

Systemy ekspertowe

wykład I

Co to jest system ekspertowy

Przykłady SE

Joanna Kołodziejczyk

20 marca 2020

Plan wykładu

- 1 Systemy ekspertowe - wprowadzenie
 - Prosty przykład doradzania
 - Schemat systemu ekspertowego
- 2 Znamienite przykłady
 - MYCIN
 - DENDRAL, MACSYMA i inne
- 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

`https://support.microsoft.com/en-us/contactus/`

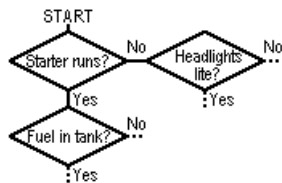
Jakie cechy ma efektywne doradztwo?

- 1 GOAL — Doradztwo jest zorientowane na cel. *Nie pytam wirtualnego asystenta Microsoftu o butki.*
- 2 Dobry doradca jest skuteczny. *Odpowiedzi na pytania eliminują znaczną liczbę możliwych problemów. Zadawane pytania będą istotne dla potwierdzenia lub obalenia pewnej postawionej hipotezy.*
- 3 Doradztwo jest adaptacyjne. *Próba udowodnienia hipotezy różnymi ścieżkami.*
- 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.

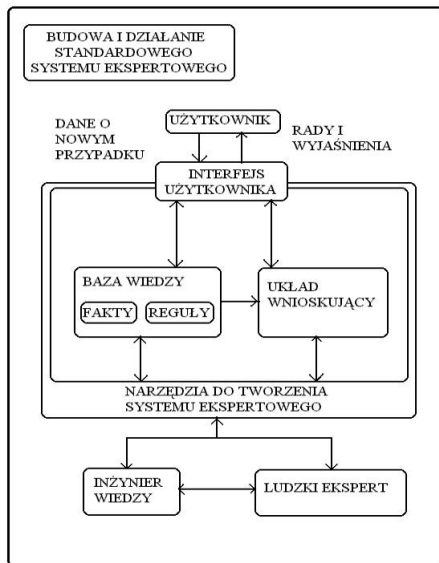
Cechy komputerowego SE

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.

Wnioskowanie w przód

KNOWLEDGE BASE

(Initial State)

Fact :

F1 - A lathe is a machine tool

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

KNOWLEDGE BASE

(Intermediate State)

Fact :

F1 - A lathe is a machine tool

F2 - A lathe has a tool holder

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

Wnioskowanie w przód

KNOWLEDGE BASE (Intermediate State)

Fact :

- F1 - A lathe is a machine tool
- F2 - A lathe has a tool holder
- F3 - A lathe is power driven

Rules :

- R1 - If X is power driven Then X requires a power source
- R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder
- R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

KNOWLEDGE BASE (Final State)

Fact :

- F1 - A lathe is a machine tool
- F2 - A lathe has a tool holder
- F3 - A lathe is power driven
- F4 - A lathe requires a power source

Rules :

- R1 - If X is power driven Then X requires a power source
- R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder
- R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

Wnioskowanie wstecz

KNOWLEDGE BASE

(Initial State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACK

Goal :

G1 - A lathe requires a power source

Satisfied

?

KNOWLEDGE BASE

(Intermediate State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACK

Goal :

G1 - A lathe requires a power source

Satisfied

?

G2 - A lathe is a power driven

?

Wnioskowanie wstecz

KNOWLEDGE BASE (Intermediate State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACKGoal :

G1 - A lathe requires a power source

G2 - A lathe is a power driven

G3 - A lathe is a machine tool

Satisfied

?

?

?

KNOWLEDGE BASE (Intermediate State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source

R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder

R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACKGoal :

G1 - A lathe requires a power source

G2 - A lathe is a power driven

G3 - A lathe is a machine tool

Satisfied

?

?

Yes

Wnioskowanie wstecz

KNOWLEDGE BASE (Intermediate State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool
 F2 -A lathe is power driven

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source
 R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder
 R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACKGoal :

G1 - A lathe requires a power source
 G2 - A lathe is a power driven

Satisfied

?
 Yes

KNOWLEDGE BASE (Final State)

Fact :

F1 -A lathe is a machine tool
 F2 -A lathe is power driven
 F3 -A lathe requires a power source

Rules :

R1 - If X is power driven Then X requires a power source
 R2 - If X is a machine tool Then X has a tool holder
 R3 - If X is a machine tool Then X is power driven

GOAL STACKGoal :

G1 - A lathe requires a power source

Satisfied

Yes

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.
- Ekspersi 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.
- 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)
- sterowania (kierują zachowaniem systemu)
- poprawiania (podają sposób postępowania z systemem)
- naprawy (harmonogram naprawy uszkodzenia)
- instruowania (np. systemy doskonalenia zawodowego)

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.

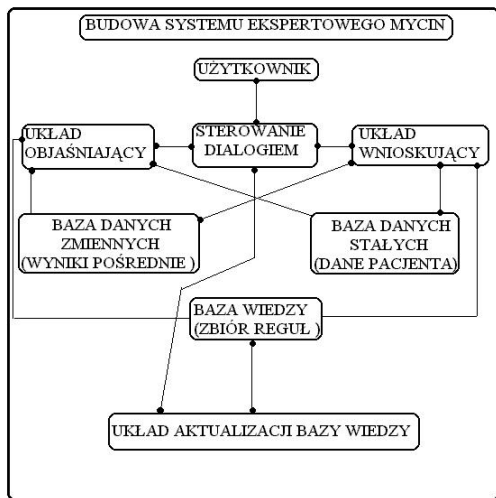
Działanie — dialog

- 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 lekarstw, 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.

Przykład dialogu

Dane o pacjencie

1. Patient's name: (first - last)

** FRED BRAUN

2. Sex:

** M

3. Age:

** 55

Pytanie o obecność bakterii

4. Are there any cultures for Fred Braun which may be related to the present illness, and from which organisms have been grown successfully in the microbiology laboratory?

** Y

- - - CULTURE - 1 - - -

Przykład dialogu - cd

system pyta o miejsce i czas pobrania próbki i poprawia pisownię

5. From what site was the specimen for CULTURE - 1 taken?

** BLOD

= BLOOD

6. Please give the date and time when CULTURE-1 was obtained.
(mo/da/yr time)

** JUN 20, 1977

The first organism isolated from the blood culture of 20-JUN-77
(CULTURE-1) will be referred to as: - - - ORGANISM - 1 - - -

Pytania o ORGANISM-1

7. Enter the laboratory - reported identity of ORGANISM-1:

** UNKNOWN

8. The strain (gram or Ziehl-Neelsen acid-fast) of ORGANISM-1:

** NEG

9. Is ORGANISM - 1 rod or coccus (etc.):

** ROD

Przykład dialogu - cd

odpowiadając na to pytanie można podać stopień pewności CF

23. What is the suspected portal of entry of the gramneg rod from the blood culture of 20-JUN-77 (ORGANISM-1) into this sterile site?

** GI (6)

24. Is Fred Braun a burn patient?

** N

25. Is Fred Braun a compromised host (e.g. alcoholic, sickle-cell-disease, immunosuppressed)?

** N

26. Is Fred Braun febrile?

** Y

... po około 50- 60 pytaniach MYCIN wyświetla odpowiedź.

My therapy recommendations will be designed to treat for organisms that are either very likely, or, although less likely, would have a significant effect on therapy selection if they were present. It is important to cover for the following probable infection(s) and associated organism(s):

INFECTION-1 is BACTEREMIA

<ITEM-1> E.COLI [ORGANISM-1]

<ITEM-2> KLEBSIELLA [ORGANISM-1]

<ITEM-3> ENTEROBACTER [ORGANISM-1]

<ITEM-4> KLEBSIELLA-PNEUMONIAE [ORGANISM-1]...

Użytkownik też może zadawać pytania

** WHAT DOES GU MANIPULATION TELL YOU ABOUT THE IDENTITY OF AN ORGANISM?

The rules listed below use:

whether the patient has had a genito-urinary manipulative procedure to conclude about: the identity of the organism

156, 163, 190

Which do you wish to see?

** 156

RULE 156

IF: 1. The site of the culture blood, and

2. The gram stain of the organism is gramneg, and

3. The morphology of the organism is rod, and

4. The portal of entry of the organism is urine, and

5. The patient has not had a genito-urinary manipulative procedure, and

6. Cystitis is not a problem for which the patient has been treated

THEN: There is suggestive evidence (.6) that the identity of the organism is e.coli

Użytkownik też może zadawać pytania

**** IS BLOOD A STERILE SITE?**

Yes. Blood is one of those sites that is normally sterile.

**** WHAT ARE THE NONSTERILE SITES?**

Those sites that are normally nonsterile are: CERVIX, CUTANEOUS-ULCER, LOCHIA, NOSE, SKIN, STOOL, THROAT, URETHRA, VAGINA.

**** IS BACTEROIDES AEROBIC?**

No, the aerobicity of bacteroides is anaerobic.

Użytkownik też może żądać wyjaśnień

34. Was penicillinase added to this blood culture (CULTURE-1)? ** WHY
[i.e. WHY is it important to determine whether penicillinase was added to CULTURE-1?]

[3.0] This will aid in determining whether ORGANISM-1 is a contaminant.
It has already been established that

[3.1] the site of CULTURE-1 is blood, and

[3.2] the gram stain of ORGANISM-1 is grampos

Therefore, if [3.3] penicillinase was added to this blood culture then there is weakly suggestive evidence (.4) that ORGANISM-1 is a contaminant

[RULE039]

Użytkownik też może żądać wyjaśnień

** WHY

[i.e. WHY is it important to determine whether ORGANISM-1 is a contaminant?]

[4.0]... In order to determine whether there is significant disease associated with this occurrence of ORGANISM-1. It has already been established that [4.1] this blood culture was taken from a sterile source

Therefore, IF

[4.2] ORGANISM-1 is not a contaminant

THEN there is strongly suggestive evidence (.9) that there is significant disease associated with this occurrence of ORGANISM-1 [RULE032]

Ocena systemu MYCIN

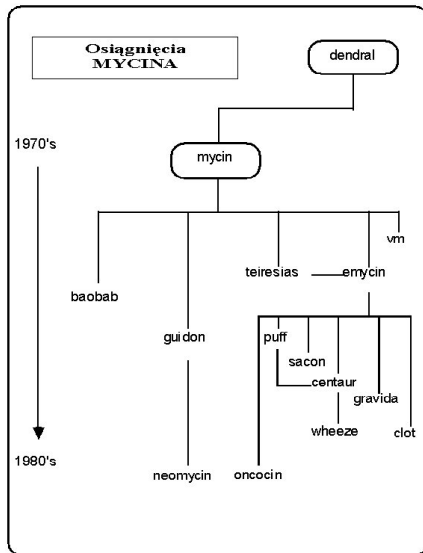
Niezależny test. 5 ekspertów z dziedziny oraz MYCIN zajmowało się jednym przypadkiem. Ich decyzje zostały wysłane do 8 ekspertów (sędziów) dających maksymalnie 10 pkt za diagnozę, przy czym nie wiedzieli czy oceniają człowieka czy system komputerowy.

W wyniku tej próby uzyskano:

- 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 związki 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.
- Koncepcje 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 поблизу 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.

Współczesne SE

- Medyczny system diagnostyczny: <http://symptoms.webmd.com>
- Gin z lampki <https://pl.akinator.com>

Wykorzystana literatura (do samodzielnego studiowania)

-  S.J. Russel, P. Norvig
Artificial Intelligence. A modern approach.
Pearson Education wyd. 2, p.111-116