

1. 4-5 mondatban ismertesse a genetikus programozás lényegét! (3p)

A genetikus programozás a probléma egy magasszintű meghatározásából kiindulva képes automatikusan előállítani működő számítógépi programokat. Véletlenszerűen generált ezernyi ősprogram halmazából indulva, a programok populációja folyamatosan javulva fejlődik sok generáción át. Az **evolúciós keresés** a legrátermettebb és természetesen felbukkanó mintázatokkal rendelkező műveletek túlélésének darwini elméletét alkalmazza, köztük a keresztezést (szexuális rekombinációt), a mutációt, génduplikációt, géntörlést, valamint bizonyos fajtáit a fejlődési folyamatnak amelyek által az embriók kifejllett organizmusokká válnak.

2. 4-5 mondatban ismertesse Joseph Weizenbaum ELIZA programjának lényegét! (3p)

Ember - gép párbeszédet valósított meg. A gép egy pszichológust utánoz, aki megpróbálja megérteni az ember problémáit. Valójában az ember válaszainak kulcsszavait érzékelve típuszöveget, egyszerű mintaillesztésen alapuló szövegrész-cserét alkalmazott. Hasonló programot írt *K.M.Colby* az 1960-as évek közepén. Valódi célja a Turing teszt teljesítésének megpróbálása volt, sikertelenül.

3. Adja meg a LISP két fő jellemzőjét! (2p)

- Mesterséges intelligencia feladatok megoldására előnyös.
- List Processor - listafeldolgozó, a listák kulcsszerepben.
- Funkcionális nyelv - a működést függvények kiértékelése jelenti, utasítások nincsenek.
- Rendkívül homogén felépítés, tömör szintakszis: atom, lista, függvény.
- Nagy tárigény - oka a rekurzív függvényhívások sokasága.
- A procedurális nyelvekből ismert ciklus- és elágazásszervezést is függvényekkel végezhetjük. A ciklusszervezés a rekurzió miatt háttérbe szorul.
- A feladatok deklaratív leírási módját támogatja.
- Alapvetően interaktív, interpreteres használat, de létezik hozzá fordító is.
- Hardveres implementációja is van, gyors.

4. Ismertesse Descartes-nek a módszeres gondolkodásra vonatkozó tételeit! (4p)

René Descartes (1596-1650)

"Értekezés a módszerről" c. műve

- A problémákat osszuk független, vagy kevésbé összefüggő részekre
- Az egyszerűtől haladjunk a bonyolultabb felé
- Csak olyan dolgokat fogadjunk el igaznak, melyek igazsága megkérdőjelezhetetlen
- Törekedjünk a teljes felsorolásokra.

5. Hogyan lehet következtetést végezni, kérdést megválaszolni egy szemantikai hálóval? (3p)

Egy szemantikus hálóval ábrázolhatjuk egy tématerület ismereteit. A tématerülettel kapcsolatos ismeretek alapján megválaszolható kérdést szintén egy neki megfelelő szemantikus hálóval adjuk meg (**célháló**), majd ezt a kisebb hálót illesztjük a tématerület hálójának azonos csomópontokat tartalmazó részére. A kérdésre a választ a tématerület hálójának illeszkedő része hordozza. Általában a hálókezelő algoritmusra ennél több feladat hárul, elő kell állítania például az öröklött tulajdonságokat is.

6. Adja meg a prototípus tartomány választás célját, okát, előnyeit! (4p)

- Célja: bizalomszerzés és tapasztalatszerzés
- Oka: a szakértőrendszerek kifejlesztése bonyolult és időigényes.
- Előnyös: olyan alterület kiválasztása, amely
 - viszonylag független,
 - a felhasználó számára hasznos.

7. Adja meg a rezolúció – formailag tört alakban megadott – szabályát és értelmezze! (3p)

A rezolúció szabálya:
$$\frac{\alpha \vee \beta, \neg \beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

Mivel β nem lehet egyszerre igaz és hamis, ezért valamelyik premisszában, előfeltételben a másik tagnak (α , vagy γ) igaznak kell lennie, tehát az $\alpha \vee \gamma$ igaz.

8. Adja meg a propozíciós kifejezések konjunktív normál formára hozásának lépései! Alkalmazza ezeket a következő kifejezésen: $A \rightarrow B \equiv C$.

Azonosságok kiküszöbölése: $A \equiv B = (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$

Implikációk kiküszöbölése: $A \rightarrow B = \neg A \vee B$

A negálás hatáskörének redukálása: $\neg (A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$; $\neg (A \wedge B) = \neg A \vee \neg B$

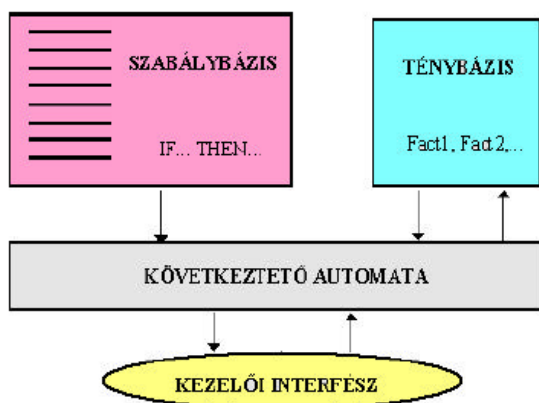
Klózok konjunkciójának létrehozása: $A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$.

9. Adja meg a szabályalapú tudásszemléltetést alkalmazó szakértőrendszerek előreláncoló technikát alkalmazó működésének célját és a működés lépéseit! (5p)

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-részében 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.

10. Adja meg a szabályalapú tudásszemléltetést megvalósító szakértőrendszer felépítését! (8p)

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.

11. Adja meg a szakértő rendszerek definícióját! (4p) x2

Egy szakértőrendszer olyan eszköz, amely probléma specifikus ismeret megértésére képes és intelligensen használja a tématerület ismeretanyagát egy tevékenység különböző megvalósítási útjainak felvetéséhez. A

szakértőrendszerek nem csak az ismeretátadás technikáit alkalmazzák, hanem analitikus, elemző eszközöket is az ismeret kiértékelésére, valamint tanulási technikákat.

12. Ismertesse a Planner és a Conniver jellemzőit, újdonságait! (4pont)

A PLANNER programozási környezetet *C.Hewitt*, a MIT hallgatója dolgozta ki 1968-ban.

- A PLANNER-nél már megjelent a deklaratív nyelvek fő jellemvonása: csak a problémakört deklaráló, objektumokra és eljárásokra vonatkozó **tudást**, valamint a **megoldandó problémát** kellett megadni, a probléma

megválaszolásához vezető utat, a szükséges tudás- és eljárás elemeket az út bejárásához maga a rendszer keresi meg és használja fel.

- Az ábrázolt kétféle tudásforma a PLANNER-nél fizikailag is elkülönült: a deklaratív tudást a **tényadatbázisban**, a procedurális tudást a **procedure (eljárás)-adatbázisban** tárolta.

CONNIVER programnyelv, *G.J.Sussman*, MIT kutató, 1972.

- A CONNIVER a PLANNER kiterjesztett változata, használja a tényadatbázist és az eljárás-adatbázist, valamint a minta alapján történő keresést.

- **Újdonsága** abban volt, hogy **elhagyta az automatikus keresést**, és a problémamegoldás vezérlését a programozóra bízta. Ezáltal a keresés **hatásfoka** megnőtt. További beépített függvények.

13. Adja meg a tudásszemléltetés 5 elvart jellemzőjét, azok közül, melyeket Patrick Winston adott meg! (5p)

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.

14. Adja meg az ágens bővebb értelmezését! (3p)

Valami, aminek

- környezete van, önállósága van,
- érzékeli környezetét, reaktív
- beavatkozik a környezetébe. reaktív

15. Adjon meg hat szabályt és néhány tényt és mutassa be velük a hátraláncoló szabályalkalmazás működését! (6p)

Tények: A, B, C, D, E, J, K

Szabályok:

R1: A,B,C → G

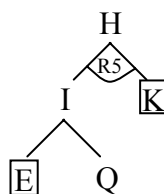
R2: B,G,D → F

R3: E → I

R4: J,F → L

R5: I,K → H

R6: Q → I

**16. Hogyan szól Kowalski szabálya és mit jelent? (4p)**

Kowalski képlete: algoritmus = logika + vezérlés

Jelentése a következő: egy algoritmus mindig két komponenst tartalmaz implicit formában:

- a logikai összetevőt, amely megadja a kérdéses problémára vonatkozó tudást,
- a vezérlési összetevőt, mely megtestesíti a megoldási stratégiát az adott probléma esetére.

17. Adja meg a tudásszemléltetés említett módszereit! (7p)

- Szimbolikus logika; • Szabályalapú rendszerek; • Szemantikus hálók; • Keretek, script-ek
- Neurális hálózatok; • Modellalapú; • Hibrid.

18. Mi a lényege a gépi látásnak, képfeldolgozásnak?

- Az ember a külvilágból szerzett információknak a legnagyobb részét látással szerzi meg. Ezért fontos az MI számára a mesterséges látás. • **A feladat:** Adott egy kétdimenziós bit-térkép, ebből kiindulva meg kell adni a kép leírását, beleértve az alakzatok, méretek, színek, helyzetek paramétereit. Lényegében a nagyon alacsony szintű vizuális adatból egy magas szintű absztrakciót kell elérni, mely megfelel a képen látható objektumoknak.
- Fontos mozzanatok: az emberi látás jellegzetességeinek modellezése, pl.: élek, kontúrok detektálása. A legjobb eredményekkel a neurális hálók kecsegtetnek (pl. PERCEPTRON, *Rosenblatt* kísérlete; karakterfelismerő programok).
- Az elért eredmények magukba foglalják az elektronikus recehártyát is, mely a recehártya sok funkcióját, köztük a látvány elsődleges feldolgozását is modellezi. Létrehozása megkönnyíti a mesterséges neurális hálók bemenőjeleinek előállítását.

19. Adjon meg hat szabályt és néhány tényt és mutassa be velük az előreláncoló szabályalkalmazás működését! (8p)

Tények: A, B, C, D, E, J, K

Szabályok:

R1: A,B,C → G	<u>I.lépés:</u> 1. R1, R3	1. R2, R3
R2: B,G,D → F	2. R1	2. R2
R3: E → I	3. →G	3. →F
R4: J,F → L	4. tovább	4. tovább
R5: I,K → H		
R6: Q → I		

<u>III.lépés:</u> 1. R3, R4	<u>IV.lépés:</u> 1. R4, R5	<u>V.lépés:</u> 1. R3, R4	<u>VI.lépés:</u> 1. R5
2. R3	2. R4	2. R3	2. R5
3. →I	3. →L	3. →I	3. →H
4. tovább	4. tovább	4. tovább	4. vége

20. Írja le 4-5 mondatban Alfred Binet és Teophile Simon intelligenciatesztetek kidolgozásában elért eredményeit! (5p)

- Teszt gyerekek iskolaérettségének vizsgálatára, 1905.
- Gondolkodási és problémamegoldási feladatok.
- Mentális kor fogalma, mentális kor skála.
- MK - ÉK különbség.
- A legelterjedtebb tesztek egyike

21. Ismertesse 6-8 mondatban Aaron Sloman intelligencia-megközelítését! (5p)

- **Szándékosság:** Olyan belső állapotokkal való rendelkezés képessége, melyek időben, vagy térben többé-kevésbé távoli, vagy teljesen elvont objektumokra, vagy szituációkra vonatkoznak, illetve utalnak.
- **Rugalmasság:** Kezeli a széles és változatos szándékos agyi tartalmakat, pl. a célok, objektumok, problémák, tervek, akciók, környezetek, stb. típusainak választékát, ez foglalkozik az új szituációkkal, felhasználva a régi ismereteket, új módon kombinálva és transzformálva azokat..
- **Produktív lustaság:** Nem elegendő elérni egy eredményt: az intelligencia lényege abban is van, hogy hogyan értük el. A produktív lustaság a felesleges munka elkerülését jelenti.

22. Mekkora az IQ értéke annak a 2 tízéves iskolásnak, akiknek az MK-ÉK differenciája +2;-2? (6p)

$$IQ = \frac{ÉK + (MK - ÉK)}{ÉK} \cdot 100; +2 \Rightarrow IQ = 120; -2 \Rightarrow IQ = 80$$

23. Ismertesse a propozíciós logika szintaxisát! (5p) Adja meg a tétel, tételbizonyítás fogalmát és a rezolúciós módszer lépéseit! (5p)Jelkészlet

• Elválasztójelek: , () []

• Logikai operátorok (műveleti jelek): {csökkenő precedenciasorrendben}

$\neg$	$\wedge$	$\vee$	$\rightarrow$	$\equiv$
negáció	konjunkció	diszjunkció	implikáció	ekvivalencia,
'nem'	'és'	'vagy'	'ha ... akkor ...'	'akkor és csak akkor'
			'következik'	'azonos'

• Logikai változók (ítéletváltozók): $p, q, r, \dots$

• Logikai konstansok (ítélet-, predikátumkonstansok): T, F (True, False), (igaz, hamis).

• A propozíciós logika (kijelentéskalkulus, ítéletkalkulus) **formuláit** a jelkészlet elemeiből a **szintaxis szabályai** szerint építjük fel:

• **Atomi formula** (atom)

• Minden ítéletkonstans atom: **T, F**

• Minden ítéletváltozó atom: **p, q, r, ...**

• **Formula** (jól formált formula):

• Minden atomi formula egyben formula

• Ha **A** és **B** formulák, akkor a $\neg A, A \wedge B, A \vee B, A \rightarrow B, A \equiv B$ kifejezések is formulák.

24. Adja meg a rezolúció algoritmusát! (5p)

A rezolúció algoritmusa:

Procedure Rezolúció

1. KLÓZHALMAZ feltöltése

2. do

3. Rezolválható klózpár C_i, C_j kiválasztása a KLÓZHALMAZ-ból

4. Rezolválás: $C_{ij} \leftarrow R(C_i, C_j)$

5. KLÓZHALMAZ bővítése C_{ij} rezolvenssel

6. while $C_{ij} \neq \text{NIL}$

End

25. Melyek a hangjel feldolgozásának lépései a beszédfelismerés során? (3p) Mi a transzformációk célja? (1p) x2Lépések:

• Mintavételezés, kvantálás

• Jellegzők kinyerése, keretekben, azonos időintervallumokban

• Vektorkvantálás: a jellegzők hiperterének régióihoz rendelése a keretek jellegzővektorainak.

Cél:

• az információ csökkentése és a jellegzők kiemelése.

• A beszédfelism. célja a beszélőktől független, de a beszédre jellemző paraméterek kinyerése

• A beszélőfelism. ezzel szemben éppen a beszélőkre jellemző paraméterek kinyerését jelenti.

26. Mi a különbség a tudás és az ismeret között? (3p)

tudás = az elvégzendő feladat végrehajtásában hasznosnak bizonyuló bármely ismeret

27. Mi a lényege a protokoll elemzésnek? (2p)

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.

28. Mi a lényege a tudáselem-indexelésnek? (2p)

Lényege az átirat tagolása rövid szövegrészekre, melyeket indexekkel látnak el. Egy ilyen egység célszerűen megfelel egy **tudáselemnek**, azaz egy elemi feladatnak, állításnak, vagy adategyüttesnek.

29. Mi a tudáskinyerési folyamat négy fő szakasza? (2p) (4p)

1. Az előzetes tudás és problémataromány feltárása
2. Az információforrások beazonosítása
3. A részletes tudás kinyerése a forrásokból
4. A kinyert tudás elemzése, kódolása és dokumentálása.

30. Mi az azonos és mi az eltérő az automatikus programozás generikus és genetikus módszere között? (4p) x2**Generikus**

- Az automatikus programozás egyik módszere az általános algoritmusokra (generic algorithms) épít. Az általános algoritmusok egyszerű programozási feladatokra adnak megoldást, például egy sorozatot rendeznek.
- A felhasználó feladata a konkrét programozási feladat és a generikus algoritmusok közötti kapcsolat megadása, pl. hogyan feleltethető meg a generikus algoritmus valamelyik absztrakt adata a konkrét probléma egy jellemzőjének.
- Ha a megfeleltetés adott, egy fordítási folyamat eredményeként egy specifikus algoritmust kapunk, amely már konkrétan megoldja a kitűzött feladatot.
- A generikus algoritmusok és a feladatok egymáshoz rendelése grafikus segédlettel is történhet.

Genetikus

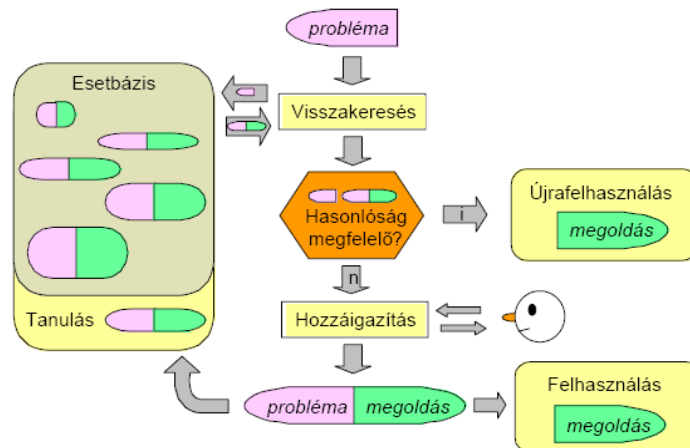
- A genetikus programozás a probléma egy magasszintű meghatározásából kiindulva képes automatikusan előállítani működő számítógépi programokat.
- Véletlenszerűen generált ezernyi ősprogram halmazából indulva, a programok populációja folyamatosan javulva fejlődik sok generáción át. Az **evolúciós keresés** a legrátermettebb és természetesen felbukkanó mintázatokkal rendelkező műveletek túlélésének darwini elméletét alkalmazza, köztük a keresztezést (szexuális rekombinációt), a mutációt, génduplikációt, géntörést, valamint bizonyos fajtáit a fejlődési folyamatnak amelyek által az embriók kifejllett organizmusokká váltak.

31. Mire szolgál az adatbányászat, a szimbolikus számítás és a beszédfeldolgozás? (6p)

- Az adatbányászat az adatbázis alkalmazások egyik területe amely rejtett összefüggések, mintázatok után kutat nagy adathalmazokban. Például, segíti a szolgáltató vállalatoknak megtalálni az azonos érdeklődésű vevőket. Az adatbányászat kifejezést rendszerint helytelenül használják olyan szoftverek meghatározására, amelyek új módon prezentálják az adatokat. Az igazi adatbányászati szoftverek nem csak az adatok prezentálását változtatják meg, hanem korábban nem ismert összefüggéseket is feltárnak az adatok között.
- Matematikai levezetések, algebrai manipulációk, deriválás, integrálás azonosságainak, trigonometrikus, logaritmikus, stb. azonosságoknak az alkalmazása szimbolikus alakban adott feladatok megoldására.
- Az emberi beszéd gép által kezelhető, szöveges formára alakítása, végső célként, a nyelvfeldolgozással egyesítve a beszélt nyelv gépi megértése céljából.

32. Miért van szükség tudásszemléltetésre? (3p)

- 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 tárkapacitás.

33. Mi az esetalapú következtetés lényege? (2p) Adja meg a módszert ábrával! (4p)**34. Milyen eredményekre támaszkodott az ötödik generációs japán számítógép projekt? (3p)**

- VLSI technológia, mint lehetőség: szilícium alapú logikai kapuk néhány száz picosecundum alatti javítottással (1 picosec = 1 sec / 1000millió; a fény 100 picosec alatt 3 cm-t tesz meg.);
- szupravezetők;
- optikai technológia (képfeldolgozáshoz természetes);
- párhuzamos feldolgozás, pl. a *J.B.Dennis* által kidolgozott adatvezérelt működés, mely lehet:
 - adatmeghajtású (ha van input, elvégzi a számítást),
 - igénymeghajtású (a számítást akkor végzi el, ha már szükség van az outputra);
- párhuzamos számítási algoritmusok, -programozás;
- tudásszemléltető és feldolgozó nyelvek: LISP, PROLOG.

35. Milyen jelentési szinteket különböztetünk meg a mondatértelmezésnél? (4p)

Szintaktikai, szemantika, pragmatikai, intencionális.

36. Milyen összefüggés van Hugh Loebner és Alan Turing között? (3p)

A Loebner – díj: Hugh Loebner 1990-ben 100 000\$-os díjat és egy arany medált tűzött ki annak a nyertesnek, akinek a beszélgetőprogramja elsőként teljesíti a Turing tesztet. Egy 2000\$-os kisebb díjat és egy bronz medált minden évben elnyer az a program amely a legszínvonalasabb párbeszédet folytatja emberrel.

37. Milyen tulajdonságai alapján nevezhetünk egy mobiltelefont ágensnek? (3p)

Érzékeli és beavatkozik a környezetébe.

38. Milyen eredmények fűződnek a szimbolikus logika terén Bertrand Russell nevéhez? (2p)

Bertrand Russell (1872-1970)

- Frege-től függetlenül ugyanoda eljutott
- Hézagok az elődök munkáiban: logikai **paradoxonok**.
- "Az osztályok osztálya eleme-e önmagának?"
- **Típuselmélete**: magyarázat a paradoxonokra.

39. Mit értünk az IQ tesztek megbízhatóságán és érvényességén? (2p)

- **Érvényesség:** azt mérje, amit mérni szeretnénk
- **Megbízhatóság:** ismételve közel ugyanolyan eredményt adjon.

40. Mutassa be tömören, rajzzal a fuzzy logika szabályalkalmazásának működését a következő szabályokkal:

IF testsúly = nagy ÉS reflex = gyors THEN alk_szumonak = nagy

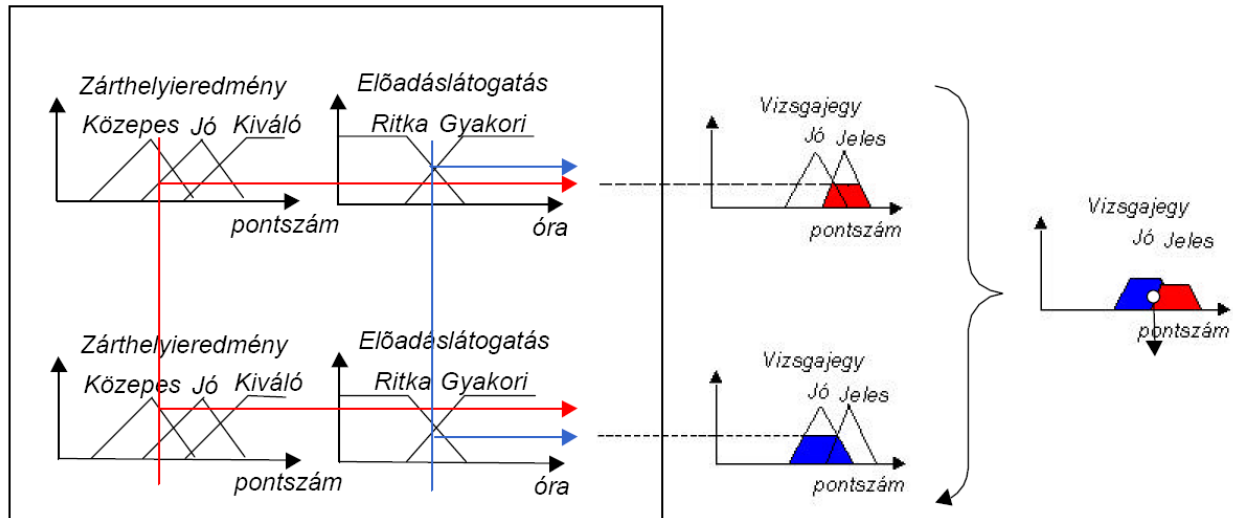
IF testsúly = igen ÉS reflex = közepes THEN alk_szumonak = közepes (8p)

IF proc_telj = kiváló ÉS mem = nagy THEN szgep = nagytelj

IF proc_telj = átlagos ÉS mem = közepes THEN szgep = normal (8p)

If Zárthelyieredmény = Jó ÉS Előadáslátogatás = Ritka then Vizsgajegy = Jeles

If Zárthelyieredmény = Közepes ÉS Előadáslátogatás = Gyakori then Vizsgajegy = Jó

**41. Sorolja fel a mesterséges intelligencia 14 alkalmazási területét! (7p) x2**

- logikai játékok (logical games)
- tételbizonyítás (theorem proving)
- automatikus programozás (automated programming)
- szimbolikus számítás (symbolic algebraic computation)
- látás, képfeldolgozás (vision)
- robotika (robotics)
- beszédfelismerés (voice recognition)
- természetes nyelvek feldolgozása (natural language processing)
- korlátozás kielégítés (constraint satisfaction)
- cselekvési tervek generálása (planning)
- szakértőrendszerek (expert systems)
- mesterséges neurális hálózatok (artificial neural nets).
- adatbányászat (data mining)
- ágensek, multi-ágensek (agents, multi-agents).

42. Adja meg a genetikus algoritmushoz a fenotípusról genotípusra való leképezést!

- Leképezés fenotípusról genotípusra

Feladata minden egyes állapothoz egy karaktersorozat, azaz bitminta hozzárendelése. A leképezés kihat az alkalmazható operátorokra, végeredményben a GA hatékonyságára.

Példák egyszerű esetekre:

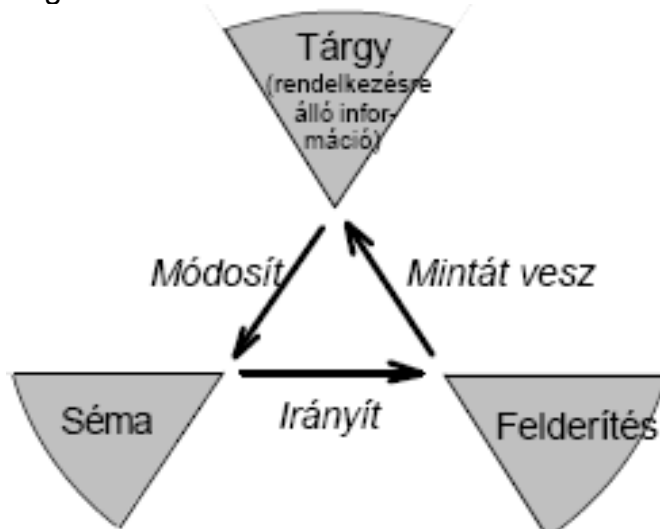
- Fenotípus: 12 zöld, vagy piros téglalapból álló sorozat.
Genotípus: 12 bites bináris szám, piros: 1, zöld: 0.
Optimum: minden téglalap piros.
- Fenotípus: $m \times n$ méretű fekete-fehér bittérkép alakjában adott kép.
Genotípus: $m \times n$ elemű bináris szám, fekete: 0, fehér: 1.
Optimum: két fekete átló a bittérképen.

43. Melyek a jó heurisztikus keresőfüggvények jellemzői?

Heurisztikus kiértékelő függvényként gyakran alkalmazzák az n állapotból a Cél elérésének költségére vonatkozó becslést. A jó függvény nem becsüli túl a költséget és a Cél állapotra 0 értéket ad.

44. Ismertesse az észlelési jellmező vonásait adja meg az észlelési körfolyam ábráját! (5p)

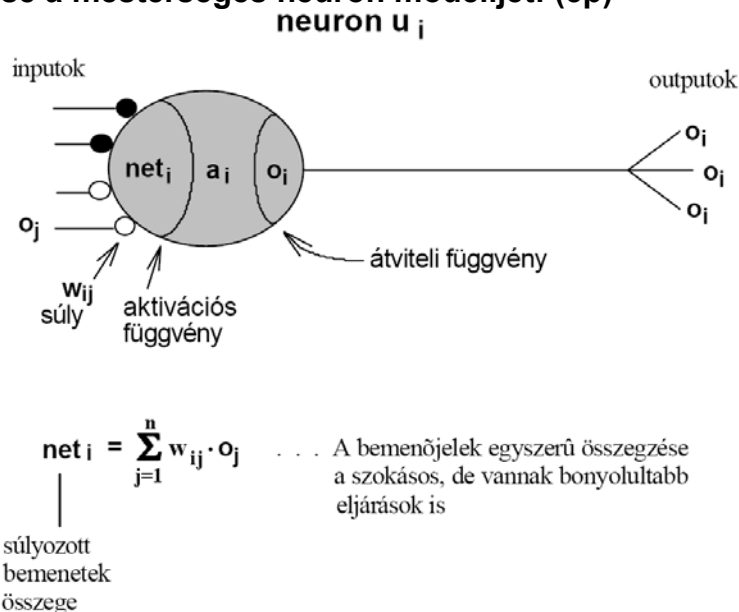
- Minden észlelő szervezet bír olyan **struktúrákkal**, melyek révén képes akörnyezet bizonyos aspektusait megragadni, míg mások nincsenek rá jelentős hatással.
- Az észlelés és a megismerés a külvilággal való olyan **kölcsönhatás**, melynek révén az észlelő nem csak új információhoz jut, hanem meg is változik, **átalakul**. Az élőlények pszichikumát jelentős részben a megismerési foly. hozzák létre. Nem tagadható azonban **öröklött** összetevők léte sem.
- Az észlelés irányításában korábban kialakult (agyi) struktúrák (**sémák**) játszanak meghatározó szerepet és ezek **irányítják az észlelést**, melynek eredményeként módosulnak. (Vesd össze: neuronháló súlyainak alakulása a tanulás során.)
- A jelen észleleteiben szerepet játszanak, hatást gyakorolnak *a közvetlen múlt és a távoli múlt* emlékképei egyaránt. A megismerésben közreműködhet az emlékezés, azaz a múltbeli tapasztalatok felidézése, miként a képzelet, a gondolkodás is. Ezen működések ugyanazon alapvető kognitív struktúráknak az alkalmazásai. (V.ö.: neuron-hálózat)
- "Az, hogy a **hallgató mit fog fel** az érveléséből, nemcsak attól függ, amit mondok, hanem attól is, hogy *mit tud* (és *hisz*) mielőtt beül a terembe.,,
- Az észlelést *a pszichikum irányítja*. Eltérő személyek ua. dolog **más-más oldalát** veszik észre.
- A **sémák anticipációként** (előrevetítés, előzetes elképzelés) működnek, *olyan közvetítőként, melyek kihatnak a személy jövőbeni tevékenységére*. A korábban megszerzett ismeret beágyazó környezetként szolgál új ismeretek számára. A sémák keletkezésükhöz képest időbeli, térbeli és esetbeli eltolódással részinformációk által felszínre kerülve előrevetítik az esetek hiányzó összetevőit, folyamatok folytatódását, megvalósítva ezáltal az **emlékezetet**.



A rendelkezésre álló információ beépül a sémába módosítva azt, a séma irányítja a további információk felderítését, mindezt egy körforgásban, egyre bővítve, finomítva a világ egy részének séma általi leképezését.

45. Adja meg C. Hewitt által leírt nyílt MI rendszerek jellemzőit! (5p)

- Folytonos változás és fejlődés
- Decentralizált döntéshozatal
- Folytonos inkonzisztencia a tárolt ismeretek között
- Kommunikációigény a rendszerkomponensek között
- A zárt világ feltételezés lehetetlensége.

46. Ábrával ismertesse a mesterséges neuron modelljét! (5p)**47. Ismertesse a mesterséges neuron átviteli függvényeit! (3p)**

- Lineáris
- Lineáris küszöb függvény
- Lépcsős függvény
- Szigmoid függvény (a leggyakrabban alkalmazott)
- Egyéb, pl.: Gauss-féle (haranggörbe), tangens-hiperbolikus függvény.

48. Ismertesse a limbikus rendszer szerepét! (3p)

A limbikus rendszer a mag ösztönös, reflexszerű tevékenysége feletti ellenőrző szerepet lát el. A halak, hüllők, azaz kezdetleges limbikus rendszerrel bíró állatok az alapvető tevékenységeket a fajra jellemző ösztönös mintákat követve, reflexszerűen hajtják végre. A magasabbrendű élőlények, emlősök, madarak esetében a fejlettebb limbikus rendszer változatosabb magatartásformákat eredményez a táplálkozás, szexualitás, csoportos éviényeségek esetében. A limbikus rendszer közreműködik az emóciók, érzelmek megnyilvánulásában is.

49. Ismertesse a Kognitív térképek lényegét részeit!

Tolman, (1948) A kognitív térképek a **térbeli világról** az agyunkban meglévő emlékek összessége, amely alapján a térbeli világban tájékozódunk.

Jellegzetes elemeik:

- az ösvények (pl. utcák)
- a csomópontok, az ösvények találkozási pontjai (pl. terek)
- a területek, melyeket azonos földrajzi tulajdonság jellemez (pl. lakótelep)
- a szélek, a területek határai (pl. folyók).

50. Hogyan működik a képzelet?

A *képzeleti* képek nem mások, mint "**központilag kiváltott érzékletek**". Az észlelés ingerei is az agyból származnak.

"Valamely nem valóságos dolog elképzeléséhez csupán arra van szükség, hogy leválasszuk a vizuális készenléteket a várt valóságos történések általános fogalmáról, és egy másfajta sémába ágyazzuk bele."

Pl: "Kétszarvú bika sémájában a kettő részsémát variáljuk, lecseréljük az egy sémájára és létrejön a valóságban nem létező egyszarvú"

A **sémák részeinek leválasztása és kombinálása** más részsémákkal eredményezi a **magasabb mentális folyamatok** alapját (képzelet, nyelv).

51. Adja meg a mesterséges neuron átviteli függvényeinek fajtáit! Mekkora bemenetnél ad a tanult szigmoid függvény 0,5 értéket?

Lineáris, Lineáris küszöb függvény, Lépcsős függvény, Sigmoid függvény (a leggyakrabban alkalmazott), Egyéb, pl.: Gauss-féle (haranggörbe), tangens-hiperbolikus függvény.

$$o_i = \frac{1}{1 + e^{-a_i}} \rightarrow 0,5 = \frac{1}{1 + e^{-a_i}} \rightarrow 1 = 0,5 \cdot (1 + e^{-a_i}) \rightarrow 1 = e^{-a_i} \rightarrow \underline{\underline{0 = a_i}}$$

52. Mi az agy három fő részének neve? (2p) Mi a retikus rendszer szerepe, hol található? (3p)

Az agyat az *evolúciós fejlődésnek megfelelő három hierarchikus részre tagolhatjuk*:

• központi mag; • limbikus rendszer; • agyféltekék..

A retikuláris rendszer az álom, az ébrenlét, a koncentráció szintjét szabályozza. Mivel minden szenzoros idegcsoporthoz érkezik ide idegrost, képes az agykéregbe kerülő ingerek megszüntetésére, tudatosulásuk megakadályozására.

53. Ismertesse az emlékezet és a felejtés jellemzőit, működését!

Emlékezet:

Az agyi változások, sémamódosulások megtartási és felidézési képessége. Nem más, mint **információ anticipáció** (előhívás, előrevetítés, előzetes, elképzelés).

• **Rövidtávú:** Hány óra van? Öt múlt tíz perccel.

• **Hosszútávú:** Sikerült a zárthelyim? Sajnos, nem.

• A **megtartási idő** hossza függ: • Ismétléstől • Bevésési emóció erősségétől.

Felejtés:

A **felejtés**, a sémák leépülése, amely ténylegesen fellép, inkább a beágyazott **séma kisebb részleteit érinti**, nem pedig az egész befoglaló struktúrát. Kutatások kimutatták, hogy egy mondat, vagy történet **általános jelentése** sokkal tovább **fennmarad**, mint a szavaké, amelyekből a történet felépül.

Fajtái:

• **Inaktivitásból**, használatlanságból eredő **tartós** megtartás-csökkenés. Közepes meredekségű. „Amit nem használnak, az elszorad. Amit megtámogatnak, az is.”

• **Interferenciás**, más tanulással való kölcsönhatásból eredő **tartós** felejtés.

Proaktív: az előző tanulás hatása a vizsgált tanultak megőrzésére. Enyhe meredekségű.

Retroaktív: a rákövetkező tanulás hatása a vizsgált tanultak megőrzésére. Ez okozza a legmeredekebb felejtést.

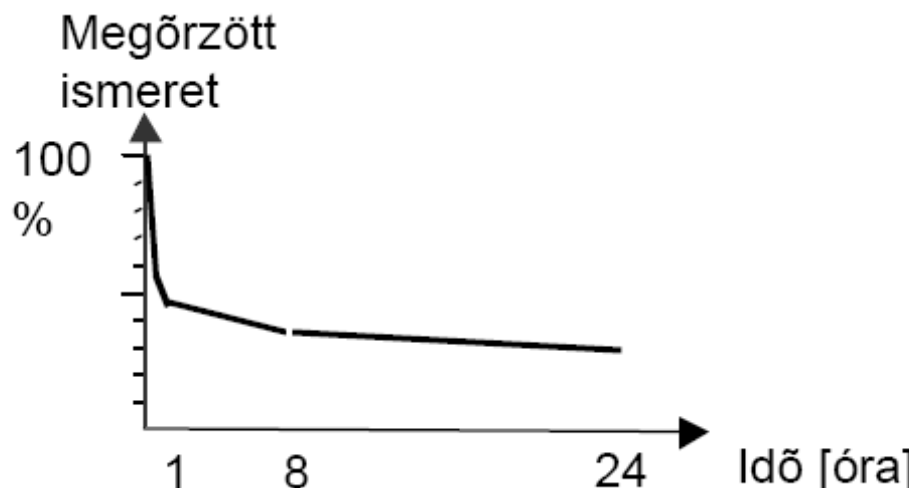
• **Elfojtásos**, legátlásos **időleges** felejtés. (Pavlov, Freud)

54. Adja meg a kognitív pszichológia vizsgálati módszereinek fejlődési fázisait és kutatóit! (6p)

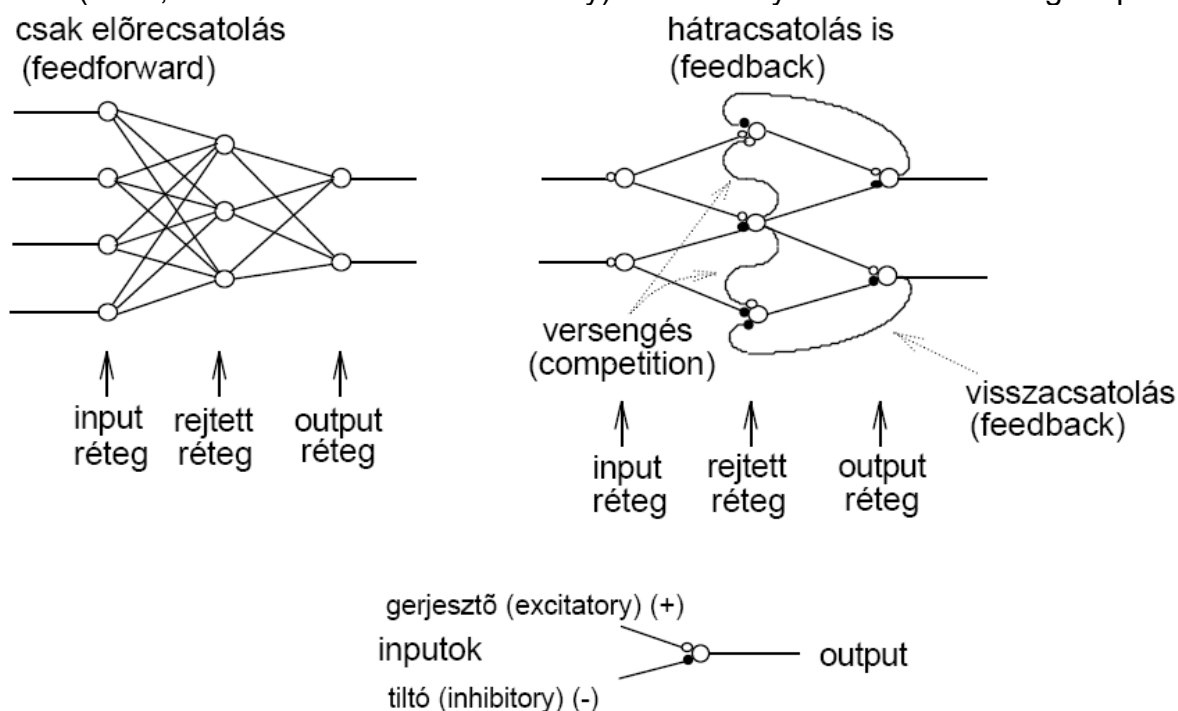
- **Introspekción** = önmegfigyelés (gond: a megfigyelés zavarja a megfigyelt folyamatot). *G.Humphrey* és *E.G.Boring* szerint az introspekción **tisztán nem** alkalmazható. A pszichikum csak közvetve tanulmányozható, pl. **fekete doboz** módszerrel: input és arra adott válasz elvezethet a belső működéshez. Következtetés a viselkedésből a gondolkodásra.
- **Pszichoanalízis (Freud):** 1820-ban *Herbert* felvetette a **nem tudatos** működések fontosságát. A gondolat kiteljesedését *Freud* műveiben találjuk meg. *Freud* tanítása szerint a **libidó** késztetései jelentik az emberi motivációk kiemelkedő forrásait. Hangsúlyozta a **tudatalatti** működések erőteljes jelenlétét a pszichikum működésében, ami mellett a tudatos működés csak egészen kis részt foglal el. (Úszó jéghegy jelkép.)
- **Behaviorizmus (Watson):** *Watson* és követője, *Skinner* azt tanította, hogy az emberek csaknem **végtelenül alakíthatók**, valamint hangsúlyozták az emberi **viselkedés** következményeinek **fontosságát** szemben az azt kísérő lelki működéssel. A pszichoanalízis és a behaviorizmus nézetei 1945-1960-ig domináltak, a kognitív folyamatokat azonban szinte teljesen figyelmen kívül hagyták.
- **Kognitív pszichológia (Piaget, 1980):** a **kognitív pszichológia** a figyelmet, az észlelést, az emlékezetet, a felejtést, az alakfelismerést, a problémamegoldást, a nyelv pszichológiáját, az értelmi fejlődést és sok más problémát vizsgál. A kognitív pszichológia előretörését a **számítógép megjelenése inspirálta**. A számítógép néhány, az emberi agyi funkciókra emlékeztető működése megerősítette, hogy a kognitív folyamatok valóságosak, vizsgálhatóak és talán megérthetők.

55. Mikor kerül egy neuron refrakter állapotba? Mit jelent a depolarizáció? (4p)

- A kisülés után **refrakter** (ingerelhetetlen) állapotba kerül, ezalatt feltöltődik.
- Az **idegsejt** alaphelyzetben **negatív** töltésű, míg a **külvilág pozitív**. Ezt a helyzetet a féligáteresztő sejthártya **ionpumpa**-működése okozza. Az ingerek, idegimpulzusok terjedése alapvetően *vegyi-elektromos úton*, *ionpumpák* sokaságának működésével zajlik. Az ioncsatornák szelektív módon a következő ionfélések valamelyikét engedik csak tovább: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Az idegsejteket éró ingerek pozitív **nátriumionok** formájában a dendriteken keresztül bejutnak a sejtestbe, és ott akciós potenciált, **depolarizációt** hoznak létre.

56. Milyen lefutása van a felejtési görbének?**57. Ábrákkal ismertesse a feedforward és a feedback elrendezésű hálókat!**

A neuronokat egymáshoz kapcsolják, és a rendszer általános viselkedését ezen kapcsolatok struktúrája és erőssége (w_{ij}) adja meg. A neuronokat csoportokba, vagy rétegekbe rendezik el. Az egyetlen réteget alkotó, egymással kapcsolódó neuronok hálózatát gyakran *tartalom által címezhető memóriának* (CAM, Content Addressable Memory) nevezik. Gyakoribb a többrétegu topológia:



58. Ismertesse a Kínai szoba gondolaatkísérletet és a rá adott válaszokat! (5p)

"Vegyünk egy nyelvet, amelyet nem értünk. Én például nem tudok kínaiul. Számomra a **kínai** írás megannyi értelmetlen krikosz-kraksz. Most tegyük fel, hogy magamra hagynak egy szobában, ahol kosarakban kínai írásjelek vannak, ezenkívül pedig kapok egy angol nyelvű szabálygyűjteményt, amely megmondja, hogyan kell bizonyos kínai írásjeleket összekapcsolni más kínai írásjelekkel. A szabályok a jeleket teljes egészében az alakjukkal azonosítják, és nem teszik szükségessé, hogy bármelyiket is értem közülük. A szabályok például ilyen előírásokat tartalmazhatnak: 'végy egy így és így tekergő jelet az egyes számú kosárból és tegyél mellé egy ilyen meg ilyen kacsaringót a kettes számú kosárból.' Képzeljük el, hogy kínaiul tudó emberek kis szimbólumhalmazokat adnak be kívülről, én pedig válaszképpen átalakítom ezeket a szabálygyűjtemény utasításai szerint, majd az új szimbólumhalmazt visszajuttatom. Ez esetben a szabálygyűjtemény a 'számítógépprogram', akik írták, azok a 'programozók', én pedig a számítógép vagyok. A szimbólumokkal teli kosarak alkotják az 'adatbázist', a beadott szimbólumhalmazok a 'kérdések', az általam visszajuttatottak pedig a 'válaszok'. Most tegyük fel: a szabálygyűjteményt úgy állították össze, hogy a 'kérdésekre' adott 'válaszaim' megkülönböztethetetlenek egy született kínai feleleteitől. ... Ezzel **kiálltam azt a Turing próbát**, amely azt vizsgálja, tudok-e kínaiul. Ennek ellenére valójában egyáltalán nem tudok kínaiul. ... A digitális számítógépek (is) csak manipulálják a formális szimbólumokat a programban foglalt szabályok szerint."

• A rendszerelvi válasz (Berkeley)

„Miközben igaz az, hogy a szobába zárt egyetlen személy nem érti meg a történetet, valójában a helyzet az, hogy o csak egy része a teljes rendszernek, és a **rendszer az, amely a történetet megérti...**”

• A robot válasz (Yale)

„...Tételezzük fel, hogy egy **számítógépet teszünk a robot belsejébe**, és ez a számítógép ... ténylegesen oly módon működtetné a robotot, hogy amit a robot csinálna, az nagyon hasonló lenne az érzékeléshez, járáshoz, mozgáshoz, szögbeveréshez, evéshez, iváshoz – bármihez, amit csak akarunk....”

• Az agyszimulátor válasz (Berkeley és MIT)

„Tételezzük fel, hogy olyan programot tervezünk, amely...a **neuronkiszülések tényleges sorozatát szimulálja** a szinapszisoknál, ahogyan az az anyanyelvű kínai agyában zajlik,...Nos, ebben az esetben bizonyára azt kellene mondanunk, hogy a gép megértette a történeteket, és amennyiben ezt tagadjuk, vajon nem kellene-e azt is tagadnunk, hogy az anyanyelvű kínaiak megértették a történeteket?”

59. Ismertesse a szélességben először keresés algoritmusát, jellemzőit! (3p)

- Egy adott mélységi szint csomópontjainak mindegyikét kiterjeszti, mielőtt a következő mélységi szintre lépne. Az eljárás: • Teljes; • Optimális (amennyiben az útszakaszok egyforma költségűek)
- Időigénye b^d , (meredeken nő a mélységgel); • Tárigénye b^d , (meredeken nő a mélységgel).

60. Ismertesse kimerítően a keret alapú tudásszemléltetés témakörét! (10p)

A keretek a valós világra vonatkozó ismereteket oly módon reprezentálják, hogy **egyesítik** az objektumokra, tevékenységekre és eseményekre vonatkozó **deklaratív leírást** azon információk előállítására vonatkozó **eljárások megadásával**, melyek célok elérésének, információk megszerzésének módjára vonatkoznak, ily módon túllépve több olyan problémán, mely a szemantikus hálót jellemezte.

- A keret tudásábrázolási forma bevezeti a **prototípus** fogalmát, mely azt a felismerést tükrözi, hogy az emberi ismerettárolás sok **sztereotip leképezést** tartalmaz.
 - A valós, vagy elvont objektumokat, fogalmakat reprezentáló keretek **hierarchikus keretrendszerre** kapcsolódnak össze az ismeretábrázolás során.
 - A keret alapú ismeretszemléltetés a szemantikus háló továbbfejlesztésének tekinthető.
- A szemantikus hálókkal **megegyező** tulajdonságok:
- Hierarchikus egyed - alosztály - osztály szerkezet.
 - Tulajdonság öröklítés, mely kiterjed a procedurális tulajdonságokra is. Konfliktusok feloldása specifikusság, prioritás, vagy alapértelmezés figyelembe vételével.
 - Hasonló számítógépes reprezentáció: keretek - memóriahelyek; kapcsolatok - mutatók. Gyors működés.
 - Keretkezelő program a következtetés, problémamegoldás kivitelezésére, de jóval gazdagabb feladatkörrel.

• Grafikus ábrázolás használható, de a grafika inkább a keretleíró nyelvek támogatója. (Lásd KappaPC szoftvert.)

• Rugalmas tudás bővítés, módosítás, törlés.

A szemantikus hálókön **tűlmutató** tulajdonságok:

• Egységbefoglalás: objektum, attribútumok, értékek, deklaratív és procedurális összetevők. Slot - filler, attribútum - érték párok, speciális attribútum a keret neve.

• Az attribútumok és attribútum-értékek megadása más keretekre való utalással, többszörös egymásba ágyazással is lehetséges.

• Default, alapértelmezett értékek szolgálják a kérdések megválaszolását.

• A procedurális ismeretszemléltetés részeként értékeket előállító függvények, az értékváltozásokra működésbe lépő mechanizmusok, eseményvezérelt démon rendszer működik.

IF_NEEDED; IF_ADDED; IF_MODIFIED; IF_DELETED démonok működésének eredményeként dinamikus, élő rendszerek 19 alakíthatók ki.

• Az attribútumok értékkeszletére, értéktartományára, alap (default) értékére adhatunk meg előírásokat.

• A keret tudásábrázolás sokkal elterjedtebb, mint a szemantikus háló, mivel gyakorlatilag annak összes tulajdonságát magába foglalja. Speciális **keretkezelő nyelveket** hoztak létre a keretek használatának megkönnyítésére (FRL, KRL, OWL, NETL, KL-ONE, ART, stb). Ezenkívül több **hibrid**, azaz többféle tudásszemléltetési módszert egyesítő rendszerben is alkalmazásra került (KappaPC, Level5 Object, Nexpert Object/Smart Elements, Aion Development System, CBR Express, stb.).

61. Mi volt a dedikált hardver alkalmazásának célja és melyik témakörnél említettük? (2p)

A szakértőrendszer alkalmazások futtatására szolgáló **dedikált** hardver jelentősen eltér a hagyományos alkalmazások futtatására előnyös hardvertől. A fő eltérések:

• Adattípus szerinti memóriaelérés

• Egyfelhasználós kivitel

• LISP célprocesszor.

A szimbolikus szoftverek futtatására szánt hardvernél kiemelt fontosságú a nagy sebesség. Napjaink tendenciája, hogy a hagyományos hardver nagyfokú teljesítménynövekedésének, árscökkenésének és elterjedtségének köszönhetően előtérbe kerül a mesterséges intelligencia alkalmazások céljaira, köztük a szakértőrendszerek futtatására is.

62. Adja meg a szakértőrendszerek fejlesztői és felhasználói interfészének elemeit! (7p)

Fejlesztői interfész

Editor

Monitor eszköz

Érvényesítő, debug

Felhasználói interfész

Magyarázó modul

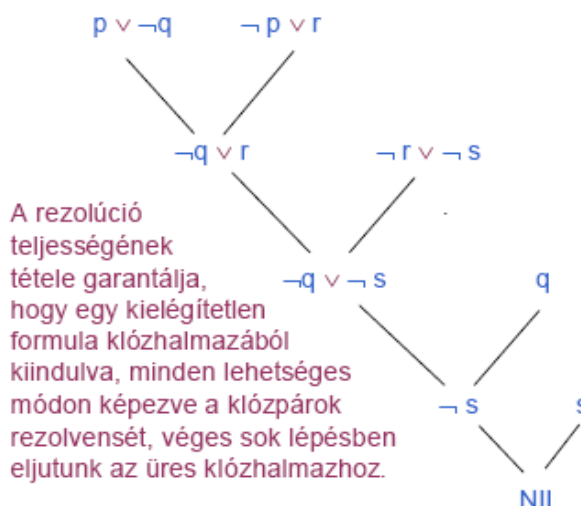
Felhasználói felület

Oktató (tutor) modul

Programkapcsolódási felület

63. Adjon meg 6 klózt és mutassa be velük a rezolúció ciklikus működését, mely üres halmazra vezet (6p)

KNF: $(p \vee \neg q) \wedge (\neg p \vee r) \wedge (\neg r \vee \neg s) \wedge q \wedge s$



64. Mutassa be az agyféltekék funkcionális tagoltságát! (5p)

Az agykéreg fő területei:

- amotoros terület,
- aszomatoszenzoros terület,
- azasszociációs területek.
- alátóterület,
- ahallóterület,

A **motoros terület** felel a *tudatos testmozgásokért*. Ezen terület ingerlése akaratlagosan nem gátolható mozgásokat vált ki, sérülése a megfelelő mozgásos készség kiesését okozza. A test baloldalát a jobb agyfélteke képezi le, és viszont.

A **szomatoszenzoros** (testérzo) terület felel a *hideggel, meleggel, fájdalommal, testhelyzetekkel és a tapintással* kapcsolatos ingerek felfogásáért. Itt is megfigyelhető a bal-jobb csere.

A **látóterület** felel a látványinformációk feldolgozásáért. A retina félgömbje egy bal és egy jobb negyedgömbre tagolódik. A balból a bal agyféltekébe, a jobból a jobb agyféltekébe mennek az idegek, azaz a bal agyfél a szemlencsében megcserélődő jobb kezét látja.

A **hallóterületek** a halántéki lebenyekben találhatók és főleg a *hangok időbeli mintáinak feldolgozásában* játszanak szerepet. Mindkét fültől haladnak idegek mindkét agyféltekébe, de az ellenoldali területek erőteljesebbek.

Az **asszociációs területek** kezelik mindazokat a szellemi tevékenységeket, melyek nem motoros, és nem is szomatoszenzoros ingerek feldolgozását jelentik, hanem a *magasabb szintű mentális folyamatokhoz kötődnek, pl. a beszéd, gondolkodás*.

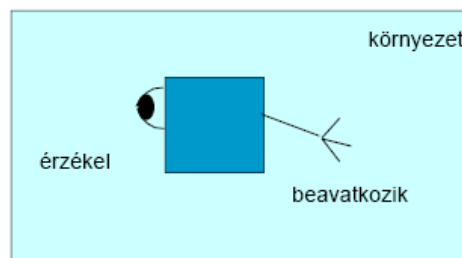
Beszédkésztségünk a bal agyféltekében található **Broca-mezo** fejlettségétől, beszédértésünk színvonala pedig a **Wernicke-mezo** fejlettségétől függ. Atéri és a zenei képességek a jobb agyféltekében lakoznak.

65. Ismertesse a reaktív ágens tulajdonságait ábra és szavak segítségével! (3p)

Az ágens bővebb értelmezése: valami, aminek

- környezete van, önállósága van,
- érzékeli környezetét,
- beavatkozik a környezetébe.

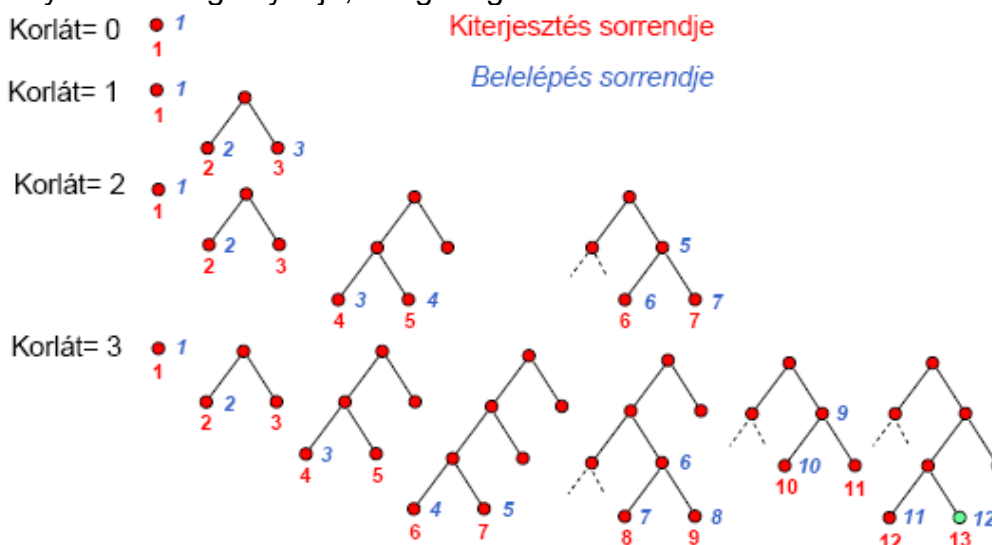
} reaktív



Reaktív ágens

66. Ismertesse az iteratív mélyítés elvű keresést, ábrákkal, szavakkal! (6p)

Cél: a korlátmegadás problémájának elkerülése azáltal, hogy nulla korlátmélységről indulva egy-egy szinttel növeli a korlátmélységet. Minden egyes korlátmélységnél elvégez egy mélységben először keresést. A korlát mélyítését addig folytatja, amíg megoldást nem talál.



Az iteratív mélyítés előnyei:

- Öröklí a mélységben először keresés alacsony memóriaigényét.
- Rendelkezik a szélességben először keresés teljességével.
- A mélységben először kereséssel szemben nem tárja fel a fa megoldástól mélyebb részeit.
- Időkorlátos feladatokhoz előnyös, mert a keresés bármikor megszakítható.

Az iteratív mélyítés tulajdonságai:

- Teljes
- Optimális (költség a lépések száma)
- **Időigénye** az újrakezdések ellenére **nagyságrendileg nem változik** a mélységben először bd értékéhez képest. Erről meggyőző a következő példa: $b=10$, $d=5$ paraméterek mellett egy egyszerű keresőgráf csomópontjainak száma: $1+10+100+1000+10000+100000 = 111111$. A legmélyebb szint csomópontjait egyszer hozza létre a kiterjesztés, az eggyel magasabban lévőket kétszer és így tovább. Emiatt a csomópontok száma az iteratív mélyítésnél: $6+50+400+3000+20000+100000 = 123456$, azaz nagyságrendileg ugyanaz. A b növelésével egyre kisebb a számítási többlet, de $b=2$ esetén is csak kétszeres. • Memóriaigénye $b*d$, nagyon kedvező!

67. Hogyan definiálta Christopher F. Chabris a tudás fogalmát? (2p)

tudás = az elvégzendő feladat végrehajtásában hasznosnak bizonyuló bármely ismeret

68. Milyen szintjei vannak a gépi fordításnak? (3p)

A gépi fordítás szintjei a fordítás minősége szerint a következők:

- tájékozódó fordítás (information acquisition)
- tényszerű közlésekre vonatkozó fordítás (denotative translation)
- igényes fordítás (connotative translations).

69. Adja meg a jelentés szintjeit, példával! (3p)

– Éva: Tudod, hogy Viktor ugyanúgy dohányzott, mint te?

– Imre: Nem. Miért, mi van vele?

– Éva: Tüdőrák. Feldobta a bocskorát.

– Imre: Szomorúan hallom.

"Feldobta a bocskorát."

– Szintaktikailag (formailag) egy múlt idejű állítmányt és egy tárgyat figyelhetünk meg.

– Szemantikailag (tartalmilag) azt jelenti: Felhajította a lábbelijét.

– Pragmatikus (valóságos) jelentése: Meghalt.

– A mondat intencionális (szándékolt) jelentése, célja a szöveggörnyezettel együtt Imre figyelmét felhívni, hogy ne dohányozzon annyit.

70. Ismertesse kimerítően a predikátum logika témakörét (szintaktika, szemantika)! (10p)

További elnevezések: elsőrendű predikátumkalkulus, vagy egyszerűen predikátumkalkulus.

• **Predikátum:** objektumok sajátságainak és az objektumok közötti kapcsolatok, viszonyok, relációk szimbolikus formában való megadására alkalmas állítás, mely egy adott interpretációban egyértelmű igaz, vagy hamis minősítéssel bír.

• **A predikátum logika jellemzői:**

• MI feladatok reprezentálására alkalmas (ld.: PROLOG).

• Kijelentéseink **tartalmát** is leírja, mivel az állítások az individuumkonstansok, individuumváltozók és individuumfüggvények révén egy tartomány (, alaphalmaz, domain) elemeire vonatkozhatnak.

• Az ítélet-, vagy logikai függvények, azaz a **predikátumok** használatával individuum paraméterektől függő igazságú állítások fogalmazhatók meg.

• Új logikai operátorok, a **kvantorok** segítségével kifejezhetjük a "minden" és a "létezik" fordulatokat is.

• Az interpretáció módja eltér a propozíciós logikáétól, és ebből eredően a predikátum logikában egy formulának **végtelen sok interpretációja** lehetséges az alaphalmaz, és az azon értelmezett függvények és predikátumok tetszőleges választhatósága miatt.

A predikátum logika szintaxisa

• **Jelkészlet:**

• **Elválasztójelek:** , () []

• **Logikai operátorok** (műveleti jelek): $\neg \wedge \vee \rightarrow \equiv$

• **Kvantorok:** univerzális kvantor ("minden"): $\forall$; egzisztenciális kvantor ("létezik" vagy "van olyan"): $\exists$.
(precedencia: $\forall \exists \neg \wedge \vee \rightarrow \equiv$)

• **Elemkonstansok** (individuumkonstansok): a, b, c,..., vagy nevek (például: János, asztal).

• **Elemváltozók** (individuum változók): x, y, z...

• **Függvényyszimbólumok** (individuumfüggvények): f, g, h,..., vagy például: testvére(Józsi) $\Rightarrow$ Laci

• **Ítéletkonstansok** (logikai konstansok): True, False.

• **Ítéletváltozók** (logikai változók): p, q, r...

• **Predikátumszimbólumok** (logikai függvények): P, Q, R,..., vagy például: testvérek(x, y), P(x,y).

• **A jelkészlet elemeiből a kifejezések 3 osztálya alkotható meg:**

Term-ek, Atomik formulák (Atomok) és Jólformált formulák (Formulák).

• **Term** (individuum konstans, individuum változó, individuum függvény):

• Minden elemkonstans (individuum konstans) term. Pl.: a,b,...,asztal, szék, stb.

• Minden elemváltozó (individuum változó) term. Pl.: x, y.

• Ha f egy n-argumentumú függvényyszimbólum és $t_1, \dots, t_n$ term-ek, akkor $f(t_1, \dots, t_n)$ is term. Pl.: $f(a, x)$,
gyereke(Pál, x), színe(haj, időskorban) $\Rightarrow$ ősz, színe(haj, fiatalokorban) $\Rightarrow$ szőke.

• **Atomik formula** (kiértékelve True, vagy False):

• **Minden ítéletkonstans atomik formula.** (True, False)

• **Minden ítéletváltozó atomik formula.** (p, q, r, ...)

• **Ha P egy n-argumentumú predikátumszimbólum (logikai függvény) és $t_1, \dots, t_n$ term-ek, akkor $P(t_1, \dots, t_n)$ atomik formula.** Pl.: házaspár(Pál, Irén) $\Rightarrow$ True.

• **Formula** (jólformált formula):

• **Minden atomik formula egyben formula.** (True, p, P(a,b))

• **Ha A és B formulák, akkor a $(\neg A)$, $(A \wedge B)$, $(A \vee B)$, $(A \rightarrow B)$, $(A \equiv B)$ kifejezések is formulák.**

• **Ha az A egy formula és az x egy elem (individuumváltozó), akkor a $(\forall x)A$, $(\exists x)A$ kifejezések is formulák.** Pl.: $(\forall x)$ testvére (x, Pál)

Precedenciasorrend: $\forall \exists \neg \wedge \vee \rightarrow \equiv$, pl.: $((\exists x)A) \vee (B)$ helyett: $(\exists x)A \vee B$

Példa: Vagy van egy részeg, vagy nem volt már ital.

A:= részeg(x)=R(x), C= volt ital.. $(\exists x)R(x) \vee \neg C$.

• **Kötött változó:**

Minden előfordulása a formulában kvantor hatása alatt áll. $(\forall x) P(x, y)$ x kötött változó, y nem kötött változó. $(\forall x) [P(x, y) \wedge (\exists y) Q(x, y)]$ mindkét x kötött [] miatt, y első előfordulása nem kötött, második előfordulása kötött.

• **Mondat:** olyan formula, melyben minden változó összes előfordulása kötött. Csak mondatokkal foglalkozunk. Példa mondatra: $(\forall x) [P(x) \vee (\exists y) Q(x, y)]$

71. Ismertesse a DENDRAL szakértőrendszer részeit és célját! (5p)

Célja: Hipotézis felállítása egy vegyület lehetséges molekuláris felépítésére, atomszerkezetére.

A DENDRAL három részből áll:

- **Szerkezetgeneráló** rész, az összegképletből a lehetséges szerkezeti képletet generálja;
- **Spektrumjósító**, a szerkezeti képletből a megfelelő jósolt tömegspektrumot származtatja, és összehasonlítja az aktuális adatokkal;
- **Szerkezetjósító**, amely résszerkezeteket származtat le az adatokból és lehetetlen szerkezeteket kizár. Ez a rész felel meg a szakértő tudásának (1. + 2. elvileg elég, de kombinatorikus robbanás miatt nem lehet az összes szerkezetet generálni és vizsgálni. pl.: $C_6H_{13}NO_4$ kb.10000 lehetséges szerkezettel rendelkezik.).

72. Milyen szelekciós módszerek léteznek a genetikus algoritmusban? (3p)

A szelekcióban alkalmazott technikák

- Rátermettség-arányos választás
- Párok versenyeztetése
- Rangsorolás

73. Szakértőrendszer kifejlesztésének lépései (7p)

- Fejlesztői (Front End) elemzés
- Feladatelemzés
- Prototípus kifejlesztése
- A rendszer kifejlesztése
- Tesztelés
- Installálás
- Karbantartás

74. Ismertesse a scriptek fogalmát, adjon egy példát! (5p)

Forgatókönyv (script): tudásszemléltetési módszer, melyet *Roger Schank* publikált (1977)...

kulsgondolata az, hogy az elméletekre, eseményekre, szituációkra vonatkozó ismereteink mind ezen dolgokra vonatkozó **elvárásaink** körül szerveződnek.

75. Ismertesse az ART háló felépítését és működésének lépéseit! (9p)

Az ART= Adaptive Resonance Theory, Adaptív Rezonancia Elmélet alapú háló, Stephen Grossberg és Gail Carpenter, 1983

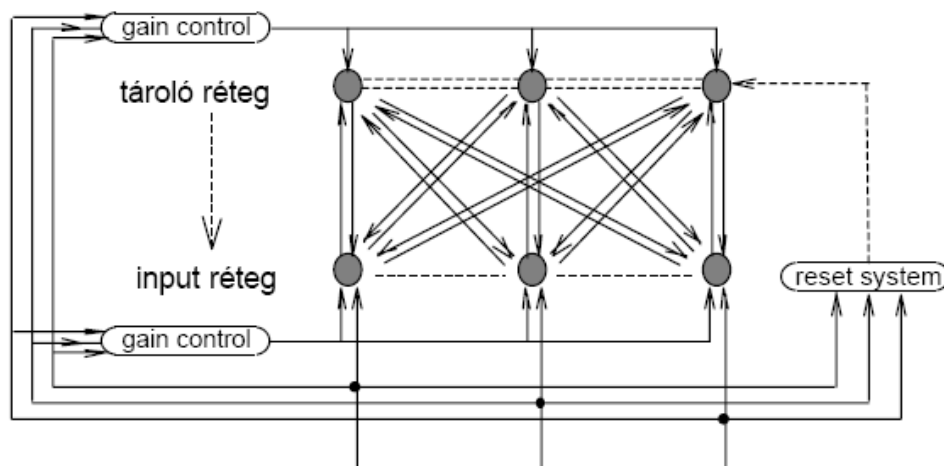
Jellemzői

- Két réteg neuront tartalmaz: 1. input/összehasonlító réteg 2. output/felismerő/tároló réteg
- Teljes oda-vissza kapcsolat az 1. és 2. réteg között: **W** $1. \Rightarrow 2.$ **T** $2. \Rightarrow 1.$

- A 2. rétegben versenyzés, tiltó laterális kapcsolatok vannak+saját erősítése
- A neuronok valójában neuron csoportok, klusterek

Működési fázisok:

- Inicializálás
- Felismerés
- Összehasonlítás
- Keresés
- Rezonancia, bevéődés.



gain control = a nyerést vezérlő rendszer
reset system = törölő rendszer

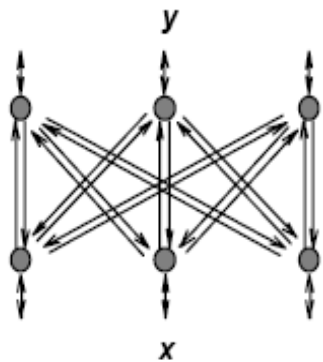
76. Milyen részei vannak az emberi idegrendszernek?(3p) Adjon meg két neurontranszmittert!(2p)

- **központi idegrendszer:** az agy és a gerincvelő idegsejtjei,
- **perifériás idegrendszer:** az összes többi idegsejt.

A minket érdeklő intelligens működésért az összehasonlíthatatlanul bonyolultabb agyi idegrendszer a felelős, bár néhány egyszerű *reflexszerű idegi működést a gerincvelő idegeinél* is megfigyelhetünk, pl. ilyen a térdreflex.

77. Ismertesse a BAM neurális hálót! (6p)

BAM = Bidirectional Associative Memory, kétirányú asszociatív memória, Bart Kosko, 1986



Jellemzői

- Két rétegből áll, mindkettő működhet inputként, vagy outputként
- A nevét onnan kapta, hogy a rétegek között kétirányú a kapcsolat, előre- és hátracsatolt vonalak is vannak.
- A súlymátrix konstruált: input-output párokat kell mutatni a hálónak. Ezeket társítja (association).

• Autoasszociatív és heteroasszociatív működésre egyaránt képes

A súlymátrix előállítása („betanítás”)

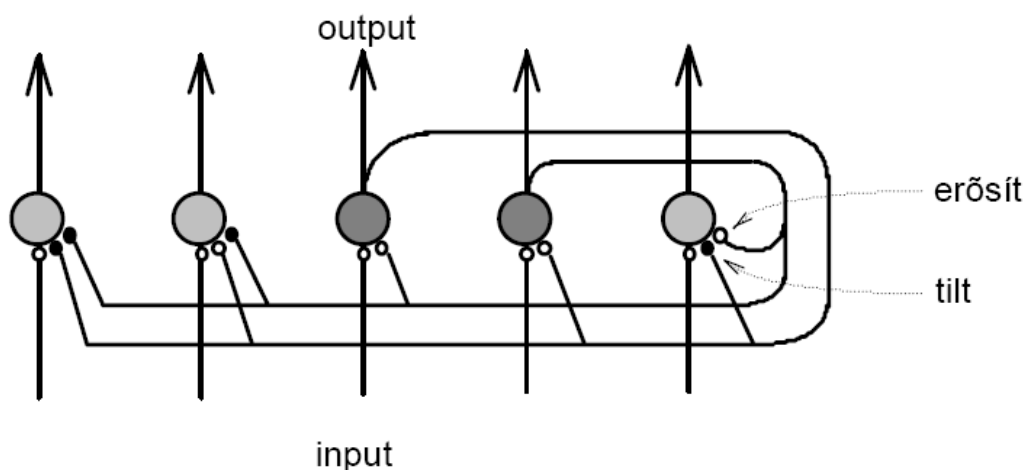
A háló működése

Ha a súlymátrixot megkonstruáltuk, a háló kész az információ előhívására....

78. Ismertesse a Kohonen-féle önszervező hálót rajzzal, szöveggel! (9p)

Önszervező háló, 1988 Jellemzői:

- **Felügyelt tanítás nélküli**, nem igényel elvárt output mintákat!
- Alaprendszer: egy, vagy kétdimenziós, küszöb típusú egységekből álló tömb, **laterális kapcsolatokkal**.
- **Általánosító képesség**, az egyedekre vonatkozó extrém információk elvesztése nélkül.
- Működés: a rendszer úgy módosítja önmagát, hogy az egymáshoz közeli neuronok hasonlóan válaszoljanak. A neuronok **versenyeznek** egymással, a „győztes minden” módon. A győztes itt egy fizikailag közelálló **csoport**.
- A megismert eseménytér összefüggései **leképeződnek** egy ugyanolyan topológiájú belső reprezentációra.
- Az önszervező hálók képesek felismerni az input adatokban meglévő hasonlóságokat anélkül, hogy előzetesen osztályokat jelölnénk ki. Fogalomalkotásra képesek!



A kapcsolatok csak két neuron esetére vannak megrajzolva, de mindre hasonló

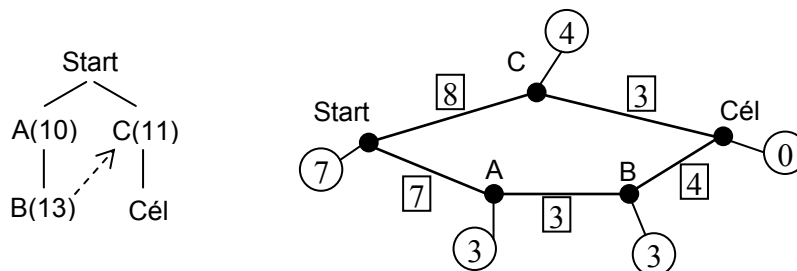
79. Milyen vonásait kell az emberi intelligenciának mesterséges eszközzel utánoznunk, modelleznünk, hogy igaz gép intelligencia jöjjön létre? (4p)

"A gépi intelligencia emulálja, vagy lemásolja az emberi ingerfeldolgozást (érzéketfeldolgozást) és a döntéshozó képességet számítógépekkel. Az intelligens rendszereknek autonóm tanulási képességekkel kell bírniuk és alkalmazkodniuk kell tudni bizonytalan, vagy részlegesen ismert környezetekhez."

80. Mi a neurális hálózatok három összetevője? (3p)

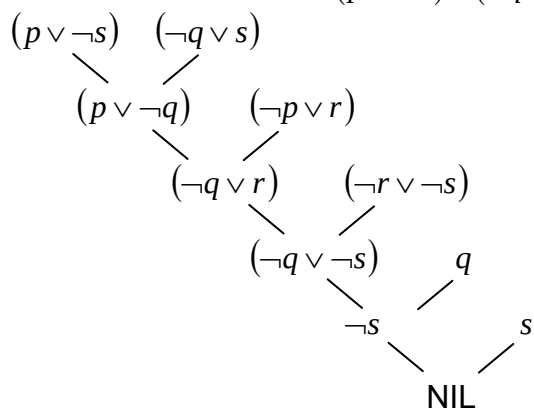
– a neuronok; – a hálózati topológia (kapcsolódások); – a tanulási algoritmus.

81. Mutassa be az A* algoritmus olyan esetét egy 5 városos térkép esetére, amikor van ugrás, súlypontáthelyezés az algoritmusban! A keresőgráf ágait a kifejtésnek megfelelően sorszámozza! (8p)



82. Adjon meg egy hat elemű klózhalmazt és mutassa be rajta a rezolúció gépies lépéseit! (6p)
Milyen azonos átalakításokkal hozunk egy propozíciós logikai permisszahalmazt és negált konklúziót konjunktív normál formára? (4p)

A rezolúció teljességének tétele garantálja, hogy egy kielégítetlen formula klózhalmazából kiindulva, minden lehetséges módon képezve a klózpárok rezolvensét, véges sok lépésben eljutunk az üres klózhalmazhoz. **KNF:** $(p \vee \neg s) \wedge (\neg q \vee s) \wedge (\neg p \vee r) \wedge (\neg r \vee \neg s) \wedge q \wedge s$



Formulák konjunktív normálformára hozásának lépései:

1. Azonosságok kiküszöbölése: $A \equiv B = (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$
2. Implikációk kiküszöbölése: $A \rightarrow B = \neg A \vee B$
3. A negálás hatáskörének redukálása: $\neg(A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$, $\neg(A \wedge B) = \neg A \vee \neg B$
4. Klózek konjunktíójának létrehozása: $A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$.

83. Ismertesse a Turing-tesztet! (3p)

A tesztet Alan Turing fogalmazta meg a(z) igazi) mesterséges intelligencia minősítésére. Turing a COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE c. cikkében tette fel a kérdést: "Can machines think?", azaz "Tudnak a gépek gondolkodni?" A gondolkodó gép címre pályázó számítógép megítélésére alkotta meg tesztjét. A tesztet általánosították az emberhez hasonlóan gondolkodó gépből kiindulva az emberhez hasonlóan cselekvő gép irányába.

84. Mutassa be a predikátum logika kifejezés igazságértékének tartomány (domain) választástól való függését egy példával! (5p)

A formula: $(\forall x) [P(f(x, x), b) \rightarrow P(x, b)]$

• Értelmezések:

a., D a természetes számok halmaza,

Megfeleltetések: $b := 1$,

$f(x, y) := x \cdot y$ (f a szorzást jelölő függvény)

$P := \text{egyenlő}$ (P legyen az egyenlőség relációja)

Ezekkel a formula:

$(\forall x) [(x^2 = 1) \rightarrow (x = 1)]$ $T = \text{igaz}$, a természetes számok körében.

b., D az egész számok halmaza.

Megfeleltetések: mint fent.

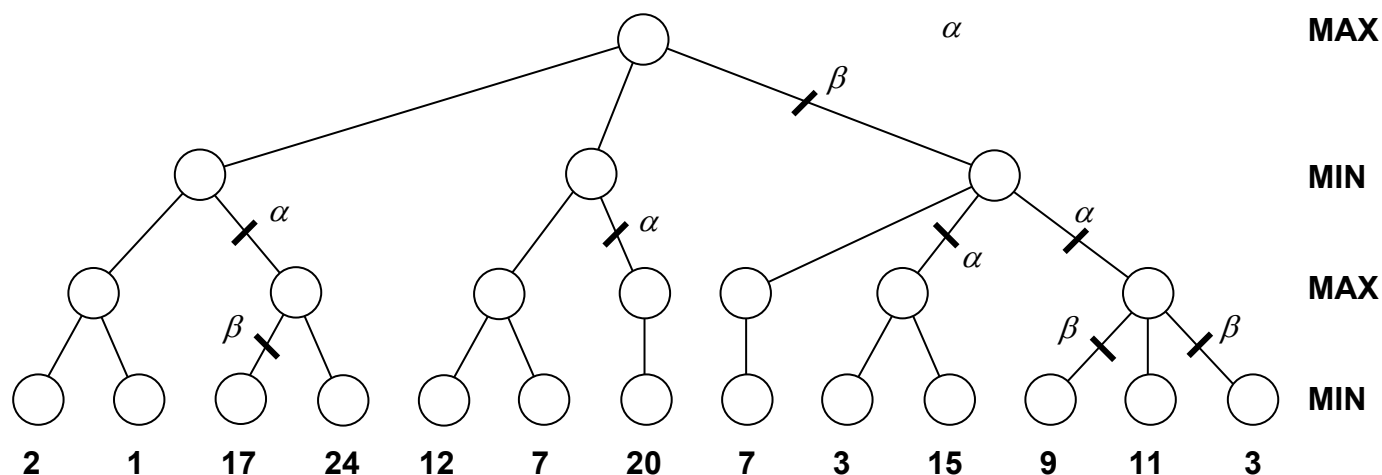
A formula értéke $F = \text{hamis}$, mert $x = -1$ esetén $x^2 = 1$ -ből nem következik, hogy $x = 1$.

85. Adja meg az előreláncoló szabályalkalmazás lépéseit! (4p) Melyik lépés ad módot a láncolás variálására? (2p)

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 következményrészében 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.

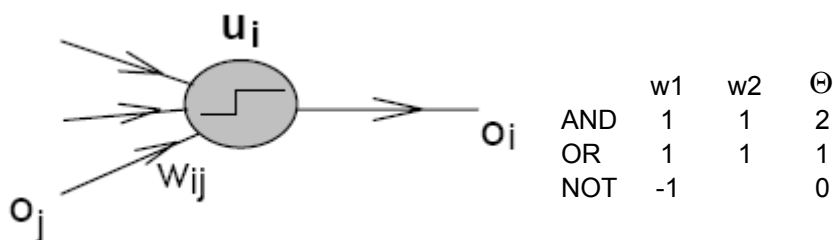
b) ???

86. Rajzoljon egy alfa-béta lenyeséses minimax fát 3 alfa és 4 béta lenyeséssel! (4p)

87. Adja meg a kvantorok értelmezését! (3p) Hogyan bizonyíthatjuk be a propozíciós logika azonosságainak helyességét? (3p)

Kvantorok: univerzális kvantor ("minden"): $\forall$

egzisztenciális kvantor ("létezik" vagy "van olyan"): $\exists$.

Összetett kijelentések kiértékelését, illetve egyszerűsítését, vagy kijelentések egyenértékűségének belátását segítik a logikai azonosságok: Igazságtáblával igazolhatók, pl.: A, B, C esetén $2^3 = 8$ eset, mindkét oldalon ugyanazt adja.

88. Adjon meg egy not logikai kaput realizáló perceptront súlyával, küszöbével! (4p)**89. Ismertesse a back propagation betanítással működő neurális háló alkalmazásának lépéseit, ha a hálót amőbázni akarjuk megtanítani! (6p)**

Back-propagation, visszafelé terjesztés: a delta szabály variációja. A többrétegű előrecsatolt háló súlyait oly módon állítja be, hogy a számított kimenet és az elvárt kimenet eltérését felhasználva a kapcsolati súlyokat olyan irányba módosítja kismértékben, hogy az input következő bemutatásakor az eltérés csökkenjen.

???

90. Adja meg a mondat jelentéseinek szintjeit! (4p) Milyen szintjei vannak a gépi fordításnak? (3p)

Szintaktikai, szemantika, pragmatikai, intencionális.

A gépi fordítás szintjei a fordítás minősége szerint a következők:

- tájékozódó fordítás (information acquisition)
- tényszerű közlésekre vonatkozó fordítás (denotative translation)
- igényes fordítás (connotative translations).

91. Adjon meg három neurotranszmitter anyagot! (3p)

- acetilkolin, - noradrenalin, - gamma-amino-vajsav, - dopamin, - szerotonin, - glutamát.

92. Ismertesse a cselekvéstervezés célját! (2p)

- A cselekvéstervezés lényege hatékony célirányos tevékenységsorozat generálása valamilyen, a világban felmerülő feladat megoldására. A megoldás meghatározására általános, azaz a problémától független valamint alkalmazás-specifikus módszerek közül választhatunk.

93. Adjon meg hat szabályt és mutassa be rajta az előreláncoló szabályalkalmazás lépéseit! (6p)

Milyen esetben alkalmazunk előreláncolást és milyen esetben hátraláncolást? (4p)

Lásd 19.

- 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 szóba jöhető 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.

94. Adja meg az auto-, hetero- és interpolatív asszociativitás működését! (6p)

- Autoasszociativitás: a minta egy részének megadása elegendő a teljes minta előhívásához.

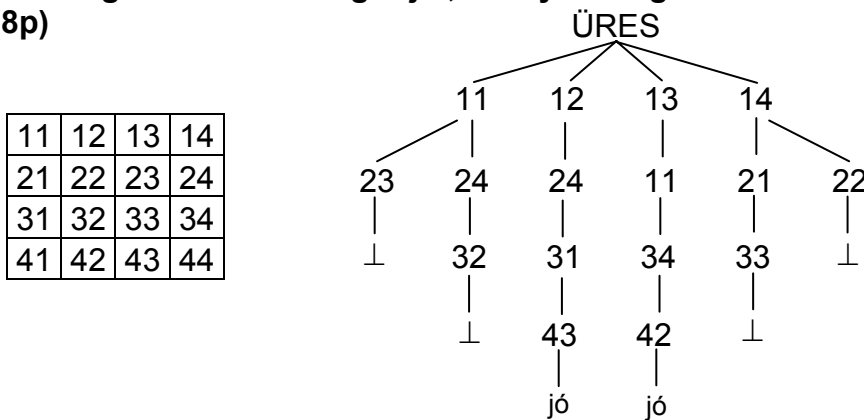
- Heteroasszociativitás: a minta egy részének megadása elegendő a teljes inputhoz társított output előhívásához.

Interpolatív asszociativitás:

Adott a betanítás: $\Phi(x_i) = y_i$, ekkor ha x input az x_i -k ($i=1,2,\dots,n$)

kombinációja, akkor a kimenet y az y_i -k ($i=1,2,\dots,n$) kombinációja lesz.

95. Adva van egy 4x4-es saktábla. Négy vezért (királynőt) kell rajta úgy elhelyezni, hogy ne üssék egymást. A vezérek lerakásánál a következő megkötést alkalmazzuk: soronként rakjuk le őket és olyan helyre, hogy az előző sorokra lerakottakat ne üsse! Rajzolja meg a lehetséges lerakások fagráfját, amelyen megkereshető a megoldás, ha egyáltalán létezik. (8p)



96. Ismertesse a szemantikus háló alapú tudásszemléltetést! (8p)

A szemantikus háló (Ross Quillian, 1968)

- Biológiai ihletés: az agy fogalomábrázolásának feltételezett formája
 - objektumok, koncepciók, fogalmak - csomópontok
 - viszonyaik, kapcsolataik - gráfélek.
 - Hierarchikus modell oka: az ember kognitív (megismeréssel kapcsolatos) működésére vonatkozó kísérletek az objektumok specifikus jellemzőinél gyorsabb válaszidőket eredményeztek, mint az általános, magasabb szintű kategóriákhoz tartozó jellemzőknél (*Kanári - énekel? Kanári - repül? Kanári - bőre van?*) Következtetés: hierarchikus egyed - alosztály - osztály kapcsolat valószínű.
 - Cél: Az emberi információátvitel és visszakeresés modellezése.
- Szoftveralkalmazás, célja: a természetes nyelvek megértésének gépi modellezése.
- Quillian: "egy szó jelentését meg lehet kapni a szóhoz társított szövegek halmazaként"
 - Programjával az ember gondolkodási folyamatának azt a részét modellezte, amelyet az ember akkor végez, amikor egy **lexikon két szava között** keres kapcsolatot. Egy szemantikus háló jól definiált eljárásainak segítségével képes volt összeállítani egy választ bármelyik, a szótárban megtalálható szópár esetében azok összevetésére és szembeállítására.
 - Megkereste a szavakhoz kötődő ismeretek közös részeit, kapcsolódási pontjaikat. Emiatt szokták **asszociatív hálónak** is nevezni a szemantikus hálót.

97. Ismertesse a propozíciós logikát! (6p) Mit értünk tautológia, kontradikció és mondat alatt? (4p)

A *propozíciós logika tárgya, célja* összetett szerkezetek kiértékelésére formális szabályt adni. A kiértékelésben az atomi összetevők (objektumok) igazságértékeit kell csak figyelembe venni, jelentésüktől eltekintünk.

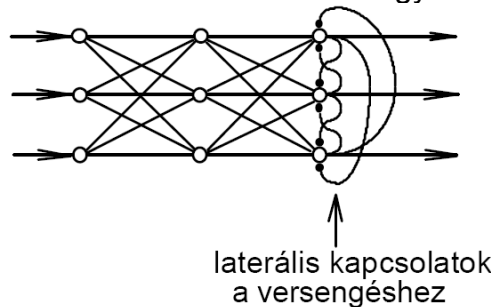
Propozíció: egy kijelentő mondat formában megadott állítás, mely az adott kontextusban egyértelmű *igaz*, vagy *hamis* logikai értékkel bír. A propozíciós logika olyan egyszerű nyelvtani kapcsolatokat alkalmaz a legegyszerűbb "atomi mondatok" között, mint az **és**, **vagy**, **nem**.

Logikai operátorok (műveleti jelek): $\neg \wedge \vee \rightarrow \equiv$.

- A logikai kifejezés tautológia, azaz érvényes kifejezés akkor, ha minden lehetséges helyettesítése igaz.
- A logikai kifejezés kontradikció, azaz kielégíthetetlen kifejezés akkor, ha minden lehetséges helyettesítésre hamis értéket ad.
- Mondat: olyan formula, melyben minden változó összes előfordulása kötött.

98. Ismertesse a versengés és az együttműködés megvalósulási módját mesterséges neurális hálóknban (4p)

- Versengés: a legnagyobb kimenetű neuron a laterális kapcsolatok segítségével elnyomja a többi kimenetét, ő nyer.
- Együttműködés: az együttműködő neuronok erősítik egymást, hogy együtt nyerjenek.



99. Említsen meg két MI témát, ahol szerepelt az LTP! Mit jelent ? (4p)

A központi idegrendszer *legfontosabb transzmitter* anyaga a serkentő hatású glutamát. Egyik fajtájának szerepe lehet az emlékezésben, tanulásban. Ez az NMDA-nak nevezett transzmitter leginkább a *hippokampuszban* található meg, így fontos szerepet játszhat a hosszabbtávú emléknymok képzésében. Ezt az mutatja, hogy két különböző sejtrol egymás után beérkezo inger hatására lép működésbe. Az első érzékenyvé teszi az NMDA-t tartalmazó sejtmembránt de csak a második aktiválja azt, minek hatására az NMDA nagyszámú kalciumiont juttat az ingerületfogadó sejtbe. A beáramló anyag hatására a sejt tartósan megváltozik, mely változás a hosszútávú emlékezetnek - long term potentiation, **LTP** – felel meg. Ezzel a jelenséggel magyarázhatjuk az olyan ingertársítások kialakulását, mint a Pavlov kutyájánál kialakult hang - étel asszociálás.

100. Ismertesse a Kínai szoba gondolkísérletet! Mi volt a célja? (4p)

"Vegyünk egy nyelvet, amelyet nem értünk. Én például nem tudok kínaiul. Számomra a **kínai** írás megannyi értelmetlen kricsz-kraksz. Most tegyük fel, hogy magamra hagynak egy szobában, ahol kosarakban kínai írásjelek vannak, ezenkívül pedig kapok egy angol nyelvű szabálygyűjteményt, amely megmondja, hogyan kell bizonyos kínai írásjeleket összekapcsolni más kínai írásjelekkel. A szabályok a jeleket teljes egészében az alakjukkal azonosítják, és nem teszik szükségessé, hogy bármelyiket is értsem közülük. A szabályok például ilyen előírásokat tartalmazhatnak: 'végy egy így és így tekergo jelet az egyes számú kosárból és tegyél mellé egy ilyen meg ilyen kacsaringót a kettes számú kosárból.' Képzeld el, hogy kínaiul tudó emberek kis szimbólumhalmazokat adnak be kívülről, én pedig válaszképpen átalakítom ezeket a szabálygyűjtemény utasításai szerint, majd az új szimbólumhalmazt visszajuttatom. Ez esetben a szabálygyűjtemény a 'számítógépprogram', akik írták, azok a 'programozók', én pedig a számítógép vagyok. A szimbólumokkal teli kosarak alkotják az 'adatbázist', a beadott szimbólumhalmazok a 'kérdések', az általam visszajuttatottak pedig a 'válaszok'. Most tegyük fel: a szabálygyűjteményt úgy állították össze, hogy a 'kérdésekre' adott 'válaszaim' megkülönböztethetetlenek egy született kínai feleleteitől. ... Ezzel **kiálltam azt a Turing próbát**, amely azt vizsgálja, tudok-e kínaiul. Ennek ellenére valójában egyáltalán nem tudok kínaiul. ... A digitális számítógépek (is) csak manipulálják a formális szimbólumokat a programban foglalt szabályok szerint."

• **A rendszerlő válasz** (Berkeley): „Miközben igaz az, hogy a szobába zárt egyetlen személy nem érti meg a történetet, valójában a helyzet az, hogy o csak egy része a teljes rendszernek, és a **rendszer az, amely a történetet megérti...**”

• **A robot válasz** (Yale): „...Tételezzük fel, hogy egy **számítógépet teszünk a robot belsejébe**, és ez a számítógép ... ténylegesen oly módon működtetné a robotot, hogy amit a robot csinálna, az nagyon hasonló lenne az érzékeléshez, járáshoz, mozgáshoz, szögbeveréshez, evéshez, iváshoz – bármihez, amit csak akarunk....”

• **Az agyszimulátor válasz** (Berkeley és MIT): „Tételezzük fel, hogy olyan programot tervezünk, amely...a **neuronkísülések tényleges sorozatát szimulálja** a szinapszisoknál, ahogyan az az anyanyelvű kínai agyában zajlik,...Nos, ebben az esetben bizonyára azt kellene mondanunk, hogy a gép megértette a történeteket, és amennyiben ezt tagadjuk, vajon nem kellene-e azt is tagadnunk, hogy az anyanyelvű kínaiak megértették a történeteket?”

Prolog programok:

testvér(X,Y):-szülő(V,X), szülő(V,Y), not(X=Y).
 unokatestvér(X,Y):-szülő(V,X), szülő(W,Y), testvér(V,W).
 nagyszülő(X,Y):-szülő(X,V), szülő(V,Y).
 unoka(X,Y):-nagyszülő(Y,X).

faktoriális(0,1).
 faktoriális(N,FN):- N1 is N-1,
 faktoriális(N1,FN1), FN is FN1*N.

bennevan(X,[X|_]).
 bennevan(X,_|L):-bennevan(X,L).
 ?- bennevan(a,[a,b,c,d]).

bennevan(X,[X|_]).
 bennevan(X,_|L):-bennevan(X,L).
 részhalmaz([],_).
 részhalmaz([X|L],Y):-bennevan(X,Y),
 részhalmaz(L,Y).
 ?- részhalmaz([a,b],[c,d,a,b]).

összeg([],0).
 összeg([X|Xs],N):- összeg(Xs,M), N is M+X.

% append0(L1, L2, L3): L1 és L2 listák egymás után
 % fűzésével áll elő az L3 lista.
 append0([], B, L) :- L = B.
 append0([X|A], B, L) :- append0(A, B, C), L = [X|C].

% append(L1, L2, L3): L1 és L2 listák egymás után
 % fűzésével áll elő az L3 lista.
 append([], L, L).
 append([X|A], B, [X|C]) :- append(A, B, C).

% append2(L1, L2, L3): L1 és L2 listák egymás után
 % fűzésével áll elő az L3 lista.
 append2([X|A], B, [X|C]) :- append2(A, B, C).
 append2([], L, L).