

平成 13 年 7 月 19 日

# 平成 13 年度厚生労働省がん研究助成金（長谷川班）

## 第 1 回班会議資料

研究課題:「多元デジタル映像の認識と可視化に基づくがんの自動診断システムの開発に関する研究」

分担課題:「デジタル映像の多元処理による胃がん・肺がんの自動診断システムの研究」

班員:長谷川純一(中京大学情報科学部メディア科学科)  
目加田慶人(名古屋大学大学院工学研究科)

### [ 研究経過 ]

#### (1)腹部 X 線 CT 像からの 3 次元ひだ抽出

腹部 X 線 CT 像からの胃壁ひだ抽出の追加実験を行った。モルフォロジ演算の構造要素の大きさ、撮影時に服用する発泡剤の量、および、被験者の姿勢、などを変化させて抽出結果の違いを見た。

構造要素の大きさについては、半径が9mm程度でほとんどのひだ領域を抽出することができた。盛り上がりあまり明瞭でないひだについては、より大きな半径の構造要素で抽出が可能になる場合があるが、その場合、拾いすぎが増え、別のひだが一つにつながって抽出されてしまうことがある。

発泡剤の量に関しては、個人差はあるものの、我々の目的にはおおよそ4g～5gが適量と考えられる。

また、被験者の姿勢を変えて撮影した場合、胃の上側よりも下側になった部分のひだ領域がよく抽出できることが分かった。ただし、下側になった部分は胃液が溜まることが多く、その影響は無視できないため、さらなる検討が必要である。

#### (2)腹部 X 線 CT 像による二重造影像シミュレーション

CT像を利用した簡易二重造影、あるいは、二重造影の教育支援の可能性を調べるため、腹部 X 線 CT 像から仮想的な X 線二重造影像を自動生成する手法の開発を試みた。

一つの方法として、バリウムの流れの物理シミュレーションからその胃壁面への 3 次元的な付着状態を推定し、それを投影することで二重造影像を生成することが考えられる。しかし、この方法では流れの物理モデルの構築が難しく、またできたとしても膨大な計算量を必要とする。

そこでここでは、上記(1)で認識されたひだ情報を積極的に利用し、簡単な計算で二重造影像を生成する手法を開発した。本手法では、まず、胃壁面をいくつかの領域に分類し、それぞれにバリウムが付着する程度を定義する。次に、その付着度に応じて各壁面画素にバリウムの厚み情報を持たせ、それを投影して二重造影像を得る。具体的な処理手順を以下に示す。

## (処理手順)

- (i) 前処理：腹部 X 線 CT 像を入力として胃壁ひだ領域および胃空気領域を得る。
- (ii) 胃壁面の分類：胃壁面を、別に抽出されたひだ領域の情報を用いて、次の3種類；(a)ひだ領域、(b)ひだ領域のわき、および、(c)その他に分類する。
- (iii) バリウム厚み推定：上記(a)の領域はバリウムをはじき、(b)はバリウムが溜まりやすく、(c)では薄く付着すると考えられる。そこで、それぞれの領域にバリウムが付着する程度を係数  $k_1, k_2, k_3 (k_2 > k_3 > k_1 = 0)$  で与える。次に、これらの係数を用いて付着するバリウムの厚みを計算する。計算には、重力および各壁面画素の接平面の法線の向きを利用し、両者のなす角が大きいほど付着する量が厚くなるようにする。最後に、バリウム付着面画素に対して濃淡 closing 演算(局所 Max 局所 Min 演算)を施し、得られた結果をその画素に付着するバリウムの量とする。
- (iv) 厚み情報の濃度値への変換：ある画素で得られたバリウムの量をその画素での適当な CT 値に置き換える。置き換えの計算式は実験的に定める。
- (v) 投影：得られた CT 像をある方向に平行投影し、得られた結果を仮想的な二重造影像とする。

以上の手法を実際のマルチスライス CT 像に適用した結果、実際の二重造影像に類似した映像が得られた。本手法で得られた画像は、実際の二重造影像にしばしば見られる不要なバリウム溜まりは原理的に生じない。また、本手法では、任意方向の投影や、前壁のみあるいは、後壁のみの投影も可能である。結果の一例を図 1 に示す。

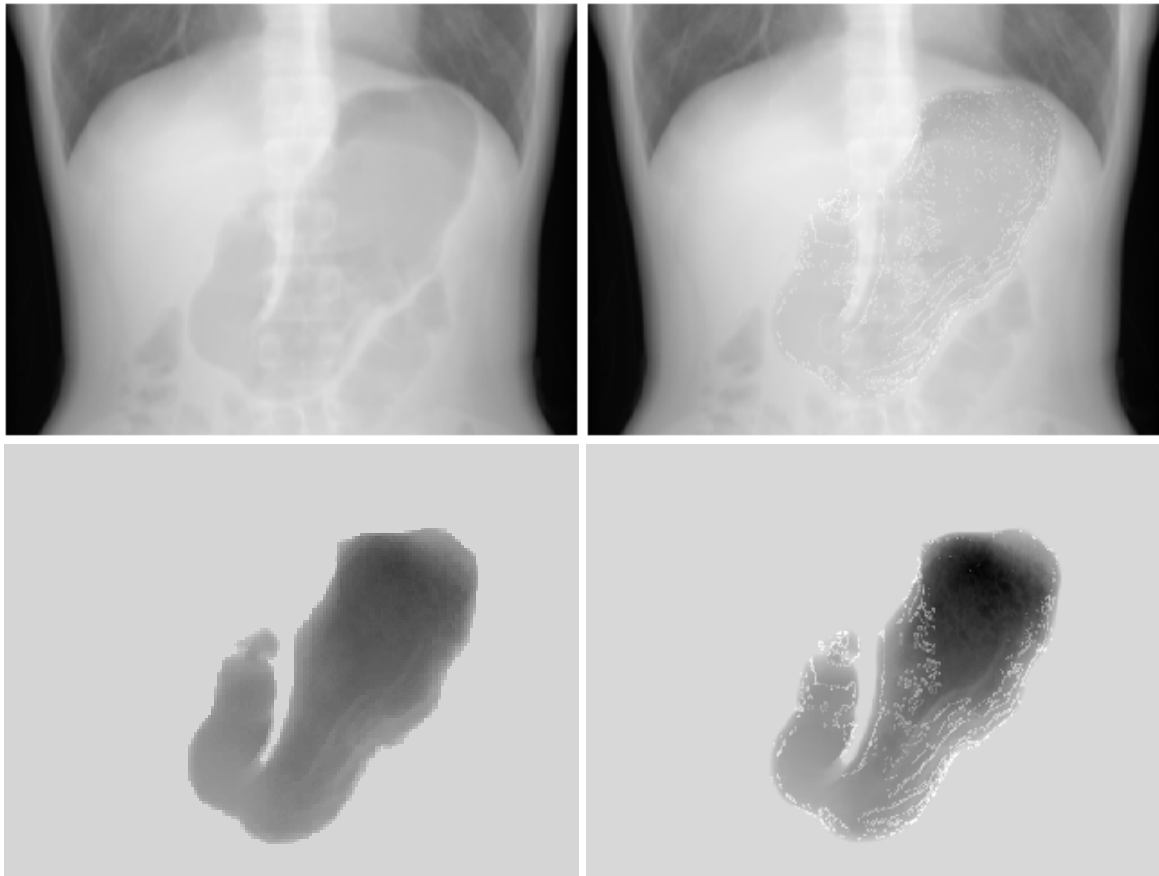
## (3) 胃内視鏡写真の測色

仮想化胃内視鏡像における胃壁面の色は、現状では標準色のそれとは異なるものである。仮想化胃内視鏡像を実内視鏡像における標準色に合わせるためには、標準色の色成分の分布特徴、仮想化内視鏡システムにおいてそれを実現する色・不透明度パラメータを知ることが必要である。そこで、印刷された実胃内視鏡像(国立がんセンター 東病院、縄野先生提供)の測色を行った。Photo Research 社製、SpectraScan PR705 を使用して、視角 0.5 度、昼光色光源下で画像中の xy 色度を計測した。輝度は、スピキュレーションの有無で  $3 \sim 50 \text{cd/m}^2$  と大きくばらつくが、xy 各色度の(平均、標準偏差)はそれぞれ、 $x(0.49, 0.049)$ 、 $y(0.34, 0.012)$  と比較的ばらつきが少ないことがわかった。

実際には、画像データと出力系(モニター、プリンタ)間の変換過程が未知なのでこのままでは“胃の標準色”の再現は難しいが、撮影された画像データの RGB 各色成分の分布と今回計測した測色値の関係から、およそその色再現は可能と考える。

## (4) 画像処理支援環境の整備

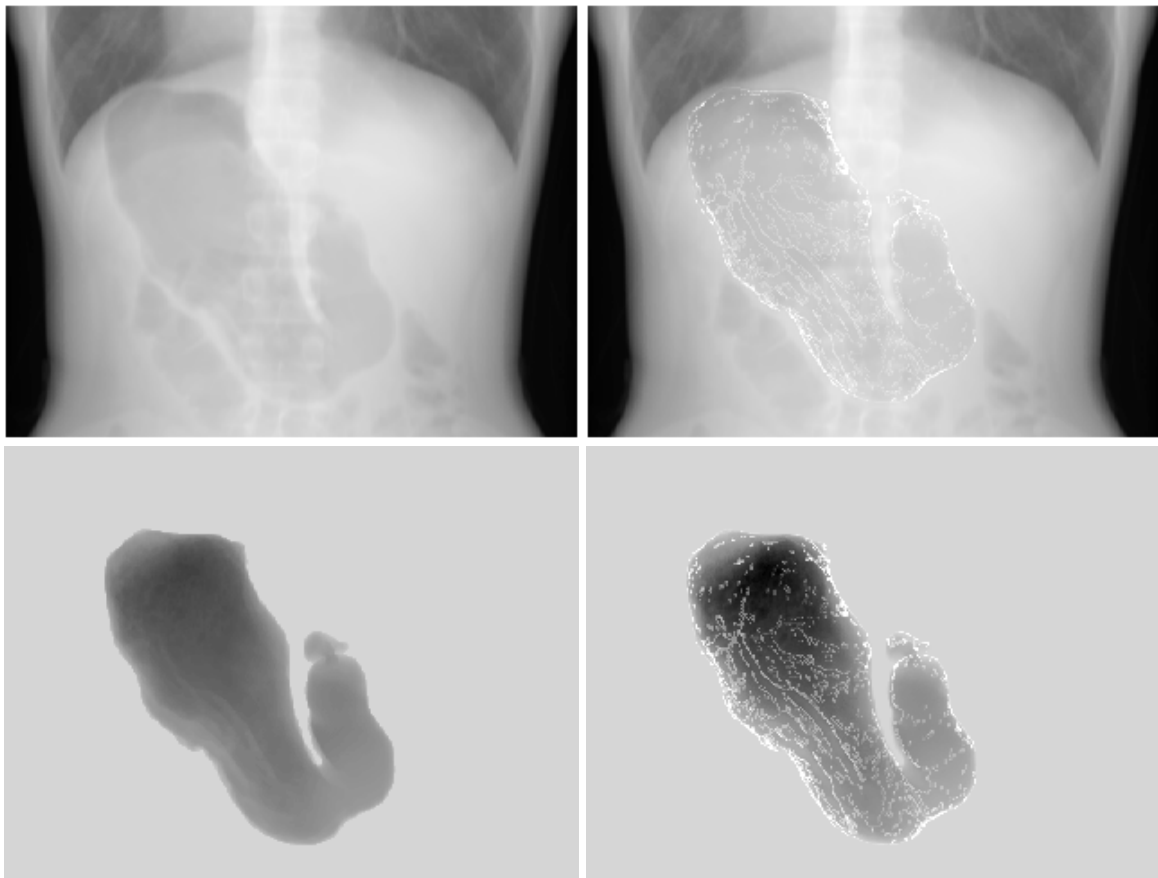
画像処理エキスパートシステムの一つとして、目的画像提示型の動画像処理手順自動構成システム(Motion-IMPRESS)の開発を進め、基本動作の確認を行った。



投影像(上:全体,下;胃部)

仮想二重造影像(上:全体,下;胃部)

(a) 仰向けを想定した仮想二重造影像(後壁像)



投影像(上:全体,下;胃部)

仮想二重造影像(上:全体,下;胃部)

(b) うつ伏せを想定した仮想二重造影(前壁像)

図1 二重造影像シミュレーション結果の例

## [ 研究計画 ]

### (1)腹部 X 線 CT 像からの 3 次元ひだ抽出

胃角部分の拾いすぎの改善，精密なひだ抽出方法の検討などを行う．

### (2)腹部 X 線 CT 像による二重造影像シミュレーション

開発手順の処理パラメータを種々変更して実験を行うとともに，実際の二重造影像との比較および，教育用へ向けての GUI の作成を行う．

### (3)胃内視鏡写真の測色

実内視鏡画像のデジタルデータと出力時の測色値との関係の解明と，胃の標準色を実現する仮想化内視鏡表示のパラメータの決定を行う．

### (4)画像処理支援環境の整備

動画像を対象にした画像処理エキスパートシステム(Motion-IMPRESS)の改善を行う．また，このシステムを動作映像とCT像とのレジストレーションを行う際の人体の動き抽出に応用する．

## [ 研究発表 ]

### 論文

1) 目加田慶人，江縁和史，長谷川純一，春日正男，縄野 繁：“仮想化胃袋による2重造影像撮影模擬”，映像情報メディア学会誌，55，5，pp.742-745 (May 2001)

2) 濱田敏弘，清水昭伸，長谷川純一，鳥脇純一郎：“画像処理エキスパートシステムIMPRESSにおける少数の設計標本からの手順構成に関する検討”，電子情報通信学会論文誌(D-II)(印刷中)

### 国際会議

1) S. Watanabe, J. Hasegawa, K. Mori, Y. Mekada and S. Nawano: "A Method for Automated Extraction of Stomach Fold Regions from Abdominal X-ray CT Image and Its Application to Virtualized Stomachoscopy", CARS 2001 Computer Assisted Radiology and Surgery, Excerpta Medica ICS 1230, ELSEVIER, pp.3-8 (June 2001)

2) Y. Mekada, M. Kasuga, J. Hasegawa and S. Nawano: "Visualization of Three-dimensional Stomach Shapes for Virtual Observation", CARS 2001 Computer Assisted Radiology and Surgery, Excerpta Medica ICS 1230, ELSEVIER, pp.421-424 (June 2001)

3) Y. Hirano, J. Hasegawa, J. Toriwaki, H. Ohmatsu and K. Eguchi: "Extraction of Tumor Region Keeping Boundary Shape Information from Chest X-ray CT Images and Benign/malignant Discrimination", CARS 2001 Computer Assisted Radiology and Surgery, Excerpta Medica ICS 1230, ELSEVIER, pp.617-622 (June 2001)

### 研究会・シンポジウム

1) 牛島健博，長谷川純一：“動画画像処理エキスパートシステムMotion-IMPRESSにおける特徴点追跡手順自動構成法の開発”，電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会資

料, PRMU2000-132 (Dec. 2000)

2) 江縁和史, 目加田慶人, 春日正男, 長谷川純一, 縄野 繁: “実画像情報を用いた胃袋3次元形状表示について”, 電子情報通信学会医用画像研究会資料, MI2000-60 (Jan. 2001)

3) 渡辺恵人, 長谷川純一, 目加田慶人, 森 健策, 縄野 繁: “3次元腹部CT像からの胃壁ひだ自動抽出の追加実験”, 電子情報通信学会医用画像研究会資料, MI2000-61 (Jan. 2001)

4) 平野 靖, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 大松広伸, 江口研二: “胸部X線CT像を用いた辺縁形状を保存する腫瘍影抽出法とその良悪性鑑別への応用”, 電子情報通信学会医用画像研究会資料, MI2000-98 (Jan. 2001)

5) 熊川直孝, 長谷川純一, 鳥脇純一郎: “ゴール分割型画像処理エキスパートシステムGD-IMPRESS (Goal Divided IMPRESS) の開発”, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会資料, PRMU2000-244 (Mar. 2001)

6) 平野 靖, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 大松広伸, 江口研二: “3次元ポロノイ図を用いた胸部CT像からの肺葉収縮の定量化”, 電子情報通信学会医用画像研究会資料, MI2001-20 (May 2001)

7) 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎: “画像認識手順自動生成のための逐次型および並列型手順探索法の比較評価”, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会資料, PRMU2001-33 (June 2001)

#### 学会大会発表

1) 藤田晴美, 渡辺恵人, 長谷川純一: “X線TV像からの胃輪郭線自動追跡”, 2000年度電気学会東海支部若手セミナー「新世代計測システム」第二回若手研究者研究発表会講演資料集, pp.96-97 (Mar. 2001)

2) 牛島健博, 長谷川純一: “動画像における特徴点追跡手順の自動構成”, 2001年電子情報通信学会総合大会講演論文集(分冊: 情報・システム[2]), D-12-91 (Mar. 2001)

3) 渡辺恵人, 長谷川純一, 目加田慶人, 森 健策, 縄野 繁: “濃淡 tophat フィルタを用いた腹部X線CT像からの胃壁ひだ自動抽出”, 2001年電子情報通信学会総合大会講演論文集(分冊: 情報・システム[2]), D-16-3 (Mar. 2001)

4) 目加田慶人, 森 健策, 長谷川純一: “2次元・3次元腹部X線像を用いた胃の仮想空間観察”, 第40回日本ME学会大会論文集, No.2pG10-2, p.202 (May 2001)

5) 平野 靖, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 大松広伸, 江口研二: “胸部CT像に対するしきい値処理による腫瘍領域抽出とその良悪性鑑別への応用”, 第40回日本ME学会大会論文集, No.3pC1-5, p.488 (May 2001)

6) 渡辺恵人, 長谷川純一, 目加田慶人, 森 健策, 縄野 繁: “腹部X線CT像からの胃壁ひだの認識と可視化”, 第40回日本ME学会大会論文集, No.P2-59, p.681 (May 2001)

7) 渡辺恵人, 長谷川純一, 目加田慶人, 森 健策, 縄野 繁: “腹部X線CT像を用いた胃X線二重造影シミュレーション”, MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY(第20回日本医用画像工学会大会特集号)(July 2001)