

低速度通信回線を利用した分散型マルチメディアメールシステムの開発

立福寛, 坂元仁樹, 横尾徳保, 重松保弘
九州工業大学工学部

インターネット上でのマルチメディアデータを含むメールの送受信を考えた場合、メールボックスの容量制限やサーバの過負荷等の問題が発生する。筆者らはこのような問題点を回避するため分散MMS (Multimedia Mail System) の開発を行ってきた。分散MMSはメールサーバを分散して配置することで、サーバ負荷を軽減するとともに、大容量のメールボックスを容易に提供できるようにする。また、サーバ間は通信経路に低速度通信回線(公衆電話網)を用いて直接メールの転送を行う。本稿では分散MMSの概要と通信プロトコルを紹介するとともに、プロトタイプの実装例を示し、実装上の問題点ならびに今後の課題について検討する。

Design and Development of a Distributed Multimedia Mail System Using Lower Speed Communication Network

Hiroshi Tatefuku, Hiroshige Sakamoto, Noriyasu Yokoo, Yasuhiro Shigematsu
Faculty of Engineering, Kyusyu Institute of Technology

Using multimedia mails on the Internet mail system, the size limitation of the mailbox and the overload of the mail server become serious problems. In order to overcome these problems, we have developed the distributed-MMS (Multimedia Mail System) using lower speed communication network. It is easier to provide a large size of mailbox in this system because servers are not concentrated. Moreover, the mails in this system are forwarded directly to the recipients without relaying over any other servers. In this paper we show the communication protocol and implementing, also present further problems.

1. はじめに

近年、一般家庭にまでPCが広く普及し、電子メールの利用者も急激に増加している。米国においては、企業が利用しているインターネット接続業者のバックボーン容量は半年で4倍になっている[1]。日本国内でも同様にインターネットは急速な勢いで普及しており、平成10年度における我が国の15歳から69歳までのインターネット利用者数は、約1,700万人と推計され[2]、利用者の大半が電子メールを利用していると考えられる。このようにメールの数が増える一方で、デジタルカメラ等の普及により、静止画像や音声、動画像などのサイズの大きなデータをメールで取り扱うことも増えてきた。

ここで、マルチメディアデータを含むメールを取り扱う場合にはその容量が問題になる。通常のメールのサイズは1KB程度であるが、これが静止画像を含むメールとなると数百KB、動画像になると数MBと非常に大きくなる。しかし、現在のインターネットサービスプロバイダ (ISP) のメールボックスの容量は数MB

から20MB程度なので、すぐにあふれてしまう。また、従来のインターネットメールのプロトコルではデータ通信にテキスト形式しか使えない。このためにバイナリのデータを転送する場合には、テキスト形式に変換する必要があり、データの転送効率が悪くなる。さらに、サーバプログラムsendmailがボトルネックとなり、サーバが過負荷に陥る[3]ことが知られている。

現在のメールシステムでマルチメディアメールを取り扱う場合の問題点は以下の3点であるといえる。

1. メールボックスの容量不足
2. バイナリデータの転送効率低下
3. サーバへの負荷の集中

これらの問題点を踏まえて、筆者らの研究室ではマルチメディアメールの送受信を考慮し、メールサーバの分散化を目的とした分散MMS (Multimedia Mail System) の開発を行ってきた[4]。このシステムではメールサーバを分散して配置することでサーバの負荷を分散し、ユーザへの大容量のメールボックスの提供を容易にする。今回は低速度通信回線として

公衆電話網を使用する。また、分散MMSはマルチメディアデータをバイナリ形式のまま転送できるため、従来のシステムより効率的な転送が可能である。本稿では分散MMSの概要と通信プロトコルを紹介するとともに、プロトタイプの実装例を示し、実装上の問題点ならびに今後の課題について検討する。

2. 分散MMS

2.1 システム構成例

分散MMSは従来のメールシステムと同様に、ユーザが使用するクライアントプログラムのメーラと、メール配信を行うサーバプログラムから構成される。従来のインターネットメールのシステム構成例と分散MMSのシステム構成例をそれぞれ図1と図2に示し、両者の相違点を説明する。図1の従来のメールシステムではメールの処理がプロバイダのメールサーバに集中する。これに対し、図2の分散MMSでは企業や家庭ごとにメールサーバを分散して設置し、各メールサーバは公衆電話網を使用してあて先のサーバへ直接メールを転送する。このようにサーバを各家庭や組織内に分散することで、サーバへの負荷を軽減し、同時にユーザへの大容量のメールボックスの提供を容易にする。図2における具体的な利用方法は以下のとおりである。

- 1) 分散MMSでの基本的な通信経路はPC1→MMSサーバ1→MMSサーバ2→PC5である。PCとMMSサーバの間は同一LAN内での通信、MMSサーバ同士の間は公衆電話網を使った通信となる。
- 2) LAN内でのメールの送受信はPC5→MMSサーバ2→PC6のように同一LAN内のMMSサーバを経由して行う。
- 3) PC7→MMSサーバ1→PC1のように、LANにつながっていない単独のPCとメールの送受信を行う場合もある。この場合PC7はサーバとしての機能をもち、電話回線を使用してMMSサーバ1へ直接アクセスする。この場合、単独のPCはPC8のように携帯電話等に接続したモバイルPCでもよい。
- 4) MMSサーバ3はサーバプログラムをFAXやISDNルータなどに組み込んだ例であるが、この場合は独立した装置として実現することも考えられる。特に3)のように単独のPCでメールの送受信を行うと

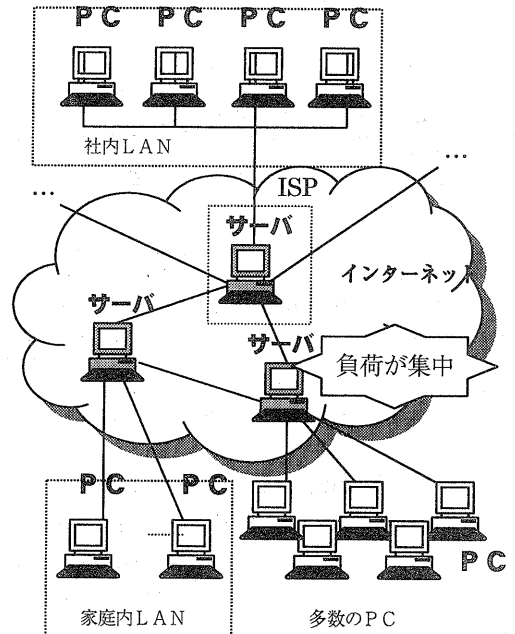


図1 従来のインターネットメールのシステム構成例

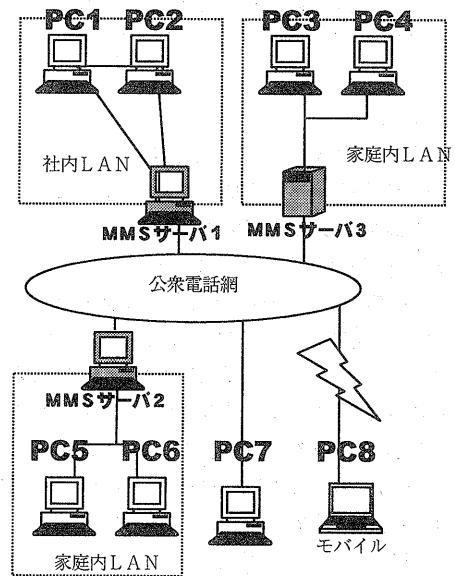


図2 分散MMSによるシステム構成例

きにはユーザが通信を途中で中断することがある。この場合、ユーザは再接続したときにメールの送信

を途中から再開でき、また転送中のメールを破棄することもできる。送信中のメールの一部を変更して送る場合には、新しいメールとして送りなおすことになる。

2.2 必要な機能

メーラに必要な機能はマルチメディアメールの作成／閲覧、MMSサーバとのメールの送受信である。一方、MMSサーバに必要な機能はクライアントとのメールの送受信、MMSサーバ間でのメール転送、ユーザのメールボックスの管理である。

分散MMSにおける基本的なメールの作成および転送手順は以下ようになる。送信側のユーザはメーラで画像／音声を貼り付けたマルチメディアメールを作成し、MMSサーバに送信する。受信したMMSサーバはあて先の電話番号のMMSサーバへ公衆電話回線を使用して直接転送する。メールを受信したMMSサーバはあて先のユーザのメールボックスにメールを格納する。あて先のユーザはメーラを使ってMMSサーバにアクセスし、メールを受信して閲覧する。

分散MMSのメールは、インターネットメールと同様、メール転送に必要な情報フィールドの集まりである「ヘッダ部」と、ユーザが自由に記述できる「ボディ部」から構成される。ヘッダの構文記法は従来のメールとの互換性をを持たせるために、RFC822[6]に規定されているインターネットメールのメッセージフォーマットを採用した。このためインターネットメールで培われたメール技術を生かすことができる。ヘッダ部はテキスト形式でメールアドレス等の情報を持つ。メールアドレスは相手を一意に識別できる必要がある。MMSではサーバ間の通信に電話回線を使うため、サーバの識別には電話番号を使用する。したがって分散MMSのメールアドレスのフォーマットは以下ようになる。

Username@電話番号

ボディ部はバイナリデータを直接記述することができ、従来のようにテキスト形式に変換する必要が無いので効率よくバイナリデータの転送ができる。メール本文のフォーマットにはマルチメディアデータの取り扱いを考えているので、HTML形式やWORD文章、

PDFなどが考えられるが、紹介するプロトタイプでは実装が容易なリッチエディット形式を実装している。

通信中断／再開機能

ノートパソコンを使ったモバイル通信の場合は、通信品質が低く、接続が途中で切断されてしまうことがある。頻繁に切断されると再接続の手間がかかるだけでなく、短い処理にもかかわらず、予想以上に電話料金がかかる場合がある。この問題に対処するために現在利用されているのがモバイル・ミドルウェアである。これはクライアントとサーバの両方にインストールし、データの送受信を仲立ちする役割を果たす。これは通信中に回線が切断された場合には自動で再接続を行い、再接続時にはデータの続きから転送を行う[5]。分散MMSではこのモバイル・ミドルウェアの機能をMMSサーバにもたせる。ここでメールの転送中断／再開機能を実装する場合に問題になるのが受信側と送信側とのメールの一意性である。分散MMSではメールの一意性のために、1通のメールごとにメールIDという識別コードを導入している。

2.3 通信プロトコル

分散MMSは同一LAN内での通信にはLAN通信を、異なるLANとの通信には低速度通信回線を使う。分散MMSにおけるプロトコル階層図を図3に示す。アプリケーション層／プレゼンテーション層はMMSのサーバとメーラのプログラムが対応する。セッション層にはMMS独自プロトコルのMMDP、MMTPが対応する。LAN通信ではトランスポート層／ネットワーク層にソケット通信を用い、電話回線ではTAPIを使って実装している。分散MMSでのメール送信に使われる通信プロトコルは以下の二つである。

1. 送信メールのメール転送プロトコル (MMTP: Multimedia Mail Transfer Protocol)
2. メールボックスから指定のメールを受信するメール配信プロトコル (MMDP: Multimedia Mail Delivery Protocol)

階層名	電話回線間	LAN間
アプリケーション層/プレゼンテーション層	MMSサーバ・メーラプログラム	
セッション層	MMDP, MMTP	
トランスポート層	—	TCP
ネットワーク層	—	IP
データリンク層	v.34	イーサネット等
物理層	電話回線	LAN

図3 プロトコル階層図

この二つのプロトコルは、通常のインターネットメールの送受信で一般的に使われているSMTPとPOP3[7]をモデルにしている。

これらのプロトコルの従来のものとの大きな違いは、メールデータをバイナリ形式で送受信することである。このためマルチメディアメールを効率よく送受信することができる。この二つのプロトコルは通信経路を特定してはいない。クライアントからの接続要求を受け付け、信頼性のある一本の通信経路を確保した後に、“CR/LF”を改行文字とした一行をメッセージとして、クライアントからの「コマンド」メッセージとそれに対して「応答」メッセージを返す形式で通信を行う。

コマンドメッセージに対する応答メッセージは、3桁の数字であらわされる応答コードと、コマンドで要求された情報パラメータと任意の文字列のメッセージ文字列で構成される。応答コードは決められた生成規則に則って生成される。この生成規則は、SMTPの生成規則を採用している。コマンドが何らかの情報(たとえば受信するメールのサイズなど)を要求するものだった場合は、そのコマンドで要求される情報パラメータを、スペースを区切りとして応答コードに続ける。以下にMMTP, MMDP[8]について詳しく説明する。

メール転送プロトコル(MMTP)

メール転送プロトコルは、メールを送信する方法を定めたプロトコルである。このプロトコルは、メーラからMMSサーバへのメールの送信と、MMSサーバ間のメールの転送に用いられる。MMTPでは、表1の7種類のコマンドを用意している。SMTPとの違いはIDコマンドとDATAコマンドである。分散MMSで

表1 MMTPコマンド一覧

コマンド名	パラメータ	機能説明
FROM	送信者のメールアドレス	メール送信開始の通知
TO	送信先のメールアドレス	メールの宛先の通知
ID	メールのメッセージID	送信メールのメッセージIDの通知
DATA	メールサイズ, 送信開始バイト数, 送信するバイト数	メール本体の送信開始を通知
RSET	なし	メール転送処理の中止を通知
NOOP	なし	動作確認
QUIT	なし	接続終了通知

は従来のメールシステムと違い、メール送信を途中で中断し、また再開することができる。この処理のために、送受信されるメールはメール識別用のメッセージIDを持っている。メール送信側はメール送信時にメールのメッセージIDを送り、これからどのメールを送るのかを相手に通知する。受信側はそのメールの一部を受け取っていた場合は、受信したメールの容量を返し、初めて受信する場合は0を返す。受信側からの応答を受け取った後で、受信側はDATAコマンドでメールサイズ、送信開始バイト数、送信するバイト数を送り、データの送信を行う。

メール配信プロトコル(MMDP)

メール配信プロトコルは、ユーザがサーバ内のメールボックスから指定のメールを受信するためのプロトコルである。このプロトコルは、MMSサーバとユーザがメール受信に使うクライアントプログラム(メーラ)との通信に使用する。MMDPは、メールの受信機能(取り出し、削除)のみで、送信はMMTPで行う。MMDPでは、表2の10種類のコマンドを用意している。従来のPOPとの違いはRETRコマンドである。送信側はメール送受信の途中中断・再開を行うために、送信ごとに送信開始バイト数、送信バイト数を送る。

既存のプロトコルとの比較

メール転送やデータの転送の役割を果たすプロトコルとしてSMTP, POP3やFTPなどがある。以下にこれらと分散MMSとの相違点を示す。

表2 MMDPコマンド一覧

コマンド名	パラメータ	機能説明
USER	ユーザ名	ユーザ名の通知
PASS	パスワード	パスワードの通知
STAT	なし	状態の問い合わせ
LIST		メールサイズの要求
HEAD	メール番号	メールヘッダーの要求
RETR	メール番号, メールサイズ, 送信開始バイト数, 送信バイト数	メール送信の要求
DELE	削除するメール番号	メールの削除要求
RSET		削除マークの取り消し要求
NOOP		動作確認
QUIT		接続の終了通知

SMTP/POP3

SMTPとPOP3は現在メール送受信時に最も使われているプロトコルである。一般的にSMTP, POP3でのメールの転送にはテキスト形式を用いている。このためメールにバイナリファイルを添付する場合はテキスト形式に変換しなければならず、メールのサイズはバイナリの状態と比べて30%程度大きくなってしまふ。これに対して分散MMSではメールのバイナリ転送をサポートしており、効率の良い転送が行える。

FTP

FTPはリモートネットワークのシステム間ファイル転送をTCP上で行うプロトコルである。FTPはファイルのバイナリ転送が行えるため、テキスト形式に変換する必要はない。しかし分散MMSはユーザが使いやすいようにメールを提供するため、従来のFTPアプリケーションよりも使い勝手がよくなっている。

3. 実装とまとめ

分散MMSのプロトタイプをWindows上で動作するプログラムとしてVisualC++ 6.0で作成した。以下にMMSサーバの通信処理の実装方法と実装上の問題点を示す。

TCP通信処理クラスはサーバがサービスを開始するとソケットを生成し、クライアントからの接続要求を待つ。接続要求がきた場合は、新たにスレッドを生成してクライアントとのメールの

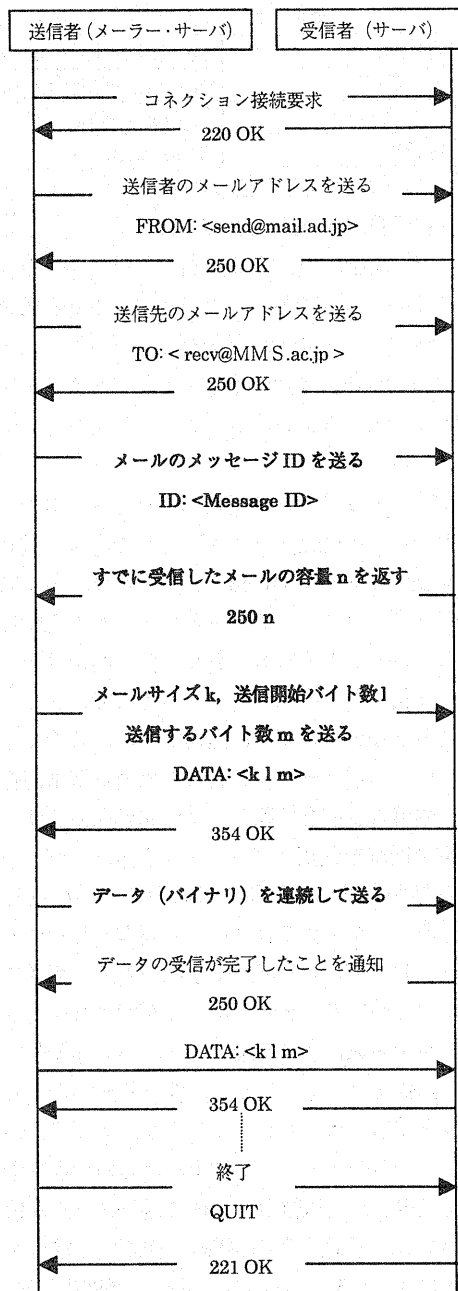


図4 MMDPによるメール転送

送受信を行い、他のクライアントからの接続要求を再び待つ。このようなマルチスレッド処理を行う場合にはリソースの排他処理が必要となる。今回はVisualC++のライブラリであるMFCのCMutexクラスを用いてリソースへの競合を回避した。このクラスによりリソースへのロック/

表3 使用したTAPI

初期化	TelephonyInitialize
モデム設定	TelephonySetting
ポートOpen	TelephonyOpen
通話発信	LineMakeCall

アンロックの実装が容易に行える。

電話回線処理を行うクラスは、サービス開始時にモデムの初期化や設定を行い、その後クライアントからの着信を待つ。クライアントから着信がきた場合、メールの受信を行う。プログラム内部では電話回線通信用のAPIとしてTAPIを使用している。今回は表3のようなTAPIの関数を用いた。

また、MMSサーバは送信ボックスに他のMMSサーバへの送信メールが存在した場合、電話回線を使ってメールの送信を行うようになっている。TCP通信はクライアントとのメールの送受信をマルチスレッドで行っており、サーバはメールをいつ受信したかを感知しない。そこで、タイマ割り込みを使い、定期的に送信ボックスのチェックを行い、送信メールが存在した場合は電話回線での着信待ち状態を解除し、送信先のMMSサーバへ電話回線を使用してメールの送信を行う。

電話回線通信は回線交換のため一つの回線で一箇所としか接続できない。今回作成したサーバは一台のモデムしか使用できないので、転送を行っている間は着信を受けることができない。送信メールが複数存在する場合、サーバが連続してメール送信を行ってしまうと、他のサーバからのメールを受信できなくなってしまう。そこで、他のサーバからのメールを受信するための受信待機時間を設定した。送信ボックスに送信メールが残っていても、電話回線での接続を切断した後はすぐに次のメールを送信せずに、受信待機時間だけ待機をする。

また作成したプロトタイプ動作確認をそれぞれ一台のクライアントを持つサーバ二台を電話交換機で接続して行った。使用したPCはすべてWindows 98をインストールしたDOS/V機で、2台のMMSサーバは56kbpsのモデムを内蔵

している。作成したサーバは、サーバの設定の変更、ユーザの登録、削除、パスワード変更、TCP/IPでのMMDP、MMTPの通信、電話回線でのMMDPの通信を正しく行えた。

従来のインターネットメールはバイナリデータを一度テキストデータに変換して、送信を行う必要があった。筆者らは分散MMSによりバイナリデータ転送が行える新たなプロトコルを規定し、この問題を解決した。また、通信経路に公衆電話網を用いることでインターネットとは完全に切り離れた新たなネットワークを開拓し、サーバを家庭内LAN、構内LANなど、比較的小規模なネットワークごとに設置して分散型システムを目指した。またWindows上で動作可能なMMSサーバ/メーラの開発も行った。今回作成したMMSサーバは、サーバの機能として最低限必要なものは実装されている。しかし、今回作成したMMSサーバはセキュリティ上の問題や、通信コスト低下のための夜間転送機能などが未実装であるので、今後はこれらの機能を追加していく予定である。

参考文献

- [1] 米田正明, 島津忠承:トラフィック警報発令中 IP網が企業の生命線に, 日経コミュニケーション, 300号, pp.72~75 (1999)
- [2] 平成11年度通信白書 (1999)
- [3] 米田正明:システムに弱点はあるのか 安定運用の切り札は?, 日経コミュニケーション, 307号, pp.124~130 (1999)
- [4] 立福寛:マルチメディアメールシステムの開発に関する研究-メールソフトの開発について, 平成10年度卒業論文, 九州工業大学工学部電気工学科 (1998)
- [5] 安井晴海:モバイル・ミドルウェアの実用度, 日経コミュニケーション, 294号, pp.92~93 (1999)
- [6] マルチメディア通信研究会:インターネットRFC辞典, 株式会社アスキー, pp.212~220 (1998)
- [7] マルチメディア通信研究会:通信プロトコル辞典, 株式会社アスキー, pp.175~204 (1996)
- [8] 坂元仁樹:マルチメディアメールシステムの開発に関する研究-システムの構築とサーバの作成, 平成11年度卒業論文, 九州工業大学工学部電気工学科 (1999)