

エージェントベースシミュレータを用いた 感性パラメータを持つ経営組織のシミュレーション

村上 隆生^{*1*2}, 布川 博士^{*1}, 大谷 毅^{*3}

^{*1} 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科,
^{*2} (株) エイエスウィンドウ, ^{*3} 信州大学 繊維学部 感性工学科

概要: 組織の運営は様々な意思決定により行われる。意思決定の方法は組織の規模／形式、判断の方法で様々存在するが、それぞれの組織ではなんらかの手段で意思決定を行い運営している。この意思決定が組織の成果を左右する大事なプロセスであるのに関わらず、意思決定の評価は成果からの逆引き評価が大半であり、意思決定のプロセス自体の評価はあまり存在しない。このため、ある組織がある成果を導き出す際、組織内のコミュニケーションがどれ程成果に影響を与えるか検証するための組織シミュレータの考察を行う。組織のシミュレーションをコンピュータ上で行うにはモデルの記述とそれにもっとも適したソフトウェアを選択する必要があり、本論文では経営組織がエンティティとその間の関係によって記述できると仮定したもとで、それをコンピュータソフトウェアによって実現するための方策を考察する。

Simulation of business administration by using an agent-based simulator with KANSEI parameters

Ryuusei Murakami^{*1*2}, Hiroshi Nunokawa^{*1}, and Tsuyoshi Ohtani^{*3},

^{*1} Iwate Prefectural University, Graduate School of Software and Information Science,
^{*2} ASWINDOW, Inc., ^{*3} Shinshu University, Faculty of Textile Science and Technology

Abstract: Organizations such as companies, sections, and teams are managed by various decisions. Though the decision-making is an important process that controls the operation of an organization, process evaluation of decision-making has not been seriously studied. Therefore, we propose an organization simulator, to verify that communications in an organization influence results of the decision. In considering the simulation, the target is defined as "a discussion in a Board of Directors regarding investment in some firm". We have developed a simulator for this problem.

1. はじめに

組織(企業、セクション、チーム等)の運営は様々な意思決定により行われる。意思決定の方法は組織の規模／形式、判断の方法で様々存在するが、それぞれの組織ではなんらかの手段で意思決定を行い運営している。この意思決定が組織の成果を左右する大事なプロセスであるのに関わらず、意思決定の評価は成果からの逆引き評価が大半であり、意思決定のプロセス自体の評価はあまり存在しない。

このため、ある組織がある成果(成果物、アイデア等)を導き出す際、組織内のコミュニケーションがどれ程成果に影響を与えるか検証するための組織シミュレータの考察を行う。組織のシミュレーションをコンピュータ上で行うにはモデルの記述とそれにもっとも適したソフトウェアを選択する必要がある。本論文では経営組織がエンティティとその間の関係によって記述できると仮定したもとで、それをコンピュータソフトウェアによ

て実現するための方策を考察する。意思決定におけるプロセスをシミュレートすることで組織の運営リスクの削減及び、組織における効率的なグルーピングの提案が可能になると考えられる。

本論分の構成として、2章で企業経営と感性についての検証、3章で本論分での考察のもととなるモデルについての解説を行い、4章で線形システムに対する考察及び、既存エージェントシミュレータ上でのシミュレーションを行い、経営組織をシミュレーションする上で最適なシミュレータに関する考察を行う。

2. 企業経営と感性

事業主体である企業が経営を行う際に数多くの判断が行われる。その判断は複数の層(経営層、技術者層、営業層等)において複数の方法(トップダウン、合議、なんとなく等)で行われ、その結果として一つの方向性を見だし経営を進める。すなわち、判断の結果は一

つであるが、その過程では複数の多くの選択肢が存在し、どの選択を行っていったかは合理的な判断(数値化やBPR、DBによって判断できるもの)のみでなく(そもそも各層および各層間において共通理解となる合理性が存在するのかと言ふこと自体が疑問ではあるが)、なんらかの感性(合理的に判断できないもの)が作用している。

経営組織のシミュレーションで我々が行いたいことは、もしこの判断(感性的なものを含む)をしたら/この要素(感性的なものを含む)がこのように作用したら、こういうことが起こり得る、ということコンピュータでシミュレーションしてみることである。これにより、あらかじめリスクについて理解することや、このような要素がこのように作用すればこういう場合もあるという予測を行うことが可能となる。

これは一般的に言えば、組織における感性の影響やある感性をもつ人間の影響をシミュレーションできることであり、企業における組織開発や人材開発を支援するためのツールとして活用することも可能である。さらに、市場や官僚組織、地域コミュニティといったより広範な組織において感性がどのように機能しているかの原理を解明するためのシミュレーションを行うことが可能となる。

2.2 感性をもつモデル構築の試み

経営組織にかかわらず広く一般的な形での社会システムや組織についての研究や分析は従来から行われている。我々が求める感性経営組織のシミュレーションとはこれらの枠組みの中で経営組織のモデル化において得られた特徴的な点を設定したものであると考えることができる。例えば、一般に経営組織はピラミッド型の階層構造を持っており上下間での関係($Rv(L_i, L_j, i, j)$)が存在している(上司と部下、取締役会と本部長会議など)。とともに、同じ階層の中でもそれらの間の関係($Rh(L_j, L_j)$)が存在している。現在、ネットワーク型の経営が広く言われているがこれらにおいてはすべてがまったくフラットに経営を行っているわけではない。

感性をもつモデルの構築とは以下のことを行うことである。経営組織における判断が伴った個々の事象において、その判断に出現する要素(エンティティ)を抽出する。エンティティは単純には人それ自身であるかもしれないし、人の考え方や人の役割かもしれない。次に、このエンティティを特徴づけている属性の抽出($O = \langle Atr-1, Atr-2, \dots, Atr-n \rangle$)を行う。これらの中に何らかの感性を表す要素があると思われる。最後に、これらのエンティティ間に関係 Rv 、 Rh を定義する。

シミュレーションはエンティティの属性の値がなんらかの作用により変化したときに、システム全体がどのような変化をするかを表示することとなる。システム開発のためにはこれらの属性がなにであり、その定義域と値域は何であるのか、また、 Rv 、 Rh をどのように設定するのかなど、具体的事例から抽出すべきことである。

3. 実証実験

シミュレーションを考えるにあたり、その対象となる問題が存在し、シミュレーションのベースとなるモデルが必要になる。本論分では組織がある成果を導き出す際、組織内のコミュニケーションがどれ程成果に影響を与えるかを検証したいので、シミュレーション対象として”取締役会でとある企業に投資するかどうかの判断”を考える。

3.1. モデル

”取締役会でとある企業に投資するかどうかの判断”という問題をモデル化するにあたり、次の4つのパラメータを用いて問題のモデル化を行う。

P : シミュレーションモデルに投入する問題情報

$C(i)$: エージェント i が持つ属性情報 (P に対する理解力)

$C(i) = (C(i)_1, C(i)_2, \dots, C(i)_n)$
 n : 属性情報の数

$Rv(i)$: エージェント i が持つ上下関係情報

$Rv(i) = (Rv(i)_j, Rv(i)_k, \dots, Rv(i)_n)$
 j, k, \dots, n : モデル内に存在する各エージェント

$Rh(i)$: エージェント i が持つ各エージェントへの親密度

$Rh(i) = (Rh(i)_j, Rh(i)_k, \dots, Rh(i)_n)$
 j, k, \dots, n : モデル内に存在する各エージェント

最後にシミュレーションの結果として出力されるものを R とする。

$R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$
 n : 属性情報の数

このモデルにおけるシミュレーション対象が”取締役会でとある企業に投資するかどうかの判断”であるため、問題情報を表すパラメータである P を投資対象先の財務状況、投資対象先が持つ資産(技術力)、投資に対する考え方(ネガティブ/ポジティブ)と設定する。これにより、各エージェント i が持つ属性情報 $C(i)$ は投資対象先の財務状況に対する判断能力、投資対象先が持つ資産(技術力)に対する判断能力、投資に対する考え方と設定される。各エージェント i が持つ属性情報 $C(i)$ 、上下関係 $Rv(i)$ 、新密度 $Rh(i)$ 及び、問題情報 P を 図1のように設定し、この後の説明を行う。

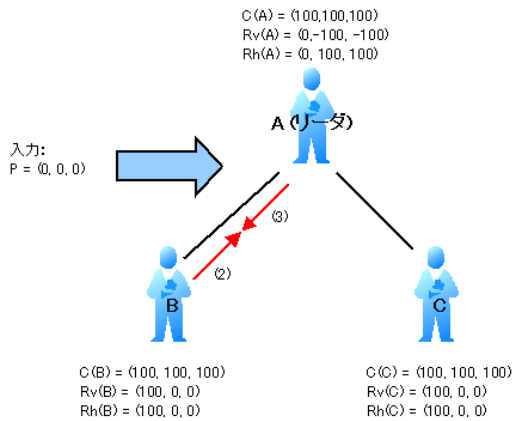


図 1 例題のモデル

設定された問題 P の意味は、投資対象企業の財務状況は最悪、技術力もぜんぜん無く、投資されることに対する考え方は非常にネガティブということになる。設定されたエージェント A は財務状況に対する理解力は高く、技術に対する評価も的確、投資することに対する考え方は非常にポジティブ、部下に B, C がおり、それぞれ非常に信頼しているという特徴を持ち、エージェント B, C は同様に財務状況に対する理解力は高く、技術に対する評価も的確、投資することに対する考え方は非常にポジティブ、上司に A がおり、非常に信頼しているということになる。

このようなモデル及び、設定条件のもとでシミュレーションを行う際の問題の評価方法を下記の 3 ステップとする。

- (1). 各エージェント i が問題 P に対する評価 $E(i)$ を計算
- (2). エージェント i の新密度 $Rh(i)$ により、上位エージェント j へ送る (1) で算出された $E(i)$ の調整を行い、上位エージェントへ調整された値を送信
- (3). (2) で調整された値を受信した上位エージェント j は、受信した値を自分の新密度 $Rh(j)$ により、 $E(i, j)$ の調整を行い、更に上位エージェントが存在する場合は、上位エージェントへ送信 ((2). へ戻る)、上位エージェントがない場合はシミュレーション結果の計算を行い終了

(1). で評価値 $E(i)$ を計算するための評価関数を次のように定義する。

$$E(i)_n = \frac{P_n \times 100}{100 + (100 - C(i)_n)}$$

よって図 1 の例で計算してみると、

$$\begin{aligned} E(A) &= \left(\frac{P_1 \times 100}{100 + (100 - C(i)_1)}, \frac{P_2 \times 100}{100 + (100 - C(i)_2)}, \frac{P_3 \times 100}{100 + (100 - C(i)_3)} \right) \\ &= \left(\frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)}, \frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)}, \frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)} \right) \\ &= (0, 0, 0) \end{aligned}$$

同様に $E(B)$, $E(C)$ も同じ値になる。

(2) でエージェント i の新密度 $Rh(i)$ により、評価 $E(i)$ の調整を行う。エージェント i が上位エージェント j へ送る調整後の評価を $E(i, j)$ とし、上位エージェントの探索は $Rv(i)$ を用いて行う。調整を行うための評価関数を次のように定義する。

$$E(i, j)_n = \frac{E(i)_n \times 100}{100 + (100 - Rh(i)_j)}$$

$Rh(i)_j$ はエージェント j に対するエージェント i の Rh とする

図 1 の例で計算してみると、エージェント B が上位エージェント A に伝える評価 $E(B, A)$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} E(B, A) &= \left(\frac{E(B)_1 \times 100}{100 + (100 - Rh(B)_A)}, \frac{E(B)_2 \times 100}{100 + (100 - Rh(B)_A)}, \frac{E(B)_3 \times 100}{100 + (100 - Rh(B)_A)} \right) \\ &= \left(\frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)}, \frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)}, \frac{0 \times 100}{100 + (100 - 0)} \right) \\ &= (0, 0, 0) \end{aligned}$$

同様に、エージェント C がエージェント A に伝える評価も同じ値になり、この値をエージェント A へ送信する。

(3) において、(2) で算出された評価値 $E(i, j)$ を受信した上位エージェント j は自分の新密度 $Rh(j)$ により、評価値 $E(i, j)$ の調整を行う。調整後の評価を $E(j, i)$ とし、調整を行うための評価関数を次のように定義する。

$$E(j, i)_n = \frac{E(i, j)_n \times 100}{100 + (100 - Rh(j)_i)}$$

$Rh(j)_i$ はエージェント i に対するエージェント j の Rh とする

図 1 の例で計算してみると、エージェント A が評価したエージェント B の評価、評価 $E(A, B)$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} E(A, B) &= \left(\frac{E(B, A)_1 \times 100}{100 + (100 - Rh(A)_B)}, \frac{E(B, A)_2 \times 100}{100 + (100 - Rh(A)_B)}, \frac{E(B, A)_3 \times 100}{100 + (100 - Rh(A)_B)} \right) \\ &= (0, 0, 0) \end{aligned}$$

このモデルでは更なる上位エージェントが存在しないため、シミュレーション結果 R を、(自評価 $E(j)$ + 各エージェント評価の調整後の評価値) / エージェント数 を行い、シミュレーション結果 R を算出する。

$$\begin{aligned} R &= (E(A) + E(A, B) + E(A, C)) / 3 \\ &= ((0, 0, 0) + (0, 0, 0) + (0, 0, 0)) / 3 \\ &= (0, 0, 0) \end{aligned}$$

上記のような評価関数及び、評価手順を用いてシミュレーションを行うと、このモデルでの出力結果は完全に投資しないほうが良いという結論であると評価される。

3.2 線形システムによるシミュレーション

3.1 でモデル化した問題のシミュレーションを行うためにシミュレータの構築を行った。シミュレータは linux 上で Perl 言語を用いて構築し、各パラメータは CSV ファイル化してシミュレータに引き渡している。

シミュレーションを行うに辺り、モデルの制約条件として下記の条件を設定した。

- $Rv(i)$, $Rh(i)$ はパスが通っているエージェントへのみ評価を行う
- P , $C(i)$, $Rh(i)$ の各値が取るレンジは $0 \leq n \leq 100$ とする
- $Rv(i)$ の各値が取るレンジは $-100 \leq n \leq 100$ とする
- 各エージェントが持つパラメータはシミュレーション中に変化しない

このような条件下で 図 2 のようなパラメータ、シミュレータに問題 P 及び、各エージェントの条件設定 (判断能力 $C(i)$, $Rv(i)$, $Rh(i)$) の設定を行い、シミュレーションを行った。

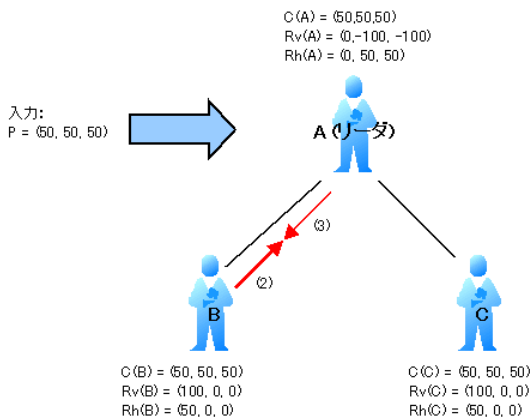


図 2 モデル 2

設定された問題 P の意味は、財務状況は良くもなく悪くもなく、技術力も平均、投資されることに対する考え方はほどほどということになる。設定されたエージェント A は財務状況に対する理解力、技術に対する評価共に中庸、投資することに対する考え方も平均的、部下に B, C がおり、それぞれ可もなく不可もなくつきあっているという特徴を持ち、エージェント B, C は同様に財務状況に対する理解力、技術に対する評価共に中庸、投資することに対する考え方も平均的、上司に A がおり、可もなく不可もなくつきあっているということになる。

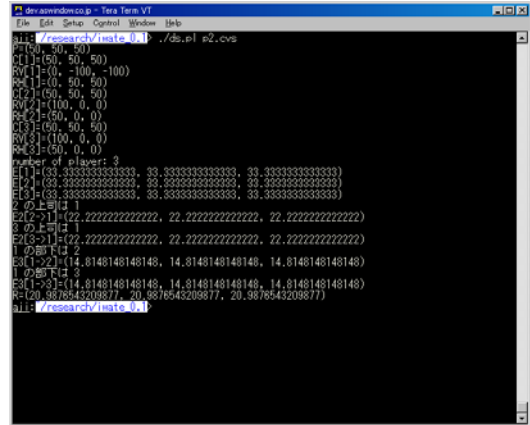


図 3 シミュレーション結果

このシミュレータで上記モデルのシミュレーションを行うと、出力結果は次のようになり、
 $R = (20.98, 20.98, 20.98)$

結論としては約 2 割ほどは投資しても良いという意見が得られる。

4. 考察

本論分での目的は評価関数の評価/考察ではなく、「取締役会でとある企業に投資するかどうかの判断」というような問題をシミュレーションする上で、どのようなシミュレータが必要であるかを考察することであるため、3 章でモデル化したシミュレーションを考察し、必要なシミュレータ要件に関して検討を行う。

4.1. 線形モデルに関する考察

3.2 で構築した線形モデルにおけるシミュレータの問題点を考えると、次のような問題があげられる。

- モデルが静的であり、動的なモデルに対応できない
 - 時間経過とともにエージェントが増減する
 - 時間経過とともに制約条件が変化する
- 各エージェントが持つパラメータのシミュレーションモデル中での変化が無い
- 評価関数を変更する際は、プログラムを作成し直す必要がある

このような問題を解決するためには、エージェントベースシミュレータが有用である。エージェントベースシミュレータとは、エージェント同士の相互作用により、システム全体の流れが創発され、その流れが今度は逆にエージェントにフィードバックされて、また個々のエージェントの振る舞いを決定していく、という循環的なモデルの変化に対応したシミュレータである[6]。エージェントベースシミュレータを用いることで、シミュレーションのためのモデル構築の汎用性、評価関数の変更が容易になり、上記の問題点を解決できる。

ところで、エージェントという用語は人により様々な意味で用いられており、しばしば混乱のもとになる。現在研究レベルにおけるエージェントの定義は、

- a. 擬人的な化身を用いたヒューマンインタフェース
- b. 代理人エージェント
- c. 他のエージェントと交渉する能力を持つプログラム
- d. 共通言語で相互作用するプログラム
- e. 移動スクリプト

の5つに分類可能である[5]。本論文におけるエージェントとは、組織内での各エージェント間コミュニケーションのシミュレーションを行うことが目的のため、この c. d. の機能を持つものと定義する。

4.2. エージェントベースシミュレータでのシミュレーション

エージェントベースシミュレータとひと口にいても様々なシミュレータが存在する。本論文では、KK-MAS/artisoc, PlatBox, Swarm, Starlogo の既存のエージェントベースシミュレータを以下のようにまとめた。

- KK-MAS/artisoc [6]
 - GUI 画面によるシミュレーション設定、結果出力、モデリングが可能
 - VisualBasic に準拠したルール書式
- PlatBox [7]
 - たくさんの部品を積み上げることによるボトムアップなシミュレータ
 - UML でエージェントをモデル化すると、Java コードを自動生成
 - Eclipse 上でビジュアルプログラミング的に行うことが可能
- Swarm [8]
 - 自由度が非常に高く、研究者の高度な要求にも答える実力を持つ
 - 世界中にユーザグループを持ち、研究者たちが愛用
- Starlogo [9]
 - 少ないコード量で複雑な系のモデルが作れる
 - LOGO を使用しており習得しやすい

それぞれエージェントベースシミュレーションを行うにあたってメリット/デメリットがあるが、本論文では PlatBox を利用して 3.2 章で述べたモデルのシミュレーションを行う。PlatBox を利用する理由としては、モデル構築のためのツール群(Model Designer, Behavior Designer, Action Designer, …)の充実と、モデル構築の

基準となる PlatBox 基礎モデルが定義されていることがあげられる[10][11]。

PlatBox でシミュレーションを行うにあたり、Model Designer を利用し、エージェント間の関係及び、行動を図 4 のように定義する。

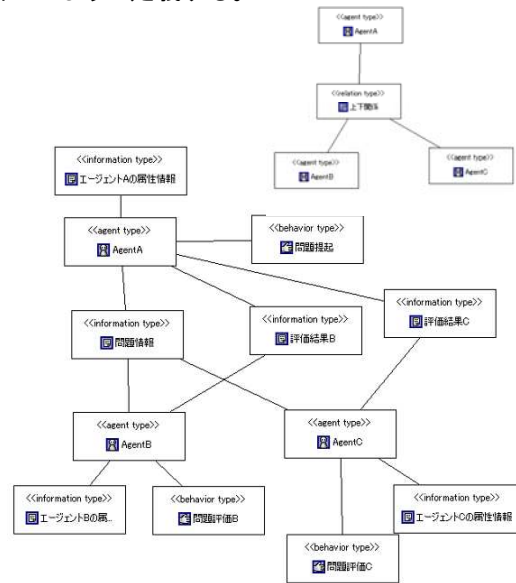


図 4 エージェント間の関係/行動

また、エージェント A 及び、B、C の振舞いを Behavior Designer を利用し、次のように定義する。

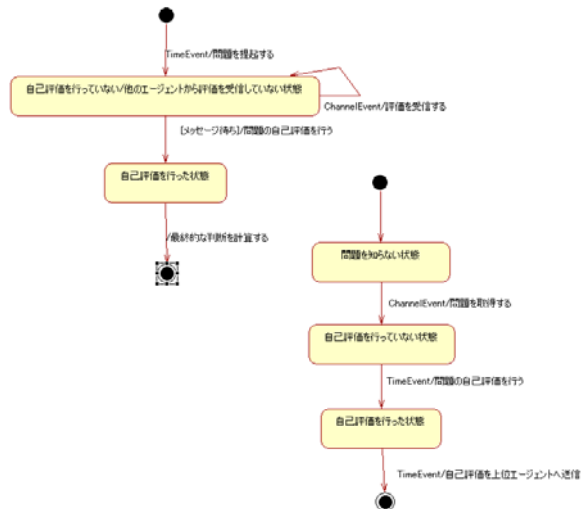


図 5 エージェント A の振舞い(左上)及び、エージェント B, C の振舞い(右下)

図 5 の振舞いの内容は Action Designer を利用し、Action Block Language (以下、ABL) により記述した。ABL とは PlatBox 独自に定義されたアクション記述言語であり、ABL を用いて記述したモデルから、PlatBox Simulator 上で動作するコンポーネントのソースコードを生成することができます[11]。

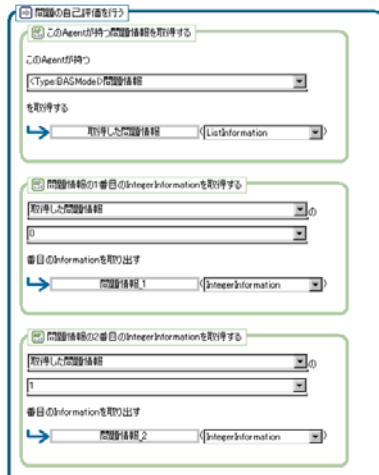


図 6 ABL で記述したアクション例

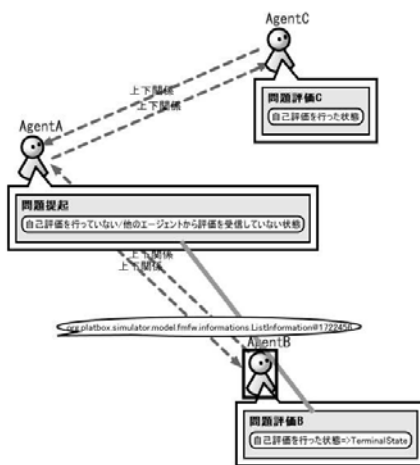


図 7 PlatBox Simulator での実行例

4.3. 求められる組織シミュレータの機能要件

4.2 章で PlatBox を利用してエージェントベースシミュレーションを行った。PlatBox は非常にすばらしいエージェントベースシミュレータであるが、我々が求める組織のシミュレーションを行おうとする際の問題点として次のものが挙げられる。

- ABL で記述すると処理記述が冗長になり、コードを書いたほうが早い場合がある
 - 配列系の処理を ABL で記述すると非常に冗長
 - 候補の選択の際、候補数が多すぎてフィルタリングが必要
- ソースコードを直接いじると、各デザイナーから編集ができなくなる
- 外部のアプリケーションとの連動が難しい

このような考察をもとに組織シミュレータとして求められる機能要件を検討する。

- 社会やエージェント間の関係性などのモデルを定義するためのモデルエディタ、やエージェントの振舞いやアクションを定義するためのなんらかのエディタ (PlatBox で利用可能なツール群)
- RMI, SOAP によるエージェント間のメッセージ通信機能 (外部アプリケーションとの連動)
- 組織をシミュレーションする上で有用なエージェントの振舞いを記述する共通言語
- エージェントが利用するサービスを管理するサービス管理機能 (外部アプリケーションとの連動)

このような機能要件を満たすエージェントベースシミュレータを構築することで、下記のことが可能になる。

- 動的なモデル及び、パラメータの変更に対応し得るエージェントベースなシミュレーション
- 共通言語によるエージェントの動作ルールの記述
- サービス管理機能を利用することで複数のシミュレーションメソッドを同一プラットフォーム上で扱う
- シミュレーションのみで無く、シミュレーション結果と連動した他のアプリケーションとの連動

このようなエージェントベースシミュレータが構築されることで、ある組織がある成果 (成果物、アイデア等) を導き出す際、組織内のコミュニケーションがどれ程成果に影響を与えるか検証するシミュレーションを行うことが可能となる。このシミュレーション結果をもとに他のアプリケーションと連動することで、効率的な組織運用を行うことが可能になる。

5. おわりに

本論分では、組織が成果を導き出す際、組織内のコミュニケーションがどれ程成果に影響を与えるか検証するためのエージェントを利用した組織シミュレータの機能要件定義を行った。今後の課題としては、下記のものが挙げられる。

- エージェントを利用した組織シミュレータの開発
- 組織シミュレータで扱う要素の追加 (各ノードの能力、役割をパラメータに追加する)

- 上記を用いてソフトウェア開発におけるコミュニケーションの影響度のシミュレーションを行う

参考文献

1. Ryuusei Murakami, Hiroshi Nunokawa, Tsuyoshi Ohtani; "Simulation of business administration based on KANSEI modeling", Proceedings of the First International Conference on KEIS' 06, pp. 10
2. 村上 隆生, 布川 博士, 大谷 毅: "エージェントソフトウェアによる経営組織のシミュレーション", 第7回日本感性工学会予稿集 2005, pp. 225
3. 大谷毅, 布川 博士: "会社組織の非効率とシミュレーションにおける感性", 第7回日本感性工学会予稿集 2005, pp. 224
4. 布川 博士, 大谷毅: "組織経営のシミュレーションと感性", 第7回日本感性工学会予稿集 2005, pp. 223
5. 西田豊明: "ネットワーク社会とエージェント", 情報処理 38 巻 1 号 1997.1
6. KK-MAS/artisoc,
<http://mas.kke.co.jp/modules/tinyd0/>
7. PlatBox, <http://platbox.sfc.keio.ac.jp/>
8. swarm, <http://www.swarm.org/>
9. StarLogo, <http://education.mit.edu/starlogo/>
10. PlatBox モデル作成チュートリアル,
<http://platbox.sfc.keio.ac.jp/jp/document/200508/modeling-tutorial.pdf>
11. PlatBox Component Builder マニュアル,
<http://platbox.sfc.keio.ac.jp/jp/document/200508/cb-manual.pdf>