

第 58 回システム工学部会研究会「人・モノの流れをとらえる数理的アプローチ」

主催：計測自動制御学会システム・情報部門

協賛：電気学会 C 部門システム技術委員会(予定)

協力：文部科学省委託事業 AIMaP (受託拠点：九州大学 IMI)

企画：計測自動制御学会システム・情報部門システム工学部会、パーティクルフィルタ研究会

日時：平成 30 年 1 月 12 日(金) 13:00 - 17:00

会場：場所：神戸大学梅田インテリジェントラボラトリ

プログラム：

12:30 -13:00 (受付)

13:00 -13:10 (オープニング)

13:10 - 14:00 パーティクルフィルタに基づく複数対象追跡の現状と課題

生駒哲一 (日本工業大学)

初期のパーティクルフィルタであるモンテカルロフィルタやブートストラップフィルタ,あるいは動画追跡における CONDENSATION などでは,多峰の事後確率分布を扱えるものの,それは単一対象が複数の解釈可能性を持つという事であり,複数対象の各々の存在確率を表すものではない.複数対象の同時追跡を的確に定式化するには,ランダム有限集合 (RFS: Random Finite Set) による状態空間モデルが好ましいが,その形式的解は複雑であり,現実的な解法アルゴリズムは解析的には導出できない.事後確率分布の 1 次モーメント近似である PHD (Probability Hypothesis Density: 確率仮説密度) を用いた形式的解として PHD フィルタが導出され,後に,事後 PHD をモンテカルロ近似した解法アルゴリズムである PHD フィルタの逐次モンテカルロ実装が提案されて,実問題への適用が可能になった.続いて,対象の個数 (Cardinality) を明示的に扱う C-PHD フィルタ,線形ガウスモデルに対し解析的な解を与える混合ガウス GM(Gaussian Mixture)-PHD フィルタ,それらの併用である GM-CPHD フィルタなどが提案された.続いて,モンテカルロ近似の各粒子がどの追跡対象を表すかを明示する為,粒子に識別ラベルを付与する方法が提案され,これと,PHD が前提とするポアソン過程の RFS を発展させた複数ベルヌーイ過程フィルタとが融合し,ラベル付き複数ベルヌーイ (LMB: Labeled Multiple Bernoulli) フィルタへと昇華した.そこでは,PHD と LMB の RFS を特殊形として持ち,これらを一般化した Generalized LMB-RFS に対して,システム方程式での時間推移あるいは観測モデルに基づくベイズ則に対する再生性あるいは共役性を持つことが示され,その限定的なクラスを用いた δ -GLMB フィルタにおいて得られる強い結果に基づく効果的なハイブリッドフィルタアルゴリズムが提案された.本講演では,これらの複数対象の追跡法群を概観し,その国内外での研究の現状と課題を述べる.

14:00 - 14:50 交通行動推定のためのアクティビティシミュレーションと 観測データの統合

布施 孝志(東京大学)

近年,交通需要予測の結果から,安全性・利便性・快適性といった質的評価が求められており,個人の移動及びその変化について詳細に把握する必要性が高まってきている.個人の移動に関する情報取得のため,従来から,パーソントリップ(PT)調査や,アクティビティベースの非集計交通行動モデルの開発が行われてき

た。アクティビティベースモデルによる分析では個人の1日の活動全体を詳細に表現できるが、10年に1度のPT調査データを前提とするため、現況に即した個人の移動の把握には限界がある。一方でモバイル空間統計等、多様な交通データの取得可能性が広がってきている。これらのデータは、PT調査と比べて高頻度取得可能であるため、現況に合った交通状態の推計への寄与が期待される。しかし、多くの交通データは集計データであり、個人属性が不明であること等から、交通データ単体での個人の移動やその変化に関する分析は困難である。そこで、個人の1日の活動全体を詳細に表現できるアクティビティモデルと、動的な交通状況の再現が可能な交通データの両者を、パーティクルフィルタを用いて同化することにより、現況に即した個人の移動の再現を試みた。

14:50 - 15:00(10分休憩)

15:00 - 15:30 観測データに基づく人の移動履歴の推定

梅谷 俊治(大阪大学)

防災、交通、マーケティングなどの分野で、個人の移動履歴を収集・加工したデータを利用して人の流れを解析する研究やそれに基づくサービスの開発が盛んに行われている。しかし、これらのデータは個人のプライバシー情報を多く含むため、企業や個人など幅広い層に個人の移動履歴データを公開することは困難である。また、収集した個人の移動履歴データの欠損や不備により、その利用が困難な場合も少なくない。本研究では、都市圏の各地点に配置されたセンサから観測される各時刻の交通量を入力データとし、時間拡大ネットワーク上における大規模な最適化問題を解き、限られた観測データから個人の移動履歴を推定する手法を提案する。

15:30 - 16:00 イベントにおける Wi-Fi シグナル計測結果にもとづく人の動き推定

内種岳詞(神戸大学)

祭や講演会など、非日常のイベントにおいて参加者数を把握することはもちろん、イベント会場内での人の移動経路や滞在時間を考えることも重要である。人の移動経路や滞在時間は、安全性や経済効果と関連していると考えられ、スーパーマーケットやコンビニエンスストアなどクローズドな会場で計測・利用されてきた。一方、屋外イベントでは、カメラなどの計測機器をイベント期間中のみ多数設置することは難しく、より手軽に人の流れを計測する手法が求められる。多くの人が身に着けているスマートフォンなどの Wi-Fi 通信機器は、機器 ID を含むビーコンと呼ばれるシグナルを常にブロードキャストしている。そのため、シグナルを計測することにより、人の移動経路や滞在時間を計測結果から推定可能だと期待される。本研究では、Wi-Fi 通信機器が発するシグナルの取得結果から、人の移動経路や滞在時間の推定を試みる。また、取得結果が人の移動の結果生じたデータであることを示すため、データおよび待ち行列理論で利用される簡易的なモデルの両方において、滞在時間とその時間滞在する人数と関係がべき則となることを確認する。

16:00 - 16:30 人流モデルを用いた人物移動の予測と追跡

川本 一彦 (千葉大学)

カメラを用いた人物移動の予測と追跡は、人物行動解析の基礎技術として重要である。本講演では、これまで我々のグループで開発してきたいくつかの人物移動モデルを紹介し、それらに基づく予測と追跡への応用についても紹介する。また、深層学習の導入や現在の技術動向についても紹介する。

16:30 - 17:00 総合討論

17:00 - 17:10 クロージング