

心臓 CT 画像からの冠状動脈の自動抽出および分類手法の 提案

関村 匠斗¹⁾, 土井 章男¹⁾, 加藤 徹¹⁾, 朴澤 麻衣子²⁾, 森野 禎浩²⁾

1) 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科, 2) 岩手医科大学医学部内科学講座

1. はじめに

虚血性心疾患の診断では虚血部に血液を送っている責任血管を特定することが重要であり, その責任血管に適切な処置を施すことにより虚血性心疾患の治療をすることができる[1]. 心臓 CT 画像から責任血管を特定するためには冠状動脈の狭窄やプラークを観察する必要がある. しかしながら心臓 CT のスライス画像では冠状動脈のつながりや狭窄を観察することが困難である. また, 心臓 CT 画像のボリュームレンダリング表示では肋骨や左心房付属器などの他の人体構造が冠状動脈の視認を妨げるため観察が難しくなっている. そこで, 本論文では心臓 CT 画像の読映を効率化・定量化するために, 心臓 CT 画像から冠状動脈を自動抽出する手法および分類する手法を提案する.

2. 冠動脈の自動抽出と AHA 分類

2.1 冠動脈の自動抽出

冠状動脈の自動抽出は, 最初に空気部分および肺動脈を削除する. 次にすべてのアキシャル断面スライス画像にハフ変換を適用して, 上行大動脈の位置を特定する. 次に上行大動脈上から領域拡張を行うことで上行大動脈および冠状動脈を抽出する. 領域拡張のシード点はハフ変換で特定された上行大動脈

の円形部の中心座標を用いる. 冠状動脈は上行大動脈とつながっているため, 上行大動脈から領域拡張法を行うことで, 同時に冠状動脈も抽出される. 冠状動脈の末梢部は心臓表面の画素値に近い値を持つため, 通常の領域拡張法では抽出が困難である. そのため, 冠状動脈の進行方向に対し検出強度を強めた領域拡張を行うことでより精度の高い冠状動脈末梢部を抽出する. 図1は抽出された冠動脈である[2].

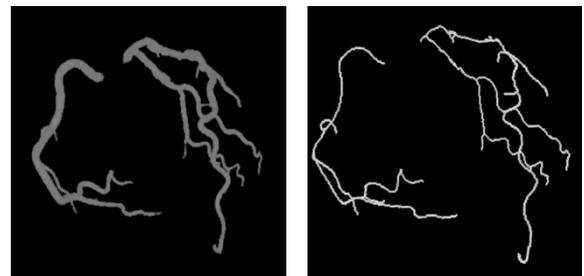


図1 冠動脈

図2 細線化

2.2 冠動脈の AHA 自動分類

冠動脈の AHA(American Heart Association)分類は, 最初に冠動脈を細線化する(図2). 次に細線化画像から得られる冠動脈各枝の情報を木構造に格納する. この際, 冠動脈のバルサルバ洞に最も近い枝をルートノードとして木構造に情報を格納する(表1).

次に残っている木構造の情報から冠動脈の分類を行う. まず右冠動脈の分類を行う際には, 房室結節枝と後下行枝の分岐点を求める. 右冠動脈のノードから自身の枝の長さの子ノード全ての枝の長さの合

計，冠動脈の根元部分からの道程の長さを求め，それぞれの値が閾値以上であった場合，房室結節枝と後下行枝の分岐点と判断する．房室結節枝と後下行枝の分岐点以降を#4とする．閾値の値はノードに格納されている各枝の情報を用いて行う．

表1 AHA分類のための格納情報

枝が始まる座標 (x,y,z)
冠動脈の根元部分からの道程の長さ
自身の枝の長さ
根元部分から何回分岐しているか
自身の枝の長さと子ノード全ての枝の長さの合計

残った右冠動脈を右冠動脈の根元部分から房室結節枝と後下行枝の分岐点までを3等分する．3等分した冠動脈を根本方向から#1, #2, #3とする．

左冠動脈を分類する際には，まず左冠動脈主幹部，左前下行枝および左回旋枝に分ける．兄弟ノード同士の自身の枝の長さと子ノード全ての枝の長さの合計を足し合わせ最大となった場合に左前下行枝および左回旋枝の分岐点と判断する．この冠動脈の根本部分からこの分岐点までを左冠動脈主幹部とし，背中側に回り込むものを左回旋枝，もう一方を左前下行枝とする．左冠動脈主幹部を#5とする．

次に左前下行枝の分類を行う．最初に左前下行枝から分岐する枝で最大の長さとなる枝を見つける．最大の長さとなる枝を#9とする．左前下行枝から#9までを#6とする．左前下行枝で#6以降で分岐する枝で最大のものを#10とする．#6から#10までの間となる部分を#7とする．#10と分岐した枝を#8とする．

次に左回旋枝の分類を行う．左回旋枝から分岐する枝で長さが最大となるものと2番目に長い枝を見つける．見つけた二つの枝のうち，左冠動脈主幹部に近い枝を#12，一方を#14とする．左回旋枝で左冠動脈主幹部から#12の分岐点までを#11とする．#12から#14までの間となる部分を#13とする．

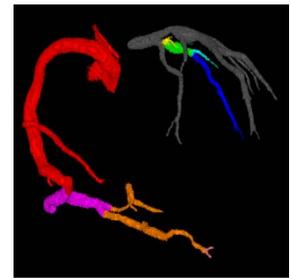
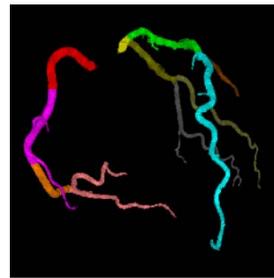


図3 AHA分類成功例

図4 AHA分類失敗例

3. 考察

14症例に対して本手法を適用した．14症例中4症例で正しく分類でき2症例で失敗した．残りの8症例については遠位部の分類がうまくいかなかった．図4のようにAHAの分類が失敗する場合は，冠動脈の細線化結果においてループが頻発し，ダム状になっている箇所があった．ループやダムとなっている部分により，冠動脈のつながりや枝の長さについて正しく認識できなかったと考えられる．また冠動脈の形状に個人差があるため分類が難しかったと考えられる．

終わりに

冠動脈の自動抽出とAHA分類に則った自動分類手法について提案した．分類した冠動脈は狭窄箇所の効果的な表示に使用できる．今後は分類手法の改善，冠動脈狭窄部の自動検出および狭窄度の自動推定を行う．

参考文献

- 1) 松田 豪，野崎 敦，佐久間 肇，河田 七香，竹田 寛，本康 宗信，中野 起: MRIを用いた虚血性心疾患検査の現状．日本放射線技術學會雑誌,57(6):664-670,June.2001
- 2) 関村 匠斗，土井 章男，加藤 徹，朴澤 麻衣子，森野 禎浩: 心臓CT画像からの冠状動脈と左心室の自動抽出手法．電子情報通信学会技術研究報告,Vol.117 No.47:664-670,May.2017