GEGET513M

Gépszerkezetek optimálása

Nappali tagozatos gépészmérnök MSc hallgatók részére

Tanulmány hét	Előadás	Gyakorlat
1	Rövid történeti áttekintés, az optimálás és a CAD, VEM kapcsolata a fejlődés során	Feladatkiadás, a kidolgozás megkezdése
2	Optimálási módszerek csoportosítása, néhány módszer alapgondolatának bemutatása.	A feladat kidolgozása
3	Rektori szünet	-
4	Iteráció történet, lokális optimum veszélye, hatékonyság, Benchmark függvények.	- " -
5	Különböző optimáló algoritmusok összehasonlíthatóságának alapelvei. Shekel féle „rókalyukak" függvény.	- " -
6	Evolúciós típusú algoritmusok. Az RVA algoritmus bemutatása.	Bemutató a Tanszék eddigi eredményeiből.
7	A multidiszciplináris optimálás fogalma, kialakulása. Gépelemek, termékék multidiszciplináris optimálási lehetőségei.	Ellenőrző teszt
8	A gépelemekre, termékekre értelmezhető, sajátos, a tervezésre, gyártásra, működésre, életciklusra vonatkozó célfüggvények és feltételek.	A feladat kidolgozása.
9	Végeselemes programok belső programnyelvének, macro- nyelvének alkalmazása optimálási feladatokhoz.	-
10	Multidiszciplináris optimálási példa kialakítása, felépítése, ennek bemutatása példán keresztül.	A feladat kidolgozása
11	Alakoptimálás, topológia optimálás. Alakoptimálás bemutatása konkrét példán keresztül.	- " -
12	Az optimálási folyamat eredményeinek értelmezése, hasznosítása a tervezési, gyártási, üzemeltetési folyamatban.	- " -
13	Esettanulmányok, tanulságos esetek, veszélyek elkerülése.	Feladatbeadás.
14	Bemutató, számítógépes demonstráció a témához kapcsolódó eddigi tevékenységből	Rövid bemutató a feladatokból

Megjegyzés: Az előadások azon része, mely nem igényel számítógép használatot, hanem vetítést és szóbeli bemutatót, táblára írást igényel, egyszerre, az előadás és gyakorlat idejét egybe véve, külön teremben történik, ahol a vetítés, tábla használat és a hallgatók számára a jegyzetelés körülményei biztosítva vannak (1. héttől kb. az 5. hétig terjedő időszak).

Ajánlott irodalom:

Martin, H.C.-Carev, G.F.: Bevezetés a végeselem-analízisbe. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1976.

Srac: COSMOS/M User Cuide. Santa Monica, CA. USA, 1995.

Szabó J. Ferenc, Bihari Zoltán, Sarka Ferenc: Termékek, szerkezetek, gépelemek végeselemes modellezése és optimálása. Szakmérnöki jegyzet. Készült a Foglalkoztatáspolitikai és Munkaügyi Minisztérium (HEFOP) Humánerőforrás-fejlesztés Operatív Program keretében (elektronikus jegyzet), Miskolci Egyetem, Miskolc, 2006.

A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:

- A tárgy lezárásának módja: aláírás, gyakorlati jegy
- A félév elismerésének (az aláírás megszerzésének) feltétele az előadásokon és a feladatkidolgozási konzultációkon való aktív részvétel, az előírt feladat megadott határidőig (a szorg. időszak utolsó előtti hetének gyakorlati órája) történő beadása és az ellenőrző teszt legalább elégséges szintű teljesítése.
- A feladat értékelése ötfokozatú minősítéssel történik. A feladat beadásakor a feladatról és az elért eredményekről szóbeli beszámolót, bemutatót kell tartani.
- Az elégtelen vagy hiányzó ellenőrző teszt pótlása, javítása a szorgalmi időszak végéig külön engedély nélkül végezhető, de az elégtelen vagy elmaradt feladat pótlása, valamint az ellenőrző teszt illetve gyakorlati jegy szorgalmi időszakon túli pótlása, javítása csak a szükséges dékáni engedély alapján történhet.

.

Dr. Szabó Ferenc János
Tárgyelőadó, egyetemi docens

GEGET513ML

Gépszerkezetek optimálása

Levelező tagozatos gépészmérnök MSc hallgatók részére

Találkozás	Előadás	Gyakorlat
1	Rövid történeti áttekintés (számítógépek, CAD, végeselemes módszer, optimumszámítás). Optimálási módszerek csoportosítása, néhány módszer alapgondolatának bemutatása. Lokális optimum veszélye, iteráció történet, hatékonyság. Benchmark függvények.	Feladatkiadás, a kidolgozás megkezdése.
2	Hatékonysági, gyorsasági paraméterek összehasonlítása optimáló algoritmusoknál, Shekel- féle „rókalyukak” függvény. Evolúciós típusú algoritmusok, az RVA algoritmus bemutatása. A multidiszciplináris optimálás fogalma, kialakulása. Gépelemek, termékek multidiszciplináris optimálási lehetőségei	A feladat kidolgozása.
3	Sajátos, a gépelemek és termékek tervezése, gyártása, működtetése, termék-életciklusa során értelmezhető célfüggvények és feltételek. Végeselemes programok programozási lehetőségeinek, makro- nyelvének használata optimálási feladatok megoldásához. Multidiszciplináris optimálási feladat felépítése, kialakítása példán keresztül	A feladat kidolgozása, bemutató a Tanszék eddigi eredményeiből.
4	Alakoptimálás, topológia optimálás. Az optimálási folyamat eredményeinek értelmezése, hasznosítása a tervezési, gyártási, üzemeltetési folyamatban. Esettanulmányok, eddigi megvalósult munkák bemutatása. Bemutató, számítógépes demonstráció a témához kapcsolódó eddigi tevékenységből.	Ellenőrző teszt; Feladatbeadás; Rövid bemutató a feladatokból

Ajánlott irodalom:

Farkas, J.: Fémszerkezetek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.

Gallagher, R. H. ; Zienkiewicz, O. C.: Optimum structural design. Wiley, New York.

A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:

- A tárgy lezárásának módja: aláírás, kollokvium.

- A félév elismerésének (az aláírás megszerzésének) feltétele az előadásokon és a feladatkidolgozási konzultációkon való aktív részvétel, az előírt feladat megadott határidőig (a szorg. időszak utolsó előtti hetének gyakorlati órája) történő beadása és az ellenőrző teszt legalább elégséges szintű teljesítése.

- A feladat és a teszt értékelése ötfokozatú minősítéssel történik. A feladat beadásakor a feladatról és az elért eredményekről szóbeli beszámolót, bemutatót kell tartani.

- Az elégtelen vagy hiányzó ellenőrző teszt pótlása, javítása a szorgalmi időszak végéig külön engedély nélkül végezhető, de az elégtelen vagy elmaradt feladat pótlása, valamint az ellenőrző zárthelyi illetve gyakorlati jegy szorgalmi időszakon túli pótlása, javítása csak a szükséges dékáni engedély alapján történhet.

Megoldási útmutató optimálási tantárgyak tesztjeihez

Írott teszt, papíron (50 perc): Ezt a válaszok helyessége alapján kell javítani. Vannak rövid kérdések, amikor egy személy neve vagy egy szoftver megnevezése a válasz, ezek 2 pontot érnek. Az olyan kérdések, amelyek felsorolást, vagy kifejtést igényelnek, 6 pontosak. Az értékeléskor a teljes pontszám 40%-a kell a kettes (elégséges) osztályzathoz, e felett egyenközűen beosztva a többi jegy.

A félév során egy házi feladatot is kapnak a hallgatók, egy egyszerű kétváltozós optimálási feladatot. Ennek végeredménye egy szám, amit nagyon könnyű leellenőrizni, hiszen csak össze kell hasonlítani a feladat ismert megoldásával, azaz az ismert optimummal. Az értékelés 5 fokozatú osztályzattal történik.

A végső értékelés (gyakorlati jegy, vagy vizsga) a teszt és a feladat eredményeinek összesítéséből adódik, matematikai átlaggal.

Miskolc, 2019. szeptember 2. Dr Szabó Ferenc tárgyfelelős

Miskolci Egyetem
Gépelemek Tanszéke

Név:……………………………….
Tankör:……………

Gépelemek optimálása
Ellenőrző dolgozat

Témakör: Optimálás, multidiszciplináris optimálás

1. Mi az ISSMO, mikor alakult és hogy nevezik az általa fenntartott nemzetközi folyóiratot?

2. Hogyan definiálta az ISSMO a „szerkezet” fogalmát 1994- ben és miért volt szükség az addigi definíció megváltoztatására?

3. Soroljon fel néhány evolúciós típusú optimum kereső algoritmust.

4. Röviden mutassa be a genetikai algoritmus működését.

5. Hogyan definiálná a multidiszciplináris optimálás fogalmát?

6. Hogyan csoportosíthatók az optimáló algoritmusok?

7. Röviden mutassa be a Kuhn- Tucker optimalitási kritérium módszerét kétváltozós függvény optimálásához!

8. Mi a különbség a Nelder- Mead féle „simplex” és a Box- féle „complex” algoritmusok működése között ?

8. Miről híres Hollerith és milyen szerepe volt a számítástechnika fejlődésének elősegítésében?

9. Milyen párhuzam tapasztalható a COSMOS/M és az ANSYS végeselemes programrendszerek fejlődésében 1995 óta, mely napjainkig is tart?

10. Miről híres Lady Lovelace és milyen szerepe volt a számítástechnika fejlődésének elősegítésében?

11. Miről nevezetes Charles Babbage, hogy nevezte el az általa épített szerkezeteket?

12. Kinek a nevéhez fűződik a CATIA programrendszer kialakulása?

13. a.) Ki hozta létre a Colossus I nevű számítógépet, milyen eredményeket sikerült ezzel elérni? b.) Ki vezette be először az általa tervezett szerkezetben a kettes számrendszert (a tíz állású fogaskerekek helyett kétállású kapcsolókat alkalmazva) ?

Miskolci Egyetem
Gépelemek Tanszéke

Név:……………………………….
Tankör:……………

Gépelemek optimálása

Ellenőrző dolgozat

Témakör: Optimálás, multidiszciplináris optimálás

1. Mi az ISSMO, mikor alakult és hogy nevezik az általa fenntartott nemzetközi folyóiratot?

1994- re tehető a hivatalos megalakulás, ISSMO = International Society of Structural and Multidisciplinary Optimization, folyóirata: JSMO = International Journal of Structural and Multidisciplinary Optimization 4 pont

2. Hogyan definiálta az ISSMO a „szerkezet” fogalmát 1994- ben és miért volt szükség az addigi definíció megváltoztatására?

Addigi definíció: „Szerkezenek nevezünk minden, terhelésnek kitett szilárd kontinuumot”. Új definíció: „Szerkezetnek nevezünk minden olyan rendszertm amely legalább részben tartalmaz terhelésnek kitett szilárd kontinuumot”. A multidiszciplináris optimálás megjelenése miatt volt a definíció bővítésére szükség. 4 pont

3. Soroljon fel néhány evolúciós típusú optimum kereső algoritmust.

Particle Swarm Optimization (PSO), Genetikai Algoritmus (GA), Ant algorithm (AA), Random Virus Algorithm (RVA), Bacterial Foraging Algorithm (BFA) 4 pont

4. Röviden mutassa be a genetikai algoritmus működését.

A változók értékét binárisan ábrázolva egy karakterlánc adódik, ezeket génként kezelve a génsebészet módszereivel új egyedeket, új változó értékeket alkot. Az új egyedeket ellenőrzi a feltételekhez képest és ha nem felel meg, újakat keres. Az új, ellenőrzött egyedek alkotják a következő generációt. A generációk egymást követő sorát tekintve a célfüggvény legjobb értéke folyamatos javulást mutat, ezt használja fel optimum keresésre. 4 pont

5. Hogyan definiálná a multidiszciplináris optimálás fogalmát?

Az optimum keresése során a feltételek ellenőrzéséhez és a célfüggvény számításához többféle tantárgyhoz, tudományterülethez kapcsolódó végeselemes számításokra van szükség. pl: statika, dinamika, áramlástan, hőtan, elektromosság, mágnesesség, stabilitási sajátértékfeladatok, stb. 4 pont

6. Hogyan csoportosíthatók az optimáló algoritmusok?

Feltételeket számoló, vagy nem számoló, deriváltakat használó vagy nem használó, kombinatórikus, kereső vagy evolúciós algoritmusok, lokális optimumra érzékeny vagy nem érzékeny, stb. *4 pont*

7. Röviden mutassa be a Kuhn- Tucker optimalitási kritérium módszerét kétváltozós függvény optimálásához!

A kritérium: az optimum helyén a célfüggvény szintvonala érinti a megfelelőségi tartományt. A bemutatáshoz az órán részletesen levezetett „Farmer probléma” nagyon jól használható. Feladat: olyan téglalap alakú kert bekerítése adott hosszúságú kerítés anyaggal, melynek maximális a területe. A megoldás a négyzet alak. 4 pont

8. Mi a különbség a Nelder- Mead féle „simplex” és a Box- féle „complex” algoritmusok működése között ?

A Box több pontot tud kezelni, a Box feltételeket is kezel, valamint tükrözéskor tud „nyújtást” és „zsugorítást” is végezni, ezzel sokkal gyorsabb a működése 4 pont

8. Miről híres Hollerith és milyen szerepe volt a számítástechnika fejlődésének elősegítésében?

Lyukkártyás géppel elvégezte az USA teljes népszálálásának statisztikai feldolgozását. Cégét 1907-ben egy konszern felvásárolta, ez lett az IBM cég. *4 pont*

9. Milyen párhuzam tapasztalható a COSMOS/M és az ANSYS végeselemes programrendszerek fejlődésében 1995 óta, mely napjainkig is tart?

A programok fejlődése kettévált, megmaradt a történelmileg fejlődő (mindent tudó, programozható rendszer) és megjelent a tervezési munkát jobban támogató, egyszerűsített, integrált rendszer (Solid Edge Design Star és ANSYS Design Space). Ez a kettősség napjainkban is létezik. *4 pont*

10. Miről híres Lady Lovelace és milyen szerepe volt a számítástechnika fejlődésének elősegítésében?

Charles Babbage professzorral együtt kifejlesztették a Difference Engine és Analaytical Engine számoló gépeket. Az Analytical Engine-t programozhatóra tervezték és Lady Lovelace (Ada Byron) erre már programokat is írt, így az 1830-as években ő volt a világ első programozója. *4 pont*

11. Miről nevezetes Charles Babbage, hogy nevezte el az általa épített szerkezeteket?

Lásd előző kérdés. *4 pont*

12. Kinek a nevéhez fűződik a CATIA programrendszer kialakulása?

Marcel Dassault 2 pont

13. a.) Ki hozta létre a Colossus I nevű számítógépet, milyen eredményeket sikerült ezzel elérni? b.) Ki vezette be először az általa tervezett szerkezetben a kettes számrendszert (a tíz állású fogaskerekek helyett kétállású kapcsolókat alkalmazva) ?

a. Alan Touring *b. René Valtat* *4 pont*

Összes elérhető pontszám: 50 pont.

Elégséges osztályzathoz szükséges pontszám: 20 pont.

A többi jegy az alábbi táblázat alapjám meghatározható.

pontszám	jegy (számmal)	jegy (betűvel)
0 - 19	1	elégtelen
20 - 27	2	elégséges
28 – 35	3	közepes
36 – 43	4	jó
44 - 50	5	jeles

Miskolci Egyetem

Gép- és Terméktervezési Intézet

Optimálási feladat

Feladat:

A sörsdobozt tökéletes hengernek feltételezve, az átmérőt és a henger magasságát változónak véve, készítsen olyan sörösdobozt, melynek tömege (az üres doboz saját tömege) adott (pl. aranyból készül és adott a felhasználható aranymennyiség tömege), de a beletölthető sör mennyisége maximális.

Alapadatok:

Az arany tömege: $m = 35\ g$

Az arany sűrűsége: $\rho = 19.3\ \frac{g}{cm^3}$

A sörös doboz falvastagsága: $v = 0.01\ cm$

Beadandó feladat célja az előre megadott tömegű aranyból, maximális térfogatú sörös doboz készítése.

Optimálási feladat megoldása:

$$V = \frac{d^2 * \pi}{4} * h = max$$

Explicit feltétel:

$$0 \le d \le 50\ [cm]$$

$$0 \le h \le 50\ [cm]$$

Implicit feltétel:

$$m_{doboz} \le m_{Au}$$

$$m_{doboz} = (A * v * \rho_{Au})$$

$$A = 2 * \frac{d^2 \cdot \pi}{4} + d * \pi * h$$

$$m_{doboz} \ = v * \rho_{Au} * \pi * \left(\frac{d^2}{2} + d * h\right) \le m_{Au}$$

$$\frac{m_{Au}}{v \cdot \rho_{Au}} \ge \frac{d^2 * \pi}{2} + d \cdot h * \pi$$

Célfüggvény szintvonal:

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = c$$

Implicit függvény:

$$\frac{35\ g}{0.01\ cm \cdot 19.3 \frac{g}{cm^3}} \ge \frac{d^2 \cdot \pi}{2} + d \cdot \pi \cdot h$$

$$181.35 \ge \frac{d^2 \cdot \pi}{2} + d \cdot \pi \cdot h$$

$$362.69 \ge d^2 \cdot \pi + 2 \cdot d \cdot \pi \cdot h$$

$$h \le \frac{362.69 - d^2 \cdot \pi}{2 \cdot d \cdot \pi}$$

$I.\ h = -\frac{1}{2} \cdot d + \frac{181.35}{\pi} \cdot \frac{1}{d}$

$II.\ \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = c \qquad \rightarrow \qquad h = c \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi}$

$$c \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi} = -\frac{1}{2} \cdot d + \frac{181.35}{\pi} \cdot \frac{1}{d}$$

$$0 = -\frac{1}{2} \cdot d + \frac{181.35}{\pi} \cdot \frac{1}{d} - c \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi}$$

$$0 = -\pi \cdot d^3 + 362.69 \cdot d - 8 \cdot c$$

Érintés:

$$f(x) = -\pi \cdot x^3 + 362.69 \cdot x - 8 \cdot c$$

Ábrázolva a függvényt és a c értéket addig változtatva míg érinti a tengelyt, kapjuk az eredményt.

$$c = -187.6$$

$$d = 6.2\ cm$$

$$h = c \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi} = 187.6 \cdot \frac{4}{6.2^2 \cdot \pi} = 6{,}23\ cm$$

Megoldás:

$$d = 6{,}2\ cm$$

$$h = 6{,}2\ cm$$

Ekkor az elérhető maximális betölthető sör- térfogat:

Vmax = 187.18 cm^3