

MICCAI 2012 参加報告

平野 靖¹ 中口 俊哉² 花岡 昇平³ 増谷 佳孝³ 清水 昭伸⁴ 北坂 孝幸⁵

小田 昌宏⁶ 森 健策⁶ 澤田 好秀⁷ 本谷 秀堅⁷ 佐藤 嘉伸⁸ 古川 大介⁹ 中野 雄太⁹

¹山口大学大学院医学系研究科 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1, ²千葉大学, ³東京大学,

⁴東京農工大学, ⁵愛知工業大学, ⁶名古屋大学, ⁷名古屋工業大学, ⁸大阪大学, ⁹Canon Research Centre France

E-mail: yhirano@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 本稿では, MICCAI 2012 本会セッションおよびワークショップそれぞれの概要を紹介し, 特に興味深い報告について内容を解説する.

キーワード MICCAI 2012, レビュー

Report on MICCAI 2012

Yasushi Hirano¹, Toshiya Nakaguchi², Shohei Hanaoka³, Yoshitaka Masutani³, Akinobu Shimizu⁴,
Takayuki Kitasaka⁵, Masahiro Oda⁶, Kensaku Mori⁶, Yoshihide Sawada⁷, Hidekata Hontani⁷,
Yoshinobu Sato⁸, Daisuke Furukawa⁹, Yuta Nakano⁹

¹Yamaguchi University, 2-16-1, Tokiwadai, Ube, Yamaguchi, 755-8611 Japan, ²Chiba University, ³The University of Tokyo, ⁴Tokyo University of Agriculture and Technology, ⁵Aichi Institute of Technology, ⁶Nagoya University, ⁷Nagoya Institute of Technology, ⁸Osaka University, ⁹Canon Research Centre France

E-mail: yhirano@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract In this paper, the outline of each session of MICCAI 2012 main conference and several workshops in MICCAI 2012 are introduced. A few interesting reports in the conference are also introduced and explained.

Keyword MICCAI 2012, review

1. はじめに

本稿では, 2012 年 10 月 1 日より 5 日間, フランスのニースで開催された MICCAI 2012 について報告をする. 本会議口頭発表/ポスター発表の各セッション, ならびにワークショップについて, その概要と興味深い発表について解説を行う. なお, ワークショップ名は略称で記した. また, MICCAI2012 での Poster Session にはそれぞれ 3 つのテーマが含まれる. ワークショップの正式名称と各 Poster Session のテーマについては <http://www.miccai2012.org/> を参照.

2. MICCAI 本会・口頭発表

2.1. Abdominal Imaging, Computer Assisted Interventions & Robotics (O1) (古川)

本セッションは, 手術支援とセグメンテーションに関するオーラルセッションである. 本セッションでもっとも興味深い研究は, 入力画像中の対象臓器に合わせたアトラスの生成と, 生成されたアトラスを用いた複数臓器のセグメンテーションに関する研究である [1]. 提案手法では, はじめに, あらかじめ用意された複数のアトラスのそれぞれについて, 入力画像との間で解剖学的な類似度を計算する. 類似度の算出は, Global level, Organ level, Voxel level という 3 つの階層で実施する. すべてのアトラスについて 3 階層での類似度算出を終えると, 算出した類似度に基づき各アトラスを重みづける. 最後に重みづけされたアトラスを統合して, 入力画像中

の対象臓器に合わせたアトラスを生成する. セグメンテーションは, 生成されたアトラスに対するしきい値処理で行う. 本手法はセグメンテーションが難しいとされる膵臓に関して, 約 50% の一致度を達成している.

2.2. Brain Imaging: Structure, Function & Disease Evolution (O2) (増谷)

本セッションでは脳 MR 画像の解析に関する 6 つの演題が発表され, そのうち Ng による脳の各部位間の接続性の評価を行う新手法に関する報告 [2] が YOUNG SCIENTIST AWARD で選外(honourable mention)となったものの高い評価を受けた. この研究は, 機能的 MRI から同時に得られた d 種類の部位の賦活のレベルの時系列データを入力とし, 各部位間の相関を記述する $d \times d$ の精度行列を求めるが, その際にスパース性を考慮してその信頼性を向上させることが目的である. 予稿 [2] の式 (1) を見れば明らかであるが, これは graphical LASSO における精度行列計算の改良版である. 異なる点は, 正則化項に目標のスパース精度行列の L1 ノルムをそのまま使用するのではなく, 各成分に重み付けを行っている点である. 重み係数は拡散 MRI より得られる部位間の線維束の量より決定される. 60 名の健常者データを用いた他の手法との比較実験において, 被験者間の解析結果の一貫性とグループ解析における賦活検出能の優位性によりその有効性を示した.

その他, 部位間接続性の解析に基づく脳疾患の病巣位置の特定に関する研究等が報告された.

2.3. Cardiovascular Imaging: Planning, Intervention and Simulation (O3) (本谷)

心臓に関わる 6 件の口頭発表があった。画像の初期処理からシミュレーションにおけるパラメータの調整に至るまで、多岐にわたる興味深い発表が揃っていた。Kutra らは、MR 画像中の左心房レジストレーションに際して、解剖モデルの自動選択法を提案した[3]。左心房と肺動脈・静脈との接合の仕方には多様性がある。その接合の仕方ごとにモデルを用意しておき、それぞれをレジストレーションし、その誤差の定量評価ならびにモデルの選択を自動的におこなう手法であった。解剖構造の違いに対して医用画像解析を頑健化するアプローチとして興味深い。Bismuth らは、X 線画像中のガイドワイヤの抽出を想定し、画像中の滑らかな曲線構造を強調する手法を提案した[4]。従来法と異なり、提案法は画像中の各位置において、その点を起点とする比較的長く、なおかつ滑らかな曲線構造を検出し、投票する。得票の多い領域が大局的な曲線構造として抽出される。tensor voting などより優れた性能を示しており、他のモダリティにも応用可能な手法である。Marchesseau らは心臓シミュレーションにおけるパラメータを、各患者の心臓の特性を記述するように較正する手法を提案した[5]。較正するパラメータの総数は 14 であり、すべてをサーチするのは難しい。そこで、これらパラメータの、心臓の挙動に対する感度を求め、感度の高い（すなわち、パラメータの値を少し変化させるだけで心臓の挙動が大きくかわる）パラメータを手掛かりに較正をおこなうアプローチを提案した。この感度評価において unscent 変換が用いられている。モデルを個々の患者を記述するよう較正することは、今後ますます重要になると考える。

2.4. Image Registration: New Methods & Results (O4) (小田)

ここではレジストレーション精度評価方法、脳 MR や超音波画像を対象とした画像間レジストレーション手法が紹介されていた。

Shi らは Free-form deformation(FFD)を用いたレジストレーションにおいてグリッド配置を自動化する方法を提案していた[6]。通常の FFD では B スプラインの制御点を粗いグリッド状に配置した後徐々に細かいグリッドに分割しながら、各分割レベルで画像間類似度を最大にする変形を求める。本手法では全ての分割レベルの画像間類似度を 1 つの評価関数に組み込み、全ての分割レベルの変形を 1 つの評価関数を用いた最適化で求めている。これにより粗い分割レベルの変形推定の誤りが細かい分割レベルに悪影響を与えるのを抑え、画像間の空間的に不連続な変形を表現できるとしていた。本手法は MICCAI Young Scientist Award を受賞していた。

2.5. Diffusion Weighted Imaging: From Acquisition to Tractography (O5) (花岡)

Bilgic ら[7]は、ボクセル内の複雑な線維走行の推定に有用であるが撮像時間が約 1 時間と長い diffusion spectrum imaging (DSI)に対して、アンダーサンプリングした撮像データから compressed sensing (CS)の手法を用いて DSI を再構成する手法を報告した。特に Menzel らの先行研究のように既定の変換(wavelet 変換)を用いる方法とは異なり、k-SVD アルゴリズムにより問題に適応した変換(adaptive dictionary)を求める手法により、学習データのスパース性を最大化した辞書をボクセルごとに作成した。実際にアンダーサンプリングされた撮像データからの再構成においては、この辞書を用いて focal underdetermined system solver(FOCUSS)法により実際の拡散の

確率分布関数(PDF)を推定した。10 回加算の画像を gold standard とした実験で、提案手法の RMSE は Menzel らの手法より最良 1/2 まで減少でき、アンダーサンプリングしない画像と比較してもほぼ同等の RMSE であった。ただし、このような辞書による手法が健常例/疾患例の双方に年齢によらず適用できるかどうかは未解決の問題であるとのコメントが演者よりなされていた。

Yap ら[8]は、拡散強調画像(DWI)の空間補間の新しい手法を報告した。既存のトリリニア補間などと異なり、DWI 撮像メカニズムにより近い形で模倣し、ボクセル間の線維走行分布(FOD)に沿って平滑化を掛けることにより、白質内の線維束と線維束の間の境界をぼかさせることなく補間を行えるという。提案手法を全脳に施行したところ、白質構造の明瞭化とブロックアーティファクトの軽減、白質/灰白質/脳脊髄液内の anisotropy variance の低下を認めた。

同セッションではほかにやはり Dictional learning を用いた DSI の報告を含む 3 つの報告が行われた。

2.6. Image Acquisition, Segmentation & Recognition (O6) (中口)

Iglesia らは Markov chain Monte Carlo (MCMC) sampling を用いて、統計的抽出法の一つである Bayesian モデルのパラメータ不確定性を考慮した抽出手法を提案した[9]。多次元パラメータの探索を効率化することで性能を向上した。提案手法を海馬 subfield の抽出に応用し、アルツハイマー病の病態鑑別タスクによって有効性を示した。

Cuingnet らは集団学習法として注目されている random forest 法を使った CT 画像からの自動的腎臓抽出手法を提案した[10]。回帰木を使って腎臓の初期位置を推定し、分類木を使って確率マップを生成する。その後変形テンプレート手法を用いて領域抽出を行う。提案手法は高精度化、高速化、ロバスト性の向上を実現している。提案手法を 233 症例に適用し評価した結果、80%の症例において正確に抽出できることが示された。

2.7. Microscopic Image Analysis (O7) (小田)

主に 2 次元の微細画像を対象とした体組織の構造解析やセグメンテーション手法が提案されていた。

Fragkiadaki らの手法[11]では、微細な毛束などの束になった管状構造物に対し、束の方向に垂直な 2 次元スライス画像を束の方向に沿って複数撮影した画像集合を入力として用い、管状構造 1 本 1 本の走行方向を 3 次元的に推定していた。本手法ではまず、2 次元スライス画像の濃度勾配方向から管状構造らしさを評価する値を画像上の各点で求める。連続した各スライス間でこの評価値の大小関係や位置を比較し、各スライスにおける管状構造が同一のものか(3 次元的につながるもの)どうかを判断していた。本手法により、各スライスの管状構造を正確に接続し、3 次元的な管状構造を復元していた。

3. MICCAI 本会・ポスター発表

3.1. Poster session 1 (中野)

本セッションは Computer-aided Diagnosis and Planning, Image Reconstruction and Enhancement, Analysis of Microscopic and Optical Images の 3 つのテーマから構成されていた。Computer-aided Diagnosis and Planning では、扱う画像が様々であったため、各研究はそれぞれ問題に特化した手法を提案していたが、共通して言えることは、いかに問題に適したモデルを作れるかということにポイントを置いていたことだった。その中でも Nguyen らの研究[12]は病理画像において複雑な構造をもつ癌細胞を上手くモデル化していた。病理画像で

は細胞核とその周辺に存在する複数の内腔の配置を見ることが正常であるか癌であるかを判断する。著者らの手法はまず色情報を基に細胞核と内腔をセグメンテーションする。次に領域単体から算出される形状特徴量と、領域同士の位置関係や存在パターンを特徴量として算出し、それらを SVM で学習することで正常であるか癌であるかを分類する。一つ一つの手法自体は従来研究のものを用いているが、それらを組み合わせで複雑な構造をモデル化したことで従来研究よりよい結果を得ていた。また、Image Reconstruction and Enhancement では、局所的な特徴まで表現できるアトラスの構築方法に関する研究が人気を集めていた。従来のアトラス構築方法は画像全体から算出される指標を用いて位置合わせを行っていたため、局所的な位置合わせまで考慮することができないという課題が挙げられていたが、Shi らの研究[13]はそれを解決した。具体的には、画像を複数の局所領域(パッチ)に分割し、パッチ毎の位置合わせ結果をそれぞれベクトルとして表す。次に、パッチの数だけベクトルを並べた行列を作る。そして、正則化手法を用いて行列の回帰解析を行い、スパースな解(多くの要素が0になる解)を得るためのパラメータを求める。最後に、求めたパラメータを用いて画像全体の位置合わせを行うというものである。この方法は回帰解析の解がスパースであるほど、多くの局所領域できちんと位置合わせされていることを意味する。つまり、その解を得るためのパラメータを用いて位置合わせを行えば、目的とする局所的な位置合わせを考慮したアトラスが得られることになる。Shi らはこの手法を脳部 MRI に適用し、脳溝の特徴まで記述したアトラスを構築した。

3.2. Poster session 2 (古川)

興味深い研究としては、Ground truth (GT)を用いることなくセグメンテーションの結果を評価する手法に関する研究が挙げられる[14]。このような手法の実現により、セグメンテーション結果の良否を自動で判定することが可能となり、結果として、セグメンテーション結果の破棄や再実行を判定することが可能となるという。今回の報告では、セグメンテーション結果から得られる特徴量と、セグメンテーションの精度との関係について報告を行っていた。まず、セグメンテーション結果から特徴量を算出する。そして、算出した特徴量を説明変数、GT を用いて算出したセグメンテーションの誤差を従属変数として、回帰分析を行う。説明変数となる特徴量は geometric feature, intensity feature, gradient feature, ratio feature など 42 種類を用いている。サポートベクター回帰を用いて回帰分析を行った結果、42 種類の特徴量から推定したセグメンテーションの精度と GT を用いて算出した真の精度との間に比較的高い相関があることが示された。

3.3. Poster session 3 (増谷)

本セッションでは、Image Registration I, NeuroImage Analysis I, Diffusion Weighted Imaging の 3 つのトピックについての 42 演題が発表された。各トピックにつき 1 演題ずつ紹介する。

Stackleford[15]らは、B-Spline 関数による変形記述を用いた非剛体レジストレーションの変形の正則化項の計算について解析的な手法を提案した。すなわち、レジストレーションの際に最小化されるコスト関数に含まれる平滑性指標(smoothness)、およびその勾配を簡潔な閉形式で記述することにより反復計算を高速化することを目的としている。256³, 512³ サイズのボリュームデータについて、中心差分を用いた数値計算による手法と比較して 61~1371 倍の高速化を達成した。ボリュームデータのサイズや制御点の数が多ほど高速化の効果は高かった。

Lorenzi ら[16]は、アルツハイマー病に起因する脳萎縮を対象として、時系列 MRI データ間の変位ベクトル場に対する流体解析に基づく手法の提案を行った。これは、各個人の脳萎縮による変位ベクトル場の Helmholtz 分解および流束の解析に基づく。Helmholtz 分解はベクトル場を回転なしの成分と発散なしの成分に分解する手法である。著者らは、回転なしの成分を用いて脳の局所体積変化の大きい領域を各被験者データで特定し、その領域の境界での流束をもとめ、グループ解析により萎縮を定量化する手法をとった。本手法により疾患の進行度ごとに萎縮のパターンを定量化でき、新しい診断指標の提供が可能となることが示唆された。

Merlet ら[17]は、多方向 MPG および多種 b 値の拡散 MRI より得られる Ensemble Average Propagator (EAP)を用いた Tractography の新手法を提案し、これまでの標準的手法である ODF (Orientation Distribution Function)、すなわち方位分布関数による手法との比較においてその優位性を示した。EAP は拡散による水分子の 3 次元空間分布密度関数、すなわち Probability Density Function (PDF)に相当し、ODF は EAP の放射方向の線積分の結果であり、球面上で定義される 2 次元関数である。ODF による手法は、線積分によるアーチファクトや異方性に差異のある 2 つの線維束系の交叉における問題などがある。EAP を使用した方法は、線維の方位分布を特定の q 値において決定することでこれらの問題を解決する試みである。合成画像および臨床画像による評価で両手法を比較し、提案手法の優位性を示した。

3.4. Poster session 4 (中口)

Kronman らは Ray-cast を使った抽出手法を提案した[18]。対象臓器内に設定した基点より 3D 全周囲方向に Ray を放射する。輝度変化点までの Ray 長をマップ化すると不明瞭境界にトラップされた Ray が含まれるが、Gradient Domain の閾値処理と内挿補間で補正することによって好ましい Ray 長マップを得る。CT 画像からの腎臓抽出に適用し良好な結果を得た。

Lucas らは数百~数千の多オブジェクトを同時に抽出する Level-set 動的輪郭法"MOGAC"を提案した[19]。抽出オブジェクトの数に関係なく、2 種類の関数で表現することができるモデルを提案し、省リソース化と高速化を実現した。

3.5. Poster session 5 (小田)

このセッションでは画像間レジストレーション手法の発表が多くみられたが、その他にも木構造や形状モデル間のレジストレーション手法が提案されていた。

Feragen らは気管支の各枝に対する気管支名割り当てを目的とし、木構造間のレジストレーション手法を提案していた[20]。本手法では、類似した木構造同士が近い値を持つような木構造間の距離を定義し、入力データと各学習データの木構造間で距離値を評価して、最も近い学習データの情報を用いて入力データの気管支名割り当てを行っていた。様々なバリエーションの存在する木構造の中で、この距離値は互いに枝の構造が類似したものの中で値が小さくなるように設計されていた。本処理の中では気管支中心線から得られる情報のみを用いて名前割り当てを実現しており、気管支以外の情報を用いずに高い精度を実現していた。

3.6. Poster session 6 (平野)

本セッションは Image Segmentation III, Diffusion Weighted Imaging II および Computer-aided Diagnosis and Planning II という 3 つのテーマからなり、それぞれ 19 件、9 件および 14 件の発表があった。ここでは Computer-aided Diagnosis and Planning II から 1 件の研究発表を紹介する。

Fuerst らは文献[21]で呼吸による肺の動きを予測するため

の手法を提案している。この手法では、有限要素法(FEM)を用いて個々の患者の呼吸による肺の動きシミュレートする。その際、呼気(End of expiration, EE)CT から解剖学的モデルを作成し、この解剖学的モデルと吸気(End of inspiration, EI)CT から生体力学的モデルを作成する。さらに、この2つのモデルを用いて呼気過程での肺の動きとシミュレートする。従来の手法では画像そのものから計算される力のみによって肺領域を変形させていたが、文献[21]で提案する手法では胸郭、横隔膜および肺の相互作用によって変形させることに新規性があると主張している。また、trust-region methodによって個人差に対応させている。この際のコスト関数としては、EI CT と変形後の EE CT での肺領域表面間の距離とランドマーク間の距離の和を用いた。この手法を5セットの症例(EE CT と EI CT, およびその過程での合計6つのフェーズで撮影)に適用した結果、実際の CT 像の肺領域表面に設定されたランドマークと、変形後の肺領域表面上のランドマークとの間の平均距離は 3.88 ± 1.54 mm となり、提案手法の有効性が示された。

4. ワークショップ, チャレンジ

4.1. ABDI (北坂)

このワークショップでは腹部領域における CAD 及び CAS 関連の手法を扱っており、Liver, Kidney, and Other Organs (LKOO) 1, 2, および Colon and Other Gastrointestinal Tract (COGT) 1, 2 の4セッションで構成されていた。また、終日ポスター展示があった。演題数は口頭発表が19件、ポスター発表が12件であった。

LKOO セッションでは消化器系の臓器以外の腹部臓器を対象とした発表が行われた。トピックは幅広く、画像間レジストレーションや統計モデルに基づく肝臓や腹壁のセグメンテーション手法、ランドマークベースの不連続性保存レジストレーション手法、肝臓の動き予測などが提案されていた。例えば、ランドマークベースの不連続性保存レジストレーション[22]に関する発表では、呼吸などに起因する動き予測によりレジストレーションの精度が上がるが、動き予測の精度に関する問題点をランドマークを用いることで解決を試みている。22例による実験の結果、従来手法よりもレジストレーション精度が向上したことを確認している。

COGT セッションでは消化器系を対象としたレジストレーション手法や異常部位検出が提案されていた。特に大腸に関する発表が多かった。その中の一つ、腹臥位と仰臥位で撮影された大腸の CT 像のレジストレーション手法[23]について簡単に解説する。まず両画像から大腸ひだを抽出し MRF を利用したラベリング処理によりひだの対応付けを行う。その後、濃度値ベースの B スプライン非剛体レジストレーションによりさらに詳細に対応付けを行っている。17例による対応付け実験の結果、提案手法は筆者らの従来法に比べて対応付け精度が向上したことを確認している。

4.2. STENT (花岡)

計16例の、血管内ステントに関するコンピュータ診断治療の報告があった。

Larrabide ら[24]は、嚢状脳動脈瘤の形状と、それへの flow diverter(stent 様のデバイスで、血流を瘤からそらして正常の流れに近づけるためのもの)の留置による瘤の血流力学的状態の変化との関連について、シミュレーションにより解析した。メッシュ作成は ICEM CFD(ANSYS 社), 血流シミュレーションは CFX(同)により行われた。結果からは、flow diverter による治療効果の高低と瘤直前の動脈の中心線の曲率などとの関連が示唆された。

Voigt ら[25]は、経カテーテル的大動脈弁置換術の術後の患

者の CT から、人工弁の stent の金属線交点を検出し、デバイスの統計形状モデルを当てはめることによりデバイスの位置、形態を決定する手法を報告した。手法は28例の患者 CT で評価され、平均誤差 1.27mm でデバイスの形状推定が可能であった。

4.3. DCICTIA (花岡)

GPGPU 応用、データマイニング、他施設研究におけるデータリトリビング等について計8個の報告があった。まず CUDA fellow の Ujaldon 氏から[26]は nVidia CUDA, OpenCL, OpenACC についての新しい情報の報告があった。

Schackelford[27]らは mutual information (MI) と B-spline を用いたレジストレーションを CUDA を用いて高速化する手法を、Teodoro らはデータマイニングのための脳腫瘍の病理画像の画像処理(morphological reconstruction)を、階層化キューを用いた CUDA での実装で高速化する手法を報告した。後者ではほかの手法による GPGPU 実装より3-5倍の高速化が達成された。

一方、Xing ら[28]は多量の病理組織画像のデータベースの中で与えられたパッチと似た部分を探す online な手法を報告した。hierarchical annular histogram というスケール・回転特徴量を用い、hierarchical searching 手法(順番が既定の boosting に類似の手法とすること)により、細かい構造から疎な構造の順に並んだ識別器カスケードによる類似パッチの検出を行うことにより、検索が高速化できたと報告された。

4.4. MLMI (清水)

機械学習の医用応用の研究発表が、口頭15報、ポスター18報行われた。モダリティは MRI (fMRI や MRA を含む) が最も多く19報、続いて CT 像や顕微鏡画像がそれぞれ6報と3報であった。また、部位別には脳が15報と最多で、その他には、前立腺や肺や冠状動脈についての報告が数報ずつあった。処理内容はセグメンテーションが8報と多く、続いて位置あわせ、画像の分類・診断などがそれぞれ7報ずつ報告されていた。技術的なキーワードは SVM が9報と最も多く、最近の傾向を表す Sparsity や L1 norm というキーワードを含む発表も6報あった。以下では、2つの文献について紹介する。

文献[29]は、顕微鏡画像を対象に、焦点がずれていたり、異物等が含まれている異常画像を検出することを目的とする。処理は、Coarse to Fine 処理と one-class SVM を組み合わせることで、大局的な異常と局所的な異常の両方を正確に抽出できるように工夫している。具体的には、まずは画像全体を対象とした one-class SVM によりボケなどの大局的な異常を検出する。続いて2段目と3段目において局所的な特徴に注目した one-class SVM を用いて局所的な異常を検出している。論文では9,216画像に適用した結果が示され、F-score は正常例に対しては0.969、ボケ画像は0.793、局所的異常画像は0.623であったことが報告されている。なお、この文献[29]がベストペーパーに選出された。

4.5. MCBR-CDS (平野)

本 WS では10件の口頭発表、2件の招待講演および1件のパネル・ディスカッションがあった。この WS では CT 像や MRI などの医用画像の他、生体から得られる信号や血圧・血糖値などの検査データ、あるいは年齢・性別など患者に関する様々なデータを用いて類似症例を検索し、診断方針の決定を支援することを目的としている。使用されたモダリティは、CT, dual energy CT, US, 医学論文中の画像など、多岐に渡る。また、対象部位は頭部、胸部および腹部であり、使用された基礎技術は SIFT, Bag of Words, SVM, Sparse Coding, Lasso などであった。以下では、BEST PRIZE PAPER に選出された発表を紹介する。

文献[30]では、頭蓋骨の形状異常によって引き起こされる頭蓋縫合早期癒合症を対象としている。筆者らは重症度を定量化するシステムを開発した。特徴量の選択法では単純なロジスティック回帰、Lasso, fused lasso および筆者らが提案した clustering lasso (cLasso)を比較した。cLasso では特徴量を、それらの類似度によってクラスターリングし、個々の特徴量の重みとクラスターの重みの両方を sparsity の制約に組み込む。その結果、cLasso を用いた際の誤分類率がもっとも低かった。また、9 症例に対して提案システムが算出した重症度スコアによるランキングが医師によるものと高率で一致した。

4.6. DTI-Tracto-Ch (増谷)

本チャレンジは、会場で配布された脳腫瘍症例の拡散 MRI データをその場で処理し、その結果のクオリティを競うことが目的であった。抽出対象は、脳外科手術のナビゲーションに使用する皮質脊髄路であり、結果に対しては複数の脳外科医によりコメントがなされた。また口頭発表のために、演題登録者には事前に他のデータも配布されている。線維追跡手法の新規性や臨床で使用するソフトウェアパッケージとしての有用性などに焦点をおいた様々な発表がなされた。

4.7. AE-CAI (北坂)

本ワークショップでは、コンピュータ支援手術における増強現実を主な話題に、口頭発表 10 件、ポスター発表 7 件の報告がなされた。発表は 4 つのセッションからなり、Endoscope Applications, Intra-operative Imaging and Modeling Applications, Camera and Video-based Augmented Reality Applications, と Applications in Surgical Robotics and Control であった。

今年の AECAI award を受賞した演題は、腫瘍摘出術のプランニングのための複合現実環境の構築と評価に関する Abhari らの発表[31]であり、patient-specific data の可視化を強化するトレーニングシステムの開発と評価を行っている。脳神経外科の手術計画では対象腫瘍と周辺組織との空間的な位置関係を知覚することが重要であり、その観点からシステムを評価することが大切である。評価実験では空間的な位置把握タスクを課し、評価している。実験の結果、複合現実環境は空間把握において有効であり、従来のシステムよりも優れていた。

また、他の話題として、Aichert らによる Colored X-Rays という発表[32]を紹介する。X 線は診断のみならず術中ガイダンス用の重要なイメージング源であり、臨床で広く用いられている。しかし、グレースケールの X 線画像は深さ情報が欠落するという欠点がある。心理学の分野では色情報が深さを知覚する手がかりであることが知られており、X 線画像に色情報を組み入れることで深さを知覚することを試みている。これを実現するために、術前に撮影した CT 像と術中 X 線画像を位置合わせする。位置合わせされた CT 像を基に、深さと濃度値情報に対して色を割り当てる新しい伝達関数を定義している。外科医と医用画像イメージングの専門家に対するアンケートと Likert スケールによる評価の結果、5 段階中の平均 4.4 というスコアを示した。定量評価をどうするのかという課題があるが、興味深い新たな試みだと思われる。

4.8. CLIP (佐藤)

CLIP ワークショップは、Intervention の術前計画と術中支援に焦点を当てたワークショップである。Fraunhofer コンピュータグラフィックス研究所(ドイツ)と米国 Children's National 医療センターが主催した。手法の新規性よりも臨床応用を重視したワークショップである。近年、MICCAI 本会議において、採択基準が厳しくなっており、臨床応用に重点をおく研究は、多くの症例数での検証が要求されていることから、preliminary な結果であっても討論を行える場が必要となつて

おり、その点から、本ワークショップの意義はあると思われる。本ワークショップでは、脳外科、心血管外科、腹部外科、小児外科、胎児外科、放射線治療、焼灼治療などの手術・治療支援システムが発表された。工学的な観点から、異なる臨床応用に取り組む研究者の良い交流の場となった。

4.9. MCV(澤田)

本ワークショップでは、全部で 24 件の発表があり、そのうち 12 件がポスターによる発表で、残りの 12 件が口頭とポスターの両方での発表であった。

本ワークショップでは、Lombaert[33]らの発表が best paper を受賞した。Lombaert らは、diffeomorphic な方法による画像間の位置合わせを提案していた。Deffeomorphic な位置合わせによって、複雑な形状同士でも 1 対 1 の対応付けを行うことができる。Lombaert らは、従来までの方法を groupwised に拡張することで、複雑な形状を持つ臓器に対して高精度なアトラスを生成することに成功していた。また、Donner[34]らは、ランドマークの位置推定を行う方法を提案していた。画像上に存在するランドマークのアピアランスと座標位置を含むコードブックを作成し、階層構造に従って位置の推定を行う。Random forests を利用する方法と比べて、同精度かつ高速な処理が可能なることを実験的に証明していた。

5. MICCAI 2012 を振り返り、MICCAI 2013 に向けて(森)

本年も無事に MICCAI2012 が終了した。参加者数は約 1000 名であり大成功な会議となったといえよう。今年は小生が Program Co-chair を拝命し、MICCAI の論文選択プロセスの全貌を把握することのできた学会であった位。MICCAI 2012 の論文選択プロセスにおいて、まず 1 番の特徴として挙げられるのは、Program Committee (PC) メンバーの数が従来の 30 名ないし 50 名から、100 名と大幅に引き上げられたことであろう。これは、各 PC メンバにアサインされる論文の数を従来の半分程度に減らし、各 PC が査読者から送付される査読コメントをじっくりと検討できるように配慮されたものである。なお、これまでは PC メンバは PC 会議に参加することが義務付けられていたが、今年からはそれがなくなっている。しかしながら、50 名程度の PC 会議参加者があり、MICCAI に対する関心の高さがうかがえる。PC 会議では、各論文に付された PC メンバの査読サマリーを参加者が確認しながら、論文採択が決定される。ただし、PC 会議の時間的な制約もあり、高得点の論文は採録、低得点の論文は不採録と自動的に決定される。ボーダーラインと考えられる論文に対して PC 会議参加者が議論することで、論文の採択が決定される。Rebuttal プロセスが MICCAI では導入されているが、Rebuttal は大抵の場合に得点を下げる方向に働いているようである。なので、最初から質の高い論文を完成されることが肝要であると考えられる。MICCAI 2012 が終了した現在、PC Chairs 3 名は Medical Image Analysis の特集号の編集作業に入っている。この特集号では、MICCAI の上位論文に対して投稿の招待している。

さて、名古屋大学で開催される MICCAI 2013 まであと 8 か月となった。今回は大阪大学の佐藤嘉伸先生に Program Chair をお願いし、PC メンバの選択、招待状の発送、査読者リストの作成、査読プロセスの決定など、論文採択に関する重要な役割を担っていただいている。また、Web ページも大方できつつあり、次の大きな仕事は、論文投稿プロセスといえる。論文投稿は 3 月 1 日であり、投稿締め切りの延長は一切行わない予定である。残念ながら MICCAI における日本勢の論文の数は年々減少しており、MICCAI における日本自体のプ

レゼンスが急激になくなりつつある。強いて言うならば、危機的な状況であるといえよう。医用画像研究会においても、MICCAI に採録される論文書き方勉強会など、いくつかの教育活動が必要と考えている。諸兄諸氏のご指導ご鞭撻を願いますと共に、日本からの数多くの「ストロングペーパー」の投稿をお願いする次第である。

6. むすび

本稿では、MICCAI 2012 の本会議ならびにワークショップの内容について報告した。今回、日本からの発表の大部分は残念ながらワークショップでのものであり、日本の優れた技術を世界に発信する為にも、本会議での発表数増加のための努力が求められる。

文 献

(MICCAI 本会抄録の LNCS 番号については、Pt1=LNCS7510, Pt2=7511, Pt3=7512 である)

- [1] R. Wolz, C. Chu, K. Misawa et al., Multi-organ Abdominal CT Segmentation Using Hierarchically Weighted Subject-Specific Atlases, MICCAI2012-Pt.1, pp.10-17, 2012.
- [2] B. Ng, G. Varoquaux, J.-B. Poline et al., A Novel Sparse Graphical Approach for Multimodal Brain Connectivity Inference, MICCAI2012-Pt1, pp.707-714, 2012
- [3] D. Kutra, A. Saalbach, H. Lehmann et al., Automatic Multi-Model-Based Segmentation of the Left Atrium in Cardiac MRI Scans, MICCAI2012-Pt.2, pp.1-8, 2012.
- [4] V. Bismuth, R. Vaillant, H. Talbot et al., Curvilinear structure enhancement with the polygonal path image - Application to guide-wire segmentation in Xray fluoroscopy, MICCAI2012-Pt.2, pp.9-16, 2012.
- [5] S. Marchesseau, H. Delingette, M. Sermesant et al., Cardiac Mechanical Parameter Calibration Based on the Unscented Transform, MICCAI2012-Pt.3, pp.41-48, 2012.
- [6] W. Shi, X. Zhuang, L. Pizarro et al., Registration Using Sparse Free-Form Deformations, MICCAI2012-Pt2, pp.659-666, 2012.
- [7] B. Bilgic, K. Setsompop, J. Cohen-Adad et al., Accelerated Diffusion Spectrum Imaging with Compressed Sensing using Adaptive Dictionaries, MICCAI2012-Pt3, pp. 1-9, 2012.
- [8] P.T. Yap, D. Shen, Resolution Enhancement of Diffusion-Weighted Images by Local Fiber Profiling, MICCAI2012-Pt3, pp. 18-25, 2012.
- [9] J.E. Iglesias, M.R. Sabuncu, and K.V. Leemput, Incorporating Parameter Uncertainty in Bayesian Segmentation Models: Application to Hippocampal Subfield Volumetry, MICCAI2012-Pt.3, pp.50-57, 2012.
- [10] R. Cuingnet, R. Prevost, D. Lesage et al., Automatic Detection and Segmentation of Kidneys in 3D CT Images Using Random Forests, MICCAI2012-Pt.3, pp.66-74, 2012.
- [11] K. Fragkiadaki, W. Zhang, J. Shi et al., Structural-Flow Trajectories for Unravelling 3D Tubular Bundles, MICCAI2012, LNCS7512, pp.631-638, 2012.
- [12] K. Nguyen, A. Sarkar, and A.Jain, Structure and Context in Prostatic Gland Segmentation and Classification, MICCAI 2012-Pt1, pp.115-123, 2012.
- [13] F. Shi, L. Wang, G. Wu et al., Atlas Construction via Dictionary and Group Sparsity, MICCAI 2012-Pt1, pp.247-255, 2012.
- [14] T. Kohlberger, V. Singh, C. Alvino et al., Evaluating Segmentation Error without Ground Truth, MICCAI2012-Pt.1, pp.528-536, 2012.
- [15] J. A. Shackleford, Q. Yang, A. M. Lourenço et al., Analytic Regularization of Uniform Cubic B-spline Deformation Fields, MICCAI2012-Pt2, pp.122-129, 2012.
- [16] M. Lorenzi, N. Ayache, X. Pennec, Regional Flux Analysis of Longitudinal Atrophy in Alzheimer's Disease, MICCAI2012-Pt1, pp.739-746, 2012.
- [17] S. Merlet, A.-C. Philippe, R. Deriche et al., Tractography via the Ensemble Average Propagator in Diffusion MRI, MICCAI2012-Pt2, pp.339-346, 2012.
- [18] A. Kronman, Leo Joskowicz, and J. Sosna, Anatomical Structures Segmentation by Spherical 3D Ray Casting and Gradient Domain Editing, MICCAI2012-Pt.2, pp. 363-370, 2012.
- [19] B.C. Lucas, M. Kazhdan, and R.H. Taylor, Multi-Object Geodesic Active Contours (MOGAC), MICCAI2012-Pt2, pp. 404-412, 2012.
- [20] A. Feragen, J. Petersen, M. Owen, et al., A. Dirksen, and M. de Bruijne, A Hierarchical Scheme for Geodesic Anatomical Labeling of Airway Trees, MICCAI2012-Pt.3, pp.147-155, 2012.
- [21] B. Fuerst, T. Mansi, J. Zhang et al., A Personalized Biomechanical Model for Respiratory Motion Prediction, MICCAI2012-Pt3, pp.566-573, 2012.
- [22] S. Kiriyanthan, K. Fundana, T. Majeed et al., A Landmark-Based Primal-Dual Approach for Discontinuity Preserving Registration, Abdominal Imaging, MICCAI2012-ABDI, pp. 137-146, 2012.
- [23] T. E. Hampshire, H. R. Roth, D. J. Boone et al., Prone to Supine CT Colonography Registration Using a Landmark and Intensity Composite Method, Abdominal Imaging, MICCAI2012-ABDI, pp. 1-9, 2012.
- [24] I. Larrabide, A. J. Geers, M. L. Aguilar et al., Influence of vascular morphology on hemodynamic changes after flow diverter placement in saccular intracranial aneurysms, MICCAI2012-STENT, pp.7-16, 2012.
- [25] L. Sarry, R. Dumas, F. Dubuisson et al., Landmark-based registration of OCT image sequences for the follow-up of stent coverage and apposition, MICCAI2012-STENT, pp.33-40, 2012.
- [26] M. Ujaldon, The GPU on High Performance Biomedical Computing, MICCAI2012-DCICTIA, pp. 1-10, 2012.
- [27] G. Teodoro, T. Pan, T. Kurc et al., A Fast Parallel Implementation of Queue-based Morphological Reconstruction using GPUs, MICCAI2012-DCICTIA, pp. 21-30, 2012.
- [28] F. Xing, X. Qi, D. Foran et al., Content-based Parallel Sub-image Retrieval, MICCAI2012-DCICTIA, pp. 61-70, 2012.
- [29] X Lou, L Fiaschi, U Koethe et al., Quality Classification of Microscopic Imagery with Weakly Supervised Learning, MICCAI2012-MLMI, 2012.
- [30] S.Yang, L. Shapiro, M. Cunningham et al., Skull Retrieval for Craniosynostosis Using Sparse Logistic Regression Models, MICCAI2013-MCBR-CDS, 2012.
- [31] K. Abhari, J. S. H. Baxter, E. Chen et al., Development and Evaluation of a Mixed-Reality Environment for Planning Tumor Resection Interventions, MICCAI2012-AE-CAI, pp.60-68, 2012.
- [32] A. Aichert, M. Wiecek, J. Wang et al., The colored X-Rays, MICCAI2012-AE-CAI, pp.51-59, 2012
- [33] H.Lombaert, L.Grady, X.Pennec et al., Groupwise Spectral Log-Demons Framework for Atlas Construction, MICCAI2012-MCV, pp.11-18, 2012.
- [34] R.Donner, B.H.Menze, H.Bischof et al., Fast Anatomical Structure Localization Using Top-down Image Patch Regression, MICCAI2012-MCV, pp.48-57, 2012.