

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12979

研究課題名(和文) 行動の不規則性を捉えた人流予測のためのスパースモデリングとデータ同化の融合

研究課題名(英文) Combining Sparse Modeling and Data Assimilation for Human Flow Prediction to Capture Behavioral Irregularities

研究代表者

須藤 明人 (Sudo, Akihito)

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号：80588369

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、都市の人の不規則な移動を反映した行動予測モデルの高精度化にむけ、その基盤となる機械学習モデルの構築を実施した。これまでの我々の研究では個々の人々の行動の予測精度が実用レベルに達していなかったという問題があったが、この問題を解決するための技術的な鍵は、高精度な予測ができる少数の特徴量を発見できる非線形モデルであった。そこで本研究では、スパースモデリングを非線形に拡張したニューラルネットワークの手法の構築を目指して研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で構築した手法により、交通量のリアルタイム推定とプライバシー保護を両立できる技術が確立できたと考える。実応用の際には、少数の観測地点で交通量を取得しておき、その交通量データを用いて都市全体の交通量を推定すればよい。本研究の結果は、GPSデータの収集が行われている国であれば適用でき、交通混雑の予測、消費者行動の把握、インフルエンザやエボラ出血熱等の感染経路の特定、大災害時の救援部隊や物資の配分といった実応用のほか、複雑な人の動きの理解という学術的な関心にも寄与する。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a machine learning model as a basis for a highly accurate behavioral prediction model that reflects the irregular movement of people in the city. The technical key to solving this problem is a nonlinear model that can discover a small number of feature values that can be predicted with high accuracy, while our previous studies have not been able to predict individual people's behavior to a practical level. In this study, we aim to construct a method of neural networks that extends sparse modeling in a nonlinear manner.

研究分野：情報通信

キーワード：機械学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

都市における人の動きのリアルタイムな推定は交通政策、マーケティング、災害時の救援活動、感染症対策等の応用があり、人間行動の理解という学術的な側面からも重要である。GPS 等を活用した人の位置データが入手できるようになったことから、都市の人の動きを位置データから推定する研究が 2005 年ごろから活発化してきた。

2. 研究の目的

全ての道路ではなく、十分に少ない観測地点から得られるデータの利用であればプライバシー保護の観点で問題にならないと考えられる。従って、少数の地点で観測された交通量のデータから都市全体の交通量を推定する手法を構築できれば、プライバシー保護と都市の交通量のリアルタイム推定を同時に達成することができる。

少数の観測点から全体を再現する手法として、標本化定理の一般化とみなせる圧縮センシングがある。圧縮センシングの標準的な手法である LASSO を使うと、少数の観測地点のデータから全ての地点の値を推定する線形回帰モデルが得られる。線形モデルは結果の解釈がしやすく、応用の現場に受け入れられやすい利点があるものの、線形モデルであるため、非線型なデータに対しては適用が難しい。そこで、本研究では、圧縮センシングのために拡張したニューラルネットワーク (NN) で非線形なモデルを構築し、LASSO よりも高い精度で推定することを目的とする。

3. 研究の方法

研究代表者が実施した先行研究において、NN を拡張することで低次元のデータに対しては、非線型な圧縮センシングができることを確認できていた。

すなわち、非線形な埋込み型特徴選択、いわば Lasso の非線形化をニューラルネットワークで行うために、第 1 層の結合と損失関数の正則化項に工夫を加えた 4 層以上のニューラルネットワークを構成する。そこでは、1 層目が入力層と中間層が 1 対 1 の結合をしており、損失関数にはその第 1 層の L1 ノルムを正則化項に加える。正則化項の効果により、出力に影響が無い入力次元に対応する結合荷重がゼロになる。結合がゼロになった入力次元は 2 層目以降では用いられず、これが Lasso の特徴選択に対応する。2 層目以降はニューロンが全結合した通常が多層パーセプトロンなので、理論上は任意の非線型関数を近似できる。2 層目以降は、畳み込み層やプーリング層といった別の構造やドロップアウトを用いるなど、多層のニューラルネットワークで許される様々な方法を用いてよい。学習したニューラルネットワークで識別や回帰を行う際は、1 層目の結合がゼロではない少数の次元だけを入力する。結合がゼロの次元は 2 層目以降には値が伝播しないので、無視しても推定にも影響を与えない。

本研究では、この構成に複数の改善を加えることで、高次元データに対応できる手法に拡張した。

具体的な工夫は、現時点では非公開とする。

4. 研究成果

パラメータ設定や具体的な精度といった詳細な結果は、現時点では非公開とするが、手書き画像データである MNIST を用いた実験の一部を示す。

用いたデータは MNIST と、MNIST に新たな特徴量として最大 1000 次元のガウシアンノイズを加えた 2 種データである。

図 1 に、MNIST データの例と、DeepLasso によって有効と判断されたピクセルを示す。これは、ヒートマップにおける濃紺のピクセルを無視しても「1」と「4」を識別できるということである。識別に必要なピクセルが少数であることがヒートマップから見て取れる。

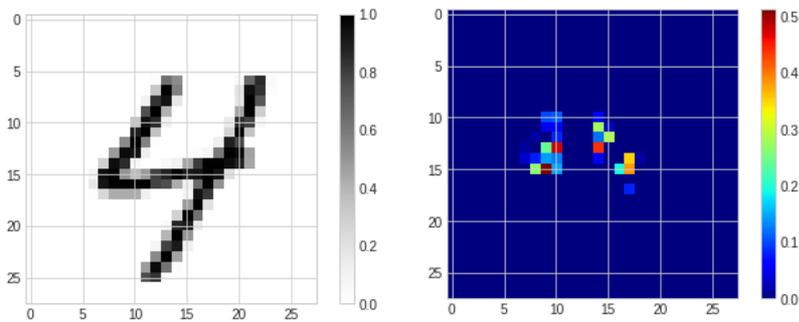


図 1 MNIST データと識別に用いられているピクセルの抽出結果

MNIST にガウシアンノイズから発生させた特徴量を加えて識別させた時の精度は以下の通りである。

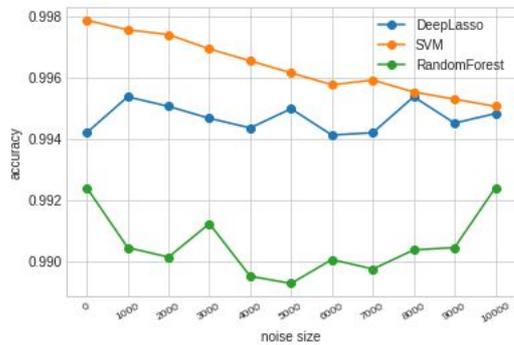


図 2 DeepLasso の精度

さらに、DeepLasso の重みの推移を以下に示す。

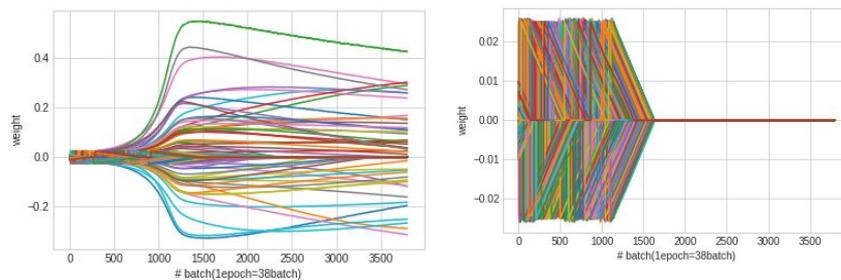


図 3 DeepLasso の重みの推移。(上)効いている feature の重み(下)ノイズとして加えた feature の重み

ここから、DeepLasso の重みがゼロになることで、ノイズとして加えた feature を除去できていることがわかる。

以上から、DeepLasso を 10,000 次元の高次元データに適用して、精度と非線型な特徴選択の両方が実現できていることが確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Akihito Sudo, Teng Teck-Hou, Hoong-Cuin Lau, Yoshihide Sekimoto
2. 発表標題 Predicting Indoor Crowd Density using Column-Structured Deep Neural Network
3. 学会等名 PredictGIS2017 (Held in conjunction with the 25th ACM SIGSPATIAL) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keita Tokuda, Yasunobu Hashimoto, Chika Yamauchi, Keiko Iwasa, Kazuki Yoshida, Naoya Fujiwara, and Akihito Sudo.
2. 発表標題 Evaluation of Mental Calculation Educational System with Invisible Abacus.
3. 学会等名 In Proceedings of the 2020 8th International Conference on Information and Education Technology (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考