

ダイナミック CT からの肝細胞がん検出手法の開発

脇田 悠樹^a, 目加田 慶人^b, 井手 一郎^a, 村瀬 洋^a, 長谷川 純一^b, 鳥脇 純一郎^b

^a名古屋大学大学院情報科学研究科, ^b中京大学生命システム部

Development of a method for detecting hepatocellular carcinoma from Dynamic CT images

Yuki Wakida^a, Yoshito Mekada^b, Ichiro Ide^a, Hiroshi Murase^a, Jun-ichi Hasegawa^b, Junichiro Toriwaki^b

^a Graduate School of Information Science, Nagoya University

^b School of Life Science and Technology, Chukyo University

Abstract: In this paper, we describe a method for detecting liver tumor regions from early and late arterial phase CT images. Since tumor regions are depicted clearer in the late arterial phase CT images, initial candidate of tumor regions are detected from this image. All of the spherical regions that have low attenuation from their surroundings are detected as tumor candidates. There are 30 FP regions per case in average. To reduce such FPs, we reduce FPs using early and late arterial phase. After rigid-registration around tumor candidate region of early and late arterial phase image, FPs are eliminated using joint histogram of these images. We applied this method to 36 CT images of 18 patients. In results, sensitivity was 90% and 2 FP regions remained in average.

Keywords: liver tumor, hepatocellular carcinoma, rigid registration, segmentation

1 はじめに

ダイナミック CT による検査は、造影剤を注入後に経時的に撮像した 3 つの時相画像(早期相, 門脈相, 晩期相)を用いて病変を診断する方法であり, 非造影 CT による診断では発見しにくい肝腫瘍の診断に有効である。肝腫瘍は, この 3 つの時相において固有の造影変化が現れることが分かっており, 医師はその造影パターンを見て腫瘍の有無や良悪性鑑別を行う[1]。しかし, 診断の際に 3 つの時相の画像を読影する必要がある上, 1 つの時相における画像枚数も多いため, 読影医師の負担は大きく, 計算機による診断支援システムの開発が望まれている。

本研究では, 肝腫瘍の中で最も発生頻度の高い肝細胞がんを, 早期相と晩期相から検出手法を提案する。まず, 3 時相の中で最も造影むらが少なく安定して肝臓領域および腫瘍領域が得られる晩期相でこれらの候補領域を求める。得られた肝臓領域, 腫瘍候補領域を使用して, 早期相とのレジストレーションを行い, 呼吸などが原因で起こる晩期相, 早期相間の腫瘍候補領域の位置ずれを補正した後, 候補領域中の拾い過ぎ領域を削減する。

2 処理手順

提案手法の処理手順について以下に述べる。処理の流れは Fig.1 に示す。ただし, 肝臓領域抽出は林らの手法[2]を利用した。

2.1 晩期相の肝細胞がん候補領域抽出

晩期相での肝細胞がんの特徴として, 周囲と比べて低濃度で球形状をしている。その知識を基に以下の手順で候補領域を求める。

2.1.1 周囲より一定以上低い領域の検出
肝臓領域の各画素に対し, 以下のフィルタを用いて周囲より低濃度の画素を抽出する。フィルタの概念図を Fig.2 に示す。

注目画素 x から 26 近傍方向に探索し, x に一番近くかつ以下の条件を満たす画素 R_i (リーチ点: $i=0,1,\dots,25$)を探索する。

$$f(R_i) - f(x) > 15$$

ただし, $f(x)$ は画素 x の濃度値を表し, 探索の範囲は中心からの距離が 80 未満の画素とした。

すべての方向でリーチ点を見つけた場合, x を腫瘍候補とする。

2.1.2 リーチ点分布による候補画素削減
血管や腫瘍領域辺縁での過抽出を避けるために, 候補領域注目画素 x の 26 方向のリーチ点の幾何重心 G とリーチ点との距離の平均 m および標準偏差 σ を求め, 以下の条件を満たす画素を削除する。

$$\frac{m}{\sigma} \leq 2$$

2.1.3 境界領域の補間

腫瘍候補領域内の全ての画素 x に対して, x と x におけるリーチ点との最小距離を半径とした球内の画素すべてを候補領域として抽出する。

2.2 剛体レジストレーション

晩期相で抽出した候補領域は多くの拾いすぎ領域が存在するが, その多くは晩期相のみの情報では除去が難いため, 早期相の情報も利用する。そこで, その前処理として早期相, 晩期相間で起こる肝臓位置と肝臓内の組織のずれを相互情報量を用いた剛体レジストレーションによ

り補正する．初めに肝臓領域を基におおまかなレジストレーションをした後，さらに候補領域毎にレジストレーションを行う．

2, 3 拾い過ぎ領域削減

肝細胞がんの濃度値は，早期相では周囲より高く，晚期相では周囲より低い．そこで，早期相，晚期相での各候補領域の濃度値を調べ，拾い過ぎ領域を削減する．まず，各候補領域において候補領域を中心とした ROI(Region of Interest)領域を設定し，その領域における早期相と晚期相の 2 次元濃度値ヒストグラムを作成する．そして，ヒストグラムの最頻値を求め，そこでの早期相と晚期相の濃度値をそれぞれ v_e ， v_l とする．候補領域の各画素において早期相では濃度値が v_e より高く，晚期相で v_l より低い画素のみを肝細胞がん領域とすることで拾い過ぎを削減する．

3 実験と考察

本手法を 18 症例 36 画像に適用した．入力画像は，早期相と晚期相の画像共に処理時間短縮のため空間解像度を半分にしたものを用いた．実験の結果，候補領域抽出時の肝細胞がん検出率は 90% で，その時点での拾い過ぎ領域の個数は一症例あたり平均 30 個であった．更に拾い過ぎ領域削減を行った結果，拾い過ぎ領域を一症例平均 2 個まで削減することができた．検出結果の一例を Fig.3 に示す．

拾い過ぎ領域削減の処理では，早期相と晚期相の 2 時相の情報を利用することにより殆どの拾い過ぎ領域は削減することができた．削減できなかった拾い過ぎ領域は，血管付近や肝臓境界などの組織が入り組んだ部位にあり，晚期相の染まりむらの影響やレジストレーション時の誤差による位置ずれが削減できなかった原因として考えられる．

4 むすび

本研究では，早期相と晚期相の 2 時相の腹部 X 線 CT 像を使用した肝細胞がん自動検出手法について提案した．本手法を 18 症例 36 画像に適用した結果，腫瘍検出率は 90% で拾い過ぎ領域は一症例中 2 個であった．今後の課題として，検出率の向上と拾い過ぎ領域のさらなる削減，輪郭領域の抽出精度向上が挙げられる．

謝辞

貴重な CT 像を提供頂いた国立がんセンター東病院放射線部縄野繁博士に深謝する．また日頃熱心に討論頂く名古屋大学村瀬・末永両研究室諸氏に感謝する．本研究の一部は，厚生労働省がん研究助成金，日本学術振興会科学研究費補助金，文部科学省 21 世紀 COE プログラム「社

会情報基盤のための音声・映像の知的統合」による．

文献

- [1] 山下康行：わかるヘリカル CT，メディカル・サイエンス・インターナショナル，2000
- [2] 林雄一郎，出口大輔，森健策，目加田慶人，鳥脇純一郎：造影 3 次元腹部 X 線 CT 像からの肝臓領域抽出手法の開発，信学技報，Vol.103 No.594, pp.55-60, 2004

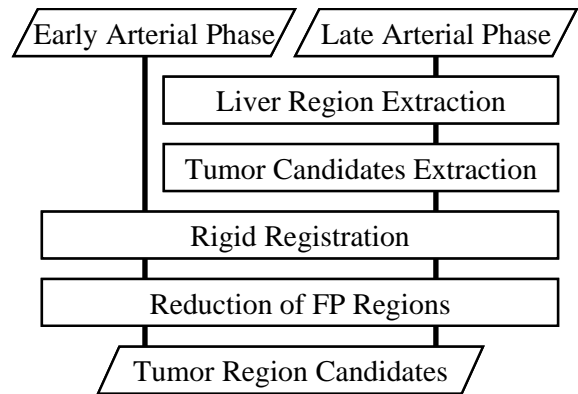


Fig. 1 Flow chart of proposed method

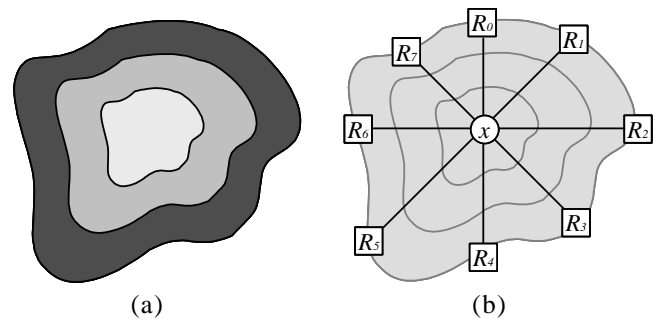


Fig. 2 The concept of detecting reach points(2D)
(a) original image of gray-level (b) reach points(R_0-R_{25}) from pixel x

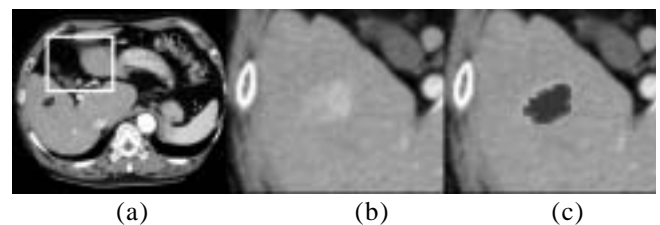


Fig. 3 An experimental result for early arterial phase. (a) original CT image (b) close-up (c) detected liver tumor region