Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Informatikai Intézet
Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék

ET Erőforrás tervezés
Resource Planning

2019/20 2. félév

12. rész

Dr. Kulcsár Gyula
egyetemi docens

Többcélú optimalizálási feladatok megoldása

Tartalom

- Többcélú optimalizálás
- Megoldási módszerek
- Relatív változásra alapozott módszer
- Alkalmazási példák

Többcélú optimalizálás

- Döntési változók
- Korlátozások, feltételek
- Célfüggvények

$$f_k : S \to \Re^+ \cup \{0\}$$
$$f_k(s) \to min$$
$$s \in S, \forall k \in \{1,2,...,K\}$$

s egy megengedett megoldás

S a megengedett megoldások halmaza

f_k egy célfüggvény

K a célfüggvények száma

Megoldási módszerek

- Súlyozott célfüggvények alkalmazása
- Hierarchikus optimalizálás
- Célprogramozás
- Párhuzamos (Pareto) megközelítés
- …
- Új megközelítés: relatív minősítés

Súlyozott célfüggvények alkalmazása

A többcélú optimalizálási feladatok egyik gyakran alkalmazott megoldási módszere az, hogy visszavezetik azokat valamilyen technika alkalmazásával egycélú optimalizálási feladatra. Legtöbbször erre a célra valamilyen összetett függvényt használnak – amely gyakran a célfüggvények súlyozott lineáris konbinációja –, és annak az optimumát próbálják meghatározni. Ennek a módszernek a nehézségét a súlyozótényezők értékének megadása jelenti, mivel ennek megválasztásától nagymértékben függ az optimális megoldás. Alkalmazását tovább nehezíti az, hogy nem különíthető el élesen a különböző célfüggvények összeadásához szükséges normalizálás és a fontosságbeli különbségek kifejezésére irányuló prioritások kiosztásának művelete.

$$Z: S \to \Re, \qquad Z(s) = \sum_{k=1}^{K} (a_k \cdot f_k(s))$$

Hierarchikus optimalizálás

Az egycélú optimalizálásra visszavezető módszerektől jelentős mértékben eltérő megközelítést valósít meg a hierarchikus optimalizálás. Ennek során a különböző célfüggvények között valamilyen rangsort felállítva, az adott sorrendnek megfelelően egyenként kerül sor a célfüggvények optimumpontjának meghatározására, figyelembe véve a korábban elért eredmények köré felállított tartományokban engedélyezett mozgásokat. Legnagyobb hátránya ennek a módszernek az, hogy a célfüggvények fontosságának időbeli változását nagyon nehezen tudja követni.

Célprogramozás

A hierarchikus optimalizálási megközelítéshez hasonló a célprogramozás módszerének alapgondolata is. Ebben a megközelítésben a különböző célfüggvényeket a lehetőségekhez mérten át kell transzformálni speciális korlátozásokká. Ezt követően olyan megoldás megtalálására kell koncentrálni, amely az ilyen módon kibővített korlátozásokat maradéktalanul kielégíti és a megmaradt egyetlen célfüggvény szempontjából a legjobb megoldásnak tekinthető. Dinamikus rendszerben, amikor az aktuális célfüggvénykészlet összetétele és az összetevők fontossága időről időre változik, az algoritmikus megoldás dominanciája miatt nehezen adaptálható a módszer.

Párhuzamos (Pareto) megközelítés

Két megoldás minőségének összehasonlítása során a célfüggvények értékein túlmenően logikai kifejezések is szerepet játszanak.. Nincs szükség a célfüggvények értékkészletének egységesítésére, mert a különböző megoldások esetében is rendre csak ugyanolyan típusú célfüggvények kerülnek összehasonlításra. A cél egy olyan s_p megoldás megtalálása, melyről bármely irányba elmozdulva, a környezetében nincs olyan *s'* megoldás, amelyik legalább egy célfüggvény értékében jobb s_p megoldásnál úgy, hogy az összes többi célfüggvény értéke legalább ugyanolyan jó mint az s_p megoldás értékei. A módszer alkalmazhatóságát részben korlátozza az, hogy a célfüggvények eltérő fontossága a felhasználó által ilyenkor közvetlenül nem befolyásolható. Másrészt az összehasonlításra alkalmas megoldások generálása meglehetősen nehézkessé válhat nagyméretű, tagolt, nem homogén megoldástérben.

Relatív minősítés

Megoldás változatok értékelésének matematikai modellje

Új megközelítés: relatív minősítés

$$s_x, s_y \in S \qquad a, b \in \Re$$

$$D : \Re^2 \to \Re \qquad D(a,b) = \begin{cases} 0, \; ha \; max(a,b) = 0 \\ \dfrac{b-a}{max(a,b)}, \; egyébként \end{cases}$$

$$w_k \in \Re \qquad w_k \geq 0 \qquad \forall k \in \{1,2,\ldots,K\}$$

$$F : S^2 \to \Re \qquad F(s_x, s_y) = \sum_{k=1}^{K} (w_k \cdot D(f_k(s_x), f_k(s_y)))$$

Megoldások minősítése többcélú kereső eljárásokban

Az $F(s_x, s_y)$ előjeles függvényérték kifejezi az s_y megoldás s_x megoldáshoz viszonyított relatív minőségét.

$$\boxed{\left(s_y \; ? \; s_x\right) := \left(F(s_x, s_y) \; ? \; 0\right)}$$

s_y jobb megoldás mint s_x ha $F(s_x, s_y) < 0$

s_y és s_x azonosan jó megoldások ha $F(s_x, s_y) = 0$

s_y rosszabb megoldás mint s_x ha $F(s_x, s_y) > 0$

Egycélú keresés → Többcélú keresés

- Tabu keresés (TS), Szimulált hűtés (SA),
- Genetikus algoritmus (GA) …

Relatív minősítés

Az új módszer alkalmazásának lényege az, hogy két megoldás jóságának az összehasonlítása nem a megoldások külön-külön vett abszolút jóságának valamilyen módszerrel végrehajtott számszerűsítésén, majd ezek összehasonlításának eredményén alapul, hanem az egyik megoldásnak a másikhoz viszonyított (relatív) jósága kerül számszerűsítésre, és ennek alapján dönthető el az, hogy melyik tekinthető jobb megoldásnak.

A prioritások szerepe

A célfüggvényekhez rendelt w_k prioritások (változók) növelik a módszer rugalmasságát azáltal, hogy interaktív bemenő paraméterekként funkcionálnak. Ez lehetővé teszi, hogy a felhasználó az egymástól független aktuális w_k értékek megadásával egyszerűen definiálhassa az egyes célfüggvények figyelembevételének kívánatos mértékét a döntési szituációban. Ezeknek a prioritásoknak nincs függvény-normálási szerepe, kizárólag a célfüggvényben kifejezett döntéshozási szempont aktuális fontosságát fejezik ki. Gyakorlati szempontból a prioritásértékek nulla és egy célszerűen választott pozitív felső korlát közötti intervallumból kaphatnak értéket.

Illusztratív példa 1

Feladat:

Ismerjük egy többcélú optimalizálási feladat két különböző megoldását: s_1 és s_2.

Adott két célfüggvény: f_1 és f_2.

A célfüggvények értékét minimalizálni szeretnék.

A relatív változások módszerét használjuk.

Az alkalmazott prioritások: $w_1 = 3$ és $w_2 = 7$.

A célfüggvények értékei a két megoldás esetében:

$f_1(s_1) = 3$

$f_2(s_1) = 150$

$f_1(s_2) = 5$

$f_2(s_2) = 120$

Melyik tekinthető jobb megoldásnak?

Illusztratív példa 1

Megoldás:

1. lépés: Számoljuk ki minden komponens célfüggvény szempontjából a relatív változás mértékét!

$$D(f_1(s_1), f_1(s_2)) = \frac{5-3}{\max(3,5)} = 0,4$$

$$D(f_2(s_1), f_2(s_2)) = \frac{120-150}{\max(150,120)} = -0,2$$

2. lépés: Számoljuk ki a súlyozott relatív változások összegét!

$$F(s_1, s_2) = \sum_{k=1}^{K}(w_k D(f_k(s_1), f_k(s_2)))$$

$$= F(s_1, s_2) = 3 \cdot 0,4 + 7 \cdot -0,2 = -0,2$$

3. lépés: Értékeljük a megoldásokat!

Mivel $F(s_1, s_2) < 0$, így s_2 jobb megoldás mint s_1.

Illusztratív példa 2

Prioritások	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8
	1	1	1	1	1	1	1	1
Célfüggvények	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8
$f_k(s_x)$	0	0	0	17	680	9,45	1353,97	26,15
$f_k(s_y)$	0	0	0	17	635	9,53	1525,63	26,30
$D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,0662	0,0084	0,1125	0,0057
$w_k{*}D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,0662	0,0084	0,1125	0,0057
$F(s_x,s_y)$	0,0604							

Illusztratív példa 3

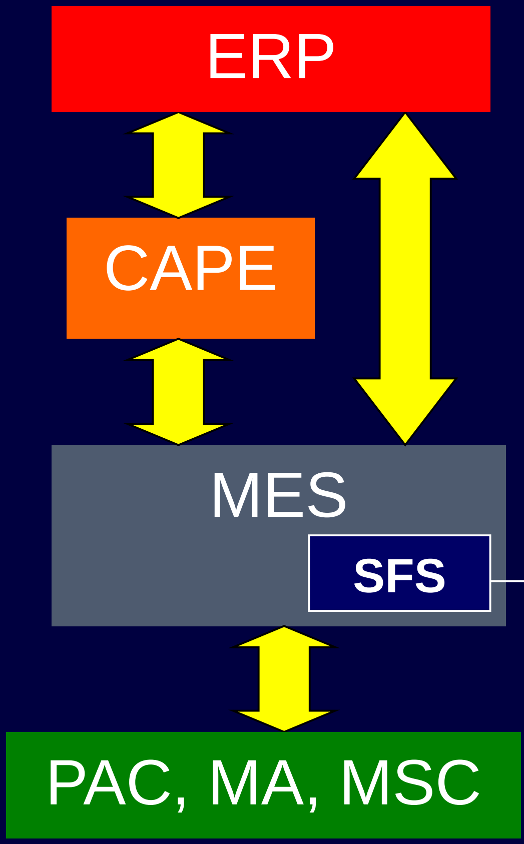
Prioritások	**w_1**	**w_2**	**w_3**	**w_4**	**w_5**	**w_6**	**w_7**	**w_8**
	5	5	10	5	5	5	1	10
Célfüggvények	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8
$f_k(s_x)$	0	0	0	17	680	9,45	1353,97	26,15
$f_k(s_y)$	0	0	0	17	635	9,53	1525,63	26,30
$D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,0662	0,0084	0,1125	0,0057
$w_k*D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,3309	0,0420	0,1125	0,0570
$F(s_x,s_y)$	-0,1194							

Illusztratív példa 4

Prioritások	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8
	5	5	10	5	5	5	<u>3</u>	10
Célfüggvények	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8
$f_k(s_x)$	0	0	0	17	680	9,45	1353,97	26,15
$f_k(s_y)$	0	0	0	17	635	9,53	1525,63	26,30
$D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,0662	0,0084	0,1125	0,0057
$w_k*D(f_k(s_x),f_k(s_y))$	0	0	0	0	-0,3309	0,0420	<u>0,3376</u>	0,0570
$F(s_x,s_y)$	<u>0,1057</u>							

Termeléstervezési és -irányítási feladatok megoldása többcélú keresési módszer alkalmazásával

Alkalmazási példa: termelésprogramozás



SFS: Shop Floor Scheduling

Rövid távú, műhelyszintű ütemezés

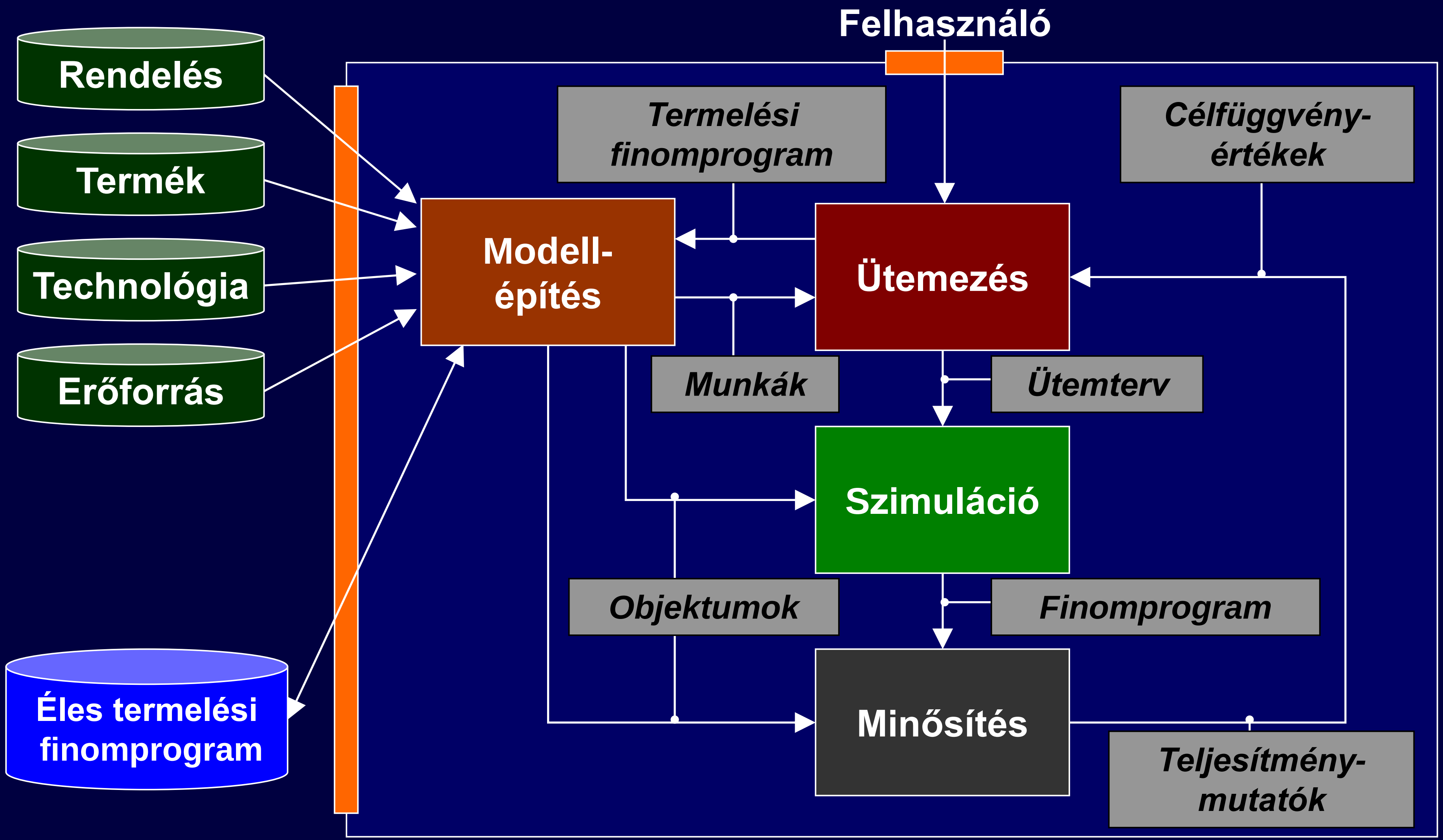
Bemenet:

- Belső rendelések
- Termék adatok
- Technológiai adatok
- Erőforrás adatok
- Anyag és komponens adatok
- Ütemezési célok

Kimenet:

- Termelési finomprogram
  - Munkák és erőforrások összerendelése
  - Tervezett tevékenységek
  - Tervezett időadatok

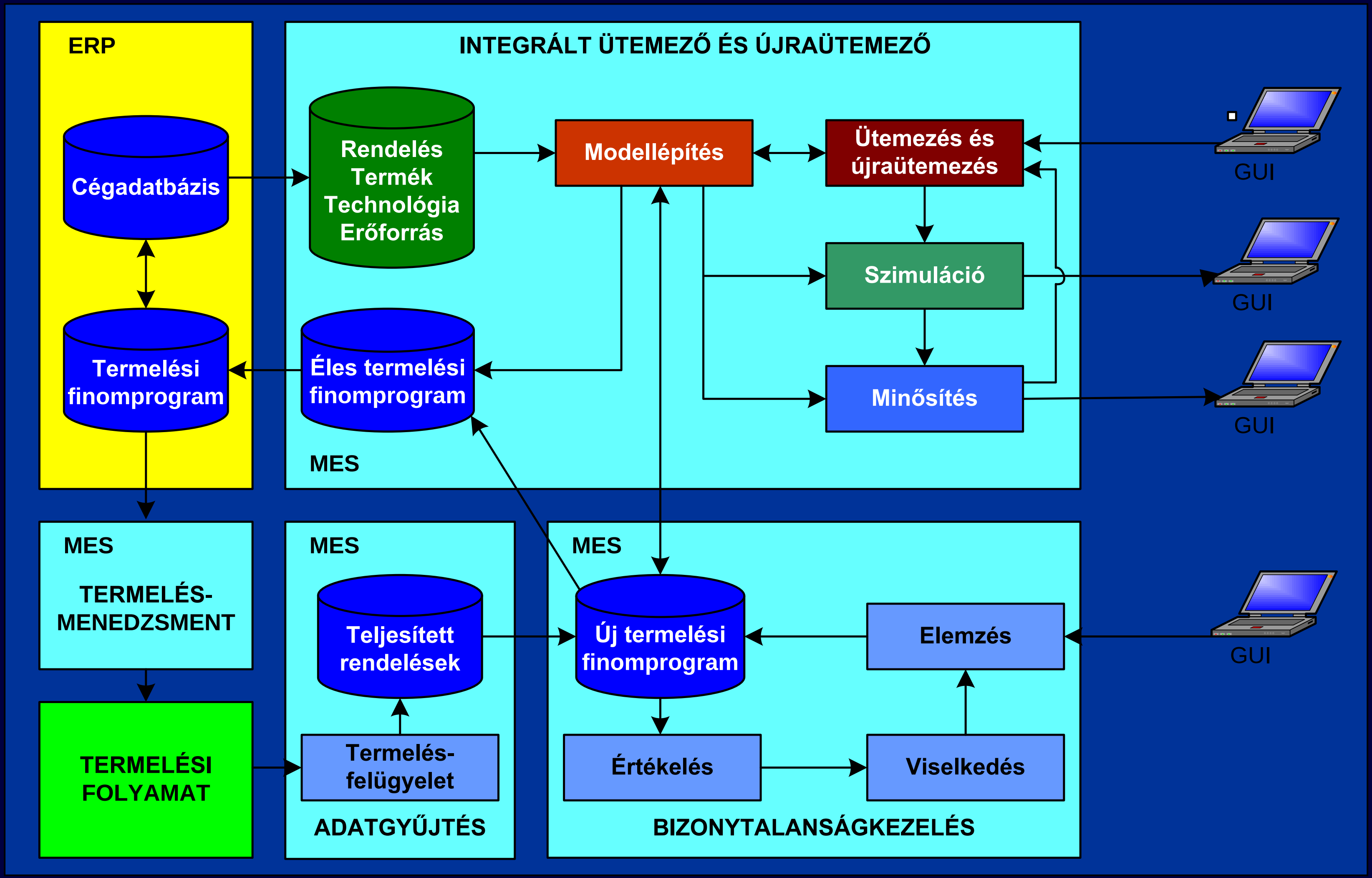
Alkalmazási példa: megoldási koncepció



Újraütemezés: a gyártásirányítás eszköze

- Kihívások:
  - Végrehajtás alatt álló, megszakított ütemterv
  - Valós folyamatok bizonytalanságai, állapotai
  - Összetett újraütemezési célok
  - Megváltozott rendelések és erőforráskörnyezet
  - Speciális korlátozások
- Ütemezési modell és módszerek kiterjesztése:
  - Célfüggvények a változtatások számszerűsítésére
  - Zárolási technikák
  - Továbbfejlesztett kereső operátorok

Integrált termelésprogramozás



Összefoglalás

- Többcélú optimalizálás
- Megoldási módszerek
- Relatív változásra alapozott módszer
- Alkalmazási példák

Köszönöm a figyelmet!

Az előadásvázlat elérhető az alábbi webcímen:

http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~kulcsar/serv07.htm