

- **A tudás, mint központi fogalom**
A tudás formalizálásának szükségessége
Tudásszemléltetési modellek
Tudásfeldolgozás
Szabályalapú tudásszemléltetés



- A tudás, mint központi fogalom

Christopher F. Chabris:

tudás = az elvégzendő feladat végrehajtásában hasznosnak bizonyuló
bármely ismeret

- Bár az intelligenciát a vele foglalkozó tudósok sokféleképpen definiálják, abban egyetértenek, hogy az emberi intelligenciával összemérhető képességű gépi intelligenciának rendelkeznie kell az ember általános tudásával.
- Az ilyen tudással, ismerethalmazzal bíró mesterséges rendszer intelligenciája ezen ismerethalmaz szervezésétől függ.

■ A tudás, mint központi fogalom ..



1.

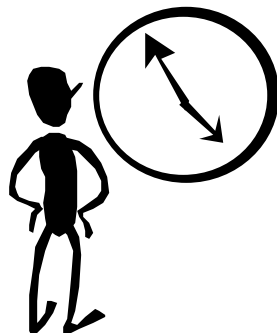
- A tudás szervezésének, reprezentálásának lényege:
*azok a formai (**szintaktikai**) és tartalomra vonatkozó (**szemantikai**) szabályok, melyeket az adott tudásszemléltetési forma rögzít.*
- Szintaktika =
 - formai szabályok, a formalizáláshoz alkalmazható elemek, szimbólumok készlete,
 - a formailag helyes összetett egységek szerkezete.
- Szemantika=
 - a tartalomra vonatkozik,
 - megadja a formai elemek, egységek kezelésének tudnivalóit, az alkalmazásukra vonatkozó szabályokat.
- Ezek a szabályok a természetes formában rendelkezésre álló tudáselemek gépi ábrázolásához is fontosak.

1. <http://www.workonenw.com/ets.htm>

■ A tudásszemléltetés szükségessége



- A valós világ objektumairól, azok viszonyáról, kapcsolataikról rendelkezésre álló ismeret **ritkán adódik** a számítógép által kezelhető formában.
- Ahhoz, hogy a számítógép az ismereteket tárolni, kezelni tudja, azok **kódolására** van szükség.
- A kódolás módja nagyban kihat a gép általi feldolgozás gyorsaságára, hatékonyságára, a tárolt tudáson alkalmazható gépi műveletekre, mint pl. keresések, illesztések, összehasonlítások, láncolások, kapcsolatok kialakítása, stb.
- A megfelelő ismeretstruktúrát alkalmazó tudásszemléltetés az MI **kulcskérdése**. Oka: korlátos gépidő és tárhelykapacitás.

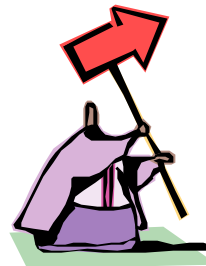


■ A tudásszemléltetés szükségessége ..



- Megfelelő színvonalú működés reálisan csak **párhuzamos hardverrendszerektől** remélhető.
- Súlypontáthelyeződés

Statikus ismeretek gyűjtése



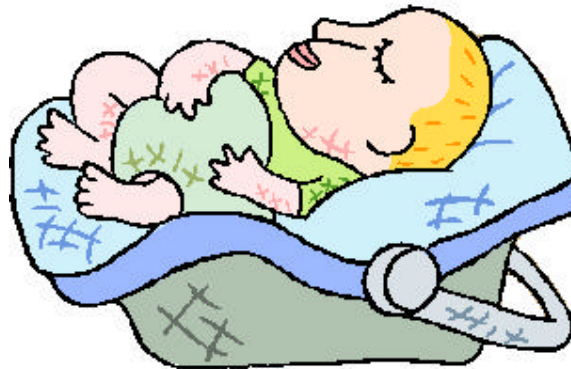
önszervező ismeretábrázoló
modellek

- **Tanulóképesség** fontossága
- Előtérbe kerül a szimbolikus jelleg
- A **fogalom jelentése**: mindaz, ami hozzá asszociálódott
- **Asszociáció létrejöttének feltétele**: térbeli, időbeli közelség.

■ A tudásszemléltetés szükségessége ..



- A tudatalatti működés modellezése.
- Ideális esetben az MI **öntudatra ébredését** megelőző szintű működése ugyanannak az öntanuló rendszernek a kevesebb ismeret birtokában megtestesített fejlődési szintje.
- A mai MI még a **tudatalattijában** létezik csak.



■ A tudásszemléltetés elvárt jellemzői

Patrick Winston szerint



**A jó tudásszemléltetés
az MI feladatok
megoldásánál
fél siker.**

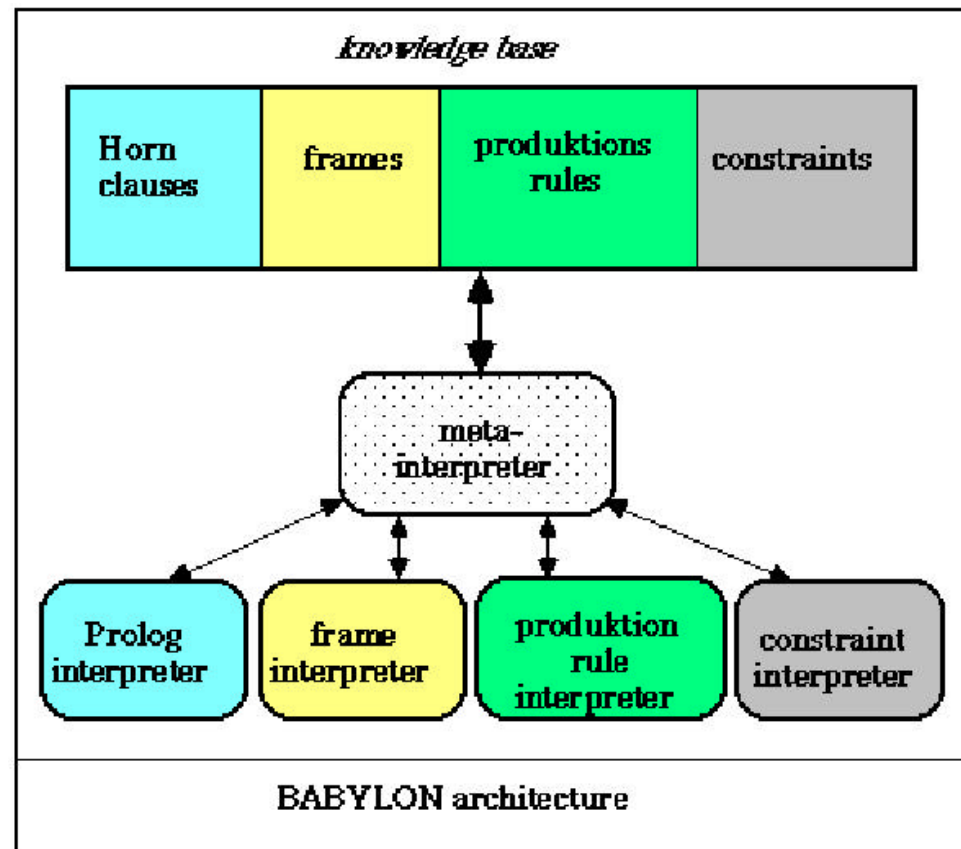


1. A fontos dolgokat **világosan** adja meg.
2. **Fedje fel** a természetes korlátokat, megkönnyítve a számítások néhány fajtáját.
3. Legyen **teljes**.
4. Legyen **tömör**.
5. Legyen **átlátható** számunkra.
6. Legyen alkalmas **gyors** feldolgozásra.
7. **Rejtse el** a részleteket, de tegye elérhetővé azokat szükség esetén.
8. Létezzen rá **számítógépi** eljárás.

■ Tudásszemléltetési módszerek



- Szimbolikus logika
 - Szabályalapú rendszerek
 - Szemantikus hálók
 - Keretek, script-ek
 - Neurális hálózatok
 - Modellalapú
 - Hibrid.
-
- Hibrid rendszerekre
példa a
KEE,
BABYLON,
SRL+,
ART
fejlesztő környezet



Beazonosítás

Koncepciókészítés

Elvárások

Formalizálás

Koncepciók

Implementálás

Struktúra

Újraformulázás

Újratervezés

Finomítás

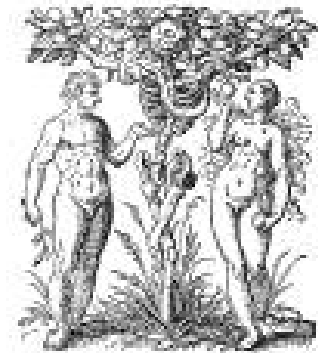
Tesztelés

Szabályok

Christopher F. Chabris: Artificial Intelligence & Turbo Pascal Dow Jones-Irwin, Illinois, 1987. p395.

■ Tudásfeldolgozás

A *tudásfeldolgozás* az a folyamat, amelyben **a szintetizált tudást a számítógépbe juttatjuk** abból a célból, hogy a problémákat a tudásbázison végzett elektronikus szimbolikus manipulációval és következtetéssel megoldjuk. Egyben az a tudomány, mely a **szakértőrendszerek** készítésével foglalkozik.



1.

- A tudásfeldolgozással (Knowledge Engineering) a **tudástechnológus** (Knowledge Engineer) foglalkozik.
- A gazdaságos és hatékony ismeretalapú rendszer létrehozásának **kulcskérdése** a megfelelő tudásfeldolgozás.
- A tudásalapú rendszerek fejlesztésének egyik első teendője a **tudásgyűjtés** (Knowledge Acquisition). Egyben ez a tudástechnológus munkájának egyik legfelelősségteljesebb része is.

1. www.postmodern.com/~fi/morbid/doc/amman_death-tree.htm

A fejezethez felhasznált irodalom: *Deborah D. Wolfram - Teresa J Dear - Craig S. Galbraith:*
Professional John Wiley & Sons, New York, 1987.

Expert Systems for the Technical

■ Tudásgyűjtés, tudáskinyerés



Tudásgyűjtés, tudáskinyerés az a folyamat, amelynek feladata beazonosítani, kinyerni, dokumentálni és **elemezni a szakterület szakértőjének információ-feldolgozó tevékenységét** abból a célból, hogy meghatározásra kerüljön egy szakértőrendszer tudásbázisa és következtető automatája.

- **A tudáskinyerés négy fő szakasza:**
 1. Az előzetes tudás és problématerület feltárása
 2. Az információforrások beazonosítása
 3. A részletes tudás kinyerése a forrásokból
 4. A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása.





■ Előzetes tudásfeltárás

Célja:

- a rendszer által kezelendő problémák tartományának,
- a problématartomány jellemzőinek,
- a tématerület tudásmennyiségének behatárolása,
- a felhasználók elvárásainak megismerése,
- néhány tipikus következtetési fordulat megismerése,
- a szakértők szakterülettel kapcsolatos elképzeléseinek megismerése,
- fő szabályok és koncepciók definiálása.

Eszközei:

- előzetes archívum-kutatások,
- konzultációk szakértőkkel.



■ Előzetes tudásfeltárás ..

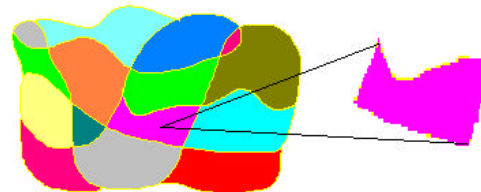
- **A háttér felkutatása**
 - A tudáskinyerésnek előfeltétele
- **Célja:**
 - A szakterület
 - háttértudásának
 - szókincsének
 - szokásos elveinek megismerése.
- **Források:**
 - szaklapok,
 - könyvek,
 - kezelési leírások,
 - egyéb dokumentumok,
 - konzultációk szakértőkkel, felhasználókkal.



■ Előzetes tudásfeltárás ..



- **A problémateromány behatárolása**
 - Az alkalmazási tartomány felosztása alterületekre:
„Oszd meg és uralkodj!”
 - Egy alterület a problémák, adatbázisok, szakértelem független rendszere
 - Minden alterületre meghatározandó a problémák elsődleges típusa, az alkalmazás jellegzetességei, stb.
- **Prototípus-tartomány választása**
 - Célja: bizalomszerzés és tapasztalatszerzés
 - Oka: a szakértőrendszerek kifejlesztése bonyolult és időigényes.
 - Előnyös: olyan alterület kiválasztása, amely
 - viszonylag független,
 - a felhasználó számára hasznos.



■ Előzetes tudásfeltárás ..



• A dokumentálás szükségessége: A Tudás Kézikönyv

A kezdeti feltáró munka végén a tudástechnológusnak egy dokumentummal kell rendelkeznie, egy kézikönyv formájában, melynek a következőket kell tartalmaznia:



- Az általános problémaleírást
- Kik a felhasználók és milyen elvárásokkal
- Alproblémákra és résztartományokra való lebontást a későbbi tudáskinyeréshez
- Egy részletesebb leírást a résztartományokról, melyet fel lehet használni a prototípusfejlesztésben
- A referencia dokumentumok nyilvántartását
- A szakterület terminológiájának, elveinek, szakkifejezéseinek listáját
- A prototípus kifejlesztésében közreműködő szakértők nevét
- Néhány ésszerű teljesítménymutatót a rendszer számára
- A tipikus következtetési módszer leírását.



■ Információforrások

- **A szakterület szakértőjének kiválasztása**

A **szakértő az**, aki speciális szakértelmet birtokol, hordoz magában, vagy mutat, illetve olyan tudást, melyet gyakorlással, vagy tapasztalással szerzett.

- **A tartomány szakértőjének hitelessége**

A szakértőnek hitelesnek kell lennie

- a felhasználók előtt,
- a projekt team előtt,
- a szakértők közössége előtt,
- a szervezet vezetése előtt.

- **A szakértő motiválása**

- A sikeres tudáskinyerés záloga: „a tudás hatalom” → elvesztése...
- Helyi és kozmopolita szakértő → eltérő motiválást igényelnek.

■ A tudáskinyerés

- **A tudáskinyerés tárgya**

A tudáskinyerés tárgyát

- *előzetes tudásra* és
- *részletes tudásra* bontjuk.

Az előzetes tudás kinyerése

- Az előzetes tudáskinyerés tárgya a bevezető interjúk és konzultációk alatt a következő:
 - Az alap-, gyakran primitívnek nevezett terminusok és elvek beazonosítása
 - A rendszer tipikus inputjainak és outputjainak behatárolása
 - A tipikus megoldások, vagy megoldási osztályok behatárolása
 - A rendszer kezdeti implementációjához problémakezelő stratégiák találása.



■ A tudáskinyerés ..



A részletes tudás kinyerése

- A részletes tudás kinyerésének tárgya a terület szakértőjétől a "**privát tudásának megszerzése**", mely tudás több éves tanulást és tapasztalatot tükröz.

Ez magába foglalja:

- A változatos adatok és szabályok közötti viszonyok beazonosítását
- A szabályok hierarchiájának beazonosítását
- Az adatok relatív értékének és fontosságának megítélését
- Az adatok bizonyosságának és relatív valószínűségének megítélését
- A szakértő közelítései alapjának meghatározását
- A feladatok prioritásának és sorrendjének megítélését
- A szabályok és a következmények közötti konfliktusok megoldásának meghatározását



■ A tudáskinyerés ..



A részletes tudás kinyerése ..

Ez magába foglalja továbbá:

- A problémamegoldás alternatív lehetőségeinek felismerését
- A következtetésekben elvégezhető ésszerűsítések meghatározását
- Részletes válaszokat a várt és a váratlan szituációkra
- A különféle szabályokban, eredményekben és adatokban való hit fokának megadását
- A különféle célok és részcélok input követelményeinek megértését
- Megfelelő teljesítménymércék meghatározását.



■ A tudáskinyerés ..



Tudáskinyerési technikák

A technikák öt fő osztályát alkalmazhatjuk: *interjú, protokoll elemzés, végigvezetés, kérdőív és szakértői beszámoló.*

- Interjú

Különösen *az előzetes információ kinyerésére* előnyös. Két típusa: *strukturálatlan és nyitott-végű.*



1.

- A **strukturálatlan interjúnál** a tudástechnológus engedi a szakértőnek, hogy elveket, terminológiát mutasson be és meghatározza az interjú menetét. A tudástechnológus **csak rögzít.**
- A **nyitott-végű interjú** feltételezi, hogy a tudástechnológus rendelkezik előzetes háttér-információkkal. A tudástechnológus **irányítja** az interjú menetét kérdésekkel, de a szakértő szabadon válaszolhat, vagy kitérhet a válaszadás elől.

Egyéb: **csoportos** interjú.

■ A tudáskinyerés ..

Tudáskinyerési technikák ..



- Protokoll elemzés

Ez a leggyakrabban alkalmazott tudáskinyerési módszer a *részletes tudás kinyerésére*. A protokoll **a szakértő információ-feldolgozó tevékenységének** és döntéshozó viselkedésének lépésről - lépésre történő **rögzítése**. Számtalan speciális formája létezik.

- Végigvezetés

A végigvezetés is a tudáskinyerés általánosan alkalmazott formája. A tudástechnológus **megkéri a szakértőt, hogy vezesse őt végig** a feladat megoldásában és felügyelje.

- Kérdőívek

- szabad-végû,
- rövid válaszszos
- erőltetett válaszszos.



■ A tudáskinyerés ..



Tudáskinyerési technikák ..

- Szakértői beszámoló

A szakértő saját írásos összegzése a problémamegoldó viselkedéséről.
Kétféle forma:

- A szakértő megadja:
 - feladat megközelítési módszerét,
 - stratégiáját,
 - a szabályokat, melyeket használ,
 - a szükséges adatokat,
 - az eredményt.

A tudástechnológus:

- feldolgozza a beszámolót,
- kinyeri az ismereteket.

- A szakértő formálisan, például folyamatábra alakjában adja meg az általa követett döntéshozás lépéseit, mentesítve ezen feladat alól a tudástechnológust.

A szakértői beszámolók alkalmazása korlátozott.

■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása



Ebben a fázisban a következőket kell elvégezni: formális módszerekkel elemezni kell a kinyert tudást, dokumentálni kell a probléma-területet érintő szabályokat, hálózatokat, viszonylatokat, jellemzőket. A dokumentálás helye a Tudás Kézikönyv.

- Az elemzés négy tipikus lépése a következő
 - Átírás
A szóbeli információk első írásos alakjának **letisztázása**, minden egyéb járulékos információt, például a technikai segédszemélyzet által rögzített vizuális anyagokat is beleértve.
 - Szövegrész-indexelés
Lényege az átirat tagolása rövid szövegrészekre, melyeket indexekkel látnak el. Egy ilyen egység célszerűen megfelel egy **tudáselemnek**, azaz egy elemi feladatnak, állításnak, vagy adategyüttesnek.



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



Az elemzés további lépései:

- Tudáskódolás

Ebben a fázisban a tudást aszerint elemzik, hogy mivel foglalkozik, milyen típusú operátorokat, kiértékelési kritériumot és a választásokat és döntéseket megalapozó következtetéseket tartalmaz.

Két fő kategória: a *descriptív (leíró)* és a *procedurális (eljárásokra vonatkozó) tudás*.

- *Descriptív tudás tagolása:*

Jelentések:

Definíció; Axióma; Zsargon; Feltételezés; Hipotézis, elmélet; Modell; Analógia; Konceptió, elképzelés.

Környezetek:

Fizikai beállítás, elhelyezkedés; Alak, méret; Hely, pozíció; Időpont, időtartam, ütemezés; Szabályosság, periodikusság.



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



– *Descriptív tudás tagolása ..*

Szabályok

Függvény; Jellemző; Rendszerállapot; Korlát; Esemény;
Operátor.

Asszociációk

Összefüggés, viszonylat; Egymásrahatások; Hierarchia; Hálózat,
kapcsolódás; Megoldás.

Erőforrások

Adat; Eszköz; Tájékoztató.

Tevékenységek

Akció; Akció következménye; Akció következmény-visszacsatolás;
Az akció tárgya; Az akció fogadója.



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



- *Descriptív tudás tagolása ..*

Eredmények

Cél; A hatékonyság mértéke; A siker kritériuma; Diagnózis.

- *Procedurális tudás*

Az ilyen tudás a problémamegoldásban alkalmazott eljárásokra, tevékenységekre vonatkozik.

Tagolása:

Problémadefiniálás

A rendszermodell megfelelőségének kiértékelése

A feladat alkalmasságának ellenőrzése

Problémaelemzés/újrafogalmazás/analógiakeresés.

Adat- és erőforrásgyűjtés

Erőforrás-, ismeret-meghatározás

Adatgyűjtés.



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



– *Procedurális tudás tagolása ..*

Feladattervezés

A probléma megoldásának tervezése, a lépések felsorolása

Szakaszok/erőforrások a problémamegoldásban

Rangsorolás, célfelállítás

Keretek/korlátok felállítása

Elképzelések körvonalazása

Becslés/közelítés/előfeltétel meghatározása

Előfeltételek egyszerűsítése

Megoldáskereső technikák (előre, vagy hátraláncolás).

Megoldóeljárás

Feladat számbavétel/sorberendezés/megoldás

Eszközhasználat/mérés

Adatszelektálás/kiértékelés

Hiányzó adatok helyettesítése

Valószínűség beállítás

Induktív/deduktív problémamegoldás

Heurisztikus szabály, ökölszabály, emlékeztető szabály
megfontolás;



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



Megoldóeljárás ..

Szabály megbízhatóság/megfelelőség kiértékelés

Szabály egymásrautalás, kihatás

Szabályelőhívási-igény meghatározás

Szabályelőhívási hatás, következmény meghatározás

Állapotváltoztató akciók megfelelőségének/előfeltételének meghatározása

Állapotváltoztató eljárás

Megváltoztatott állapot felismerése

Megítélés

Konklúzió/megoldás/következmény meghatározás.

Megoldás-kiértékelés

Hatékonyságbeállítás mértéke

Kritériumbeállítás (konfidenciaszint)

Kritériumbeállítás (megbízhatósági szint)

Kritériumbeállítás (valószínűségi szint)

Kritériumkielégítés meghatározása.



■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



Megoldás-beszámoló

Döntés/ konklúzió igazolás

A probléma megoldásának/az eredménynek bemutatása/igazolása.

Példa tudáselem indexelésre:

" A sikerre 75% esély van."

tudáselemhez a

'Megoldás kiértékelés/kritériumbeállítás(valószínűség) '

megjegyzés kerül feljegyzésre a Tudás Kézikönyvbe.

■ A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása ..



- Dokumentálás

Helye: a Tudás Kézikönyv.

Részei:

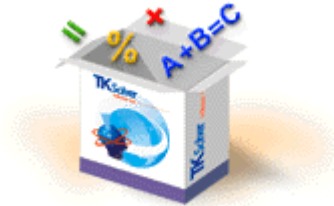
átfogó tartománylista,
descriptív (leíró) tudás,
procedurális (eljárásokra vonatkozó) tudás,
szójegyzék.



■ Tudáskinyerési eszközök

- A "tudáskinyerés szűk keresztmetszete"
- Kimarad a tudástechnológus.
- **Példák alapján való következtetés**
Eszköze egy tanulóprogram elven működő szoftver,
amely a szabályokat a szakértő által megoldott példafeladatokból nyeri.

Szoftverek: RULEMASTER, EXPERT EASE, WIZARD.



■ Tudáskinyerési eszközök ..



- **Ismeretmegszerző eszközök**

Ezek következtetés alkalmazása nélkül, a szakértővel közvetlenül, interaktív módon együttműködve szerzik meg és strukturálják a tudást.



Ismertebb rendszerek: ROGET, MORE, ETS.

Egy ilyen rendszerrel kapcsolatos elvárások *Richard Hill* szerint a következők:

- Közvetlen interaktív együttműködés a szakértővel tudástechnológus segítségével a teljes fejlesztési folyamat alatt
- Korlátlan, vagy legalább a problémák egy tag köréhez való alkalmazhatóság
- Betanító képesség, mely kiváltja a szakértő előzetes kiképzését, tájékoztatását
- Elemzőképesség, mellyel a rendszer bővülése közben feltárhatók az inkonzisztenciák, ellentmondások, tudáshiányok
- Sok tudásforrás egyesítésének képessége
- Emberközelí interfész, pl. természetes nyelv használata, mely révén a rendszer használata élvezetessé válik
- Képesség másféle, a szakterülethez megfelelő szakértőrendszer-eszközökkel való kapcsolódásra.

■ Gépi tanulás

- **Feleslegessé válik a szakértő is.**
- A szakértőrendszerek on-line adatbázisokat fognak letapogatni, könyveket, folyóiratokat és magazinokat fognak digitalizálni. Más számítógépes rendszereken tárolt adatokat elektronikus vonalon lehívnak, hogy származtassák, vagy aktualizálják az ismeretbázist, mindezt emberi közreműködés nélkül.
(Vesd össze a korszerű keresőszerverek működésével, pl. Google.)
- Az automatikus tudáskinyerés potenciális **előnyei** a következők:
 - Jobb eredményeket érhetnek, mint az emberek, különösen amiatt, hogy az információkezelés egyre nagyobb méretű és az információ egyre komplexebb, és így módon nagyobb szakértőrendszereket hozhatnak létre.
 - Csökkentik a magas költségű emberi munkaerő iránti igényt és a tudásbázisok kifejlesztéséhez szükséges időt.



■ Gépi tanulás ..



- Napjaink tanuló algoritmusai:
 - **AQ** - Egy korai DNF tanulóalgoritmus.
 - **Backprop** - A szabványos multi-layer neurális háló algoritmus.
 - **Bayes Indp** - Egy egyszerű naív, vagy "idióta" Bayes osztályozó.
 - **Cobweb** - Egy valószínűségi klaszterező.
 - **FOIL** - Egy első rendű Horn-klauza tanuló (Prolog és Lisp verzió).
 - **ID3** - Egy döntési-fa tanuló számos sajátossággal.
 - **KNN** - Egy legközelebbi szomszéd (eset-alapú) algoritmus.
 - **Perceptron** - A korai egyréteges neurális háló algoritmus.
 - **PFOIL** - A FOIL propozíciós logikát használó verziója DNF tanulására.
 - **PFOIL-CNF** - A FOIL propozíciós logikát használó verziója CNF tanulására.
 - **DList** - A PFOIL-on alapú egyszerű döntési lista tanuló algoritmus.

■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés

- **Előállító szabály (production rule):** egy IF-THEN, feltétel-következmény szerkezet, melyet egyaránt alkalmaznak a problémák megoldásához szükséges deklaratív (leíró) és procedurális (eljárásokon alapuló) tudás ábrázolására.

A logikában neve: implikáció, modus ponens: $\frac{\alpha, \alpha \rightarrow \beta}{\beta}$

- **Deklaratív** következmény: kikövetkeztetett tény
- **Procedurális** következmény: akció.



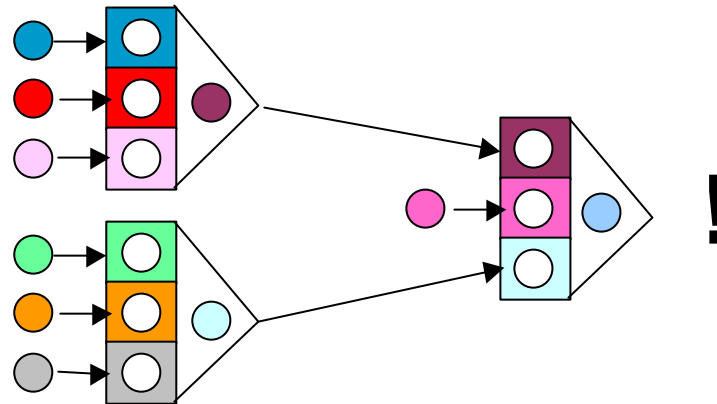
- **Szabályláncolás - a következtetési folyamat megvalósulása**

szabályláncolódás = a szabály következményrésze illeszkedik más szabály feltételrésszére

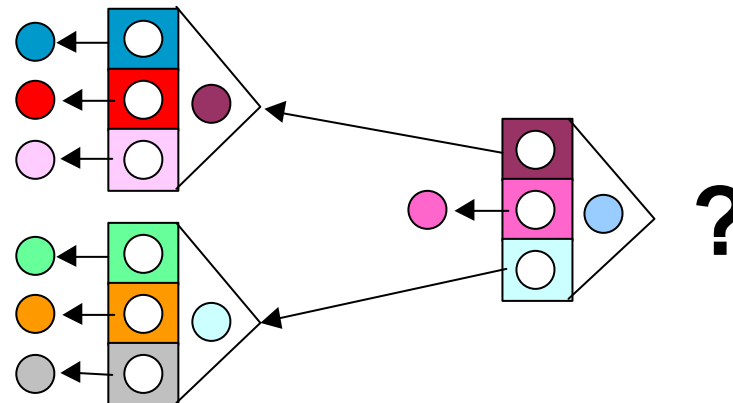
- Ha az összes kapcsolódást megvalósítanánk, előállna a szabálybázis által reprezentált összes következtetési fa, melyek egymáshoz rendelnék a leveleiken szereplő tényeket és a fák csúcsán szereplő végkövetkeztetéseket.
- A következtetési **fa teljes előállítása gyakorlatilag lehetetlen**, ezért egy konkrét esetre a következtetési feladat végigvitele a **következtető automatára** hárul.

■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- **Előrehaladó láncolás** (forward chaining): a végkonklúzió megtalálása a feladat, a megadott tényekből kiindulva

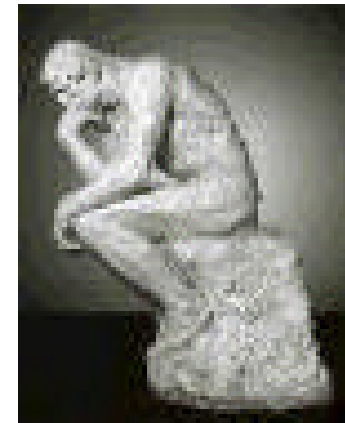


- **Hátrafelé haladó láncolás** (backward chaining): az elérendő cél adott és a szükséges előfeltételek megtalálása, ill a megadottak elégséges voltának megállapítása a cél.



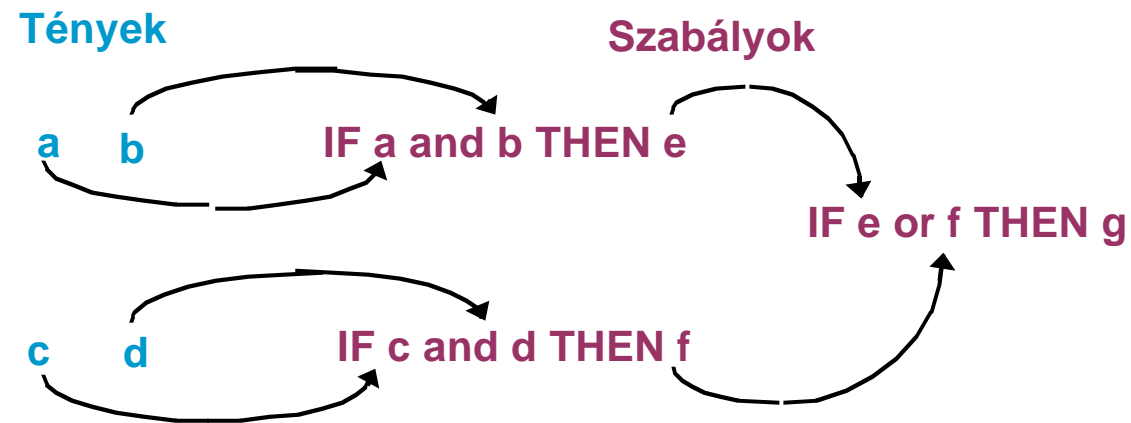
■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- **Előnyös alkalmazási terület** (Christopher Chabris):
 - **Előrehaladó láncolás:**
ha a megoldandó problémával kapcsolatosan nagyszámú összegyűjtött adattal rendelkezünk, de a megoldást illetően nincs jó elképzelésünk. A szabályalapú rendszer el fogja végezni az összes végrehajtható következtetést és **elő fogja állítani** a megadott tényekből következő **összes szóhajható megoldást**.
 - **Hátrafelé haladó láncolás:** amikor egy, vagy több **hipotézissel rendelkezünk** a problémánk megoldására vonatkozóan és azt kívánjuk, hogy a szabályalapú rendszerünk tesztelje ezeket. A hipotézistől visszafelé indulva a rendszer bekéri a hipotézis teljesüléséhez szükséges adatokat.
- Az **előreláncolást** alkalmazó rendszert **deduktív rendszernek** is szokták nevezni utalva a sorozatban végzett deduktív logikai következtető műveletre (modus ponens).



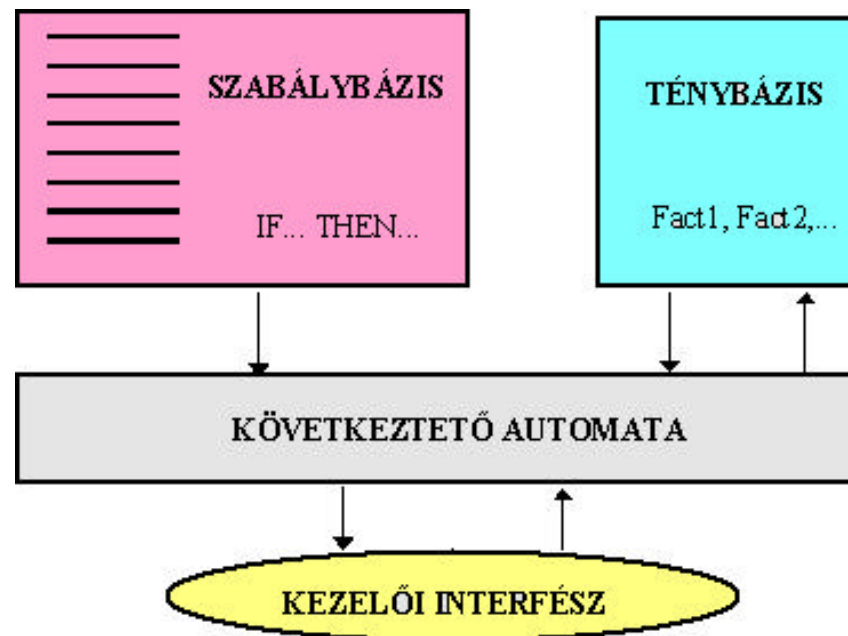
■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- Szabályláncolás



■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

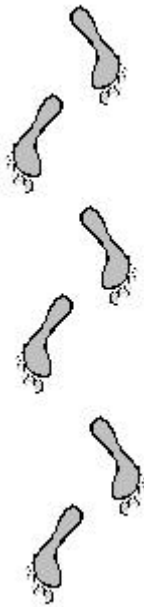
- Szabályalapú tudásszemléltetést és következtető automatát alkalmazó szakértőrendszer felépítése



■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- **Szabályalapú következtetés működése előrehaladó láncolásnál**
- **Feladat:** A szabálybázist és az aktuális feladat tényeit felhasználva meg kell próbálni elérni a célállapotot, mely a problémára adott válasz, vagy egy elfogadható választ reprezentáló rész cél elérése lehet.

- **Lépések:**



1. *Mintaillesztés:* ki kell keresni a szabálybázisból az összes olyan szabályt, melynek a feltételrész a ténybázisbeli tényekkel igaz.
2. *Konfliktusfeloldás:* az 1. lépésben megtalált szabályok alkotják a konfliktus-halmazt, mert bármelyik felhasználható, de csak egyet alkalmazhatunk.
3. *Szabályalkalmazás:* végre kell hajtani a kiválasztott szabály következmény-részeiben szereplő tevékenységet, ill. fel kell használni az új tényt. (Új tény: az adott feladatra nézve igaz, kikövetkeztetett.)
4. *A célállapot tesztelése:* meg kell vizsgálni, eljutottunk-e a célállapotba, ha nem, folytatni kell 1.-től.

■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- **A következő automata konfliktusfeloldó működésének vezérlése**

- **Lokális:** lokális információkat, speciális, tartománytól függő szabályokat, metaszabályokat alkalmaz. A programozó bizonyos hatások kiváltására közvetlenül megadhat szabályokat.

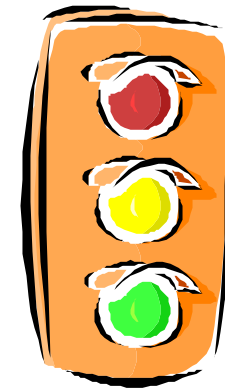
- **Globális:** globális információkra alapoz, a teljes szabálytartományban egyformán működik.

- Globális konfliktusfeloldási módszerek **jellemzői:**

- érzékenység,
- stabilitás

- Globális konfliktusfeloldási módszerek **fajtái:**

- Megakadályozás
- Újdonság
- Specifikusság.



■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

• A szabályalapú rendszerek előnyei

- Modularitás: egyedi előállító szabályok hozzáadhatók, törölhetők, megváltoztathatók
- Egyöntetűség: homogén ábrázolás, könnyű megértés
- Természetesség: emberi problémamegoldáshoz hasonló.

• A szabályalapú rendszerek hátrányos tulajdonságai

- Merevek: nem nyújtanak különféle absztrakciós szinteket
- Nem hatékonyak: ténybázis-szabálybázis illesztés, kombinatorikus robbanás.



A szabályalapú tudásszemléltetés **rendkívül elterjedt** és számtalan szakértőrendszernek és szakértőrendszer-váznak alkotja az alapját.

■ Előállító szabályok, szabályalapú tudásszemléltetés ..

- **Előnyös alkalmazási területek** (*Barr, Feigenbaum*)
 - **Elosztott tudás esetén.** Ilyen esetben a tények aránya a szabályokhoz képest jelentős. Példaként a klinikai gyógyászati rendszereket említhetjük.
 - **Olyan esetekben, amikor a szemléltetett tudás és a vezérlő szerkezetek jól elkülöníthetők.** Olyan tudásterületeknél áll ez fenn, amelyek könnyen elkülöníthetők a felhasználásukra szolgáló módszerektől, mint például a biológiai osztályozás.
 - **Független tevékenységek esetén.** Olyan területek ezek, amelyeknek a folyamatai egymástól elkülönülő tevékenységek halmazaként állnak elő, mint például a gyógyászatban a betegmegfigyelő rendszerek.

