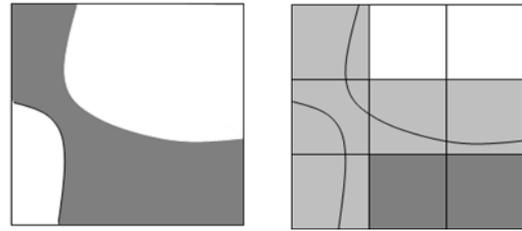


尤度規準の違いによるミクセル分布

環境建設技術系 松本 英敏

1. はじめに

今回、学生の研究支援として CT 撮影した際に、画像の閾値決定法としてミクセル分布を考慮しなければならない問題に直面した。そこで、4 つの尤度規準の違いについて検討したので、ここに紹介する。



(a) 原画像

(b) pixel 分割

2. ミクセルとは

図 1 に示すように、撮影した原画像(a)は本来 2 値化されるべきであるが、解像度の影響で混合画素が存在するのは否めない。そこで、図(c)に示したミクセル (class3) が存在する。今までは混合部を強制的に 2 値化していたが、間隙率や物性を正しく評価するためには、ミクセルを考慮する必要がある。



(c) クラス分け

3. 最尤推定法

図 2 は撮影した CT 値画像 (黒線) の概念図である。class1 (赤線) と class2 (緑線) に分かれミクセル部 (青線) が分布している様子を示す。

ここで大事なことは、各 class を決める閾値 t_1, t_2 を決定する方法 ¹⁾ である。本来、CT 値が N 個存在する場合、 t_1, t_2 を 1 個目から N 個目まで移動しながら全ての尤度に対して計算を行い、最大の尤度を示した t_1, t_2 を閾値に決定する。今回は閾値が双峰型の CT 値分布を示す場合、山のピークの内側に存在することが判るので、CT 値分布の平滑化を行った後に 2 個ピークを求め、その区間だけ計算することで、時間短縮を図った。ここでは尤度規準として下記 4 個が提案されており、選択によりどの基準でも計算出来るようにプログラミングした。

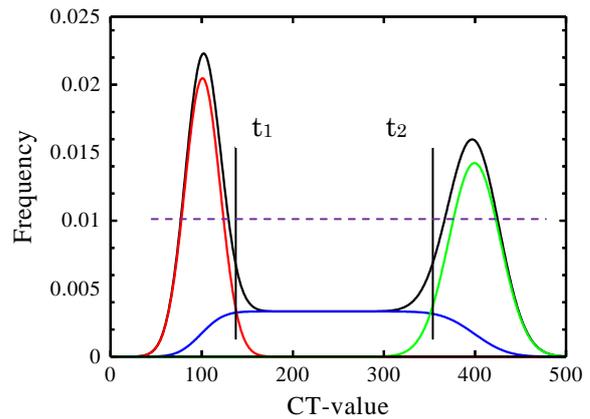


図 1 ミクセルの概念図

図 2 閾値決定の概念図

$$J_c(t) = \ln\left(\frac{1}{\tilde{\sigma}}\right) \quad , \quad J_D(t) = \sum_{k=1}^M \tilde{\omega}_k \ln\left(\frac{1}{\tilde{\sigma}_k}\right)$$

$$J_Q(t) = \sum_{k=1}^M \tilde{\omega}_k \ln\left(\frac{\tilde{\omega}_k}{\tilde{\sigma}}\right) \quad , \quad J_J(t) = \sum_{k=1}^M \tilde{\omega}_k \ln\left(\frac{\tilde{\omega}_k}{\tilde{\sigma}_k}\right)$$

$$\tilde{\omega}_k = \frac{\text{クラス}k\text{に存在する画素数}}{\text{全画素数}} \quad : \text{生起確率} \quad , \quad \tilde{\sigma}^2 = \sum_{k=1}^M (\tilde{\omega}_k \cdot \tilde{\sigma}_k^2)$$

またピュアピクセルが 2 の場合、ミクセル分布の平均および分散は次式により計算する。

$$\mu_3 = a\mu_1 + (1-a)\mu_2 \quad , \quad \sigma_3^2 = a^2\sigma_1^2 + (1-a)^2\sigma_2^2$$

4. 撮影画像への適用

今回 CT 撮影した画像を図 3 に示す。この赤枠内の CT 値分布と、バンド幅 100 で 2・3 値化適合法によりスムージングした結果（赤線）が図 4 である。この図から今回求めたピーク CT 値は、-486 と 2100 であった。

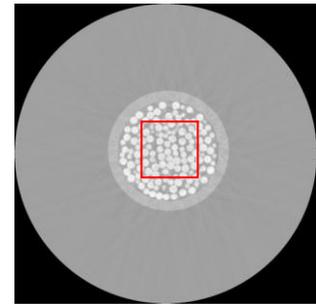


図 3 CT 撮影画像

5. 尤度規準の違いによるミクセル分布の比較

そこで図 4 について、4 個の尤度規準の比較検討を行った。図 5 がその結果である。浅学のためコメントはできないが、 J_Q と J_J は違いが見られない。また今回の結果からは、 J_D がミクセル分布をよく表現できている。今後は、 M が 3 個以上の case についても検討したい。

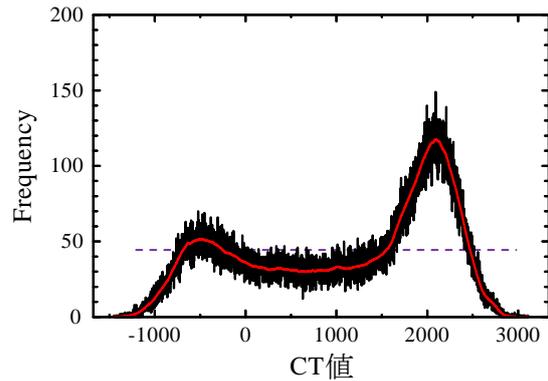


図 4 CT 値の頻度分布とスムージング

【参考文献】

1) 小林優矢・他 バイオグラウト処理された地盤材料を用いた間隙率評価手法に関する検討, Journal of MMIJ Vol.125 p.540-546, 2009.

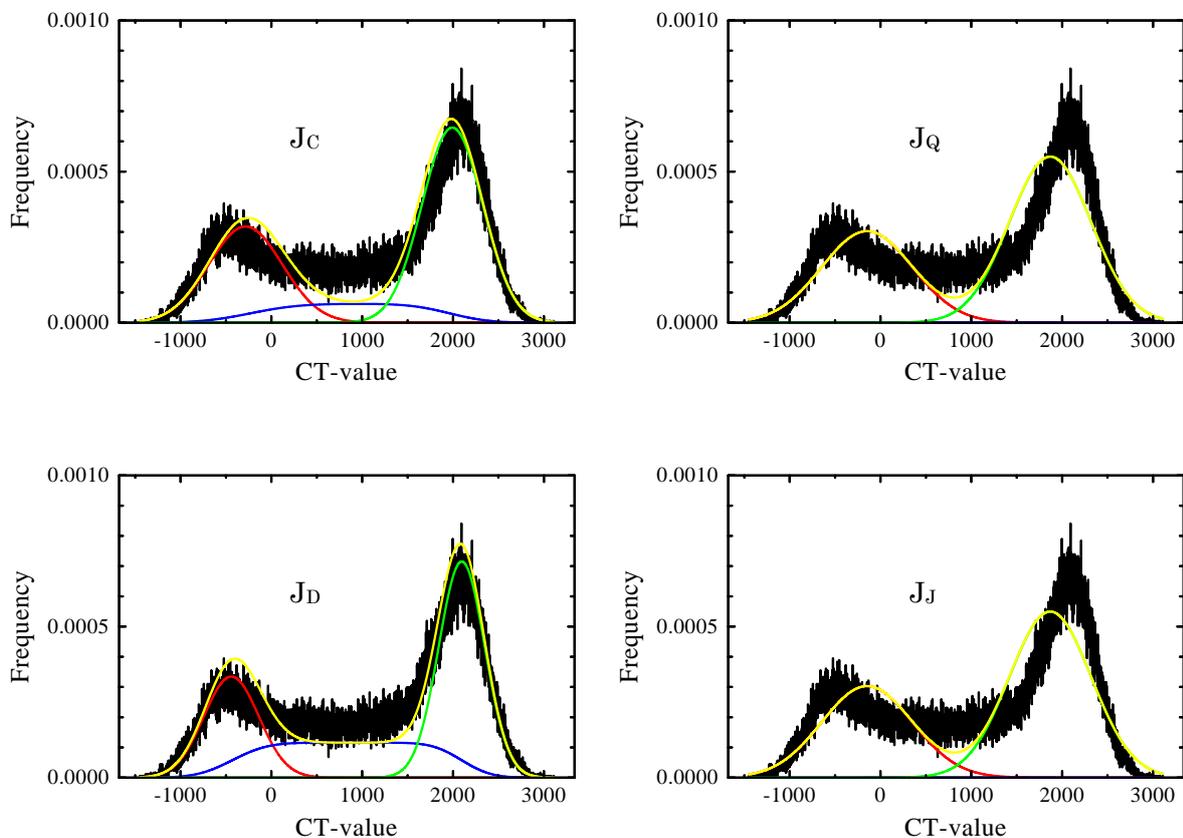


図 5 尤度規準の違いによるミクセル分布の比較