

POP3 ベースのドメイン間メール転送システム MAILFEED の製作[‡]

力武 健次[‡]

1996 年 5 月 27 日

概要

本論文では、インターネットサービスプロバイダ (ISP) を介してダイヤルアップ IP 接続などを利用している間欠接続のホストに対し、TCP/IP の枠組の中で UUCP を使わずに複数ドメイン間の電子メールを配送するための方法を提案する。

1 全体概要

インターネットの利用に際しては、多くの組織が経済上の理由などから、未だにダイヤルアップ IP 接続を利用した間欠接続がほとんどであるのが実情である。電子メールはインターネットの最も基本的なサービスの 1 つであり、これらの組織にドメイン間メール転送^{*1}を行う手段を提供することは重要である。

現在間欠接続のホストの多くは、ISP に対してダイヤルアップ IP 接続を必要な際に行うというのが通例になっている。このような間欠接続のホストを介してドメイン間メール転送を行おうとする場合は、現状では TCP/IP の枠組の中には適切なプロトコルがない

* Copyright ©1996 by Kenji Rikitake. All Rights Reserved. 本論文は日本ソフトウェア科学会 (JSSST)、日本 UNIX ユーザ会 (JUS)、WIDE プロジェクトの 3 者が共催する「インターネットコンファレンス'96」のプロシーディングスに採録されたものです。無断複製を禁じます。

† この文章は 2001 年 5 月に L^AT_EX 2_ε を使って再編集したものです。

‡ Kenji Rikitake <kenji.rikita@acm.org> / 初版当時の著者所属: 情報技術開発株式会社 京都ネットワーク技術研究所

*1 複数の MTA (Message Transfer Agent) を介するメール転送のこと。

め、mail exchanger (MX) となるホストを別に設定し、その MX ホストとの間で UUCP を使ったバッチ処理を行わざるを得ない。この方法は長い歴史を持っており安定しているという利点はある。しかし、UUCP サービスを提供する ISP の数の少なさや、UUCP 自身の管理の手間などを考えると、UUCP を使わずに済む何らかの代替手段として、TCP を直接使ったよりオーバーヘッドの少ない方法を考える必要がある。

本論文での提案では、間欠接続のホストに対するドメイン間メール転送の方法の一つとして、次の方法を採用した。

- 間欠接続ホストは必要に応じて MX ホストに発呼して IP 接続するものとする。
- MX ホストと間欠接続ホストとの各メール本体の転送には POP3 [1] を利用する。
- メール本体には、RFC822 [2] と同様の形式を持つヘッダー (MAILFEED ヘッダー) を加えることによって、ドメイン間配送に必要なエンベロープ情報を付け加える。
- 送信側および受信側では、エンベロープ情報を各メール本体に含めるための簡単なプログラムを使用する。

この方法では、間欠接続のホストは、接続可能な時に随時 POP3 によって配送されるメールの内容をダウンロードすることで自組織宛のメールを受け取ることができる。POP3 そのものの拡張は必要ないため、最小限の変更で済ませることができる。本論文では、この方法の実装例として製作したシステム MAILFEED を紹介し、および実装上の諸問題について述べる。

2 間欠接続ホストに対するメール配送時の問題

TCP/IP での通信の前提の 1 つとして、多くのプロトコルでは、常時接続されていることが仮定されている。この前提の下で、TCP/IP での電子メール配送では、送信側が SMTP で発呼して受信側にメールを届けるのが通例である。この方式では、受信側は常時メールを受信できる状態になっていることが要求される。この前提は専用回線で接続されているホストの場合は成立するが、間欠接続のホストについては必ずしも成立しないので、別の方法を考える必要がある。

間欠接続ホストの利用形態として、最も多く使われているものは、ISP に対して必要な時に発呼し、IP 接続性を得るというものである。本論文では、接続性について次の制約があることを仮定する。

- 間欠接続ホストから ISP には発呼できるが、ISP から間欠接続ホストには発呼できない。
- ISP 接続時の、間欠接続ホスト側のインターフェースの IP アドレスおよびドメイン名は固定されない。
- 接続にかかるコストは接続時間に比例する。

前述の間欠接続ホストに対する電子メールの配送を考える際には、以下の各項目について検討する必要がある。

- メールが常時受信可能ではないこと。これについては、MX ホストを ISP 側に用意し、一度 MX ホストでメールを受けて別途中継することで解決できる。
- IP 接続のためには、間欠接続ホストから発呼する必要があること。これについては、MX ホストでは間欠接続ホスト向けメッセージを蓄積する領域を用意し、それに対して受信側である間欠接続ホストが随時アクセスするという方法で解決できる。
- 接続の際に利用する IP アドレスが固定されないこと。これについては、IP アドレスに依存しない認証方法を使うプロトコルを利用することで解決できる。

3 UUCP を間欠接続ホストで使うことの利点と欠点

上記の項目を満たしているプロトコルとして、現在実際に使われているのは UUCP によるバッチ転送である。UUCP はダイヤルアップ IP 接続などが一般に普及する以前から、電子メールと NetNews の伝送媒体として広く利用されてきた。UUCP は、通常のシリアル回線と同様に、TCP のストリームを伝送路として使うことができるため、TCP を使うことによって特に設定が複雑になることはない。そのため、UUCP とダイヤルアップ IP 接続を両方 ISP に対して契約し、サービスを受けるという方法も一般的になっている。

しかし、UUCP に頼ることは、インターネット技術の発展という観点からみると、決して望ましいものではない。UUCP の利用には以下の欠点がある。

- UUCP は TCP/IP とは全く独立したアプリケーションであり、その設定技術を習得するのは困難である。
- シリアル回線で直接 UUCP を使う場合、IP との併用はできない。これは ISP にとっては設備投資などの負担を意味し、利用者にとってはモデムの設定など困難な技術の

習得を必要とする割には得られるものが少ない。一方、IP に使われる PPP 接続用の機器は、自動化や高速化など性能の向上がめざましく、投資効率は UUCP の場合より良いと考えられる。

- TCP を経由して UUCP を使う場合でも、ストリームそのものの信頼性は TCP で十分確保されているので、UUCP のような複雑なプロトコルを使う必要はないはずである。
- ISP の UUCP サービスで提供されている機能は、通常ドメイン間電子メールと NetNews の転送、および anonymous なファイル転送の 3 つである。これらのうち後者 2 つは NNTP の READ/POST プロトコルで配送すること、および FTP を使うことで、ある程度は代替させることができる。よって、UUCP を使わないドメイン間電子メール転送の方法さえ確立させれば、UUCP を使う必要はなくなると予測することができる。

以上のような理由から、間欠接続ホストおよびその利用者に対しては、UUCP を使い続ける必要のないような技術を開発して、IP ベースへの移行を促すのが、より良い技術の普及を促進するという見地から適切であろうと考えられる。

4 POP3 のドメイン間メール転送への拡張

4.1 TCP/IP でのメール転送の特徴と制約

現在 TCP/IP の枠組では、メール転送のプロトコルとしては、SMTP [3] や POP3 などが広く使われている。これらの内、2 節に述べた制約条件を満たすことのできるプロトコルとして、本論文での提案では POP3 の利用を考えることとした。採用の理由は以下の通りである。

- 多くの ISP で、個人メールボックス向け POP3 サービスは、標準的なものとして広く提供されている。
- POP3 は、メッセージが蓄積されているメールボックスを、受信者が取り込むというモデルで作られている。
- POP3 の認証には、IP アドレスとは独立したメールボックス名によって行われる。認証方式には、plain text のパスワード (PASS 方式) だけでなく、challenge-and-response

認証を使った APOP 方式もあり、柔軟性は高い。

しかし、POP3 は、そのままではドメイン間電子メール転送には使えない。文献 [4] での定義によれば、ドメイン間メール転送では、次の 3 つの要素を伝送する必要がある。

- エンベロープ情報: 各 MTA で必要な制御情報。実際には Envelope Sender と Envelope Recipient の 2 つで構成される。
- ヘッダー情報: 各 UA (User Agent) で必要な制御情報。
- 本文: 実際の通信内容。

POP3 は MTA と UA の間を想定したプロトコルであるため、前記の 3 要素の内エンベロープ情報は送られず、後者 2 つのヘッダー情報と本文しか送ることができない。そこで、何らかの形でエンベロープ情報を送ることができるようにする必要がある。

本論文での目的達成のために、POP3 ではなく、SMTP(および ESMTP などその拡張) を利用することも考えた。SMTP はエンベロープ情報を送ることができるため、ドメイン間メール転送には最も適しているからである。しかし、現在の実装を考えると次のような制約があるため SMTP の利用は難しいという結論に至った。

- 現在の SMTP は専ら送信側が発呼して受信側へメールを送るために使われている。SMTP を規定している RFC821 [3] には、この役割を反転させるための TURN コマンドが定義されているが、これは optional コマンドでしかない。また、SMTP サーバの最も普及している実装である sendmail には TURN は実装されていない。
- 受信側から何らかの方法で送信側に合図を送って、送信側の SMTP サーバを起動させてメールを配送するという方法も原理的には実装可能である。しかし、この方法では次の問題を解決するのが難しい。
 - 受信側の IP アドレスは一定しないため、現在の dynamic update に対応していない DNS では、安定に運用することは事実上できない。また、SMTP サーバの配送ルールを対応させるのは容易ではない。
 - 受信側が本物かどうかの認証が困難である。SMTP には認証の手段がない。

以下のヘッダーを転送する RFC822 形式のメッセージの先頭に付ける。

```
X-Mailfeed-Sender: (Envelope Sender のアドレス)
X-Mailfeed-Recipient-Number: (10 進数による Envelope Recipient の
個数)
X-Mailfeed-Recipient-Address: (最初の Envelope Recipient のアドレ
ス)
...
X-Mailfeed-Recipient-Address: (最後の Envelope Recipient のアドレ
ス)
```

この直後に実際のメッセージのヘッダーと本文が続く。

表 1: MAILFEED でのエンベロープ情報用ヘッダー

4.2 エンベロープ情報を RFC822 形式へ取り込む

POP3 のようにエンベロープ情報を転送しないメール転送プロトコルを使ってドメイン間メールの配送を可能にするためには、ヘッダーの一部にエンベロープ情報を組み込むのが最も簡便かつ実用的である。そこで、MAILFEED システムの実現にあたっては、次のようなメッセージ形式を採用することにした (表 1)。

表 1 のヘッダー (MAILFEED ヘッダー) は RFC822 のヘッダーと類似の表記法を使用している。MAILFEED ヘッダーの置かれる場所はメール本体の先頭に限定しており、全体の行数は先頭から解釈していけば確定できる。場所を先頭に限定し、かつ行数を明示的に表記することで、MAILFEED ヘッダーを他の X- で始まる RFC822 の拡張ヘッダーと混同することは避けられる。つまり、転送されるメッセージにあらかじめ MAILFEED のヘッダーと同じ表記のヘッダーが含まれていたとしても、混同して処理される恐れはない。

エンベロープ情報の付加および削除は、転送経路上で隣接する MTA 間で行われることを想定している。そのため、MAILFEED ヘッダーが入れ子になることはないが、入れ子になった場合でも MAILFEED ヘッダーが置かれる場所を先頭に限定すれば、処理することは可能である。

- MX ホスト側:
Internet→sendmail→mailfeed-fwd→mail.local→POP3 の mailbox
- 間欠接続ホスト側:
MX ホストの mailbox→POP3 受信ツール →mailfeed-rmail→sendmail

図 1: MAILFEED でのメッセージの流れ

5 MAILFEED の実装

現在の MAILFEED の実装は、UNIX 環境で sendmail を使った配送システムを仮定している。実装の中身は、4.2 節で述べた拡張ヘッダーを解釈し処理するプログラムから成る。現在プロトタイプ製作が終了しているプログラムは以下の 2 つである。

- mailfeed-fwd: これは MX ホストの sendmail から呼ばれ、各間欠接続サイト用のメールボックスにメッセージを追加する際エンベロープ情報を付加する。
- mailfeed-rmail: これは間欠接続サイトの sendmail に対して、POP3 で取り込んだ MAILFEED のヘッダーが追加されたメッセージを解釈して、エンベロープ情報を取り出して起動する。

実際のメッセージの流れは図 1 のようになる。

プロトタイプの製作および試験は BSD/OS 2.0.1 が動作しているホスト上で行い、sendmail に附属している 4.4BSD のフリーソフトウェアである rmail を改造する形で実装した。MX ホスト側の sendmail.cf に必要な mailer の設定の一例を表 2 に示す。基本的にはローカルメーラの 1 つとして mailfeed-fwd を考えれば良く、複数のドメインへの配送を MAILFEED を使って行うことなども可能である。

現時点で MAILFEED を使ったメールの転送実験を行った限りでは、ヘッダーの形式に起因した誤動作はなく、エンベロープ情報の取り込み方そのものには問題はないものと思われる。

```
Mmailfeed, P=/usr/local/bin/mailfeed-fwd, F=lmDFMun, S=11, R=21,  
A=mailfeed-fwd $h $g $u
```

表 2: MX ホスト側に必要な sendmail.cf の設定の一例

6 今後の課題

6.1 実装上の課題

MAILFEED の実際の運用には、POP3 によって溜まっているメッセージを自動取得するための自動受信プログラムが不可欠である。popclient などのフリーソフトウェアがこの分野では存在するが、エラー処理などの基本的事項を十分に検討した自主開発が実際には必要であろう。

実際に MAILFEED が使われるのは、ISP など大規模なトラフィックを抱えたところであることが想定される。今後は、POP3 サーバを含めた各プログラムのファイルロッキングやエラー処理など、速度と信頼性の双方に留意したソフトウェアの改良が必要であろう。

6.2 MAILFEED ヘッダーを POP3 で配送する際に起こり得る問題

MAILFEED ヘッダーを POP3 で配送する際、以下に述べるような問題が起こる可能性がある。これらに関する対処法を確立することは今後の課題である。

- MAILFEED ヘッダーは、任意のアドレスへのメール転送を可能にするため、これを悪用して配送先を変更することなども考えられる。しかし、同様の問題は SMTP での配送でも起こり得ることであり、根本的解決にはエンベロープ情報も含めた改ざん防止策が必要であろう。
- 受信した MAILFEED ヘッダーが不完全だった場合は、受信に失敗したものとみなし配送しないように処理すべきである。しかし、この場合の処理を確実にするためには、POP3 サーバが正しく未処理扱いのメッセージを残しておいてくれることが必要

であり、信頼性の調査が必要である。

- POP3 サーバが、もし RFC822 形式のヘッダーに対して何らかの解釈を行い、順番の並べ替えなどを行う場合には、MAILFEED ヘッダーに対しても同様の操作が行われるため、正しく転送されない恐れがある。POP3 の RFC [1] には、取り扱うメッセージの形式について RFC822 形式に準拠すること以外の指定はない。そのため、今後このような実装が出て来る可能性は否定できない。しかし、BSD の popper やそれを Qualcomm 社で改良した qpopper など、現状で多く使われている実装では、メッセージはそのままの形で転送されているためこの問題は発生していない。

6.3 その他の応用の可能性

MAILFEED ヘッダーの考え方そのものは、POP3 での伝送に限らず、他の目的にも応用可能である。一例としては、MAILFEED ヘッダーを加えたメッセージはエンベロープ情報が保存されるので、この利点を活かし、PGP などと組み合わせて secure な MTA 間のメッセージ配送を行うことなどが考えられる。

7 まとめ

本論文では間欠転送ホストに対するドメイン間メール転送を行う枠組として、MAILFEED という POP3 を応用した方法について提案した。今後は大規模環境での実用化試験を行い、高速化と信頼性の向上について評価を進めていく予定である。

謝辞

本論文の執筆にあたり、多大なる協力を頂いた京都大学経済学部の中村素典助教授、および情報技術開発株式会社京都ネットワーク技術研究所の広野和夫所長と研究員の皆さんに感謝する。

参考文献

- [1] J. Myers, M. Rose, *Post Office Protocol – Version 3*, Internet RFC1725.

- [2] D. Crocker, *Standard for the format of ARPA Internet text messages*, Internet RFC822.
- [3] J. B. Postel, *Simple Mail Transfer Protocol*, Internet RFC821.
- [4] M. Rose, *The Internet Message: Closing the Book with Electronic Mail*, Prentice-Hall, 1993, p. 3.