学位論文紹介

乳房X線写真における腫瘍陰影の自動検出法とその周辺技術に関する研究

松原友子

Studies on automated detection methods and related techniques for mammographic masses

Tomoko Matsubara

名古屋文理大学情報文化学部情報文化学科

〒492-8520 愛知県稲沢市稲沢町前田365

TEL: 0587-23-2400 FAX: 0587-21-2844 e-mail: tomoko@nagoya-bunri.ac.jp

指導教官：藤田廣志

学位授与：岐阜大学大学院工学研究科，2002年3月

学位の種類：博士(工学)

本論文では、乳房X線写真におけるコンピュータ支援診断システムの構築を目的として、おもに腫瘍陰影の自動検出法とその周辺技術について記述している。

まず、CADシステムが要望されている背景について述べ、本研究の目的を明確にした。また、CADの定義とその目的、代表的なX線画像のCADシステムで用いられている手法についても記述した。特に乳がん画像診断とCADについては、マンモグラムCADシステムと乳腺超音波画像CADシステムの開発で用いられている手法について詳細に述べた。

被写体である乳房領域とX線が直接透過する低吸収領域などの乳房外領域との境界線を自動的に抽出する、乳房スキンラインの自動抽出処理については、従来法の問題点を確認し、濃度勾配を用いた補正処理と胸壁側の抽出結果の再検討処理により改良を試みた。そして、7施設から収集した画像340枚を用いて評価した結果、従来法でスキンラインの抽出に失敗した42枚の画像を含んだほぼすべての画像において良好なスキンラインの抽出が可能となり、本手法によって従来法の問題を解決できると結論付けた。

腫瘍陰影の自動検出については、腫瘍陰影は脂肪上に存在するか乳腺上に存在するかによりその特徴が異なるため、それを生かす検出アルゴリズムを開発した。まず、ヒストグラム解析を用いて画像を4分類し、その分類を基に乳房領域内部を分割する。次に分割されたそれぞれの領域に応じたしきい値処理により候補領域を抽出する。この段階では多くの偽陽性候補が存在するため、いくつかの特徴量を用いて候補を絞り込む。この手法を実際の臨床画像に適用した結果、チューニングデータにおいては、真陽性率97%、1画像あたりの偽陽性数が3.5個であり、テストデータにおいては、真陽性率90%、1画像あたりの偽陽性数が

4.0個であった。偽陽性に関しては改良の余地があるが、高い真陽性率であり、本手法の有効性が確認された。今後、偽陽性候補の検討を行うことで、より実用的な検出アルゴリズムへの発展が期待できる。

スピキュラの自動検出については、腫瘍陰影の辺縁から伸びる線成分を検出する振り子型フィルタを提案した。スピキュラは、悪性の腫瘍陰影を鑑別する際の重要な所見である。このフィルタで検出されたスピキュラは医師のスケッチとほぼ同じ結果であった。また、スピキュラのある画像とない画像に分類した結果、約87%の正解率となった。これらから、本手法の原理的な有効性が確認できた。

最後に、乳腺実質濃度の評価に基づく乳房X線写真の自動分類法を提案した。これは、病変が正常乳腺に覆い隠されてしまう危険性を示す分類基準に基づくものである。まず、スキンラインと胸筋の形状解析により乳腺濃度を評価する対象となる領域を決定した。次に、画素値の分散ヒストグラムと判別分析法で決定したしきい値を用いた二値化により、その領域内を三つの濃度領域に分割した。そして分割された領域の割合に応じて乳房X線写真を4分類した。148症例を本手法を用いて自動分類した結果、医師による分類との一致率は91%と良好な結果が得られ、原理的な有効性が確認できた。自動分類の結果に信頼がおけるようになると、地域、年齢、人種、出産授乳の有無、ホルモン補充療法の有無などによる乳腺濃度の違いを再現性をもって客観的に評価することが可能となる。また、分類の左右差は、悪性腫瘍の検出への応用が期待できる。

以上、乳房X線写真におけるコンピュータ支援診断システムの構築を行い、その要素技術から幅広い分野にわたる知見と画像処理技術を得ることができた。