

第 56 回シンポジウム「ロボットに使える最新画像処理」レポート

日 時：2010 年 5 月 21 日(金) 10:00～17:15

第 1 会場：東京大学 本郷キャンパス 薬学総合研究棟 2 階講堂

第 2 会場：東京大学 本郷キャンパス 工学部 14 号館 142 号室

参加者数：211 名（第 1 会場 146 名，第 2 会場 65 名）

オーガナイザー：山下 淳（静岡大学）

概要

今回のセミナーでは，ロボットに使える最新画像処理技術について，新進気鋭の先生方を 4 名お招きして，それぞれ 90 分間ずつ御講演頂きました。

移動ロボットの地図生成・環境認識のための画像処理技術にはじまり，物体追跡，対応点マッチングのための特徴量，画像理解のためのパターン認識などについて，SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)，Particle Filter，SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)，SRF (Statistical Reach Feature)，HLAC (Higher-order Local Auto Correlation) などの最新トピックスをキーワードとして，基礎から応用，実例まで分かりやすく御解説頂きました。

以下に，各講演について報告致します。

第 1 話 ロボットの地図構築・環境認識のための画像処理

千葉工業大学の友納正裕先生に，ロボットの地図構築・環境認識のための画像処理について御講演頂きました。

近年，画像処理技術の進歩により，画像を用いてロボットの環境認識を行うことが可能になってきており，特にステレオ視や多視点幾何に基づく三次元地図構築や画像局所特徴量を用いた物体認識・場所認識はロボティクスにとって重要な技術となっています。本講演では，これらの技術について事例を交えてわかりやすく解説して頂きました。まず，画像を用いた地図構築である Visual SLAM について，特徴点の抽出と追跡，カメラ移動量推定，三次元復元，Visual SLAM と Structure from Motion の関係などを解説して頂きました。次に，画像を用いた場所認識・自己位置推定について，最近のアプローチである Visual Vocabulary を用いた大規模画像検索に基づく場所認識，ランドマーク画像による三次元地図上での位置姿勢推定を解説して頂きました。最後に，三次元地図の構造化や物体モデル抽出に関する話題を御紹介頂きました。

第 2 話 パーティクルフィルタとその物体追跡への応用

東芝の篠原雄介先生に，パーティクルフィルタとその物体追跡への応用について御講演頂きました。

パーティクルフィルタは，観測の時系列からシステムの状態を逐次ベイズ推定する手法であり，近年様々な分野で注目されています。ロボットに関連するものでは，動画像から物体の位置や姿勢などをトラッキングする物体追跡の問題や，SLAM への応用が盛んに研究されています。特に物体追跡への応用はよく知られており，定番手法のひとつとして広く使われています。本講演では，物体追跡への応用を題材としながら，パーティクルフィルタの基本的な使い方について御紹介頂きました。さらに，パーティクルフィルタの理論的な導出過程について，ベイジアンフィルタや逐次インポートランスサンプリングなど重要な概念を交えながら，順を追って分かりやすく解説して頂きました。

第 3 話 物体認識のための画像局所特徴量 -SIFT と最近のアプローチ-

中部大学の藤吉弘亘先生に，近年のアプローチである画像局所特徴量による物体認識について御講演頂きました。

勾配をベースとした画像局所特徴量である SIFT は、特徴点であるキーポイントの検出と特徴量の記述を行うアルゴリズムであり、検出したキーポイントに対して、画像の回転・スケール変化・照明変化等に頑健な特徴量を記述するため、イメージモザイク等の画像間の対応点マッチングや特定の物体認識に用いられています。本講演では、SIFT のアルゴリズムについて概説し、具体例として SIFT を用いたアプリケーションや応用手法として一般物体認識への展開について御紹介頂きました。さらに、SIFT アプローチの高精度化手法である PCA-SIFT や GLOH、高速化手法である SURF、そして最近のアプローチである Randomized Trees を用いた事前学習による対応点探索の高精度化・高速化について、デモを交えて解説して頂きました。

第4話 画像理解のためのパターン認識処理 —統計的リーチ特徴法と HLAC・CHLAC—

産業技術総合研究所の佐藤雄隆先生に、画像理解のためのパターン認識処理について御講演頂きました。

背景差分やテンプレートマッチングなどの画像照合処理を、照明変動やノイズなど様々な外乱が予想される実環境下において実用的に運用するためには、ロバストな画像特徴を選択し、用いることが重要となります。そこでまず、サンプルとして与えた画像群中において明度の大小関係が一貫して安定に保たれる点对を統計的な基準に従って選択し、その保存性に着目するメカニズムにより、サンプル画像群中に安定して存在するロバストな特徴を自動的に抽出することができる統計的リーチ特徴法 (SRF 法) について解説して頂きました。次に、動画像中に映る対象の形と動きの情報を的確に多次元ベクトルとして表現する能力を持ち、高性能な動画像分析・識別を可能にする立体高次局所自己相関特徴 (CHLAC) とその応用について解説して頂きました。



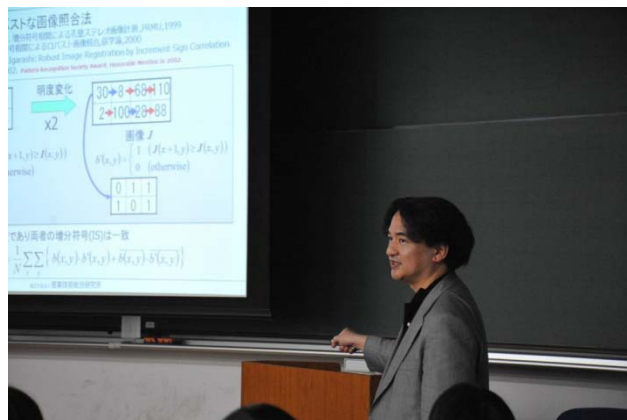
第1話 友納先生 (千葉工業大学)



第2話 篠原先生 (東芝)



第3話 藤吉先生 (中部大学)



第4話 佐藤先生 (産総研)

まとめ

本セミナーは、以下のような受講対象者を想定して、新進気鋭の先生方4名に御講演頂きました。

- 最新の画像処理手法に興味がある
- 最新の画像処理手法をツールとして使いたい
- SLAM, Particle Filter, SIFT, HLAC などの単語を耳にしたことはあるが、内容が良く分からないためゼロから学習したい
- SLAM, Particle Filter, SIFT, HLAC などに関する最新の研究動向を知りたい

講師の先生方には、論文を読むだけでは理解が難しいかもしれない内容を、分かりやすい説明でそれぞれ丁寧に解説して頂きました。

最新の画像処理手法は一見難解で使うことが難しそうに感じられるかもしれませんが、一方で OpenCV などのライブラリをはじめ様々な画像処理ツールを簡単に利用できる環境が最近急速に整いつつあります。

最新の画像処理手法の内容を理解し、様々な画像処理ツールを使いこなすことで、画像処理の研究者以外でも最新の画像処理技術をロボット研究等に利用することができると予想します。本セミナーがその一助となれば幸いです。

なお、開催1ヶ月前に参加申込数が当初の定員150名を超えたため、急遽第2会場を準備しました。その結果、第1会場では第1話→第3話→第2話→第4話の順番で、第2会場では第2話→第4話→第1話→第3話の順番で参加者の皆様に御聴講頂きました。第1会場の司会は山下淳（静岡大学）が、第2会場の司会は梅田和昇先生（中央大学）が、それぞれ担当しました。

最後に、この場をお借りして、御講演頂いた講師の先生方、会場を御提供頂きました東京大学薬学部と東京大学工学部の皆様、および御参加頂きました方々に感謝の意を表します。

ありがとうございました。

文責 山下 淳（静岡大学）



ロボットに使える最新画像処理

日時：2010年5月21日（金）10:00～17:15

会場：東京大学 本郷キャンパス 薬学総合研究棟 2 階講堂（東京都文京区本郷 7-3-1）

アクセス：http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_10_02_j.html

または <http://www.f.u-tokyo.ac.jp/~kyoumuk/Kodo-access.pdf>

「本郷三丁目駅」（丸ノ内線，大江戸線）徒歩 10 分，「湯島駅」（千代田線）徒歩 8 分，「東大前駅」（南北線）徒歩 12 分

定員：150 名（定員になり次第締め切ります）

参加費：会員／協賛学会員 8,400 円，学生（一律）4,200 円，会員外 12,600 円（税込）

口上：本セミナーでは，ロボットに使える最新画像処理技術について，新進気鋭の先生方をお招きして御講演頂きます。移動ロボットの地図生成・環境認識のための画像処理技術にはじまり，物体追跡，対応点マッチングのための特徴量，画像理解のためのパターン認識などについて，SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)，Particle Filter，SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)，SRF (Statistical Reach Feature)，CHLAC (Cubic Higher-order Local Auto Correlation) などの最新トピックスをキーワードとして，基礎から応用，実例まで分かりやすく御解説頂きます。

オーガナイザー：山下淳（静岡大学）

WEB サイト：「日本ロボット学会主催・共催行事 最新情報」よりご確認ください。

<http://www.rsj.or.jp/events/index.html>

講演内容：

＜開会挨拶・講師紹介＞

10:00～10:05

第 1 話 ロボットの地図構築・環境認識のための画像処理

10:05～11:35

千葉工業大学 友納正裕

近年，画像処理技術の進歩により，画像を用いてロボットの環境認識を行うことが可能になってきた。とくに，ステレオ視や多視点幾何に基づく三次元地図構築や画像局所特徴量を用いた物体認識・場所認識は，ロボティクスにとって重要な技術である。本講演では，これらの技術について事例を交えて分かりやすく解説する。まず，画像を用いた地図構築である Visual SLAM について，特徴点の抽出と追跡，カメラ移動量推定，三次元復元，Visual SLAM と Structure from Motion の関係などを解説する。次に，画像を用いた場所認識・自己位置推定について，最近のアプローチである Visual Vocabulary を用いた大規模画像検索に基づく場所認識，ランドマーク画像による三次元地図上での位置姿勢推定を解説する。最後に，三次元地図の構造化や物体モデル抽出に関する話題を簡単に紹介する。

＜休憩（昼食）＞ 11:35～12:25

第 2 話 パーティクルフィルタとその物体追跡への応用

12:25～13:55

東芝 篠原雄介

パーティクルフィルタは，観測の時系列からシステムの状態を逐次ベイズ推定する手法であり，近年様々な分野で注目されている。ロボットに関連するものでは，動画像から物体の位置や姿勢などをトラッキングする物体追跡の問題や，SLAM への応用が盛んに研究されている。特に物体追跡への応用はよく知られており，定番手法のひとつとして広く使われている。本講演では，物体追跡への応用を題材としながら，パーティクルフィルタの基本的な

使い方について紹介する。さらに，パーティクルフィルタの理論的な導出過程について，ベイジアンフィルタや逐次インポートランスサンプリングなど重要な概念を交えながら，順を追って分かりやすく解説する。

＜休憩＞ 13:55～14:05

第 3 話 物体認識のための画像局所特徴量

－SIFT と最近のアプローチ－

14:05～15:35

中部大学 藤吉弘亙

近年のアプローチである画像局所特徴量による物体認識についてわかりやすく解説する。勾配をベースとした画像局所特徴量である SIFT は，特徴点であるキーポイントの検出と特徴量の記述を行うアルゴリズムである。検出したキーポイントに対して，画像の回転・スケール変化・照明変化等に頑健な特徴量を記述するため，イメージモザイク等の画像間の対応点マッチングや特定の物体認識に用いられている。本講演では，SIFT のアルゴリズムについて概説し，具体例として SIFT を用いたアプリケーションや応用手法として一般物体認識への展開について紹介する。さらに，SIFT アプローチの高精度化手法である PCA-SIFT や GLOH，高速化手法である SURF，そして最近のアプローチである Randomized Trees を用いた事前学習による対応点探索の高精度化・高速化について，デモを交えて解説する。

＜休憩＞ 15:35～15:45

第 4 話 画像理解のためのパターン認識処理

－統計的リーチ特徴法と HLAC・CHLAC－

15:45～17:15

産業技術総合研究所 佐藤雄隆

背景差分やテンプレートマッチングなどの画像照合処理を，照明変動やノイズなど様々な外乱が予想される実環境下において実用的に運用するためには，ロバストな画像特徴を選択し，用いることが重要となる。今回紹介する統計的リーチ特徴法 (SRF 法) は，サンプルとして与えた画像群中において明度の大小関係が一貫して安定に保たれる点対を統計的な基準に従って選択し，その保存性に着目するメカニズムにより，サンプル画像群中に安定して存在するロバストな特徴を自動的に抽出することができる。本講演では，SRF 法の定義および基本的な性質，そして応用例について述べる。更に後半では，動画像中に映る対象の形と動きの情報を的確に多次元ベクトルとして表現する能力を持ち，高性能な動画像分析・識別を可能にする立体高次局所自己相関特徴 (CHLAC) とその応用について述べる。