

画像処理コンテスト（@第17回CADM大会）速報

清水昭伸*

本年は、これまでの肝がんに加えて肝血管（門脈）の抽出アルゴリズムの性能も競いました。また、新しく膵臓抽出アルゴリズムのコンテストも実施しました。入力画像はこれまでと同じく16列のMDCTによって撮影された4時相のCT画像であり、それぞれ3症例を用いて性能の評価を行いました。以下では、コンテストの準備から当日の結果発表までの流れについて述べた後、結果の概要と縄野委員長による講評を示します。

■コンテストの準備から表彰式までの流れ

10月中旬：筑波大学の滝沢先生により評価用画像（6症例4時相）をコンテスト用フォーマットに変換。その後、コンテスト当日の朝まで広島大学にて保管（広島大学医学部第二外科の田代裕尊先生のご協力による）。

11月2日（金）

- ・ **9時**：保管されていた評価用画像をコンテスト会場（図1）にて各施設に配布。
- ・ **10時～17時**：各施設のプログラムを評価用画像に適用。ここで、入力画像の他には、画像サイズ、空間解像度、造影条件、Image Position、MDCTの検出器の列数のみを入力可能とし、プログラムの変更は一切認めなかった。

11月3日（土）

- ・ **10時半**：各施設の抽出結果（原画像上に抽出領域を半透明で重畳表示）を並べたものを用いて評価開始（図2）。その際、結果画像の番号と施設名の対応関係は伏せた上で評価を行い、番号ごとに評価結果を点数化したものを最終結果とした。
- ・ **20時**：懇親会において各部門における最優秀アルゴリズムの発表と開発者に対する表彰（CADM大会 大会賞）、及び副賞の贈呈が行われた。肝臓CAD部門で表彰を受けたのは東京農工大学の田中君（施設No.2）、膵臓CAD部門も同大学の木本君（施設No.2）であった（副賞は放医研名誉研究員の館野之男先生よりご寄付頂きました）（図3）。

11月4日（日）

- ・ **12時**：縄野委員長による講評



図1 コンテスト会場の様子



図2 評価の様子



図3 表彰式と講評の様子

(左から、田中慎也君，森雅樹大会長，木本達也君，縄野繁委員長)

■結果の概要

次々頁に処理画像の例を示しましたが，縄野委員長の講評にあるとおり，各施設共に結果はあまり芳しくありません．一応表彰は受けましたが，農工大のアルゴリズムの性能も十分ではありません．そこで，失敗の原因について解析しました．以下ではスペースも限られていますので，要点についてのみ示します．

・肝臓 CAD 部門

がん抽出アルゴリズム

コンテスト症例のがんの特徴がこれまでの学習データとは異なっていました．簡単に言えば，早期相における染まりと晚期相の抜けの両方が弱く，このために各施設苦戦をしたと考えられます．学習データとの違いは以下の通りに統計的にも確認しています．

(H_0 : 今回のコンテストデータと学習データのがんの平均値の分布の間には差がない．)

検定方法 : Mann-Whitney 検定．結果 : 両時相とも H_0 を棄却， $p < 0.01$ (晚期相)， $p < 0.001$ (早期相))

対策としては，まずは今回のデータを学習データに追加すれば良いと考えられます．しかし，正常と特徴の近いがんを抽出しようとすれば拾いすぎも増加しますので，そのための対策が別途必要となります．なお，未知症例に対する性能（汎化性）を高くするためには，多様な特徴を持つがんのデータをさらに大量に集めることが必須であることは言うまでもありません．

血管抽出アルゴリズム

血管抽出処理に関しては，自分の恥をさらすようですが，本年度は昨年度からのプログラムの引き継ぎに失敗し，コンテスト直前の 9 月より卒研究生が一人で一から処理を開発しなければならず，結果的に不完全な状態で参加しました．現在もまだ開発の途中段階であり，バグ取りも不十分な状態ですので（補足：症例 1 の血管が抽出されていない理由は単純なバグによる），まずは計画通りに開発を進め，完成した時点で問題点を調べて改良する予定です．

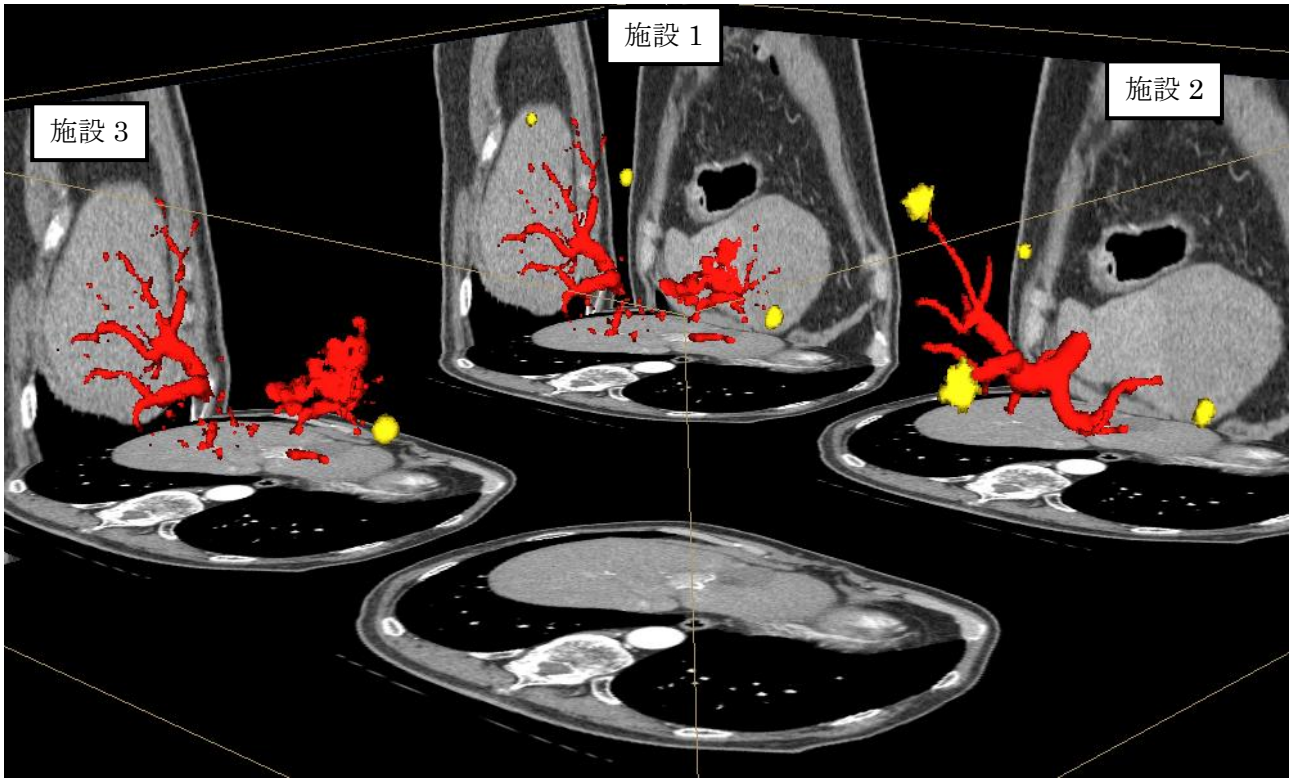
・ 膵臓 CAD 部門

症例 3 の膵臓の抽出に大きく失敗しましたが、その原因は脾臓（注：膵臓ではない）の位置が学習データのそれらと比べて背中側にシフトしていたためでした。農工大の手法は肝臓と脾臓をあらかじめ抽出し、それらの情報を用いて空間の標準化（＝基準症例の膵臓への位置あわせ）を行いますが（補足：この方法が手持ちの 40 症例弱の学習データでは平均的に優れていたため採用した。処理の詳細は一月の信学会の医用画像研究会の資料や CADM 論文として発表予定）、脾臓の位置が従来と大きく異なり、結果的に膵臓の標準化に失敗し、その後の確率アトラスを利用した抽出処理で見落としが発生しました。対策としては標準化処理の改良、位置情報に頼りすぎない処理の開発、例えば形状の利用などが考えられます。

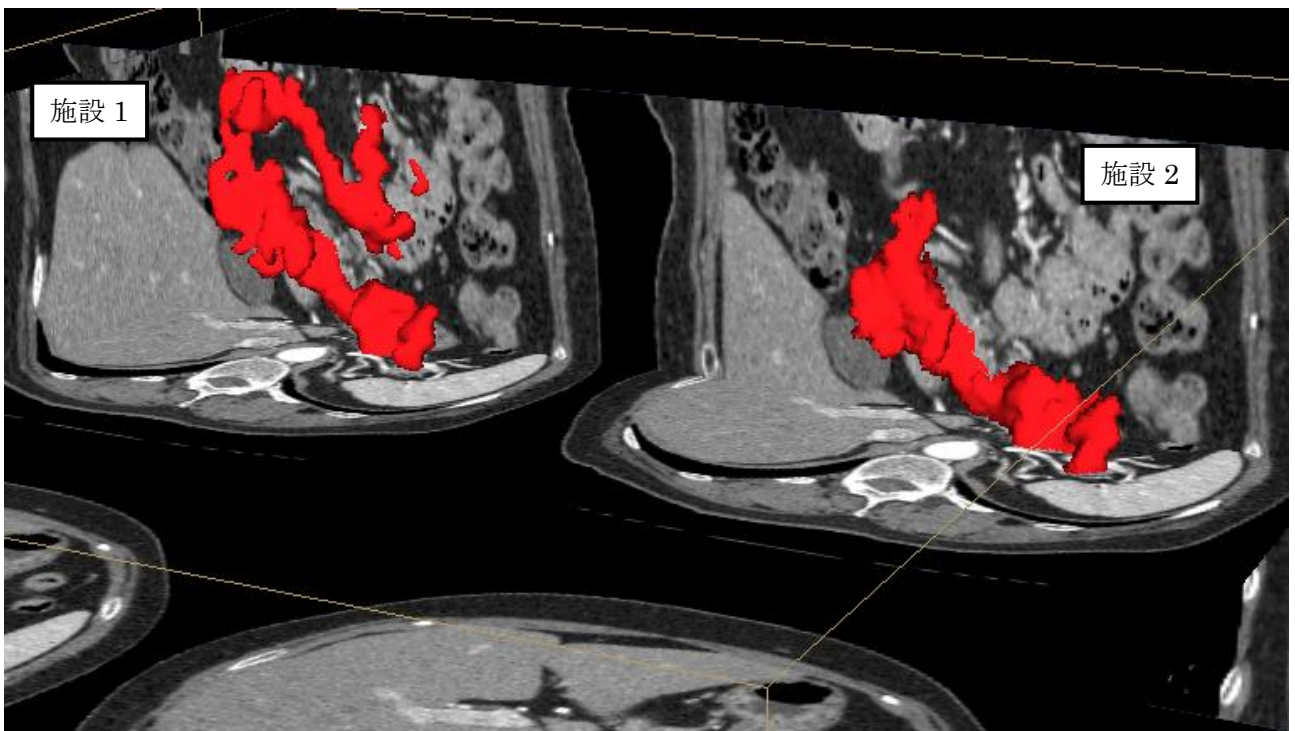
以上示したように、現時点ではかなり問題が多く存在しますが、ポジティブに考えれば（?）、これから参加する施設にとっては、今こそ優勝するチャンスが最も大きくなっているといえます。特に膵臓コンテストはまだ今年始まったばかりです（エントリーも今年は 2 施設のみ）。

昨年のニューズレターのコンテスト速報でも述べましたが、コンテストの成否は参加施設数の多さにかかっています。本コンテストには匿名で参加できますので参加者には何もリスクはありません。しかも、参加施設には最新の 3 次元 CT 像を格安の値段で手に入れる特権が与えられます。さらに来年以降は、肝臓、肝血管、膵臓のデジタルアトラス（確率アトラスや 3 次元形状モデル（固有形状を用いた臓器形状の統計モデル））をコンテスト参加者へ配布することについても検討しています。ちょっとした勇気と手間を惜まなければ、最先端の技術を簡単に手に入れることも可能となるわけです。多くの施設からの参加をお待ちしております。

なお、来年は日本医用画像工学会大会との合同大会（8 月 5,6 日@法政大学）においてコンテストを実施する予定です。具体的に実施する部門についての詳細はまだ決めていませんが、本年度と同様になると思われます。また、このコンテストに関連して画像処理の勉強会を名古屋や東京で実施しています。参加希望者は著者（simiz@cc.tuat.ac.jp）までご連絡ください。



肝臓コンテスト用原画像（症例 3. 早期相），及び抽出された肝がんと肝血管（門脈）



膵臓コンテスト用原画像（症例 2. 早期相），及び抽出された膵臓

図 4 各施設による処理結果の例

2007CADM コンテスト講評

国際医療福祉大学 縄野 繁

1. 肝細胞癌+肝内血管抽出

各症例とも肝細胞癌検出 10 点、肝内血管（門脈）抽出 10 点とし、縄野、篠崎（九州がんセンター）の各で点数をつけた。

施設① 合計 56 点

| | 縄野 | | 篠崎 | |
|------|------|--------|------|--------|
| | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 |
| 症例 1 | 0 | 5 | 1 | 7 |
| 症例 2 | 4 | 4 | 6 | 3 |
| 症例 3 | 6 | 4 | 9 | 7 |
| 合計 | 23 | | 33 | |

施設② 合計 65 点

| | 縄野 | | 篠崎 | |
|------|------|--------|------|--------|
| | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 |
| 症例 1 | 7 | 1 | 7 | 1 |
| 症例 2 | 3 | 5 | 6 | 5 |
| 症例 3 | 6 | 6 | 8 | 10 |
| 合計 | 28 | | 37 | |

施設③ 合計 55 点

| | 縄野 | | 篠崎 | |
|------|------|--------|------|--------|
| | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 | 肝細胞癌 | 肝内血管抽出 |
| 症例 1 | — 1 | 5 | 1 | 6 |
| 症例 2 | 6 | 4 | 7 | 6 |
| 症例 3 | 4 | 4 | 6 | 7 |
| 合計 | 22 | | 33 | |

全体に肝細胞癌の抽出が良くありません。典型的な腫瘍も落ちており、去年からあまりソフトは改良されていないようです。

肝臓内の血管（門脈）の描出も全体に不良で、特に左葉外側区は良くありません。単に門脈相を使って肝臓内を閾値処理し、樹枝状構造物を連続性に抽出するだけでも血管は抽出できそうですが、なぜできないのかわかりません。

膵臓抽出

各症例とも膵臓検出 10 点とし縄野、篠崎の各で点数をつけた。

施設① 合計 14 点

| | 縄野 | 篠崎 |
|------|----|----|
| 症例 1 | 0 | 0 |
| 症例 2 | 7 | 7 |
| 症例 3 | 0 | 0 |
| 合計 | 7 | 7 |

施設② 合計 35 点

| | 縄野 | 篠崎 |
|------|----|----|
| 症例 1 | 8 | 9 |
| 症例 2 | 8 | 8 |
| 症例 3 | 0 | 2 |
| 合計 | 16 | 19 |

参加施設が 1 施設減って 2 施設になってしまいました。3 症例とも比較的素直な症例ですが、取りこぼしが目立ちます。今後期待したいと思います。

最後に、今回の結果をみておわかりのように、肝臓、膵臓とも全体に成績はあまり芳しくありませんでした。そこで本来の副賞 10 万円を減額して肝臓、膵臓とも各 5 万円ずつにしました。各施設の今後いっそうの検討を期待します。