

国際ワークショップのための投稿・査読支援マルチエージェントシステム

中塚 康介[†] 村上 陽平[†] 新留 憲介[†] 八槿 博史[†]
石田 亨[†]

[†] 京都大学 大学院 情報学研究科 社会情報学専攻

和文抄録: 現在, 論文の投稿や査読を支援する多くのシステムが開発されているが, それらは, 既定のプロセスに従い運営を行うものであった. これに対し, 本稿では, 運営の方針を定める人間どうしのやりとりに, システムが動的に対応しながら, ワークショップの運営の支援を行うことを目標とする. 本稿では, 実際にワークショップ中で運営のためにやりとりされたメールを分析し, その結果を元にして, ワークショップの構成員の間のコミュニケーションプロトコルを記述する. また, そのプロトコルを実装し, 構成員のコミュニケーションに対応して, 行動を行うため, マルチエージェントシステムを採用したシステムについて記述する.

Refereeing Support Multi-Agent System for International Workshops

Kosuke Nakatsuka[†] Yohei Murakami[†] Kensuke Shindome[†]
Hirofumi Yamaki[†] Toru Ishida[†]

[†] Department of Social Informatics, Kyoto University

Abstract: We propose a system that supports the management of workshops by following dynamic human process among the workshop member, instead of static pre-established process. We analyzed the logs of a mailing list for managing a workshop, and described the interaction protocol based on the analysis. Our system applies a multi-agent framework that operates corresponding to the actual communication among the workshop members.

1 はじめに

現在, “Racco[1]” や, “WitanWe[2]” など, ワークショップ, あるいは, ジャーナルの編集のためのシステムが数多く開発されている. そこでは, 電子メール・webなどのネットワークアプリケーションや, データベースといった応用ソフトウェアを用いてシステムを構築し, 論文の

管理, 査読, 編集の作業の自動化を計っている.

一方で, 中・小規模のワークショップにおいては, 締め切り後の投稿や, 締め切りの延期, 不正な論文ファイルの処理, 査読割当てなどのプロセスが, ワークショップ運営者, 管理者の手によって, 手動で行なわれていることも多い. この原因の一つとして, 締め切りの決

定など、運営者、管理者、投稿者、査読者などのワークショップ構成員が、互いに相談や交渉を行い、その結果、論文管理システムの方針が決定されるプロセスが存在することが考えられ、締め切りなどを既定項目として、静的に会議の運営プロセスを与える従来のシステムでは、対応に困難が生じる場合があった。

本稿では、この問題に対して、人間どうしのコミュニケーションにシステムが追従し、ワークショップ構成員間の対話でプロセスが進む場合にもシステムがそのプロセスを支援することを目標とし、そのためのシステムとして、個々の構成員に対応するソフトウェアエージェントを用いたエージェントプラットフォームを適用する。

これによって、

1. システム利用者個別の要求に合わせた対応
2. 個別に設定されたエージェントによる人と人との交渉の支援

が可能となり、従来のワークショップ運営管理システムに加えて、人間の活動も支援する情報流通プラットフォームの構築に貢献するものであると言える。

本稿では、まず、国際ワークショップ Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents (PRIMA) における運営記録から、運営者、及び、管理者が対応しなければならない多くのイベントや例外事象を明らかにする。次に、これらの事象に対応できるマルチエージェントシステムの構成と、異なるタスクを持った複数のエージェント間の協調プロトコルについて考察する。最後に、実際の運用による評価に先立ち、マルチエージェントシステム・協調プロトコル記述が正しく動作し、ワークショップの構成員を支援することを確認するためのシミュレーションプログラムについて記述する。

2 国際ワークショップのプロトコル分析

本章では、国際ワークショップ PRIMA の運営記録から、運営中において発生した想定上の事象、あるいは、想定外の例外事象について述べる。

2.1 PRIMA でのオンライン投稿・査読システム

PRIMA では、論文の投稿、及び、査読プロセスをオンラインで行っている。オンライン処理の各プロセスは以下のようになっている。

1. ユーザ登録
投稿者は、システムへの参加のため、自分の名前、

メールアドレス、電話番号、所属やパスワードをシステムに登録する。

2. 論文投稿
投稿者はシステムにログインし、論文のタイトル、著者名、キーワード、要約を記入して、本文の書かれているファイルをアップロードする。
3. 査読割り当て
プログラムチェアは締め切りが過ぎると、投稿されている全ての論文の、要約やキーワードを参考にしながら、論文の査読割り当てリストを作成する。作成された査読割り当てリストに従って、それぞれの査読論文を査読者に知らせる。
4. 査読・査読結果回収
査読者は、査読割り当てリストによって指定された論文をシステムからダウンロードする。査読を終えたら、査読レポートを作成し、それをシステムに提出する。
5. 審査結果通知
査読レポートはプログラムチェアのところに集められる、査読レポートの評価は論文の審査に用いられ、審査結果は著者に送られる。
6. カメラレディ原稿の投稿
論文が受理された投稿者は、論文を修正しカメラレディ原稿を作成する、カメラレディ原稿はシステムに提出される。

2.2 ワークショップ運営における問題

一方、実際の運営では、必ずしも、前節の通りに進行するとは限らない。本節では、前節のシステムを運営中に発生したシステムの想定外の問題について記述する。

PRIMA 1999 において、投稿の受取確認のメールや査読の割り当てのメール、査読結果の通知メールの自動送信を行った。図 1 に 1 日に事務局が送受信した電子メール数を示す。

図 1 より、締め切りを守って進行している論文に関しては、受け取り確認メールや査読割り当てメールの自動送信などの単純作業の自動化が行われており、処理負担を軽減しているが、想定していた流れに対して進行が遅れたものに関しては、処理負担の変化がないことがわかる。

また、PRIMA 2000 の運営中にシステム管理者を含むワークショップ構成員間でやりとりされたメールが

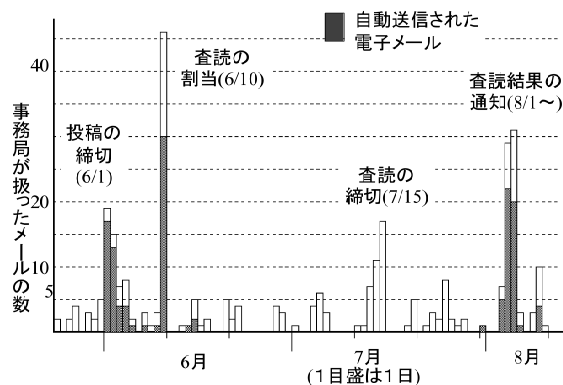


図 1: 1 日毎の電子メール送受信数

ら、運営上問題となった例外事象は以下のように分類することができる。

標準的な進行からの逸脱:

- 締め切り後に、論文の投稿や査読レポートの提出が行われる。
- 締め切り後に、修正された論文との差し換えを要求される。
- 査読の割り当てが変更される。
- 締め切りなど日程の変更が行われる。
- 審査結果が出て受理されたにもかかわらず、著者が論文の投稿の取り下げを要求してくる。

作業の代行要求:

- 論文のアップロードや査読レポートの提出ができないため、電子メールに添付して管理者に送信し、論文のアップロードや査読レポートの提出の代行を依頼してくる。
- 査読用論文をダウンロードできないので、査読用論文を電子メールで送信するよう依頼してくる。
- 査読レポートがなかなか集らないため、運営者が急遽査読を行う。

状況確認:

- 担当論文を忘れたため、担当論文の送信を依頼してくる。
- パスワードを忘れたため、パスワードの要求をしてくる。

- 審査結果の通知が遅れたために、査読の進捗具合を確認してくる。

その他:

- 投稿された論文のなかにウイルスに感染したものがあつた。
- 複数著者による論文の投稿なのに、アカウントが一人以外は持てない。
- 集計された査読レポートが登録されていたデータベースのデータが失われた。

以上のような問題の中で、システムのトラブルやシステムが機能しないので代りに投稿をして欲しいといった“作業の代行要求”や“その他”で示される全体に影響を与えない例外事象よりも、査読者の再割り当て、締め切り後の論文の投稿や査読レポートの提出といったように、時間の流れに沿った標準的な進行から逸脱する場合は数多く観察された。このような問題は、査読者への論文の再割り当てや、変更通知、新しい査読論文の配布などを必要とし、他の参加者の進行にも影響を与える。

このように“標準的な進行からの逸脱”は多数観察されるだけでなく、参加者の多くに影響を与えるために、必要とする処理が複雑なものとなり、運営者の負担が大きくなる。

この問題に対する一つのアプローチとして、締め切り延長、査読の再割り当てなど、“標準的な進行からの逸脱”により発生する構成員間のコミュニケーションを、その問題を解決するための手順としてプロトコル記述し、そのプロトコルを実装されたシステムが、構成員間のコミュニケーションに対応して構成員の支援を行うことが考えられる。

このアプローチの実現のため、構成員間のインタラクションの記述と、各構成員に対応してこの記述を実行するためのマルチエージェントシステムの実現を行う。

3 マルチエージェントシステムによる支援

本章では、前章での問題に対応するためのマルチエージェントシステムについて、そのアーキテクチャ、及び、システム上のエージェント、あるいは、会議運営者、論文投稿者、論文査読者、システム管理者などの国際ワークショップ参加者間のインタラクションプロトコルについて記述する。

3.1 システムアーキテクチャ

システムは、図 2 のように構成される。

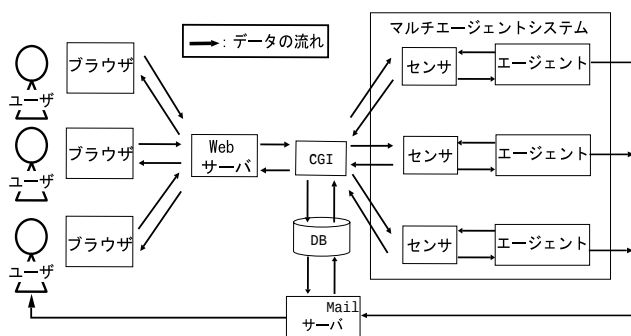


図 2: システムアーキテクチャ

ワークショップの構成員とソフトウェアエージェントとの通信は、web ブラウザ、及び、電子メールを用いて行う。

論文の投稿や、査読結果の送信などにおいて、ワークショップ構成員は、web ブラウザを用いてデータを送信する。送られたデータは、CGI によってデータの整形やデータベースへの登録などの処理が行われる。さらに、CGI からはマルチエージェントシステムへ、ユーザからのデータが配信される。マルチエージェントシステム内では、各構成員に対応するエージェントが、送られてきたデータを受信し、そのデータに反応して行動を行う。送られてきたデータに対応する行動の結果、データ編集、web ページ出力、メール配信などの一連の手続きが実行される。この手続きは、各エージェントに与えられるインタラクションプロトコルによって記述されている。ワークショップ運営の標準的なインタラクションプロトコルは、運営者によってエージェントに与えられる。

3.2 エージェント

システムには、会議運営者(チェア)、論文投稿者、論文査読者に対応するエージェントが存在する。エージェントの主要な役割は以下の通りである。

- チェアエージェント

投稿者エージェントや査読者エージェントからの論文や査読レポートの集計、チェアへの状況通知、締め切りを延期された参加者のスケジュールの管理、担当のエージェントへの督促、締め切りの通知、チェアからの査読割り当てに従った各査読者エージェントへの査読論文の配信、チェアからの審査結果に従った各投稿者エージェントへの審査結果の配信、各段階での論文のリストの作成、それによる論

文の進行状況の把握、といった会議運営者の行う必要のある多くの作業を支援する。

- 投稿者エージェント

投稿者に代り、チェアエージェントに論文を投稿したり、論文の差し換えを要求したりする。また、チェアエージェントから督促メッセージや締め切りメッセージを受け取ると、電子メールで投稿者に督促したり、締め切りになったことを通知したりする。査読中の論文の査読の進み具合については、投稿者に代わってチェアエージェントに尋ね、進行具合を報告する。審査結果をチェアエージェントから受け取ると投稿者に電子メールで知らせ、審査に通ればカメラレディの提出も行う。主に、投稿者に代わってチェアエージェントとインタラクションをとる。

- 査読者エージェント

チェアエージェントにより送られてきた査読論文を査読者に表示し、査読者から査読レポートを受け取れば、その査読レポートをチェアエージェントに送る。締め切りが近付き、チェアエージェントから督促メッセージや締め切りメッセージを受け取ると、電子メールで査読者に督促したり、締め切りになったことを通知したりする。主に、査読者に代わってチェアエージェントとインタラクションをとる。

3.3 インタラクションプロトコル

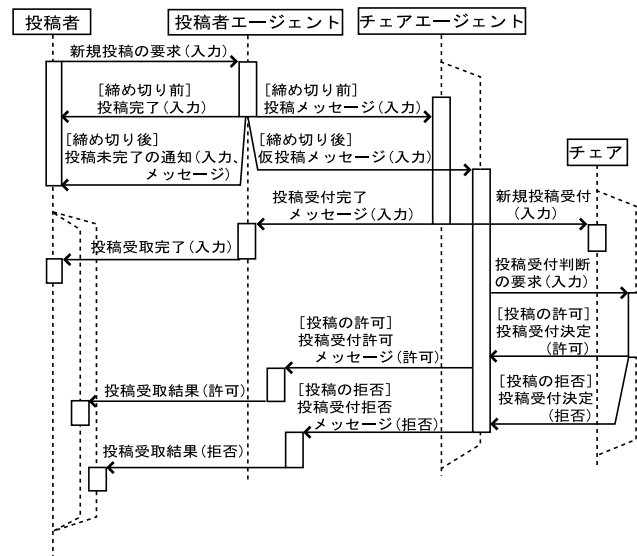
次に、各エージェントに与えられるインタラクションプロトコルについて記述する。

インタラクションプロトコルは、発火のための前提条件と、発火した際の行動を記述したルール、及び、そのルールをまとめ各状況での対応を一括りにしたプランによって構成されている。

エージェントは、プロダクションシステムに基づいて、与えられたプラン内のルールを実行していく。

インタラクションプロトコルの例として、以下に、論文投稿の際のエージェントに与えられるプロトコルを挙げる。

論文投稿の際、図 3 に示す流れで処理が行われる。図中の投稿者は、既にユーザ登録が完了し、ユーザに対応する投稿者エージェントが生成されたユーザのうちの任意の一人を表す。また、チェアは、ワークショップの運営者を表し、チェアに対応するエージェントが生成されている。破線は処理の流れを表し、上から下へと進行する。破線中の四角は、対象とする主体が処理を行って



いることを示し、この四角を結ぶ矢印は、メッセージやデータがやりとりされていることを表す。

図 3 の各処理は以下の通りである.

- ## 1. 新規投稿の要求

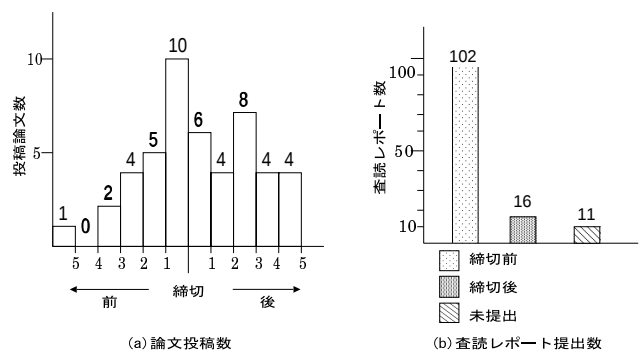
投稿者が投稿者エージェントに新規投稿の要求をし、投稿内容を入力する。

- ## 2. 投稿内容の送信

投稿締め切り前ならば、論文情報をチェアエージェントに送り、投稿者に対しては、電子メールで登録を通知する。投稿締め切り後ならば、チェアエージェントに、仮投稿として論文情報を送り、投稿者に対しては、締め切りが過ぎているためチェアが受け取ったかどうかの確認を行うことを通知する。

- ### 3. 投稿内容の受信

チェアエージェントは投稿者エージェントから送られてきた論文情報を論文リストに登録する。また新規の論文を受け付けたことをチェアに電子メールで伝え、投稿者エージェントには投稿受付完了メッセージを送り、処理を完了する。締め切りが過ぎている場合、チェアエージェントは論文を仮論文リストに登録し、チェアからの判断を待つ。投稿が認められると、チェアエージェントにより仮論文リストから外され論文リストに加えられる。投稿が完了すると、チェアエージェントは投稿者エージェントに投稿が完了したことを伝え、投稿者エージェント



は、投稿者に電子メールで投稿が正常に完了したことを伝える。

3.4 プロトコル評価

本節では、以上のようなインタラクションプロトコルを用いることにより、構成員間の対話が必要なプロセスに対し、どの程度の支援が可能であるかを考察する。

図 4に PRIMA1999 における投稿, 査読レポート提出数が締め切り前後でどのように推移したかを示す.

PRIMA1999では図4(a)が示すとおり締め切り後の投稿が半数以上も観察された．そのために，締め切りを

延期しシステムを稼働し続けることで対応していたが、投稿の締め切りを行わなければ次の処理に進むことができないため、結局48件の投稿のうち7件はシステムで自動処理できなかった。これに対して、投稿者と運営者の間の締め切り延期のインタラクションをシステムが支援できる場合、締め切りを超過した26件の投稿にも対応することができると考えられる。

また、査読レポートの提出に関しても、図4の(b)から観察される27通の締め切り後における未提出の査読レポートに対して、これまでの査読者・運営者間のやりとりからそれぞれの論文の査読状況を把握し、自動的に督促メールを送信するなどの対応ができると考えられる。

このように、ワークショップの構成員間のやりとりを必要とする各参加者の締め切り期日の管理や、論文の進行状況の把握といった問題を支援することにより、チェアの負担を軽減させることが可能と考えられる。

一方、現在のプロトコル記述の問題点として、記述量が多いことがあげられる。各処理について、エージェント毎にプロトコル記述を行うと、ルールの総数は335となり、多くの記述が必要である。現在のインタラクション記述では、各ユーザがこのような記述を行う場合、ルール数が多いため容易ではないと考えられ、記述法の改善が必要である。

4 シミュレーション

本章では、上記のマルチエージェントシステム・プロトコルを用いて実際にシステムを構築するに先立ちシステムやプロトコルの動作を確認するための、シミュレーションプログラムについて述べる。

シミュレーションプログラムは、プロダクションシステムに基づいて構築されたマルチエージェントシステム[3]にweb、電子メール、データベースに対する通信機能を追加したもので構成される。web、電子メール、データベースに対しては、図2に示したように実装されている。また、マルチエージェントシステムは、以下に示すように処理が行われる。

1. プラン処理系がプランを読み込み、プランの実行を行う。プロダクションシステムにおけるルールがあらわれると、プラン処理系は、ルール処理系へと制御を移す。
2. ルール処理系では、格納されている全てのルール集合と、全ての事象とを用いて条件照合を行う。その時ルールの条件部を満たしているルールは実行可能な状態へ移る。

3. 実行可能な状態のルールから、プラン処理系によって実行の許可を要求されているルールがあるかどうかを選択する。
4. 実行が許可されるルールが存在する場合は、そのルールの実行へと移るが、そのようなルールが複数ある場合には、競合解決が行われ、実行が許可されるルール中の一つが選択される。
5. 競合解決によって選ばれたルールが実行される。
6. ルールが実行され、事象の修正が行われる。
7. ルールの実行が終わると、制御をプラン処理系に移す。

このプロセスを各エージェントは繰り返し行い、記述されたプロトコルを実行していく。

本章のシミュレーションプログラムを用いて、実際にプロトコルを記述し、動作の検証を行っている。

5 おわりに

本稿では、ワークショップの支援システムが、人間どうしの対話を行う際のプロトコルに対応して処理を進行する方法について記述した。本研究では、実際のワークショップ運営の記録から、プロトコル抽出を行い、そのプロトコルに基づいて動作するシミュレーションプログラムの構築を行った。本稿の手法によって、従来のワークショップ支援システムにおいて対応が困難であった構成員の交渉が関係するプロセスにおいても、運営支援が可能であると考えられる。

今後の課題としては、プロトコルの記述量が多いため、容易に記述できる方法を考える必要があることと、作成されたプロトコルが実際に運用可能であるかどうかについての検証が挙げられる。また、エージェントの対応を柔軟にするためのプロトコル記述の自動的・半自動的な記述を可能にすることも、目標の一つとして挙げられる。

参考文献

- [1] : Racco. <http://review.submit-asap.org/>.
- [2] : Witan Web: Web-based Refereeing Support Software. <http://www.witanweb.iit.nrc.ca/>.
- [3] 石田亨: プロダクションシステムの発展, 朝倉書店 (1996).