

Cselekvési tervek generálása

Máté Annamária

Tartalom

◆ Általánosan a cselekvés tervezésről

- ◆ Értelmezés, megközelítés

◆ Klasszikus modellek

- ◆ Mint keresés
- ◆ Mint logikai következtetés
- ◆ Alapvető feltevések és fogalmak

Tartalom (folytatás)

◆ Reprezentációs módszerek

- ◆ STRIPS
- ◆ STRIPS kiterjesztés

◆ Tervezési módszerek

- ◆ Finomító tervezés
- ◆ Finomító tervezés, mint keresés
- ◆ Tervezés az állapottérben
- ◆ Tervezés a tervek terében
- ◆ Hierarchikus finomítás
- ◆ Gyakorlati tervezés

◆ Alkalmazások

1. Általánosan a cselekvés tervezésről

1.1. Mit értünk cselekvés tervezés alatt?

- ◆ A cselekvéstervezés problémája szervezetek, csoportok vagy egyének bizonyos célok elérésére irányuló viselkedésének meghatározása.

Hogyan érjük el a célt?

- ⇒ Az elérendő célok a cselekvőt körülvevő világhoz kötődnek
- ⇒ Céljainkat csak úgy érhetjük el ha:
 1. Képesek vagyunk a környező világot ellenőrizni és ennek változásaira hatni
 2. Tudjuk, hogy cselekedeteink milyen hatással vannak a világra
- ⇒ Mindez feltételezi a világ valamilyen fokú ismeretét

Hogyan érjük el a célt? (folytatás)

- ◆ Hogyan írhatjuk le a világot?
- ◆ Hogyan állítsunk össze egy olyan cselekvéssort, hogy az végrehajtható legyen és végrehajtása során elérjük célunkat?

1.2. Lehetséges megközelítések

1. A tervezés általános, alkalmazástól független kérdések vizsgálata (*domain-independent planning*)
2. Konkrét tervezési feladat megoldása, alkalmazás függő ismeretek és megoldási módszerekre támaszkodva (*domain-dependent planning*)



2. Klasszikus modellek

2. Klasszikus modell

- ◆ A cselekvéstervezés, mint keresési probléma
- ◆ A cselekvéstervezés, mint logikai következtetés: szituációkalkulus
- ◆ Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak

2.1. Mint keresési probléma

- ◆ Múlt: pusztán keresési feladatként fogalmazták meg (pl.: *General Problem Solver - GPS*)
- ◆ Probléma: adott egy állapottérben
 - a. egy kezdeti állapot
 - b. operátorok, melyek az állapotok közti átmeneteket írják le
 - c. Egy cél

=> Hogy jutunk el a kezdeti állapotból a célállapotba?

2.1. Mint keresési probléma (folytatás)



Ha a tervezést keresési feladatként fogjuk fel komoly nehézségekkel szembesülünk:

- nagy lehet az elágazási tényező
- a keresés módszeres próbálkozás - legtöbb cselekedetünk haszontalan lenne, mert nem irányulna adott célra; kapcsolat az állapotok és akciók között: cselekedet hatása fontos
- cselekedetek közötti kölcsönhatás: le kell írjuk a cselekedetek előfeltételeit és hatásait

2.1. Mint keresési probléma (folytatás)

- kereséskor a kezdőállapotból induló operátorok láncolatát állítjuk elő, tervezéskor ez túl szigorú korlátozás -> kötetlenebb tervrepresentációval kell dolgoznunk, melyek szabadon adhatnak akciókat egy tervhez
- lokalitás: egy akció hatása többnyire lokális, a világ csak egy kis részét érinti => a célt alcélokra bontjuk és minden egyes alcél elérésére külön-külön törekedhetünk

2.2. Mint logikai következtetés

- ◆ A változó világ tényeinek logikai leírására szolgál a szituációkalkulus

Mivel több az elsőrendű logikánál?

- a tényeket mindig egy adott világállapothoz köti

- a szituáció a világ állapotának teljes leírása egy adott pillanatban

Pl. $\text{ûrtartalom}(\text{kicsi}, 3, s)$ and $\text{tartalom}(\text{kicsi}, 1, s)$

- az akciók bizonyos állapotokat másik állapotba visznek át

$\text{result}(A, S)$ új állapotot eredményez, az A akciót az S állapotban hajtjuk végre

2.2. Mint logikai következtetés (folytatás)

- ◆ Kezdeti állapot leírása:

$\text{úrtartalom}(\text{kicsi}, 3, s_0)$ and $\text{úrtartalom}(\text{nagy}, 4, s_0)$ and
 $\text{tartalom}(\text{kicsi}, 0, s_0)$ and $\text{tartalom}(\text{nagy}, 0, s_0)$

- ◆ Célállapot megadása:

$\exists s \text{ tartalom}(\text{nagy}, 2, s)$

- ◆ A világ változásait előidéző operátorok leírása

egy korsó tele van, ha megtöltjük a csapból vagy már tele volt, és nem töltünk ki belőle vizet sehova:

2.2. Mint logikai következtetés (folytatás)

$\forall X, V, S, A$ tartalom($X, V, \text{result}(A, S)$) $\Leftrightarrow$
ûrtartalom(X, V, S) and $A = \text{csapból-tölt}(X)$ or
[tartalom(X, V, S) and $A \neq \text{kiönt}(X)$] or
[tartalom(X, V, S) and $A \neq \text{átönt}(X, Y)$ and $X \neq Y$]

◆ Teljes világkép alkotáskor nem elég megadni
ami változik, hanem azt is meg kell adni ami
változatlan marad -> keret axiómák

$\forall X, V, S, A$ ûrtartalom($X, V, \text{result}(A, S)$) $\Leftrightarrow$
ûrtartalom(X, V, S)

◆ ezután a cselekvéstervezés = tételbizonyítás

Módszer hátrányai:

1. Nem tudjuk kihasználni, hogy az akciók hatásai lokálisak, ezért sok keret axiómát kell használni
2. A számítási idő exponenciális a megoldás hosszával; megtörténhet hogy nem kapunk a kérdésre választ
3. Megtörténhet, hogy olyan akciók kerülnek a tervbe, amelyek nem segítik a cél elérését

=> A cselekvéstervezést nem foghatjuk fel egyszerű keresési problémának

2.3. Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak

- ◆ Nem alkalmazás-független, csak olyan területeken alkalmazhatók, ahol feltevéseik érvényesek
- ◆ Klasszikus tervezés: determinisztikus, statikus és teljesen megfigyelhető világot feltételez
 - > a tervező teljes tudással rendelkezik a világról, melyben változásokat csak egy terv végrehajtása idézhet elő

2.3. Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak (folytatás)

- > egy cselekvő, aki a tervet végrehajtja; a cselekvésnek nincs visszahatása a tervezésre
- > az állapotokat bináris állapotváltozók írják le
- > a világ zárt, elég azokat a változókat ismerni melyek igazak

2.3. Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak (folytatás)

◆ Tervezési probléma

-> egy kezdeti állapot, ismert és adott (a világ a terv végrehajtása előtt)

-> célok által adott célállapot meghatározása, részlegesen adott (milyen legyen a világ a terv végrehajtása után)

◆ A világ állapotait az akciók változtathatják meg

◆ Az akcióknak előfeltételei és hatásai vannak, leírásuk operátorokkal történik

2.3. Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak (folytatás)

- ◆ egy akció olyan állapotban hajtható végre, melyekben előfeltételei kielégíthetők és hatása megadja, hogy milyen állapotba kerül a világ az akció végrehajtása után
- ◆ Terv: akciók szervezett együttese
 - > milyen egyedi akciókból áll
 - > az akciókat milyen sorrendben kell végrehajtani
- egy terv akkor megoldás ha lépéseit végre lehet hajtani, és a kezdeti állapotból eljutunk a célba

2.3. Klasszikus tervezés: alapvető feltevések és fogalmak (folytatás)

◆ Feladatmegfogalmazás:

1. Világ kezdeti állapotának leírása
2. Az elérendő célok
3. Alkalmazható operátorok

3. Reprezentációs módszerek és alapfogalmak

◆ Reprezentáció alapkérdései:

- mi nem változik a tevékenység végrehajtása nyomán
- mi változik egy tevékenység hatására

◆ Reprezentációs módszerek:

- 4.1. STRIPS-reprezentáció
- 4.2. STRIPS kiterjesztései

3.1. STRIPS-reprezentáció

- ◆ Egyedül az változik, amit egy akció hatásaként megadunk - ez először a STRIPS(*Stanford Research Institute Problem Solver*) tervezőrendszerben jelent meg
- ◆ PDDL(Planning Domain Definition Language) reprezentációs nyelvet használja

3.1. STRIPS-reprezentáció (folytatás)

◆ Reprezentáció főbb elemei:

a. a világ bármely állapota a benne igaz elemi logikai állítások konjunkciójaként írható le; ami nem szerepel a leírásban a zárt világ számára hamis.

b. a célt azon elemi állítások konjunkciója adja meg, amelyekről elvárjuk, hogy bármely célállapotban igazak legyenek.

3.1. STRIPS-reprezentáció (folytatás)

c. az operátorokat előfeltételeik és hatásaik határozzák meg

- az operátoroknak vannak változói
- előfeltételek konjunktív logikai kifejezések - hatásai megadják, hogy milyen állítások válnak igazzá, ill. hamissá az operátor végrehajtását követő állapotban
- feltétel-oldal változói univerzálisan kvantáltak
- az akciópéldány végrehajtása előtt, a változókat le kell kötni a feltétel oldalon

3.1. STRIPS-reprezentáció (folytatás)

◆ Reprezentáció előnyei és hátrányai:

- > könnyű meghatározni egy akciósorozat hatását, és azt is, hogy milyen előfeltételek kell teljesüljenek ahhoz, hogy egy bizonyos állapotot eredményezzen
- > nem alkalmas *feltételes hatású* akciók leírására

◆ Lényege: operátorokba bújtatva írja le a világ összes törvényszerűségét

3.2. STRIPS kiterjesztései

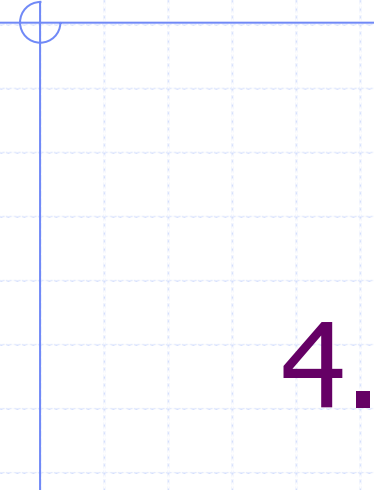
1. A célok megadásában: az eddig megengedett konjunkciók helyett, most bármilyen elsőrendű logikai mondat leírható, amelyben nincs függvény
2. Nemcsak elérendő, hanem fenntartandó célok is megadhatók
 - biztonsági korlátozás
 - az akciók közvetlen hatásai révén működnek a deduktív operátorok - ezek írják le a világban uralkodó oksági viszonyokat

3.2. STRIPS kiterjesztései (folytatás)

3. A paraméterlistában a változók típusát deklarálhatjuk
4. Az előfeltételek leírása akárcsak a céloké
5. Hatásoldalon: feltételes hatások és univerzális kvantálás leírására lehetséges
6. Hierarchikus feladat hálók

3.2. STRIPS kiterjesztései (folytatás)

- ◆ Célok helyet feladatok (tasks) adottak
 - egyszerű célok, a világ olyan tulajdonságai, amelyek egy célállapotban igaznak tekintünk
 - elemi feladatok, elemi akciók végrehajtásával oldható meg
 - összetett feladatok, több elemi akciót is igényelnek



4. Tervezési módszerek

Tervek leírása és értelmezése

$P = (A, E, V, L)$ részleges terv elemei:

- A – akciópéldányok
- E – előzési korlátozások az akció példányok közt
 - előtte (jel: $A_i \{ A_j$)
 - közvetlen előtte (jel: $A_i : \{ A_j$)
- V – változó lekötésére vonatkozó korlátozások
- L – a oksági kapcsolatok halmaza

Tervek leírása és értelmezése

- ◆ Részleges terv kiterjesztése egy olyan terv, amely tartalmazza az összes akciópéldányt, kielégíti az összes korlátozást, és az akciók és sorrendje is jól meghatározott
- ◆ Egy részleges terv akkor megoldás: ha összes lehetséges minimális kiterjesztése megoldás

Tervezési módszerek

- ◆ Általános módszer: finomító tervezés
- ◆ Finomító tervezés, mint keresés
- ◆ Kötött sorrendű tervek előállítása: tervezés az állapotterben
- ◆ Részleges tervek finomítása: tervezés a tervek terében
- ◆ Hierarchikus finomítás

4.1. Finomító tervezés

- ◆ a finomítás teljes: ha nem zár ki egyetlen lehetséges megoldást sem
- ◆ progresszív: ha szűkíti a kiterjesztések halmazát
- ◆ szisztematikus: ha bármely lehetséges megoldás P' egyetlen elemében fordul csak elő

4.1. Finomító tervezés (folytatás)

◆ Két megoldás:

- ◆ Felosztjuk a P aktuális tervhalmazát kisebb halmazokra és a finomítás műveleteit mindig csak egy kiválasztott alhalmazra alkalmazzuk
-> keresési problémává alakítjuk
- ◆ A megoldást közvetlenül próbáljuk meg kivonni az aktuális tervhalmazból
-> kielégítendő logikai axiómák halmazaként tekintjük

4.2. Finomító tervezés, mint keresés

- ◆ Egy globális keresési eljárás
- ◆ Különbség a finomító tervezéstől:
 - nem-determinisztikus választás után egyetlen részleges terven dolgozik tovább

Finomító tervezés jellegzetes műveletei:

- ◆ egy megoldás felismerése, kivonása egy részleges tervből
- ◆ egy tervhalmaz alhalmazokká való hasítása
- ◆ a megoldás szempontjából érdektelen tervek eltávolítása szűrés révén

4.3. Tervezés az állapottérben

- ◆ előre láncoló finomítás - > állapottérben való tervezés
 - megoldás kivonása egyszerű
 - Az előfeltételek révén ellenőrizni lehet, hogy mely operátor alkalmazható az adott állapotban
 - Biztonsági korlátozások ellenőrizhetők, és ha nem elégíthető ki, nem érdemes folytatni = szűrés
- ◆ Önmagában nem igazán használják

4.3. Tervezés az állapottérben (folytatás)

- ◆ állapottérben való tervezés célba jutásának módszerei:
 - hátra-láncoló finomítás módszere, a célból a kezdeti állapotba bővítjük újabb akciókkal
 - cél-eszköz analízis, az előre láncolást kényszeríteni kell, hogy olyan akciókkal dolgozzon, amelyek relevánsak a cél elérésére

4.4. Tervezés a tervek terében

- ◆ Egy akcióról eldöntjük hogy releváns-e és azt is hogy hol van a helye a tervben
- ◆ A legkisebb elkötelezettség elvét alkalmazzák, és a döntéseket addig késleltetik, amíg nincs rákényszerítve, hogy döntést hozzon
- ◆ Legnagyobb szabadság az akciók helyének meghatározásában (részleges sorrendű tervezés)

4.5. Hierarchikus finomítás

- ◆ a hierarchikus finomító módszerek: különbséget tesz a megoldások között
- ◆ Megenged:
 - absztrakt akciópéldányokat
 - ezen akciók dekompozíciós sémákkal való kifejezését
- ◆ magában foglalja, akár több részleges terv finomítására szolgáló műveletet
- ◆ Ritkán teljes (csak speciális esetben)

4.6. Gyakorlati tervezés

- ◆ enyhíteni kell a reprezentációs és a tervezési eljárás követelmények szigorán, de ezután nem biztosítható, hogy a terv helyes lesz
- ◆ a részben elkészült megoldásokat időről időre ellenőrizni kell
- ◆ A térbeli hiányosságoknak forrásai:
 - teljesítetlen célok
 - kielégíthetetlen korlátozások

5. Alkalmazások

- ◆ repülőipar, űrkutatás és katonai logisztika területeken -> nem tiszta tervezési probléma
- ◆ a klasszikus tervezés alkalmazható a képfeldolgozásban is
- ⇒ kevés sikeres ipari alkalmazás
- ⇒ Egy cselekvéstervezés akkor tölti be szerepét, ha képes döntéstámogató funkciók ellátására



Köszönöm a figyelmet!