

マルチエージェントに基づく コミュニティ指向情報配送サービスの構成

中村 直毅 菅沼 拓夫 白鳥 則郎

東北大学大学院情報科学研究科/東北大学電気通信研究所

E-mail: {nakamura,suganuma,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

近年、マルチメディアコンテンツを複数の利用者に対して効果的に配送するための仕組みに関する研究が進んでいる。本研究では、アドホックに構成される複数の利用者（提供者・受信者）から構成されるグループ（コミュニティ）において、提供者が複数の利用者に対して、各々の利用者要求に合致したマルチメディアコンテンツを効果的に配送する「コミュニティ指向情報配送サービス」を提案する。本稿では、本配送サービスをマルチエージェントシステムとして構築する手法について述べる。

The design of Community-oriented Contents Delivery Service based on Multi-Agent Framework

Naoki Nakamura, Takuo Suganuma and Norio Shiratori

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

E-mail: {nakamura,suganuma,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

Recently many researches for providing multimedia contents with multiple users efficiently have been promoting. We propose a framework of "Community-oriented Contents Delivery Service". In this framework, relatively small number of users, including a Sender and Receivers, make groups called "Community", and multimedia contents suitable for each user demands are delivered to receivers as effectively as possible. In this paper, we describe a scheme of constructing the proposed service based on multi-agent framework.

1 はじめに

近年の計算機の性能向上とインターネットの接続環境の高速化により、動画などのマルチメディアコンテンツの共有に対する需要が拡大している。また、P2P技術を用いて、受信者がコンテンツを検索し、ダウンロードするNapster, WinMXをはじめとした受信者主導のファイル共有アプリケーションが発達してきている。

一方で、コンテンツ提供者が複数の受信者に対して、マルチメディアコンテンツを提供者主導で配送する機会も増えてきている。しかしながら、利用端末やネットワークアクセス手段などの多様化に伴い、受信者が望んでいるコンテンツ形式（符号化形式、データサイズ、画像サイズ、画質等）も多様化しつつあり、各々の受信者が満足できるようなコンテンツ形式や提供の条件などに合せてコンテンツを提供することは難しい。そこで提供者が、複数の利用者に対して効果的かつ容易にマルチメディアコンテンツを提供するための仕組みが必要となってきた。

現状では、提供者や受信者のプラットフォームやネットワーク状態から生じる制約などを考慮しながら、提供者

と受信者間でコンテンツ形式や配送の条件などについて何らかの通信手段を用いて直接交渉することによって提供するコンテンツを決定する。また決定後はインスタントメッセージ、電子メール、WEBサーバ、コンテンツ変換ソフトウェアなどを用いてコンテンツを受信者へ手作業で配送するため、受信者が多くなった場合等に利便性が極めて低くなり、効果的な配送は困難である。

そこで、本研究では、複数の利用者（コンテンツ提供者と受信者）からアドホックに構成されるコミュニティにおいて、特定のサーバを用いず、利用可能な資源を活用して、各々の利用者が望むマルチメディアコンテンツを効果的に配送する「コミュニティ指向情報配送サービス」を提案する。

提案するコミュニティ指向情報配送サービスによって、従来の提供者主導のコンテンツ配送において利用者が手作業で行っていた作業を自動化することで、配送におけるコンテンツ提供者・受信者の作業の負担を軽減し、提供者主導の効果的なコンテンツ配送が実現できる。

本稿では、マルチエージェント技術を用いたコミュニティ指向情報配送サービスの実現手法について述べる。

2 コミュニティ指向情報配送サービス

2.1 コミュニティ指向情報配送サービス

コミュニティ指向情報配送サービスとは、コンテンツ蓄積機能やコンテンツ変換機能などを持ったサーバをあらかじめ固定的に用意することなく、コンテンツを配送するためのコミュニティをアドホックに形成し、コミュニティ内のリソースを効果的に用いて、利用者の要求を可能な限り満すようにマルチメディアコンテンツを配送するサービスである。図1に本サービスの概要を示す。

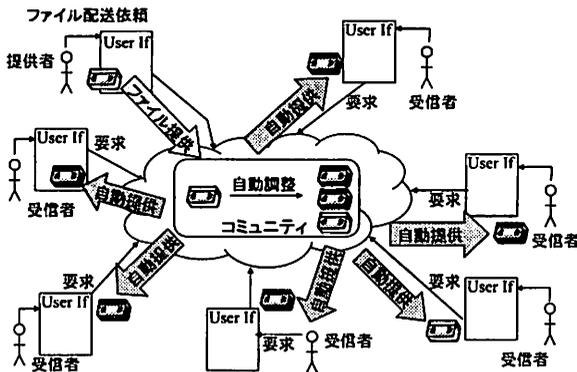


図1: コミュニティ指向情報配送サービス

利用者が可能な限り満足するようなマルチメディアコンテンツを提供するため、個々の利用者の要求、プラットフォーム・ネットワークの状態の制約、コミュニティ全体で提供できる能力などを考慮しながら、利用者要求の調整をする。またコンテンツを利用者へ提供する際には、コミュニティ内のリソース(変換機能、配信機能等)を活用し、コンテンツ形式の調整およびサービスの提供が行われ、受信者へコンテンツが自動的に配送される。

本サービスを提供するために必要な機能として、以下のようなものが挙げられる。これらの機能の連携により本サービスが提供される。

利用者要求獲得機能

各利用者のコンテンツ形式に関する要求、スケジュール情報、配送依頼の要求などの利用者要求を獲得する機能

プラットフォーム情報/ネットワーク情報獲得機能

利用可能なネットワーク帯域などのネットワーク情報や各ノードでの画面の大きさや利用可能なソフトウェアなどのシステムの情報を獲得する機能

利用者要求調整機能

コミュニティ内の各利用者の利用者要求とコミュニティ全体で提供できるサービス能力を考慮しながら、利用者要求を調整する機能

コンテンツ変換/配信機能

コンテンツ形式のパラメータの情報を獲得し、利用者の要求に応じてコンテンツ形式の品質の調整を行

い、また http プロトコルによるコンテンツの公開やストリーミング配信を制御する機能

名前解決・リソース発見機能

コミュニティ内の利用者の発見、およびコミュニティ内にあるコンテンツ変換サーバや配信サーバなどを発見する機能

配送制御機能

効果的にコンテンツを転送するため、通信の多重化、経路制御、フロー制御およびスケジューリングなどを行い、効果的な配送制御を行う機能

2.2 技術的課題

コミュニティ指向情報配送サービスを実現するために、(T1) から (T4) のような技術的課題を解決する必要がある。

- (T1) 複数の利用者に対して、コンテンツを提供するための要求のマッチメイキング技術
- (T2) コミュニティ内の利用者および利用可能なコンテンツ変換機能等のサービスの検索技術
- (T3) コミュニティ内で利用可能なサービスの制御およびサービスの動的な連携の構成技術
- (T4) 利用者の要求に基づいた通信の多重化、経路制御、フロー制御などサービス提供時に効果的な QoS を提供するためのネットワーク技術

(T2) に関しては、既存の P2P 技術 [1] における検索技術の高度化により実現可能と考えられる。

(T3) に関しては、エージェント技術における、マルチエージェントシステムの構成・再構成能力を用いた適応的なシステム [2] として実現可能である。

(T4) に関しては、エージェント指向ネットワークミドルウェア [3] を用いることで、その効果的な制御が可能である。

本稿では (T1) に焦点を当てる。従来、コミュニティ指向の情報配送を行う場合、提供するコンテンツの品質はコンテンツ提供者とコンテンツ受信者間で電話や E-mail などの通信手段などを用いて直接交渉して決定する必要があった。また複数のコンテンツ受信者に対して形式の異なるコンテンツを提供する必要がある場合には、コンテンツ変換処理が必要であるが、コンテンツ変換には相当な処理時間が必要であり、またコンテンツ変換できる処理能力にも限界があるため、すべての受信者の要求を受け入れることは困難である。そのため各コンテンツ受信者は、コンテンツを受け取る際の要求を譲歩し合い、コンテンツ形式の種類や受け取る際の条件を妥協しながら、複数の利用者間で要求の調整を行う必要があった。以上の要求の調整作業を経た後、コンテンツ形式を変換する必要がある場合には、コンテンツ処理機能を利用す

ることによってコンテンツの品質を調整し、変換等の処理の後、最終的に受信者へコンテンツを送信する。このような作業は、利用者にとって多大な負担となっている。

そこで、本研究で提案するコミュニティ指向情報配送サービスでは、既存の情報配送において利用者が手作業で行っていた作業を代行するエージェント群を用いてサービスを構成し、エージェント間の交渉によって、要求のマッチメイキング作業を自動化することで利用者の負担を軽減し、効果的なコミュニティ指向情報配送を行う仕組みを実現する。

3 マルチエージェントに基づくコミュニティ指向情報配送サービスの設計

3.1 エージェントの構成設計

提案するコミュニティ指向情報配送サービスでは、複数の利用者に対してコンテンツを提供するため、情報配送を行うための知識と利用者の要求に関する知識を持つ提供者エージェント (SenderAg) と受信者エージェント (ReceiverAg) および情報配送を支援するために必要なエージェント群を導入し、それらが協調動作するマルチエージェントシステムとして構成する。各エージェント同士は、エージェント間の交渉によって、利用者間の要求のマッチメイキングを行い、各コンテンツ受信者に提供するコンテンツ形式およびその条件などを決定し、最終的にコンテンツの形式を調整し、コンテンツを利用者へ配送する。

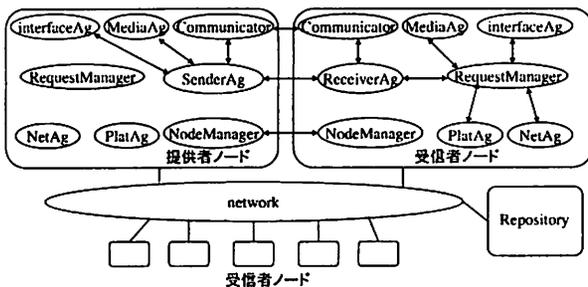


図 2: 情報配送サービス時のエージェントの構成

図 2 は、コミュニティ指向情報配送サービスのエージェント構成を示している。ここでは、コンテンツ提供者にコンテンツが与えられて、配送相手の各ノードに受信者エージェント組織が構成され、提供者エージェント組織と受信者エージェント組織が交渉している様子を示している。各エージェントの役割を以下に述べる。

NodeManager: 各利用者の端末を管理しているエージェントであり、ノード上のエージェントの管理等を行う。
InterfaceAg: 利用者からのコンテンツ形式の QoS パラメータに関する要求や利用者のスケジュール情報などを GUI を通じて獲得し、必要に応じて獲得した情報を

提供する。

NetAg: 各利用端末におけるネットワークの利用可能な帯域情報などのネットワークに関する情報を収集し、必要に応じて獲得した情報を提供する。

PlatAg: 各利用におけるディスプレイのサイズや CPU, Memory の資源状況などプラットフォームに関する情報を収集し、必要に応じて獲得した情報を提供する。

RequestManager: 各々の受信者のコンテンツ形式、スケジュール情報などといった要求を収集し、利用者の要求の達成度を表わす要求達成度関数を保持し、InterfaceAg, NetAg, PlatAg と協調しながら要求達成度関数を調整する。詳細は 3.2 節で述べる。

Communicator: コミュニティ指向情報配送サービスを実現するにあたって利用者やコミュニティ内のサービスとの通信を支援するエージェントである。P2P の java のフレームワークである Jxta[4] のプロセスを用いることで実現する。

MediaAg: コンテンツ形式のパラメータの取得、コンテンツ変換、配信処理などを行うエージェントである。JMF[5] のプロセスをエージェント化、あるいは、既存のマルチメディア処理プログラムをエージェント化して実現する。

SenderAg: 情報配送開始の依頼が届くと、提供者のノードに新たに生成され、提供者の代行として、他のエージェントと交渉しながら、情報配送を提供する。

ReceiverAg: SenderAg からのサービス開始メッセージが到着すると受信者ノードに新たに生成され、受信者の代行として、SenderAg と交渉を行いながら 3.3 節で述べるエージェント間交渉を行い、要求を調整し、最終的にコンテンツを受けとる。

3.2 要求達成度

利用者に代わってエージェント群が利用者の要求を自動的に調整するために、RequestManager は、受信者が配送に関する要求を満足しているかどうかについての指標を決定する必要がある。

本情報配送サービスでは、利用者の要求に対する達成の割合の指標を決定するため、各利用端末が情報配送サービスとしてノードを動作させる際、InterfaceAg の持つ GUI を用いて、図 3 に示すようなような受信者要求パラメータの入力を利用者に促す。そして RequestManager がその情報を獲得する。

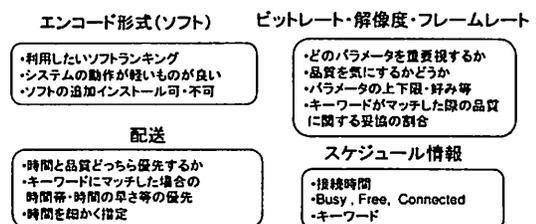


図 3: 受信者要求パラメータ

RequestManager は、InterfaceAg から獲得した情報だけでなく、NetAg や PlatAg から得られるネットワークやプラットフォームの情報を用いて、要求パラメータの種類 (t) とその値 (v_t) からなる要求達成度関数 $Req_{type}(v_t)$ ($0 \leq Req_t(v_t) \leq 1$) を構成する。要求達成度関数に用いる要求のパラメータの種類としては、ビットレート、解像度、エンコード形式、スケジュール情報などが挙げられる。

要求達成度関数の評価値は、1.0 に近づくにつれて、受信者の要求を十分に満足することを示す。また、コンテンツを見ることはできるが、利用者の要求とかけ離れている場合には要求達成度の評価値は 1.0 よりも小さくなり、システム上の制約あるいは利用者の要求によって満足できなくなるにしたがって、評価値は 0 に近づく。

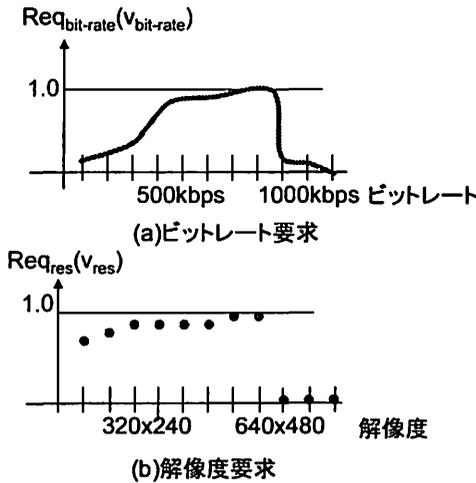


図 4: 要求達成度関数

例えば、図 4(a) のビットレート要求のグラフに関しては、ネットワークの転送速度の問題から、あまり高いビットレートでは受けとれないが、ある程度低下してもそれほど問題ないという状況下の例を表わしている。また図 4(b) に示す解像度要求のグラフに関しては、PDA などの携帯端末の場合、ディスプレイの大きさに問題があるため、ある解像度より大きい場合には要求を満足できないという例を示している。

また、要求パラメータの種類によっては、連続値として表現できるため、要求毎に、利用者とインタラクションを取ることなく、柔軟に利用者の要求を表現することができる。

利用者の要求の達成の指標を要求達成度といい、要求は複数のパラメータから構成されていることから、要求の各パラメータの集合 $\{t_1, t_2, \dots\}$ に対するそれぞれの値 $\{v_{t_1}, v_{t_2}, \dots\}$ からなる要求達成度関数の積 $\prod_{t \in \{t_1, t_2, \dots\}, v_t = \{v_{t_1}, v_{t_2}, \dots\}} Req_t(v_t)$ として表す。

3.3 エージェント動作設計

本システムは、以下の 4 つのエージェント動作フェーズ、すなわち、コミュニティ形成フェーズ、情報配送

フェーズ開始フェーズ、要求達成度関数調整フェーズ、利用者要求調整フェーズから構成される。以下に各フェーズの詳細について述べる。

(1) コミュニティ形成フェーズ

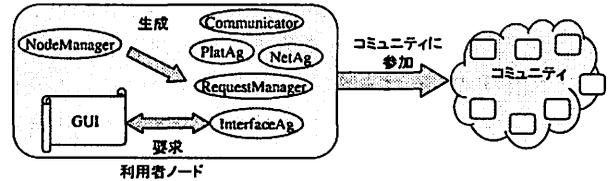


図 5: コミュニティ形成フェーズ

利用者がコミュニティに参加する際には、図 5 に示すように、ノード内に NodeManager が生成される。NodeManager は、保持している知識に基づいて NetAg, PlatAg, Communicator, InterfaceAg, RequestManager 等を生成する。NetAg と PlatAg は、各ノードにおける情報収集を開始し、Communicator は、外部端末にあるエージェントやサービスとの通信開始の準備を行う。

また、NodeManager は InterfaceAg に対して利用者要求の登録を依頼する。依頼された InterfaceAg は、GUI を通じて 3.2 節で述べた受信者要求パラメータを獲得する。RequestManager は、InterfaceAg から入力された要求を受けとり、利用者の要求を登録し、コミュニティ形成フェーズが完了する。

(2) 情報配送サービス開始フェーズ

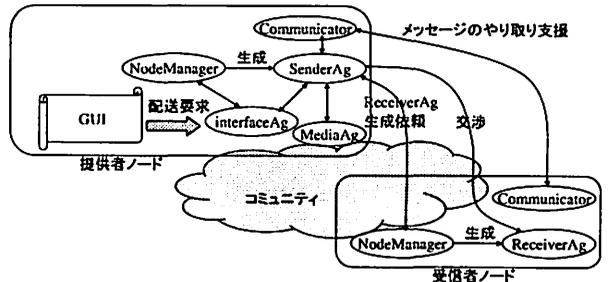


図 6: 情報配送サービス開始フェーズ

図 6 に示すように、利用者が InterfaceAg の持つ GUI を用いて情報配送サービスの開始を依頼することによって、情報配送サービス開始フェーズが開始する。利用者は、InterfaceAg の持つ GUI を用いて、提供者の要求 (利用者リスト、マルチメディアコンテンツのファイル名、送信完了までの期限、配送に関するキーワード等) を入力する。InterfaceAg は、その情報を受けとりノード内の NodeManager に対して SenderAg の生成を依頼する。SenderAg の生成後、利用者によって入力された要求を SenderAg へ通知する。

生成された SenderAg は、配送先のノードの NodeManagerAg に ReceiverAg の生成依頼を行うため、Communicator を通じて配送先の NodeManager へ ReceiverAg の生成依頼をする。依頼を受け取った NodeM-

anager は、ノード内に ReceiverAg を生成し、生成された ReceiverAg は、Communicator を通して SenderAg へ生成通知を行う。

また SenderAg は、与えられたコンテンツ形式の品質の情報を獲得するため MediaAg を生成し、提供者によって与えられたコンテンツの品質のパラメータの抽出を MediaAg へ依頼し、MediaAg からコンテンツの品質のパラメータの情報を獲得する。SenderAg は獲得したパラメータを ReceiverAg へ Communicator を通して通知し、情報配送サービス開始フェーズが完了する。

(3) 要求達成度関数調整フェーズ

RequestManager は、コミュニティ形成フェーズで獲得した受信者の要求だけではなく、PlatAg や NetAg からプラットフォーム情報、およびネットワーク情報を獲得し、利用可能な帯域やシステムの状態を考慮して、要求達成度関数を構成する。

また前フェーズで ReceiverAg から受け取った元のコンテンツ形式のパラメータおよび提供者の要求などを考慮し、現状のコンテンツ形式と同様の品質のコンテンツを受けとった場合でも要求を満すように要求達成度関数を補正する。つまり、受け取ったコンテンツ形式よりも受信者の要求するコンテンツ形式のパラメータの品質の方が高い場合、要求を妥協し最低受けとることができる品質で最も良い条件となる。

また PlatAg および NetAg は、定常状態から保持している情報に大きな変化があった場合は、RequestManager に対して調整依頼を行う。これによって RequestManager は上記の場合と同様に要求達成度関数を再構築する。

以上のようにして、要求達成度関数が調整される。

(4) 利用者要求調整フェーズ

利用者要求調整フェーズでは、3.2 節で述べた RequestManager の保持している要求達成度に基づいて SenderAg と ReceiverAg および情報配送を支援するために必要なエージェント群から構成されるマルチエージェントシステムとして協調的に動作する。

要求を調整するため図 7 に示すように大きく分けて 2 種類の交渉から構成される。初期状態では各利用者の要求につき一つのグループが生成され、ReceiverAg 毎のグループが構成される。システムの状態に応じて各グループの内の ReceiverAg が妥協することで類似した要求を持った複数のグループ同士を一つのグループにマージすることでシステム全体の利用者の要求を調整する。

本フェーズにおいてグループ化のための交渉を繰り返すことによって最終的に生成されるグループに対してサービスを提供を行うものとし、各受信者に提供されるサービスが自動的に決定される。

交渉による通信が一箇所に集中してしまうことを防ぐため、ReceiverAg 同士で情報を共有するためにコミュニ

ティ全体で情報を共有する CommunityBlackBoardAg と各グループ毎に情報を共有する GroupBlackBoardAg を構成する。CommunityBlackBoardAg は、コミュニティ上にある GroupBlackBoardAg の一覧を持ち、GroupBlackBoardAg は、グループに属する ReceiverAg の一覧を保持している。CommunityBlackBoardAg と GroupBlackBoardAg は、必要に応じてコミュニティ上のある利用者端末のノードに生成される。

以下に利用者要求調整フェーズの動作の詳細について示す。

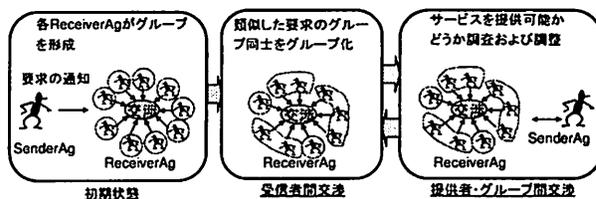


図 7: 利用者要求調整フェーズの概要

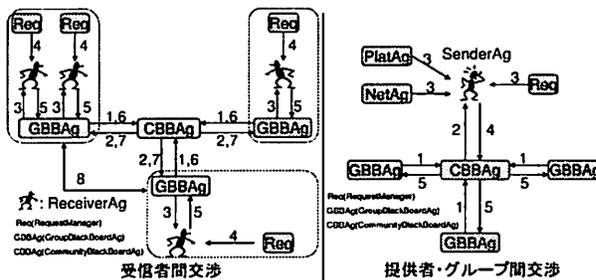


図 8: 利用者要求調整フェーズの交渉の流れ

a) 受信者間交渉

受信者間交渉では、類似したグループの要求 (以後グループ要求と呼ぶ) を持つグループ同士で要求を妥協し合いながら、新たに一つのグループへマージすることで要求の調整を行う。

受信者間交渉を始める前提として、各グループの GroupBlackBoardAg にグループ要求が保持されている。ここでいうグループ要求とは、InterfaceAg によって獲得された詳細なものではなく、エンコード形式、ビットレート、フレームレート、配送希望時間等を指す。

一回目の受信者間交渉では、グループのメンバーである ReceiverAg の持つ要求がグループの要求となる。GroupBlackBoardAg にはグループ要求が保持されていないので、RequestManager の持つ要求達成度を最大にする要求がグループ要求となり、その要求を GroupBlackBoardAg へ通知する。二回目以降の受信者間交渉では、GroupBlackBoardAg に保持されている前回の受信者間交渉で決定されたグループ要求が用いられる。

GroupBlackBoardAg がグループ要求を獲得すると、受信者間交渉は、図 8 に示す流れで行われる。まず GroupBlackBoardAg は、グループ要求を CommunityBlackBoardAg へ通知する (1)。そして CommunityBlackBoardAg は、各々の GroupBlackBoardAg からグ

グループ要求を受けとり、全てのグループからグループ要求を獲得すると、グループ要求の一覧を各 GroupBlackBoardAg へ通知する (2)。さらに各々の GroupBlackBoardAg は、グループ要求の一覧をグループ内の ReceiverAg へ通知する (3)。

各 ReceiverAg は、RequestManager を用いて受け取った全てのグループの要求に対する要求達成度の評価値を獲得する (4)。その後 ReceiverAg は、各グループの要求に対する要求達成度の評価値を GroupBlackBoardAg に通知し (5)、GroupBlackBoardAg は、各 ReceiverAg から得られた要求達成度の評価値の平均をグループ全体の要求として CommunityBlackBoardAg へ通知する (6)。

CommunityBlackBoardAg は、獲得したグループ毎の要求達成度の評価値で大きいものから順にマージして新たに生成するグループを決定し、各 GroupBlackBoardAg へ決定された新しいグループを報告する (7)。報告を受けた GroupBlackBoardAg は、必要に応じて複数のグループをマージして新たなグループを形成し (8)、最後にグループ要求の調整を行い交渉が終了する。

b) 提供者・グループ間交渉

提供者・グループ間交渉では、受信者間交渉で決定された全てのグループ要求が、コミュニティ上でサービス提供可能な範囲に収まるように調節され、図 8 に示す流れで交渉が行われる。

各 GroupBlackBoardAg は、受信者間交渉でグループ要求が決定すると、決定したグループ要求を CommunityBlackBoardAg へ報告する (1)。CommunityBlackBoardAg は、各 GroupBlackBoardAg からグループ要求を受けとり、全てのグループ要求の一覧を SenderAg へ通知する (2)。SenderAg は、獲得した全てのグループ要求がコミュニティ上でサービス提供可能かどうかを決定するため PlatAg, NetAg, RequestManager などから情報を獲得し、サービス提供可能かどうかを決定する (3)。

サービス提供可能な場合には、SenderAg は、CommunityBlackBoardAg へサービス提供可能通知を送り (4)、CommunityBlackBoardAg は各 GroupBlackBoardAg へサービス提供可能通知を送る (5)。GroupBlackBoardAg はグループ内の ReceiverAg へグループ決定通知を送り、各受信者へ提供するサービスが決定する。

サービス提供可能でない場合には、SenderAg は、CommunityBlackBoardAg へサービス提供不可能通知を送る (4)。CommunityBlackBoardAg は、GroupBlackBoardAg へ再グループ化通知を送り (5)、再び受信者間交渉が行われる。

本提案による ReceiverAg の提供する情報は、全ての

利用者要求の情報を公開するのではなく、交渉の際にある特定の要求およびその評価値を用いて行っており、全ての利用者要求の情報をサーバに提供して処理をするサーバ一括型処理よりも望ましいと言える。

4 実装と評価

提案するコミュニティ指向情報配送サービスは、動的ネットワークング [6] におけるやわらかいネットワーク層の機能の一部として動作するエージェントミドルウェアとして構成し、エージェントフレームワーク Dash1.9.7h[7], Jxta[4] および JMF[5] を用いて実装する。現在本システムを実装中であり、要求の調整部分に焦点を絞って行う。

評価方法に関しては、利用者がコミュニティ情報配送サービスに入力する利用者要求、参加人数、システムの制約等の条件を変化させながら、コミュニティ指向情報配送サービスが提供するコンテンツの品質や時間帯等のサービス内容に対して、実際の利用者の要求がどの程度達成されているかについて評価していく。

また、評価に基づき要求達成度関数およびマッチメーキングアルゴリズムを調整・改良し、実際の利用者の要求達成度が出来るかぎり大きくなるように検討を進める。

5 おわりに

本稿では、コミュニティ指向情報配送サービス実現のため、要求達成度を用いて情報配送における利用者の作業を代行するエージェントを用いた、マルチエージェントコンピューティングに基づく構成手法について述べた。

今後の課題としては、交渉中に BlackBoardAg や ReceiverAg がネットワークから切断された際の障害対策、要求達成度と実際の要求の達成度との対応付けの検討およびそれに基づく本システムの評価などが挙げられる。

参考文献

- [1] 山崎重一郎, “P2P ネットワークシステム”, 人工知能学会誌, Vol.16, No.6 pp.834-840, 2001
- [2] 北形元 加藤 貴司 菅沼 拓夫 今野 将 木下 哲男, “FAMES: エージェントに基づく柔軟な非同期メッセージングシステムの設計と実装”, 情報処理学会論文誌 (The IPSJ Journal), 43, 2, pp.487-498, 2002
- [3] 北形元 今野将 加藤貴司 菅沼拓夫 木下哲男, “エージェント指向ミドルウェアにおける利用者指向流量調整方式の設計と実装”, 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 3, pp.789-798 2003
- [4] <http://www.jxta.org/>
- [5] <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/>
- [6] T. Suganuma, T. Kinoshita and N. Shiratori, “Flexible Network Layer in Dynamic Networking Architecture”, Proc. of International Workshop on Flexible Network and Cooperative Distributed Agent (FNDA2000), 2000.
- [7] Distributed Agent System based on Hybrid architecture <http://www.agent-town.com/dash/>