

X線 CT 画像における冠動脈抽出の自動追跡方法の検討

Extraction of coronary artery by automatic tracking from X-rays CT image

○山口元輝¹, 門馬英一郎², 松村太陽², 石井弘允³, 小野隆²*Motoki Yamaguchi¹, Eiichiro Momma², Taiyo Matsumura², Hiromitsu Ishii³, Takashi Ono²

Abstract: In the ischemic heart disease, the plaque formed in the coronary artery is a cause. The study aims to build a method for extracting the coronary arteries and quantifying arterial plaque on X-Rays CT images. This time, the automatic tracking method of extracting the coronary artery in X-rays CT image was examined. As a result, the extraction up to 2.98mm of the coronary artery in the diameter became possible.

1. はじめに

厚生労働省の調査によると、平成 20 年における日本人の死因の第 2 位は心疾患である。心疾患の多くは虚血性心疾患即ち狭心症や心筋梗塞である。虚血性心疾患は、冠動脈内に形成されるプラーク（脂肪性沈着物）による狭窄が主な原因で、心筋が壊死する疾患である。しかし、冠動脈狭窄部位の判断は医師の経験により定性的に判断しているのが現状である。本研究は、画像処理による医師の診断支援を目的としている^{[1], [2]}。今回は X 線 CT 画像(以後 CT 画像と記す)における冠動脈の抽出と自動追跡方法について検討した。

2. 使用した CT 画像

Figure1 は、心臓と血管の概要図である。冠動脈は心筋に血液を送る血管で、大動脈の根元から左冠動脈と右冠動脈に分かれ、左冠動脈は更に左回旋枝と左前下行枝に分かれる。左冠動脈は、心臓の大部分に栄養と酸素を供給するため、狭窄すると危険な状態を招く可能性が高くなる。従って、冠動脈が健全であるかの判断は重要で、画像診断においても末端まで抽出する必要がある。Figure2 は、CT 画像の一例で血管を明確にするため造影剤を投与した状態で撮像している。左回旋枝が大動脈の根元から伸びており、心臓に巻きつくように回旋している様子が分かる。CT 画像は SIEMENS 社製 SOMATOM Volume Zoom により、スライス厚 1.25mm 間隔で計 167 枚を撮像した。これらの CT 画像の画素をボクセルとして扱い、3次元上の情報から冠動脈を追跡した。

3. 冠動脈の自動追跡方法

Figure3 は、今回行った冠動脈断面の追跡方法の概要である。なお、以後の処理においてボリュームデータから断面の画像を作成する際に設定する任意の平面をスライスと呼ぶ。冠動脈を追跡する際にスライスが冠動脈に対して直交している状態が正確な断面となるが、Fig.1, Fig.2 に示したように断面は色々な方向になる。

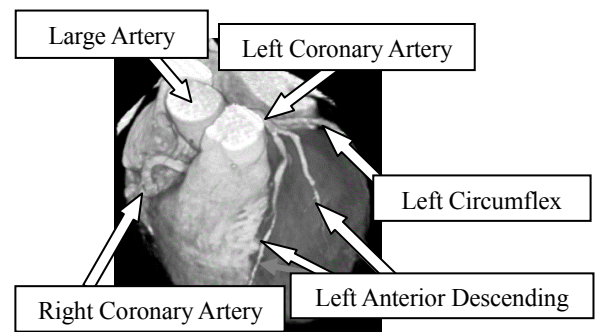


Figure1. Heart and Blood Vessel

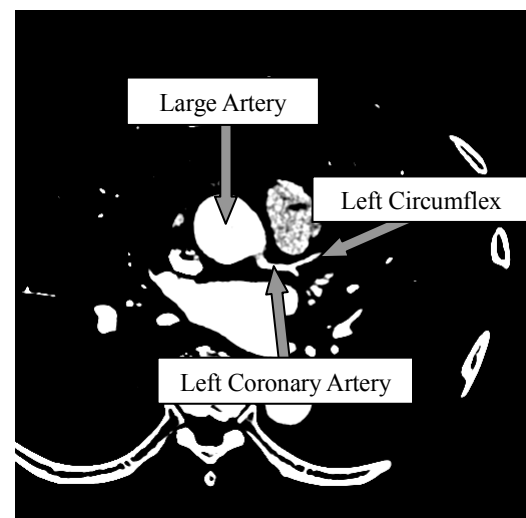


Figure2. X-rays CT image

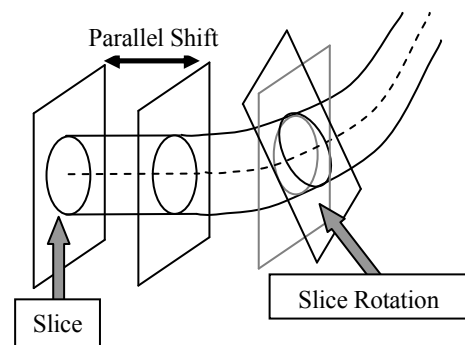


Figure3. Tracking method

1 : 日大理工・院・電気, 2 : 日大理工・教員・電気, 3 : 日大名誉教授

そこで、正確な断面を得るために、断面の長軸と短軸を決定し、長軸と短軸の差分から短軸を軸として、正確な断面画像となるように回転させた。この繰り返しにより自動追跡を行った。

4. 分岐部分の判断方法

自動追跡するためには、分岐部分を考慮する必要がある。そこで、分岐部分を判断するため、以下の処理を行った。まず、二値化・細線化処理を行い、形状を単純化した。Figure4 は分岐検出方法を示したものである。(a), (b)のように細線化画像の中心点から 3×3 の 9pixel の範囲内において、中心点と検出点を除いた未検出点の個数によって分岐部分の検出を行った。判断方法は、未検出点が 1 つ以下であれば分岐無しとし、未検出点が 2 つ以上である場合を分岐有りとした。

5. 追跡結果

Figure5 は、分岐部分を判断し自動追跡を行った結果の一例である。(a)は分岐前、(b)は分岐部分、(c)は分岐後の画像である。スライスと冠動脈の関係より、正確な断面画像が得られていることがわかる。提案した自動追跡方法では、分岐部分を含む血管の検出が可能となり、計 108 枚の断面画像を得ることができた。

次に、得られた断面画像より、冠動脈外壁の抽出を行った。冠動脈の外壁と周囲の境界は、CT 値 0HU 程度であることが医師の経験によって示されている。そこで、0HU との境界を求めることで、冠動脈外壁を抽出した。Figure6 は冠動脈の抽出画像で、(a)の対象画像に対して、冠動脈外壁を抽出した結果が(b)である。

Figure7 は、抽出した冠動脈の長さや先端部分の最小の直径について、従来方法による結果^[1]と比較したものである。(a)は冠動脈の長さの比較、(b)は冠動脈の直径の比較を示している。本方法では、冠動脈の長さ約 88mm、冠動脈の直径 2.98mm まで抽出ができた。従来方法と比較すると、冠動脈の長さは約 2 倍、冠動脈の直径は約 0.5mm 小さい部分まで抽出できた。

6. おわりに

X 線 CT 画像より、冠動脈の自動追跡の方法を検討した結果、提案方法が有用であることを確認した。今後は、狭窄部位の抽出、プラーク部分の抽出およびプラークの定量化を検討する予定である。

7. 参考文献

[1] 土井, 相原, 門馬, 石井, 小野, 佐藤 : X 線 CT 画像解析による冠動脈抽出とプラークの定量化の検討, 平成 19 年電気学会 A 部門大会, P-21, 2007
 [2] 糸川, 門馬, 小野, 石井, 佐藤 : X 線 CT 画像による冠動脈狭窄部位の抽出と不安定プラークの三次元的表示, 平成 16 年度電気学会 A 部門大会, V-4, p56, 2004

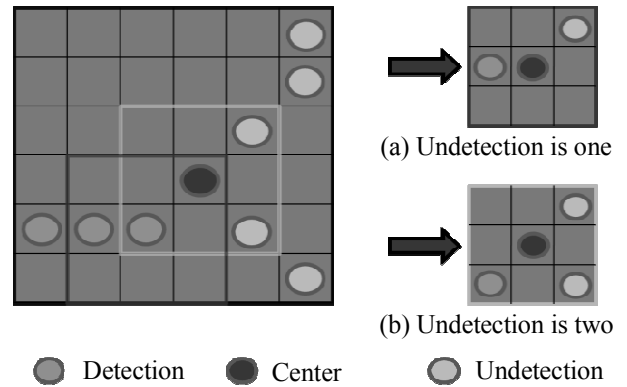


Figure4. Divergence detection method

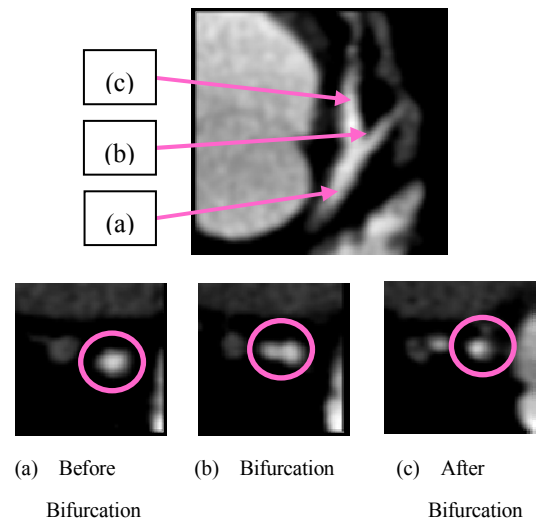


Figure5. Coronary artery section image

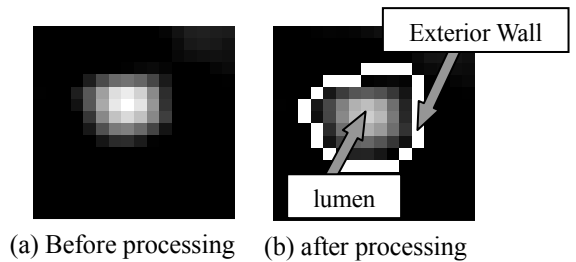


Figure6. Exterior wall extraction

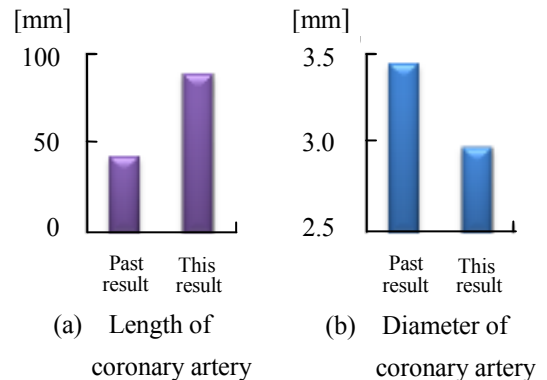


Figure7. Diameter and length of coronary artery