

映像通信ネットワークのエージェントに関する一考察

山田達司 中村太一 菅野政孝
NTTデータ通信 技術開発本部

情報通信をめぐる議論が盛んに行われ、中でも情報通信システムを日常のコミュニケーションと同等のインタフェースで利用することができるマルチメディア技術は注目を集めている。一方、複雑、大規模化する通信システムを適切に運用するための枠組みとしてエージェント通信の有効性が議論されている。本稿では、映像通信システムにおいてユーザが要求する品質と、システムを安定に運用するためのパラメータを列挙し、それを実現するための仕組みとしてユーザエージェントと管理エージェントからなるエージェント通信システムを提案する。ユーザエージェントはユーザへの高品質なサービスの提供を目的とし、管理エージェントはシステムの安定的な運用を目的として、相互に葛藤、協調し、システムを運用する。また、それを具体的に実現するための技術として、キャッシング、ルーティング、アドレスブローカ等にも触れる。

Agent for User and Administration
on Visual Communications

Tatsushi Yamada Taichi Nakamura Masataka Sugano

NTT Data Communications Systems Corporation

66-2 Horikawa-cho, Saiwai-ku, Kawasaki-shi 210

Currently there's a lot of discussion about communication. And especially multi media technology is eagerly discussed because it is expected to enable information system to use advanced human interface. Agent communication architecture is also under discussion which is said to handle larger and more complex system properly.

In this paper, first we show qualities by which users request and system parameter by which stability of system is described. Second, we propose user agent and administration agent. User agent's aim is to provide a high quality services and administration agent's is to operate total system stable. Third, we discuss concrete method to realize it, caching, routing, address broker and so on.

1 まえがき

情報通信をめぐる議論が多方面で盛んに行われている。マルチメディア技術の進展とネットワークの高度化がもたらす新たな情報通信基盤に対する期待が大きい。それは、ヒトと情報通信システムとの距離を縮め、個人に分かり易い形で利便性がシステムから提供されるという共通認識があるからと考える。特にマルチメディア技術は画像、音声、文字などヒトが日常的にコミュニケーションに用いる表現形式による情報通信システムとの快適なインタフェースを提供できるものと期待されている。

また、マルチメディア技術は情報の電子化に基づくためネットワークを介した情報流通が促進される。

このような状況から、高速・広帯域ネットワークでマルチメディアを扱うサービスのビジョンが模索され、幾つかの実験が計画されている[1][2]。期待されるサービス領域の一つは、ヒトとシステムとの接点において利便性をヒトに提供する処にあると考える。それは、情報収集・分析・伝達表現などビジネスにおける知的生産性向上や教育・医療など生活における情報支援などである。これらのサービスの場面では、ヒトの情報活動は、専ら受け手から情報選択、発信を行う能動的な振る舞いに変わっていく。この能動的な知的活動はネットワークにより無尽蔵の情報を利用できる環境により支えられる。

ネットワークを介した分散環境におけるデータベースの構築方法とその利用方法はサービスの成功を左右する重要な課題と考える。家庭における情報活動は新聞、書籍、テレビなど受け身であり、また、簡単な優れたヒューマンインタフェースによりゲームが受け入れられたことを考慮すると複雑な手続きを利用者に求めることはできない。勿論ビジネスにおいても同様である。

しかし、システムの高度化に伴い利用の手続きが複雑化することは避けられない。この問題に対処するため、ネットワークの中に利用者とシステ

ムとを仲介する自律的な仕掛であるエージェントの研究が行われている[3][4]。

本稿は、映像通信において考慮される品質に対応してエージェントに求められる機能を列挙し、それらの機能を利用者の利便性向上を目的としたものとシステムの安定運用を目的としたものとの相互作用について論ずる。次に、相互作用を回避するための通信制御方法を検討する。

2 映像通信のエージェント

2.1 ユーザ要求品質とシステムの状態変数

利用者が情報通信システムを利用するにあたっての最低限の要求は、目的とする情報が相手のヒトあるいはコンピュータに（から）確実に伝わることである。これを利用者に対してシステムが提供する「当たり前品質」と呼ぶこととする。

更に、利用者にとっては“いつでも”，“どこでも”，“何でも”，“どのようにでも”情報活動が行えればなお望ましい。これをシステムが提供する「魅力的品質」と呼ぶこととする。

利用者にとっての当たり前品質、魅力的品質を表1に示す[5][6]。

表1 ユーザ要求品質

分類	項目	説明	
当たり前品質	信頼性	ノードどうしが確実に接続でき、情報が確実に転送される。また、情報の入出力が確実に行われる。	
	安全性	情報が覗かれたり、盗まれたりしない。	
	頑健性	障害発生時にも影響を及ぼさない、あるいは被害を最小に抑える	
魅力的品質	制約、制限からの解放	機能	あらゆる機能を提供している。
		品質	最高の品質を提供している。
		速度	最高の速度で提供できる。
		時間	何時でも、すぐに利用できる。
		空間	何処からでも、何処とでも利用できる。
コスト	最も低コストで提供できる。		

一方、システム提供者は利用者の要求品質を可能な限り満たしながらシステムを構築、運用する。システム提供者の最低限の義務はシステムを安定に動作させることとなる。システムの安定度を記述するシステムの状態変数を表2に示す。

表2 システムの状態変数

項目	説明
ノード 負荷	各々のノードの負荷及びノード全体のバランスを表す。一般には低いほど、バランスが取れるほどシステムは安定する
ネットワーク 負荷	各ネットワークの負荷を表す。一般には低いほど、システムは安定する
機能障 害	システム構成要素が本来持つ機能を提供できない状態をいう。少ないほどシステムは安定する

2. 2 ユーザ要求品質とシステム提供品質の葛藤

一般にシステム構築時に、コスト/提供期限との兼ね合いでユーザの要求品質の水準が決定され、これを満足するようシステムを規定するパラメータが決定される。しかしながら、流通するデータ量の変動（特に増加）が予測以上に著しいシステム等では、限られた資源の範囲内で全ユーザの要求品質を十分に満たす様システム設計を行うことが困難な場合がある。

特に、魅力的品質に関してではこれを100%満足させるようなシステムを構築することは極めて困難である。即ち、常にユーザ要求品質とシステムが提供する品質の間で実現性に関する葛藤が発生する（図1）。

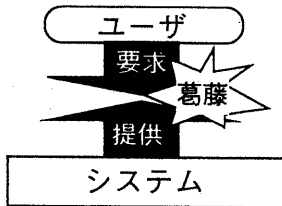


図1 ユーザ要求とシステム提供の葛藤

電話によるコンサートのチケット販売において、何時間ものビジーの後の通話で、既にチケットが完売であること等は典型的な例である。この場合、利用者にとって“いつでも”電話を掛けたときに“すぐ”結果が分かることを要求しているのであるが、チケット販売システムの容量が不足しているために魅力的品質が満たされないのである。また、通常の電話において意図せず衛星回線が用いられたため、遅延が生じ会話に支障が生じることがあ

る。これも魅力的品質が損なわれた例である。

2. 3 エージェント

コンピュータネットワークシステムにおけるエージェントの概念については様々なアイデアが提案されている。代表的な例としては、複数ノードにより構成される分散環境においてそれぞれのノード内に存在する同種のエージェントが相互に協力し、最適なデータ通信を行うものである。[7]

これに対し、映像通信システムのようなマルチメディア情報を扱うシステムにおいてはユーザが要求する品質をいかに実現するかが重要であるため、上述のような機能分散エージェントのみならず、ヒトに代わってシステムと交渉するようなエージェントの役割が極めて重要となる。そのエージェントはユーザと同じ価値観を持ち、従来はユーザが行ったシステムとの相互関係を代わりに行うこととなる。

これらにより、システム内にユーザを代弁するユーザエージェント及びシステムの安定化を担う管理エージェントが存在し、この両者が相互に協力することにより、ユーザ要求品質の満足と、システムの安定化の両立を実現する。（図2）

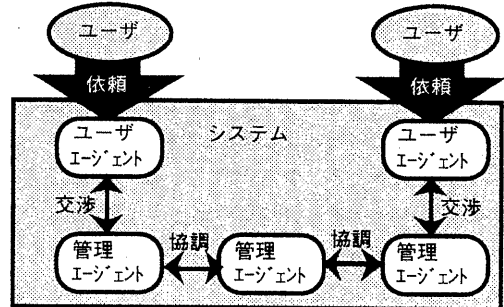


図2 ユーザエージェントと管理エージェント

3 葛藤回避

ユーザエージェントと管理エージェントは時に葛藤し、時に協調する。協調、すなわち両者の利害が一致した場合は問題なくサービス提供が行われるが、葛藤した場合は、サービスを開始するために、妥協、譲り合い等によりそれを回避する必

要がある。以下に妥協，譲り合いをより柔軟に行うために必要な通信処理技術を例示する。

3. 1 キャッシング

映像は情報量が他のメディアに比べて非常に多く、1.5Mbps以上の伝送帯域を必要とする。映画などのビデオ配送サービスにおいて、多数の利用者から同一の映像タイトルがアクセスされた場合に、映像サーバからそれぞれの利用者に至る

1.5Mbpsの帯域のネットワーク資源が長時間占有される。このような状態は、利用者に対しては応答時間の増大、システムに対しては輻輳の危険を招くことになる。

このような状態を回避するため、ネットワーク内のノードを通過する映像をノードに一時保存し、同一映像が異なる利用者から要求された場合には、要求元から最も近いノードに保存された映像を配送することができる。

このような制御を行うには、管理エージェントが、ノードに置かれる映像が最初に書き込まれた時刻、アクセスした利用者の位置、時刻及び状況を把握する。他方、ノード資源の利用率を下げるために利用頻度が低い映像のフラッシュや他ノードとの映像の入れ替えを行う。

管理エージェントは、ユーザエージェントからの要求に応じ自らが把握する情報を基に伝送コストと応答時間が最小になる映像の保存ノードと伝送経路を選択する。葛藤が起こったときにはノードの利用率、アクセス分布予測あるいは他ノードとの分担を考慮して制御する必要がある。図3にキャッシングの概念を示す。

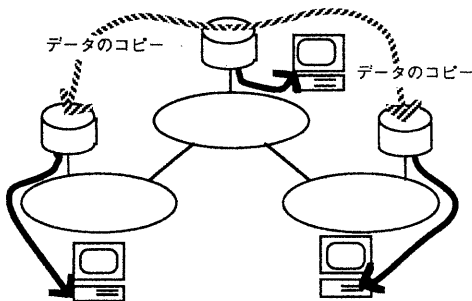


図3 キャッシングの概念

3. 2 メディア品質制御

画像、音声はその情報量が大きいため伝送や蓄積のコストを低減させるため、人間の視覚や聴覚特性を考慮し、劣化が目立たない程度に圧縮する。

他方、画像や音声は再生時の時間連続性を保証することが求められているが、ネットワークにかかる負荷により画像や音声の伝送に必要な帯域の確保が困難になる場合がある。この時、画像、音声の圧縮率をあげ所望の伝送帯域を小さくし、時間連続性を保証する方法がある[8][9][10] (図4)。

この方式は、情報源と利用者の間の伝送経路が近い場合、ネットワーク負荷変動をただちに情報源の符号化制御に反映させることが可能で、連続性保証に有効である。しかし、ネットワークが大規模になり、伝送系統の途中から符号化制御の必要性が通知されても間に合わないことがあり、その場合遅延を吸収するバッファを用意する必要がある。伝送のリアルタイム性が損なわれる。

品質制御において、ユーザエージェントは極力高品質のサービスを要求するため、圧縮率を低く抑えようとする。他方、管理エージェントは利用する資源を減少させることがシステム全体の安定につながるため、圧縮率を高く設定しようとする。従って、エージェント間には葛藤が存在する。

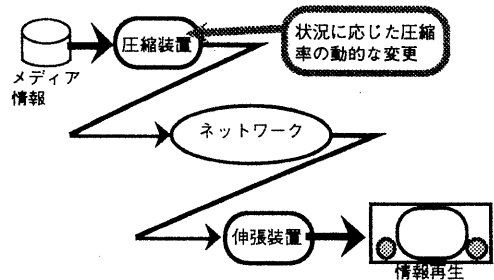


図4 品質制御の概念

3. 3 アドレスブローカ

システムを大規模化するためには、サーバ機能の大規模化が必須である。その方法としては、ひとつのサーバの処理能力を上げる方法と、サーバを複数分散して設置する方法がある。どの方法を

とるかは必要な処理能力、サーバ及びネットワークの性能及び必要なコスト、システムの物理的な分散の程度等を考慮して決められる。

複数のサーバが存在する場合、システムはユーザへのサービスの提供の際にどのサーバを用いるかを決定なくてはならない。

サーバを決定する方法には利用者がサーバを指定するよりも、ユーザが必要なサービスを指定し、それに基づきシステムがサーバを選択する方式の方がシステムの自由度が大きい。ここで、必要なサービスから実際のサーバへの変換はアドレスブローカにより行われる（図5）。

アドレスブローカにおいて、ユーザエージェントは高い品質、速いレスポンスを、低いコストで提供するサーバを要求し、管理エージェントはサーバ間の負荷の均等、利用するネットワーク資源の削減等を目的として行動する。両者は時に葛藤し、時に協調する。

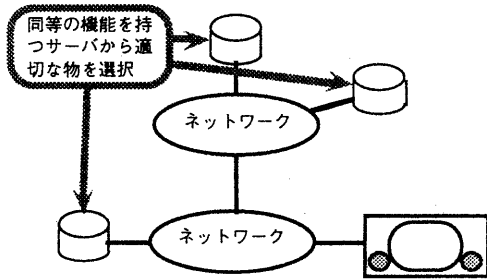


図5 アドレスブローカ概念

3. 4 ルーティング

ネットワークが単純なツリー型のみで構成されていない場合、ユーザからサーバへ到達する経路は複数あり、その中のどの経路を使うかを決定する必要がある。複数ある経路から実際に用いる物を選択することをルーティングと呼ぶ（図6）。

既存のネットワークシステムの多くでは、ユーザの意向に関わらずシステムが選択を行う場合が多い。さらに管理の複雑化をさけるため、選択を静的に行うなど、システムから見ても必ずしも最適なルーティングが行われるとは限らなかった。

画像通信システムでは大量の情報が長時間にわたってネットワークを占有するため、適切なルー

ティングを行うことがより強く望まれる。

ルーティングにおいて、ユーザエージェントは速いレスポンス、低いコストを要求し、管理エージェントは利用資源の平準化を目的として行動する。

なお、ルーティングはアドレスブローカと独立ではあり得ず、理想的には両エージェントをもっとも満足させるようルーティング及びアドレスブローカが同時に行われるべきである。

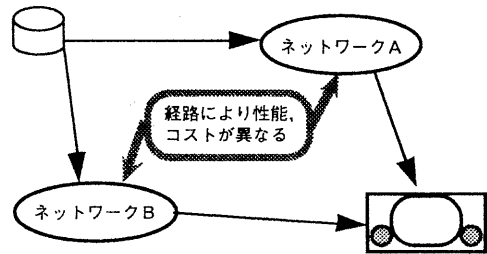


図6 ルーティング概念

3. 5 意図理解

ユーザが画像通信システムを用いる時には、ある種の目的を持っていると考えることができる[11]。ユーザが要求するサービスをシステムが提供できない場合、ユーザは本来の目的に鑑み、次善の策を探索する。

しかし、この方法では、

- ・ユーザの目的が達成されるまで、ユーザがシステムに束縛される
- ・ユーザが「最善の」次善の策を発見するためにはシステムの状態を完全に把握する必要がある。といった問題が存在する。この問題はユーザも持っている目的（意図）をユーザエージェントに理解させ（意図理解）、ユーザエージェントが管理エージェントとの協調の中で次善の策を検索することにより解決できる（図7）。

ここでの議論はエージェント通信システム一般に通用するが、画像通信システムに特化した場合、次善の策とは

- ・メディア品質の劣化
- ・利用メディアの減少
- ・サービス利用時間の短縮、利用時刻の延期等が考えられる。ユーザエージェントがユーザの

目的を理解するためには、ユーザから告げられた目的を解釈するとともに、不足する情報をユーザに関する知識から補完する必要がある。

ユーザに関する知識が十分でない段階ではエージェントがユーザと直接対話することが必要になると思われる。

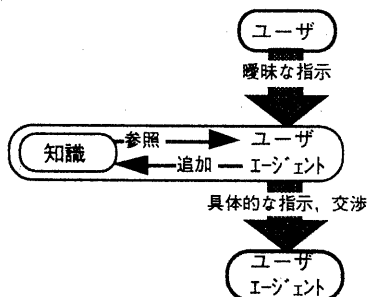


図7 意図理解の概念

3. 6 知識獲得

ユーザエージェントがユーザの意図を理解するにはユーザに関する知識が必要である。これは知識獲得を目的としたユーザとのインタラクションにより得る場合と、通常のサービス提供時のユーザの行動分析により取得する場合の二通りがある。

前者では必要な情報に応じた設問等を設定することが可能であり、効率の良い知識獲得が可能である。一方、この方式ではユーザの自己申告が中心となるため、虚偽の申告により誤った知識を獲得する可能性がある、ユーザが意識していない状態を把握することができない等の問題がある。

他方、後者の方法では効率が悪く、知識の全体像を得るのに時間がかかる等の問題があるが、実際の行動を元に知識獲得を行うため、ユーザが意識していない目的まで含めて知識獲得を行うことができる。両者は状況に応じて選択、併用される必要がある。

4. まとめ

以上、映像通信システムにおける当たり前、魅力的品質を提供するために、ユーザエージェント、管理エージェントを定義し、それらの間の相互作用の考察を行った。本考察に依れば、異なる価値

基準を持った二種類のエージェントが相互葛藤、協調することにより、システム全体の品質を保つことができる。

今後より詳細な検討を行うとともに、モデル化、実現性の検証を行っていく予定である。

参考文献

- [1]中村,"情報流通ネットワークサービス",NTT国際シンポジウム93資料, pp.51-58, 1993
- [2]斎藤他,"マルチメディア統合環境のテストベッドとその評価",信学技報, CPSY92-76, 1993
- [3]白鳥,菅原,"やわらかいネットワークの開発に向けて ---知識型設計方法論---",情処学会, マルチメディア通信と分散処理研究会資料, 62-11, 1993
- [4]岸本,"広域ネットワークにおけるエージェント通信ブローカ",信学技報, CS93-119, 1993
- [5]西田,"マルチメディアプロトコルと通信品質保証",信学会通信品質研究会, pp.33-56, 1993
- [6]栗田,井合,北脇,"音声遅延と映像遅延が通信品質に及ぼすインタラクション効果", NTT R&D, 42-10, 1993
- [7]西部,桑原,須田,石田,"マルチエージェントモデルに基づく分散資源割当-ATM網における帯域割当-",情処学会, マルチメディア通信と分散処理研究会資料, 62-4, 1993
- [8]秦泉寺,畦上,田尻,"LAN用映像通信装置とWSによるビデオサーバシステム",信学技報,OFS93-11, 1993
- [9]山田,宮坂,玉置,菅野,"マルチメディア通信におけるメディア品質制御方式",信学会全国大会, 1994春季,1994
- [10]増田,保理江,宮坂,山田,"マルチメディア通信における音質制御方式の検討",信学会全国大会, 1994春季, 1994
- [11]井上,山岡,"通信サービスにおけるユーザの選択行動分析法",信学会誌,76-5,pp.510-517,1993