

# WHAT'S IN A LINK: FOUNDATIONS FOR SEMANTIC NETWORKS

---



William Aaron Woods

# I. Bevezetés

**Fő kérdés:** hogyan értelmezzük a linkeket egy szemantikus hálóban, hogy képesek legyünk vele tudást reprezentálni?

- A propozíciók jelentését igazságtartalmuk nélkül kell reprezentálni.
- A dolgozat célja problémák és megoldási lehetőségek felvázolása, nem egy teljes szemantikus hálóé.

## II. Mi a szemantika?

- **A „nyelvész”**: Leírási módszert keres a következők ábrázolására: ugyanaz a mondat több dolgot is jelenthet; van mondat, ami semmit sem jelent. Természetes nyelvi mondatból formális kifejezéseket gyárt.
- **A „filozófus”**: egy formális kifejezés jelentését keresi (ami a természetes nyelvi mondattal ellentétben egyértelmű): mikor igaz, mikor hamis?

Mindkettő része kellene, hogy legyen egy természetes nyelv szemantikai leírásának!

## II. Mi a szemantika?

Procedurális szemantika:

- az elemi propozíciók szemantikáját is le kellene tudni írni: mik az igazságfeltételei?
- ehhez kellene egy függvény ( $\rightarrow$  „procedurális szemantika”), de sok esetben ez sem tudna döntést hozni, pl. ha történeti adatokra van szükség.

## II. Mi a szemantika?

A természetes nyelvek szemantikus specifikációja:

- Mondatok értelmezésénél egyértelműsítést végzünk → kell, hogy legyen egy belső reprezentációja.
- A mesterséges intelligencia kutatójának globálisabb szemantikai nézőpontra van szüksége, mint a „nyelvésznek” vagy a „filozófusnak”.

## II. Mi a szemantika?

A szemantika értelmezései:

- Woods szerint: a szemantika írja le a jelek és jelentéseik kapcsolatait.
- Téves értelmezés 1: a rendszernek a referencia meghatározásán túl következtetésekre is képesnek kell lennie, és ez is a szemantika része.
- Téves értelmezés 2: szintaxis és szemantika közt működés szempontjából nincs különbség: a parsing folyamat nagyon hasonló (jelek kapcsolatainak megállapítása).
- A szemantika feladata nem csak szemantikai reprezentációk előállítása, hanem a reprezentáció értelmezése, a szimbólum-referens határ átlépése.

## II. Mi a szemantika?

A programozási nyelvek szemantikája:

- a szemantikai reprezentációk a végrehajtandó eljárások alapján vannak meghatározva → procedurális szemantika

# III. Szemantika és szemantikai hálók

Szemantikai háló:

- tények belső reprezentációi, és ezek kapcsolatai egy nagy reprezentációban
- nem biztos, hogy alkotható ilyen



# III. Szemantika és szemantikai hálók

A szemantikus reprezentáció feltételei:

- pontosan, formálisan és egyértelműen tartalmaz minden reprezentációt, amit egy ember egy mondathoz rendelhet;
- van olyan algoritmus, eljárás, ami az eredeti mondatból előállítja ezt a reprezentációt;
- vannak eljárások, amik ezt a reprezentációt további következtetésekhez használják fel.

# III. Szemantika és szemantikai hálók

A kanonikus forma mítosza: egy propozíció minden parafrázisa visszavezethető egyetlen kanonikus alakra.

De:

- nem biztos, hogy van ilyen
- ritkán van szükség két parafrázis kölcsönös ekvivalenciájának kimutatására
- bizonyos jelentések impliciten vannak a rendszerben, pl.: nagybácsi (Lindsay 1963)

# III. Szemantika és szemantikai hálók

A szemantikai hálózat szemantikája: nem csak a csomópontokat és a kapcsolatokat kell definiálni, hanem hogy ezek a szerkezetek mit jelképeznek.



# III. Szemantika és szemantikai hálók

Intenziók és kiterjesztések:

„red” extenziója: minden piros dolog

„red” intenziója: mit jelent pirosnak lenni  
(tkp. egy absztrakt függvény)

Az intenzionális reprezentáció szükségessége:

Evening Star = Morning Star

Két külön mentális reprezentáció + egy  
állítás, hogy ez ugyanaz a külső tárgy.

### III. Szemantika és szemantikai hálók

Attribútumok és értékek (Raphael 1964):

- egy tulajdonságlista, pl.: hajszín: barna



### III. Szemantika és szemantikai hálók

„John’s height is greater than 6 feet.”

JOHN  $\xrightarrow{\text{HEIGHT}}$  (GREATER THAN 6 FEET)

„John’s height is greater than Sue’s.”: 3 lehetőség:

HEIGHT(JOHN) > HEIGHT(SUE)

(GREATER (HEIGHT JOHN)(HEIGHT SUE))

JOHN  $\xrightarrow{\text{HEIGHT}}$  JOHN’S HEIGHT

GREATER  $\uparrow$

SUE  $\xrightarrow{\text{HEIGHT}}$  SUE’S HEIGHT

# III. Szemantika és szemantikai hálók

Megoldás:

- az attribútumlinkek végén egy intenzionális csomópont, ehhez predikátumok és tények
- meghatározó és kijelentő attribútumok megkülönböztetése
- EGO link: mit jelent a csomópont?

De: JOHN  $\xrightarrow{\text{HIT}}$  MARY

### III. Szemantika és szemantikai hálók

Kettőnél több argumentum:

$\lambda(XYZ)(Y \text{ is between } X \text{ and } Z)$

$Y \xrightarrow{\text{LOCATION}} (\text{BETWEEN } X \text{ AND } Z)$

„between X andd z”: egy hely? sok hely?

$X \xrightarrow{\text{BETWEEN}_1} (\text{BETWEEN}_2 Y Z)$

John sold Mary a book: lebontható bináris dekompozíciókra?



# III. Szemantika és szemantikai hálók

Esetek reprezentációja (Fillmore 1968):

John: ágens, Mary: beneficiens, book: páciens

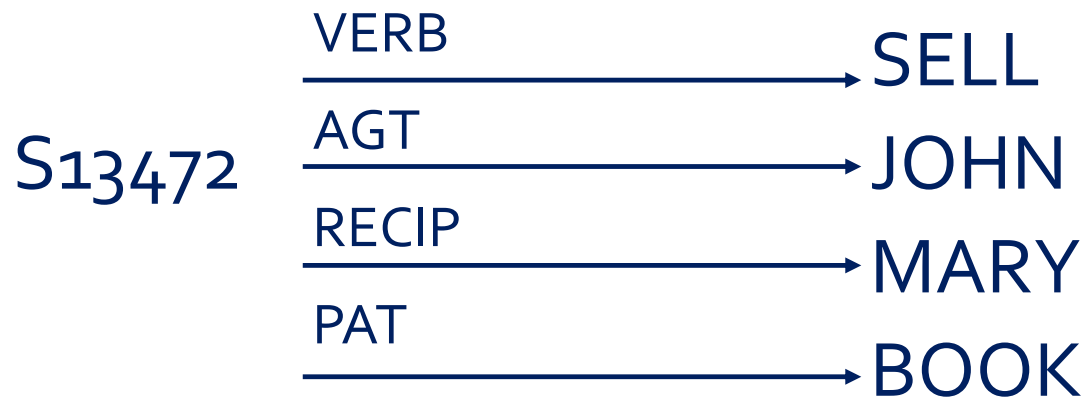


De: ez a SELL definíciója lenne a rendszerben.

# III. Szemantika és szemantikai hálók

Esetek reprezentációja (Fillmore 1968):

John: ágens, Mary: beneficiens, book: páciens



S<sub>13472</sub>: tény, kijelentés; egója a linkjeiből rakható össze

### III. Szemantika és szemantikai hálók

A linkek önmagukban nem kijelentések:  
strukturális link (vs. kijelentéslink)



A „minden telefon fekete” esetében a második link kijelentéslink.

## IV. A tudásreprezentáció problémái

**Vonatkozó mellékmondatok:** a „megosztott rész tévedés”

„The dog that bit the man had rabies.”

Jellemző megoldás: két mondat egy közös csomóponttal.

De ez sem a minőségüket, sem a kapcsolatukat nem reprezentálja jól, valamint nem tudható, hogy ugyanarról a kutyáról van-e szó.

## IV. A tudásreprezentáció problémái

**Vonatkozó mellékmondatok:** az „átmeneti eljárás magyarázat”

Quillian: egy input mondat egy része tkp. utasítás a megértési folyamat számára: mely csomóponthoz linkelhető az új információ?

Ekkor a mellékmondat csak a tudásban okozna változást, azután eltűnne.

## IV. A tudásreprezentáció problémái

**Vonatkozó mellékmondatok:** az „átmeneti eljárás magyarázat”

- újonnan is létrejöhet link, ekkor ego link a szóban forgó kutyának
- ha nem kell új link, akkor is meg kell találni valami alapján
- ha átmeneti eljárásról lenne is szó, akkor sem magyarázza meg a vonatkozó mellékmondatokat.

## IV. A tudásreprezentáció problémái

### Összetett mondatok:

- ha egy pontnak propozícióban van, kerülhet-e így másik propozícióba, vagy ez csak egyetlen definit ponttal történhet?
- ha az előbbi: tekinthetjük a propozíciós csomópontot egy definit pontnak.
- Kérdés: ez milyen értelemben definit?  
Ugyanolyan értelemben egy pont, mint ha valóban az lenne? Valószínűleg nem.

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Határozott és határozatlan entitások:

- az újonnan létrejött csomópont is határozott
- „Was the man bitten by a dog that had rabies?„: egy határozatlan kutya?  
Mindenképpen létrejön egy csomópont, aminek a referense nem biztos, hogy létezik
- megoldási lehetőség: minden csomópont intenzionális; ami létezik, az kap egy „létezik” predikátumot; ami definit, az mindenképpen létező



## IV. A tudásreprezentáció problémái

### **Határozott és határozatlan entitások:**

- az új csomópont utalhat ugyanarra, mint egy már létező
- a need és want-féle referenciálisan üres igék tárgya is intenzionálisan jellemzett

## IV. A tudásreprezentáció problémái

### Az intenzionális csomópontok következményei:

- van olyan csomópont, ami nem egy entitás, hanem annak leírása
- „Every boy loves his dog.” vs.  
„Every boy needs a dog.”
- összefoglalva: vannak a hálózatban
  - definit létező entitások
  - indefinit, nem feltétlenül létező entitások
  - definit és indefinit változó entitások, amiknek léte a vele kapcsolatban állóktól függ

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Függvények és predikátumok:

- állításokat tesznek; kell, hogy tartalmazzanak információt az argumentumaikról
- de: mást jelent egy „love” és egy „s76543” jellegű csomópont ágens argumentuma
- a link jelentése a csomóponttól függ: nehéz feldolgozni
- helyette: más típusú link a két esetben (R-AGT vs. AGT)

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Kvantifikált kifejezések:

- hagyományosan módosítóként szerepelnek, de hatóköri probléma lép fel, így az interpretáció nem egyértelmű  
pl.: „Every integer is greater than some integer.”  
„Three lookouts saw two boats.”
- Quillian megoldása: a kvantifikáció kritériumai a linkeken, de ennek működéséhez be kellene szűrni az argumentumok összefüggéseit is: melyik függ melyiktől?

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Kvantifikált kifejezések:

- lehetne külön pontokként felvenni a három felderítőt, de: „250 million people live in the United States.”
- lehetne minden fiút reprezentáló ponthoz hozzácsatolni egy kutyát, de nincs minden létező fiú a rendszerünkben.

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Kvantorok, mint magasabb rendű operátorok:

- a kvantorok (numerikus, határozott névelő,  $\forall$ ,  $\exists$ ) magasabb rendű predikátumok; argumentumaik: egy változó, a kvantifikáció hatóköre, ennek megszorítása, a kvantifikált propozíció

```
(FOR EVERY X / INTEGER : T ;  
  (FOR SOME Y / INTEGER : T ; (GREATER X Y)))  
  
and  
  
(FOR SOME Y / INTEGER : T ;  
  (FOR EVERY X / INTEGER : T ; (GREATER X Y)))
```

# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Kvantorok, mint magasabb rendű operátorok:

S39732

TYPE	QUANT
QUANT-TYPE	EVERY
VARIABLE	X
CLASS	INTEGER
RESTRICTION	T
PROP	S39733

S39733

TYPE	QUANT
QUANT-TYPE	SOME
VARIABLE	Y
RESTRICTION	T
PROP	S39734

S39734

TYPE	PROPOSITION
VERB	GREATER
ARG1	X
ARG2	Y

## IV. A tudásreprezentáció problémái

### **Más lehetséges reprezentációs formák:**

Skolem-függvények: az egzisztenciális kvantorokat egy-egy függvénnyel helyettesítjük, az univerzális kvantorokat töröljük (a szabad változókat implicit módon univerzálisan kvantifikáltnak tekintjük).

Hátránya: a kifejezés tagadásánál vissza kell alakítani kvantoros formába, negálni, majd újra Skolem-függvényeket alkalmazni.



# IV. A tudásreprezentáció problémái

## Más lehetséges reprezentációs formák:

Lambda-absztrakció: prdeikátumok egyesítése

S12233

TYPE  
VERB  
CLASS  
PRED

PROPOSITION  
FORALL  
INTEGER  
P12234

CLASS  
PRED

INTEGER  
P12236

P12236

P12234

TYPE  
ARGUMENTS  
BODY

PREDICATE  
(X)  
S12235

TYPE  
ARGUMENTS  
BODY

PREDICATE  
(Y)  
S12237

S12237

S12235

TYPE  
VERB

PROPOSITION  
FORSOME

TYPE  
VERB  
ARG1  
ARG2

PROPOSITION  
GREATER  
X  
Y

# V. Összefoglalás

- Meglehetősen sok hálózati elem jelentését kell explicitté tenni, ha meg akarjuk állapítani, hogy egy jelölési mód alkalmas-e tudásreprezentációra
- szükséges a propozíciók igazságtartalom-mentes reprezentációja, valamint az entitások intenzionális leírása a létezésük ténye nélkül
- a jelenlegi (1975) hálózatos modellek nem kezelik jól a kvantorokat
- sok további probléma nem került említésre (idő, mód stb.)