

知っておきたいキーワード

CAD (コンピュータ支援画像診断) 技術

(正会員) 武尾 英哉[†]

[†] 神奈川工科大学 工学部 電気電子情報工学科

"CAD (Computer Aided Diagnosis)" by Hideya Takeo (Department of Electronic and Electrical Engineering, Kanagawa Institute of Technology, Atsugi)

キーワード：コンピュータ支援画像診断，医用画像処理，がん，早期発見

医師の目とCADの二人三脚で がん検診の見落としを防止

がんの検診方法*1でもっともポピュラーなのが、X線撮影などによる画像診断である。特に、胃がん、乳がん、肺がんに対しては効果的な検診方法とされ、一般的にこの方法が用いられる。ただし、問題点もある。こうした検診では、X線写真などの画像を医師が肉眼で見て、異常の有無を判断するが(これを読影という)、人間が行う以上、残念ながら見落としはゼロにはできない。

通常、読影は専門医が行うが、2時間で500枚といった大量の画像を処理することも多く、専門家といえども大きな負担で、どうしても見落としが発生してしまう。また、早期がんの非常に淡い陰影を複雑な画像から発見するのは、人間の目ではきわめて困難なことである。その結果、例えば肺がんの検診ではおよそ2割の見落としがあるという報告もある。こうした見落としを減らすため、近年、デジタル画像技術を用いた診断支援システムの研究開発が進められている。この技術は、基本的には、医用画像を解析して特定の部分を抽出するものであり、デジタル

カメラの顔認識機能*2などにも応用されている認識技術を利用している。つまり、X線写真などのデジタル画像データをコンピュータで解析し、がんなどの病気の可能性がある部位を抽出し、わかりやすく表示するシステムである。医師がこの結果を参考にしながら読影をすることで、見落としを防止することが期待できる。このような技術をCAD (Computer Aided Diagnosis) と呼んでおり、Second Opinion (第二の意見) とも言われている (CADはあくま

でもサポート役であり、最終的には医師の判断が必要である)。

医師の読影だけでは、ある一定割合の見落としがある。CADにもアルゴリズムの特性などに起因する見落としが生じる。しかし、それぞれが見落としやすい「苦手分野」が異なるため、両者を組合せることによって、見落としを大幅に減らすことができる(図1)。米国では、読影にCADを用いることで、乳がんの見落としが1/10に削減できたという研究結果もある。

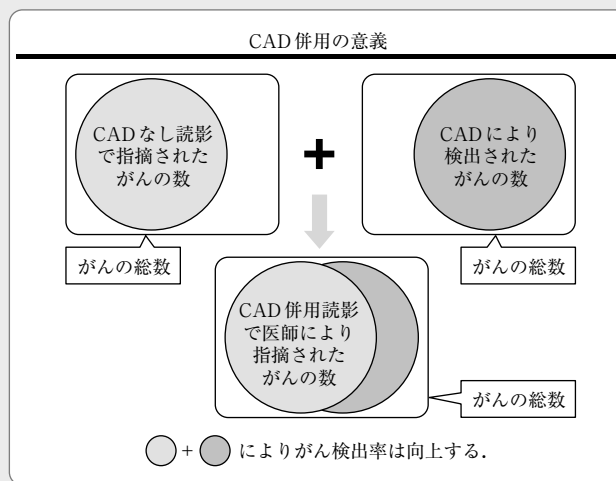


図1 医師の読影とCADによりがんの見落としを大幅に削減

高度な検出アルゴリズム

この研究は、まず、専門医が医療現場でどのように診断を行うのかを理解することから始まる。例えば、“がん”の画像にはどのような特徴があるのか、良性・悪性の違いなどを把握し、この診断ノウハウを物理特徴量として数式化する。これらをたくさんの専門医から聞き出し、また、研究者自らたかさ

んの医用画像を観察することで特徴をつかみ、診断プロセスをアルゴリズム化していく。図2は、検出アルゴリズムの基本的なフローの一例を示す¹⁾。マンモグラフィ(乳房X線撮影)の乳がんを対象としたアルゴリズムは、乳がんの体表的な二つの所見に対応して、腫瘍影(図2の左)の検出処理と微小石灰化(図2の右)の検出処理で構成される。腫瘍影検出処理には、適応リング

フィルタと呼ばれる腫瘍影形状に合ったマッチドフィルタと、マシニングにより学習した判別器、微小石灰化検出処理には、多重構造要素を用いたモルフォロジーフィルタを利用している。検出性能は約90%と専門医並のレベルを実現している(ただし、拾いすぎは医師よりも10倍くらい多い)。また、図3は実用化のために開発されたCADシステムの一例を示す²⁾。

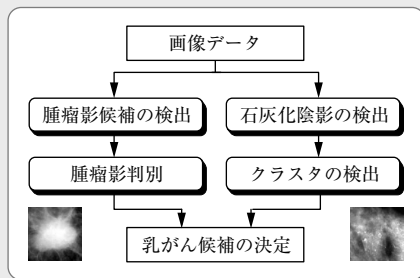


図2 乳がんを対象としたCADアルゴリズムの基本フロー

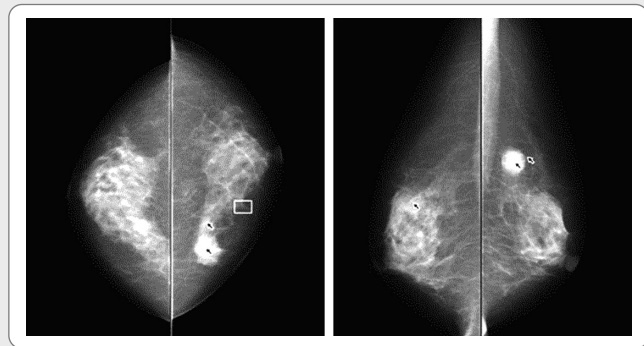


図3 CADシステム(矢印が腫瘍影候補, 白枠が石灰化候補)

乳がんの検出率は90%以上、ほかの疾病にも大きな期待

CADの研究は、まずは医師が医療現場で培ってきた診断ノウハウを理解することから始まる。例えば、がんの病巣にはどのような特徴があるのか、どのような状態なら良性でどのような状態なら悪性なのか、画像のどこに気をつけて見ればいいのか。これらを医師から聞き出し、次にそれを数式化する。ヒトの言葉をコンピュータにも理解できるように数式化して取り込む。一例として、ある陰影が細長い楕円状のものよりも円に近いほど、がんの可能性が高いとする。これは、長軸と短軸の差が小さいほどがんの可能性が高いという数式に置き換えられる。同じように、陰影の濃度や明るさなど、さまざま

なファクタを数式化して、プログラムに取り込んでいく。このプログラムの画像データに処理を施す。乳がんには二つの特徴がある。一つは腫瘍と呼ばれる白くて丸いしこりみみたいなもの。もう一つは石灰化と呼ばれる白いつぶつぶのようなもの。これらの特徴的な画像、すなわち「白くて丸い部分」や「つぶつぶ状に見える部分」だけに反応するデジタルフィルタを用いて画像処理を行う。こうして、膨大な枚数の写真の中から、あるいは肉眼では発見しにくい画像の中から、がんの可能性のある部分だけを抽出していく。

これまでわれわれは、国立がんセンターなどと共同で、CADの研究を行ってきた。その成果と今後の展望について簡単に述べる。CADは、技術的には十分に実用段階に達している。特

に乳がんを対象にしたCADは完成度が高く、検出性能は90%以上。医療の現場では、すでになくはならない存在になっている。ただし、病気はいくらでもあり、未着手の分野が多い。死亡率が高い肺がんの検診は、現在でもX線撮影が中心であるが、初期段階では発見が難しいのが現状。数mm単位で輪切りにした写真が撮れるCT*3のほうが適している。ところが肺は巨大な臓器のために、CTで診るとなると、一人の患者さんについて数百枚の画像を読影しなければならない。これこそ、まさにCADが活躍すべき現場と言える。

がん以外にも、脳卒中など、CADでの診断が可能な疾病は少なくない。ひとりでも多くの人の命が、早期発見によって助けられればと思う。

トピック1：CADはあくまでも医師のサポート役

疲労によるうっかりミスなどのヒューマンエラーとは無縁、しかも人間の目には見えないような小さな陰影まで検出できる。まさにがん検診における「万能装置」のように見えるCADだが、CADはあくまでも医師のサポート役。そこにはいくつかの理由がある。

コンピュータと人間では、ものの見方、考え方、判断基準がまったく違う。

コンピュータは絶対に見た目では判断しない。数値で判断する。だからといって、コンピュータがすぐれているわけではない。

人間は、見た目の淡いものははっきりしているものに比べて見落としやすい。それに対してコンピュータは、コントラストが100であっても30であっても「10以上」という命令があれば、もれなく検出する。それとは逆に、医師は、何十年もやっていると「カン」で発見したがんが必ずあるという。そ

うしたケースは、いくらインタビューしても言葉で表現されることはない。言葉で表せなければ数式化はできないし、もちろんそれはCADにも導入できない。

人間とコンピュータでどちらがすぐれているというのではなく、それぞれに長所がある。CADが目指しているのは、画像診断の精度を上げることであって、自動化ではない。

トピック2：画像の「引き算」で、より精度の高い診断を

図4は、胸部X線画像をデジタル処理した「サブトラクション」である。過去に撮影した画像と新しい画像を重ね合わせて引き算をする。例えば、がんなどの病気にかかっていると、その部分が差分として黒くなって現れる。複数の写真を見比べるよりも、明らかに見落としを防止できる。経時的な変化を抽出して画像表示することで、医

師への注意を喚起することができ、見落としが少なくなると考えられる。技

術的には、2枚の画像を非線形に位置合わせるところがポイントとなる。

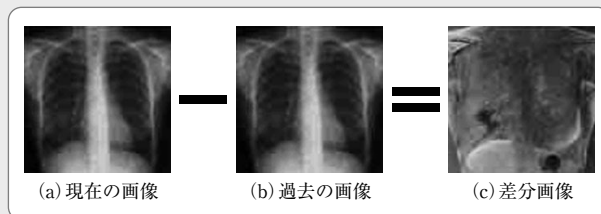


図4 経時サブトラクション
(差分画像の黒い部分が変化のあったところ)

用語解説

*1【がんの検診方法】

早期発見・早期治療が重要といわれるがんだが、科学的な評価により「効果がある」とされている検診方法には、以下のようなものがある。胃がんのX線検査は、バリウム(造影剤)と発泡剤(胃を膨らませる薬)を飲み、胃の中の粘膜を観察するもので、精度は70~80%。肺がんの検診では、胸部X線検査と喀痰細胞(痰に混じったガン細胞)の検査が併用される。精度は70%前後。そしてマンモグラフィは乳がん専用のX線撮影。乳房を圧迫し

ながら撮影するため、医師の触診では発見できないしこりや、小さな石灰化の発見に適している。精度は80~90%(いずれも国立がんセンターのホームページより抜粋)。

*2【顔認識機能】

カメラが画面の中にある人間の顔を自動的に認識し、そこにピントを合わせたり、露出を補正したりする機能。これにより、人物がぼけてしまったり背景に溶け込んでしまわずに、きれいな写真が撮れる。顔を認識するメカニズムはメーカーによって異なる。顔の輪郭や肌の色、目や鼻、口や耳などの各パーツの形状や間隔などの情報を利用

しているといわれている。

*3【CT】

コンピュータ断層撮影のこと。人体に多方向からエックス線を照射して得られたデータをコンピュータ処理で再構成することで、人体を輪切りにした断面の画像を得ることができる。通常のX線撮影では映らない脳や肝臓などの臓器も鮮明に描き出せるのが特徴。さらに最近では、X線をらせん状に照射して3次元の立体画像を表示することも可能。検査の範囲や精度が大幅に向上した。

参考文献

- 1) 武尾英哉：“CR画像を対象とした乳がん候補陰影検出システム”，医用画像情報(MII)学誌，21，1，pp.72-78(2004)
- 2) 武尾英哉，志村一男，早乙女滋：“実用化へ向け評価が進む乳房CADプロトタイプシステム”，Fuji Medical Review，10，pp.23-31(2001)



武尾 英哉 2005年、東京農工大学大学院生物システム応用科学専攻博士後期課程修了。現在、神奈川工科大学工学部電気電子情報工学科教授。医用画像、一般フォト、シネマ動画などの画像工学の研究に従事。本学会編集企画委員。正会員。博士(工学)