

グループ活動データベースの提案

垂水浩幸、松山哲也[†]、上林弥彦
{tarumi,matuyama,yahiko}@kuis.kyoto-u.ac.jp

京都大学大学院情報学研究科 社会情報学専攻
([†] 工学研究科情報工学専攻)

複数のビジネスプロセスが共存する場合、リソースの奪い合いが発生するが、このような場合エージェント指向のグループウェアが有益である。しかし、現場での実際の有効性については未知数の部分も多く残されており、特に人間の振舞の予測が難しいという問題が大きい。この問題はビジネスプロセスシミュレーションの分野でも課題となっている。本研究では、エージェント指向グループウェアを前提にし、ビジネスプロセスシミュレーションの手法、特に人間の振舞のモデル化に関する部分について考察する。モデル化に際しては実データによる裏付けが不可欠であるが、そのために必要なデータを蓄える「グループ活動データベース」について提案する。

A Proposal of Group Activity Database

Hiroyuki Tarumi, Tetsuya Matsuyama[†], Yahiko Kambayashi

Department of Social Informatics
Graduate School of Informatics

([†] Department of Information Science, Graduate School of Engineering)
Kyoto University

Multiple business processes sometimes cause problems of resource conflict. Agent-oriented groupware is a groupware design scheme for such situations. However, there are still unsolved problems in order to apply such groupware to real field. One of the most important problems is simulating human behavior. In the research area of business process simulation, the same problem is still open. In this paper the authors propose a concept of group activity database which maintains data for human behavior simulation.

1 はじめに

筆者は、これまでワークフロー、ビジネスプロセスに関する研究を行なって来た [11]。特に複数のビジネスプロセスがオフィスで共存している場合に、それらの間でリソースの奪い合いが発生することに

注目し、リソースコンフリクト等の障害が生じた際のプロセスの動的再計画に関する研究を行なった。

しかし、機能的な成果は得られたものの、現場での実際の有効性については未知数の部分も多く残されている。特に、現場での人間の振舞の予測が難しいという問題が大きい。

ビジネスプロセスについては、シミュレーションの立場からの研究も行なわれている [1, 3, 8, 12, 13]。ところが、これらの研究においても現場での人間の振舞の予測については課題として残されたままである。

本研究では、複数のビジネスプロセスが共存する環境で有益なシステムであるエージェント指向グループウェアを前提にし、このシステムにおけるビジネスプロセスシミュレーションの手法、特に人間の振舞のモデル化に関する部分について考察する。モデル化に際しては実データによる裏付けが不可欠であるが、そのために必要なデータを蓄える「グループ活動データベース」について提案する。

2 エージェント指向グループウェア

2.1 エージェント指向グループウェアとは

本研究では、今後重要になると思われる下記の条件を備えたグループウェアを対象としている。

1. 開放的であること:

複数の事業部を持つ大企業、複数企業の連携、自然発生的な組織(同好会、ボランティアなど)、バーチャル企業など広い分野での利用を想定し、開放的であることを前提条件とする。これは、具体的には以下の条件を満たすことを意味する。

- 各ユーザが複数のワークグループに同時に所属することを前提とする。このためには、複数のビジネスプロセスから依頼される仕事の同時処理に対する支援 [5] や、個人作業とグループ作業の同時並行支援 [6] が必要になる。
- イン트라ネット、エクストラネット、インターネット等の言葉で表現される広域ネットワークをベースとする。
- 組織間のセキュリティを配慮する。複数の組織の連携作業では、ある種の情報をファイアウォールで保護する必要がある。
- マネージメントが分散的である。複数組織の連携作業や自然発生的組織では、それぞれの組織の長あるいは各構成員のマネージメント方針の違いを認めなければならない。

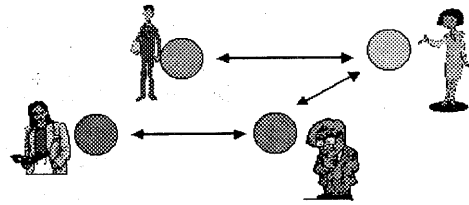


図 1: エージェント指向グループウェアのイメージ

- 文化の差異を容認する。組織毎に用いる用語の違い [9]、年中行事などのスケジュール、仕事の優先順位の違い、管理の形態の違いなどに対応できる。

2. Scalability を持つこと:

システムには随時新たな要素を追加したり、あるいは要素を削除したりできなければならない。また、規模の大小にかかわらず動作しなければならない。

3. 発展的であること:

そのときどきの例外的なイベントや事情にダイナミックに適応できるばかりでなく、プロセスの定義の変更などの発展的な変更にも随時対応できる。

これらの条件を満たすグループウェアの構成方法としては、その分散性、自律性を考慮するとマルチエージェントを基礎とするものが最適であると考えられる。これをエージェント指向グループウェアと呼ぶことにする。

エージェント指向グループウェアでは、ユーザにそれぞれ固有のエージェントを割り当てる。エージェントは、他のエージェントと通信し、ユーザに対する仕事の依頼を受け取る(場合によっては拒否する)。また、仕事の完了時には他のエージェントにメッセージを送って完了を通知する。例えば締め切りが守れそうにない場合などには、締め切りの延長依頼を自動的にエージェントが行なっても良い。つまり、エージェントは、ユーザから見ると仕事の窓口として雇った秘書のようなものであり、他のエージェント(又は他のユーザ)から見ると仕事の依頼窓口である。

エージェントとユーザとの間の役割分担の仕方は任意である。例えば仕事の諾非をエージェントに任せるのが嫌なユーザは、エージェントをインテリジェンスのない単なる通信装置として使用すればよい。これは、例えば多忙な著述業者のように仕事の

選択を積極的に行ないたい場合である。一方、仕事の選択にあまり自由度のない場合、例えば会社の従業員の場合、時間の空いている限り仕事を請け負うという設定でエージェントを利用すれば良い。もちろん中間的な場合も考えられる。例えば特定の人から依頼された仕事は時間の空いている限り請け負い、それ以外はユーザが自分で判断するような場合である。

2.2 対象とする協調作業のタイプと問題点

本研究では主として非同期通信に基づく協調作業支援(非リアルタイム型グループウェア)を対象とする。具体的には、ワークフローやビジネスプロセス等の言葉で表現されるような協調作業が中心になる。

これらの協調作業支援システムでは、その設計・導入において様々な困難が発生していた。

1. 効果が予測できない

実際にそのグループウェアを現場で利用した場合、どれだけの効果があるのか定量的に予測するのが困難である。現場の管理者は、実際的な効果が期待できることの説得力ある説明を必要とする。直観で定性的な効果を期待して導入してくれる管理者はごく少数である。したがって、グループウェア設計者は現場の導入責任者に対してそれを説明する必要がある。

ところが、それは容易ではない。まず、グループウェアの効果というものを定量化すること自体困難である。なぜならば、特に非同期系グループウェアの効果は人間同士のコミュニケーションがうまくいかないことによるロスや低減化するという点に主に現れることが多く、主たる作業(例えば文書作成)自体を効率化するものではないからである。

次に、グループ作業の現場の実態がそれぞれの現場で異っているため、各現場での実態に即した説明が求められる。これも困難な課題である。特に上記のようにロスを低減化するということがグループウェアの目的であるとするならば、現場におけるロスがどのくらい発生しているかということ調査する必要がある。そのようなデータは現場の管理者は出したがらないし、またロスがあることを意識的あるいは無意識的に認めようとはしない。さらに、グループウェアを導入するとその現

場の作業員たちがそれを実際どのように使用するのかということも、明らかににはならない。

2. 実用評価が困難

上記のようにグループウェアの効果は定量的・一般的に説明することが困難であるため、グループウェアの効果の説明する方法として、実験的な現場での実用評価を行ってそれを証拠として効果を説明することが考えられる。これは一つの有力な方法であるが、例えばワークフローシステムの場合、一定以上の人数の現場の人に試用してもらわなければならない。しかし、現場で現に行われている作業を実験的なシステムで置き換え、さらに一定以上の人数の人を説得して試用してもらうことは容易ではない。

また、大規模で開放的なグループウェアを考えた場合、小規模の実験だけでは大規模に利用した場合の効果が約束できない。さらに、たとえば防災システムのような特殊な状況での使用を想定したシステムの場合、試験運用自体不可能なこともある。

3. 人間の振舞いが予測できない

Grudin [4]も指摘しているが、グループウェア設計者は、現場の利用者が日常どのように振舞っているか、またグループウェアを導入した場合にどのように振舞うかを予測できない。したがってグループウェアの効果や想定した設計ができない。

最初の二つの問題点を解決する方法の一つとして、ビジネスプロセスのシミュレーションが考えられる。すなわち、グループウェアを導入した場合の仕事の流れを予め予測し、導入しない場合と比較して効果を検証する方法である。

しかしながら、第三の問題点で指摘されているように人間の振舞いが予測できないため、シミュレーションそのものの信頼性が問題となる。例えば、単純なワークフロー処理の場合を考えてみても、各作業員が仕事を受け取ってからそれに掛かり、仕上げるまでにどれだけの時間をかけるのかを予測することは困難である。その作業員が全能力をその作業に集中すると仮定すればそれなりの精度で予測できるだろうが、現実的にはそのような仮定は極めて不安定なものと言わざるを得ない。

ではシミュレーションすることに意味はないのか。そうとは言い切れない。シミュレーション分野においてはビジネスプロセスのシミュレーションと

いう研究カテゴリが存在しており、今述べたような問題も当然意識されている。次章ではシミュレーション分野の動向についてまとめる。

3 ビジネスプロセスシミュレーションの動向

3.1 ビジネスプロセスシミュレーションの目的

ビジネスプロセスシミュレーションの目的は、ビジネスプロセスリエンジニアリング(BPR)を行なうための資料として、様々な予測を行なうことである。

BPRの目的はプロセスにかかる時間(cycle time)の縮小、スループットの向上、待ち時間の縮小、顧客サービスの向上、作業コストの削減、在庫コストの削減などである。さらに具体的にはこれらの目標のために重複するプロセスの統合、承認プロセスの削減、並列処理の導入、非効率作業の外注化、移動の削減などのリエンジニアリングテクニックがある。

ビジネスプロセスシミュレーションでは、BPRを確実に成功させるため、事前に各種パラメータを変更したり、ランダムに発生する事象(顧客の到来など)をシミュレートすることにより、変更後のビジネスプロセスを検証する。(以上、[12])

3.2 ビジネスプロセスシミュレーションの一般モデル

図2[13]に、ビジネスプロセスシミュレーションの一般的なモデルを示す。

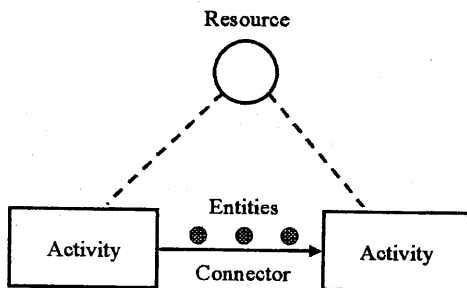


図2: シミュレーションの基本モデル

Entity Flow Object あるいは Token, Transaction とも呼ばれる。Resource によって処理

されるオブジェクトで、顧客、製品、文書などが例である。

Resource 例えば要員や機械などである。これらは Activity に割り当てられ、Entity に対して作用する。

Activity Entity を処理する活動を表現するノードである。Entity を生成する GENERATE 型、分岐を起こす BRANCH 型、複数の Connector から流入する Entity を結合する ASSEMBLE 型、同種の Entity を一定量とりまとめる BATCH 型、信号を受けるまで Entity をキューに蓄えて待たせる GATE 型、Entity の子供(文書のカーボンコピーなど)を作成する SPLIT 型、SPLIT 型で作成された親子の Entity を付き合わせる JOIN 型などのモデルがある。

Connector Activity を結合し、Entity を流す。

3.3 ビジネスプロセスシミュレーションの種類

大きく分けて4種類ある[13]。

Project-based processes 設計や管理業務など。

Entity は報告書や提案書、設計書などである。

各 Activity の所用時間に非常なバラツキがある。また、Resource が共有されることが多いので Activity 間に相互依存性がある。優先度、割込み、残業、学習曲線などの考慮が必要である。シミュレーションの上では、パラメータを変更して何度も試すことが肝要である。

Production-based processes 発注処理、苦情処理、会計処理など。Entity は注文書や電子帳票である。

BATCH や SPLIT/JOIN などの型の Activity が現われるので、シミュレーション上は Entity の管理が重要である。また、仕事のウォーミングアップ期間についての考慮が必要である。

Distribution-based processes 移動を含むもの。Entity には人間も含まれる。また Resource に輸送システム(トラック、鉄道など)が現われる。

輸送に関しては不確定要因が多いため、シミュレーション上はパラメータを変更しながら時間をかけて行なうべきである。

Customer service processes 顧客対応の窓口処理や、病院など。Entity は必ず人間である。

3.4 ビジネスプロセスシミュレーションにおける問題点

一般に、ビジネスプロセスシミュレーションにおいては、以下の問題点が指摘されている [3]。

- 顧客対応の窓口処理では Entity が人間であるため、気まぐれを起こす。たとえば、サービス要求はあるのだが混雑しているのを見て行列に並ばないで帰ってしまう (balking)、短い行列に並び替える (jockeying)、一旦並んだ行列を抜け出て帰ってしまう (reneging) がある。
- Resource (作業者) の割り当てが極めてダイナミックに行なわれる場合がある。
- 処理時間のばらつきに非常な個人差がある。Resource の個人差に加えて Entity が人間の場合はそちらの個人差も大きい。また混雑時などには状況を見て Resource が自発的に処理時間を変更したり、疲労により処理時間が伸びることもあるため、個人差の上に時間差の要因もある。したがって、これらの変動を考慮したシミュレーションモデルが必要である。

4 エージェント指向グループウェアにおけるシミュレーション

4.1 特徴

エージェント指向グループウェアにおいてシミュレーションを行なう場合、以下のような特徴が現われる。

- 人間とエージェントとのペアを一つのオブジェクトとしてとらえることができる。このオブジェクトがシミュレーション上は一つのリソースになる。人間とエージェントとの間の役割分担は、個々のケースにより様々である。
- Connector はエージェント間のメッセージで実現されている。
- 開放的であるが故に、複数のビジネスプロセスが同時に走る。これらを考慮に入れたシミュレーションが必要である。

- 主として Project-based process と Production-based process が対象になる。

4.2 目的

エージェント指向グループウェアにおけるシミュレーションの目的は、一般のビジネスプロセスシミュレーションと同様、リエンジニアリング効果の事前評価である。これをさらに具体的に分析すると、以下の目的に細分化できる。

- エージェント導入の効果を予測する。例えば、ある Resource またはすべての Resource が人間である場合と、人間+エージェントである場合とを比較する。
- エージェントの持っているルールの変更の効果を予測する。
- 個々のプロセスそのものの変更の効果を予測する。
 - 手順の変更
 - 割り当てる Resource の変更
- ランダムに発生するイベント (割込み雑用や、要員の病欠など) の量に対するプロセスの頑健性の事前評価を行なう。
- 複数のプロセス間の相互依存性の事前評価を行なう。例えば、あるプロセスにおける業務発生量が急に増えたとき、他のプロセスにどのような影響が出るかを予測する。これは、複数のプロセスが共存している系を仮定しているために必要になるシミュレーションである。

4.3 課題

一般のビジネスプロセスシミュレーションにおける課題と同様、処理時間のバラツキの個人差や時間差を考慮する必要がある。さらに、エージェントを導入したことで複数プロセスを同時に考慮する必要から、以下の点を追加して考える必要がある。

- エージェントのルール (仕事の諾非の判定基準など) としてどのようなものを仮定するかを事前に決めておく必要がある。しかし、ルールが決まってしまうとその範囲では Resource の挙動が予測しやすくなるという利点もある。
- 複数プロセスを対象にした結果、一つの Resource に対して複数のプロセスから仕事の依

頼が来た場合の挙動について考慮しておく必要がある。

ここでは、特に第二の点について述べる。この問題は、ある作業員に対して複数の仕事が依頼されている場合に、どの仕事から手をつけていくかという問題である。したがって、仕事選択の方法に関するモデルが、従来のビジネスプロセスシミュレーションに加えて新たに必要になる。

例えば、昔に依頼された仕事から順に実行する、締切の近いものから実行する、すべての仕事を一定時間ずつ順に進捗させるなどのモデルが考えられる。もちろんこれらは極端に単純化したモデルであって、実際に作業員はこのような単純な基準で仕事をしているわけではない。正確なモデルを構築することは不可能に近いが、シミュレーションを行なうためには何らかのモデルが必要であることもまた不可避な課題である。

次章では、モデル構築のデータを収集する手段としてのグループ活動データベース [10] について述べる。

5 グループ活動データベース

5.1 データ取得

本研究でグループ活動データベースとは、エージェント指向グループウェアにおけるエージェント間コミュニケーション、及びエージェントとユーザ間のコミュニケーションの履歴を記録したものである。ワークフローのログデータをデータベース化するという考え方は EvE[2] にも見られるが、本研究の課題は特にシミュレーションを意識したモデル構築にある。

このうち、エージェント間のコミュニケーションについては、一般にプロトコルが決められている [11] ため、履歴の獲得は容易である。このとき獲得できる情報は一般に以下のようなレコード型の情報になる。

- ID
- 送信元、送信先
- 要求のタイプ (仕事依頼、問い合わせ、期限延長依頼、キャンセル、etc.)
- タスク名 (ビジネスプロセス名、Activity 名)
- 時刻
- 優先度パラメータ
- 期限

一方、エージェントとユーザ間のコミュニケーションは、一般には GUI などのユーザインタフェースを経由して行なわれるので、単純に履歴を取るとボタンやメニューレベルの操作履歴となってしまう、タスクとの関連を判断しにくい。このため、エージェントは図 3 のように構成されていることが望ましい。すなわち、ユーザインタフェース管理システム (UIMS) の概念を導入し、表示要求やユーザインタフェース操作を抽象化した図の (b) の部分の履歴を取る。これに対して、エージェント間の通信履歴は図の (c) の部分で採取する。

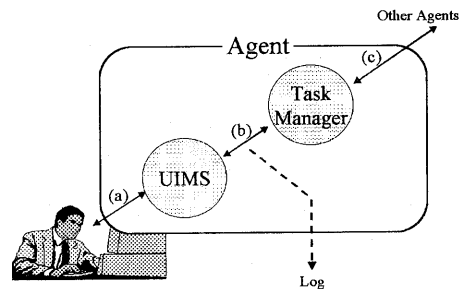


図 3: 履歴を取りやすいエージェントの構成

(b) の履歴は、以下のものからなる。

1. (c) の履歴の部分集合
2. ユーザのマニュアル入力。(オフラインで依頼された仕事の予定表への登録など)
3. ユーザからエージェントに対する情報要求とそれに対する回答
4. エージェントからユーザに対する能動的な表示。(督促など)

ここで、(c) にあって (b) にはない履歴とは、エージェントが自動的に解決した問い合わせ等に関するものである。

5.2 予測

さて、ビジネスプロセスのシミュレーションをする上で最も重要なことは、ある Activity の終了時刻を予測することである。これには二つのアプローチが考えられる。

- 締切との相対時刻で予測する。例えば、締め切り当日に終了する、締め切りの前の日に終了する、締め切りの翌日に終了するなど。

- 仕事依頼時刻の後、当該 Activity の処理に必要な時間が経過した時刻に終了する。

第一のアプローチは、報告書作成、文書作成などの場合に比較的良く当てはまると考えられる。すなわち、Project-based process 向きであると言える。このアプローチでは、複数のプロセスが共存しているという前提自体はあまり影響してこない。ただし、同一 Resource に過剰な量の Activity が集中すると例外的に締め切りから大きく遅れる Activity が発生したり、依頼の拒否が発生したりする。

このアプローチにおいて必要なデータは、図3の(c)の部分のみであり、データの中では主として要求タイプ、タスク名、時刻、期限に注目すれば良い。

第一のアプローチでは、締切までに余裕がある場合には Resource が仕事を保留することが前提となっている。一方、第二のアプローチでは、Resource が常に全力で仕事をしていることが前提であり、工場の生産プロセスのシミュレーションに近い発想である。すなわち、Production-based process 向きである。

第二のアプローチでは、次の点に注目したモデル化が必要になる。

- Resource が実際に仕事にとりかかる時刻。これは、(c)のデータと(b)のデータの間の仕事依頼通信の時間差に着目して得る。これは、仕事が依頼されてから実際にとりかかるまでの間 Resource が在席していなかった場合を想定している。
- Resource が複数の仕事の中からどれを選択して実行するかを決定する基準は何か。
- Resource が各 Activity の処理に要する時間はどのくらいか。
- エージェント以外から依頼される仕事に何かがあるか。すなわち、(b)の履歴中、ユーザのマニュアル入力の部分のデータに注目する。

これらの問題に対して、従来のビジネスプロセスシミュレーションの手法を適用するならば、例えば以下のようになる。

- 複数の仕事をかかえている Resource は、すべての仕事に対して公平に時間を分配していると仮定する。
- Activity の処理に要する時間は一定か、ある分布に基づくかと仮定する。この分布に関する定数は、過去の経験から得る。

- プロセス外で依頼される仕事は、確率的事象として発生するものと仮定し、何度もシミュレーションを行なうことで平均的な結果を導き出す。確率のパラメータは実際の観察や経験¹に基づく。

しかし、これでは余りに問題を単純化しすぎており、人間の振舞のばらつきについて考慮していないと言わざるを得ないのは既に述べた通りである。また過去の経験から定数を得ると言っても、その効率的な方法については何の方策も示されていない。例えば、ビジネスプロセスシミュレーションで成功した事例を見ても、定数の獲得に大変な手間暇をかけているものがある[7]。

本研究では、あらかじめ大量のデータを取得しておくことにより、これらの問題の改善を試みる。具体的にはいくつかの方法が考えられ、今後さらに詳しく検討したいと考えている。例えば以下のアプローチがありうる。

- Activity またはプロセスの種類により、特に縮切相対アプローチに向いたものが発見できるか。
- (Activity, Resource, Resource が同時に抱える Activity の数) の三つ組から処理に要する時間を推測できるデータが得られるか？
- 仕事の依頼者と処理時間との間に相関があるか。
- プロセス外で依頼される仕事に例えば定例会議のような規則性があるか。ただし、これについては過去の研究知見[14]とユーザによる仕事のマニュアル入力に抜けが発生することから、あまり期待はできない。

これらの検討から、ユーザの仕事選択・消化に関するモデルについて改善して行きたいと考えている。

5.3 その他

グループ活動データベースは、単にシミュレーションの目的ではなく、グループ活動の可視化にも有効に利用する計画である。

6 おわりに

ビジネスプロセスシミュレーションの現状と課題、およびエージェント指向グループウェアにシ

¹(b)のデータとして実際に入力されているかどうかは問わない

シミュレーションを応用する場合の方式について述べ、次いでシミュレーションのために必要なデータを獲得するためのグループ活動データベースについてデータの取得方法とシミュレーションへの応用方法について提案した。

グループウェアの分野においては、文献[14]などのようにヒューマンファクタへの取り組みが試行錯誤的に行なわれているが、ビジネスプロセスについてはあまり芳しい成果が出ていない。ところが、シミュレーション分野ではこの点についてある程度の割り切りがあり、人間の振舞についてはランダムな要素として考え、シミュレーションの数をこなすことによって評価をしていこうという姿勢がある。今回調査してそのギャップに驚いた次第である。

本研究の目的は、エージェント指向グループウェアを利用した場合のビジネスプロセスの評価である。この目的に限ってはヒューマンファクタについてのシミュレーションの開き直りも悪くないのではないかと考えている。

参考文献

- [1] Bridgeland, D. and Becker, S.: Simulation Satyagraha, A Successful Strategy for Business Process Reengineering, *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.1214-1220 (1994)
- [2] Geppert, A. and Tombros, D.: Logging and Post-Mortem Analysis of Workflow Executions based on Event Histories, *Proceedings of 3rd International Workshop on Rules in Database Systems (RIDS)*, in Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1312, pp. 67-82 (1997)
- [3] Gladwin, B., and Tumay, K.: Modeling Business Processes with Simulation Tools, *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.114-121 (1994)
- [4] Grudin, J.: Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers, *Communications of the ACM*, vol.37, no.1 (1994), pp.92-105
- [5] Holt, A.: *Organized Activity and Its Support by Computer*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands (1997)
- [6] Ishiguro, Y., Tarumi, H., Asakura, T., Kusui, D., and Yoshifu, K.: "An Agent Architecture for Personal and Group Work Support", *Proceedings of International Conference on Multi Agent Systems '96*, pp. 134-141 (1996)
- [7] McGuire, F., Using Simulation to Reduce Length of Stay in Emergency Departments, *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.861-867 (1994)
- [8] Miller, J.A., Sheth, A.P., Kochut, K.J., Wang, X., and Murugan, A.: Simulation Modeling within Workflow Technology, *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.612-619 (1995)
- [9] Poltrock, S.E. and Engelbeck, G.: Requirements for a Virtual Collocation Environment, *Proceedings of ACM Group'97*, pp.61-70 (1997)
- [10] 垂水浩幸: グループライフサイクルベースの研究、重点領域研究「高度データベース」成果報告, Vol. 3, pp.163-170 (Jan. 1998)
- [11] Tarumi, H., Kida, K., Ishiguro, Y., Yoshifu, K., and Asakura, T.: WorkWeb System — Multi-Workflow Management with a Multi-Agent System, *Proceedings of ACM International Conference on Supporting Group Work (Group'97)*, pp. 299-308 (1997)
- [12] Tumay, K.: Business Process Simulation, *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.55-60 (1995)
- [13] Tumay, K.: Business Process Simulation, *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, ACM, pp.93-98 (1996)
- [14] 山上俊彦、グループ通信における Know-When 知識獲得の検討、情報処理学会人工知能研究会、81-1, (1992)