Matematika ÉP2
Kétváltozós függvények deriválása, 7. gyakorlat
2015/16. tavaszi félév

1. Elméleti összefoglaló

Lokális szélsőértékek

Legyen f függvény egy olyan tartományon definiálva, melynek (x_0, y_0) belső pontja. (x_0, y_0) lokális maximum/ minimum hely, ha van olyan (x_0, y_0) középpontú nyílt körlap, melyben minden értelmezési tartomány beli pont függvényértéke kisebb vagy egyenlő/ nagyobb vagy egyenlő $f(x_0, y_0)$-nál. A továbbiakban feltételezzük, hogy f értelmezési tartománya egy nyílt T halmaz és f elsőrendű parciális deriváltjai léteznek és folytonosak a T nyílt halmazon, aminek eleme (x_0, y_0).

*Kritikus pont*nak nevezzük a T értelmezési tartomány azon pontjait, melyekben mindkét elsőrendű parciális derivált nulla.

*Nyeregpont*nak nevezzük a T értelmezési tartomány azon (x_0, y_0) pontjait, melyekben mindkét elsőrendű parciális derivált nulla és minden (x_0, y_0) középpontú nyílt körlapon van olyan pontja az értelmezési tartománynak, melynek függvényértéke kisebb az $f(x_0, y_0)$ értéknél, és van olyan is, melynek nagyobb.

Lokális szélsőérték létezésének szükséges feltétele: Ha (x_0, y_0)-ban lokális szélsőértéke van f-nek, akkor itt $f'_x(x_0, y_0) = 0$ és $f'_y(x_0, y_0) = 0$.

Lokális szélsőérték létezésének elégséges feltétele: Ha $f'_x(x_0, y_0) = 0$ és $f'_y(x_0, y_0) = 0$ és f második parciális deriváltjai léteznek és folytonosak az (x_0, y_0)-t tartalmazó nyílt T halmazon, akkor

1. Ha $det \begin{bmatrix} f''_{xx}(x_0, y_0) & f''_{xy}(x_0, y_0) \\ f''_{xy}(x_0, y_0) & f''_{yy}(x_0, y_0) \end{bmatrix} > 0$ és $f''_{xx}(x_0, y_0) > 0$, akkor f-nek (x_0, y_0)-ban lokális minimuma van és ez a minimum érték $f(x_0, y_0)$.

2. Ha $det \begin{bmatrix} f''_{xx}(x_0, y_0) & f''_{xy}(x_0, y_0) \\ f''_{xy}(x_0, y_0) & f''_{yy}(x_0, y_0) \end{bmatrix} > 0$ és $f''_{xx}(x_0, y_0) < 0$, akkor f-nek (x_0, y_0)-ban lokális maximuma van és ez a maximum érték $f(x_0, y_0)$.

3. Ha $det \begin{bmatrix} f''_{xx}(x_0, y_0) & f''_{xy}(x_0, y_0) \\ f''_{xy}(x_0, y_0) & f''_{yy}(x_0, y_0) \end{bmatrix} < 0$, akkor f-nek (x_0, y_0)-ban nyeregpontja van.

Abszolút szélsőértékek

Ha a folytonos $f(x, y)$ korlátos és zárt halmazon értelmezett, akkor ott felveszi a maximumát és minimumát. Ezen most *abszolút maximumot*, vagy *abszolút minimumot* értünk. Az abszolút szélsőérték megkeresésének menete a következő:

- A tartomány belsejében megnézzük a lehetséges szélsőértékhelyeket.
- A tartomány határán megnézzük a lehetséges szélsőértékhelyeket.
- Kiszámoljuk az előzőekre a függvényértékeket és kiválasztjuk közülük a legnagyobbat és a legkisebbet.

Feltételes szélsőértékek

Adott feltételek melletti lokális szélsőértékek, azaz a *feltételes lokális szélsőértékek* kiszámításának fontos a Lagrange-multiplikátoros módszer. Ha az $f(x,y)$-t szeretnénk minimalizálni vagy maximalizálni egy $g(x,y)=0$ feltétel mellett, akkor ezt megtehetjük a

$$h(x,y,\lambda)=f(x,y)-\lambda g(x,y)$$

segédfüggvény segítségével (λ a Lagrange multiplikátor). Az eredeti probléma lokális feltételes szélsőértékeit a segédfüggvény kritikus pontjai között kell keresni.

2. Feladatok

1. Vizsgálja meg, hogy az alábbi függvényeknek hol lehet lokális szélsőértéke, van-e, s ha létezik, akkor minimum vagy maximum!

   (a) $f(x,y)=x^2+y^2$ (b) $f(x,y)=x^2+y^2+xy+3x-y+5$

   (c) $f(x,y)=(x^2-6x)(y^2-4y)$ (d) $f(x,y)=x^2-3xy+y^2-1$

   (e) $f(x,y)=x^2y^3(6-x-y)$ (f) $f(x,y)=x^4+y^4-x^2-2xy-y^2$

   (g) $f(x,y)=(x^2+2y^2)e^{-(x^2+y^2)}$ (h) $f(x,y)=(x-y+1)^2-(x^2-2)^2$

   (i) $f(x,y)=xy(x+8)(y-6)$ (j) $f(x,y)=(x^3-9)(y^2+4y)$

   (k) $f(x,y)=x^3y^2(4-x-y)$ (l) $f(x,y)=x^2+xy+y^2+\dfrac{8}{x}+\dfrac{8}{y}$

   (m) $f(x,y)=\cos x\cos y\cos(x+y)$

2. Ossza fel a 12-t három részre úgy, hogy a három szám szorzata maximális legyen!

3. Egy derékszögű hasáb egy csúcsába összefutó éleinek összege $45\ cm$. Hogyan kell az éleket megválasztani, hogy a hasáb térfogata maximális legyen?

4. Téglatest alakú, felül nyitott $4\ m^3$ térfogatú tartályt akarunk készíteni a lehető legkevesebb anyag felhasználásával. Mekkorák legyenek a téglatest élei?

5. Ossza fel a 18-at három részre úgy, hogy az első rész négyzetének, a második rész köbének és a harmadik résznek a szorzata maximális legyen!

6. Mikor a legnagyobb a 400 méter kerületű szimmetrikus trapéz alakú telek területe? (Mekkorák a szárai és a hosszabbik alapon fekvő szögei?)

7. Határozza meg az $f(x, y) = (x^2 - 6x)(y^2 - 4y)$ függvény legkisebb és legnagyobb értékét az $x = 0$, $y = 0$ és $x + y = 6$ egyenesekkel határolt zárt tartományban!

8. Határozza meg a következő kétváltozós függvények előírt feltételek mellett vett feltételes szélsőértékét!

   (a) $f(x, y) = xy$ feltétel: $x + y - 1 = 0$

   (b) $f(x, y) = x^2 - y^2$ feltétel: $3x + 2y + 5 = 0$

   (c) $f(x, y) = \cos^2 x + \cos^2 y$ feltétel: $x - y = \dfrac{\pi}{4}$

   (d) $f(x, y) = x + y$ feltétel: $x^2 + y - 1 = 0$

9. Határozza meg a $\sin x \sin y \sin z$ szorzat maximumát, ha x, y, z egy háromszög szögei!

10. Mekkorák a méretei az $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ elipszisbe írható legnagyobb kerületű téglalapnak, ha az oldalai párhuzamosak a koordinátatengelyekkel?

11. Egy lapos körlap alakú tányér alakját a $D = \{(x, y) : x^2 + y^2 \leq 1\}$ egyenlet írja le. A tányért melegítjük úgy, hogy bármely (x, y) pontban a hőmérséklet értéke $T(x, y) = x^2 + 2y^2 - x$ lesz. Keressük meg a tányér legforróbb és leghidegebb pontját!