

情報理論を用いたテクスチャ分析による PET 画像中の腫瘍状態評価法

小池 由貴[†] 阪田 治[†]

[†] 東京理科大学工学部電気工学科

1. はじめに

がん治療において、PET(positron emission tomography) 画像は放射性同位体 (RI) を目印とした医薬品の散布状態から非侵襲的にがん細胞の集積を視覚的に表し、臨床で広く活用されている。本稿では、PET 画像の治療効果判定による診断支援を実現するために、PET 画像のテクスチャ分析により悪性腫瘍の形態及び経時変化の評価法を提案し、シミュレーション及び臨床データを用いて検証する。

2. テクスチャ分析

粗さ、滑らかさ、周期性、乱雑さをもつ物体表面の質感を表す概念であるテクスチャは、物体を識別する上で豊富な情報をもつ。テクスチャ分析とは、このテクスチャを画像のグレースケール強度と空間パターンの関係から数値化し、分類や判別に利用する画像解析である^[1]。

3. 提案評価法

PET 画像の関心領域(ROI: region of interest)中の強度値から以下の各項目を指標として算出し、PET 画像の評価を行う。

3.1 情報エントロピー及び平均値による腫瘍の偏り

腫瘍は様々な組成で成り立ち、ROI 中に強度が大きい部分と小さい部分が存在する。その偏りを知ることにより腫瘍の組成がわかると仮定し、PET 画像の強度から腫瘍の偏りを(1)式の Shannon の情報エントロピー及び強度値の平均値を用いて表す。

$$H(X) = \sum_{i=1}^n P(a_i) \log_2 \frac{1}{P(a_i)} \quad (1)$$

ここで $a_i (i=1 \sim n)$: 発生する事象 X , $P(a_i)$: 個々の事象の発生確率 である。

3.2 KL 情報量による腫瘍構成サンプルとの類似度

(2)式の KL 情報量(Kullback-Libler divergence)は確率分布 P を基準とした際の確率分布 Q との統計的距離であり、2つの確立分布 P, Q の類似度を表す。この KL 情報量を用い

て、評価対象の腫瘍構成に対する数種の腫瘍構成サンプルの類似度を表す。

$$D(P, Q) = \sum_{i=1}^k P(a_i) \log_2 \frac{P(a_i)}{Q(a_i)} \quad (2)$$

3.3 強度積分値による腫瘍縮小率

腫瘍の組成や偏りが変化せずに経時変化した場合、強度値の積分値が小さいほど腫瘍が小さくなったことを表す。これを ROI 中の強度積分値を用いて腫瘍縮小率とし求める。

3.4 腫瘍の個数

腫瘍の特徴(転移状況やがん細胞の散らばりなど)を ROI 中の腫瘍の個数により示す。

4. 検証結果

4.1 シミュレーション

腫瘍を球体と仮定して、図1に示すような様々な特徴をもつ腫瘍モデルに対し各指標の検証を行った。

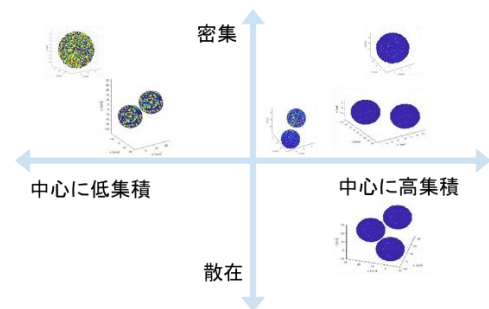


図1. シミュレーションに用いた腫瘍モデルとその分類

4.2 臨床データ

マウスを用いた臨床データに対し同様に検証を行った。

5. まとめ

本稿では腫瘍を球体と仮定して検証した。不定形状の腫瘍に対しても評価できるよう改良する予定である。

参考文献

- [1] Florent Tixier, *et al.*, Journal of Nuclear Medicine, vol.52, no.3, pp. 369-378, 2011.