

O-012

屋内業務活動の効率化支援システム

Support System for Improving Efficiency on Indoor Work Activities

林 祐也[†]
Yuya Hayashi久保田 稔[†]
Minoru Kubota

1. はじめに

近年、少子高齢化によって生産年齢人口の減少、つまりは労働力人口の減少が問題となっている。特に小売業やサービス業などの第三次産業において顕著であり、慢性的な労働力不足に悩まされている企業も少なくない。この労働力不足の問題の解消のため ICT の利活用が推進されている[1]。

本研究ではこの慢性的な労働力不足という問題の原因の一つとして「勤労のためのスキル学習時の十分な指導不足」に着目する。本稿では特に移動を伴う業務についてこの原因を考察する。まず MAS(Multi Agent Simulator)を用いて従業員が業務を行うための場所となる業務環境を再現した業務モデル(詳細は後述)を作成し、スキル差のある従業員同士の相互作用を検証する。その結果を基にスキル学習に有効な効率化支援システム(以降、支援システムと呼ぶ)モデルを提案し、本モデルをシミュレーター上に実装し効果を検証する。これによりスキル学習の効率化に必要な要素を明らかにする。本稿ではスキル差のある従業員同士の相互作用の検証結果までを示す。

2. 関連研究

業務最適化について店員の最適配置を検証した研究[2]では、疲労や怠慢などの人間的ファクタを MAS を用いたシミュレーション技法を用いて実現し、現実の業務環境に近い形での店員の属性理解と最適配置を行っている。店員を模したエージェントの接客ルールと配置についていくつかの組み合わせにおいて検証を行っており、特に自律したエージェントの挙動を実在する環境に即すような形で設計したことで実在環境にも適用できる経営方針が構築できるとしている。本研究ではこの研究に類似した手法を用いて実在環境での実装検討が可能な業務モデルの作成を行っている。

ドライバーの熟練度を考慮したエージェント・モデルの構築を行っている研究[3]ではドライバー自身への支援システムの構築の一環として計算機シミュレーションに利用する運転者モデルの作成を行っている。ドライバーの運転操作を最終的な出力として、入力には周囲の環境やドライバーが保有する応答速度などの熟練度に関わる要素を含め、環境や熟練度によって適切な運転ができていくかどうかを比較・考察している。本研究では従業員に対応するエージェントがこの熟練度に対応する要素を保有しており、その大小によって業務活動への対応を変更する。

3. 屋内業務活動の効率化支援システムの基礎検討

支援システムの検討を以下の2段階で行う。

(A)異なる業務知識レベルの従業員が混在する業務環境の再現とその分析

(B)新人従業員に対する支援システムの提案とその検証

(A)では MAS を用いて移動を伴う業務環境を再現する。ある業務における従業員のノウハウに関しての知識に差が存在するため、この知識の保有量を業務知識レベルとする。従業員エージェントが業務に関わる一連の行動(以下業務行程と表現する)を終了するまでに発生した業務知識レベルに起因する業務の時間的遅れや他のエージェントによる影響について検証する。

(B)では(A)で得られた原因に基づいてその解決となる要素を提供する支援システムの具体案をモデル化して MAS で実装する。支援システムのモデルが従業員のスキル学習の有効性を支援システムの有無や異なる支援システムのモデルを導入した場合などを比較する。

3.1 エージェントの設計

移動を伴う業務をシミュレーターで再現するため、利用するエージェントを3つに大別して実装を行った。これは想定する業務を構成する要素が従業員・行動指針(業務における一連の規定)・環境という枠組みに集約できるからである。シミュレーター上で実装した業務環境をマップと表記し、以下で各エージェントの構成について説明する。

[1] 従業員エージェント(Employee Agent : EA)

マップで指定された業務を行う従業員を表す。多くの EA は業務完遂(与えられた業務に対応する CP(後述)を全て経由すること)を目標に行動する。

EA はそれぞれ異なった業務知識レベルを表す変数 $kv(0\sim 100)$ を保有する。 kv は業務を遂行するにあたって必要となる業務知識を表す変数であり、この値が大きいほど業務を少ないミスで完遂できる。熟練した EA の kv は 100 とする。スキル学習度の低い EA は kv の値を一定範囲内 ($0\sim x, x<100$) で与えられる。業務中の行動によって kv の値を増加させることで EA のスキル学習の表現を行う。この業務中の行動は業務完遂や業務ミスの発生によって増加する。

[2] チェックポイントエージェント(Check Point Agent : CP)

業務を行う上での経由地点を表す。実際の業務環境ではレジや PC などの機器、陳列棚などの固定物、曲がり角などの EA が方向転換するマップ上の特定地点が CP に相当

[†] 千葉工業大学, Chiba Institute of Technology

する。業務における機器設置場所や業務終了地点などの業務を遂行するために必要な行動指針の表現に用いられる。

CP は EA の業務完遂の判断に用いられるが、kv の値によって EA が全ての CP を経由せずに最終 CP に到達する可能性がある。この場合を業務未完遂状態とする。

[3] 障害物エージェント(Obstacle Agent : OA)

業務環境における壁などの障害物を表す。また EA が運搬する機材や物品についても OA に内包する。原則として EA は OA を通過することができない。

3.2 業務モデル構築

マップの構築について記述する。本稿ではマップ上で行われる全ての業務を総括したものを業務モデルと定義した。以下の 2 つを選出し業務モデル構築を行う。

- (1) 倉庫におけるピッキング作業 (物品のピッキングから物品の集積までの工程)
- (2) スーパーなどの小売業における商品陳列 (荷出しから陳列の工程)

これらは業務に関わる業務行程において移動を伴うことから選出した。また MAS では手などの細かい動作について視覚的に再現が困難であり、この要素を排除し移動のみで主たる業務が表現可能であるものを選出した。エージェントが移動を行う際に行う行動判断が直接移動行動などで表現されやすいということも理由として挙げられる。

上記 2 つの業務モデルを MAS である artisoc[4]上で実装を行った。マップは CAD を用いて再現を行った。全ての業務行程に対してモデル構成が可能であるように CP をマップ上に設置し、それぞれの CP に識別子を設定した。この識別子をランダムに選択して EA の CP 経由順を決定する。業務モデル上に存在する EA は業務に応じた CP の経由順を与えられ、EA はエージェントの設計に則った上で経由順通りに CP を通過しようとする (図 1)。

EA は与えられた業務を完遂した後、新たに業務を与えられる。全ての EA が同じように業務を得て完遂するサイクルを繰り返す。規定ステップ数でシミュレーションを実行する作業を繰り返し、シミュレーション毎に全 EA の業務完遂回数の総計とエラー発生総数を獲得する。

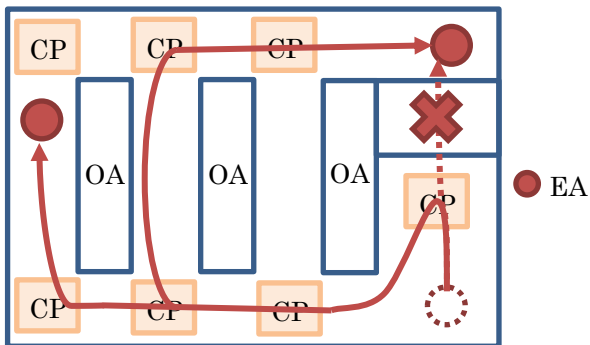


図 1 業務モデルにおける EA の移動行動 (例)

4. 検証結果

ピッキング作業の業務モデルを用いて以下の条件でシミュレーションを行い業務完遂回数とエラー発生総数を測定した (表 1)。今回のシミュレーションでは kv が 100 の EA のみの場合 (①) と kv が 70 以下の EA が半数を占める場合 (②) を比較した。エラー発生総数はエラーが発生したステップ数を記録している。

表 1 シミュレーション条件と実行結果

	EA 数	N	S	kv	CN	EN
①	16	100	6000	100	47.4	83.9
②				40~100	28.2	880.6

N: シミュレーション実行回数

S: 1 回のシミュレーションにおける実行ステップ数

kv: 業務知識変数の値

CN: 業務完遂総数 (平均)

EN: エラー発生総数 (平均)

②は①の場合と比較して業務を半分程度しか完遂できず、エラー発生総数は②が①を大きく上回る結果となった。今回の検証では EA 同士の移動によって発生する相互作用の分析が主目的だったが、スキル差がない場合でも業務の割り当てにより EA 同士がマップ上で衝突して業務に支障を与えることが分かった。kv が 100 未満の場合に発生する停止行動が細い通路で発生した場合、後続の EA が連続して移動を阻害されるために kv が 100 の EA も業務完遂に必要なステップ数が増加する現象が確認できた。

5. まとめ

移動を伴う業務の環境を再現した業務モデルを作成し、スキル差のある従業員同士の相互作用を検証することで業務が遅延する原因を示した。今後はシミュレーションで確認できた問題の解決法を明確化する。その解決法を用いた支援システムを提案し、シミュレーションによって検証を行う。

参考文献

- [1] 総務省, 「平成 29 年版情報通信白書」, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>
- [2] 西村榮毅, 織田憲二郎, 芳賀博英, “マルチエージェントシミュレーションを用いた店員の最適配置の求解,” 同志社大学理工学研究報告, Vol.55, pp. 166-175, 2014/8.
- [3] 玉置久, “熟練度を考慮したエージェント・モデルの構築—運転者エージェントを例として—,” 第 4 回横幹連合コンファレンス, No. 2F1-4, pp. 1-8, 2011/11.
- [4] 構造計画研究所創造工学部, 「MAS コミュニティ - artisoc」, <<http://mas.kke.co.jp/modules/tinyd0/index.php?id=13>>.