

第 76 回セミナー「ロボットに利用できるコンピュータビジョン技術最前線：基礎から応用まで」 レポート

日時: 2013 年 5 月 16 日(木) 10:00～17:55

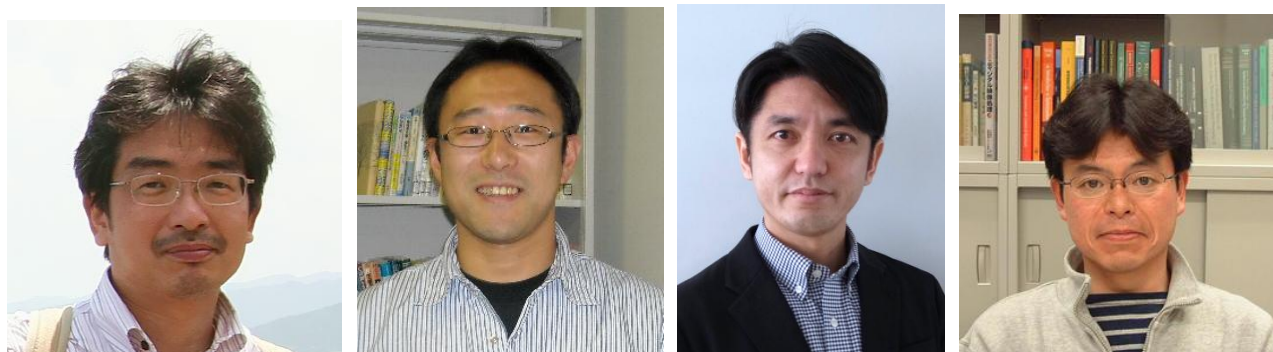
会場: 東京大学 本郷キャンパス 武田先端知ビル 5F 武田ホール(文京区本郷 7-3-1)

参加者数: 148 名

オーガナイザ: 木下 航一 (オムロン)

概要

ロボットの動作には正確な外界の認識と、それに対する高速なフィードバックが必要となります。このような処理を実現する上で、コンピュータビジョンが果たす役割はますます重要なものとなってきています。本セミナーではコンピュータビジョンについて、その基礎となる特徴抽出、パターンマッチ、学習理論といった技術から、物体認識、視覚によるロボット制御などの先進的な応用事例まで幅広い話題を取り上げ、Fig. 1 に示す 4 名の先生方に、初学者にも分かりやすく解説いただきました。Fig. 2 は会場となった東京大学・武田ホールです。



(a) 橋本 学 先生

(b) 堀田 一弘 先生

(c) 藤吉 弘亘 先生

(d) 橋本 浩一 先生

Fig.1 講師の先生方



(a) 東京大学 武田先端知ビル

(b) 講演中の会場の様子

Fig. 2 会場風景

以下に各講演について報告いたします。

第1話 高速物体検出 ～ロボットに使える2次元・3次元画像センシング～

中京大学・橋本先生に、物体検出の基本であるテンプレートマッチングについて、特にその高速化手法に焦点をあてて解説いただきました。まず、テンプレートマッチングの基本アルゴリズムとして NCC, ZNCC, SSA, SAD, および ZNCC の計算量削減版の各手法に関して、計算時間とロバスト性の観点から紹介されました。その上で、できるだけロバスト性を低下させずに超高速化を図る手法として、共起確率を用いた画素の削減手法について紹介されました。さらにこれを発展させた手法として、照明変動にロバストな超高速テンプレートマッチングを実現する手法、さらには高い識別性能を維持したまま、超高速テンプレートマッチングを実現する具体的手法について解説いただきました。実験結果では、画素全てを使って判別する方法と比較して識別精度は 1%程度低下するものの、処理スピードは 400 倍という結果が示されました。ご講演の後半では、3次元物体の認識に関する技術について、モデルベースの物体認識手法を中心に解説いただきました。モデルベース物体認識研究の歴史を概観された後、近年は高速化のためにキーポイントを利用する手法が多くなっていることをご指摘されました。キーポイントベースの手法として、独自性の高い部分のみに着目して高速化する手法、さらにあらかじめ隠れを想定したポイント選択を行うことで、隠れに対してロバスト性を向上させる手法など、最新のご研究についても解説いただきました。



実験結果

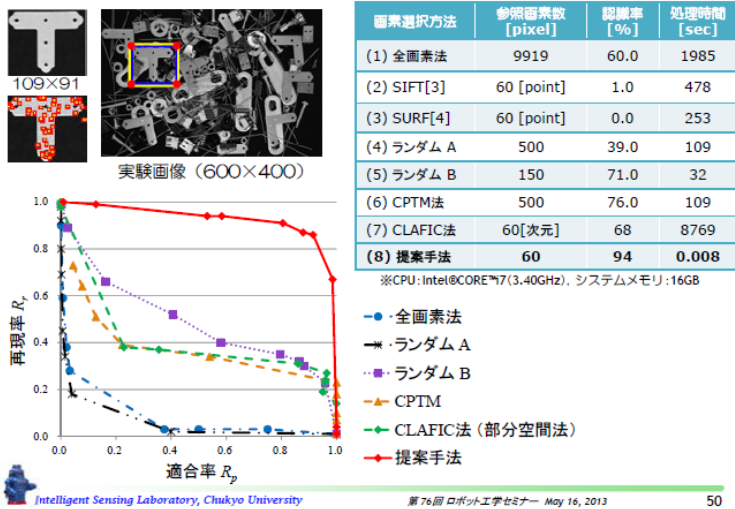


Fig. 3 第1話

第2話 学習理論の基礎とコンピュータビジョンへの応用

名城大学・堀田先生に、機械学習理論の基礎と、コンピュータビジョンへの適用事例について幅広く解説していただきました。近年のコンピュータビジョンの研究では、機械学習法を利用することが主流になってきており、OpenCV, Matlab や各種ライブラリを利用することで、初学者でも気軽に使用できる環境が整ってきています。その一方、どの方法がどんな特性を持って、どんな問題に適しているか等をよく知らずに使ってしまう例が増えているとご指摘されました。基礎的な主成分分析、線形判別分析から始まって、ベイズの定理、パーセプトロン、サポートベクターマシン、カーネル関数を用いたその非線形化手法など、具体的な事例とともにそれぞれの理論をわかりやすく説明いただきました。ご講演の後半では、機械学習理論の実問題への

応用事例として、カーネルの統合によるアスベスト検出, 1 クラスサポートベクターマシンによる粒子検出, サポートベクター回帰による細胞内粒子追跡について, それぞれ実際の画像を交えながら解説いただきました。また最後に最新の研究事例として, Latent サポートベクターマシンについて概説いただきました。

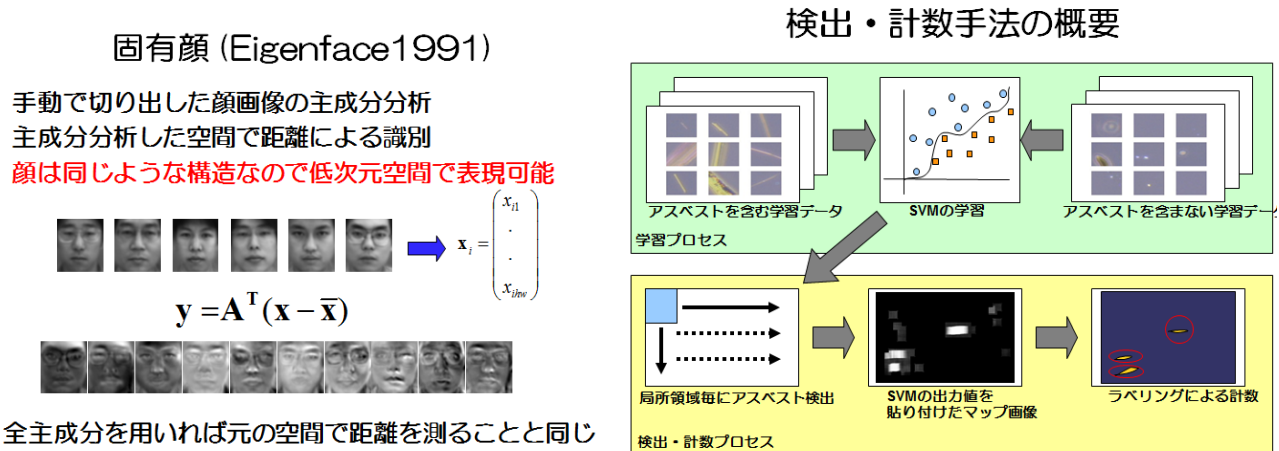


Fig. 4 第2話

第3話 統計的学習手法と画像局所特徴量による物体認識のしくみ

中部大学・藤吉先生に, 局所特徴量と統計的学習手法を中心とした, 最新の物体認識手法についてご講演いただきました。始めに代表的な画像局所特徴量の一つであるSIFTについて, なぜスケール不変, 回転不変の性質を持つのかについて理論的な側面から詳しく解説されました。道路標識判別への応用例について示され, 大きさや角度が変化する標識を的確に判別する様子を紹介いただきました。その後 SIFT 以降のアプローチを簡潔に紹介いただき, BRISK, ORB, CARD 等の最新の手法について概説されました。

ご講演の後半では, 統計的学習手法による物体認識について紹介され, まず Haar-like 特徴量と AdaBoost による顔検出について, その高速な検出処理の仕組みを分かりやすく解説いただきました。さらに Kinect 等の距離画像からの人体姿勢推定法や, Random Forests を用いた物体認識等の, 最新研究動向を紹介いただきました。ご講演の中ほどではデータベース構築の重要性についても触れられました。高精度な検出器の学習には, 安定したポジティブサンプルの切り出しが必須である点を強調され, ノウハウ面でも参考になるお話をうかがうことができました。

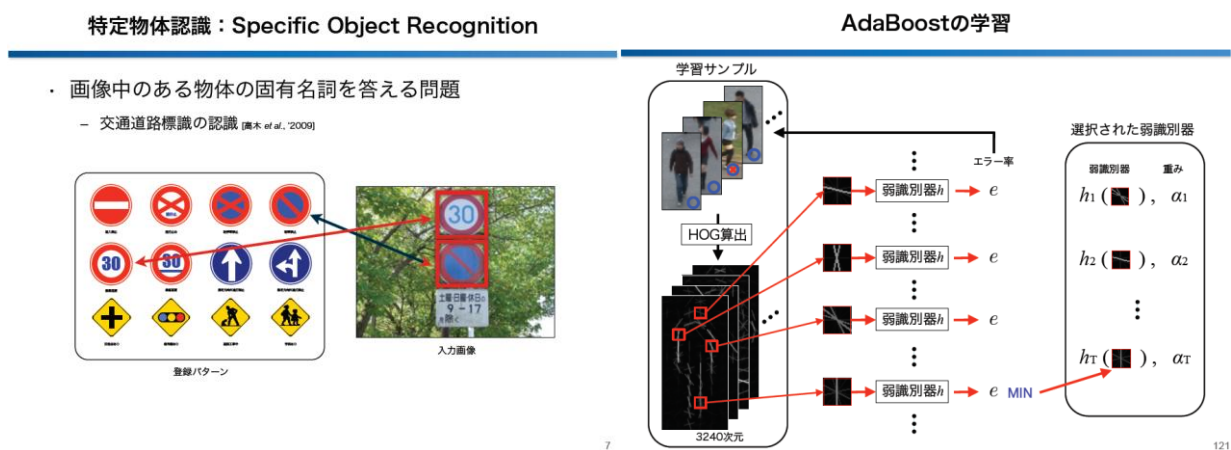


Fig. 5 第3話

第4話 ビジュアルサーボ

東北大学・橋本先生に、ビジュアルサーボに関してご講演いただきました。まず始めにビジュアルサーボについて、「目標物との相対的な位置変化をカメラで撮影し、それをフィードバックして目標物を追跡するサーボ系である」との定義を説明され、カメラ位置 (Eye-to-Hand, Eye-in-Hand) や制御アルゴリズム (Position-based, Feature-based) による分類について概説されました。その後 Generalized inverse, Fixed gain, ESM の各制御手法について基礎的な理論を説明されるとともに、それぞれの手法の特徴や課題などを、シミュレーション事例を交えながら解説いただきました。

後半はさまざまな応用事例について、動画を活用しながらご紹介いただきました。ロボットが目標物に対して自ら位置を制御して追従する例や、小型ヘリコプターにビジュアルサーボ系を適用することで、激しい横風にも関わらず目標物上でホバリングし続ける例などが紹介されました。またロボットへの応用のみならず、ゾウリムシ、線虫のトラッキングなど、生命科学分野の研究室とのコラボレーションによる研究事例についても紹介され、先生の幅広いご研究の一端に触れることができました。



Fig. 6 第4話

まとめ

本セミナーは、近年ロボットへの応用が進んでいるコンピュータビジョン技術について、特徴抽出、パターンマッチ、学習理論といった基礎的な技術から、物体認識、視覚によるロボット制御などの先進的な応用事例まで幅広い話題を取り上げ、それぞれの分野で先端的な研究を行っている先生方4名にご講演・ご解説いただきました。タイトルにある通り、コンピュータビジョン技術の基礎に関して、一通りの概要をつかんでいただくとともに、先進的な応用事例を通してその可能性をご理解いただき、今後の研究活動に活かしていただければ幸いです。

本セミナーの開催に当たっては、会場の手配、準備から当日の運営まで、多数の方にご協力いただきました。ご協力いただいた方々に、この場をお借りして、感謝の意を表したいと思います。また、ご講演いただいた講師の先生方、および本セミナーにご参加をいただきました方々に、心よりの感謝の意を表したいと思います。ありがとうございました。

文責: 木下 航一 (オムロン)

