

やわらかいネットワークの開発とビデオ会議への応用

唐橋 拓史* 勝倉 真* 菅沼 拓夫† 菅原 研次† 木下 哲男* 白鳥 則郎*

* 東北大学電気通信研究所 / 情報科学研究科 〒980-77 仙台市青葉区片平2-1-1.

Tel: 022-217-5454. E-mail: {garapa,katsu,kino,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

† 千葉工業大学情報工学科 〒274 習志野市津田沼2-17-1.

Tel: 0474-78-0539. E-mail: {suganuma,suga}@suga.cs.it-chiba.ac.jp

あらまし インターネットに見られる通信ネットワークの普及、及び、個々の計算機の能力の増加により、近年、分散アプリケーションやマルチメディアアプリケーションが広範に普及しつつある。しかしながら、現状では計算機/ネットワーク資源を効率的に利用しつつ、利用者の要求に合致するようにアプリケーションが提供するサービスの質(QoS)を動的に制御することは困難であり、それらの解決が大きな問題となっている。そこで、従来のアルゴリズム的な枠組にとらわれないマルチエージェント型分散処理システムとして構成されるやわらかいネットワークの概念が提案されている。本稿では、マルチエージェントフレームワーク ADIPS を用いてやわらかいネットワークを設計し、その応用例であるやわらかいビデオ会議システムの実装について報告する。

キーワード やわらかいネットワーク ADIPS やわらかいビデオ会議システム

Development of Flexible Network and Flexible Video Conferencing System

Takuji Karahashi*, Makoto Katsukura*, Takuo Suganuma†,
Kenji Sugawara†, Tetsuo Kinoshita*, Norio Shiratori*

* Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University Sendai 980-77 Japan.

Tel: +81-22-217-5454. E-mail: {garapa,katsu,kino,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

† Department of Computer Science, Chiba Institute of Technology 2-17-1, Tsudanuma, Narashino 275 Japan.

Tel: +81-474-78-0539. E-mail: {suganuma,suga}@suga.cs.it-chiba.ac.jp

Abstract The growth of both the computer communication such as Internet, and the computational power of computers make the multimedia applications possible for common use. However, it remains difficult problems, e.g., the efficient use of resources and the dynamic control of applications for satisfying the user's required QoS. To solve these problems, we have proposed a concept of Flexible Network which adopt non-algorithmic approaches. In this paper, we explain the design of a flexible network based on ADIPS framework and also demonstrate a prototype of a flexible video conferencing system as an application of the flexible network.

keywords Flexible Network, ADIPS, Flexible Video Conferencing System

1 はじめに

インターネットに見られる通信ネットワークの普及、個々の計算機能力の増加により、近年、分散アプリケーションやマルチメディアアプリケーションが一般的になりつつある。しかしながら、現状では計算機/ネットワーク資源を効率的に利用しつつ、利用者の要求に合致するようにアプリケーションが提供するサービスの質(QoS)を動的に制御することは困難であり、それらの解決が大きな問題となっている。これらの問題を解決するために、アルゴリズムによるQoS制御方法等が提案されている。しかしながら、計算機資源やネットワーク資源が激的に変化するインターネット等のオープンな環境においては、アルゴリズムで対応していくには限界がある。そこで、従来のアルゴリズム的な枠組にとらわれない、マルチエージェント分散処理システムによるやわらかいネットワークという概念が提案されている[1]。

本研究では、マルチエージェントフレームワークADIPS[2]を基いてやわらかいネットワークを設計し、その応用例として実装されたやわらかいビデオ会議システムについて述べる。

2 やわらかいネットワーク

2.1 やわらかいシステムとやわらかいネットワーク

システム外部の環境の変化や、システム内部の変化に対して、利用者の求めるサービスを継続的に提供することができ、かつ、システム機能の低下を防ぐことができるシステムをやわらかいシステムという。やわらかいシステム概念に基いて構成されるネットワークをやわらかいネットワークという。システム外部の環境の変化としては、利用者のサービス要求の発生や利用者要求の変更、ネットワークのトラフィックの変動、利用可能なネットワーク帯域の変化等がある。また、システム内部の変化として、利用可能な計算機資源の変動などがある。

2.2 ADIPS フレームワーク

ADIPS(Agent-based Distributed Information Processing System)フレームワークは、やわらかいネットワークの基盤となるマルチエージェントシステム開発環境である(図1)。ADIPSフレームワークの特徴は以下の4点である。

- 自律的なシステムの構成
- 自律的なシステムの再構成
- 設計者/運用者の知識の利用
- 既存プロセスの再利用

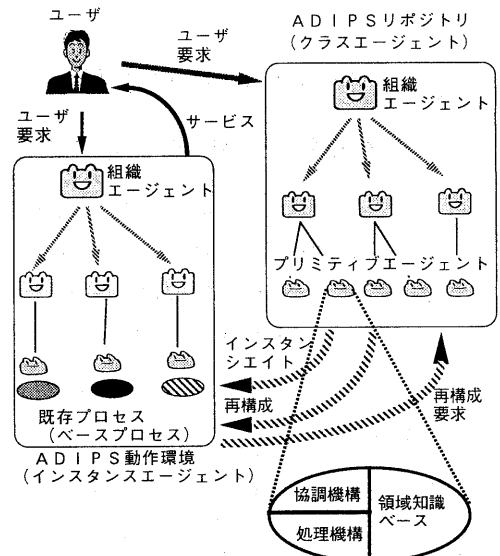


図1: ADIPS フレームワーク

ADIPS フレームワークにおいては、利用者要求に基づき、自律的にエージェントシステムが構成される。システム構成後も利用者やエージェントから再構成要求が出されることで、自律的にシステムの再構成が行われる。また、個々のエージェントの領域知識ベース部には、システム設計者・運用者の知識が記述されており、自律的なシステムの構成/再構成において、エージェントはそれらの知識を利用する。さらに、既存プロセス(ベースプロセス)をエージェントが制御することで、利用者や他のエージェントからは、既存プロセスがエージェントであると認識される(既存プロセスのエージェント化)。このエージェント化により、既存プロセスをマルチエージェントシステム内で再利用することができる。

これらを実現するADIPSフレームワークには2種類のエージェントが定義されている。1つはADIPSリポジトリに存在するクラスエージェントであり、1つはADIPS動作環境に存在するインスタンスエージェントである。クラスエージェントは利用者や、すでに動作中のエージェントの要求により、新たなインスタンスエージェントを生成する。インスタンスエージェントは他のエージェントと協調することで利用者の求めるサービスを実現する。

個々のエージェントは、他のエージェントとメッセージをやりとりする機構(協調機構)、他のエージェントやベースプロセスを制御し、タスク処理を行なう機構(処理機構)、そして、協調、制御、タスク処理に必要なとなる知識(領域知識ベース)から成っている。

3 やわらかいビデオ会議システム

やわらかいビデオ会議システム [3] の構成を図2に示す。

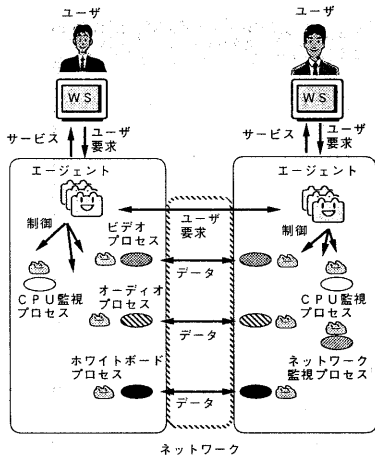


図2: やわらかいビデオ会議システム

やわらかいビデオ会議システムは以下のエージェントとプロセスから構成される。

- ユーザエージェント
利用者の要求をユーザインタフェースを介して獲得し、ビデオ会議管理エージェントに伝達する。
- ビデオ会議管理エージェント
ビデオ会議を構成するエージェント群（プリミティブ エージェント）を取りまとめる。
- プリミティブ エージェント
ベースプロセスを制御するエージェント。ビデオエージェントは動画像を送受するビデオプロセスを制御する。同様に、オーディオエージェントは音声を送受するオーディオプロセスを、ホワイトボードエージェントは図形を共有して編集可能な（ホワイトボードプロセスを制御する。CPU監視エージェントは、CPU監視プロセスを利用して、現在のCPU負荷を監視する。ネットワーク監視エージェントは、ネットワーク監視プロセスを利用して、現在のネットワークの帯域情報を監視する。
- ベースプロセス
エージェントが制御する実際の計算機プロセスをベースプロセスと呼ぶ。試作するシステムにおいては、実際にデータの送受を行なうプロセスとして、ビデオ、オーディオ、ホワイトボードプロセス、さらに監視プロセスとして、CPU監視プロセスとネットワーク監視プロセスが用意される。

利用者から初期要求が出されると、ADIPS リポジトリからADIPS 動作環境上にインスタンスエージェントが生成され、ビデオ会議システムが起動される (図3)。

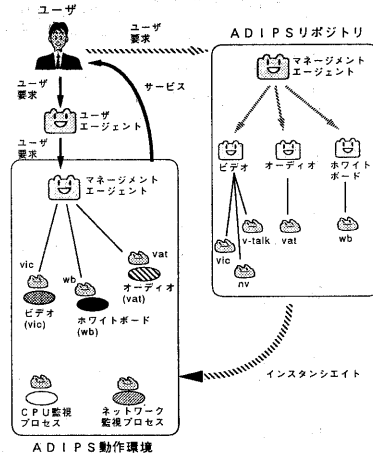


図3: ビデオ会議システムの起動

起動後に各エージェントが協調を行うのは以下の場合である [4]。

1. 利用者の要求が変化した場合
利用者の要求が初期要求から変化した場合、エージェントは要求の変化に対応してサービスの質を変更する必要がある。
2. 計算機 / ネットワーク資源が変化した場合
利用可能な計算機 / ネットワーク資源の変化によって、現状のサービスを維持することが不可能になった場合、エージェントは利用者の要求と要求の優先度に応じて、サービスの質を調整し、資源の解放を図る必要がある。資源を解放することで、利用者の優先度が高いサービスを維持する。

4 システムの実装 / 実験

ビデオ会議システムはUNIX ワークステーション (Solaris2.4) 上で動作する。ADIPS はC++で実装し、エージェントの領域知識はTcl/Tkで記述した。

4.1 システムの起動

システムを起動すると、利用者の初期要求を入力するインタフェースが表示される (図4)。利用者はビデオと音声に対して、初期値を設定し、さらにそれぞれのパラメータに対する優先度を指定することができる。ここでは、ビデオの画面サイズ、品質、スムーズさの順に優先度を指定した。利用者の初期

要求と利用可能な資源に基づいて、ビデオ会議が開始される。利用者の要求しているビデオ画面のサイ

ズを実現するために、ビデオの画質、画面のスムーズさが落されている(図5)。

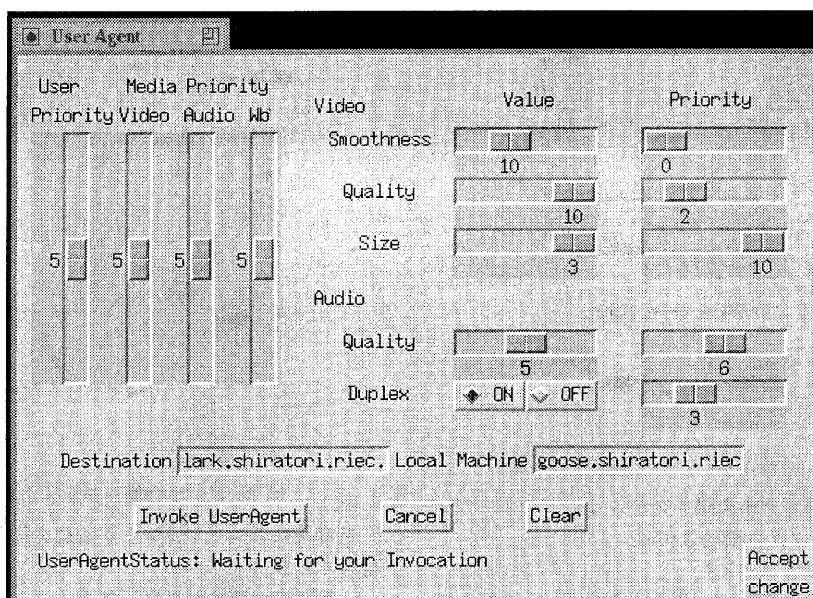


図 4: ユーザインタフェース

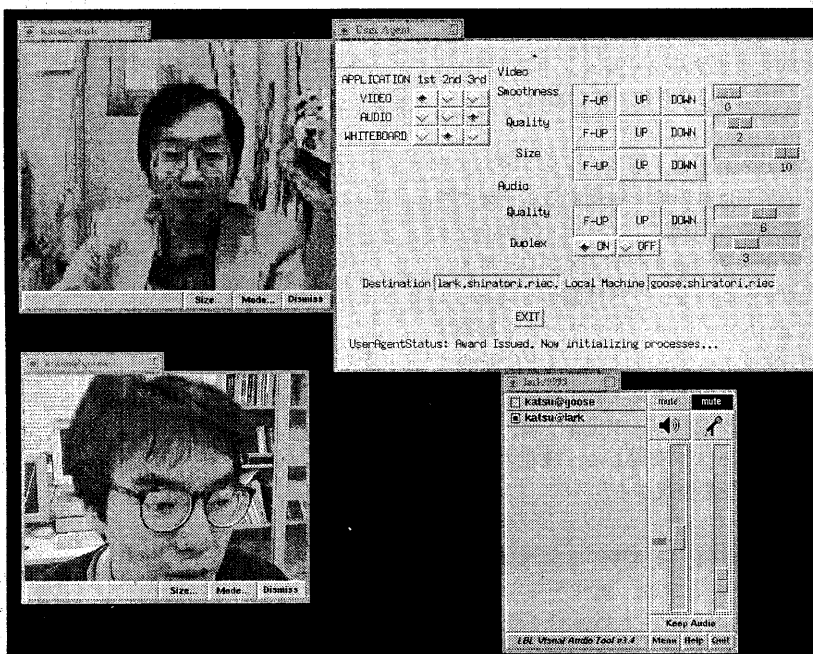


図 5: 会議開始

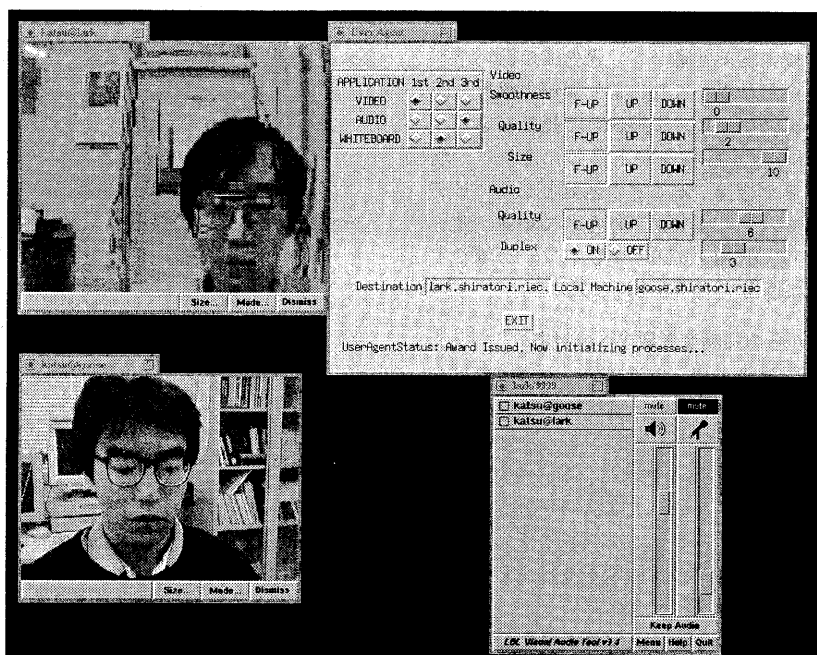


図 6: 資源の変化

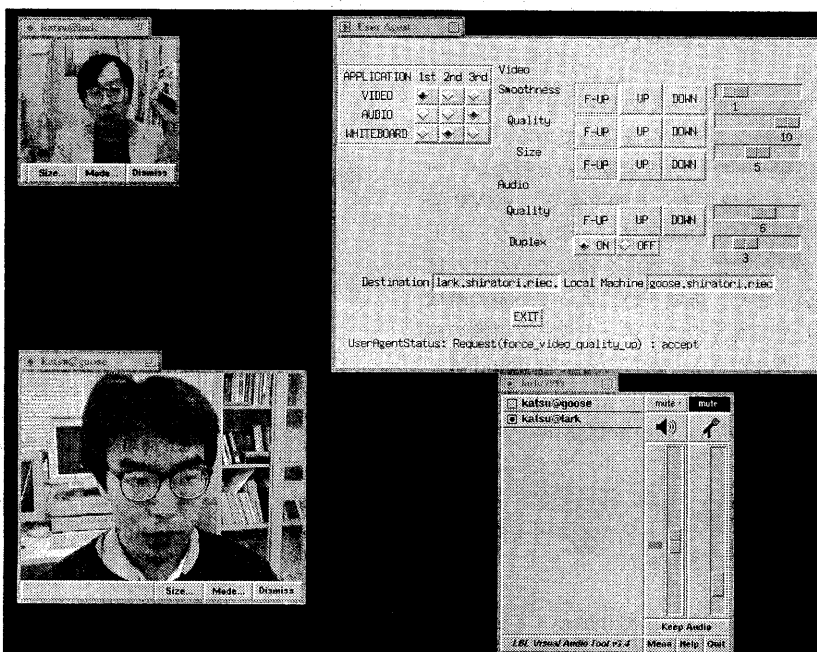


図 7: 要求変更

4.2 利用可能な資源の減少への対応

ビデオ会議中に利用可能な資源が減少すると、利用者要求の優先度を考慮して、優先度の低いパラメータ値が下げられる。これにより資源の解放を図り、優先度の高いサービスを継続して提供しようとする。図6では、CPU負荷が上昇したために、現在の画面サイズを維持することが困難となり、ビデオ画面のスムーズさと画質が下げられている。サービスの質を下げ、利用可能なCPUパワーを増やすことで、現状の画面サイズを維持している。

4.3 利用者からの強制変更要求への対応

利用者が強い要求を持った場合で、かつ、利用可能な資源が十分ではない場合、優先度の低いサービスの質を下げることで要求を見たそうとする。図7は利用者がよりよい画質を求めて、QualityのF-UP(Force Up)ボタンを押した場合の実行画面である。ビデオ画面のサイズとスムーズさの優先度が、それぞれ下げられ、画質の優先度が最も高くなる。現在、利用可能な資源が十分ではないので、画面サイズ、スムーズさが下げられ、資源の解放がおこなわれる。解放の結果、十分な資源が確保できると、ビデオの画質が向上する。

4.4 関連研究との比較

本研究で試作したやわらかいビデオ会議システムと、関連システムとの比較を行なう。

- xbind [5]

xbindでは、ATM上の高速ネットワーク上でのビデオ会議システムを提案している。会議の開始前にネットワークの帯域予約を行ない、一定のQoSを保持することができる。RSVP等の帯域予約プロトコル同様に、ネットワーク上のルーターが帯域予約機能を持っていないと、帯域予約によって一定の帯域を占有してしまうので、ネットワーク資源の枯渇を招く恐れがある。現在のところxbindは、インターネットには対応していない。本システムでは、エージェントの協調動作によりQoS制御を実現しているので、ルーター等に特別な機能を要求しない。また、利用者の要求の変更により、使用するネットワーク帯域を動的に変更することが可能である。

- IVS [6]

IVSはインターネット上のリアルタイムビデオ送受信のためのツールである。ネットワーク上のパケット喪失を測定し、喪失率をフィードバック情報として、ビデオの画面のスムーズさ

や画面の品質を調整することで、ネットワーク資源の有効利用を計っている。また、利用者要求の変更にも対応している。しかし、調整方法がアルゴリズムによる一定の方法のため、利用者要求の優先度を考慮することができない。さらに、ネットワーク資源のみを対象としており、計算機の負荷は考慮されていない。本システムでは、利用者要求の優先度に応じたQoS制御が実現されている。個々のエージェントが協調動作をするので、ヒューリスティックな問題解決が行なわれる。さらに、ネットワーク負荷の他に、CPU負荷の変動にも対応している。

5 おわりに

本研究では、マルチエージェントフレームワークADIPSを用いて、やわらかいネットワークを開発し、その応用例としてやわらかいビデオ会議システムを実装した。ビデオ会議システムは、利用者が求めるQoSの制御を、エージェントの協調動作により実現している。また、QoS制御を確認するために、実験を行なった。今後、システムの定量的評価ならびにより細かなQoS制御機構の実装を行なう予定である。

謝辞 本研究の一部はIPAの創造的ソフトウェア事業の補助を受けている。

参考文献

- [1] Shiratori, N., Sugawara, K., Kinoshita, T., and Chakraborty, G.: Flexible Networks: Basic Concepts and Architecture, *IEICE Trans. Commun.*, Vol. E77-B, No. 11, pp. 1287-1294 (1994).
- [2] 藤田茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: 分散処理システムのエージェント指向アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 5, pp. 840-852 (1996).
- [3] 勝倉 真, 菅沼 拓夫, 菅原 研次, 木下 哲男, 白鳥 則郎, “やわらかいビデオ会議システムの協調プロトコルの設計と実装”, 電子情報通信学会研究報告, AI96-40, January, (1997).
- [4] 勝倉 真, 菅沼 拓夫, 菅原 研次, 木下 哲男, 白鳥 則郎, “やわらかいネットワークの協調プロトコルの設計と実装”, 情報処理学会 第54回全国大会, 4P-03, March, (1997).
- [5] Lazar, A.A., Lim, K.-S. and Marconcini, F., “Realizing a Foundation for Programmability of ATM Networks with the binding Architecture”, *IEEE J. Select. Areas Commun.*, Vol. 14, No. 7, September, pp. 1214-1227 (1996).
- [6] Turletti, T. and Huitema, C., “Videoconferencing on the Internet”, *IEEE/ACM Trans. Networking*, Vol. 4, No. 3, pp. 340-351, June, (1996).