

Kooperatív és Tanuló Rendszerek

3. Beszédaktusok és logikai modellek

**Dobrowiecki Tadeusz
Horváth Gábor**

Milyen egy jó ágensnyelv?

Formátum: deklaratív, **ember által olvasható**, tömör, egyszerűen generálható és elemezhető, lineáris (bitfolyamhoz illeszkedő)

Tartalom: külön - **kommunikációs nyelv**: kommunikációs cselekvés kifejezésére
- **tartalom nyelv**: tények kifejezésére

több tartalom nyelv? = rugalmasság (független fejlesztés)

kommunikatív cselekvések

- **teljesen szabadon?**

- **valamilyen “primitív elemkészlet” (de honnan?)**

Szemantika: (kommunikációs nyelvhez) általában természetes nyelven, de más is, primitív elemkészlet? **protokollok “kötelező” megértése**

egy (logikai) elméletbe beágyazva, egyértelmű, **kanonikus**

„térben” és időben elosztott kölcsönhatások miatt,

külön figyelem a „hely” és „idő” miatt,

Implementálás: hatékony, illeszkedés a létező technológiákhoz,

részleges implementáció lehetősége (egyszerű ágensek)

kellően gazdag elemkészlet magasabb szintű protokollokhoz (pl. VH),

magasabb szintű protokollok függetlensége a szállító mechanizmustól

könnyen „ragasztható” örökölt rendszerekhez

Megbízhatóság: megbízható és biztonságos ágens kommunikáció támogatása.

...

Beszédaktusok (*Speech Acts*)

Természetes nyelvből logika: 2000 év, a nyelv információátviteli „szerepe”,
mint igaz/hamis kijelentések a világról – „**helytelen**”! **A nyelv = cselekvés!**

John L. Austin (1911-1960), Harvard Egyetem, 1955 előadás sorozat,
halála után kiadva (1962): „**How to Do Things with Words**”

nyelv = eszköz: - **konstatívum** (a világ állását konstatáló) megnyilatkozás
konstatál = verifikál, kijelent
- **performatívum**: „kimondás = csinálás” (**Bocsánat!**)
nem igaz/hamis megnyilatkozás a világról, **logikai értéke nincs,**
magának a világállapotnak a létrehozása

Beszédaktusok - a természetes nyelv pragmatikus elmélete, avagy nem a nyelv felépítését, hanem a **használatát** magyarázó elmélet.

Az alap premissza:

- **kimondott mondatok**, mondatfoszlányok **is egyfajta cselekvések!**
- a **beszélőnek** tipikusan **szándéka van**, hogy a megnyilatkozása révén a világ (környezet) valamilyen megváltoztatását érje el,
- a **megnyilatkozások** a fizikai cselekvések mintájára **befolyásolják a fizikai valóságot** is.

Beszélve egy ágens 3 fajta cselekvést hajt végre:

lokució aktus (*locutionary act*) (beszédcselekedet)

a kommunikáció puszta ténye, a szintaktikailag helyes beszéd kimondása,

illokució aktus (*illocutionary act*): szándékhatás performatív ige által,

pl.: felkér, követel, állít, ragaszkodik, megállapodik, figyelmeztet, parancsol, ...

szándékható erő, illokució erő, cselekvési erő (*illocutionary force*):

fontos pl. hogy kitől jön? (főnök kérése parancs)

ettől függ a megnyilatkozás illokució erejének az erőssége.

perlokució aktus (*prelocutionary act*): a valódi hatás kieszközölése a hallgatón, amit a beszélő cselekvése a beszédaktus során a hallgatóra valóban gyakorol.

A beszéd = kijelentés + egy cselekvés végrehajtása és mint minden cselekvés sikerülhet, vagy sem.

Performativa sikeres teljesítése (un. **érvényességi**) **feltételekhez** van kötve:

elfogadott szokásos procedúra, specifikált **körülmények**, **személyek**, **korrekt**, **maradéktalan** végrehajtás, **őszinte**, **minden következményét vállalni kell**, ...

pl. 'ki van utasítva' egy bíró szájából egy performatíva, de egy kollégától nem.

Pl. **Ígérem**, hogy **holnap segítek festeni a kerítést**.

beszéd által hivatkozom: magamra, órá, cselekvésre, időpontra, ...

Ígérem, hogy holnap segítek festeni a kerítést.

a szándékható erő tisztázása, lehetne 'gondolom', 'sejtem', '**álmodtam**', ...
(felvállalás megnyilatkozása)

Beszédaktusok (Searle, 1969)

Beszédaktusok (BA) és a feltételrendszerük

egy párbeszéd, egy beszélgetés nem más, mint egy szabály alapú viselkedés.
a beszédaktusok struktúrája: a **szükséges és elégséges feltételek** rendszere.

Boldogulási (felicity) feltételek:

- a BA definiálása
- az alap, mely szerint történik a BA értékelése.

sikeresen, helyesen, félig-meddig hibásan
helytelenül alkalmazott BA

felkérés: B beszél, ezzel a H-t szeretne C-re rávenni.

ítélettartam feltételek: a kiejtett szavak mondanak valamit a világról,
találni kell pl. a **jövőbeli cselekvésekre** vonatkozó szavakat.

normál I/O feltételek: H képes meghallani a felkérést, ...

készültségi feltételek: minek kell igaznak lennie a világban ahhoz, hogy B éppen
egy ilyen felkéréshez folyamodjon, pl. H képes kell, hogy legyen C-re, B-nek
hinnie kell, hogy H képes C-t megcsinálni, ne legyen világos, hogy H úgyis
megteszi a C-t B külön kérése nélkül.

őszinteségi feltételek: pl. nem őszinte, ha B igazából nem akarja, hogy C
megtörténjen.

lényegi feltételek: kísérlet B részéről, hogy C-re vegye rá H-t.

Beszédaktusok (Searle, 1969)

Illokuciós aktusok osztályozása:

- **asszertívumok**: a beszélőt köti a kimondottakhoz, a világ állapotát képviselik, pl: megnyilatkozások, követelések, leírások,
- **direktívumok**: kísérlet beszélő részéről, hogy a hallgató csináljon valamit, pl. utasítások, felkérések, kívánságok, könyörgések,
- **kommisszívumok**: beszélőt köt meg egy akciósorozathoz, pl. ígéretek, fenyegetések, fogadalmak,
- **expresszívumok**: beszélő lélektani állapotának a kifejezése, pl. üdvözlések, gratulálások, köszönések, elnézésekérések,
- **deklarációk**: maguk jelentik változást a dolgok állapotában, pl. házasságkötés, megnevezés, áldás, letartoztatás,
- **verdikatívumok**. ítéletet adnak át, vagy értékelik pl. ítékezés, megbocsátás, engedélyezés,

- *Visszaadod holnap, amivel tartozol?* - *Igen.*

- *Megígéred?* - *Igen.*

De ha **H** olyan kulturális háttérű, ahol nem létezik a jövőbeli kötelességvállalást jelentő 'ígéret' BA? Így a **B** számára **H** nem tett ígéretet.

Ágens logikai modell kívánatos komponensei (informálisan)

Hiedelmek explicit reprezentációja (logikai 'hiedelem nyelv')

Hiedelmeknek néhány logikai következményét kiszámítani

Más ágensek hiedelmeinek befolyásolása kommunikáció útján

Logika **rendje**: ítéletlogika (0'), vagy predikátum kalkulus (1') jellegű,

idő modell: lineáris tempóralis logika, elágazó tempóralis logika.

(elágazó idő:

ágensrendszerben több döntés lehetséges, az adódó lehetőségek az elágazó időmodellel rendelkező logikákkal lehet modellezni).

Kétféle probléma:

szintaktikai (milyen legyen a hiedelem állítások külalakja)

szemantikai (hogyan lehessen megállapítani az értéküket).

Szintaktikai probléma megoldása:

- **modális logika**: modális operátorok, amelyek viszont nem igazság funkcionálok,
- **metanyelv**: pl. olyan 1' rendű logika, melynek termjei egy másik nyelv állításai.

Szemantikus probléma megoldása:

- **lehetséges világok** (megadjuk, hogy egy modális állítás milyen 'világban' igaz),

Lehetséges világok és a modális logika

„Lehetséges világok” szemantika: Leibnitz, majd 1950 körül Saul Kripke (USA),
alkalmazás tudás ábrázolására Jaakko Hintikka

en.wikipedia.org/wiki/Semantics_of_modal_logic

Legyen: n db ágens,

Σ egy (logikai) nyelv,

W a lehetséges világok halmaza

$\pi: W \rightarrow 2^\Sigma$ értékelő függvény (mi igaz egy lehetséges világban)

Ágensrendszer: $A = (W, \pi, I_1, I_2, \dots, I_n)$

I_k – a lehetséges világok olyan halmaza, amiket egy (k -ik) ágens
megkülönböztetni nem tud

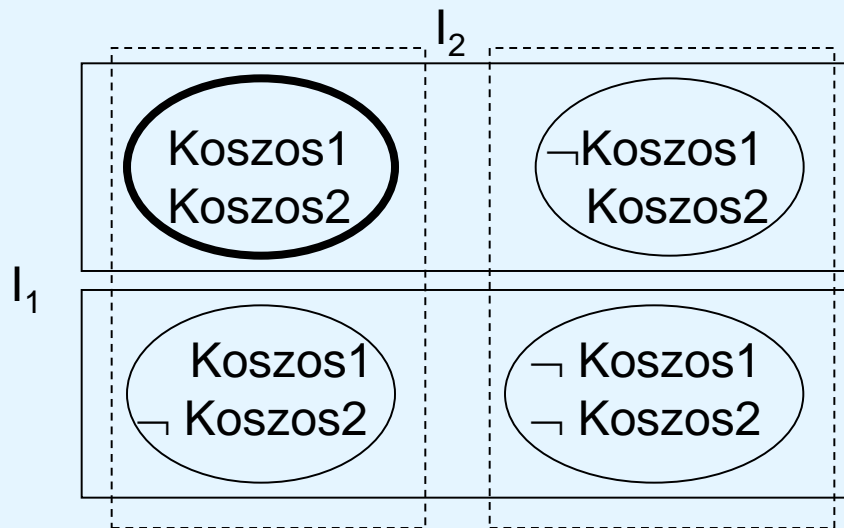
(mert tudása véges, nem teljes, környezet nem hozzáférhető, ...)

I_k a W egy partíciója: $I_k = (W_{k1}, \dots, W_{kr})$ $W_{kj} \cap W_{kn} = \emptyset$, $\cup W_{kj} = W$

$I_k(w) = \{ w' \mid w \in W_{kj} \text{ és } w' \in W_{kj} \}$

Ami az I_k partíció minden tagvilágában igaz, azt az ágens „tudja”.

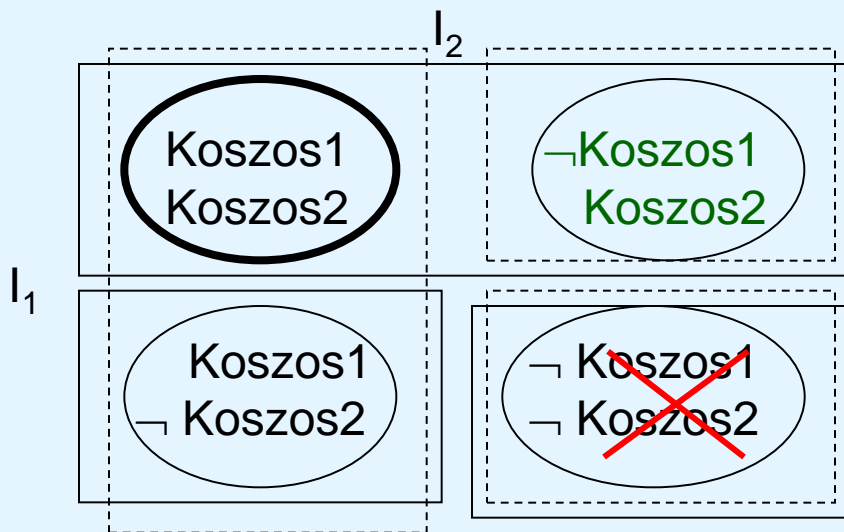
**Ami csak egy világban igaz, de a többiben nem biztos, azt az ágens
„talán tudja”?**



Aki koszos, menjen mosakodni!

K_1 Koszos2
 K_2 \neg Koszos1
 K_1 \neg K_2 Koszos2
 ...

Legalább egy köztetek koszos!



Ha pl. csak egy (K_2) koszos

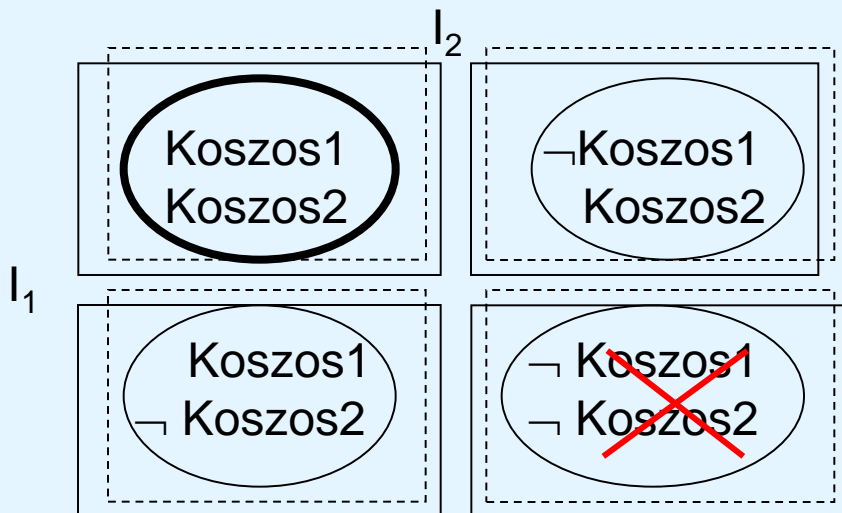
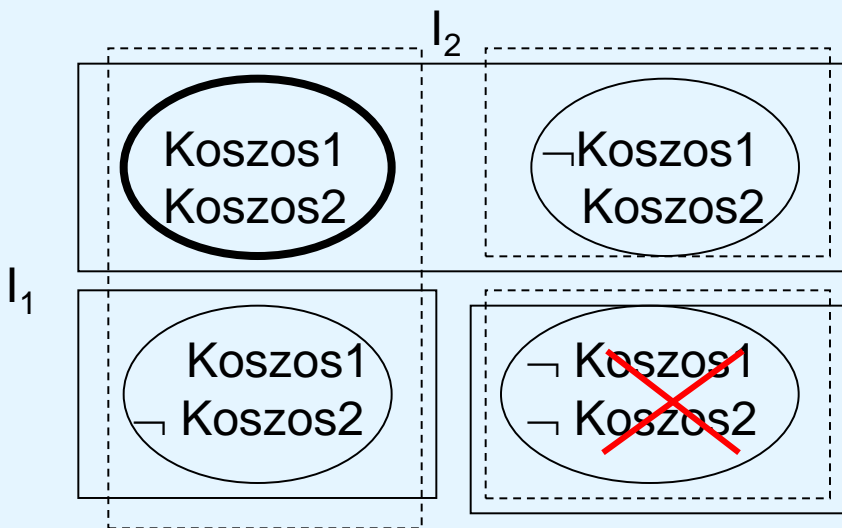
K_1 Koszos2
 K_2 \neg Koszos1

akkor belőle következik már:

K_1 \neg Koszos1
 K_2 Koszos2

és „2” szalad mosakodni, de „1” nem.

De ha igazi világ Koszos1, Koszos2, akkor bejelentés ellenére ezt sem tudják eldönteni!



Végleges partíció

Legalább egy koszos!

Hallgatnak, de „1” szempontjából ez azt jelenti, hogy „2” nem képes eldönteni, azaz:

„2” mentálisan a bal oldali partícióban van!

De ez azt jelenti, hogy Koszos1, tehát:

K_1 Koszos1, és „1” fut mosdóba. „2” szempontjából az, hogy korábban „1” nem ment mosdóba azt jelentette, hogy „1” mentálisan a felső partícióban volt. Ha most már mosdóba fut, akkor akkor egyetlen lehetséges világ a bal felső, és:

K_2 Koszos2

és „2” is indul mosdóba.

(de igazából szimmetrikus, egyidejű a következtetés)

Normál **modális** logika_(eredetileg egy filozófiai fejlemény)

szükségszerű igazság (amely minden lehetséges világban igaz);

lehetséges igazság (most igaz, de lehetne másképpen is);

□ - 'szükségszerű, hogy'

◇ - 'lehetséges, hogy'

Új operátorok esetén: - új szintaktika, avagy milyen egy jól definiált állítás.

- új szemantika, avagy mikor igaz az új szintaktikájú állítás.

Szintaktikai szabályok

Legyen $\text{Prop} = \{p, q, \dots\}$ az atomi ítéletek egy megszámlálható halmaza, akkor:

1. Ha $p \in \text{Prop}$, akkor p egy állítás;
2. Ha p, q egy-egy állítás, akkor: igaz, $\neg p$, $p \vee q$ szintén állítások;
3. Ha p egy állítás, akkor $\Box p$, $\Diamond p$ szintén állítások.

Szemantika: a normál modális ítélet logika modellje:

$$\mathbf{M} = (\mathbf{W}, \mathbf{R}, \pi),$$

W a lehetséges világok egy halmaza,

$R \subseteq W \times W$ az un. hozzáférési reláció világok felett

π : értékelő függvény: melyik $w \in W$ –ben mi (elemi állítások) igaz

Kripke-struktúrák J. Hintikka megfogalmazásában (Kripke modell)

Szemantikai szabályok: $(M, w) \models$ állítás referencia világban, modellben

Alapszabályok:

$M, w \models \text{igaz}$

$M, w \models p$ $p \in \text{Prop}$, a.cs.a., ha $p \in \pi(w)$,

$M, w \models \neg p$ a.cs.a., ha $M, w \not\models p$,

$M, w \models p \vee q$ a.cs.a., ha $M, w \models p$, vagy $M, w \models q$,

$M, w \models \Box p$ a.cs.a., ha $\forall w' \in W$. (ha wRw' , akkor $M, w' \models p$)

azaz igaz w -ben, ha igaz minden belőle hozzáférhető világban,

$M, w \models \Diamond p$ a.cs.a., ha $\exists w' \in W$. (wRw' , és $M, w' \models p$)

azaz igaz w -ben, ha igaz legalább egy belőle hozzáférhető világban.

Fontos: $\Box p \rightarrow \neg \Diamond \neg p$ $\Diamond p \rightarrow \neg \Box \neg p$

Axiómák: logika tulajdonságait konkretizálni kell, megadva, hogy a szokásos és az új bevezetett operátorok milyen kapcsolatban vannak egymással.

Az igazságfüggvényál és modális operátorok kapcsolatát formálisan levezetni nem lehet, axiómaként kell definiálni.

K axiómarendszer:

(Klasszikus): minden ítélet tautológia érvényes

(Modus Ponens) ha p , $p \rightarrow q$ érvényesek, érvényes a q

(K (Kripke)): $(\Box p \wedge \Box(p \rightarrow q)) \rightarrow \Box q$ állítás érvényes

(NR - Necessitation Rule) ha p érvényes, érvényes $\Box p$

Tétel: Az összes Kripke modellosztályban K axiómarendszer helyes és teljes.

Elsőrendű modális logikák?

Klasszikus predikátum kalkulus \Box és \Diamond operátorokkal, amiket tetszőleges modális, vagy 1' rendű állításra lehet alkalmazni.

Ez jó lenne, mert így dolgozhatunk pl. $\forall x. \Box P(x) \rightarrow Q(x)$
 $P(a) \wedge \Box \exists x. P(x)$... alakú állításokkal is.

Az ítéletlogikához képest az atomi formulákban most függvények (predikátumok) is állhatnak, azokban változók vannak. Az állítások logikai értéke akkor értelmezve van, ha azokban a változók konstansokkal vannak helyettesítve, vagy kvantáltak.

Lehetséges világok = első rendű modellek = domén objektumai

Barcan-féle formulák: $\forall x. \Box P(x) \rightarrow \Box \forall x. P(x)$
 $\Box \forall x. P(x) \rightarrow \forall x. \Box P(x)$

Érvényesek, ha minden világ doménje megegyezik
(a világok objektumválasztéka konstans)

Problémák: $a = b$ következik-e, hogy $\Box (a = b)$

Estcsillag = Hajnalcsillag (= Vénusz)

\Box (Estcsillag = Hajnalcsillag)

ágens tudja? kell, hogy tudja?

További axióma már függ az R hozzáférési reláció tulajdonságaitól:

<u>új axióma</u>	<u>R tulajdonságai</u>	<u>1' rendű jellemzés</u>
T $\Box p \rightarrow p$	reflexív	$\forall w \in W. wRw.$
D $\Box p \rightarrow \Diamond p$	soros	$\forall w \in W. \exists w' \in W. wRw'.$
4 $\Box p \rightarrow \Box \Box p$	tranzitív	$\forall w, w'. w'' \in W. (wRw' \wedge w'Rw'') \rightarrow wRw''.$
5 $\Diamond p \rightarrow \Box \Box \Diamond p$	euklideszi	$\forall w, w', w'' \in W. (wRw' \wedge wRw'') \rightarrow w'Rw''.$

Megfeleltetési elmélet (*correspondence theory*):

A 4 db. axióma = elvileg 16 különböző logikai rendszer, de abból csak 11 különböző.

Azok szokásos jelölése az axiómanevék felsorolásából áll:

K, K4, K5, KD, KT (=KDT), K45, KD5, KD4, KT4 (=KDT4), KD45,
KT5 (=KT45, KDT5, KDT45)

A leginkább használt modális rendszereknek “saját” nevük van:

KT = T logika, KD45 = gyenge-S5 logika, KT4 = S4 logika,
KT45 = S5 logika (un. tudáslogika).

Tétel: Legyen $X \subseteq \{D, T, 4, 5\}$, $X \subseteq \{\text{soros, reflexív, tranzitív, euklideszi}\}$.
Akkor $K \cup X$ a tudás modális operátorának helyes és teljes axiomatizálása az X hozzáférési relációt teljesítő Kripke modellek számára.

'Tudás' kifejezése normál modális logikával - episztemikus (*epistemic*) logika

$\Box p$ - 'ismert, hogy' p , 'ágens tudja, hogy p ', 'ágens hiszi a p -t', ...

Egyedi ágens logikája. Több ágensre több hozzáférési reláció kell, mindegyik ágenshez külön-külön (ágensek episztemikus tulajdonságai különbözőek lehetnek).

A több ágenses modell tehát: $(W, R_1, R_2, \dots, R_n, \pi)$

az \Box operátor helyett be kell vezetni K_i - 'i-edik ágens tudja' modális operátort

$M, w \models K_i p$ a.cs.a $\forall w' \in W$. ha $wR_i w'$, akkor $M, w' \models p$

Mennyire jó normál modális logika a tudás és hiedelem kifejezésére?

(K (Kripke)) $\models K_i (p \rightarrow q) \rightarrow (K_i p \rightarrow K_i q)$

(NR - Necessitation Rule) ha $\models p$, akkor $\models K_i p$

(NR): egy ágens minden érvényes állítást tud \Rightarrow ezen belül minden ítélet kalkulusbeli tautológiát \Rightarrow azokból végtelen sok van, az ágens tudása végtelen;

(K): az ágens tudása implikációra nézve zárt.

Intuícióellenes: pl. Peano-axiómák birtokában tudni (hinni) kellene, hogy Fermat-féle nagytétel igaz, vagy sem, stb. (200 oldalas indirekt bizonyítás nélkül).

Logikai 'mindentudás' (omniscience) probléma

Axiómák a hiedelemhez és a tudáshoz

A D, T, 4, 5 axiómák hasznossága tudás ábrázolásához több ágens esetén:

$D_n, T_n, 4_n, 5_n, K_n$ - 'n-ik ágens tudja'

Azon túl: $\Box p \rightarrow \neg \Diamond \neg p$, vagy $\Diamond p \rightarrow \neg \Box \neg p$

$D_n: \Box p \rightarrow \Diamond p$

$K_i p \rightarrow \neg K_i \neg p$,

ha i-edik ágens p-t tud, akkor a $\neg p$ -t nem tudja
(ágens tudása konzisztens, nem ellentmondásos)

$T_n: \Box p \rightarrow p$

$K_i p \rightarrow p$

amit tud, az igaz (tudás = igaz hiedelem:
i tudja a p-t, ha i hiszi a p-t és a p igaz)

$4_n: \Box p \rightarrow \Box \Box p$

$K_i p \rightarrow K_i K_i p$

pozitív introspekció ('saját magának a vizsgálata')
(ágens tudja, amit tud)

$5_n: \Diamond p \rightarrow \Box \Diamond p$

$\neg K_i \neg p \rightarrow K_i (\neg K_i \neg p)$

negatív introspekció (ágens tisztában van azzal,
hogy mit nem tud) tehát ágensnek tökéletes
tudása van arról, mit tud, és amit nem tud

általában: 'tudás' logika: $S5_n$

'hiedelem' logika: gyenge- $S5_n$

Semantic Language SL (FIPA, JADE szabványlogikája)

...

B <agent> <expr>	(KD45)	hisz
U <agent> <expr>		bizonytalan
I <agent> <expr>		szándéka van és tervez
PG <agent> <expr>	(KD)	tartós célja van, de nem szükségszerűen tervez
(feasible <actexpr> <Wff>)		igaz, hogy a cselekvés megtörténhet, közvetlenül utána Wff igaz lesz
(done <actexpr> <Wff>)		igaz, hogy a cselekvés épp megtörtént és előtte Wff igaz volt
(iota x (P x))		pont olyan x, amire igaz P(x)
(any <term> <formula>)		akármilyen objektum, ami a formulát teljesíti
(all <term> <formula>)		minden objektum, ami ...

De nem informatikai implementációkban ágyazott!

Egyrészt: alapja pl. a FIPA/JADE szabványosításnak

Másrészt: erősebb szemantikát keresnek, ami a számítási modellekkel lenne
jobb kapcsolatban (parallel processzek, formális programozási sémák, ...)

Józan ész (common sense) és az elosztott ('közösségi') tudás logikában

- mindenki tudja, hogy: **EK p**

$$EK p = K_1 p \wedge K_2 p \wedge \dots \wedge K_n p$$

$$M, w \models EK p \quad \text{a.cs.a, ha } M, w \models K_i p \quad \forall i \in \{1, \dots, n\}$$

- mindenki tud k-fokig: **EK_k p**

$$EK_1 p = EK p, \quad EK_k p = EK (EK_{k-1} p)$$

- józan ész tudás:

$$CK p = EK p \wedge EK_2 p \wedge \dots \wedge EK_k p \dots$$

- elosztott tudás: ágensek 'közös' tudása

pl. A1: azt tudja, hogy: p

A2: azt tudja, hogy: p → q

így az elosztott tudáshoz q is tartozik (ágensközösség tudja a Modus Ponens-t)

$$M, w \models DK p \quad \text{a.cs.a } M, w' \models p \text{ minden olyan } w'\text{-re, amire } w(R_1 \cap \dots \cap R_n)w'$$

operátorok hierarchiája: **CK p → ... → EK_k p → ... → EK → DK p**



Az informatikai valóságban rögzített (grounded) lehetséges világok

Precízebb, jó a modális logikákkal társuló ágensszámítási modellhez is. Különben a szemantikát az ágens programjával nehéz összekapcsolni.

Egy **elosztott rendszer** egyszerű modellje. Rendszer komponensek:

- **környezet**, amely E állapotok valamelyikében van,
- n db **folyamat** $\{1, \dots, n\}$, L 'lokális' állapotok valamelyikében,
- az egész rendszer a G **globális állapotok** valamelyikében lehet

$$G = E \times L \times \dots \times L$$

- a rendszer **futása** ('run'): $\text{Run} = \mathbb{N} \rightarrow G$
- egy **pont** ('point') a futás az időpontjával együtt: $\text{Point} = \text{Run} \times \mathbb{N}$

A pontok a lehetséges világok. A **rendszer** a futások halmaza: $\text{System} = 2^{\text{Run}}$

Globális állapotok: $s = (e, l_1, \dots, l_n)$ és $s' = (e', l_1', \dots, l_n')$.

Az i -edik folyamatra definiáljuk a következő ekvivalencia relációt:

$$s \sim_i s' \quad \text{a.cs.a,} \quad \text{ha } (l_i = l_i')$$

Mivel a reláció egy **ekvivalencia** (azaz szimmetrikus, reflexív, tranzitív), így a logika lényegében az **S5 n logika**.

Racionális ágenslogika (Logic of Rational Agency – LRA) (1990)

(Cohen, Levesque)

1' rendű, multi-modális logika, egyenlőséggel:

racionális ágens alapjai + erre rá a racionális cselekvés leírása

Modálítások:

- (**Bel** x p) x ágens p-t hisz,
(**Goal** x p) x ágens p céllal rendelkezik,
(**Happens** α) az a cselekvés következik,
(**Done** α) az a cselekvés éppen megtörtént.

(**Happens** x α) = (**Happens** α) \wedge (**Agt** x) , stb.

Minden egyes ágens esetén:

- a hiedelem hozzáférési reláció: *euklideszi, tranzitív és soros* (KD45 logika)
- a cél hozzáférési reláció: *soros* (KD logika)
- célok is hiedelmek (avagy a célokat előbb el kell hinni!)

Cselekvések szerkesztése elemi cselekvésekből (dinamikus logika):

- $\alpha; \alpha'$ - α' követi az α -t
 $p?$ - egy „teszt cselekvés”, p igaz – NOP, p hamis - BLOCK
stb.

Racionális ágenslogika (Logic of Rational Agency - LRA)

(Cohen, Levesque)

Időmodálítások:

□ mindig (always)

◇ néha (sometimes)

Later szigorú néha

...

◇p = $\exists x. (\mathbf{Happens} x;p?)$

□p = $\neg \diamond \neg p$

(Later p) = $\neg p \wedge \diamond p$

(After a p) = $(\mathbf{Happens} a;p?)$

(Before p q) = $\forall c. (\mathbf{Happens} c;q?) \rightarrow \exists a (a \leq c) \wedge (\mathbf{Happens} a;p?)$

(Know x p) = $p \wedge (\mathbf{Bel} x p)$

.....

fontos feltételezés, hogy a célokat később (előbb-utóbb) levesszük az agendáról:

◇ $\neg(\mathbf{Goal} x (\mathbf{Later} p))$

Beszédaktus, mint racionális cselekvés (Cohen, Levesque), 1990

Fontos, ha a **cél tartós** (*persistent goal*):

$$(P_Goal\ x\ p\ q) = (\mathbf{Goal}\ x\ (\mathbf{Later}\ p)) \wedge (\mathbf{Bel}\ x\ \neg p) \wedge \\ [\mathbf{Know}\ x\ (\mathbf{Prior}\ ((\mathbf{Bel}\ x\ p) \vee (\mathbf{Bel}\ x\ \Box\neg p) \vee (\mathbf{Bel}\ x\ \neg q)) \neg(\mathbf{Goal}\ x\ (\mathbf{Later}\ p)))]$$

Célből jön a **szándék**:

$$(\mathbf{Intend}\ x\ \alpha\ q) = (P_Goal\ x\ [\mathbf{Done}\ x\ (\mathbf{Bel}\ x\ (\mathbf{Happens}\ \alpha))\ ?;\alpha]\ q)$$

(véges) **Kölcsönös** hiedelem:

$$(\mathbf{ABel}\ n\ x\ y\ p) = (\mathbf{Bel}\ x\ (\mathbf{Bel}\ y\ (\mathbf{Bel}\ x\ (\mathbf{Bel}\ y\ \dots\ (\mathbf{Bel}\ x\ p)\ \dots))\ n\text{-szer} - \textit{mutual belief}$$

$$\mathbf{Kölcsönös\ hiedelem:}\ (\mathbf{Bmb}\ x\ y\ p) = \forall n . (\mathbf{ABel}\ n\ x\ y\ p)$$

Megkísérel – egy komplex cselekvés:

$$(\mathbf{Attempt}\ x\ e\ p\ q) = [(\mathbf{Bel}\ x\ \neg p) \wedge (\mathbf{Goal}\ x\ (\mathbf{Happens}\ x\ e;p?)) \wedge (\mathbf{Intend}\ x\ e;q?)]\ ?;e$$

x ágens e -t tesz, p hatást kíván elérni, azzal a szándékkal, hogy legalább q legyen.

Segítőkész:

$$(\mathbf{Helpful}\ x\ y) = \exists e . [(\mathbf{Bel}\ x\ (\mathbf{Goal}\ y\ \diamond(\mathbf{Done}\ x\ e))) \wedge \neg (\mathbf{Goal}\ x\ \Box\neg (\mathbf{Done}\ x\ e)) \\ \rightarrow (\mathbf{Goal}\ x\ \diamond(\mathbf{Done}\ x\ e))]$$

x segítőkész (y részére), ha minden e cselekvés esetén, x elfogadja y céljait, ha ezzel nem kerül konfliktusos helyzetbe.

Végül beszédaktus, mint egy kísérlet:

Felkér – egy igen komplex cselekvés:

$$(\text{Request } B \text{ H e } a) = \{ \text{Attempt } B \text{ e } p (B \text{mb H B } (\mathbf{Goal} \text{ B } p)) \},$$

ahol

$$p = \diamond(\mathbf{Done} \text{ H } a) \wedge (\text{Intend } H \text{ a } [(\mathbf{Goal} \text{ B } \diamond(\mathbf{Done} \text{ H } a)) \wedge (\text{Helpful } H \text{ B})])$$

B, **e**-t megtéve, reménykedik, hogy egy olyan állapotot idéz elő, amelyben:

- **H** szeretne **a**-t (amellett, hogy **B** még mindig **a**-t szeretne és segítőkészek)
- **H** meg is csinálja **a**-t vagy legalább **H megosztja B**-vel a közös hiedelmeket.

B egy felkérést valósít meg, ha a hozzá szükséges sorozatot végrehajtja!

Minden eseménysorozat, aminek ilyen a struktúrája – valóban egy felkérés!