


## 学位論文審査結果の要旨

専攻	物質生産工学専攻	氏名	長野 宣道
論文題目	胃腫瘍性病変良悪性識別のためのコンピュータ支援診断システムの開発		
主査	松尾 孝美		
審査委員	白石 順二		
審査委員	今戸 啓二		
審査委員	小川 幸吉		
審査委員	池内 秀隆		
審査結果の要旨 (1000 字以内)			
<p>コンピュータ支援診断 (Computer Aided Diagnosis:CAD) は、1985 年にシカゴ大学の土井により胸部 X 線写真や乳房 X 線写真の研究から本格的に開始された。CAD とは、医用画像に対してコンピュータで定量的に解析された結果を「第 2 の意見」として医師に提供するもので、現在では既に胸部や乳房の CAD が実用化されているが、消化管においては検査の特殊性から開発が遅れている。従来研究は、最終的な胃疾患の良悪性識別までは言及されておらず、画像を構成するエッジに注目した研究がほとんどである。本研究では、胃 X 線画像における腫瘍輪郭の形態的特徴量から病変の良悪性識別を行うコンピュータ支援診断システムを構築し、その性能評価を行っている。特に 3 つの課題について検討を行っている。第一に、胃 X 線写真内に写る腫瘍の形態的特徴量をコンピュータに認識させるためには腫瘍輪郭のエッジを検出する必要がある。第二に、腫瘍の特徴量を抽出する場合、解析された多くの特徴量の中から、多重共線性を避けるため次元の異なる良悪性識別項目を合理的に選ぶ手法を確立することである。第三に、本 CAD システムの評価を数値化することである。まず、一般の胃 X 線画像のデータベースが十分でないため、4 つの医療機関から提供された画像を追加し、画像条件を統一した 43 例を検証データとしている。ついで、腫瘍輪郭のエッジを検出する手法として適応微分フィルタとバイラテラルフィルタとレベルセット法を組み合わせた手法を提案している。その結果、前者は胃輪郭の検出に、後者は腫瘍輪郭の抽出に適していることを確認している。また、一般的に考えられる 5 つの腫瘍輪郭の形態的特徴量を選び、それらの特徴量の有効性を品質工学で用いられるマハラノビス・田口法 (MT 法) により 4 つの特徴量が有効であることを示している。さらに、この特徴量から人工ニューラルネットワークにより良悪性識別を行っている。最後に、提案システムの有効性を検証するために、ROC(Receiver Operating Characteristic)解析を行い、7 名の観察者による読影結果を比較し、観察者の平均正診率が 85.4%、AUC が 0.941 であるのに対して、提案システムは正診率が 93%、AUC が 0.970 であり、十分な性能があることを確認している。また、論文審査会や論文公聴会における著者の説明は明確であり、質問に対して的確に回答がなされた。以上のことから、本論文は博士 (工学) の学位に値するものと認められる。</p>			

## 学位論文の要旨

ふりがな 氏名	ながの のぶみち 長野 宣道 
学位論文題目	胃腫瘍性病変良悪性識別のためのコンピュータ支援診断システムの開発
<p>2012年の世界保健機構の報告によると、2008年の世界5,800万人の死亡者のうち、悪性腫瘍による死亡者数は760万人(約13%)を占めると報告されている。また、死亡原因となった腫瘍のうち最も多いものは肺癌の137万人で、次いで胃癌の73万6千人が続くというデータがある。日本消化器集団検診学会による昭和39年から平成10年度までの全国集計によると、病変がないとされた症例の中に病変が存在したものが10~43%、病変があるとされた症例の中に病変が存在しないものが9~23%見積もられているという報告がある。世界保健機構は癌対策への取り組みの一つとして“早期診断ツールの開発”などを掲げており、日本の医療現場でも画像診断の精度を向上させることが急務となっている。</p> <p>コンピュータ支援診断(Computer aided diagnosis:CAD)は、1985年にシカゴ大学の土井により胸部X線写真や乳房X線写真の研究から本格的に開始された。CADとは、医用画像に対してコンピュータで定量的に解析された結果を「第2の意見」として医師に提供するもので、現在では既に胸部・乳房・大腸の三つのCADシステムが承認されている。胸部や乳房のCADが実用化されるなか消化管においては検査の特殊性から開発が遅れている。その理由として、胃や腸の形態には個人差があり他臓器と重なり画像解析が容易ではない。また、胃癌の形態も多様で検査には10枚前後の写真が撮影され、読影者は多くの写真から読影を行わなければならない読影には長年の経験を要すること、などが挙げられる。先行研究については、1996年に目加田により胃の隆起性病変に注目した同様の研究が報告されている。他に胃癌の壁の集中に注目した研究や胃全体の輪郭線を推定する研究などがあるが、いずれも1991年~2005年までに発表されたものでそれ以降著名な学会誌への報告がない。また、目加田が実施した研究以外は最終的な胃疾患の良悪性識別までは言及されておらず、画像を構成するエッジに注目した研究である。多くの課題が残りCADシステムとしては確立されたものがない胃X線写真CADシステムについて、本研究では、特に3つの課題について検討を重ねシステム構築に取り組んだ。1つ目は、胃X線写真内に写る腫瘍の形態的特徴量をコンピュータに認識させるためには腫瘍輪郭のエッジを検出する必要がある。2つ目は、腫瘍の特徴量を抽出する場合、輪郭の形態的特徴量に注目するか、内面性状に注目するか、が考えられるが、腫瘍の良悪性を識別する場合に解析された多くの特徴量の中から、多重共線性を避けるため次元の異なる良悪性識別項目を合理的に選ぶ手法が課題となる。また、撮影する技師や読影を行う医師に対し病変の存在を示唆し、その確率を分かりやすく提示する手法を選択する必要がある。3つ目として、本CADシステムの評価であるが、現在同様のCAD研究を行っている研究者からの評価を得るために、そこで採用されている同様の評価法を使用して評価する必要がある。以上の3項目を研究課題として、胃X線透視撮影システムを構築することを目的として本研究を行い、1つ目の課題については、バイラテラルフィルタとレベルセット法を採用すること、2つ目の課題については、マハラノビス・田口法(MT法)と人工ニューラルネットワーク(ANN)を採用すること、3つ目の課題については、ROC解析を採用することにより問題解決を図り、胃X線写真支援診断システムを構築した。</p> <p>特に、本研究では、一般的な微分フィルタによるエッジ検出と二値化処理は行わず、最初にバイラテラルフィルタを使用して、グレースケール画像の表面ノイズの除去とエッジ維持を同時に行い、動的輪郭追従を行うレベルセット法を使用し、腫瘍全体像の輪郭を抽出した。さらに、輪郭からの良悪性識別に有効な項目の選択では、CADシステムでは初めてMT法を用いた。また、良悪性の表現手法においても、ANNを用いて学習させることにより良悪性の識別精度を上げ、さらに良悪性度を0~100%と確率表示させることにより医師や技師に直感的に分かりやすい方法で示している。</p>	