FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SZEGMENTÁLÁS KÉPI MINTA ALAPJÁN

Gácsi Zoltán, Sárközi Gábor

Abstract

Several methods for separation of different textures in an image are known today: most of them can be considered as a successive convolution or a mathematical morphological transformation and a segmentation by grey levels, which together provide the binary output. Some procedures for calculation of the fractal dimension of the fracture surface are shown, and a new method for separation of different regions of an image based on local fractal dimension is introduced.

A képi textúra elkülönítésére több módszer ismeretes: a legtöbb felfogható egy konvolúció vagy matematikai morfológiai átalakítás és egy szűrkeségi szint szerint történő, egy lépésben bináris outputot adó egymásutánjaként. Bemutatásra kerül néhány a felület fraktáldimenziójának meghatározására irányuló eljárás, valamint egy új, a kép egyes tartományainak megkülönböztetésére alkalmas lokális fraktáldimenzió alapuló módszer.

Textúraanalízis morfológiai transzformációk segítségével

A lényeges képi információk megkülönböztetése a mérés során nélkülözhetetlen. A mérni kívánt jellegzetességek elkülönítését (a zajtól, háttértől) szegmentálásnak vagy detektálásnak nevezzük. Több fajtáját különböztethetjük meg aszerint, hogy mely jellegzetességek alapján teszünk különbséget a kép tartományai közt. Szűrkeképek szegmentálásakor az RGB formátum bármelyik színsávja szerint, vagy a HSI formátum intenzitás-értéke szerint végezhetjük a detektálást, ami ekkor a képre jellemző szűrkeségi hisztogram "vágását" jelenti egy, az elemezni kívánt objektumok színétől függően. Problémaorientáltan más szegmentálási módszereket is konstruálhatunk, amelyek önálló módszernek is tekinthetők, ha végeredményük közvetlenül a bináris output. Ezek az műveletsorozatok azonban általában megfogalmazhatók bizonyos szűrkeképátalakító műveletek és az ezeket követő szűrkeségi szint szerinti elkülönítés egymásutánjaként. Így például a szűrkeségi szint szerinti szegmentálás egyfajta egylépéses LUT transzformáció, a szövetelemek textúra alapján történő elkülönítése viszont kétlépéses folyamat: részben morfológiai műveletek elvégzését igényli.

Tekintsünk egy ferrit-perlites szövetcépet, vagyis amelyben az eutektoidot alkotó két fázis egyike maga a proeutektoidos szövetelem. Elemezzük ezt olyan nagyításnál, ahol az eutektoid szerkezete is látszik. Ekkor a szövetelemek elkülönítése közvetlenül szürkeségi szint alapján nem lehetséges. Alkalmazzunk e helyett egy $n \times n$ pixel méretű szerkezeti elemet: helyettesítsük minden képpont értékét a kernel által kijelölt szomszédsága (a) maximum és minimum értékének különbségével, (b) minimumával! Ez (a) homogén, (b) világos tartományokban nem jelent érdemi változást, periodikus szerkezetből viszont többé-kevésbé homogén foltokat képez, ami éppen az elérni kívánt eredmény, így a detektálás már megoldható. [1]

(a)

(b)

(a) Eredeti kép, ebben a formában szürkeségi szint szerint szegmentálva nem értelmezhető.

(b) Morfológiai átalakítás után detektált kép (8 szomszédság különbsége).

Textúraanalízis lokális fraktáldimenzió segítségével

A fraktálok bizonyos matematikai iteráció útján létrejött, alapvetően geometriai alakzatok. Két csoportjukat különböztethetjük meg: a geometriai és a véletlen fraktálokat. A geometriai fraktálok előállítását meghatározott növekedési szabály segítségével történik. Az így létrejött geometriai alakzat valamely tulajdonságának (pl. területének) logaritmusát a lépések száma logaritmusának függvényében lineáris. A véletlen fraktálok olyan rendszerek, amelyek bár nem szabályos geometriai alakzatok, de ha tulajdonságaik statisztikus átlagát képezzük, akkor hasonló linearitást kapunk. Vizsgáljuk meg, hogyan értelmezhető egy kép, annak egyetlen tartománya fraktáldimenziója!

A profilok a felület topográfiai átlagsíkjára merőleges síkmetszetén adódó szabálytalan síkgörbék. Ennek mérhető hossza változik a nagyítással, ám ezt a viszonyt jól közelíthetjük egyetlen nagy nagyítás mellett felvett képen változó hosszúságú szegmensek, lineáris profilelemek alkalmazásával. A szegmensek hosszának összegzése az adott profil hosszának közelítését adja. A profilérdesség (R_L) a profilhossz és a vetített hossz hányadosa, ami nyilvánvalóan függ az adott szegmenshossztól, vagy az aktuális nagyítástól.

Legnyilvánvalóbbnak a szürkekép-felület dimenzióját, mint a töretfelületek analógiájára megkonstruált fraktáldimenzió-mennyiség tűnik; a profilhossz illetve felület nagyításfüggését

matematikailag az ún. Richardson-egyenlet adja meg (az szegmeshossz-értésség függvényt logaritmikusan ábrázolva D a meredekségből adódik):

$$R_L(\eta) = R_1 \eta^{1-D_L} \text{ illetve } R_S(\kappa) = R_2 \kappa^{2-D_S}$$

Gokhale, Underwood és Drury [2,3] megmutatták, hogy

$$R_S = \overline{R_L \psi}$$

azaz a felület érdessége a profilérdességek és - a profilelemek szög szerinti eloszlását jellemző - szerkezeti faktorok szorzatainak átlagaként adódik. Mindezekből

$$R_S(\eta) = \overline{R_L(\eta) \psi(\eta)}$$

Értelmezhető-e, és ha igen, hogyan, a fraktáldimenzió pontbeli értéke? Tekintsük az adott pontból induló változó méretű szegmensek egy sorozatát (több irányban is): vizsgáljuk meg, hogyan változik a profilérdesség az adott irányban a szegmenshosszal, végül átlagoljunk irányok szerint! Egyetlen szegmens figyelembe vételével tkp. annak dőlésszöge határozza meg a vetületét, azaz azt kell vizsgálnunk, hogy az aktuális szegmenshossz esik a legközelebb egy egy felületi ponthoz, azaz mikor teljesül legpontosabban az alábbi egyenlet:

$$\eta = \sqrt{(z_2 - z_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}$$

Ekkor pedig

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{z_2 - z_1}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}}$$

illetve az adott szakaszon

$$R_L = \frac{\eta}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}}$$

Első közelítésben a szerkezeti faktor vizsgálatát elhanyagoljuk.

Az alábbi képeken egy program minden képpontból 5 szomszéd távolságig számolta az érdesség értékeket minden irányban (egy 11x11-es mátrix elemeire), előbb minden 10-ik, majd minden 9-ik, stb. szomszédra, a szegmenshossz változásának közelítéseként, az egyes szomszéd-körökhöz tartozó R-L-ek átlagának logaritmusa és a szegmenshossz logaritmusa adta a fraktáldimenziót. A módszer távrolról sem egzakt (a szegmenshossz nem állandó egy-egy körön, stb.). A kijelölés a választott fraktáldimenzió-tartományba eső pontokat tartalmazza, pl. $D < 0,9$.

Értékelés

A fraktáldimenzió értelmezhető lokálisan. Egy képponthez is rendelhető fraktáldimenzió-érték, amely megfelelő módosítással (és a program gyorsításával) alkalmas lehet objektumok elkülönítésére. A módszer robusztussága vizsgálendő: pl. összetett alakzatok, változó színű tartományok alkotta objektumok. A kiugró csúcsokra, mint lokális extrémumokra érzékeny az eljárás, előzetes lágyítás (simítás) javasolt. Pontosabb szegmenshossz-közelítés szükséges.

Eredeti kép.

Detektált kép (Quantimet).

(a)

(b)

Szegmentálás fraktáldimenzió szerint: (a) $D < 1,4$. (b) $D < 0,9$.

Irodalom

- [1] Sztereológia és képelemzés, szerk. Dr. Gácsi Zoltán, Well-Press, Miskolc, 2001.
- [2] Gokhale, A. M., Underwood, E. E.: General Method for Estimation of Fracture Surface Roughness: Part I. Theoretical Aspects, Met Trans A, 21A (1990) pp. 1193-1199
- [3] Gokhale, A. M., Drury, W. J.: A General Method for Estimation of Fracture Surface Roughness: Part II. Practical Considerations, Met Trans A, 21A (1990) pp. 1201-1207

Név: Gácsi Zoltán, PhD, Sárközi Gábor

Cím: Miskolci Egyetem Fémtani Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel./e-mail: (36 46) 565 111 /15-41, femtangz@uni/miskolc.hu

Tel./e-mail: (36 46) 565 111 / 15-38, femtangsg@uni/miskolc.hu

Fax: (36 46) 365 924