

## 1. Pontonkénti osztályozás

Az eljárás bemenete az eredeti kép, a tanuló referencia térkép és egy klaszter térkép. Kimenete egy az osztályozást tartalmazó tematikus térkép.

Első lépésként elkészítjük a klaszterek szignatúráját. Ezek után maximum likelihood módszerrel az összes pixelt besoroljuk egy klaszterbe:

$$p(x|\omega_k) = (2\pi)^{-N/2} |\Sigma_k|^{-1/2} e^{-(x-\mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x-\mu_k)/2}$$

Ha adott valószínűséggel egyik klaszterbe sem esik egy pont ( $\chi^2$ -próba szerint 99% eséllyel nem esik a pont a klaszterbe), akkor nem osztályozzuk.

Ezek után minden klaszterhez címkét rendelünk aszerint, hogy mit kell az osztályozás során tenni vele. A lehetséges címkék halmaza: *elhagyandó*, *osztályozott*, *újra osztályozandó* és *vágandó*.

A besorolás menete:

Ha klaszter méretéhez nincs elegendő referencia terület

Akkor

Ha klaszter mérete nagy

Akkor a klaszter *újra osztályozandó*

Ellenben a klaszter *elhagyandó*

Ellenben

Megkeressük a legjobban összemetsző növényt

Ha ez a növény nem metsz elegendő mértékben

Akkor a klaszter *újra osztályozandó*

Ellenben

Megkeressük a releváns növényeket

Ha egy releváns növény van

Akkor a klaszter *osztályozott*

Ellenben *vágandó*

Ugyanez gyakorlati feltételekre átfogalmazva:

Ha klaszteren belül a referencia pixelek aránya kevesebb az átlagos referenciarány 1/8-ánál

Akkor

Ha klaszter mérete legalább a kép fél %-a

Akkor a klaszter *újra osztályozandó*

Ellenben a klaszter *elhagyandó*

Ellenben

Megkeressük azt a növényt, amiből a legtöbb referencia pixel van a képen

Ha ez a növény nem adja ki az összes referencia pixel negyedét

Akkor a klaszter *újra osztályozandó*

Ellenben

Megkeressük a releváns növényeket, tehát azokat, melyből

legalább annyi referencia pixel van,  
mint a legrelevánsabb negyede

Ha egy releváns növény van  
Akkor a klaszter *osztályozott*  
Ellenben *vágandó*

A fenti döntés során az *osztályozott* klaszterekhez megjegyezzük az egyetlen releváns növényt, míg a *vágandó* klaszterekhez az összes releváns növényt.

Első lépésként az *újra osztályozandó* klasztereket osztályozzuk újra. Ezen klaszterek pontjait maximum likelihood döntéssel besoroljuk az *osztályozott* vagy a *vágandó* klaszterekbe, itt is a klaszterbe nem illő pontokat elhagyjuk.

Ezután jön a *vágandó* klaszterek vágása. A vágáshoz meghatározzuk, hogy a klaszterben a vágandó növényekhez tartozó referencia pixelekhez milyen szignatúrát rendelhetünk. Ezután a klaszterhez tartozó pontokat ezekbe az alklaszterekbe maximum likelihood besoroljuk, de itt már nem hagyjuk el a be nem illő pixeleket.

Az *osztályozott* klaszter pixeljeit pedig besoroljuk az egyetlen releváns növény osztályába.

A kialakult képen a pixelek nagy részét osztályba soroltuk. A kezdeti klaszterbe sorolásnál elhagyott pixelek, az *elhagyandó* klaszterek pixeljei, és az újra osztályozásnál elhagyott pixelek nem ismert kategóriába esnek, tehát ezek a pontok nem lettek osztályozva.

## 2. Szegmensenkénti osztályozás

A szegmensenkénti osztályozásnál a legtöbb módszert a pontonkénti osztályozásnál használt algoritmusokból származtattuk.

A legfontosabb kérdés, hogy a maximum likelihood és  $\chi^2$  döntést hogyan módosítjuk a szegmensek osztályozására. A maximum likelihood döntésnél a szegmens pixeljein vett sűrűségeknek a logaritmikus átlagát vesszük, míg a  $\chi^2$  döntés esetében a pixeleken vett  $\chi^2$  értékek átlagát számoljuk.

A következő képlettel lehet meghatározni a sűrűség logaritmikus átlagát:

$$\begin{aligned} E(\log P(\omega_s|\omega_k)) &= \frac{\sum_{x \in \omega_s} -\frac{N}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \log |\Sigma_k| + (x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k) / 2}{n_s} = \\ &= -\frac{N}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \log |\Sigma_k| + \text{tr}(\Sigma_k^{-1} (\Sigma_s + \mu_s \mu_s^T)) + \mu_k^T \Sigma_k^{-1} \mu_s + \mu_k^T \Sigma_k^{-1} \mu_k \end{aligned}$$

És hasonlóan a  $\chi^2$  értéket:

$$\text{tr}(\Sigma_k^{-1} (\Sigma_s + \mu_s \mu_s^T)) + \mu_k^T \Sigma_k^{-1} \mu_s + \mu_k^T \Sigma_k^{-1} \mu_k$$

Az algoritmus első lépésben az összes szegmenst besorolja egy klaszterbe a most megismert maximum likelihood módszerrel, azokat a szegmenseket, amelyek  $\chi^2$  próba szerint 99%-os valószínűséggel nem esik szegmensbe, egyenlőre elhagyjuk.

A következő lépésben megvizsgáljuk, hogy mely referencia pontok esnek olyan szegmensbe, ami be lett sorolva egy klaszterhez. Ezen referencia pontok szerint elkészítjük az összemetszési táblát, majd a pontonkénti osztályozásnál megismert módon besoroljuk a klasztereket a fenti négy kategóriába.

Ezek után vesszük azokat a klasztereket, melyek újra *osztályozandóak*, és az összes olyan szegmenst ami ilyen klaszterbe tartozik besoroljuk egy *osztályozott* vagy *vágandó* klaszterbe maximum likelihood módszerrel. Természetesen itt is elvethetjük a be nem illő szegmenseket.

Ezek után meghatározzuk a *vágandó* klaszterekben eső releván növények szignatúráját, majd ezen klaszterek összes szegmensét besoroljuk az egyik így kialakult alklaszterbe.

Ezek után kialakulhat az elsődleges osztályozás, aminek eredménye, hogy az összes szegmenst besoroltuk egy osztályozott klaszterbe, besoroltuk egy vágandó klaszter egy alklaszterbe vagy nem soroltuk be. Ezután következhet a pontonkénti javítás.

Azon pontokat fogjuk pontonként klaszterbe sorolni, amelyek vagy nem kerültek osztályba a szegmensenkénti osztályozás során vagy nem vagyunk biztosak abban, hogy jó klaszterbe kerültek a szegmentálásnál. Az előbbi kategória egyértelmű, vagy a pont nem került szegmensbe, vagy a szegmens nem került klaszterbe, vagy olyan klaszterbe került, ami *elhagyandó* címkét kapott. A második feltételnél azt vizsgáljuk, hogy legalább 90%-os valószínűséggel abba a klaszterbe tartozik-e a pont, amelyikbe be lett sorolva a szegmensével. Ezt  $\chi^2$ -próbával ellenőrizzük. Ha olyan klaszterbe került a pont, ami *vágandó* címkét kapott, akkor azt is megvizsgáljuk, hogy a pont illeszkedik-e az alklaszterbe.

Ezek után következik a pixelenkénti osztályozás. Minden olyan pontot, amiről úgy döntöttünk, hogy pontonként be kell sorolni, maximum likelihood módszerrel besorolunk egy *osztályozott* vagy *vágandó* klaszterbe. Ha vágandó klaszterbe került, akkor ennek egy alklaszterbe is besoroljuk. Így a klasztereknek és az alklasztereknek megfeleltetett növénykategóriába besoroltuk az összes pontot.