


学位論文の要旨

専攻名	物質生産工学	ふりがな	ながた りょういち 永田 亮一	
学位論文題目	胸部 X 線画像からの胸郭境界検出法と対側差分への応用 (Ribcage boundary detection from chest radiographs and its application to contralateral subtraction)			
<p>初期の小さな肺がんは無症状であり、自覚症状からは見つけにくい。現状では、病院や検診センターにおいて、肺がん検出の初期診断手法として、胸部単純 X 線写真を使い、経験ある医師によって診断されている。一方、胸部 X 線写真には、小さい淡い肺がんがあっても、その多くは摘出されているが、肺がん部分は、骨など、周りの正常な組織にカモフラージュされて、発見、区別が付きにくい。そのため、目視での判別では熟練を要し、的確な診断を行うことは医師の経験と技量に委ねられている。現状では、胸部 X 線写真に微妙な影が映っていたとしても、見落とされ、進行して発覚するといったケースも多く発生している。それ故、医師による胸部 X 線写真からの肺がん診断を支援するための CAD (Computer-aided diagnosis) 手法への期待が近年高まっている。以後、胸部単純 X 線写真を胸部 X 線像と呼ぶ。</p> <p>胸部 X 線像からの肺結節検出のための CAD 手法として、経時差分法、対側差分法、結節候補自動検出法があるが、これらの CAD 手法においては、胸部 X 線像から胸郭境界を検出することが必要になる。</p> <p>従来の胸郭境界検出法や肺境界検出法は、rule-based な手法 (肺境界に関する一般的な仮定のみを用いて肺境界や胸郭境界を検出する手法) と肺の統計的特徴を用いる手法 (胸部 X 線像の学習例から得られる肺の統計的特徴を用いて肺境界や胸郭境界を検出する手法) に大別されるが、後者の手法は肺の統計的特徴の変化に対してどの程度頑健であるかが明らかでない。また、前者の手法で、コントラストやノイズなどの画質に依らず安定して胸郭境界を検出できる手法は報告されていない。</p> <p>そこで、本論文では、まず、胸部 X 線像から胸郭境界を検出するための rule-based な新たな手法を提案する。提案手法は右胸部から外側部の後部肋骨下縁および前部肋骨上縁の画素と同じ勾配方向をもつ画素をエッジ点として抽出し、これらの連結成分の最左点列から右胸郭境界点列を検出する。また、同様な方法を用いて、右胸部から左胸郭境界点列を検出する。胸部 X 線像においては、連続する肋骨は外側部で交差する。それ故、提案手法は、胸郭境界点列を行方向に連続した長い点列として抽出できる。また、提案手法は初期胸郭境界点列 L に胸郭境界点列候補 L_j をマージすべきか否かを判定するとき、L, L_j を含む連結成分間の距離を用いて L, L_j 間の距離を測る。それ故、ノイズによって正しい胸郭境界点列 L, L_j 間の距離が大きくなった場合でも、L, L_j を含む連結成分間の距離が小さければ両者を正しくマージできる。</p> <p>公開されたデータベースである JSRT データベースの全画像 247 枚を用いて、提案手法によって得られた胸郭境界を評価し、G (good), F (fair), P (poor) の評点を与えた。この結果、G と評価された画像の割合は 97.6%、G または F と評価された画像の割合は 99.2%であった。また大分大学医学部附属病院放射線部で作成された画像 41 枚を用いて提案手法によ</p>				

て得られた胸郭境界を評価した結果、すべての画像に対して G と評価された。

本論文では、また、肺尖部の肺境界を検出するための手法を提案し、この手法と前述した胸郭境界検出法を組合せて、肺境界の肺尖部と胸郭部を検出するための手法を提案する。そして、JSRT データベースの全画像 247 枚と大分大学医学部附属病院放射線部で作成された画像 41 枚を用いて、提案手法によって得られた肺境界の良さを評価した。なお、画像をデジタル化する前のフィルムサイズは、前者の画像で 356×356mm、後者の画像で 356×432mm であった。実験の結果、提案手法によって得られた右肺尖、左肺尖と正しい右肺尖、左肺尖の行方向の位置の差は、提案手法が左胸郭境界検出に失敗した JSRT データベースの 1 枚の画像を除くすべての画像で 10.2mm 以下であった。また、提案手法によって得られた肺尖から肋骨横隔膜角までの肺境界と正しい肺境界の MACD (mean absolute contour distance) の値は前述した 1 枚の画像を除くすべての画像で 5.2mm 以下であった。そして、このことにより、提案手法が肺尖から肋骨横隔膜角までの肺境界を高い精度でかつ高い成功率で検出できることが確かめられた。

本論文では、また、前述した胸郭境界検出法によって得られる胸郭境界を画像の位置合わせに利用する対側差分法を提案する。この対側差分法は、元画像と左右反転像の位置合わせを、大局的位置合わせと局所的位置合わせの 2 段階によって行うが、本論文では、前述した胸郭境界検出法に加えて、大局的位置合わせのための新たな手法を提案する。この手法は後部肋骨下縁の内側部分が強調された画像を用いて左右肺の中心軸の傾きを求め、後部肋骨下縁の外側部分が強調された画像を用いて、左右肺の中心軸の列方向の位置を求める。JSRT データベースの腫瘍画像の中で、結節検出の難易度が、2 (非常に困難)、3 (困難)、4 (比較的容易) である 107 枚の画像を用いた実験の結果、提案手法によって得られた差分画像において結節が明確に描出されていると放射線科医によって判定された画像の割合は 75.7%であった。

学位論文審査結果の要旨

専攻	物質生産工学専攻	氏名	永田 亮一
論文題目	胸部X線画像からの胸郭境界検出法と対側差分への応用		
主査	川口 剛		
審査委員	藤田 米春		
審査委員	伊藤 哲郎		
審査委員	末田 直道		
審査委員	西野 浩明		
審査結果の要旨 (1000 字以内)			
<p>初期の小さな肺がんは無症状であり、自覚症状からは見つけにくい。現状では病院や検診センターにおいて、肺がん検出の初期診断手法として胸部単純X線写真を使い、経験ある医師によって診断されている。本研究は、医師による胸部単純X線写真からの肺がん診断を支援するためのCAD（コンピュータ支援診断）手法に関する研究である。</p> <p>本論文ではまず、胸部X線写真からの肺結節検出のためのCAD手法において重要である胸郭境界を検出するための新たなrule-basedな手法を提案した。そして提案手法によって得られた胸郭境界を、JSRT データベースの全画像 247 枚(画像サイズ 356×356mm)と大分大学医学部附属病院放射線部で作成された画像 41 枚(画像サイズ 356×432mm)を用いて評価した結果、97.9%の画像で good と評価された。さらに本論文ではこの手法を改良して、肺尖から肋骨横隔膜角までの肺境界を検出するための新たな手法を提案した。そして前述した画像を用いた実験の結果、JSRT データベースの 1 枚の画像を除く全ての画像に対して、提案手法によって検出された右、左肺尖の行方向の位置の正しい位置との差は 10.2mm 以下であり、提案手法によって検出された肺尖から肋骨横隔膜角までの肺境界と正しい肺境界の平均距離は 5.2mm 以下であった。従来の胸郭境界検出法、肺境界検出法は、rule-based な手法と肺の統計的特徴を用いる手法に分類されるが、後者は肺の統計的特徴の変化に対してどの程度頑健であるかが明らかでない。また rule-based な手法で、肺尖から肋骨横隔膜角までの肺境界を本論文の手法のように高い精度でかつ高い成功率で検出できる手法は、これまでに報告されていない。</p> <p>本論文ではまた、前述した胸郭境界検出法を画像の位置合わせに利用する新たな対側差分法を提案した。この対側差分法は元画像と左右反転像の位置合わせを、大局的位置合わせと局所的位置合わせの 2 段階によって行うが、本論文では前述した胸郭境界検出法に加えて、大局的位置合わせのための新たな手法を提案した。JSRT データベースの腫瘍画像の中で、結節検出の難易度が 2(非常に困難), 3(困難), 4(比較的容易)である 107 枚の画像を用いた実験の結果、提案手法によって得られた差分画像において結節が明確に描出されていると放射線科医によって判定された画像の割合は 75.7%であった。</p> <p>このように、本論文は画像診断システムの分野に寄与するところが大きい。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。よって本論文は博士(工学)の学位に値すると認められる。</p>			