

## 同期対面環境における通信・放送融合型情報配信の提案

市川 健一郎\* 岡田 謙一\* 辻 順一郎†

会議、プレゼンテーションといった対面環境での限定された空間における情報配信には、グループ管理を必要とするマルチキャストが主に用いられてきた。しかしメンバーの途中参加、退出が頻繁に発生する状況においてグループ管理をするのは困難である。また、このような環境において配信する情報にはファイルなどのあらかじめ作成されたデータ、そしてスライドの遷移情報やテレポインタなどの時間の経過に伴い動的に発生するデータがある。そこで本稿では各情報の性質を考慮し、グループ管理を必要としない不特定多数のメンバーへ配信するためブロードキャストを用い、さらにエラー処理の一手段としてユニキャストを用いる通信・放送融合型情報配信方式を提案し、実装したシステムについてシミュレーションを行い評価する。

## A Proposal of an Integrated Communication/Broadcasting Techniques for Information Distribution in Synchronous Facing Environment

Kencihiro Ichikawa\* , Kenichi Okada\* Junichiro Tsuji†

Multicast, which manages a group of members, has been mainly used for distributing information in facing environment such as conference and presentation. But, it is difficult to manage a group of members in the situation where participation and withdrawal frequently occur. In such an environment, there are data such as file, which is prepared beforehand, and information of changing slide and Terepointa, which are generated dynamically as time goes on. In this paper we propose Integrated communication/broadcasting techniques for information distribution, which considers characteristic of information and we use broadcast to distribute information to unspecified members and unicast in the case of error processing. In addition, we implement a system based on this proposal and evaluate it.

### 1 はじめに

ここ数年において無線技術の発達により高速なデータ通信が可能となり、携帯型コンピュータの一般的な普及に伴い、到る所でパーソナルコンピュータが使用されている。実際に、会議やプレゼ

ンテーションが行われる会場によく見られる光景である。このような環境において情報を配布する場合、聴衆の会場への参加・退出が頻繁に発生する状況が自然に発生するため、接続機器の取り付け・取り外しが必要な有線に比べ、その必要のない無線は聴衆によりシームレスな環境を提供することができる。現在、電子会議システム等のこのような環境においてリアルタイムな情報配信のシステム [1] [2] の需要が高まっているのは事実である。今後は、より幅広い環境において無線を用いた情報配信が行われることが予想される。そして

\* 慶應義塾大学理工学研究科

Faculty of Science and Technology, Keio University

† 三菱電機(株)情報技術総合研究所

Information technology research institute, Mitsubishi Electric Corporation,

限られた帯域においてデータを配信する際、ただ単に配信する方式の場合、状況によっては聴衆に対して効率的に配信することができない可能性が起りうる。また、このような環境において配信する情報にはファイルなどの発表者があらかじめ作成した静的なデータ、スライドの遷移情報やテレポインタなどの時間の経過に伴い動的に発生するデータなどがある。これらの各情報には配信遅延が許されない、連続的に配信する必要があるといった性質がある。

そこで本稿ではこれらの問題点を考慮した効率的な情報配信を可能とする通信・放送融合型配信方式を提案し、実装したシステムについてシミュレーションを行いその結果について考察する。

第2章では従来型情報配信の問題点について、第3章では通信放送融合型配信方式を提案する。第4章では、第3章で提案した方式を用いたシステムによりシミュレーションを行い、第5章で評価を行う。最後に、第6章で本論文をまとめる。

## 2 従来型情報配信の問題点

会議、プレゼンテーションのような同期対面環境における従来の情報配信方式の問題点として以下のことがあげられる。

- グループ管理が必要であること  
会議やプレゼンテーションといった同期対面環境での従来の情報配信においては主にマルチキャストが用いられてきた [3]。マルチキャストは特定対象のクライアントに対してデータを配信する通信手法であり、データ配信の対象となるグループにどのようなクライアントが属しているかを管理する必要がある。しかし、このような環境では聴衆の入退出が頻繁に発生する可能性があるためグループ管理が困難になる。
- 電波状況に応じて配信遅延が発生すること  
無線は電波状況に大きく影響を受けるため常に高速な通信が可能であるとは限らない。マルチキャストを用いたデータ配信ではUDPを用いるため、エラー処理が必要となる。従来では主に信頼性向上のため同じデータを繰り返し配信するという手法が採られてきた。

これは、データ配信が一方向であるため、サーバ側で通信エラーによる受信の失敗を感知できないことによる。しかし、繰り返しによるデータ配信においては、あるデータの受信に失敗したクライアントは次に同じデータが配信されるのを待ち、再度データの受信を試みることになり、低速な通信下ではより受信完了までの遅延が大きくなる。また、双方向通信ネットワークが同じネットワークとして実装される場合、この繰り返し配信は双方向通信路のデータ帯域を圧迫する可能性がある。

- 配信順序を考慮していないこと  
石渡等のブロードキャストを利用したシステム [4] [5] では配信するデータがファイルデータ等の静的なデータのみを扱っている。会議やプレゼンテーションでは配信するデータにはファイルなどの発表者側があらかじめ用意してある静的な情報、また発表の進行に伴い発生するマウスポインタやスライド遷移指示情報などの動的な情報がある。このような環境では遅延の許されない動的な情報が発生するため、優先的に配信する必要がある。しかし、従来の方式では主に情報の発生順に配信している。

以上のように、従来型情報配信にはさまざまな問題があるため、これらの問題を解決するよう配信手法が必要となる。

## 3 通信・放送融合型配信方式の提案

この章では、まず提案する方式を利用する想定環境を定義した後、その環境における通信・放送融合型配信方式の提案を行う。

### 3.1 想定環境

図1のように数十名程度の聴衆が参加するイベント会場のような同期対面環境での情報配信とする。会場は無線が使える環境とし、発表者と聴衆共に無線が使える端末を所持しているとする。そして、サーバとなる発表者が発表する情報のデータをクライアントとなる聴衆に配信する。聴衆はスクリーンでステージ上のスクリーンでの内容を

見るだけでなく、各自が所持している端末でも同じ内容を見ることができるとする。

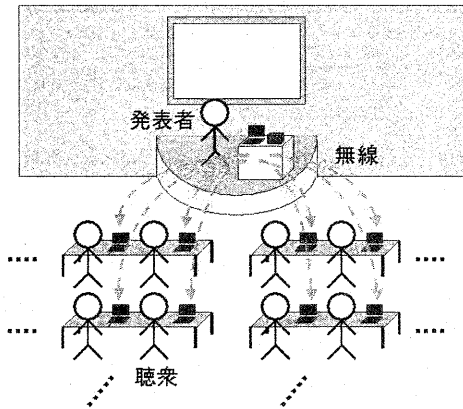


図 1: 想定環境

### 3.2 提案

提案する通信・放送融合型配信方式には主に以下のような三つの特徴がある。

- ブロードキャストによる配信
- ユニキャストを用いたエラー処理
- データごとの配信、エラー処理方法の選択

それでは、各特徴について詳しく述べる。

#### 3.2.1 ブロードキャストによる配信

従来の方式では、会議やプレゼンテーションのような環境においては主にマルチキャストが利用されてきた。しかし、2章で述べたように聴衆の入退出に伴うサーバ側での複雑なグループ管理の問題が発生する。そこで、本方式では、不特定多数への配信を行うことができるブロードキャストを用いる。これにより、グループ管理の問題が解決することができる。また、クライアント側ではサーバ側に自分が受信していることを知られずすむため、プライバシーを守ることができるという利点もある。

#### 3.2.2 ユニキャストを用いたエラー処理

図2のように、繰り返し配信による信頼性の確保を行う従来の方式に対して、ユニキャストを用いたクライアント側の能動的なエラー処理を行うようにする。これは、サーバがブロードキャストを用いて配信したデータがクライアント側で受信に失敗すると、クライアント側が能動的にサーバ側にエラーしたデータをユニキャストを用いて要求し、再送してもらう。このことにより、確実にデータを受信することができる。

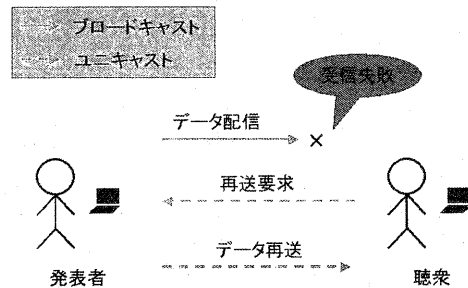


図 2: ユニキャストを用いたエラー処理の例

#### 3.2.3 データごとの配信、エラー処理方法の選択

このような環境において、さまざまな性質を持つデータを配信する必要があるのに対して、各データが持つ性質を損なわないような配信方法、エラー処理方法を選択する。

例えば、ファイルデータなどの多少の遅延が許される情報に対しては、ただ一度だけブロードキャストし、エラーが発生したデータに関しては、クライアント側で確実に受信させるために、ユニキャストによるエラー処理を行う。

一方、スライド遷移指示情報など発表の進行に伴い発生し、遅延が許されない情報に関してはファイルなどのデータより優先的に配信する。また連続的に数回繰り返し配信することによって、そのうちの一度だけでも受信できればよいという配信方式を採用する。これはスライド遷移情報のデータ量は少なく、繰り返し配信においてもあまりネットワークに負荷を与えないため可能である。また、無線環境ではパースト的なエラーが発生する可能

性があり、その際はファイルデータと同様ユニキャストを用いてエラー処理を行う。

また、マウスのテレポインタなど常に連続的に配信する必要がある情報などは、あらかじめ帯域を確保することによって、他の通信の影響を受けないようにする。

## 4 システムの実装

3章で提案した通信・放送融合型配信方式を用いたシステムを実装する。

### 4.1 実装するシステム概要

実装にはユーザインターフェース画面は Java 言語 (JDK1.3) を、通信部分は C 言語を使用した。

発表者は HTML 言語を用いてスライドを作成し、各スライドはハイパーリンクによって接続される形式とする。聴衆は発表者が配信する各スライドファイルを受信し、そのスライドが表示され、発表の進行に伴い自動的にスライドが遷移する。発表者がスライド遷移させる際に、発生する情報をスライド遷移指示情報とする。また、発表者のテレポインタは聴衆のテレポインタと連動して動くようにし、クライアント側での操作を禁止する。このように、本システムではファイル情報、スライド遷移指示情報、テレポインタの三つの情報の配信として実装する。

### 4.2 システムの実行環境

実装したシステムの環境を説明する。図3のように、会場は一つのネットワークから構成され、ブロードキャストした際、外部へ配信されないよう外部とはルータを介して接続する。各クライアントは無線 LAN のアクセスポイントを介してルータに接続される。そして、このサブネットワーク内ではプライベートアドレスを用いることによってブロードキャストによる情報配信を制限する。

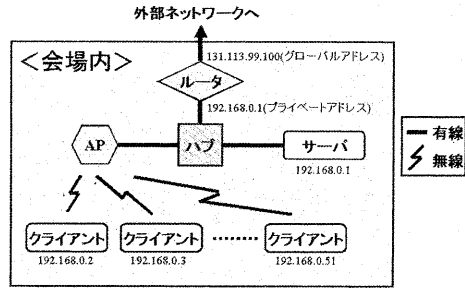


図 3: システムの実行環境

### 4.3 システムの特徴

提案方式の特徴を実現させるようにシステムを実装する。

データの配信にはブロードキャストを用いるのだが、配信するファイルを最後まですべてを連続的に配信するのではなく、現在表示されているスライドのリンク先のスライドのファイルをあらかじめ配信する方式を用いる。これにより、常にファイルを配信し続けることによるネットワークの負荷を低減させること、聴衆が途中で参加した場合においてもそれまでと同様に配信することができる。途中参加者にとって、現在のスライドまでのファイルはエラーした場合と同様にユニキャストを用いて配信する。

ユニキャストによるエラー処理を行う際、ファイルのようなデータ量の大きい情報はブロック単位に複数分割して配信する。ファイルを分割し各ブロックごとに処理することによって、エラーが発生時に、そのエラーしたブロックをサーバに再送要求をすることになり、エラーしたファイル全体の再送に比べ効率的にエラー処理を行うことができる。

図4のように、4つに分割されたファイルをブロードキャストにより配信した際、分割した2番目のブロックが正常に配信できなかった場合、そのブロックだけを再送するという方式を採用する。

スライド遷移指示情報は、発表者がスライドのリンクをたどった場合に発生し、その情報は聴衆にできる限り遅延のないよう配信する必要があるため、その際、すべてのデータよりも優先して配信する。まず、各データ (本システムではスライド

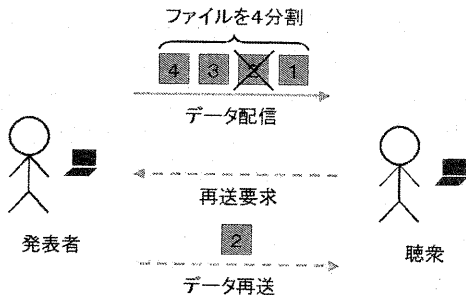


図 4: ユニキャストによるエラー処理例

データとスライド遷移指示情報) ごとに可変長のキューを用意する。スライド遷移指示情報のキューが空の時のみスライドデータを配信することによって優先配信を実現させる。そして、数回繰り返して配信することによって信頼性を確保する。テレポインタは常に連続して配信するため、スレッドを別途作成しキューを介さず配信することによって実現する。

図 5 はキューによる優先配信をわかりやすく図式化したイメージである。このように分割したファイルを配信中、1 番目を配信した後、スライド遷移指示情報が発生した場合、このデータがが分割したファイル 2 より優先的に配信される。また、テレポインタは 2 つのキューとは別途に配信されるため連続性が確保される。

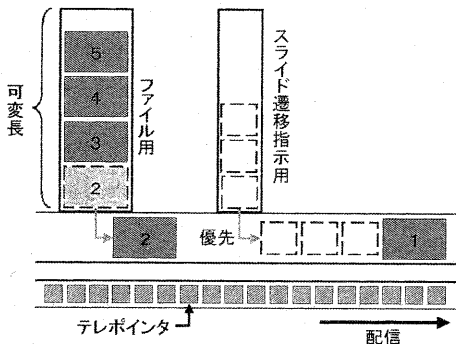


図 5: キューによる優先配信のイメージ

今回、連続的なテレポインタの配信を利用して分割したファイルデータの最終部分が正常に受信

できなかった場合のエラー検知を行う。従来このようなエラーの検知にはタイムアウトデータをファイルデータの後、配信する。しかし、タイムアウトデータの配信まで遅延が発生する。そこで、100msec ごとに連続的に配信するテレポインタに配信済みシーケンシャル番号を付加することによってエラー検知を行う。

## 5 評価

### 5.1 シミュレーション環境

端末間の通信媒体としては、無線 LAN を採用し、メルコ社の Air-Station™ WLS-L11W™、無線 LAN カード AIR CONNECT™ WLI-PCM-L11GP™ を用いて無線環境を実現した。表 1、2 にサーバとクライアントとして用いた端末の性能を示す。

表 1: サーバ端末の性能

CPU	Pentium 800MHz
メモリ	256MB

表 2: クライアント端末の性能

CPU	Celeron 650MHz
メモリ	256MB

### 5.2 評価項目

本提案の有効性を確認するために以下の項目について実験を行う。

- 目視による動作確認
- テレポインタの優先配信
- スライド遷移情報の優先配信
- ユニキャストによる再送処理

まず、一つ目の評価項目として実装したシステムが想定する環境において違和感なく動作するかどうかを確認する。

そして二つ目の項目はテレポインタを配信する際、優先して配信した場合と優先しない場合においてどのような違いが発生するかを比較する。

三つ目の項目は、スライド遷移情報を配信する際、実際どの程度の遅延が発生するかを測定するためにを行う。

最後の項目としてエラーした各ブロックの再送処理時間を測定する。この際、ユニキャストを用いて再送処理を行うクライアントの同時要求台数が1台、3台、6台、10台、15台、21台においてエラーブロックが1個、2個、3個、そして4個までの各場合について測定する。クライアントの台数の増加には、マルチスレッドにより擬似的に同時要求を発生させることによって対応する。

## 5.3 結果

### 5.3.1 目視による動作確認

図6に実装したシステムの表示ブラウザを示す。サーバ側からリンクを辿ってスライドを遷移させた際、クライアントのブラウザでほぼ同時に表示されることを確認した。これにより、実際に本システムが会議やプレゼンテーションのような環境においてクライアントにとって違和感なくスムーズに利用できることを確認した。

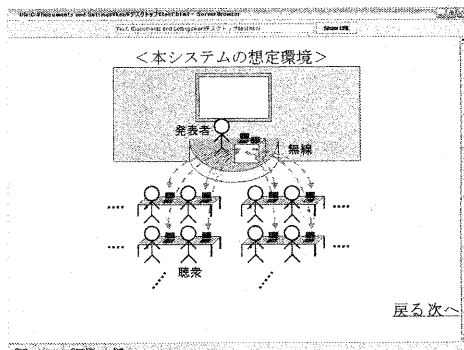


図 6: 表示ブラウザ

### 5.3.2 テレポインタの優先配信

図7はテレポインタを優先して配信した場合と、優先しないで配信した場合のクライアント側の受信状況のグラフである。このように、優先した場合には100msecごとにデータが順番に受信できているが、優先しない場合では、ファイルを配信中に配信される予定のデータがまとめて受信していることが確認できる。また実際にクライアント側のブラウザではテレポインタが動かない状況が発生した。これにより、テレポインタの優先配信の有効性が確認できた。

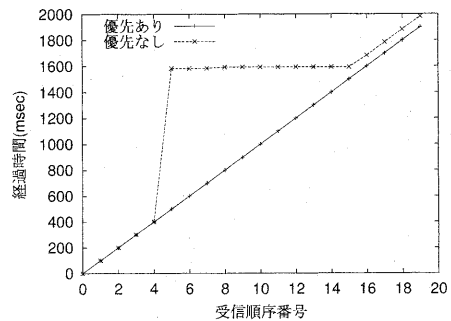


図 7: テレポインタの受信状況

### 5.3.3 スライド遷移情報の優先配信

図8はスライド遷移情報を優先して配信した場合と、優先しないで配信した場合のサーバ側でのキューに入れてから配信するまでの時間のグラフである。このように、優先した場合はキューに入れてから即座に配信されていることが確認できる。一方、優先しない場合は配信する前のデータがキューに残っている状態からキューに入れたため、かなりの遅延が発生してしまい、発表の進行を妨げてしまう。これにより優先配信の有効性が確認できた。

### 5.3.4 ユニキャストによる再送処理

図9は各ファイルサイズにおけるユニキャストによる再送処理時間のグラフである。分割した各ブロックが4個連続して配信エラーが発生した場

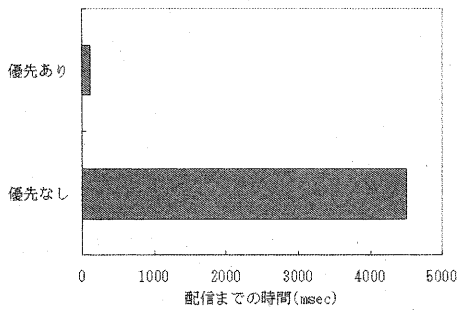


図 8: スライド遷移情報の受信時間

合においてクライアント数が 21 台では約 160msec の遅延が発生していることが確認できる。鈴木健等の研究 [6] よりクライアントの同時要求数が 100 台程度までのサーバの応答時間は線形で比例していくことが確認できているため、一般的にスライドが遷移するまでの時間が約 60 秒であることを考慮すると本システムで想定する環境(クライアント数が 50 台程度)において十分対応できると予測できる。

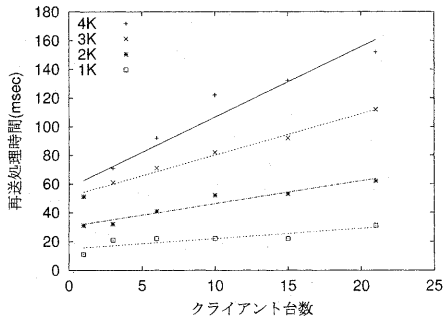


図 9: ユニキャストによる再送処理

## 6 まとめ

本稿では、会議やプレゼンテーションのような同期対面環境における情報配信で発生する複雑なグループ管理や電波状況による配信遅延、そして情報の性質を考慮しない配信といった従来の問題点に対して、配信する情報の性質を考慮した通信・

放送融合型情報配信方式を提案した。また、実際に提案したシステムを実装し、さまざまな評価を行うことによって本提案の有効性を確認できた。

## 参考文献

- [1] 倉持顕尚, 市村重博, 田頭繁, 前野和俊, モバイルグループウェアシステム, 情報処理学会第 54 回全国大会, 1997.
- [2] 三浦敦史, 辻順一郎, ハイパーメディア機能を用いた教育支援システムの試作, 情報処理学会研究報告(システムソフトウェアとオペレーティング・システム, マルチメディア通信と分散処理合同研究会), 1997.
- [3] 宮本真理子, 池田貴志, 岡田謙一, モバイル環境におけるマルチキャスト通信を利用したプレゼンテーション支援システム, マルチメディア・分散・強調とモバイルシンポジウム (DICOMO2000), 2000.
- [4] 石渡秀典, 鈴木健, 岡田謙一, 辻順一郎, グループウェアのためのブロードキャストを用いた情報配布, 情報処理学会第 61 回全国大会, 2001.
- [5] 石渡秀典, 鈴木健, 岡田謙一, 辻順一郎, グループウェアのためのブロードキャストを用いた情報配布, マルチメディア・分散・強調とモバイルシンポジウム (DICOMO2001), 2001.
- [6] 鈴木健, アフモデルリイ, 岡田謙一, 辻順一郎, 放送型ネットワークにおける通信エラーの対処方式, 情報処理学会論文誌 Vol43, No2.