

# Gondolkodásunk rendszere

avagy

## az új dolgok kitalálásának, rendszerbeállításának kéessége, folyamata valamint Miért kicsi a világ?

„No pictures. Just the way I like it.” *Sponge Bob SquarePants/Season 1/Grandma’s Kisses*

Az előadásvázlatban az alábbi **jelölésrendszer** használatos:

**kiemelt fogalmak**

(példához megjegyzés)

egyéb kiemelés

webcím

magyarázat

Hivatkozás (előre, hátra, keresztbe... ☺)

(magyarázathoz megjegyzés)

Definíció (melyre a későbbiekben szükség lesz)

példák

**Magyarázat kiemelt általános tagja**

## I. ütem

### 1. A Gondolkodás

#### 1.1 A gondolkodás alapköve

A gondolkodás alapkövét az ún. **kognitív sémák** jellemzik. Ez egy eléggé megfoghatatlan dolog, ám jól modellezhető. A kognitív, vagyis megismerési, gondolkodási sémák olyan egységei a gondolkodásunknak, amelyek önállóan is értelmesek, önálló jelentésük is van. Bonyolult belső szervezetük van, kapcsolataik folytán egymással különféle relációba, hierarchiákba rendeződnek. Működésük során egymásnak adnak folyamatosan információt és egymást folyamatosan módosítják, finomítják

*Példának a következő dolgokat tudjuk felhozni: Ha egy nehéz tárgyat tanul valaki iterációs (egyre inkább közelítő) módszerrel: Először elolvasom az anyagot egyszer. Utána elkezdek tanulni. A végén látok valamit, ami az anyag elejéhez kapcsolódik, újból elkezdek tanulni, megérteni. A fogalmak fokozatosan finomítják egymást. Kialakul egyre több fogalmam, sémám. Lényegében ez történik amikor valaki megtanul egy szakmát és egyre nagyobb szintekre jut (ld. 1.2 fejezet: kezdő → haladó → mesterjelölt → nagymester).*

Gondolkodásunk ezek közé a sémák közé szerveződik. Memóriánkban is ezt kezeljük alapegységként. *Példa erre a rövid távú memóriánk. Mindenki 7 sémát tud benne tárolni (ez a gyenge értelmi képességűre és a zsenire egyaránt fennáll). Sémák például a betűk, a szavak, vagy egy-egy vers első sora. Vannak azonban olyan dolgok is, ami csak nekem séma, aki az élet egy bizonyos területén ténykedem, másnak azonban nem. Így például a könyvtári ETO számok lehetnek sémák egy könyvtárosnak, de egy átlagembernek valószínűleg nem. Egyéb példák ilyen szakma specifikus sémákra: híres sakkmeccsek állásai (sakkozónak), algoritmusok (programozónak, matematikusoknak), mozdonyok típusjelzései (vasutasoknak, vonatbarátoknak), A kvantummechanika posztulátumai és kísérletei valamint azok eredményei (fizikusok)...stb.*

Környezetünkben jóformán csak azt vagyunk képesek érzékelni, melyről van kialakult sémánk. *Példa: Kártyában hamis lapokat keverünk a valódiak közé. Megmutatjuk a lapokat gyorsan (pl. Fekete kör, vagy piros treff). Visszakérdezzük az emberektől, hogy ki mit látott. Vagy jó színt mond, vagy jó alakot. Hogyha sokáig játszunk ezt, akkor a hamis lapokra is fog emlékezni, mert megtanulta annak sémáit. Hasonló példa: szemtanúk egy bűntény után: sokszor nem azt láttak, amit mondanak (vagy nem látták azt a dolgot), mert sémáik visszahatottak a valóság érzékelésére, vagy a visszaemlékezésre.*

## 1.2 Ki milyen szinten van a saját szakterületében?

Az ember élete során abban a szakterületben, amit művel egyre nagyobb fokú jártasságra tesz szert, egyre több sémája alakul ki, a szakterületet egyre jobban ismeri. Ezt mutatja a következő táblázat:

	kezdő	haladó	mesterjelölt	Nagymester
<b>kognitív sémák száma</b>	néhány 10	néhány 100	néhány 1000	néhány 10.000
<b>kognitív sémák minősége</b>	bonyolult, hétköznapi, inadekvált	egyszerű, adekvált, nem kielégítő	bonyolult, adekvált, szakszerű	komplex analógiák
<b>problémamegoldás módja</b>	logikus, a hétköznapi logika szerinti	logikátlan, mert kevert	logikus, analitikus, a szakmai logika szerinti	képi, szintetikus, gyakran tranzlogikus
<b>szakmai kommunikáció minősége</b>	szakszerűtlen, hétköznapi intuícóra alapoz	görcsös, hullámzó színvonalú	szakmailag korrekt, formális, tárgyyszerű	mélyen intuitív, informális, áttekinthető
<b>szakmai nyelve</b>	nincs	nehézkés, "idegenes"	szabályszerű, kifejező	"anyanyelvi", képszerű
<b>gondolkodási stílus</b>	intuitív	kevert, ezért gyakran logikátlan	racionális	intuitív
<b>tudatosság szintje</b>	még nem tudja, hogy mit nem tud	tudja, mit nem tud még	tudja, mit tud és honnan	tudja, hogy mi a helyénvaló, de nem tudja, honnan
<b>Érés ideje</b>	-	néhány év	kb. 5 év	minimum 10 év
<b>mi kell hozzá?</b>	érdeklődés, némi tanulás	folyamatos tanulás	képzettség, iskolai végzettség	tehetség

Például egy egyetemre beiratkozott közlekedésmérnök hallgató az első évek után **kezdőből haladó** lesz, majd a diploma megszerzésekor optimális esetben **mesterjelölt**. Ha folytatja tanulmányait (*pl. PhD*), kutatásokban vesz részt, akkor **előbb-utóbb nagymester** válhat belőle. A nagymesteri szintig azonban már a szimpla tanulás nem elég – mint a mesterjelölti szint esetében – hanem tehetsége is kell, hogy legyen az adott tudományterületben. Általában a szakmák megtanulására a mesterjelölti szintig vezet teljesen kikövezett út, eddig lehet eljutni lépésről lépésre. Ez után azonban a sémák átadása már nem igazán kivitelezhető azok bonyolultsága miatt, itt mindenkinek magának kell kialakítania azokat, kapcsolatuk rendszerével együtt (tulajdonképpen az eddigi sémákat is mindenki maga alakította ki, de sokkal jobban meg tudták neki azokat mondani, megfoghatóbbak voltak (*például Matematikában Cauchy kritérium, könyvtárosoknál meta-adat, kémiában endotermikus reakció*). Ezt mindenki már csak egyéni kutatásokkal, felfedezésekkel, tanulással tudja megtenni, itt már nagyobb szükség van az intuícóra, a nemcsak állandó racionális gondolkodásra.

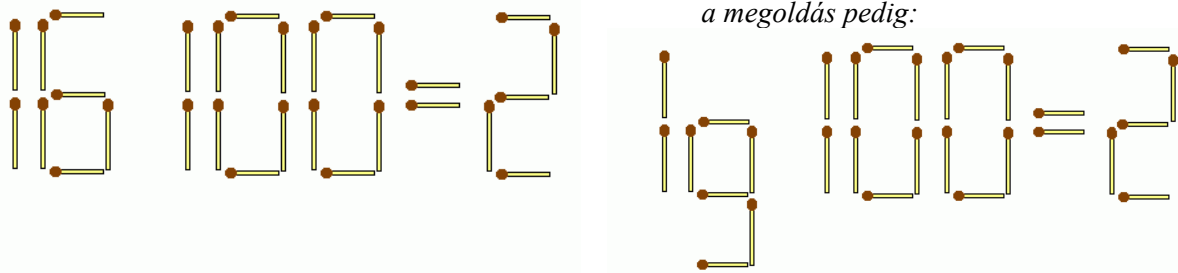
Láthatjuk, hogy a sémák szintje a fejlődéssel egyre növekedik, ám – ami itt számmal nem kifejezhető – egyre bonyolultabbak lesznek. Nagymester és nagymester között a különbség általában nem annyira a sémák száma, mint inkább azok minősége között dől el. A nagymesterek sémái már inkább komplex analógiák.

Szakterület alatt egyébként nem feltétlenül a hétköznapi szakterületekre kell gondolni. Például szakterület az emberekkel való kommunikáció képessége is, ahol minden ember nagymester vagy legalábbis mesterjelölt.

## 2. A felfedezés művészete

### 2.1 A racionalitás nem elég...

Egy új dolog felfedezéséhez már nem elég a pusztán racionalitás, valami több, valami más is kell: intuíció. A felfedezett dolog megértéséhez, a „visszaforduláshoz” azonban már elég a pusztán racionalitás is. Ezt talán legjobban egy szimpla bizonyítás levezetéséből látszik. Azt, hogy valahol először osztok ezzel a törttel, majd szorzok azzal, majd behelyettesítem azt, az általában már általános iskolai ismeretekkel is megoldható, de ahhoz, hogy erre rájöjjön valaki, kell egyfajta a dolgok mögé látásának képessége is. *Egyszerű példa az alábbi rejtvény. Tegyük igazzá az alábbi egyenlőséget 2 gyufa átmozgatásával:*



Ha megnézzük a megoldást, akkor egy pillanat alatt megértheti bárki. Ahhoz azonban, hogy rájövünk magunktól, arra egy kicsit szükség volt arra, hogy kiszabaduljunk a megszokott gondolkodásmódból (*jelen esetben a megszokott gondolkodás az, hogy csak műveleteket, számokat fabrikálhatunk gyufából*), rendszerünkéből.

Egyébként egy jó **rejtvény** mindig attól jó rejtvény, hogy a megoldása egy olyan elem, ami a szokványostól eltérő ránézést, gondolkodást igényel a megfejtőtől.

## 2.2 A paradigmaváltás

Mindenkori világképünket meghatározza egy adott szabályrendszer, egy **paradigma**. Kognitív sémáink egy szabályrendszer, paradigma köré szerveződnek (vagy inkább a paradigma fogja össze őket). *Ilyen paradigma például a fizikában a newtoni törvények, matematikában a számelmélet alaptétele, de akár az is, hogyha lefagy a Windows, akkor megnyomom például a reset gombot.*

A tudományág igazi nagy felfedezései egy-egy **paradigmaváltás** során jöttek létre. Szakítani kellett az eddig megszokott szabályokkal, törvényekkel, kognitív sémáinkból felépült rendszerrel, hogy alkothassunk valami igazán újat. *Ilyen hatalmas paradigmaváltás volt az, amikor a newtoni mechanikát felváltotta, kiszélesítette a kvantummechanika és a relativitáselmélet. (Mindkettő speciális esetként tartalmazza a newtoni törvényeket. Itt egyébként gond is van, mert mindkettő egy külön paradigma, szabályrendszer, mely nem tartalmazza a másikat. Tehát már most látható, hogy kell majd egy új rendező elv – paradigma – mely mindkettőt tartalmazni fogja).* Kicsit giccsesen fogalmazva a fejlődés alapfeltétele a paradigmaváltás.

Paradigmaváltás már csak azért is szükséges, mert egy rendszert nem ismerhetünk meg sohasem teljesen a rendszer keretein belül. Ez **Gödel tételéből** adódik, mely szerint, hogya egy matematikai rendszerben minden igazság, amely a rendszer eszközeivel kimondható (megfogalmazható), valamilyen módon a rendszeren belül be is bizonyítható, akkor ez a rendszer szükségszerűen ellentmondásos. Ezek a „fizikai rendszerek” most tekinthetőek formális, matematikai rendszernek. *De mondjunk egy más, analóg példát, arra, hogy nem ismerhető meg egy rendszer belülről: Az űrkutatás és a Föld megismerésének kapcsolata. Nagyon sok dolgot a Föld működésével kapcsolatban (Időjárás, mágneses hatások...stb.) akkor értettünk meg, amikor megvizsgáltunk más bolygókat.* Azzal, hogy följebb léptünk egy szinttel, kaptuk meg a lehetőséget arra, hogy jobban megismerjük az alattunk lévő szintet.

Természetesen a paradigmaváltás egy nehéz folyamat, hiszen hatalmas szellemi erőfeszítés kell ahhoz, hogy elrugaszkodjunk a régóta megszokott gondolkodásmódunktól, paradigmánktól.

A paradigmaváltás, az új dolgok felfedezésének kulcsa. Thomas Kuhn tudománytörténész szerint a forradalmi és a közönséges tudomány között a lényegi különbség abban áll, hogy az előbbi hagyományromboló és nem hagyományörző formával jár.

## 2.3 Röviden a keleti és nyugati gondolkodásmód közötti különbségről

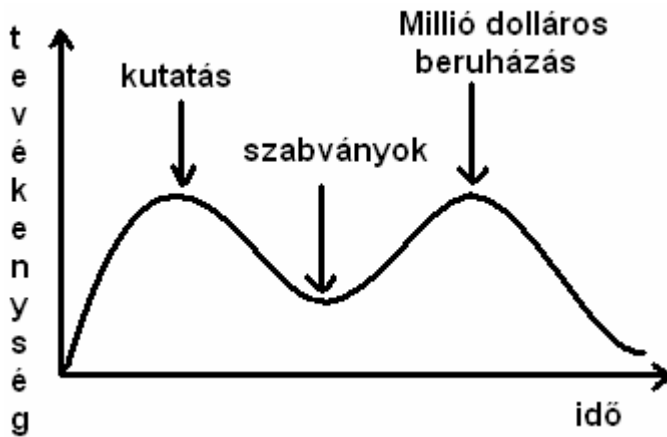
A nyugati gondolkodásmódban a tudósok paradigmákat váltogatnak, szép elveket gyártanak, képleteket vezetnek le és utána kísérleteznek, majd az eredmények birtokában vagy elvetik ezeket az elveket, vagy újakat gyártanak.

Ezzel szemben a keleti kultúrában nagy szerepe van a tapasztalati tudásnak. Itt az emberek hosszú időn keresztül tapasztalnak valamit és alkalmazzák. *Ilyen például az akkupunktúra. Az európai orvosokat megrettentti, hogy ennek pontos működési mechanizmusát nem ismerik és ezért félnek alkalmazni. De kicsit szabadabban értelmezve vehetjük azt is példának, ahogyan a külföldre menő Japán turistáknak a kormány ingyen adott filmet, hogy aztán a világ minden táján készült fotókat kielemezve megnézzék, hogy milyen elgondolások váltak be külföldön a legjobban. Például hogyha az „A” vasút felsővezeték-tartó kialakítást megtalálnak sok országban, míg a „B”-t csak mondjuk egy helyen, akkor feltehetően az „A” megoldás a jobb és azt érdemes lekoppintani.*

Az európai kultúrában a tapasztalati tudás inkább csak népi megfigyelések bölcsességek formájában van jelen és nem a technika éllóvasaként. *Például ha vörös az ég alja, akkor következő nap szél lesz.*

## 2.4 A felfedezéstől a bevezetésig, majd gyártásig – a szabványokról

Ha az emberiség felfedez valamit és a gyakorlatban is széleskörűen kívánja hasznosítani, akkor elengedhetetlen a **szabványok** létrehozása. Ennek időbeli optimumát szemlélteti a **két elefánt apokalipszisének** nevezett ábra (elnevezés David Clarktól):



Az ábra egy új dolog kialakulását kísérő tevékenységek időbeli eloszlását vázolja föl. A dolog felfedezését követően tevékenység maximum alakul ki; cikkek jelennek meg az adott témáról, összejövetelek, megbeszélések zajlanak. Ez egy idő után lecseng. A következő maximumot az jelzi, amikor a cégek újra felfedezik a témát: következnek a hatalmas pénzüsszegű beruházások.

A szabványokat a két intenzitási csúcson között kell bevezetni. Ha ugyanis túl korán, még a kutatási periódus előtt írják meg azokat, akkor a téma kellően alapos ismerete nélkül rossz szabványok szülehetnek. Ha viszont túl későn alakítják ki a szabványokat, akkor félő, hogy az új felfedezés eredményeit még a szabványosítás előtt kezdik el használni és a befektetett hatalmas összegek miatt a később kialakult szabványokat nem veszik majd figyelembe; kialakulnak a különböző gyártókra jellemző egyedi szabványok.

*A túl korai szabványosításra példa – némi fenntartással – a vasút villamosítása nyugaton. 16 és 2/3 Hz frekvenciája miatt nem kapcsolható a közüzemi villamos hálózatra csak nehézkes átalakítással ezért ki kellett építeni csak emiatt egy új villamos ellátó rendszert. (Mo.-on 50 Hz-es, tehát a közüzemi hálózatra kapcsolható)*

*A túl késői szabványosításra példa a DVD. Létezik DVD+ és DVD- is (hogy a DVD-RAM-ot ne is említsük), holott semmi előnye az egyiknek a másiknak képest csak más cégcsoportosulások hozták őket létre. (1. Pioneer: DVD-; 2. Philips, Sony, Hewlett-Packard, Dell, Ricoh, Yamaha: DVD+). Itt bővebben olvashattok erről: <http://www.thedigitalbits.com/officialfaq.html>*

*Időben lévő szabványosításra példa: vasút nyomtávja Európában és Amerikában (1435 mm), USB port a számítástechnikában, cd lemez... stb.*

Előfordulhat az is, hogy egy korai szabványt hurcolász magával az emberiség, amikor valójában az azt előidéző ok megszűnt, de túlságosan is beleivódott az emberekbe már az a rendszer és nehézkés lenne váltani. *Erre láthatunk példát a számítógép billentyűzet Qwerty kiosztásában is. Ez a szabvány azért jött anno létre, mert a korai írógépeken könnyen összeakadtak a betűket hordozó mechanikai fejek. Ezért kerestek egy olyan billentyűzet kiosztást, melynél a leggyakrabban használt betűk a lehető legtávolabb kerültek egymástól. Ez az alapprobléma azonban a későbbi írógépeknél már eltűnt – mondani sem kell, hogy a számítógépeknél már fel sem merült. Mégis pusztán a megszokás miatt nem cserélték le egy másik, hatékonyabb kiosztásra, mellyel könnyebben és gyorsabban lehet gépelni. (A legjobb kiosztás egyébként a Dvorak lenne, ahol kevesebb terhelés éri a kisujjakat és legalább 30-40%-al gyorsabban lehetne vele gépelni. Ez mind Windowsban, mind Linuxban beállítható lenne...). Ugyanígy a megszokásra példa az, hogy a vasúti közlekedés például Franciaországban megmaradt a bal oldali oldalon, míg a metrónál, villamosoknál áttértek a jobb oldali közlekedésre, mint hazánkban a vasútnál mindenütt. Aztán volt is ebből szép probléma, amikor például Párizsban összekötötték a vasút és metrórészert...*

Jóllehet a szabványok megtartása sokszor gát, mégis sokszor érdemes, hiszen így használhatjuk régi dolgainkat. *Például egy bank, rendőrség vagy akár nemzetbiztonsági hivatal adatbázis rendszerét – mely gyűjti az adatokat pár évtizede – nem lehet az egyik pillanatról a másikra egyszerűen lecserélni. Többek között az IBM PC azért terjedt el jobban, mint a Macintosh, mert mindvégig megőrizte a kompatibilitást a korábbi verziókkal (ennek azért voltak más okai is, de erre most nem térünk ki). Elvileg egy mostani csúcs számítógép is kompatibilis az 1981-ben megjelent 8086 PC-vel és elvileg egy 1981-ben PC-re megírt program is fut egy mostani gépen (most arról, hogy a Microsoft operációsrendszerei mennyire kompatibilisek egymással ne beszéljünk, de vannak emulátorok). Ehhez kapcsolódik: a szabványok továbbfejlesztése, felülről kompatibilitás: például: USB 1.1 → USB 2.0, CD → DVD*



## II. ütem

### 4. Hálózatok

„A tudomány tényekből építkezik, ahogy egy ház a kövekből. Tények együttese azonban még ugyanúgy nem tudomány, ahogy egy halom kő sem ház”

Henri Poincaré: *La science et l'hypothèse (Tudomány és hipotézis)*.

A II. ütem némiképp külön áll az eddig tárgyalt I. ütemtől. Ott fölülről-lefelé ásva próbáltuk meg megérteni gondolkodásunk rendszerét. Ez a fejezet alulról építkezve próbálja feltárni az agy működését<sup>2</sup>. Hogy a kettő között mi van arról jelen pillanatban még csak komoly találgatások sincsenek...

#### 4.1. Definíciók

A **gráf** vonalakkal összekötött pontok hálózata (ezért időnként **hálózat**nak is nevezhetjük). A vonalakat a **gráf éleinek (kapcsolatok)**, pontjait a **gráf csomópontjainak** nevezzük.

**Összefüggő egy gráf**, hogyha bármely pontjából el lehet jutni, bármely pontjába élek sorozatán keresztül.

**Fürtösödés** indul meg egy gráfban, hogyha vannak olyan pontok, melyek között sok kapcsolat van (ezek a **fürtök, csoportok**) és ezek kevés éllel össze vannak kötve más ilyen tagokkal, fürtökkel. (Mint a 4.2.3 fejezetben látni fogjuk, a fürtökön belül futnak az erős kapcsolatok és a fürtök között a gyengék).

#### 4.2 Kicsi a világ...

Sokszor halljuk ezt a közhelyet: „kicsi a világ”, amikor teljesen lehetetlen helyeken futunk össze ismeretlen emberekkel, vagy teljesen távoli helyeken, környezetekben találunk valakit, akikkel van közös ismerősünk...stb. Azt azonban kevesen gondolnák, hogy ez az egész nem pusztán véletlenek sokasága, hanem tudományos alapja is van.

##### 4.2.1 A kicsi világ hálózatok és kísérleteik

A **kicsi világ hálózatok** átszövik a világot: mind a természetet, mind az emberi társadalmat. **Kicsi világnak** hívunk egy nagy gráfot, hogyha bármely pontjából bármely pontjába kevés élen át (azaz kevés lépésszámmal) el tudunk jutni. *A világhálón ma például több mint egymilliárd weboldal található, mégis elég néhány kattintás, hogy egyiktől eljussunk a másikig.*

A **hatlépéses távolság** néven köztudatba vonult kísérletek (Stanley Milgram) megmutatták például, hogy az egymással való ismeretségek rendszerében a Földön minden ember egymástól hat lépésre helyezkedik el, bármennyire is lehetetlennek tűnik ez a megállapítás annak tudatában, hogy 6 milliárd ember ér a Földön! *Például a „Die Zeit” újság egyszer arra a feladatra vállalkozott, hogy kapcsolatot találjon egy frankfurti török kebab-árus Salah Ben Ghal és kedvenc színésze, Marlon Brando között. Salah Ben Ghalnak Kaliforniában él egy barátja, aki együtt dolgozik egy nőnek a barátjával, aki viszont tagja annak a diáklklubnak, ahova a Don Juen de Marco című Brando főszereplésével készült film producerének a lánya is jár. A távolság jelen esetben is hat lépés.*

Kisebbszerepekre a gyakorlatban otthon is kipróbálhatjátok ezt: Például a Virginiai egyetem két diákja megírta az „Oracle of Kevin Bacon” nevű programot (<http://www.cs.virginia.edu/oracle/>), mely felfedte, hogy Oracle Bacon és egy tetszőleges másik színész között hány élen át vezet a kapcsolat. Tekintsünk két színészt egy élen át összekapcsoltnak, hogyha valamikor játszottak ugyanabban a filmben. Bacon 1.472 színésszel játszott együtt. 110.315 színész volt tőle két lépésre és 260.123 háromra. A program kimutatta, hogy néhány száz színész kivételével mindenki legfeljebb hat lépésben összekapcsolható Baconnel (azok is legfeljebb tíz lépésben elérhetőek voltak). Példa a program működésére (Bujtor Istvánra kérdeztünk rá):

Istvan Bujtor was in [Hugo a vizilo \(1975\)](#) with [Percy Rodriguez](#)

[Percy Rodriguez](#) was in [Heavy Metal \(1981\)](#) with [Jackie Burroughs](#)

[Jackie Burroughs](#) was in [Cavedweller \(2004\)](#) with [Kevin Bacon](#)

A program az „Internet Movie Database” (<http://www.imdb.com>) adatbázisát vette alapul.

<sup>2</sup> Eközben említést tesz a Kicsi világ hálózatok tudományáról és nem hagyhat ki néhány megdöbbentő analógiát az élet más területéről...

## 4.2.2 A megoldás konvencionális formákkal nem elérhető...

A kérdés tehát az, hogy hogyan rajzoljunk fel egy olyan gráfot, melyben hatmilliárd pont között találhatjuk meg a hat vonalból álló utat. Feltételezzük, hogy egy embernek 50 ismerőse van. Nagyságrendileg<sup>3</sup> ez egy megfelelő becslés. Ha 50 pontot teljesen véletlenül kötünk össze, akkor  $50^6 \approx 15.6$  milliárd, tehát benne vagyunk a keretben. Ez a szám azonban azt feltételezi, hogy a világ teljesen homogén, egyenletes: az adott ember ugyanolyan valószínűséggel ismer távoli embereket – bennszülött harcosokat, eszkimókat, NASA kutató mérnököket – mint a szomszédját. Ez a számolás tehát nyilvánvalóan rossz. Ha azonban csupán teljesen szabályos elrendezést veszünk, akkor a lépések száma nagyságrendileg 10.000.000 körül mozogna, tehát „nagyon” nem érünk el két bármilyen embert 6 lépésen keresztül. A megoldás a kettő között van valahol... (vö. 4.2.4 fejezet)

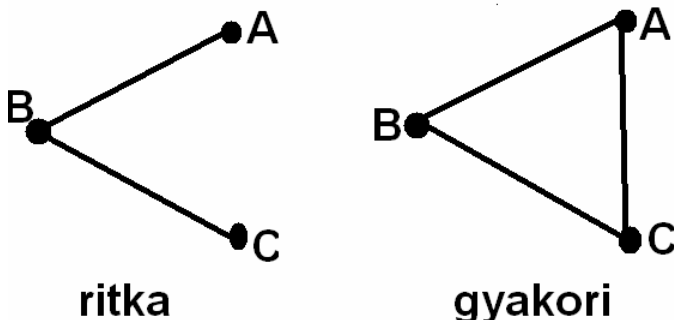
## 4.2.3 A megoldáshoz vezető első kulcs: a gyenge kapcsolatok ereje

Az első lépést Mark Granovetter produkálta:

1. Különbséget kell tennünk a gyenge és az erős kapcsolatok között!

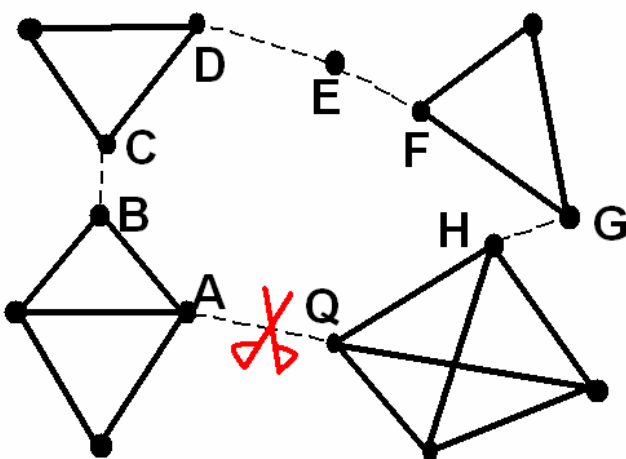
(Jelölés: erős kapcsolat: vastag, folytonos vonal; gyenge kapcsolat: vékony, szaggatott vonal)

2. Ha A és B között és B és C között erős kapcsolat áll fenn, akkor általában (nem mindig) A és B között is erős kapcsolat van. *Gyakorlati példával élve: Hogyha Kristóf és Csaba jó barátom, akkor nagy valószínűséggel egymással is jóban vannak, hiszen a barátok sok mindenben is osztozni szoktak (lehet, hogy egy közösségbe járnak, egy helyen dolgoznak, vagy ugyanabba a kocsmába járnak).* A gráfban ez annyit jelent, hogy az erős kapcsolatok általában nem elszigetelten léteznek, hanem jellemzően inkább háromszöget alkotnak:



Ha eltávolítunk egy erős kapcsolatot a gráfból (például meghal a családban (itt a család a csoport, a fűrt) az egyik testvér), akkor az a hálózatra, az összeköttetéshez szükséges élek (lépések) számára nézve jóformán semmilyen következménnyel nem járna (a család úgyis egyben marad). Vagyis a hálózatban bármelyik erős kapcsolatot (valójában csak azt, mely háromszögben vett részt, de mint már említettük majdnem az összes erős kapcsolat ilyen) kitörölhetjük anélkül, hogy befolyásolnánk a gráfban két egyén között az élek számát (társadalmi távolságok).

3. Ezzel szemben a gyenge kapcsolatok egyfajta társadalmi hidak. Ha ezeket kiszedjük a hálózathoz, akkor sokkal jobban megnő két egyén között a távolság. Az ábrában ha A és Q között eltüntetjük a gyenge kapcsolatot, a hidat, akkor a következő kapcsolódási lehetőség már csak A-B-C-D-E-F-G-H-Q vonalon keresztül lehet, ami a korábbi egy A-Q éllel (kapcsolattal) szemben 8 élet (kapcsolatot) jelent:



Például én nekem volt egy évfolyamtársam az egyetemen, aki annak elvégzése után elment a világ másik végére, Melbourne-be dolgozni. Ő nekem egy híd, kapcsolat. Ő általa ugyanis elérhetem 2 élen keresztül (2 lépésben) melborni munkatársait, szomszédját, családját (az ő csoportját, fűrtjét). Ha őt nem ismerném, akkor ezeket az embereket csak sokkal több élen keresztül (hosszabb úton) érném el.

Láthattuk, hogy paradox módon tehát a gyengébb kapcsolatok fogják össze igazán a hálózatot, az adják annak igazi erősségét<sup>4</sup>. Granovetter ezt egyébként az alábbi kísérlettel is igazolta: Megnézte, hogy az álláskeresők közül ki kapott állást erős kapcsolatra

<sup>3</sup> Nagyságrendnyi különbségnek nevezzük azt, hogyha két szám egymástól kb. tíz egy hatványával különbözik. Például a 2220kW-os V43 és a 3575kW-os V63-as Máv mozdony nagyságrendileg azonos teljesítményű, míg a 12.756km átmérőjű Földnél kb. egy nagyságrenddel nagyobb a 142.950km átmérőjű Jupiter.

<sup>4</sup> Mark Granovetter 1973-as tanulmánya „A gyenge kötelék ereje” címet viselte éppen ezért.

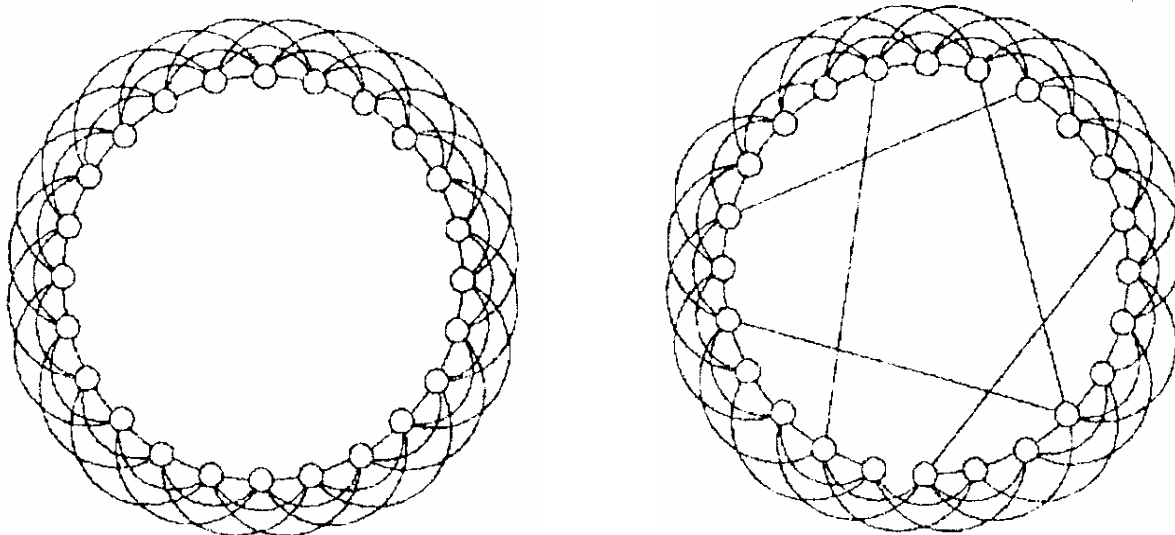
támaszkodva és ki gyengébbre – ami mint tudjuk más csoportok felé vezető híd. A megkérdezettek 16%-a kapott állást olyan valakinek a közbenjárására, akivel gyakran találkozik és 84% pedig csak ritkán látott ismerősei révén. Ok: Ha erős kapcsolati pontba (barátok) adom be az információt (állást keresek), akkor ott az körbe-körbe kering. Ha kifelé küldöm az információt, akkor az tovaterjed és nagyobb eséllyel talál olyat, akit érdekel (munkaközvetítő).

Gyenge kapcsolatok nélkül a közösség elszigetelt klikkekre (csoportokra) esne szét.

#### 4.2.4 A szabályosság és véletlen keveréke

A **kicsi világ** és a **hatlépéses probléma** (4.2.1 fejezet) megoldására Watts és Strogatz számítógépes szimulációkba kezdett. A cél az volt, hogy anélkül, hogy a fűrtösödés mértékét lényegesen befolyásolná (azaz maradjanak nagy fűrtök), csökkentsék a két tetszőleges elem közötti élek számát (lépéstávolságot).

Szabályos hálózatokba kezdtek felvenni véletlenszerű éleket. A lépéstávolság drámai módon csökkent. A 6 milliárd pontból álló gráfban szabályosan összekötötték minden pontot 50 szomszédjával (pontok körkörösén voltak elhelyezve, azaz a 6 milliárdadiknak a szomszédja volt az első). Ekkor a lépésszám (élek száma) a legnagyobb 50-es lépéssel számolva is 60millió. Ezután felvettek véletlen éleket a pontok között. Már akkor is, amikor a véletlen összeköttetések aránya csak 2 a 10.000-hez volt az összekapcsolási távolság (élek száma) 60 millióról nagyjából 8-ra csökkent. 3 a 10.000-hez arány esetén ez a lépésszám tovább csökkent 5-re. Eközben a véletlen kapcsolatok – kis arányuk miatt – nem befolyásolták lényegesen a fűrtösödést. Az elrendezés jellegét mutatja az ábra (természetesen kevesebb ponttal és éllel):



A szabályos ábrába...

...behúzzunk véletlenszerű éleket

Ezek az elrendezések tehát egyszerre fűrtösült és kicsi világok.

#### 4.3 Nagyszerű! De ez most miért jó nekünk?

A felfedezés gyakorlati haszna óriási volt: hiszen szerte a világunkban hálózatok találhatók, melyek egyszerre fűrtösült és kicsi világok. Ilyen világ például az *emberi kapcsolatok rendszere* – melyről már szó volt – a *világháló* (másnéven web, az internet „szoftveres felszíne”), *internet* (hardver: számítógépek és routerek kapcsolata), az *energiahálózat*, a *terrorista sejtek rendszere*, az *ökoszisztéma*, a *betegségek terjedése*, a *légiirányítási rendszer*, az *idegrendszer* vagy az *agy felépítése*, hogy csak néhányat említsünk<sup>5</sup>.

Az érdekes ebben a részint szabályos, részint véletlenszerű világban azonban az, hogy ezek mind különböző módon jöttek létre és mégis hasonló felépítésűek. Van amelyik evolúció folyamán (*idegrendszer*, *agy*), van amelyik társadalmi vagy gazdasági okok miatt (*emberek kapcsolata*, *vállalatok rendszere*), van amelyik a mérnöki munka és a történelem közös eredményeként<sup>6</sup> (*internet*, *energiaszolgáltatás*).

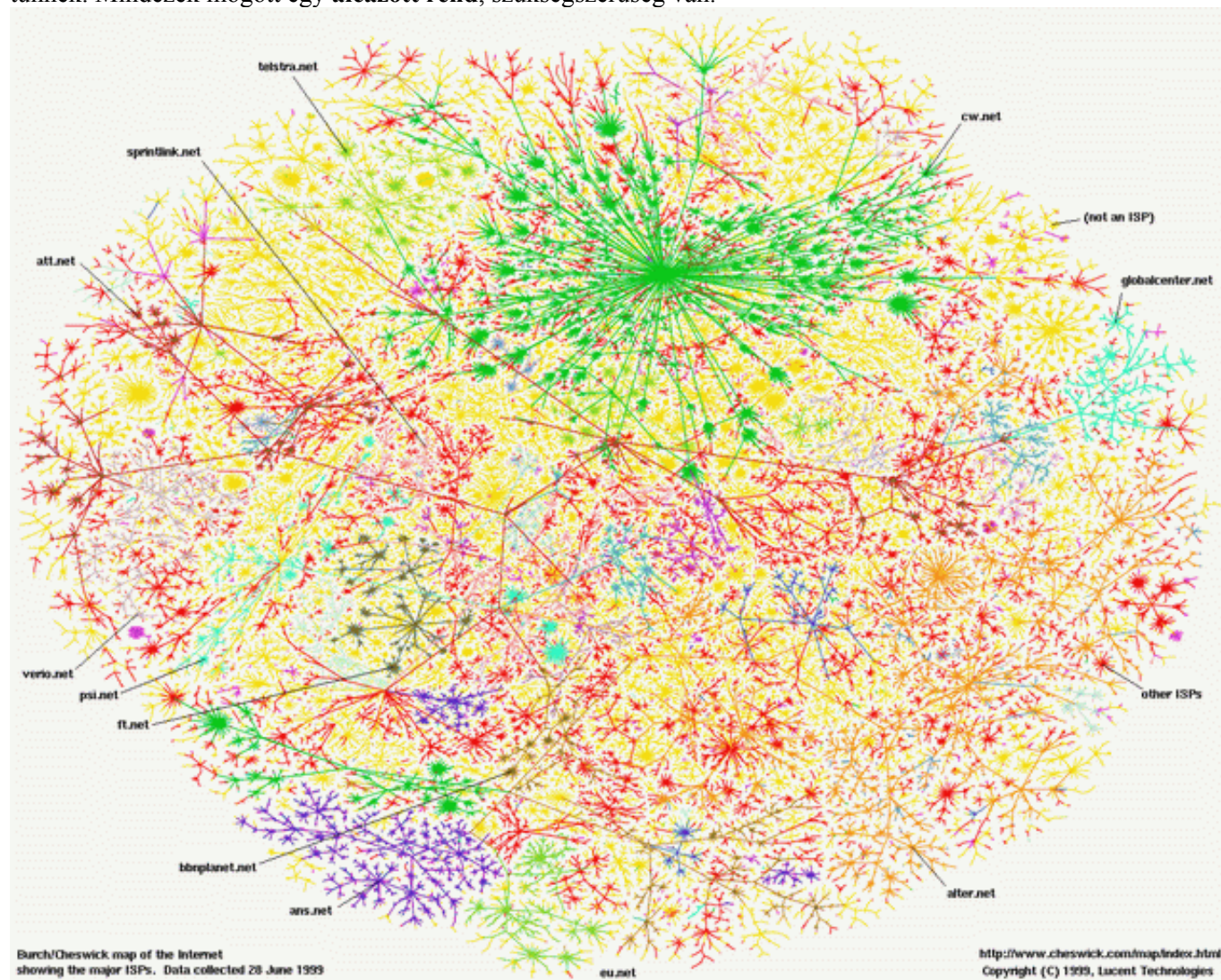
<sup>5</sup> Azért persze egy más szempontból, a centralizáltság szemszögéből ezek a hálózatok teljesen különbözőek lehetnek. Például az emberi kapcsolatok rendszere annyira nem centralizált (mindenkinek nagyságrendileg majdnem ugyanannyi ismerőse van. Nincs olyan, hogy egy embernek például 20millió ismerőse van...), míg például a világháló sokkal inkább (az oldalak elenyésző számát alkotó kereső oldalak kapcsolatainak száma több millió lehet).

<sup>6</sup> A hasonlóságok azonban azt mutatják, hogy **álcázott rend** működési mechanizmusát nem befolyásolják lényegében a történelem vagy más múltbeli történések esetlegességei. Maguktól, valami mélyebb szabályrendszert követve alakultak



Gondoljunk bele! Ez egy fantasztikus architektúra! A kapcsolatok nagy része a szomszédokkal történik és csak csekély százalék megy messzebbre (fürtösödés aránya nagy). Ennek előnye nyilvánvaló: kevesebb lassú, „hosszú út kell”, Közele szomszédokkal könnyebben kiépíthető a kapcsolat. A csekély százaléku messzire menő úttal pedig elérjük, hogy pár lépéssel elérjük a legmesszebb lévő tagokat is (kis világ). Ennek előnyei akár távközlési, akár idegrendszeri akár egyéb felépítésnél könnyen beláthatóak.

A különféle példákban megmutatott hálózatok (gráfok) először teljesen szabálytalannak, esetlegesnek tűnnek. Mindezek mögött egy **álcázott rend**, szükségszerűség van.

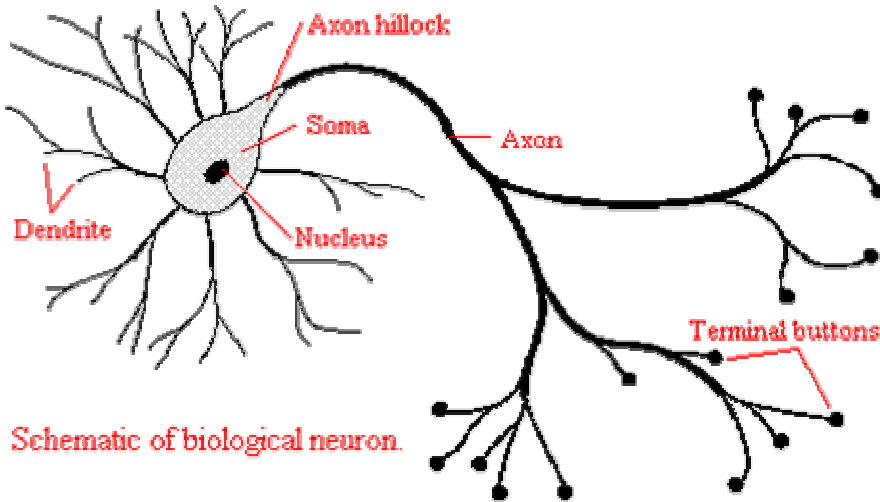


Az internet térképe (<http://research.lumeta.com/ches/map/gallery/index.html>)

ilyenkké. És akkor még nem is beszéltünk más hálózatokról, vagy az önmagukat ismétlő alakzatokról, a fraktálokról (vö.: Bayer Balázs: A matematika természete a természet matematikája előadás) pl. a folyók medrének alakulásában...stb. Másrésről ez az esetlegességi mechanizmus valamennyire érthető – legalábbis a kicsi világ hálózatoknál – ha megnézzük a 4.2.4 fejezetben a kicsi véletlen súlyát.

## 4.4 Az agy szerkezete

Az agyban neuronok helyezkednek el befogadó csatornákkal (dendritek) és átviteli vonalakkal (axonok):



Az agy szerkezete nagy részben szabályos, lokális összeköttetésből és néhány hosszú távú kapcsolatból áll. Macskákkal végzett kutatások az agykéreg 55 különböző funkciót ellátó területét mutatták. Az agyukban durván 400-500 kapcsolat köt össze távolabbi területeket, ahol az összeköttetéseket nem egy, hanem több párhuzamosan futó axon kötege adja. A macskáknál az agy felépítési architektúrája meglepően hatékony: az összeköttetési távolság 2 és 3 közé esik (tehát kis világ). A

neuronhálózat nagy mértékben fürtökbe rendezett (<http://xxx.lanl.gov/cond-mat/0101396>).

Előnyök: gyors adatátvitel (reflex) a kis lépésszám miatt és nagy fokú biztonsági tartalék<sup>7</sup>. A fürtösödés nagyon fontos abban a tekintetben is, hogy összehangolja az idegsejtek munkáját, hogy szinkronizált kisülést végezzenek egy külső inger hatására. Sáskák idegrendszerének vizsgálatával megfigyelték hogy egyedül ez a kicsi világ hálózat képes arra, hogy miközben a hálózat egy közös szinkronban sül ki (oszillál), minden egyes neuron megőrzi saját időzítését is, amellyel az információ (sáskák esetében: hasonló illatok megkülönböztetése, szag intenzitása) tömör tárolására is képesek (<http://xxx.lanl.gov/cond-mat/9909379>).

## 5. Függelékek

### 5.1 Társalgó programok felépítése

A társalgó programok felépítése egész egyszerű. Az alábbi főbb komponensekből állnak:

- 1. „Nyelvi rész”
- 2. Beszéd átertelése más témára
- 3. Tanulókomponens (felépíthető adatbázis)
- 4. Memória (beszélgetés korábbi fázisaiból adatok elmentése és „emlékezés rá”)

1. „Nyelvi résszel” mindegyik program rendelkezik. Az angol nyelv egyszerű szerkezete és a kötött szórend lehetővé teszi sok mondatsema felismerését. Természetesen néhány rutin, konkrét kérdésre a program konkrét válasszal rendelkezik (például.: *What is your name?* → *My name is Ann.*). A lényeg azonban a

<sup>7</sup> Itt biztonsági tartalék alatt azt értjük, hogyha kiveszünk véletlenszerűen egy élet a gráfból, akkor az mennyire marad kicsi világ és egyáltalán összefüggő marad-e a gráf. Az ilyen kevésbé centralizált hálózatokban – mint például az agy működése – a nagy fokú védettséget az jelenti, hogy kicsi az esély, hogy pont egy hidat (gyenge kapcsolat) szedjünk ki a hálózatból, hiszen azok százaléka kevés a többihez képest („véletlen szerepe” ld. 3.2.4 fejezet). Ugyanúgy kicsi az esély, hogy egy centralizált hálózatokban a támadások pont a nagy centrumokat ériék, hiszen azok százalékos aránya a többi taghoz képest elhanyagolható (pl.: internet: kereső oldalak). Egy internet működését vizsgáló tanulmány megmutatta, hogy a hálózat 50%-nak kiesésével is egybefüggő maradt az, a részek nem szétöregedtek, hanem elegánsan lemorzsolódtak. Tehát az internet vagy világháló egésze – még ha apróbb részei ki is esnek – nagyon védett a magányos hackerek tömegének támadásától. Mindazonáltal ezen hálózatok eléggé sebezhetőek kicsiny világ és összefüggőség szempontjából egy rosszindulatú, rendezett, szisztematikus támadással szemben. Például az internet rendkívül sebezhető, ha jól átgondolt, összefogott, szisztematikus támadást indít egy csoport a központjai ellen. Az internettel kapcsolatos kísérletek megmutatták, hogy a legnagyobb központokkal kezdődő támadásokkal ha az elemek 1%-át iktatják ki, 12%-al, ha pedig 5%-ot, akkor duplájára nő a rendszer átmérője (lépésszáma). 18% elpusztításával szinte az egész hálózat darabokra forgácsolódik szét. Mindezen dolgok vonatkoznak természetesen az összes említett rendszerre (vö.: 3.3 fejezet).

Még vö.: egyes kulcsfontosságú enzimek, fontos központok eltávolítása gyógyszerekkel (Célzott támadás).

mondatszerkezetek felismerése. Az általános nyelvi komponensek felismerésével a begépelte kérdésekre, megjegyzésekre értelmesen válaszolhatunk, hogyha néhány szót kiemelünk, másokat elhagyunk a válaszban. A nyelvi komponens általános felépítésére nézzük az alábbi mondatminta példát:

**1. Akármí** ön **2. akármí** engem **3. akármí**. → például: Szeretném, ha ön szeretne engem vagy: Ha nem tévedek, ön újabbán kerül engem a munkahelyünkön.

Ezekre a szerkezetekre lehetséges válasz lenne az alábbi:

Miért gondolja, hogy ön **1. akármí** én **2. akármí** **3. akármí**?

**VAGY**

Tegyük fel, hogy én **2. akármí** magát **3. akármí**. Miért változtatna ez a dolgokon?

2. A beszéd áterelésre más témákra komponens mindössze csak annyit próbál tenni, hogyha nagyon nem „ért” valamit a program, akkor megpróbálja feltűnés nélkül másra terelni a témát. A legjobban talán a pszichológus robotokban érvényesül ez a technika, ahol a program például kiszűri a beszélgetésből azt a szót, hogy „apa”, majd megértő ember módjára megkér, hogy „Meséljen az apjáról való kapcsolatáról” (és hagyja, hogy a felhasználó begépeljen a témából csomó hülyeséget, amire igazán nem reagál, hanem megint rákeres 1-2 szóra). De a szimpla „Értem” vagy „Kérem folytassa” is hasonló komponens.

3. A kicsit is igényesebb programok rendelkeznek tanulókomponenssel is, mely segítségével új szöfordulatok vagy konkrét mondatszerkezetek felismerésére taníthatjuk a programot.

4. Figyelmes beszélgetőpartner benyomását kelti a program, hogyha néhány alapinformációt megjegyez rólunk és aszerint viselkedik a program (pl. visszakérdez „értelmesen”. *Például Egyszerű beszélgetés elterelésnél (3. pont) emlékezik régebről, hogy van egy testvérem és annak hogyléte felől érdeklődik*)

Saját magam még régen (2001) írtam egy elég primitív társalgóprogramot, mely a computer nevet viselte (önképzőkör honlapjáról letölthető). Egyszerűsége miatt viszont talán alkalmas lehet, hogy megnézzük a fent említett elvek alkalmazását:

1. A nyelvi rész először konkrét kérdések között keresgél, ha nem talál, akkor jönnek a nyelvi szerkezetek (például: *Where, Do you...stb.*). Az adott szerkezetekre adandó több válaszlehetőség közül random módon választ ki (például: *Where → 1. In Budapest. 2. In Paris. 3. In Kiskundorozsma. When → 1. last week, 2. two month ago...stb.*) vagy pedig, hogyha többször feltesszük ugyanazt a kérdést és ugyanazt válaszolja, akkor valamilyen szisztéma szerint választ a kérdések közül (pl. *ha a begépelte mondat tartalmaz „o” és „u” betűt, akkor 1. válasz, hha nem, akkor 2. válasz*)
2. A beszéd áterelése más témákra komponens elég csökevényes volt, talán csak abban nyilvánult meg, hogy időnként visszakérdezett.
3. A tanulókomponens csak 16 új szerkezetet volt képes megjegyezni (nem tudtam még dinamikus adatszerkezeteket kezelni akkor).
4. Csak néhány alap dologra emlékezett (pl. *neved, korod, születési helyed...stb.*)

Ennél a programnál persze sokkal jobbak érhetőek el a világháló jóvoltából. A legjobb ezek közül talán ALICE, mindenki szabadon társaloghat vele (<http://www.alicebot.org/>). (Más chat robotok: <http://www.robot-hosting.com/>).

## 5.2 Játékok:

→ I. ütem (1., 2. és 3. fejezet)

- 3. Fejezethez: 100Ft-ot árverésre bocsátunk. A licit 1Ft-tól indul, maximum 10Ft-al lehet emelni a licitet lépésenként. A 100Ft-t ot az viszi el, aki a legtöbbet licitált. A 100Ft vételárát azonban mind a legtöbbet, mind a második legtöbbet licitálónak meg kell fizetnie.
- 3. Fejezethez: Adott a fegyverkezési verseny 5. oldalon lévő ponttáblázata. Mindenki egy ellenféllel játszik (ő lesz a másik hatalom) tíz menetet. Mindegyik menetben eldöntheti, hogy kooperál vagy verseng. A pontokat a saját és a másik döntése alapján a táblázat szerint kapja. Mindenki játszik mindenki ellen. Az a nyertes, aki az összes lejátszott játékban a legtöbb pontot kapja.

→ II. ütem (4. fejezet)

- Kicsi világ kapcsolatok felfedezése...

### 5.3 Beszélgetést indító kérdések:

→ I. ütem (1., 2. és 3. fejezet)

- Különbség a keleti és nyugati gondolkodásmód között
- Racionális gondolkodás vagy megérzés, intuíció? Szerepük, létjogosultságuk.
- A paradigmaváltás szükségességéről...
- Hogyan lehet a tudást átadni, továbbörökíteni? A tanulás folyamata, technikái.
- Eltérő szabványok a különböző országokban (tápfesz, biztonsági előírások...stb.). Ezek okai, előnyei, hátrányai.
- Fogoly dilemma / Nemek harca / Vezérürü / Gyáva nyúl helyzetek az életben<sup>8</sup>.

→ II. ütem (4. fejezet)

- Hálózatok a világban
- Kicsi hálózatok a világban. Melyik mennyire kicsi, fűrtös vagy centralizált? Kialakulásuk okai. Szükségszerűek-e? Az „álcázott rend”.
- Esetlegességek a hálózatok kialakulásában: történelem...stb.
- Példa a gyenge kapcsolatok erősségére
- A hálózatok védettsége és sebezhetősége. Módszerek a védekezésre. Gyakorlati példák.
- Egymásrahatások a hálózatban:  
*„It has been said that something as small as the flutter of a butterfly’s wing can ultimately cause a typhoon halfway around the world”*  
*Chaos Theory*

### 5.4 Felhasznált irodalom:

[ ] zárójelben jelezve a fejezetet, ahol használtam (vastag betű: többet, vékony betű: kevesebbet)

- Mérő László: Új észjárások. A racionális gondolkodás ereje és korlátai. (Az „Észjárások” című könyv jelentősen átdolgozott, kibővített kiadása) [1.1, 1.2, 2.2, 5.1] (ML1)
- Mérő László: Mindenki másképp egyforma. A játékelmélet és a racionalitás pszichológiája. [3.] (ML2)
- Mark Buchanan: Nexus. Avagy kicsi a világ. A hálózatok úttörő tudománya. [4.]
- Andrew S. Tanenbaum: Számítógép hálózatok [2.4]
- Ezen kívül segítettek még az előadás hallgatások és beszélgetések Orosz Lászlóval [2.2] és Ferencz Csabával [2.2].

Gábor, Önképzőkör 2005.09.17

---

<sup>8</sup> ’50-es évek: Amerika: autók egymással szemben.  
Kubai rakétaválság  
Közös legelők problémája  
...stb.