

## RFC2305 に準拠したシンプルモード インターネット FAX の設計と実装

木本雅彦<sup>1</sup> 山内 崇圭<sup>2</sup> 持田 啓<sup>2</sup> 大野浩之<sup>1</sup>

東京工業大学大学院 情報理工学研究所<sup>1</sup>

東京工業大学 情報科学科<sup>2</sup>

### 概要

1998年3月にIETFから発行されたRFC 2305は、シンプルモードインターネット FAXを規定している。この規格はFAX画像を電子メールに内包して送出するものである。著者らはRFC 2305に準拠したシンプルモードインターネット FAXとして、WIDE/IFAXシステムをPC UNIX上に実装した。また、1998年12月に開催された相互接続試験に参加し、WIDE/IFAXシステムと、他の16組織が開発した実装との相互接続性を確認した。本報告ではWIDE/IFAXの開発意義と設計、実装について述べる。また相互接続試験の結果から得られた知見を述べ、次段階のインターネット FAXの実装方法を考察する。

## WIDE/IFAX: An open source Internet FAX package based on RFC 2305

Masahiko KIMOTO<sup>1</sup> Takakazu YAMAUCHI<sup>2</sup> Kei MOCHIDA<sup>2</sup> Hiroyuki OHNO<sup>1</sup>

Graduateschool of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup>

Department of Information Science, Tokyo Institute of Technology<sup>2</sup>

### ABSTRACT

RFC 2305 was published at Mar. 1998. This specification defines "simple mode" Internet FAX that transmits FAX images included in e-mail. We have made great contribution to RFC 2305. We have designed and implemented WIDE/IFAX which is compliant with RFC 2305. In this paper, we describe the design and implementation of WIDE/IFAX. Furthermore, we report that we determined interoperability with implementations by other sixteen organizations at FaxConnect1 - an interoperability testing event. We also discuss about the methodology of designing the next generation Internet FAX.

### 1 はじめに

公衆電話網を用いたメッセージ交換とインターネットを連携させる試みが、現在多数行われている。公衆電話網上の画像通信であるファクシミリとインターネットの連携については、1998年3月にIETFからRFC 2305が、同6月にはITU-TからITU T.37が標準規格として発行された。これらの規格はFAX画像を電子メールに内包して送出するシンプルモードインターネット FAXを規定している。

著者らはこの仕様を満たすソフトウェアシンプルモードインターネット FAXをPC-UNIX上に実装した。また、1998年12月にInternet Mail Consortiumの主催により開催されたシンプルモードインターネット FAXの相互接続性試験に参加し、他の16組織が開発した実装との相互接続性を確認した。

本報告ではまず研究背景として、インターネット FAXの現状について概観する。次にWIDE/IFAX

の開発意義および、その設計と実装について述べる。次に相互接続試験の結果とこれに対する考察を述べ、次世代インターネット FAXの実装方法について論じる。

### 2 研究背景

近年、インターネット上でのメッセージ交換と公衆電話網でのメッセージ交換の融合を試みる研究が盛んに行われている。このうち、公衆電話網上の画像伝達手段として広く普及しているファクシミリ(以下FAX)と、インターネットでのメッセージ交換を融合する技術をインターネット FAXと呼ぶ。インターネット FAXの機能には、インターネットを単にFAX機器同士の伝送路として利用するだけではなく、公衆電話網上のFAXからインターネットのメッセージへの中継機能、インターネットのメッセージから公衆電話網上のFAXへの中継機能も含まれる。前者はOnramp機能、後者はOfframp機

能と呼ばれる。

インターネット FAX の目標として、透過的アクセスの実現が挙げられる。透過的アクセスとは、相手先が公衆電話網上の FAX なのかインターネット上の受信システムなのかを意識せずにメッセージを送信できる環境を指す。このためには公衆電話網とインターネットとを融合したアドレス表記方法を規定する必要がある。加えてファクシミリ通信の特徴である実時間性、出力可能な用紙サイズなどの能力交換、到達確認の実現方法の検討が、インターネット FAX を実現する際の課題となる。

公衆回線網上の FAX は T.30[1] というプロトコルを用いて画像を送信する。このプロトコルをインターネット経由で伝達するために、さまざまな検討が行われた。T.30 をそのまま UDP/IP、TCP/IP を経由してやりとりする方式も検討されたが、この方式はインターネットを単に FAX の通信路としてとらえたものであり、インターネットでのメッセージ交換と FAX との融合が実現されるとはいえない。

また、独自の方式が乱立すると異なるインターネット FAX 間での相互接続ができないといった問題が発生しうる。そこでインターネット FAX への需要が高まるとともに、標準化の動きが現れた。インターネットの標準化団体である IETF では、1996 年よりインターネット FAX の標準化に関する検討を始めた。著者らが所属する WIDE プロジェクトからは、インターネットの特性を活用できる方式として、電子メールの機構上に FAX を取り込む「Store & Forward 型」プロトコルを IETF に提案した。

IETF での議論の後、WIDE プロジェクトの提案に基づいた規格が「シンプルモードインターネット FAX」として発行された。著者らはこの標準化策定に貢献した。1998 年 3 月に発行された、シンプルモードインターネット FAX に関する 6 件の RFC[2, 3, 4, 5, 6, 7] のうち、中心となる RFC2305 の著者には、本稿の著者の一人である大野が含まれている。

これまで FAX プロトコルの標準化作業は、ITU-T によってなされており、インターネット FAX 標準化の過程では IETF と ITU-T で、それぞれ違う規格を制定する可能性が考えられた。また、同じ仕様でも微妙な意味の違いが発生する可能性もあった。しかし 1998 年 1 月からは ITU-T の勧告 (A.5) により、IETF の RFC を参照できることになり、IETF での標準化作業に ITU-T も注目するようになった。

IETF でのインターネット FAX の標準化作業は ITU-T の Study Group 8 と協調しておこなわれた。結果として、1998 年 6 月に規定された ITU T.37[8] は RFC 2305 を参照する内容であり、両者が完全に同じ仕様で規格化されたことの意義は大きい。

IETF では冒頭に述べた要求機能を満たすインターネット FAX を「フルモードインターネット FAX」と定義している。これに対してシンプルモードインターネット FAX の位置づけは、基本機能についての標準規格を定めたものである。

シンプルモードインターネット FAX は扱う画像フォーマットを TIFF/S[2] 形式に規定しているため能力交換が不要になっている。画像データを電子メールに MIME 形式で内包して伝達する方式をとっており、実時間通信と送達確認機能は実現していない。また、RFC2304 で規定された公衆電話網上の FAX 機器のアドレス表記に準じた送信先アドレスに関しては、電子メールに内包された画像を G3FAX に中継する Offramp ゲートウェイ機能を規定している。

その後、1999 年 3 月にはシンプルモードインターネット FAX を拡張した規格として Extended Internet FAX (拡張インターネット FAX、以下 EIFAX) に関する RFC が発行された。EIFAX では既存の電子メールの枠組を用い、MDN(Message Disposition Notification) による能力交換機能と、DSN(Delivery Status Notification) による送達確認を実現する。しかし EIFAX では実時間通信は実現していない。また後述するように、シンプルモードインターネット FAX については多くの実装が発表され、これらの相互接続実験が終了しているが、EIFAX はまだ規格が決定されたばかりの段階である。

### 3 研究のねらいと意義

現在入手できる Internet FAX の多くは商用の製品であり、ソースコードを含めて入手できる実装はない。「インターネット FAX」という名称の実装であっても、RFC2305、ITU T.37 に準拠していないものもある。今後標準仕様に準じた Internet FAX の普及を推進するためには、誰でも無料で入手でき、かつソースコードが公開されている参照実装が不可欠であると考えられる。昨今オープンソースソフトウェア [9] が世界的に注目を集めている。ソースコードを公開し広範な意見を集める開発形態が、研究分野だけでなく製品開発にも有効な手法であると

いう考えが浸透しつつある。インターネット FAX においても、規格に準じたオープンな実装が提供されていれば、新規にインターネット FAX を開発する組織は、これを参照して接続性試験を行える。

このような参照実装の開発に加えて、次世代インターネット FAX である EIFAX や実時間通信などの実験環境の構築とこれらの実装手法の検討が、この研究の目的である。

## 4 設計と実装

### 4.1 WIDE/IFAX の設計

著者らはシンプルモードインターネット FAX の参照実装の提供と、次世代インターネット FAX の実験プラットフォームの構築の二つを目標に WIDE プロジェクト版インターネット FAX (以下 WIDE/IFAX) を設計した。

WIDE/IFAX は RFC 2305 で規定されたインターネット FAX 装置の機能をもつ。e-mail メッセージの送受信、受信したメッセージの印刷、Onramp/Offramp ゲートウェイの機能を有する。単体としてメールサーバとして機能し、SMTP を用いた e-mail メッセージの送受信と、POP 経由での他のメールサーバからの e-mail の受信がともに可能である。

WIDE/IFAX のモジュール構成を図 1 に示す。WIDE/IFAX は大別して「メッセージ受信部」「メッセージ蓄積/分配部」「メッセージ送信部」の 3 部分からなる。受信部は G3FAX, e-mail, イメージスキャナなどからのメッセージを受信するサブモジュールからなる。これらのサブモジュールは受け取ったメッセージを一旦スプールに蓄積する。蓄積/分配部はメッセージをスプールから逐一取り出し処理する。メッセージは、分配部が持つルールデータベースの内容にしたがって、対応する送信部のサブモジュールに渡される。ルールデータベースには、例えば送信元アドレスによって配送先を変更するといった柔軟な記述が可能である。送信部は渡されたメッセージを G3FAX, e-mail, プリンタなどを經由して出力するサブモジュールからなる。

WIDE/IFAX は機能の追加を容易にするために、外部のモジュールとの通信機能を用意した。この機能は「拡張ポート」と呼ばれ、図 1 中のモジュール D とモジュール Z に割り当てられている。拡張ポートを使ってさまざまな入出力インタフェースを追加する。例えば Java や CGI-bin を用いたクライアントや、PDA を用いた入力の中継するクライアント

FAX 送受信	HylaFAX (ver. 4.0)
e-mail 送受信	qmail (ver. 1.03)
プリンタ制御	Alladin Ghostscript (ver. 4.03)
MIME 復号	mpack (ver. 1.5)
TIFF/F 表示	viewfax (ver. 2.3)
POP 受信	fetchmail (ver. 4.6.7)

表 1: WIDE/IFAX が利用したソフトウェア

などが挙げられる。また、拡張ポートを用いて複数の WIDE/IFAX 同士が直接通信する機能も実現する。実時間通信の実験なども念頭に置いている。

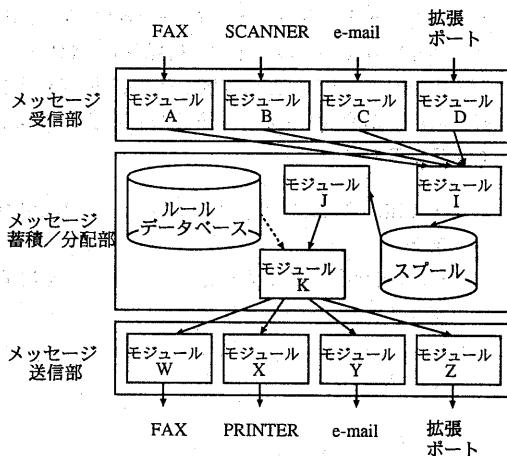


図 1: WIDE/IFAX モジュール構成

### 4.2 WIDE/IFAX の実装

WIDE/IFAX の実装には、既存のフリーソフトウェアを積極的に採り入れるという方針を採用した。WIDE/IFAX は表 1 に挙げるソフトウェアを利用している。これらは広く普及しており、安定性と信頼性において既に高く評価されている。

WIDE/IFAX は BSD/OS 3.1 上で開発された。WIDE/IFAX の全モジュールは perl を用いて記述されている。プログラムの規模は合計約 2200 行である。開発に用いたハードウェア仕様を以下に示す。

- IBM-PC 互換機 (CPU:Pentium 133MHz, Memory:32MB, HDD:1.2GB)
- FAX モデム (Microcom V34ESII-W)

- プリンタ (Canon BJC-50v)

送受信モジュールは、表1に示したソフトウェアをよびだして、メッセージの受信、スプールへの書き込み、メッセージの送出行を行う。

受信したメッセージごとに一つのヘッダファイルと一つ以上のメッセージ本体のファイルが生成され、スプールに格納される。メッセージ本体はテキストまたは画像ファイルである。ヘッダファイルは、電子メールのヘッダ部と同様の形式をしている。メッセージ分配部はスプール内のヘッダファイルの内容を読み、ルールデータベースを検索する。図2にルールデータベースの例を示す。ルールデータベースはテキストファイルで、一行につき一つのルールを記述する。ルールは「項目名」「パターン」「動作」を一つ以上の空白で区切って記述する。「動作」には空白を含められる。図2の例の各行は以下を意味している。

1. ifax 宛に受信したメッセージはプリンタに出力する
2. fax=電話番号宛のメッセージは G3 FAX に転送する。(Offramp 機能)
3. G3 ファックスからの受信は ifax@remotehost' に中継する

#### 4.3 リリースエンジニアリング

WIDE/IFAX のパッケージ作成技術およびリリース技術について述べる。WIDE/IFAX は、著者らが開発している OS パッケージである PICKLES SYSTEM[10][11] の上で開発された。PICKLES SYSTEM は BSD/OS をベースにしている。PICKLES SYSTEM は OS だけでなく一般的に必要とされるアプリケーションをすべて含めたパッケージ構成となっており、一度の導入作業で OS だけでなく、各種サーバ、アプリケーションも導入できる。また、PICKLES は故障時やシステム更新時の作業の容易さにも特徴がある。現在の PICKLES SYSTEM のパッケージには WIDE/IFAX が含まれており、一度の導入作業で WIDE/IFAX だけでなく必要なアプリケーションを含めてすべての導入作業が終了する。さらに FreeBSD で用いられている ports 形式での配布も検討している。

著者らは 1999 年 3 月に WIDE/IFAX を世界に向けて公開した。最初のバージョン番号は 0.9.0 である。このリリース後に開催された IETF ミーティ

ング期間中に集まったコメントを元に、改定版である 0.9.1 が現在リリースされている。

## 5 評価と考察

### 5.1 相互接続実験

著者らは、WIDE/IFAX と他組織による実装との相互接続性を検証するために IMC<sup>1</sup> (Internet Mail Consortium) 主催の Internet FAX の相互接続実験である FaxConnect1<sup>2</sup> に参加した。FaxConnect1 は 1998 年 12 月 1 日から 2 日にかけて 米国カリフォルニア州サンノゼ市で開催された。参加した団体は著者らを含め以下の 17 団体である (順不同)。

Cisco Systems, 松下電送システム, Genoa, Intel, Open Port Technology, Interstar Technologies, Xerox, Ricoh, Optus Software, キヤノン, 5th Generation Messaging, NetCentric, WIDE プロジェクト, Metasoft, Natural MicroSystems, iReady, KDD

#### 5.1.1 実験内容

WIDE 版インターネット FAX は PC-UNIX 上に実装されており、柔軟なハードウェア構成をとることができる。以下が接続実験に用いた機材であり、小型計量 (約 2.5Kg) な構成である。

- 東芝 Libretto60 (CPU: Pentium100MHz, Memory: 32MB RAM, HDD: 2.1GB HDD)
- PCMCIA Ethernet カード
- PCMCIA Fax/Modem カード (TDK DataVoice 3400)
- プリンタ (キヤノン BJC50v)

FaxConnect1 の目的は、RFC2305 で規定されたシンプルモード インターネット FAX の基本機能が正しく実装されていることを確認することであった。FaxConnect1 では以下の 4 項目を確認した。RFC2305 では Onramp 機能は規定していないが、この機能を実装した組織が 3 組織あったため、実験項目に含まれた。

実験項目 1. RFC2305 準拠の e-mail メッセージの送信機能の確認

実験項目 2. RFC2305 準拠の e-mail メッセージを受信機能の確認

<sup>1</sup> <http://www.imc.org/>

<sup>2</sup> <http://www.imc.org/fc1-final.html>

```

1: To      ifax@.+  IFAX_PRT_SEND -H -Pprinter2 -s %N
2: To      fax=.+  IFAX_FAX_SEND -d %F %s
2: X-FromFax .+    IFAX_MAIL_SEND -d ifax@remotehost -s %N

```

図 2: ルールデータベースの記述例

実験項目 3. e-mail メッセージを受信し G3FAX 経由で送信する (Offramp) 機能の確認

実験項目 4. 受信した G3FAX を e-mail メッセージとして送出する (Onramp) 機能の確認

### 5.1.2 実験結果

実験に参加した各組織が開発したインターネット FAX の機能の以下にまとめる。

SMTP のみ受送信が可能: 12 組織

SMTP で受信のみ可能: 1 組織

SMTP で送信のみ可能: 1 組織

SMTP, OffRamp/OnRamp で受送信が可能: 3 組織 (WIDE プロジェクトを含む)

今回、WIDE/IFAX と各組織との間で行なった実験結果を表 1 にまとめた。ただし、このうち「No Function」と記されているものは、その組織が該当する機能を提供していないことを表す。「Error」と記されているものは、接続に失敗したことを表す。FaxConnect1 の主催者である IMC の方針に従い、組織名は A から P のアルファベットで表した。

e-mail メッセージによる送受信については、1 組織を除いて接続性が確認できた。2 組織の間では Offramp/Onramp の接続実験を行い、双方共に成功している。RFC2305 では Onramp の宛先指定方法については触れられていないが、この実験では G3 FAX から受信した内容を特定のアドレスに送信するようにした。

### 5.1.3 実験結果の考察

組織 M からの e-mail メッセージの受信に失敗した原因は、送られたてきたメッセージのメールヘッダが RFC2349[12] に準拠していないというものであった。解決方法は判明したものの、組織 M 側の対応が間に合わず、最終的に受信は確認できなかった。

組織名	実験項目 1	実験項目 2	実験項目 3	実験項目 4
A	OK	OK	No Function	No Function
B	OK	OK	No Function	No Function
C	OK	OK	No Function	No Function
D	No Function	OK	No Function	No Function
E	OK	OK	No Function	No Function
F	OK	OK	OK	OK
G	OK	OK	No Function	No Function
H	OK	OK	No Function	No Function
I	OK	OK	No Function	No Function
J	OK	OK	No Function	No Function
K	OK	OK	No Function	No Function
L	OK	OK	No Function	No Function
M	OK	Error	No Function	No Function
N	OK	OK	OK	OK
O	OK	OK	No Function	No Function
P	OK	No Function	No Function	No Function

表 2: 各組織との相互接続実験の結果

Onramp/Offramp の実験はほとんどの組織が実装していなかったため満足に行なえなかったが、実装してきた 2 組織の間では正常な接続が確認できた。しかし、RFC2304 で規定されている Offramp のアドレス表記を完全に実装している組織はなく、この点は次回の実験への課題として残されている。

実験後の議論では伝達する画像フォーマットの正当性についてもとり上げられた。RFC2305 では TIFF/S 形式をもちいるよう規定されているが、実際はその上位規格である TIFF/F 形式で送信する実装も少なくなかった。WIDE/IFAX については他社が提供した検証ソフトウェアを用いたところ TIFF/S 形式であることが確認されたが、このような検証ソフトウェアについても開発し公開する必要があるという結論を得られた。

## 5.2 開発環境の考察

著者らは、既存のフリーソフトウェアを組み上げて標準規格準拠の機能を実現するという方針で WIDE/IFAX を開発した。この結果、開発期間と開発人員を縮小できた。

WIDE/IFAX はオープンソースソフトウェアとしての役割を念頭に置いている。このためには、ソースコードを公開するだけでなく、集まったコメント

への迅速な対応も必要である。WIDE/IFAX リリース直後に開催された IETF ミーティング中に得られたコメントに対し、著者らは期間中に問題点を解消した。この対応が IETF FAX ワーキンググループで評価を受けた点を付記しておきたい。

## 6 今後の課題

既に述べたように、受信したメッセージに含まれる画像形式の検証プログラムを開発する必要がある。画像の形式については同様に変換、生成プログラムを開発する必要がある。また参照実装という目的上、画像形式以外の点についても、不適切なメッセージに対して適切なエラー通知を返す機能を提供する必要がある。

今後 WIDE/IFAX は EIFAX への対応をすすめていく予定である。WIDE/IFAX では外部のモジュールとの通信機能を独自に持ち、この機能を使ってさまざまな入出力インタフェースを追加することが可能であることは、既に述べた。現在のところ拡張ポートは実装されていないが、さまざまな実験を予定している。具体的には、拡張ポートに追加するかたちでの EIFAX の実装、PDA などのインタフェースの追加、実時間通信の実験、現在 IETF で策定中の IPP (Internet Printing Protocol) への中継などが挙げられる。

また、今後はインターネット FAX を用いたアプリケーションについても検討する必要がある。著者らはすでにインターネット FAX を用いた災害情報登録インタフェースを開発し実験を行っている [13]。WIDE/IFAX によって入力装置であるインターネット FAX を広域に配置することが容易になった。今後は大規模での実験も展開していきたい。

## 7 おわりに

インターネット FAX の標準化動向について述べ、WIDE/IFAX の開発意義と設計、実装について述べた。またインターネット FAX の相互接続性実験に参加し、他組織との相互接続を確認した。これにより、WIDE/IFAX の参照実装としての正当性は示されたといえる。実験プラットフォームとしての評価は、拡張ポートの実装と併せて今後の課題としたい。なお WIDE/IFAX の最新情報は以下の URL から入手できる。

<http://www.ohnolab.org/researches/ifax>

## 参考文献

- [1] Procedures for Document Facsimile Transmission in a General Switched Telephone Network, In ITU recommendation T.30, 1984
- [2] File Format for Internet Fax., L. McIntyre and S. Zilles and R. Buckley and D. Venable and G. Parsons and J. Rafferty., Mar. 1998, RFC 2301
- [3] Tag Image File Format (TIFF) - image/tiff MIME Sub-type Registration., G. Parsons, J. Rafferty, S. Zilles., Mar. 1998, RFC 2302
- [4] Minimal PSTN address format in Internet Mail., C. Allocchio., Mar. 1998, RFC 2303
- [5] Minimal FAX address format in Internet Mail., C. Allocchio., Mar. 1998, RFC 2304
- [6] K. Toyoda and H. Ohno and J. Murai and D. Wing., A Simple Mode of Facsimile Using Internet Mail., Mar. 1998, RFC 2305
- [7] G. Parsons and J. Rafferty., Tag Image File Format (TIFF) - F Profile for Facsimile., Mar. 1998, RFC 2306,
- [8] Procedures for the transfer of facsimile data via store-and-forward on the Internet, In ITU Recommendation T.37, 1998
- [9] Open Source: The future is here, <http://www.opensource.org/>
- [10] 木本雅彦 大野浩之, 街角公衆情報端末計画 ~ PICKLES の概要~, Mar. 1996, 第 52 回全国大会 講演番号 3Y-2
- [11] 木本雅彦, 大野浩之, 自律型ネットワーク端末 (PICKLES) を用いたシステム運用技法, Feb. 1998, 情報処理学会, DSM シンポジウム
- [12] N. Freed and Borenstein, N., Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part Two: Media Types Nov. 1996, RFC 2046
- [13] Hideki Honma and Akio Noda and Hiroyuki Ohno, An alternative user interface for the IAA system: Using OCR/OMR as on-ramp gateway for the Internet, Mar. 1998, Proceedings of IEICE Internet Workshop '98