

IMES 電子メールシステム

落合 真一 齋藤 正史 田中 朗 福岡 久雄
三菱電機(株) 情報電子研究所

電子メールサービスは、コンピュータ環境において広く利用されるサービスの一つである。しかし、現在の電子メールシステムでは、宛先として相手のアカウント名や相手の使用するコンピュータ名を指定している。これは必ずしもユーザが使い易い形式になってはいない。また、ユーザは利用するコンピュータを変更するたびに、新しい宛先を知らせることが必要となる。本論文では、これらの問題を解決した電子メールシステム (IMES) について述べる。IMES は個人情報サーバを持ち、電子メールの宛先として個人名の使用を可能にする。また、宛先の問い合わせ機能も提供する。個人情報サーバは、可用性や性能の向上のために多重化している。

Implementation of Integrated Message Exchange System

Shinichi Ochiai Masashi Saito Akira Tanaka Hisao Fukuoka
Mitsubishi Electric Corporation.
5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247, Japan

Electronic mail service is a very popular computer service. Many mail systems support mail address formats which include user names and computer names. But that is not always useful to primary users. Furthermore if some users change their computers, they are forced to give their new mail addresses to other users. In this paper, we describe IMES (Integrated Message Exchange System) which addresses these problems. IMES supports mail delivery using users' real name. For this service, we implement Personal Information Server as a main component of IMES. IMES also provides the query service for users' mail address information using Personal Information Server. Personal Information Server is replicated for availability and performance.

1 はじめに

コンピュータの低価格化とそれを結ぶネットワークの発展により、多数のコンピュータによる大規模な分散システムが実現されつつある。一人一人のユーザが個人用のワークステーションを持ち、日常の仕事のほとんどをワークステーション上で行なうこともめずらしくなくなった。それに伴い、コンピュータはユーザに対してさまざまなサービスを提供するようになった。

電子メールサービスは従来の集中型システムの頃から提供されていたコンピュータサービスの一つではあるが、このような分散環境ではますます重要なサービスとなった。分散環境での電子メールサービスは、地理的に離れた多数のユーザ間のメッセージ交換を提供する。電子メールサービスは情報交換のツールとして、通信の非同期性と再利用性、複数の受信人の指定などの利点を持っている。

コンピュータが専門家の研究対象から日常の道具と変化したことによって、コンピュータの提供するサービスも多数のユーザに対応した使い易さが求められる。特に電子メールサービスは幅広いユーザに利用されるので使い易さは重要である。本論文では、現状の分散コンピューティング環境に対応すると共に、ユーザにより使い易い電子メールサービスを提供する IMES (Integrated Message Exchange System) について述べる。IMES はワークステーションベースの分散環境に合わせた階層的な構造を持っている。また、UNIX 電子メールシステムと互換性を持つと同時に個人名を宛先とした電子メールの配送を実現している。この機能のために、IMES は個人情報サーバと通信し、電子メールの配送先を決定する。また、IMES はユーザの電子メールの宛先の問い合わせも受け付ける。IMES の個人情報サーバは、可用性や信頼性の向上のためにシステム中に複数存在する。この IMES によって、ユーザの利用するコンピュータにかかわらず、電子メールを受けとれるようになる。さらに、メールアドレスを知らない相手に対しても、個人名と所属部門名によって、電子メールの発信が可

能になる。

IMES は最初のテストバージョンが UNIX の BSD および System V 上に実装されており、当所内で評価中である。

2 IMES 開発の動機

電子メールサービスは古くからあるコンピュータサービスの一つで、コンピュータを利用しているユーザ間のメッセージ交換の機能を提供する。初期の電子メールサービスは同じコンピュータを利用するユーザ間のメッセージ交換しか提供していなかったが、コンピュータがネットワークで接続され、他のコンピュータと通信できるようになると、他のコンピュータ上のユーザとのメッセージ交換機能が提供されるようになった。これによって、電子メールサービスの有効性は飛躍的に高まった。単なる伝言的な役割から、地理的に離れたユーザ間の情報交換の役割を持つようになった。

また、コンピュータシステムの高機能化に伴い、電子メールサービスのユーザインタフェースも高度なものになった。近年ではウィンドウシステムを利用して、ボタン操作によりメールの作成、発信、管理が行なえるようなユーザインタフェースも提供されている。

このように電子メールシステムは便利なサービスを提供しているが、最近の分散システムの急速な発展によって、問題点も生じている。それは次のことがある。

1. 個人のコンピュータへのメール配送の問題
2. メール宛先の記述の問題

1. については、通常の場合、メールシステムはメール転送の機能によって、メールをユーザの利用しているコンピュータまで配送する。しかし、システムの規模が大きくなり多様化し、ユーザの利用するコンピュータも高性能なサーバマシンからパソコンまで幅広くなった。この全てのコンピュータにメールの環境設定を行なうのは大変な作業である。また、性能的にメールシステムをサポートできない場合や、コンピュータが定常的に稼働されていない場合も多い。これらの問題を解決するために、メー

ルシステムをユーザの利用しているコンピュータから独立した構成にすると共に、それらのコンピュータからメールの集配するための集配局のような機能を用意することが必要になる。

2. については、通常は宛先の形式として相手のアカウント名と利用しているコンピュータ名やコンピュータの属するドメイン名を組み合わせている。これによりコンピュータネットワーク上でユーザを一意に識別することができる。しかし、必ずしもユーザの理解や記憶しやすい形式とはならない。コンピュータ数やユーザ数が増えた結果、メールの宛先も分かりにくいものになりがちである。アカウント名は文字数や他のユーザのアカウント名などの関係で制限され、自由なものが使えない場合が多い。結果として、分かりにくい宛先で他のユーザとメールの送受をしなければならないことになる。特に、知らない相手の場合、名前や所属を知っていても、メールの宛先を推測することは難しい。さらに、自分の利用しているコンピュータを変更した場合、メールの宛先が変更されるために、他のユーザに新しい宛先を知らせたり、メールの転送のための処理を設定することが必要になる。

これらの問題を解決し、現状の分散システムに対応した電子メールサービスを提供するために、新しい電子メールシステム IMES (Integrated Message Exchange System) を作成した。IMES の目標は、個人のコンピュータへの依存を減らしたメール配送の実現と、宛先として個人名を使用できるようにすることである。さらに、メールシステムの場合、他の場所や既存のメールシステムとの互換性が極めて重要である。したがって、IMES も他のメールシステムとのメールの相互送受を可能にし、容易に移行できるようにする。

3 IMES の構成

IMES は大きく分けるとメールサーバ、個人情報サーバの 2 つのサーバから構成される。メールサーバは各ユーザのメールの集配、メールの転送を行なう。個人情報サーバは、メールの宛先に書かれている個人名からメールの送

り先を決定し、メールサーバに伝える。それぞれのサーバはシステム中に複数存在し、サービスする区域や負荷を分担している。

3.1 メールサーバ

従来のメールシステムは、メールを宛先で指定されたユーザのコンピュータまで配送していた。この方法では、メールの配送機能を持つサーバを全てのコンピュータ上に用意することが必要となる。しかし、このメールサーバは負荷が高く、また、複雑な設定も必要となる。現状のように一人が一台のコンピュータを利用している環境では、一人のユーザのためにメールサーバ用意しなければならず、資源の浪費である。そこで、IMES ではメールサーバを特定のコンピュータ上だけに動作させるようにした。

IMES におけるメールサーバは次の 2 つの役割を持つ。1 つは受信したメールを中継し、送り先まで転送することであり、もう 1 つは、ユーザの利用するワークステーション、パソコンなどと通信して、ユーザのメールを集配する集配局の役割である。この集配局の機能によって、ユーザの利用するコンピュータにメールサーバが存在しなくても、メールの発信、受信などのメールサービスを自分のコンピュータ上で利用できる。これを図 1. に示す。

IMES 中には複数のメールサーバが存在する。各ユーザのメールボックスはこのメールサーバのうちのどれかが持っており、そのメールサーバがそのユーザのメールの集配を行なう。メールサーバの中で、外部の組織と通信を行なうものをレルムメールサーバと呼ぶ。レルムメールサーバは通常のメールサーバの仕事の他に、メールシステムのセキュリティの保護や、メールの宛先の正当性の検査を行なう。

各ユーザは自分のメールを受信する場合、メールサーバにメールの到着を問い合わせる。メールはポストオフィスプロトコル [RFC 81] によって、各ユーザの利用しているワークステーションやパソコンに届けられる。これによって、メールの配送サービスはユーザのワークステーションに依存しなくなる。また、ユー

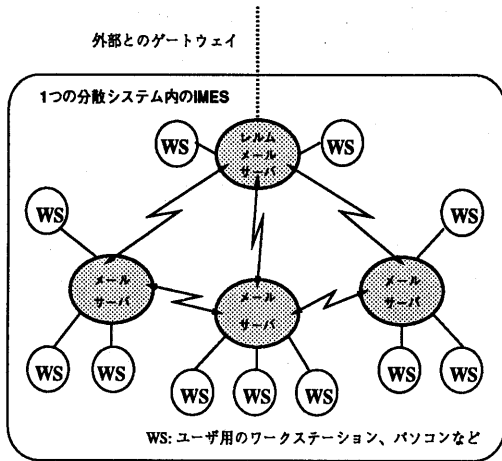


図 1: メールサーバの構成

ザがメールを読むマシンを特定する必要がなくなる。

3.2 個人情報サーバ

IMES では、宛先にユーザの実名を利用できるようにするために、個人情報サーバを用意した。メールサーバは、メールを配送する時に、個人情報サーバと通信する。個人情報サーバはメールの宛先として指定された個人名から、メールの送り先を決定するための個人情報のデータベースを持っている。個人情報サーバのデータベースは各ユーザにつき、次の情報を持っている。

- アカウント名
- ユーザの実名
- 所属
- 個人 ID などの情報
- 利用メールサーバ名

個人情報サーバは通常のデータベースサーバであるが、大規模な分散システムに対応するために、複製されている。また、組織内の全データベースを持ったサーバの他に、所属部門のための部分情報のみしか持たないサーバもある。個人情報のデータベースは DSU (分散ソフトウェア更新システム) によって、複製間の一貫性を保持している。

4 個人名による電子メールの配送

4.1 宛先の形式

IMES では従来の宛先の形式である

アカウント名 @ ドメイン名

の他に宛先として個人名を使える。この場合宛先として次の例のような形式を使える。

1. Masashi.Saito
2. Masashi.Saito@ecs.isl

組織内において、個人名によってユーザが一意に決まる場合や、同一所属内であれば、個人名のみを指定した 1. の形式でメールを配送できる。そうでない場合には、その後所属部門名を指定した 2. の形式を使う。現状では所属部門名として組織内で決められた略称を利用している。所属部門名は組織の階層構造に合わせた階層構造を持っている。各所属部門ごとに担当のメールサーバが割り当てられており、ある部門に属するユーザ宛のメールは、その部門を担当するメールサーバに送れば、ユーザのメールボックスに配送される。組織外からのメールは、この宛先の後ろに組織のドメイン名を加えることによって受信できる。これらの宛先の形式は、従来の宛先の記法の規格に合致しているので、IMES 以外のシステムとも問題なくメールの送受ができる。

4.2 メールを送り先の決定

IMES は宛先の個人名から送り先を決定する方法を図 2. に示す。

1. 送信側のメールサーバはユーザのワークステーションからメールを受けとる。
2. メールサーバは宛先から、メールの送り先を決定しようとするが、自分の知らない宛先なので、個人情報サーバに問い合わせる。この時、発信元も発信者の実名に変換する。
3. 個人情報サーバは宛先の個人名でデータベースを検索し、送り先のメールサーバを決定する。

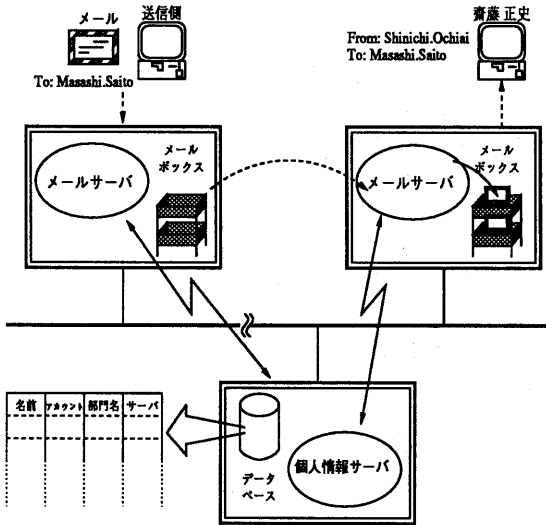


図 2: メールサーバの構成

4. 送信側のメールサーバは個人情報サーバから指定されたメールサーバへメールを配送する。
5. Saito 宛のメールを受けとったメールサーバは個人情報サーバに問い合わせ、どのユーザ名のメールボックスにメールを入れるかを決定する。これによって、ユーザはそのメールが必要な時に受けとることができる。

メールサーバがアクセスする個人情報サーバは、個人情報のデータベースのサブセットしか持っていない場合がある。このように宛先が 'unknown' となった場合は、メールサーバはそのメールを上位のメールサーバに転送する。メールシステムでは通常、組織ドメインの管理を行なうマスタメールサーバが存在する。IMES では レルムメールサーバがマスタメールサーバとなる。レルムメールサーバはフルセットのデータベースを持った個人情報サーバにアクセスし、宛先の検索を行なう。

宛先に所属部門が指定してある場合には、発信者からメールを受けとったメールサーバは、その所属部門を担当するメールサーバに配送し、そのサーバでメールの送り先を決定する。

4.3 名前の衝突

メールシステムにおいて、ユーザのアカウント名を使用する理由は、アカウント名はホスト内で一意に決められているため、ユーザを一意に決定することが容易だからである。ユーザの実名を宛先とした場合、同名のユーザが存在すると宛先を区別することができない。同一所属部門にユーザが同名のユーザが複数存在する場合や、所属部門を指定しなかったために、該当するユーザが複数存在する場合にはメールの配送を行なえない。

このような状況を回避するために、メールのヘッダに宛先のユーザを特定するための情報を記述する Attribute フィールドを用意する。Attribute フィールドは次のように記述する。

Attribute: 所属 = 情電研, ID=9010001

Attribute フィールドが存在しなければ、宛先のみを利用して送り先を決定するが、Attribute フィールドが存在すると、そこに書かれている情報も、送り先の決定に利用する。ここでは、個人情報データベースに登録されている情報のエントリのいくつかを記述する。個人情報サーバは宛先と Attribute フィールドの両方を使って送り先を特定する。

Attribute フィールドによっても、複数の送り先の可能性が残る場合は、そのメールは“該当受信者多数”のエラーメールとして、発信者に返される。この場合発信者は詳しい宛先を記述するか、Attribute フィールドにその他の個人情報を記述してメールを再送することが必要である。

4.4 宛先の問い合わせ

IMES は、個人名によってメールを配送できるが、前節で述べたように、同名のユーザが存在し、送り先を特定できない場合があると予想される。この問題を解決するために、個人情報を問い合わせるメールの宛先を調べる機能を提供する。

各メールサーバには inform という宛先が存在し、ここに、メールを送ると個人情報サー

バでユーザの宛先を検索した結果をメールで返送する。例えば、図 3. というメールを送ると、図 4. のメールが返送される。この例では該当

```
To: inform@ecs.isl
Subject: mail address request
-----
NAME=Masashi.Saito
```

図 3: メール問い合わせ

```
To: Shinichi.Ochiai@ecs.isl
Subject: Re:mail address request
-----
ACCOUNT=marcy
NAME=Masashi.Saito
DEPARTMEN=ecs.isl
ID=9010001
SERVER=esc
```

図 4: 宛先情報

者は一人なので、指定した宛先でメールを送ることができる。この機能を使えば、メールの宛先が明確でない場合の確認も行なえる。

また、ユーザのメールリーダーの一つである jxmh からは、発信者と同じメールサーバ上にメールボックスがあるユーザ宛のメールの場合、メニューによって宛先を選択できる機能を用意している。

5 個人情報の一貫性

個人情報サーバは複製されており、分散システム中に多数存在している。したがって、これらの複製されたサーバが持つデータベースの一貫性をとることが必要になる。

複数のコンピュータ上のパスワードファイルの一貫性の実現は Sun Microsystems 社で開発

された NIS [Sun 86] などを実現している。また、分散システムにおけるネームサービスを実現するサーバとしてはバークレー大学で開発された BIND [Zhou 84] などがある。しかし、個人情報サーバが利用する個人情報データベースの場合、アクセスの形態に次のような特徴がある。

- データベースが地理的に広く分散している。
- データの更新は頻繁ではない。
- 複製間に厳密な一貫性は必要でない。

このようなことから、コストの高い一貫性の保持機構は必要でない。また、一時的にデータベースの複製に非一貫性が生じて、メールは配送エラーとして返送されるだけであるので、大きな問題とはならない。そこで、IMES では DSU (分散ソフトウェア更新システム) [Shin 90] を利用している。

DSU は分散システム上の多数のコンピュータの新しいソフトウェアやデータの配布や更新を自動的にこなすためのシステムである。このようなシステムには CMU が開発した SUP [Shafer 89] がある。DSU は、複製ファイルを持つどのコンピュータでも、ファイルのデータを更新できるような機構を持っている。

DSU は、ソフトウェアの管理情報をもとにファイルの転送を行なう DSUS (分散ソフトウェア更新サーバ) と、各コンピュータ上の DSUS がどのようなソフトウェアを持っているかを管理する SM (サーバマネージャ) から構成されている。DSUS はソフトウェアやデータの一貫性をとりたい全てのコンピュータ上に存在している。DSUS は一貫性をとることが必要なファイルを検査し、更新されたファイルを発見すると、そのバージョン情報を SM に伝える。他のコンピュータ上の DSUS は定期的に SM に更新情報を問い合わせる。自分の保持している複製ファイルの更新を発見した DSUS は、そのコンピュータ上の DSUS と通信し、新しい複製ファイルを転送してもらう。

DSU は複製情報を転送する際に認証検査を行なう。その手順を以下に示す。

1. 複製情報を更新する DSUS は、SM と通

信して、新しい複製ファイルを持っているホスト名のリストを受けとる。

2. DSUS は複製ファイルの転送を要求する DSUS を決定し、それと通信するためのチケットを SM に要求する。SM は要求側の DSUS を認証し、複製情報を受けとる権利を持っていると判断すると、複製情報転送のチケットを発行する。チケットは転送するファイル名、要求したホスト名、チケットを発行した時間などから構成される構造体で、転送側の DSUS の秘密キーで暗号化されている。
3. 要求側 DSUS はチケットを使って、転送側 DSUS に複製情報の転送を要求する。
4. 転送側 DSUS はチケットを復号化し、要求側を認証する。
5. 転送側 DSUS は要求側に複製データを転送する。

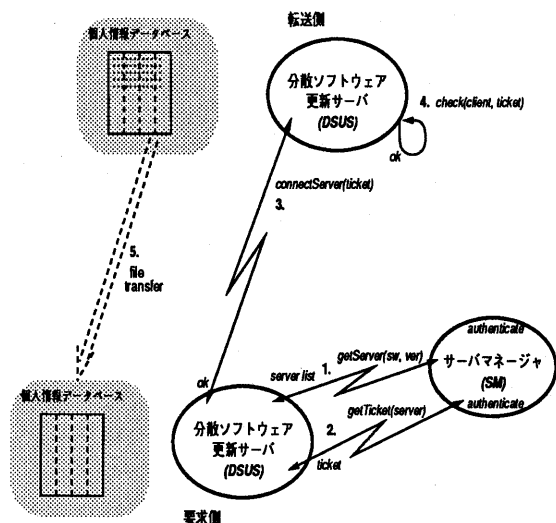


図 5: DSU の動作

この機構によって、不正なコンピュータが不正な複製を作ることを防いでいる。

このように DSU は、どのコンピュータ上でも複製ファイルを更新できることと、複製情報

の転送をチケットで行なうという特徴を持つ。これらの特徴は、個人情報データベースの複製に役立っている。データベースは組織内の適当な単位に分割されていて、部分的な保持が可能になっている。DSU はその分割ごとに更新があるかどうかを調べる。

DSUS 間の複製情報の転送はネットワーク上に仮想回線を設立して行なっている。しかし、現在、複製情報の転送をメールサービスを利用して提供するバージョンの作成を検討している。仮想回線による通信は高速で、容易に実現できるが、ネットワークの下位レベルが高品位で、高度なプロトコルをサポートできる必要がある。これをメールで実現すれば、ネットワークプロトコルに対する依存を小さくでき、メールが届くコンピュータは DSU サービスを受けることができるようになる。また、IMES と DSU で相互に互いの機能が利用できるようになるので、システムを柔軟にすることができる。Grapevine システム [Birrell 82] は、このように、メールシステムが自分の使うデータベースの一貫性をメールによって管理している。

6 今後の課題 / おわりに

現在、IMES はテストバージョンを所内の約百数十人のユーザの間で運用している。この IMES は、従来のメールシステムを利用している他の組織と、支障なくメールの送受が行なえることを確認した。IMES によって宛先に個人名が利用できるようになったので、システム内のユーザに対しては、メールを送るためにメールアドレスを確認したり、メールアドレスを忘れないようにするために、受信したメールを保存しておく必要がなくなった。

現状の個人情報サーバの個人情報データベースは 100 程度であり、各部単位で分割している。現在は、システムがまだ小規模なので、同姓同名の問題は生じていないが、大規模にシステムを運用すれば、その発生は必然的である。そのために、メールの宛先には、所属部門も指定することを推奨している。同一所属部門における同姓同名はほとんど発生していない

いが、発生した場合や、所属部門を指定しなかった場合には Attribute フィールドが重要になる。このフィールドを常に記述することはユーザに負担を増すことになるので、メールの履歴などを利用した解決策を検討中である。また、大規模な環境に対応するために、個人情報データベースの分割や、サーバの数などの検討が必要である。しかし、メールサービス自体はそれほどリアルタイム処理を要求されず、また、連続した要求が発生することもないので、性能的な問題はないだろうと予想している。地理的に離れた場所にある個人情報データベースの一貫性を保持するために、前章で述べたようにメールサービスを利用した DSU の実現を実装中である。

参考文献

- [Birrell 82] A. D. Birrell et. al, *Grapevine: An Exercise in Distributed Computing*, Communications of the ACM, Apr. 1982
- [RFC 81] M. Rose, *Post Office Protocol - Version 3*, RFC 1081
- [Shafer 89] S. Shafer, M. Thompson, *The SUP Software Update Protocol*, CMU, Sep. 1989
- [Shin 90] 落合真一, DSU: 分散ソフトウェアの自動更新システム, 情報処理学会第 41 回全国大会予稿集 (5), 1990 年 9 月
- [Sun 86] Sun Microsystems, Inc., *Yellow Page Protocol Specification*, Feb. 1986
- [Zhou 84] S. Zhou, *The Design and Implementation of the Berkeley Internet Name Domain (BIND) Server*, Report No. UCB/CSD 84/177, UCB, May. 1984