

令和元年6月20日現在

機関番号：32503

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K16295

研究課題名(和文) 複雑化したサプライチェーンモデルに対する大規模データ処理技術の適用

研究課題名(英文) Applications of Large-scale Data Processing Technology to Complex Supply Chain Model

研究代表者

齊藤 史哲 (SAITOH, Fumiaki)

千葉工業大学・先進工学部・准教授

研究者番号：30625132

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：近年のデータ解析において大きな成功を収めている機械学習のサプライチェーンシミュレーションなどのタスクへの応用を試みてきた。単なる予測モデルの構築ではなく、オンライン学習は集団学習、エージェント学習といった先進的な学習モデルを用いた新たなアプローチを提案してきた。さまざまな形式によって大量のデータ蓄積が期待される昨今において、学習モデルを有効活用することによって、様々な業務の効率化や収益向上が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

経済のグローバル化などの様々な要因からサプライチェーンは複雑化しており、より効率的な運用が求められている。その一方で、近年における機械学習に代表されるデータ処理技術の発展には目覚ましいものがあり、様々な領域のデータ活用において成功を収めている。本研究では、サプライチェーンを想定した計算機シミュレーションのタスクに機械学習の適用を試みてきた。これらのタスクにおいて提案してきた機械学習ベースの方法による性能向上が確認され、今後さらに発展を見込めることを示すことができた。

研究成果の概要(英文)：We attempted to implement the proposed methods to tasks such as supply chain simulation of machine learning, which has achieved remarkable success in data analysis in recent years. Instead of batch learning based demand predictor, online learning has proposed new approaches using advanced learning models such as ensemble learning data mining and agent learning. Nowadays, when a large amount of data is expected to be accumulated in various formats, the efficient use of learning models can improve the efficiency and profitability of various businesses situations.

研究分野：機械学習

キーワード：サプライチェーン 機械学習 計算機シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

昨今における ICI の飛躍的な発展に伴い、ネット取引と実商取引の融合が進み、製品の流れや顧客の振舞いは複雑化している。その一方で、配送のログやレビューやアクセスログに代表されるネット上における顧客の振舞いに関する情報は日々データとして蓄積されており、このような情報の有効活用が望まれている。データの蓄積や計算機技術の発展、データ処理の方法論のブレークスルーもあり、Deep Learning に代表される大規模データを対象とした機械学習の技術は、目覚ましい発展を遂げている。その一方で、これらの先進技術の多くは、主に Web データや画像・音声などの認識技術を対象として応用がなされており、経営を対象としたタスクへの応用はまだ発展途上といえる。特に、本研究の対象とするサプライチェーンのタスクにおいては十分に適用されてはならず、発展の余地がまだ残されている。

2. 研究の目的

サプライチェーンの最適化やシステム全体の挙動の解析において重要な判断材料となる現象として“ブルウィップ効果”が挙げられる。ブルウィップ効果とはサプライチェーンの上流に行くにつれて、下流からの需要量に関する情報が劣化して伝わり、上流のコンポーネントでは適切な意思決定がしにくくなる現象であり、これまでに、シミュレーションベースで多くの研究がなされてきている。

この領域においては、これまでは比較的プリミティブなデータ処理技術やデータに基づいた意思決定ではなく、あらかじめ組み込まれた意思決定方法を適用することによって、シミュレーションがなされることが多かったが、近年における機械学習の発展には目覚ましいものがあり、これらの方法を適用することで、サプライチェーンの効率化やデータの有効活用方法を検討する必要があると考えた。

本研究では、サプライチェーンシミュレーションのタスクにおいて、データ解析分野における先進技術である機械学習を適用することによるシミュレーションの性能向上およびブルウィップ効果の抑制を試みる。シミュレーションにおける各構成要素は学習を通じて需要予測を行い、その予測結果に基づいて上流への発注を行うシミュレーションであり、学習が早くかつ適切に行われないとブルウィップ効果が発生するので、これを抑制するための枠組みの提案を目的とする。

さらに、サプライチェーンの複雑化に伴い、機械学習を適用する上で発生すると思われる問題として、データの複雑化や欠損値の発生といった問題を挙げ、これらの問題への対処方法を提案することを第二の目的とする。

3. 研究の方法

サプライチェーンの計算機シミュレーションを対象タスクとし、各コンポーネントにおける予測モデルや意思決定モデルに機械学習を適用することによってその効果を検討した。各コンポーネントにおける需要予測がサプライチェーン全体の挙動にどのように影響を及ぼし、その影響をコントロールできるかを検討してきた。サプライチェーンシミュレーションの設定としては、サプライチェーンの上流から下流に移るにつれて需要予測の挙動が不安定になる現象であるブルウィップ効果に着目し、それを制御するタスクにおいて、機械学習の適用の効果について検討してきた。

さらに、機械学習に基づいてサプライチェーンに関連するデータを対象としたデータ解析方法についても研究を進めてきた。中でも、カスタマーレビュー内に含まれる配送レビューに着目し、製品の配送において顧客が抱く不満や満足に影響を及ぼす要因の抽出方法について研究を進めてきた。

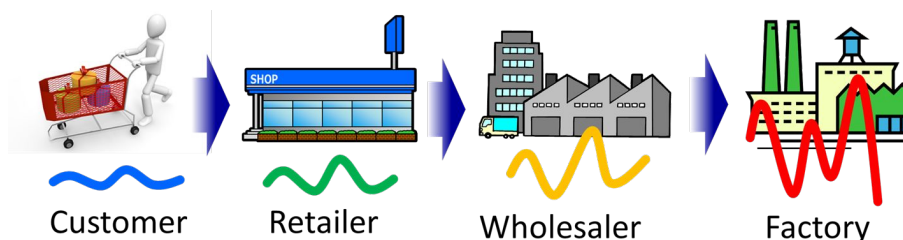


図1 ブルウィップ効果のイメージ（図中の曲線は需要量の変動を表している）

4. 研究成果

主に、サプライチェーンシミュレーションにおけるコンポーネントが行う需要予測や意思決定において機械学習を新たに適用し、その効率化について検討してきた。特に学習モデルをサプライチェーンシミュレーションに対して適用することを考えると、時々刻々と変化する環境に適応するシステムの構築が望まれると考え、予測モデルの学習を逐次的に行うモデルの提案を行った。ここでは、逐次的にデータを学習する方法であるオンライン学習のアルゴリズムに着目し、その方法の有効性を確認した。中でも、学習性能が高いとされる適応正則化回帰を本タスクに利用することで、性能が高まることを確認した。

サプライチェーンの複雑化によって、もたらされる意思決定主体の学習環境の複雑化に伴うデータの複雑化に対処するために、データの前処理技術や環境変化への対応を目指したエージェント学習手法について研究を進めてきた。さらに、配送に関するデータとして、配送レビューを対象とした機械学習によるデータ解析を通じて、配送に対する顧客満足度の解析技術の提案も行った。

また、上記のカスタマーレビューの解析においては、配送に関連するキーワードを含むカスタマーレビューがどのように利用されているのかを解析するために、非負値行列因子分解を用いて文書中のトピックの抽出を試みた。このトピックを用いてランダムフォレストによる変数重要度の計算により、満足度に影響を及ぼす要因の検出を試みた。これにより、配送に関するキーワードを含むレビューにおいてどのようなトピックのレビューが満足度に影響を及ぼすのかをデータから抽出できるようになった。

今後は、サプライチェーンのシステムを構成する要素をエージェント、すなわち、自律的に意思決定する AI によりサプライチェーンのモデルを構築する必要があると考えている。サプライチェーンは環境の変動や状況の変動が多く存在するため、状況の変化に適応できるエージェントの構築を目指し、まず手始めに、複数の環境の学習結果を再利用できるエージェントの学習モデルの提案を行ってきた。今後は、これらのシステムを統合的に運用することで、サプライチェーンシミュレーションおよびその利用の深化を行っていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- 1) 齊藤史哲, “適応正則化回帰による多段階サプライチェーンモデルの安定化,” 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol.137, No.10, pp.1393-1401, (2017) 査読有
- 2) 齊藤史哲, “自己組織化写像を用いた Sub-bagging による欠損値データの推定,” 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol.137, No.8, pp.1102-1110, (2017) 査読有
- 3) 齊藤史哲, “ベクトル量子化に基づくデータ解析とその周辺,” 経営システム, Vol. 25, No. 4, pp.205-212, (2016) 査読無

〔学会発表〕(計9件)

- 1) 齊藤史哲, “行動則の因子情報に基づいた学習エージェントの知識再利用,” インテリジェントシステムシンポジウム 2018 査読無
- 2) Shu Ochikubo, Kano Komiya, Fumiaki Saitoh, Syohei Ishizu, “Evaluation of Knowledge Acquisition from Document Clustering Based on Information Retrieval Scales,” (IEEE-IEEM2017) 査読有
- 3) Tokuhiro Kujiraoka, Fumiaki Saitoh, Syohei Ishizu, “Extraction of Customer Satisfaction Topics Regarding Product Delivery Using Non-negative Matrix Factorization,” (IEEE-IEEM2017) 査読有
- 4) 齊藤史哲, “ベクトル量子化モデルにおけるブートストラップベースの集団学習,” インテリジェントシステムシンポジウム 2016 査読無
- 5) 齊藤史哲, “Sub-bagging による自己組織化写像の集団学習を用いた欠損値補完,” 経営工学会平成 28 年度秋季大会, 査読無
- 6) Fumiaki SAITOH, “Predictive Modeling of Corporate Credit Ratings Using a Semi-supervised Random Forest Regression,” The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEE-IEEM2016) 査読有
- 7) Fumiaki SAITOH, “An Ensemble Model of Self-organizing Maps for Imputation of Missing Values,” IEEE 9th International Workshop on Computational Intelligence and Applications, pp.9-13, (IEEE-IWCIA2016) 査読有

様 式 C - 1 9、F - 1 9 - 1、Z - 1 9、C K - 1 9 (共 通)

- 8) Fumiaki SAITOH, “The Impact of Adaptive Regularization of the Demand Predictor on A Multistage Supply Chain Simulation,” The 23rd International Conference on Neural Information Processing, Part IV, LNCS 9950, pp. 147-155, (ICONIP2016) 査読有
- 9) Fumiaki SAITOH, “Ensemble Models of Learning Vector Quantization Based on Bootstrap Resampling,” 25th International Conference on Artificial Neural Networks, Part II, LNCS 9887, pp. 267-274 (ICANN2016) 査読有

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。