

1. A probléma

Egy hallgató szeretné összeállítani órarendjét, melyben a következő kurzusoknak kell helyet találni: számítástudomány előadás, számítástudomány gyakorlat, programozás előadás, programozás labor, adatbázisrendszerek előadás, adatbázisrendszerek labor.

Olyan órarendet szeretne, mely teljesíti a következő kritériumokat:

- a számítástudomány előadásnak korábbi időpontra kell kerülnie mint a számítástudomány gyakorlat,
- ha a programozás előadás délelőttre esik, akkor az adatbázis gyakorlatnak is valamelyik nap délelőttjén kell lennie,
- egyik nap sem lehet négynél több tanóra,
- a számítástudomány és a programozás tárgyak előadásai nem eshetnek egy napra,
- legfeljebb egy nap kezdődhet óra délben,
- ha hétfőn reggel 8 és délután 16-os időpontok legalább egyike szabad legyen,
- a programozás labor után közvetlenül másik óra nem kezdődhet,
- a programozás előadás előtt (aznap) kell még legyen tanóra.

Az, hogy egy-egy kurzus mely időpontokban van meghirdetve, a tanulmányi rendszer alapján dönthető el.

2. Állapottér reprezentáció

A probléma egy-egy állapotát jellemezhetjük úgy, hogy megadjuk, mely napokon mely időpontokban milyen kurzust vettünk fel. A munkanapokat – hétfő, kedd szerda, csütörtök, péntek – és az időpontokat – 8, 10, 12, 14 és 16 óra – rendre 1-től 5-ig számozzuk, így egy 5 sorból és 5 oszlopból álló mátrixot alakíthatunk ki. Egy napon egy időponthoz tartozó érték az alábbi

halmazból kerülhet ki:

$$H = \{\text{számítástudomány előadás,} \\ \text{számítástudomány gyakorlat,} \\ \text{programozás előadás,} \\ \text{programozás labor,} \\ \text{adatbázisrendszerek előadás,} \\ \text{adatbázisrendszerek labor}\} \cup \{0\}$$

ahol a 0 azt jelöli, hogy az adott napon és időpontban nincs felvett kurzus.

2.1. Állapottér

Az állapottér a H halmaz elemeiből képzett 5×5 -ös mátrixokból áll:

$$A \subseteq \left\{ \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,5} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5,1} & a_{5,2} & \dots & a_{5,5} \end{pmatrix} : a_{1,1} \in H \wedge \dots \wedge a_{5,5} \in H \right\}$$

Ahol $a_{n,i}$ megmutatja hogy az n . napon a i . időpontban milyen kurzust kell felvenni. A lehetséges állapotok halmaza szűkíthető, amennyiben megkötjük, hogy sorfolytonosan haladunk a mátrix (órarend) kitöltésében, azaz ha valamely napon egy időponthoz már rendeltünk kurzust, akkor megelőző napon vagy ugyanezen napon korábbi szabadon maradt időponthoz már nem rendelhetünk kurzust. Csak olyan mátrixot tekintünk állapotnak, mely olyan órarendnek felel meg, amely megfelel a hallgató által támasztott minden követelménynek, de még nem feltétlenül tartalmazza az összes kurzust. A probléma operátorait úgy fogjuk meghatározni, hogy állapotból állapotot állítsanak elő. Ennek előnye, hogy az implementációból a kényszerfeltételek elhagyhatók és ezért ezek megfogalmazására sincs most szükség.

2.2. Kezdőállapot

A probléma kezdőállapota olyan órarendnek megfelelő mátrix, melyben még egyetlen kurzusnak sem találtunk helyet:

$$kezdő = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

2.3. Célállapotok halmaza

A probléma célállapota olyan órarendnek megfelelő mátrix, melyben az összes kurzus szerepel.

$$C = \left\{ \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,5} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5,1} & a_{5,2} & \dots & a_{5,5} \end{pmatrix} : |\{a_{1,1}, \dots, a_{5,5}\} \setminus \{0\}| = |H \setminus \{0\}| \right\}$$

2.4. Operátorok

Az operátorok feladata egy újabb kurzus felvétele az órarendbe valamely napon és időpontban (a tanulmányi rendszerben meghirdetett kurzusalkalmak szerint).

$$O \subseteq \{o_{n,i,k} : n \in \{1, 2, \dots, 5\} \wedge i \in \{1, 2, \dots, 5\} \wedge k \in H \setminus \{0\}\}$$

Amennyiben $o_{n,i,k} \in O$, az azt jelenti, hogy a k kurzus meg van hirdetve az n . napon az i . időpontban.

2.4.1. Operátoralkalmazásai előfeltételek

Az $o_{n,i,k} \in O$ operátor akkor alkalmazható egy $\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,5} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5,1} & a_{5,2} & \dots & a_{5,5} \end{pmatrix} \in A$ állapotra, ha a következő feltételek mindegyike együttesen teljesül:

- az n . nap i . időpontjában még nem vettünk fel kurzust

$$a_{n,i} = 0$$

- az n . nap i . időpontjánál később még nem vettünk fel kurzust (sorfolytonos a kitöltés)

$$\bigwedge_{p=1}^5 \bigwedge_{q=1}^5 \left((p > n \vee (p = n \wedge q > i)) \supset a_{p,q} = 0 \right)$$

- a k kurzus még nem szerepl az órarendben

$$\bigwedge_{p=1}^5 \bigwedge_{q=1}^5 \left(a_{p,q} \neq k \right)$$

- a számítástudomány előadásnak korábbi időpontra kell kerülnie mint a számítástudomány gyakorlat

$$k = \text{számítástudomány gyakorlat} \supset \bigvee_{p=1}^5 \bigvee_{q=1}^5 \left(a_{p,q} = \text{számítástudomány előadás} \right)$$

- ha a programozás előadás délelőttre esik, akkor az adatbázis gyakorlatnak is valamelyik nap délelőttjén kell lennie

$$\left(k = \text{programozás előadás} \wedge i < 3 \supset \bigwedge_{p=1}^5 \bigwedge_{q=1}^5 \left(a_{p,q} = \text{adatbázis labor} \supset q < 3 \right) \right) \wedge$$

$$\wedge \left(k = \text{adatbázis labor} \supset \bigwedge_{p=1}^5 \bigwedge_{q=1}^5 \left(a_{p,q} = \text{programozás előadás} \wedge q < 3 \supset i < 3 \right) \right)$$

- egyik nap sem lehet négynél több tanóra

$$\bigvee_{q=1}^5 \left(a_{n,q} = 0 \wedge i \neq q \right)$$

- a számítástudomány és a programozás tárgyak előadásai nem eshetnek egy napra

$$\left(k = \text{számítástudomány előadás} \supset \bigwedge_{q=1}^5 \left(a_{n,q} \neq \text{programozás előadás} \right) \right) \wedge$$

$$\wedge \left(k = \text{programozás előadás} \supset \bigwedge_{q=1}^5 \left(a_{n,q} \neq \text{számítástudomány előadás} \right) \right)$$

- legfeljebb egy nap kezdődhet óra délben

$$i = 3 \supset \bigwedge_{p=1}^5 \left(a_{p,3} = 0 \right)$$

- ha hétfőn reggel 8 és délután 16-os időpontok legalább egyike szabad legyen

$$(n = 1 \wedge i = 5) \supset a_{1,1} = 0$$

- a programozás labor után közvetlenül másik óra nem kezdődhet

$$\bigwedge_{q=1}^5 \left((q + 1 = i) \supset a_{n,q} \neq \text{programozás labor} \right)$$

- a programozás előadás előtt (aznap) kell még legyen tanóra

$$k = \text{programozás előadás} \supset \bigvee_{q=1}^5 \left(q < i \wedge a_{n,q} \neq 0 \right)$$

2.4.2. Operátor hatásdefiníció

Az $o_{n,i,k} \in O$ operátor hatásdefiníciója:

$$o_{n,i,k} \left(\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,5} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5,1} & a_{5,2} & \dots & a_{5,5} \end{pmatrix} \right) = \begin{pmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \dots & b_{1,5} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \dots & b_{2,5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{5,1} & b_{5,2} & \dots & b_{5,5} \end{pmatrix}$$

$$b_{p,q} = \begin{cases} k & \text{ha } p = n \wedge q = i \\ a_{p,q} & \text{egyébként} \end{cases}$$