

マルチエージェントシミュレーションを用いた モジュラー建築物のレンタル事業の解析

舟久保龍成[†] 土屋直樹[§] スティーヴン・クレイネス[§] 大谷紀子[‡]

東京都市大学大学院環境情報学研究科[†] 東京都市大学メディア情報学部[‡] 三協フロンテア株式会社[‡]

1. 研究の背景と目的

現在、三協フロンテア株式会社ではユニットハウスのレンタル事業を行っている。ユニットハウスとは再利用可能な組み立て式の建築物で、仮設住宅や仮設事務所等に使用されている。貸出し時にユニットハウスの返却予定日は申告されるものの、状況に応じて使用期間を借り手を変更することができる。ユニットハウスの生産は在庫数によって決めているが、返却予定日が変更する可能性があるため在庫を予測して生産計画を立てることが難しい。2018 年より決定木と遺伝的アルゴリズムを用いた返却時期予測の研究[1]が進められているが、高い予測精度が得られていない。決定木とはツリー構造で表された分類規則であり、分類基準が明確に記されるため、各クラスを特徴づける要素を知ることができる点が長所である。ユニットハウスの返却時期予測においては、予測結果だけでなく返却時期を左右する要因を知ること重要であるため、決定木の使用が有効であると考えられる。返却時期が予定日より早まるか、遅くなるか、予定通りに返却されるかを判別する決定木の生成を C4.5[2]や共生進化[3]に基づく手法[4]で試みているが、実用に耐えうる十分な予測精度は得られていない。決定木生成に使用したデータを調査した結果、データの属性の調整、および属性値の変換に問題があることが分かった。カテゴリ化による概要把握には、レンタル事業の基礎的な構造を理解し、出荷と返却に影響を及ぼしている主要な要素を見つけ出す必要がある。また、データの属性に不足がみられることも考えられる。現在使用しているデータには、クライアントの詳細な情報や、ユニットハウスの使

用用途の情報が不足している。しかし、不足している情報が、返却日予測に必要な情報なのかどうかの確かな根拠が得られていない。そのため、どのようなデータが重要なのか調査が必要である。

影響を及ぼしている要素や、不足している要素を知ることができれば、決定木に使用するデータの適切な属性及び属性値の調整が可能となり、予測精度の向上が見込める。予測精度向上を達成することによって、ユニットハウスの返却時期と、返却時期を左右する要因を知るという目標が達成可能である。

本研究では、レンタル事業の基礎的な構造を理解し、出荷と返却に影響を及ぼしている主要な要素を見つけ出すことを目的として、マルチエージェントシミュレーションを用いた三協フロンテア株式会社のレンタル事業のシミュレーションモデルの作成し、レンタル事業の解析をする。

2. ユニットハウスのレンタル事業におけるマルチエージェントシミュレーション

本手法では、マルチエージェントシミュレーション(MAS; Multi-Agent Simulation)を用いる。MAS とは、複数のエージェントからなるシミュレーションであり、各エージェントの振る舞いや、エージェント同士の干渉、環境の変化などによって複雑な問題の予測などが可能である。エージェントの振る舞いを自由に表現できる特徴をもち、社会や経済などの複雑な問題に適用がしやすい特徴がある。

本研究では、レンタル事業で貸し出される各ユニットハウスをエージェントとする。各地方に貸し出されたユニットハウスの返却までのプロセスをシミュレートし、得られた結果からレンタル事業の調査を行う。出庫日から返却予定日までの日数をエージェントのタスクとし、1 日毎のそのタスクを 1 つ消費させる。天候や、他のエージェントとの影響によってタスクを増減させ、タスクが 0 になった時点を返却日とする。

Analysis for Rental Business of Modular Buildings Using Multi-agent Simulation

[†] Ryusei Funakubo, Graduate School of Environmental and Information Studies, Tokyo City University

[‡] Noriko Otani, Faculty of Informatics, Tokyo City University

[§] Naoki Tsuchiya, Steven Kraines, SANKYOFONTIER CO.,LTD

エージェントには、ルールを複数持たせる。ルールはデータの属性値や、属性値の組み合わせ、天候などの情報との組み合わせによって決まる。ルールに基づいてエージェントが振る舞いを決定する。エージェントの振る舞いは、他のエージェントの振る舞いからも影響を受ける。

MAS を用いて表された結果から実際の返却されたデータの再現を行い、シミュレーション状のエージェントのパラメータからどの要素が返却に大きな影響を及ぼしているのかを調査する。

3. 評価実験

三協フロンテア株式会社の茨城センターにおけるレンタル事業用ユニットハウスの動きをシミュレートする実験を実施した。実験には 2013 年 4 月 1 日から 2016 年 3 月 31 日までの 3 年分のユニットハウスの出庫データ、気象データ、および茨城センターにおける在庫数データを使用する。各データの属性を表 1 に示す。

エージェントはユニットハウス 1 棟につき 1 個体生成する。1 つの取引で複数のユニットハウスが貸し出される場合には、通し番号をエージェントに持たせた。これは、ユニットハウスのレンタルにおいて、複数個貸し出された後、不要になった 1 部を予定より早く返却する傾向がみられるため、若い通し番号の個体ほど返却日が早まるルールを追加するためである。また、1 つの取引において、複数回に分けてユニットハウスを借りる事例も存在する。こういった事例では、1 個体の返却の遅延が他の個体に影響を及ぼすため、取引番号によって個体同士のネットワークを作成する。用途や用途個体、業種などの属性では、それぞれの属性値毎や、組み合わせによってさまざまな傾向がみられるためエージェントのルールとした。気象データはエージェントの存在する地域によってエージェントへの影響が変わるように設計した。例えば、雪がよく積もる地域では、取引時に雪の影響なども考慮されているため返却日に影響が少ないが、雪があまり降らない地域で大雪が降った場合は大幅な遅延が考えられる。今回の実験においてエージェントが貸し出される地域は、茨城県、群馬県、埼玉県、神奈川県、静岡県、千葉県、長野県、東京都、栃木県である。

マルチエージェントシミュレーションを用いて、ユニットハウスの返却の再現をした結果、返却日の正確な再現はできなかったものの、返却予定日より早く返却される、予定通り返却される、返却予定日より遅く返却される、の 3 つのクラス分類の再現は可能であった。数量、ク

表 1 データの属性

データ	属性
出庫データ	出庫日、数量、受注番号、使用される場所の住所、現場区分、用途、クライアントの業種、契約番号、引取予定日
気象データ	平均気温、降水量の合計、最新積雪、最大風力
在庫数データ	増棟や販売、出庫によって変動した 1 日分の在庫数

ライアントの業種、使用用途の影響度が大きかった。

4. 考察

評価実験の結果、レンタルされるユニットハウスをエージェントと見立ててシミュレーションをした結果、返却日の詳細な再現はできなかったものの、返却予定日より早く返却される、予定通り返却される、返却予定日より遅く返却される、の 3 つのクラス分類の再現は可能であることが分かった。以上より、エージェントのルールの不備とデータの不備が考えられる。エージェントの返却日に対するルールをさらに詳細にすることが可能であれば、再現率の向上は見込める。また、評価実験よりクライアントの業種や、使用用途の影響度が高かったため、より詳しいクライアントの情報や、使用用途の情報が必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 舟久保龍成, 土屋直樹, スティーヴェンクレイネス, 大谷紀子, "モジュラー建築ユニットの返却時期を予測する決定木の GA による精度向上", 情報処理学会第 80 回全国大会予稿集, Vol.1, pp.299-300, 2018.
- [2] Quinlan, J.R., "C4.5: Programs for Machine Learning", Morgan Kaufmann, 1993.
- [3] Moriarty, D.E., Miikkulainen, R., "Hierarchical Evolution of Neural Networks", Proc. of the IEEE World Congress on Computational Intelligence, pp.428-433, 1998.
- [4] 大谷紀子, 志村正道, "共生進化に基づく簡素な決定木の生成", 人工知能学会論文誌, Vol.19, No.5, pp.399-404, 2004.