodatkowo określa się pewną liczbę do przesłanki/konkluzji (najczęściej rzeczywistą) która mówi, o tym jakie jest przekonanie, że zdanie/fakt jest prawdziwe.

Metody wyrażania niepewności:

- certainty factors (współczynniki pewności)
- probability (prawdopodobieństwo)
- fuzzy logic (logika rozmyta)

Interfejs użytkownika — dialog

Użytkownik w SE prowadzi dialog. Dialog ten ma następujące cechy:

- Nie trzeba dawać odpowiedzi na każde pytanie.
- Rozmowa nie jest z góry zaplanowana.
- Nie ma ustalonego z góry sterowania.
- Dialog jest syntezowany na podstawie obecnie zgromadzonej wiedzy. Jeżeli zatem nie podana zostanie odpowiedź na pewne pytanie, to będzie to skutkowało kolejnymi zapytaniami.

Zastosowanie SE

- finanse (analiza ryzyka kredytowego czy inwestycyjnego, monitorowanie spłat kredytu, ...)
- medycyna (analiza wyników badań pacjenta, diagnoza choroby, ocena trafności leczenia, ...),
- kontrola procesów
- produkcja (planowanie produkcji, kontrola jakości, monitorowanie produkcji, ...)
- zarządzanie zasobami ludzkimi
- rolnictwo
- edukacja
- prawo (odtworzenie norm prawnych)
- administracja (decyzje dotyczące wymiaru emerytur, monitorowanie decyzji urzędników)

Zalety

- Dostarcza spójnej odpowiedzi na powtarzające się pytania, zadania, procesy.
- Przechowuje i zarządza informacją niezbędną do utrzymania odpowiedniego poziomu „poinformowania”.
- Zachęca do określenia logiki podejmowania decyzji.
- Nigdy nie zapomni zadać odpowiedniego pytania.
- Jest bardziej elastyczny poprzez tworzenie bazy wiedzy, a nie kodu. Bazę łatwiej adaptować do zmian.
- Obecnie SE stosuje się jako fragmenty dużych systemów (hybrydy), często podpięte do programów związanych z analizą baz danych.

Wady

- Niewiadome pochodzenie bazy wiedzy (samozwańczy ekspert) w systemie każe zawsze być ostrożnym i świadomym ograniczeń zawartej wiedzy.
- Eksperci nie zawsze są w stanie wyjaśnić skąd się wzięła i jak odbywa się logika ich wnioskowania.
- Łatwość tworzenia reguł może też być wadą. Wprowadzanie nowych „nieeksperskich” reguł może spowodować konflikt z regułami już istniejącymi.
- W przypadku, gdy pojawiają się sytuacje wyjątkowe SE nie potrafi kreatywnie odpowiedzieć.
- W przypadku błędów w bazie wiedzy wyciągane wnioski mogą być niepoprawne.
- Nie potrafi się sam zaadaptować do zmieniającej się rzeczywistości, o ile nie zmieni się baza wiedzy.

Klasyfikacja SE

- interpretacyjne (np. do rozpoznawania mowy czy obrazów)
- predykcyjne (wnioskują o przyszłości)
- diagnostyczne (określają wady przedmiotu ekspertyzy)
- kompletowania (np. ustalanie konfiguracji komputera)
- planowania (np. planują ruchy robota dla osiągnięcia jakiegoś celu)
- monitorowania (porównują obserwacje z ograniczeniami)
- sterownia (kierują zachowaniem systemu)
- poprawiania (podają sposób postępowania z systemem)
- naprawy (harmonogram naprawy uszkodzenia)
- instruowania (np. systemy doskonalenia zawodowego)

Plan wykładu

- 1 Systemy ekspertowe - wprowadzenie
- 2 Znamienite przykłady
 - MYCIN
 - DENDRAL, MACSYMA i inne
- 3 Literatura

MYCIN

- Powstał w latach 70-tych. Jeden z najbardziej znanych SE.
- Był to pierwszy udokumentowany system ekspertowy korzystający z niepewnych lub niekompletnych danych (współczynniki pewności).
- Był projektowany z myślą o tym, aby stać się medycznym narzędziem diagnostycznym.
- Stał się wzorcem i zbudował podwaliny do SE.
- EMYCIN (Empty MYCIN) — szkielet rozumowania lekarskiego.
- Napisany w LISPie.

Przeznaczenie SE MYCIN

- Wspomaganie lekarzy w identyfikacja choroby i terapii.
- Baza wiedzy zawiera informacje (około 500 reguł) na temat różnych infekcji krwi oraz zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych.
- Motywacją do jego utworzenia był długi czas oczekiwania na wyniki laboratoryjne określające bakterie będące przyczyną choroby i przez to zmuszenie lekarza do podejmowania decyzji o leczeniu „w ciemno”. Skutek: źle dobrane antybiotyki w około 50% przypadków.

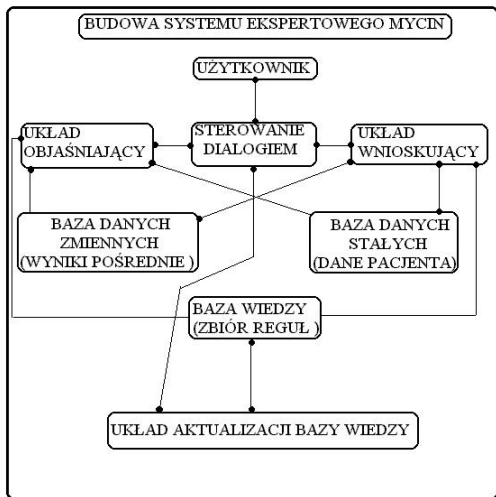
Działanie — dialog

- System prowadzi dialog z użytkownikiem, gdzie komputer jest specjalistą z dziedziny.
- System dysponuje słownikiem zawierającym 800 słów w języku angielskim.
- Pytania dotyczą danych pacjenta, występujących symptomów choroby i wyników badań laboratoryjnych.
- Odpowiedzi i pytania powstają przez składanie tekstu z odpowiednich reguł.
- System ma możliwość korygowania niewielkich błędów w pisowni.
- Nie trzeba podawać odpowiedzi na wszystkie pytania, np. brak wyników badań pacjenta.

Efekty działania

- System dokonuje rozpoznania czy pacjent jest chory.
- Określa, czy choroba jest wywołana przez bakterie i je identyfikuje na podstawie symptomów, wyników laboratoryjnych.
- W ostatniej fazie tworzy zestaw skutecznych dla choroby leków, by ostatecznie dopasować najskuteczniejszą terapię dla konkretnego pacjenta.

Budowa systemu MYCIN



Elementy systemu

Baza danych stałych

Zawiera dane o pacjencie i wynikach badań laboratoryjnych. Wprowadzane na początku dialogu. Mogą być modyfikowane pod koniec dialogu.

Baza danych zmiennych

Tymczasowo przechowywane odpowiedzi użytkownika udzielane podczas prowadzenia dialogu oraz wnioski pośrednie.

Format danych w bazach

Fakty reprezentowane są przez trójki: (Atrybut, Obiekt, Wartość), np. (wiek, Kowalski, 50)

Elementy systemu cd.

Baza wiedzy to system regułowy o konstrukcji: if (WARUNEK) then (DZIAŁANIE 1) else (DZIAŁANIE 2).

Przykład reguły słownej

*IF 1) the infection is primary-bacteremia and
2) the site of the culture is one of the sterile site, and
3) the suspected portal of entry of the organism is the gastrointestinal tract
THEN there is suggestive evidence (.7) that the identity of the organism is bacteroides.*

Przykład reguły w formacie MYCIN

RULE 050
*PREMISE: (AND (SAME CNTXT INFECT PRIMARY-BACTEREMIA)
(MEMBF CNTXT SITE STERILESITES)
(SAME CNTXT PORTAL GI))*
ACTION (CONCLUDE CNTXT IDENT BACTEROIDES TALLY .7)

Elementy systemu cd.

Układ objaśniający

Generuje odpowiedzi na pytania użytkownika dotyczące schematu wnioskowania, danych w bazach stałej i zmiennej: WHY, WHAT, HOW.

Układ wnioskujący

Stosuje się wnioskowanie dedukcyjne, wstecz. Zastosowanie metareguł do ustalania kolejności wykonania reguł eksperckich. Stosowanie procedur MONITOR (uzgadnianie reguł) i FINDOUT (wyszukiwanie danych dla MONITORa).

Układ aktualizacji bazy wiedzy

Proces tworzenia nowych reguł ma również charakter dialogu. Zbierane są niezbędne dane i tworzona jest reguła pod warunkiem, że jest niesprzeczna z istniejącą wiedzą w systemie.

Ocena systemu MYCIN

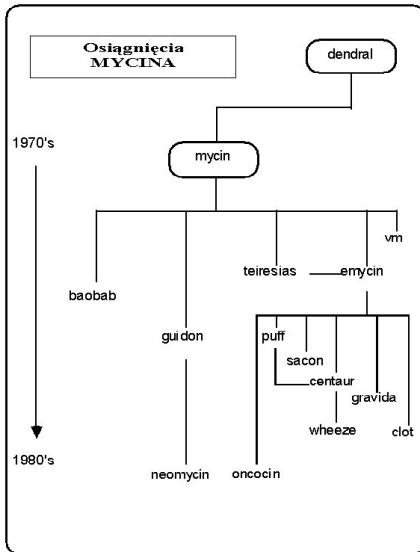
Niezależny test. 5 ekspertów z dziedziny oraz MYCIN zajmowało się jednym przypadkiem. Ich decyzje zostały wysłane do 8 ekspertów (sędziów) dających maksymalnie 10 pkt za diagnozę, przy czym nie wiedzieli czy oceniają człowieka czy system komputerowy.

W wyniku tej próby wyniki wyglądały następująco:

- MYCIN 52 punkty,
- specjaliści od 34 - 50 punktów,
- student medycyny uzyskał 24 punkty.

Pomimo dużej skuteczności i zalet MYCIN nigdy nie został użyty w praktyce. Problem etyczny: co zrobić w wyniku błędnej diagnozy, gdy umrze pacjent?

Hierarchia klasycznych SE

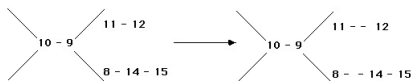


DENDRAL — historia

- System z 1965r jest najstarszym SE i prekursor wszystkich SE.
- Uniwersytet w Stanford na zlecenie NASA rozpoczął prace nad programem komputerowym, który miał wykonywać analizy składu chemicznego próbek gruntu na Marsie, pobrane przez lądownik. Lądownik miał być wyposażony w specjalistyczne urządzenia dostarczające faktów systemowi ekspertowemu niezbędnemu do przeprowadzenia ekspertyzy.
- Głównym urządzeniem dostarczającym danych był spektrometr masowy. Zadanie jego polegało na bombardowaniu zebranej próbki związku chemicznego strumieniem elektronów, w efekcie fragmentując związek na jego składowe części w postaci widma, uszeregowanego pod względem mas tych cząstek.
- Chemicy potrafili na podstawie części danych wykluczyć związki niemożliwe. W procesie eliminacji fachowcy posługiwali się głównie szeregiem reguł heurystycznych, pozwalających na wstępną selekcję. Te reguły posłużyły do stworzenia bazy wiedzy w DENDRAL.

DENDRAL — cechy

- System z danych chemicznych wnioskuje hipotezy o molekułach, np. wnioskuje strukturę złożoną z danych fizycznych takich jak: waga, dane o widmie spektroskopowym, rezonansu magnetycznego, itp.
- Molekuły reprezentowane są jako graf nieskierowany:



- Wykorzystuje strategie generuj i testuj jak i technikę wnioskowania w przód.
- Generator jest w stanie przekształcić zadaną strukturę (wykorzystując ograniczenia) w dowolną możliwą strukturę ze struktur cząstkowych i łączyć je. Eliminując molekuły niemożliwe unika eksplozji kombinatorycznej.

MACSYMA (Project MAC's SYmbolic MANipulator)

- System zawierający setki reguł od specjalistów z matematyki stosowanej dotyczących symbolicznego rachunku różniczkowego i całkowego.
- System potrafił dokonywać uproszczeń i obliczeń na bardzo zaawansowanym poziomie.
- Napisany w Maclisp (LISP). Największy program komputerowy napisany w tym języku.
- Konceptcje obliczeń symbolicznych wykorzystano między innymi w Mathematicie.

Inne SE

- PROSPECTOR — Został stworzony w celu wyznaczania lokalizacji złóż rudy oraz jej typu na podstawie informacji geologicznych. Podstawowym sposobem reprezentacji wiedzy były reguły, a niepewność wyrażana probabilistycznie. Jego baza wiedzy liczyła około 1000 reguł. Prawdopodobnie największym osiągnięciem systemu PROSPECTOR było odkrycie dużych złóż molibdenu poblizu góry Mount Tolman.
- XCON (eXpert CONfigurer) wcześniej R1 — system do konfigurowania systemu VAX (DEC) na podstawie wymagań klienta. Reguły (ostatecznie 17500) opisywały wiedzę o wszystkich możliwych połączeniach komponentów i ich parametrach (31 tysięcy komponentów). Napisany w OPS5. Skrócenie czasu konfiguracji z 20 do 1 minuty. Firma rzekomo zaoszczędziła sporo pieniędzy nie angażując ekspertów do konfigurowania ręcznego.

Plan wykładu

- 1 Systemy ekspertowe - wprowadzenie
- 2 Znamienite przykłady
- 3 Literatura**

Wykorzystana literatura (do samodzielnego studiowania)



Kiszkiel Krzysztof

Przykładowe systemy ekspertowe: Opis systemu ekspertowego MYCIN.

<http://aragorn.pb.bialystok.pl/~radev/ai/sosn/kiskiel.htm>



S.J. Russel, P. Norvig

Artificial Intelligence. A modern approach.

Pearson Education wyd. 2, p.111-116



eXpertise2Go

eXpertise2Go - Web-enabled Expert Systems

<http://expertise2go.com>