

エージェント・シミュレーションによる 中小企業工業集積の分析 Analyzing Industrial Accumulation through Agent-based Simulation

横川 大*¹
Masaru YOKOKAWA

岸本有之*¹
Ariyuki KISHIMOTO

山田 隆志*¹
Takashi YAMADA

寺野 隆雄*¹
Takao TERANO

*¹ 東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻
Department of Computational Intelligence and System Science,
Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

This paper investigates the roles of coordinators in user's participatory design for manufacturing by agent-based approach. In our simulation model, the coordinators try to form the best group of manufactures in order to meet the needs of customers when a project is given. Whether a project succeeds depends on how much the coordinators have knowledge about required skills and how many companies they know. On the other hand, whether a manufacture trusts its coordinator depends on whether the project succeeds. Our computational results reveal that it takes even a talented coordinator some time steps to make more projects successful because he/she needs a large-scaled network of manufactures.

1. 研究背景

1985年のプラザ合意以降、円高を背景とした国内製造の労働力の高コスト化が進み、それに伴い大企業の生産は海外へとシフトし、そのため大企業の下請けであった中小企業への受注量が低下した。その後、バブル崩壊による長期にわたる不景気が続き、中小企業はさらに窮地に立たされている。そのため中小企業は生き残りの道を模索している[大橋 2008][出口 2008]。そうした中、中小企業同士連携し中小企業自らが製品を生み出そうとする意見がある。

近年、一般消費者のニーズが多様化してきており、そのニーズに対応するためにクラウドソーシング[IT情報マネジメント事典]やBuild To Order[加藤 2001]等、様々なものづくりの形態が生み出されている。本研究では中小企業向けの新たなものづくりの形態の一つとして利用者発信型ものづくりに着目する。利用者発信型ものづくりとは、個々の利用者がニーズを発信し、そのニーズがある程度まとまった時点で中小企業が利用者のニーズを実現するという新しい製造の形態である。代表的な例として、「たのみこむ」や「DAIKOC」がある[たのみこむ][DAIKOC]。

利用者発信型ものづくりを進めていく上で問題点もある。生産者側の中小企業にヒアリング調査を行った結果、設計や製造コスト等に関して素人である利用者とは対話することの困難さや、中小企業同士が共同し、連携するときには問題があることが分かった。またこれらの問題点を解決するために、生産者側からは、企業と利用者の間を取り持ち、生産者に利用者の意見を反映させたり、また企業同士の連携を助ける“コーディネータ”と呼ばれる機関が必要になるだろうといわれている。

本研究では、エージェントベースシミュレーション(ABS)を用いてコーディネータの持つものづくりの知識が利用者発信型ものづくりに与える影響をシミュレートする。

2. モデルの説明

本研究のモデルはコーディネータを導入した利用者発信型ものづくりのモデルである。コーディネータは一般消費者からニーズを受け付け、中小企業にもものづくりの発注を行う。その過程でコーディネータと中小企業同士付き合いを構築する。以下にモデルの詳細を示す。

2.1 オブジェクトの定義

オブジェクトをエージェントとものづくりのプロジェクト二つを用意する。

ものづくりのプロジェクトを利用者からのニーズがまとまって発生したものとする。

中小企業とコーディネータを表す二種類のエージェントがある。各エージェントは二つのネットワークを持つ[國上 2007]。一つはスキルネットワーク、二つ目は社会ネットワークである。エージェントが持っている特有の技術・知識とプロジェクトに必要な技術部分を、 n (エッジの総数) 種類のスキルのうち k 個を用いてグラフで表す。企業間および企業とコーディネータ間の付き合いを表すものを社会ネットワークとする。さらに社会ネットワークは信頼値というものを持つ。図1に本シミュレーションの概念図を示す。

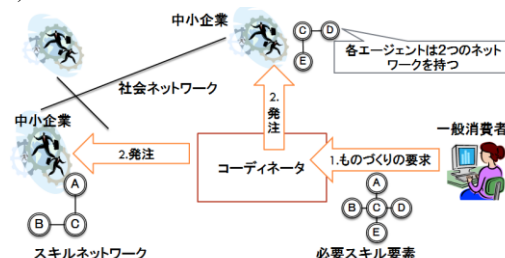


図1 概念図

2.2 モデルの進行

以下図2にモデルの1ステップの処理を示す。プロジェクト発生時、プロジェクトを扱うコーディネータエージェントを選択し、選択されたコーディネータエージェントは自身のスキルネットワ

ークを基にプロジェクトに必要な技術を見積もる。見積もり後、コーディネータが持つ社会ネットワークから企業エージェントに仕事を割り当てる。その後プロジェクトの成否を決定し、社会ネットワークを生成および更新する。以下に進行の詳細を示す。

- (1). プロジェクトが発生する。
- (2). プロジェクトを扱うコーディネータを1人、コーディネータのスキルネットワークのリンク数に応じてルーレット選択する。
- (3). プロジェクトのスキルネットワークのエッジのうち、コーディネータのスキルネットワークのエッジと共通した部分のみを残したネットワークを見積もり後のプロジェクトとする。これはプロジェクトに必要な技術の見積もりはコーディネータの知識や経験で左右されることを表している。
- (4). 受注する中小企業エージェントを選び出す。コーディネータが持つ社会ネットワークの信頼値(初期値 0)からシグモイド関数を用いて、発注を行える確率を計算し、確率に応じて、発注可能な企業エージェントをピックアップする。さらにその中の中小企業エージェントを見積もり後のプロジェクトのスキルネットワークのカバー率に基づいてルーレット選択する(最大五社まで)、その後プロジェクトの発注を行う。
- (5). 全参加企業エージェントのスキルネットワークと本来のプロジェクト必要スキルネットワークを比較し、プロジェクト成否を決める。全参加企業のスキルネットワークを足し合わせたスキルネットワークがプロジェクトのスキルネットワークを満たした場合、プロジェクトは成功する。足りない場合、スキルネットワーク不足部分をプロジェクトに参加している企業エージェントが他の企業エージェント1社に発注する。発注を行う企業は見積もり後のプロジェクトのスキルネットワークに基づいてルーレット選択される。選ばれた企業は(4)と同様に発注先の企業を選択する。発注できない場合、失敗となる。
- (6). プロジェクトの成否に応じてネットワークを更新する。つきあいを表す社会ネットワークを生成および、社会ネットワークの信頼値を更新する。プロジェクトが成功の際はプロジェクト参加エージェント同士の信頼値が+0.1 更新され、失敗の場合は-0.1 更新される。

3. 実験条件

実験でのパラメータを表1のようにした。スキル充填率はスキルネットワーク全体を満たしている確率とし、初期社会ネットワーク率は他のエージェントと知り合いである確率としている。またスキルネットワークのエッジの種類は11種類である。ただし初期の社会ネットワークとプロジェクトのスキルネットワークはランダムネットワークとする。

表1 実験パラメータ

コーディネータエージェント数	1
スキルネットワーク充填率	70%or20%
初期社会ネットワーク率	20%
企業エージェント数	300
スキルネットワーク充填率	30%
初期社会ネットワーク率	10%
スキルネットワークエッジの種類	11種類

4. 実験結果

以下に結果としてスキルネットワーク充填率70%のコーディネータエージェント[図2.a]とスキルネットワーク充填率20%のコーディネータエージェント[図2.b]を利用者発信型ものづくりに導入した場合をそれぞれ示す。

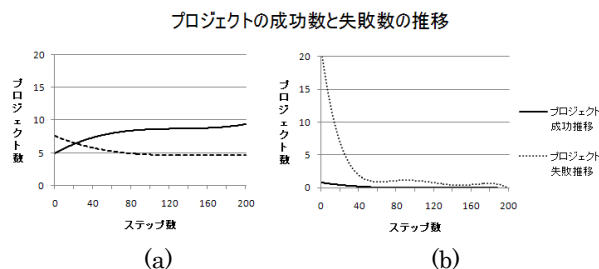


図2 20ステップ毎のプロジェクト成功数と失敗数の推移
プロジェクト成功数と失敗数について

スキルネットワーク充填率70%のコーディネータエージェントの場合、ステップを重ねる毎にプロジェクト成功数が上昇している。またスキルネットワーク充填率20%のコーディネータエージェントの場合、初期段階でわずかにプロジェクトを成功させている。

またスキルネットワーク充填率70%のコーディネータエージェントといえど、ある程度のプロジェクトの失敗を免れることはできなかった。また一方スキルネットワーク充填率20%のコーディネータエージェントのプロジェクト失敗数が激減している。

5. 結論

本研究では、コーディネータのものづくりの知識が利用者発信型ものづくりに与える影響を調べた。コーディネータのものづくりに関する知識が十分でない場合、プロジェクトの多くが失敗に終わった。またコーディネータが発注できる企業が減りプロジェクトを進めることすらできなくなった。つまりコーディネータとしてものづくりに関しての知識がない素人を導入しても利用者発信型ものづくりに悪影響することがわかった。一方コーディネータのプロジェクトに必要な要素技術を見積もることができた場合でも、利用者発信型参加ものづくりのプロジェクトの成功数を伸ばすには、ある程度の時間が要することがわかった。

参考文献

- [大橋 2008] 大橋俊夫: 諏訪地域の産業創出を目指して, 第20回自律分散システムシンポジウム資料, pp. 133-138, 2008.
- [出口 2008] 出口 弘: 共進化型のサービス価値の創出と産業集積, 第20回自律分散システムシンポジウム資料, pp127-132, 2008.
- [IT情報マネジメント事典]: <http://www.atmarket.co.jp/aig/04biz/crowdsourcing.html>
- [加藤 2001] 加藤敏春: 「超」企業 ビジネスプロセスアウトソーシングから価値創造へ, 日本経済評論社, 2001
- [たのみこむ]: <http://www.tanomi.com/>
- [DAIKOC]: <http://www.daikoc.net/>
- [國上 2007] 國上 真章, 寺野隆雄: 複雑2重ネットワークモデルによる貨幣の創発について, 第21回人工知能学会全国大会, 1C3-2, 2007