

分散協調作業のための情報ネットワークシステム

鈴木昌則 1) 小泉寿男 1)
三好一賢 2) 白鳥則郎 3)

- 1) 三菱電機株式会社生産システム本部
- 2) 広島電機大学情報工学科
- 3) 東北大学電気通信研究所

組織内の協調作業の形態は非同期型と同期型に分けられる。非同期型の場合は音声や動画を含まないデータを中心とした情報に基づく協調作業となる。現在、構築・利用している協調型情報ネットワークシステム(CIS:Cooperative network Information System)は従来の広域コンピュータネットワーク上に作られているが、今後このシステムを本格的なマルチメディアネットワークへ移行していく予定である。本稿では従来の比較的低速なコンピュータネットワークでも同期型協調作業を行うための方式と、今後のB (Broadband)-ISDNへのつなぎとしての経済性の高い狭帯域 (Narrowband) WANを用いたマルチメディアネットワークを提案する。

和文キーワード 非同期型協調作業、同期型協調作業、マルチメディアネットワーク、ATM

Information Network Systems for Distributed Cooperative Work

Masanori Suzuki 1) Hisao Koizumi 1)
Kazuyoshi Miyoshi 2) Norio Shiratori 3)

- 1) Headquarters-Engineering, Manufacturing & Information Systems
Mitsubishi Electric Corporation
2-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan
- 2) Department of Computer Science, Hiroshima-Denki Institute of Technology
6-20-1 Nakano, Aki-ku, Hiroshima-shi, Japan
- 3) Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai-shi, Japan

The cooperative works in the organization are divided into an asynchronous type and a synchronous type. The asynchronous cooperative work is based on informations which does not contain the voice and animation. Our current cooperative network information system is still now comparatively low speed wide area computer network. We are planing to change the network to B-ISDN for the synchronous cooperative work in the future. So we propose the methods of enbling the synchronous cooperative work in low speed wide area computer network and a multimedia network system using narrowband ISDN(N-ISDN) to fill up the gap.

英文key Words asynchronous cooperative work, synchronous cooperative work,
multimedia network, ATM

1. はじめに

今、新しい情報技術を利用した組織内活動の革新が盛んに行われている。この新しい情報技術の中で最も注目・期待されている技術の一つが、分散協調作業のためのコンピュータ支援（グループウェア）であり、いくつかのコンピュータ支援システムも提案され実用化も進んでいる。これらは、人間同士のコミュニケーションによる協調作業を支援するものであり、このコミュニケーションを効果的に行うためにはデータ、音声、書画／動画などを通じた通信、所謂マルチメディアネットワークが重要な役割を持つ。一方、現在マルチメディア通信サービスとして提供されているN-ISDN（Narrowband-Integrated Service Digital Network）の通信速度は最高1.5Mbpsであり、さらに一般に企業、組織で利用されているWS（ワークステーション）やPC（パーソナルコンピュータ）の広域ネットワークの通信速度はまだ低速なものに留まっている。

組織内の協調作業の形態は非同期型と同期型に分けられる。非同期型の場合は音声や動画を含まないデータを中心とした情報に基づく協調作業となる。現在、構築・利用している協調型情報ネットワークシステム⁽¹⁾（CIS:Cooperative network Information System）はまだ従来の広域コンピュータネットワーク上に作られているが、今後このシステムを本格的なマルチメディアネットワークへ移行していく予定である。本稿では従来の比較的低速なコンピュータネットワークでも同期型協調作業を行うための方式と、今後普及していくであろうB（Broadband）-ISDNへのつなぎとしての経済性の高い狭域帯

（Narrowband）WANを用いたマルチメディアネットワークを提案する。

2. 協調作業支援の分析

協調作業支援は相互のコミュニケーションの時間的特性、すなわちコミュニケーションが非同期型であるか同期型であるかによって分類できる。表1に組織内で求められる各協調作業支援の内容を示す。

2. 1 非同期型協調作業支援

非同期型とは、協調作業する複数の人間が情報を交換・共有するために同時に存在する必要はなく、情報は必要なときまで蓄積され、非同期に情報のやり取りが行われて作業が進められる。

（1）情報の交換・共有

情報の交換・共有によって組織の各種方針・計画の通達とフィードバックの迅速化などの組織内活動のスピードアップや、個人からグループの意志決定などへも利用されてきている。さらには、情報の交換・共有化は階層や組織の壁を少なくし知識の共有化を促進し、組織活動の相乗効果と活性化を産み出すための手段としても期待されている。

（2）ワークフロー

情報の交換・共有化をベースに、ある特定のグループ内／組織間で処理されていく作業のフローを管理し、効率化するためのものである。例えば一つの販売プロセスを考えると、営業部門から出された受注書の情報が製品の出荷・発送部門まで効率よく流れ、期限通り製品が発送されようにするためのものである。

表1 協調作業支援

分類	支援機能の種類	内容	手段	情報メディア
非同期型	1. 情報の交換	個人間の情報交換、業務連絡、外部情報入手、ニュース投稿等	電子メール、電子ニュース	データ
	2. 情報の共有	文書を効果的に蓄積し、その利用を促進しながら組織内の情報共有を活性化	文書データベース	データ
	3. ワークフロー	組織の間にまたがる定型業務の流れの個々の状態監視、リソース振り分け、デッドライン管理	電子メール、文書データベース	データ
同期型	4. 協同開発・設計	遠隔地間での協同開発・設計	画面共有、電子メール、電話	データ、音声
	5. 会議	分散した場所間での対話・会議	デスクトップ会議システム	データ、音声、映像（静止画/動画）

データ：
文字、図形、
イメージ

2. 2 同期型協調作業支援

複数の人間が共用スクリーン（画面）や音声通信を介して同期型通信を行いながら同時に仕事を進めていくことをいう。

(1) 協同開発設計

筆者等はソフトウェア開発者側と要求仕様を渡すユーザ側との協調作業において、プロトタイプによる基本仕様の確認から実用版開発、ユーザ使用後の改良版作成までのライフサイクルを進化的に進める方式と、これを遠隔地の人間同士でCSCW(Computer Supported Cooperative Work)によって実現する協調作業方式を提案している⁽²⁾。この協調作業方式での交信方式は画面共有による同期型通信を基本としている。仕様の確認は画面に表示された計算処理結果をベースとした画面上の対話によって行う。

(2) 会議

会議支援は同期型情報交換支援の典型であり、従来一つの会議室で行われていたものを、分散した場所・会議室で対話・議論できるようにするものである。この代表例がテレビ会議システムである。映像と音声による単なる会議支援機能から、議題となる文書を共有しながら議論を進め、その結果をリアルタイムに文書に反映できる協調作業支援機能と、自分のデスクトップから利用できることが求められてきている。

3. 分散協調作業のための情報ネットワークシステム

図1は、物理的な距離をハンディとしないような協同の作業環境のもとで、情報の共有および情報の活用によるホワイトカラーの生産性向上を目的とした協調型情報ネットワークシステム(CIS)の構成を示したものである。特に同期型協調作業支援については、従来の広域コンピュータネットワークの通信速度が問題となる。そこでこの問題点と解決方法について述べる。

3. 1 非同期型協調作業のための情報ネットワークシステム

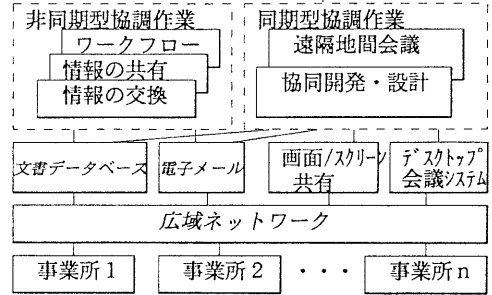


図1 協調型情報ネットワークシステムの構成

図2に実際のネットワーク構成を示す。電子メールによる情報交換とファイルサーバを利用した情報共有化を実現している。物理的に分散したシステムを広域ネットワークで結ぼうとすると、従来の低速コンピュータネットワークではその負荷が問題になる。特に現在PCで最も普及していると言われるIPX(Internet Packet Exchange)プロトコルを用いたネットワークでは、サーバが多くなるにつれて管理パケットSAP(Service Advertising Protocol), RIP(Routing Information Protocol)の量が増加することが問題となる。そこで、分散している各事業所のサーバ群のある一つのサーバを代表サーバとし、その代表サーバ群を仮想的なセントラルサーバとし、各事業所内の部門サーバとセントラルサーバのみを各事業所の各クライアントから直接アクセスできるようにして管理パケットを減らし問題の解決を図っている。この結果管理パケットの量を $1/m$ (m :各事業にある平均サーバ数)に減らすことができた。

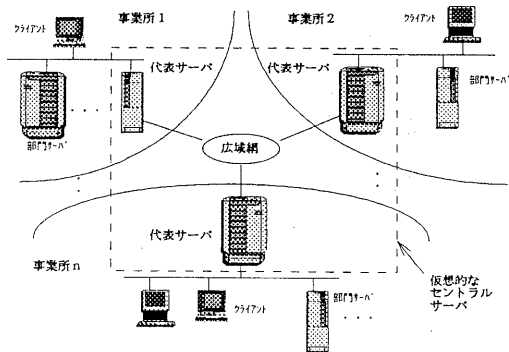


図2 ネットワーク構成

3. 2同期型協調作業のための情報ネットワークシステム

(1) 画面共有

PCを利用して特定部門間での分散協調作業による開発設計を行えるようにする。このため、図2のクライアントPC上で開発しているシステムの仕様や実行動作を画面でリアルタイムに確認できるようにするための画面共有ソフトを使う。会話(音声)は電話回線を利用する。この場合現在の画面共有ソフトウェアの共有方式では、実行結果(表示データあるいは描画関数そのもの)が各PCに同報されるので通信負荷が大きくなり、高速伝送路を必要とする。そのため参考文献(3)で提案されているCWSD(Cooperative Working Support Driver)をAPI(Application Programming Interface)レベルで実現するための試作を行っている。この方式では、一方のPCのユーザからの入力(イベント)はOSに蓄積されそのPCのアプリケーションに通知されるが、このイベントを相手のPCの同じアプリケーションに伝え、双方のアプリケーションの動きを同じにするものである。実行結果が各PCに同報される従来の方式に比較して、通信負荷を大幅に減らすことができる。

(2) デスクトップ会議システム

PC/WSで遠隔地間で会議が行える。会議は相互にデータ(議題等)を共有し、相手との会話(音声)と映像を確認しながら会議を進める。ビデオ映像用に「nv*1」、音声用に「vat*2」を利用して低速回線で2-3人規模の会議で映像と音声の伝送量を手動で変更しながら試してみた(図3)。会議の最初で動画によって相手を確認し、次に音声とデータによって会議が進められる。相手の人間を知っている場合の会議での映像(動画)の利用は会議の最初での相手の確認、長く会話に入っていない人の存在確認など比較的少ないものになる。そのため、このような会議では映像よりも音声重要な位置を占める。また、文書や実際のプログラムの実行を相互に確認しながら会議を進めるので無音の時間が長くなる。

そこで参考文献(4)で提案されているビデオ通信量の調整法を採用して、音声を優先させ動的にビデオ通信量を調整するシステムを試作中である。また協調作業においては、低速伝送路では無音声セルを送出しない方式が有効であることが分かった。

*1 nvは米ゼロックス社で開発された

*2 vatは米ローレンス・リバモア国立研究所で開発された

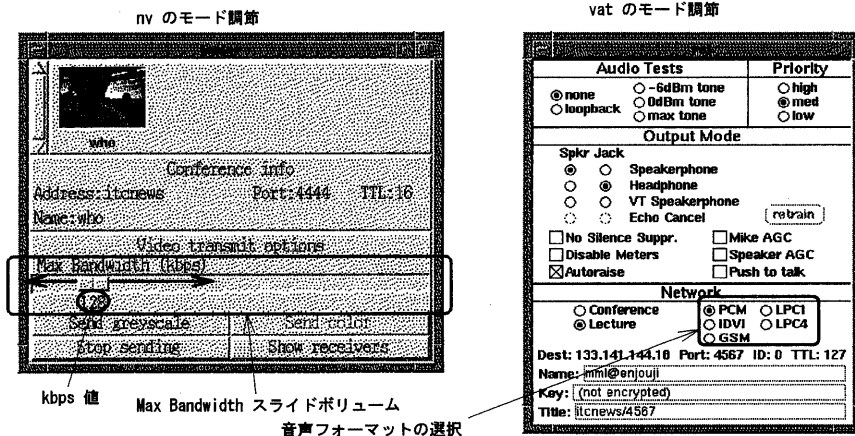


図3 nv/vatを利用したビデオ/音声通信量の調節

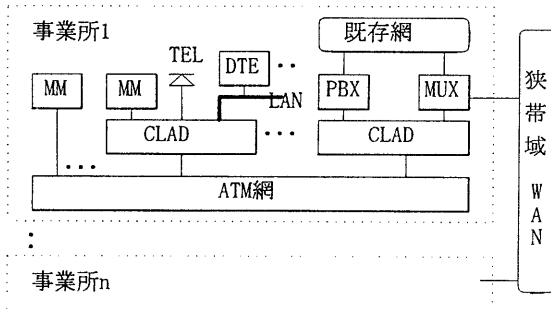
3. 3 狭帯域WANを用いたマルチメディアネットワーク

端末のマルチメディア化、特に動画の導入により、高速かつ同期情報の伝送が可能なネットワークが必要となる。ATM (Asynchronous Transfer Mode)はその名が示すように固定長のパケットであるセルを非同期転送するが、超高速であるため音声や動画を問題なく伝送することができ、マルチメディアネットワークとして期待が大きい。ATMは構内、広域を問わず適用可能であるが、ここ数年を考えると経済性及び需要の点から広域網についてはATMすなわちB-ISDNでなく従来の高速デジタル専用線などの狭帯域網で十分な場合が多いと思われる。

協調作業における音声は通常の電話よりも無音時が多いので、この時セルを送り出さないことにより広域網のトラフィックの軽減ができる。協調作業におけるデータ転送はレスポンスを早くするため、なるべく短時間に伝送することが望ましい。従って高速のバースト伝送が可能なネットワークとする。ここで述べたことがらを踏まえて、以下構内にATMを基幹とする網を、WANに狭帯域網を用いた実用的かつ経済的なネットワークを提案する。

(1) 提案するネットワークの概要

図4に提案するネットワークの概要を示す。端末は、マルチメディア(MM)端末が高速なものはATMインタフェース(156Mbps)で直接構内のATM網に、低速なものはISDN一次群(1.5Mbps)でセル多重化装置(CLAD)を介してATM網に接続される。



MM:マルチメディア端末 CLAD:セル多重化装置
TEL:電話機 DTE:データ端末 MUX:多重化装置

図4 提案するネットワーク概要

従来のデータ端末、電話やファクシミリはLANやPBX経由(または直接)CLADに接続される。端末を収容するCLADは構内に分散配置されており、端末とCLADはツイストペア(TP)ケーブルで結ばれ、CLADとATM交換網は光ファイバーで接続される。広域網に接続されるCLADは高速デジタル多重化装置(MUX)と組み合わせて、有音セルのみをWANで伝送することにより音声トラフィックを軽減し、またセルの衝突によるデータの廃棄を軽減するためデータをバッファリングする機能を持つ。

(2) ネットワーク設計例

ここでは、経済性から大勢を占められる低速のMM端末について検討する。その通信インタフェースを次のように想定する。

- a) 音声: 64kbpsとする。将来は放送級の7kHz音声の伝送も可能である。
 - b) 動画: 64kbps圧縮動画とする。PC等の画面の小さなウィンドウ表示する場合、ほぼ許容できるレベルと思われる。
 - c) データ: 約1,300kbpsの高速・短時間のバーストとする。継続時間が長い場合はデータを分割し、ネットワークの占有を防ぐ。伝送プロトコルはTCP/IPが妥当であろう。
 - d) 以上と監視・制御信号(シグナリング)を合わせて1,536kbpsのISDN一次群とする。
- MM 端末は電源オンで自動的にCLADに接続され(固定接続)、接続やダイアリングの操作は不要である。

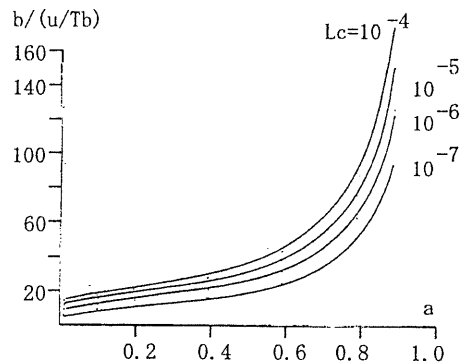


図5 伝送速度 b と呼量 a の関係

ネットワークのトラフィック（呼量）とセル廃棄率の関係について検討するが、ATM網は文献(5)などで明らかのように、狭帯域WANの部分に比較し無視することができる（無視できるように設計することができる）。

データ廃棄率 L_c とWANについてのバッファ容量 T_b との関係は次式で与えられる⁽⁴⁾。

$$L_c = M(0) e^{-(1-\rho)T_b/h} \quad (1)$$

ここに $M(0)$ はアランC式である。また ρ ：利用率(=a/s)、a：呼量、S：出線数、h：データバーストの平均継続時間である。

文献(4)ではsをパラメータとして T_b と L_c の関係式を求めたが、ここではシステムを簡略化するためにs=1とし L_c をパラメータとして T_b と伝送レートとの関係を求める式(1)から

$$L_c = a e^{-(1-a)T_b b/u} \quad (2)$$

ここにuは1つのバーストで伝送する平均データ量である。bを u/T_b で正規化して現すと図5のようになる。例えば平均的に1,000字(2KB)と、200*200ドット*10ドットのカラー静止画を1/10に圧縮したデータを伝送するとすれば、u=7KBであり、許容できる T_b を2秒、伝送効率を70%とすると $L_c=10^{-5}$ のときaは約0.6アランとなる。

東京-大阪間で1.5Mbpsの専用線で1日5時間、月20日、呼量0.6で1KBパケットを伝送するとして計算すると、経済性についての見通しが得られた。すなわち、提案するネットワークの特長は、構内では超高速のマルチメディア網であり、低速MM端末は簡易なTPケーブルを用いており、WANも経済的である。一方適用の限界としては図5のように $b/(u/T_b)$ が10以下では呼量aが小さくなり経済性が薄れる。

4. おわりに

現在一般的に普及している比較的低速な広域コンピュータネットワーク上での協調作業支援のための情報ネットワークシステムの実現方法について述べた。既存の広域コンピュータネットワーク上での同期型協調作業支援方式の実用性を確認し、そのためのシステムを試作中である。広域網については在来の高速デジタル線など狭帯域網を利用したマルチメディアネットワークを提案した。今後このマルチメディアネットワークの有効性を検証していく予定である。さらに本格的なB-ISDN時代到来に向けた実験も進めていく予定である。

参考文献

- (1)鈴木昌則、小泉寿男、亀山正俊、増井久之：コンピュータネットワークを使った情報交換支援とその応用、三菱電機技報、Vol. 67 No. 12(1992)、pp. 62-65
- (2)小泉寿男、鈴木昌則、白鳥則郎：リモート協調作業によるソフトウェア開発知的環境、情処研報Vol. 93, No83(1993), pp. 63-70
- (3)越地正行、藤田結佳、堀井裕児、吉沢健一、三沢康雄：多地点テレビ会議システムにおける共同作業の実現方式について、電子情報通信学会春期大会 D-224(1993)
- (4)増井久之、田中敦、三好一賢：グループウェア機能を備えたエンジニアリングオフィスシステム、電学論D、113巻12号(1993)、pp. 1423-1432
- (5)北村春夫：入線有限でのATMスイッチのランダムトラヒック解析、信学春全1990、B-479, pp. 3-57