

第 16 部

インターネットと他の通信メディアの融合

第 1 章

はじめに

これまで WIDE プロジェクトでは、PhoneShell,yaics 等のワーキンググループの活動として、既存のさまざまな通信サービスや通信メディアとの連携について検討しさまざまな実装を行なって来た。wt(WIDE Telecommunications)ワーキンググループ(以下 wt-wg)ではこれらの活動を継承発展させ、電話サービスとインターネットの相互接続のみに留まらず、さまざまなテレコミュニケーションメディアとインターネットとの連携についての研究している。

1996 年に活動を開始した当初の wt-wg(旧 wt-wg)は WIDE プロジェクトメンバー以外も含んでいた。後に 1997 年 4 月には、旧 wt-wg のうちの WIDE プロジェクトメンバーと、PhoneShell ワーキンググループのメンバーで新 wt-wg が再構成された。1997 年 4 月から 1997 年 11 月までは代表者、担当ボードメンバーともに大野(東京工業大学)とし、1997 年 12 月からは 2 名の代表者と担当ボードメンバーとして大野という体制をとっている。1997 年 12 月からは代表者を木本(東京工業大学)、副代表者を新美(慶應義塾大学 SFC 研究所、現在松下電送システム株式会社)とし、1998 年 9 月からは代表者を新美、副代表者を木本としている。本報告では 1998 年 4 月から 1999 年 3 月までの wt-wg の一年間の活動成果について報告する。

今期の wt-wg の活動は特にインターネットと電話サービスとの連係に注目し、個別のテーマごとに実装し評価する内容が主なものになった。これらのテーマは、インターネットと音声電話サービスとのゲートウェイと、インターネットと FAX サービスとのゲートウェイの二つに大別できる。前者としては ITS/Phone を用いた広域実験があげられる。また、一昨年より続けている IAA テレホンサービスの実装と運用もこれに含まれる。後者のテーマとしては、これまで携わってきたインターネット FAX の標準化活動と、標準仕様に基づいたインターネット FAX である WIDE/IFAX の実装、相互接続性試験への参加があげられる。また、FAX からインターネットへの中継(Onramp)を行う際のアドレス指定方法として、OCR を使った解決方法に関する実装を行った。最後にこれまで実装してきた WIDE/PhoneShell や WIDE/IFAX などを実際に運用することを想定した、共通プラットフォームの提案と、そこでのパッケージ作成作業について報告する。

第 2 章

IP 電話実験 (iptel-exp) 活動報告

1998 年度に実施した、WIDE バックボーンを利用した広域 IP 電話実験 (iptel-exp: IP Telephony Experiment) の活動について報告する。本活動は、wt-wg の中の一つの活動として 1998 年 3 月よりすすめられており、IP 電話の運用面、および利用面からの実験を進めている。本文中では 1998 年 9 月 WIDE 研究会、および 1999 年 3 月 IETF の期間中の実験について報告する。

2.1 目的

iptel-exp の活動の初期の目的はつぎの一点目と二点目である。後に三点目の目的が加わった。

- WIDE プロジェクト内で連絡用の内線として使える IP 電話システムの実現
たとえば北陸先端科学技術大学院大学の内線電話から公衆網を経由せず、IP 電話システムで慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの内線電話につなげられるようにする。
- 春・秋の研究会合宿会場から手軽に大学、会社等に電話できるシステムの実現
一つの筐体の装置を設置することで、手軽に IP 電話、インターネット FAX が利用できるようにする。
- 広域 IP 電話システムの運用面、および、利用面からの実験評価
複数拠点に設置した IP 電話システムを実際に運用・利用することで問題点の洗出しと実験評価を実施する。

2.2 ITS/Phone 概要

iptel-exp の活動では、IP 電話システムとして、(株)日立インフォメーションテクノロジーと(株)日立製作所が開発した IP 電話ゲートウェイ ITS/Phone を使用している。ハードウェアは、一般的な PC/AT アーキテクチャの PC に IP 電話ゲートウェイ用専用ボード

(電話回線ボード、および、音声符号化ボード)を装着し、最大 92 回線までサポートする。ソフトウェアは、Microsoft Windows NT4.0 をプラットフォームとして、IP 電話システムの国際標準である ITU-T 勧告 H.323 に準拠した IP 電話ゲートウェイ制御アプリケーションを実現している。これにより、Microsoft NetMeeting 等 H.323 準拠の IP 電話クライアントとの接続が可能となっている。(より詳細な情報は <http://www.hitachi-it.co.jp/> を参照のこと)

2.3 実験環境

活動初期は ITS/Phone の前モデルに相当する(株)日立インフォメーションテクノロジーと(株)日立製作所が開発した Talkware を用いて実験環境整備を進めていた。その後、1998 年 8 月より前述の ITS/Phone に切替え、Talkware 既設置場所のリプレース作業と新規設置作業を順次進めた。そして、1999 年 3 月 31 日現在、下記の国内 10 箇所、海外 1 箇所に設置済みである。

- 慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(神奈川県)
- 松下電送システム(株)(東京都)
- 九州芸術工科大学(福岡県)
- 北陸先端科学技術大学院大学(石川県)
- (株)日立製作所(東京都)
- 京都大学(京都府)
- 奈良先端科学技術大学院大学(奈良県)
- 倉敷芸術科学大学(岡山県)
- WIDE サンフランシスコ NOC(カリフォルニア州)
- 大阪大学(大阪府)
- 東京工業大学(東京都)(以上設置日付順)

2.4 実験

1998 年度は二回の実験を実施した。その内容、および、結果について報告する。

2.4.1 1998 年 9 月 WIDE 研究会 (熱海)

1998 年 9 月 8 日～ 11 日に熱海で開催された WIDE 研究会の参加者を対象に、IP 電話システムの評価実験とアンケート調査を実施した。実験構成は図 2.1の通りである。この

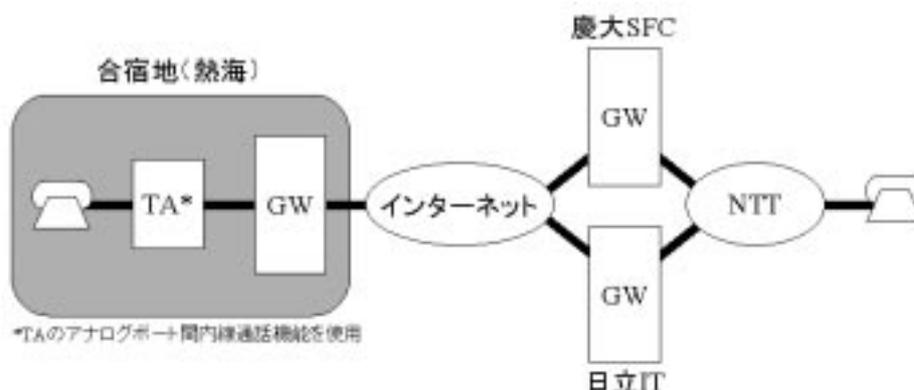


図 2.1: 1998 年 9 月 WIDE 研究会での実験構成

構成で研究会参加者に協力してもらい、会場に設置した電話機から会場と慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスに設置した ITS/Phone を経由して一般の電話機に電話してもらった。その後、通話品質等に関するアンケート調査を実施した。アンケート内容は下記の通りである。集計には東京工業大学 酒井氏による楽々調査票システムを利用した。

Q1: WIDE 会員番号の記入をお願いします。

Q2: 所属の記入をお願いします。

Q3: 氏名の記入をお願いします。

Q4: メールアドレスの記入をお願いします。

Q5: IP 電話を使用したのは何時ごろですか？

Q6: どこに電話をかけましたか？相手が一般電話の場合には市外局番 + 市内局番の記入で結構です。

Q7: どちらの IP 電話を利用されましたか？

1. Talkware
2. ITS/Phone

Q8: 遅延はどうでしたか？

1. 分からなかった
2. 分かったが気にならなかった
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q9: 雑音（ガリ、ザーなどの音）はどうでしたか？

1. 分からなかった
2. 分かったが気にならなかった
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q10: 音飛び（途中の音が抜ける現象）はどうでしたか？

1. 分からなかった
2. 分かったが気にならなかった
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q11: 再生スピードの変動（早口、間延びした調子になる現象）はどうでしたか？

1. 分からなかった
2. 分かったが気にならなかった
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q12: 相手の声の変化はどうでしたか？

1. 分からなかった
2. 分かったが気にならなかった
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q13: 総合的に評価してどうでしたか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. まあ良い
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q14: 総合的に評価する際にどの項目を重視して評価しましたか？重視した項目を三つまで記入してください。

1. 遅延の有無
2. 雑音の有無
3. 音飛びの有無
4. 再生スピードの変化
5. 相手の声の変化

Q15: 一般の加入者電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い
2. 良い

3. 同じ
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q16: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無
2. 雑音の有無
3. 音飛びの有無
4. 再生スピードの変化
5. 相手の声の変化

Q17: 携帯電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. 同じ
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q18: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無
2. 雑音の有無
3. 音飛びの有無
4. 再生スピードの変化
5. 相手の声の変化

Q19: Microsoft NetMeeting など IP 電話ソフトの音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. 同じ
4. 悪い
5. 非常に悪い
6. 使ったことが無い

Q20: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無
2. 雑音の有無
3. 音飛びの有無
4. 再生スピードの変化
5. 相手の声の変化

Q21: 何かご意見、ご感想などありましたご自由にお書き下さい。

研究会期間中、22 人の方に協力頂き、次のような結果が得られた。

Q8: 遅延はどうでしたか？

1. 分からなかった : 40.9%

2. 分かったが気にならなかった : 22.7%
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった : 18.2%
4. 会話の妨げになった : 18.2%
5. 非常に会話の妨げとなった : —

Q9: 雑音(ガリ、ザーなどの音)はどうでしたか?

1. 分からなかった : 54.5%
2. 分かったが気にならなかった : 4.5%
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった : 27.3%
4. 会話の妨げになった : 13.6%
5. 非常に会話の妨げとなった : —

Q10: 音飛び(途中の音が抜ける現象)はどうでしたか?

1. 分からなかった : 27.3%
2. 分かったが気にならなかった : 9.1%
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった : 9.1%
4. 会話の妨げになった : 40.9%
5. 非常に会話の妨げとなった : 13.6%

Q11: 再生スピードの変動(早口、間延びした調子になる現象)はどうでしたか?

1. 分からなかった : 63.6%
2. 分かったが気にならなかった : 22.7%
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった : 13.6%
4. 会話の妨げになった : —
5. 非常に会話の妨げとなった : —

Q12: 相手の声の変化はどうでしたか?

1. 分からなかった : 36.4%
2. 分かったが気にならなかった : 45.5%
3. 分かったが会話の妨げにはならなかった : 13.6%
4. 会話の妨げになった : —
5. 非常に会話の妨げとなった : 4.6%

Q13: 総合的に評価してどうでしたか?

1. 非常に良い : 13.6%
2. 良い : 27.3%
3. まあ良い : 36.4%
4. 悪い : 18.2%
5. 非常に悪い : 4.5%

Q14: 総合的に評価する際にどの項目を重視して評価しましたか? 重視した項目を三つまで記入してください。

1. 遅延の有無 : 54.5%
2. 雑音の有無 : 63.6%
3. 音飛びの有無 : 59.1%
4. 再生スピードの変化 : 4.5%

5. 相手の声の変化 : 18.2%

Q15: 一般の加入者電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い : —
2. 良い : 4.5%
3. 同じ : 27.3%
4. 悪い : 59.1%
5. 非常に悪い : 9.1%

Q16: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無 : 9.1%
2. 雑音の有無 : 13.6%
3. 音飛びの有無 : 45.5%
4. 再生スピードの変化 : —
5. 相手の声の変化 : 13.6%
6. 無記入 : 18.2%

Q17: 携帯電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い : 13.6%
2. 良い : 4.5%
3. 同じ : 63.6%
4. 悪い : 18.2%
5. 非常に悪い : —

Q18: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無 : 4.5%
2. 雑音の有無 : 22.7%
3. 音飛びの有無 : 31.8%
4. 再生スピードの変化 : —
5. 相手の声の変化 : 9.1%
6. 無記入 : 31.8%

Q19: Microsoft NetMeeting など IP 電話ソフトの音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い : 4.5%
2. 良い : 13.6%
3. 同じ : 18.2%
4. 悪い : —
5. 非常に悪い : —
6. 使ったことが無い : 63.6%

Q20: 前問の評価の一番の理由は何ですか？

1. 遅延の有無 : 13.6%
2. 雑音の有無 : 4.5%
3. 音飛びの有無 : 13.6%
4. 再生スピードの変化 : —

- 5. 相手の声の変化 : —
- 6. 無記入 : 68.2%

この実験構成では、研究会会場から外部への専用線の回線速度は 128kbps であったが、そのうちの 100kbps が研究会の BOF 中継のために予約されていた。そのため、BOF 中継が実施されている時間帯は、IP 電話用に使用できる帯域はほとんど無く、パケット廃棄率が 30% を超えてしまい、電話としては使い物にならなかった。しかし、BOF 中継を実施していない時間帯では、一般電話よりは劣るものの携帯電話よりは良い品質であった。

2.4.2 1999 年 3 月 44 回 IETF (ミネアポリス)

1999 年 3 月 15 日 ~ 19 日にミネソタ州ミネアポリスで開催された 44 回 IETF の WIDE プロジェクトメンバ参加者を対象に、日米間での IP 電話による通話実験とアンケート調査を実施した。実験構成は図 2.2 の通りである。この構成の下、WIDE プロジェクトからの

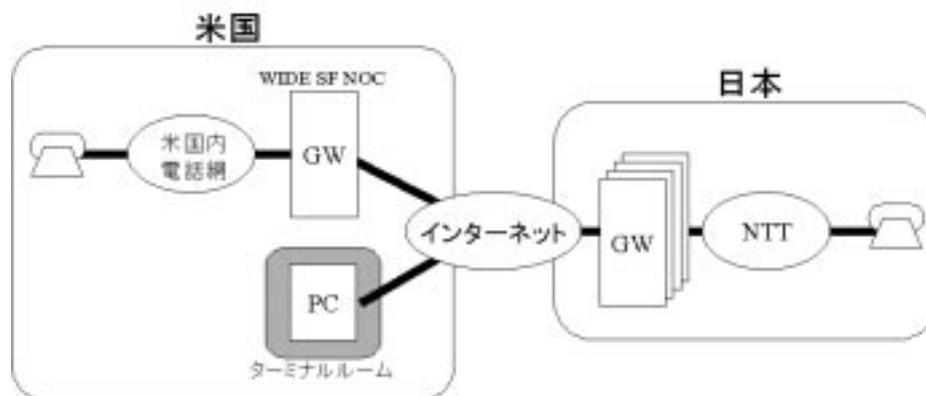


図 2.2: 1999 年 3 月 44 回 IETF での実験構成

IETF 参加者に協力を得て、1) 会場の端末室から日本国内に設置した ITS/Phone を経由して日本国内の一般の電話機に電話する、2) 米国内の一般の電話機から WIDE サンフランシスコ NOC に設置した ITS/Phone を経由して日本国内の一般の電話機に電話する、という 2 点について調査した。その後、通話品質等に関するアンケート調査を実施した。アンケート内容は、つぎの通りである。集計には前回と同様、楽々調査票システムを利用した。

- Q1: WIDE 会員番号の記入をお願いします。
- Q2: 所属の記入をお願いします。
- Q3: 氏名の記入をお願いします。
- Q4: メールアドレスの記入をお願いします。

Q5: IP 電話を使用したのは何時ごろですか? タイムゾーンも含めて記入願います

Q6: どこに電話をかけましたか? 相手が一般電話の場合には市外局番 + 市内局番の記入で結構です。

Q7: どこから IP 電話 GW を利用されましたか?

1. ターミナルルーム
2. ホテルの部屋
3. その他

Q8: なにから IP 電話 GW を利用されましたか?

1. NetMeeting
2. 一般電話
3. 携帯電話
4. その他

Q9: どの IP 電話 GW を利用されましたか?

1. 慶應義塾大学
2. 松下電送システム
3. 九州芸術工科大学
4. 北陸先端科学技術大学院大学
5. 京都大学
6. 奈良先端科学技術大学院大学
7. 日立製作所
8. 倉敷芸術科学大学
9. 東京工業大学
10. WIDE サンフランシスコ NOC

Q10: NetMeeting を使用された方に質問します。接続形態はどれでしたか?

1. LAN
2. モデム
3. その他

Q11: 同じく NetMeeting を使用された方に質問します。接続先 IP 電話 GW までの ping の時間はどれくらいでしたか?

Q12: 同じく NetMeeting を使用された方に質問します。使用した PC の情報を記入してください。

Q13: 遅延は気になりましたか?

1. 遅延に気がつかなかった
2. 遅延に気がついたが気にならなかった
3. 遅延に気がついたが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q14: 雑音 (ガリ、ザーなどの音) は気になりましたか?

1. 雑音に気がつかなかった
2. 雑音に気がついたが気にならなかった
3. 雑音に気がついたが会話の妨げにはならなかった

4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q15: 音飛び（途中の音が抜ける現象）は気になりましたか？

1. 音飛びに気がつかなかった
2. 音飛びに気がついたが気にならなかった
3. 音飛びに気がついたが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q16: 再生スピードの変動（早口、間延びした調子になる現象）は気になりましたか？

1. 再生スピードの変動に気がつかなかった
2. 再生スピードの変動に気がついたが気にならなかった
3. 再生スピードの変動に気がついたが会話の妨げにはならなかった
4. 会話の妨げになった
5. 非常に会話の妨げとなった

Q17: 再生音量はどうでしたか？

1. 大きすぎる
2. 大きい
3. 適当
4. 小さい
5. 小さすぎる

Q18: 総合的に評価してどうでしたか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. まあ良い
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q19: 総合的に評価する際にどの項目を重視して評価しましたか？

1. 遅延
2. 雑音
3. 音飛び
4. 再生スピード
5. 再生音量

Q20: 一般の（国際）電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. 同じ
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q21: 非常に悪い、悪いという評価では何が一番の原因ですか？

1. 遅延
2. 雑音
3. 音飛び
4. 再生スピード
5. 再生音量

Q22: 非常に良い、良いという評価では何が一番の原因ですか？

1. 遅延
2. 雑音
3. 音飛び
4. 再生スピード
5. 再生音量

Q23: 携帯電話の音質と比べてどうですか？

1. 非常に良い
2. 良い
3. 同じ
4. 悪い
5. 非常に悪い

Q24: 非常に悪い、悪いという評価では何が一番の原因ですか？

1. 遅延
2. 雑音
3. 音飛び
4. 再生スピード
5. 再生音量

Q25: 非常に良い、良いという評価では何が一番の原因ですか？

1. 遅延
2. 雑音
3. 音飛び
4. 再生スピード
5. 再生音量

Q26: 何かご意見、ご感想などありましたご自由にお書き下さい。

この実験では、実験協力依頼のアナウンスが IETF 開催の直前となってしまったため、収集できたアンケート総数が少なかった。そのため、統計的な集計はできなかったが、次のような意見を得ている。

- 遅延についてはほとんど気がつかない。
- 米国 日本向きの音声の音飛び、音切れが目立つ。
- 日本 米国向きの音声は非常に良く聞こえる。

ちなみに、会場の端末室から日本国内に設置した ITS/Phone までは 15 ~ 20 ホップ程度であり、RTT は ping による計測で 200 ~ 1500[ms] であった(図 2.3)。これは、曜日、時間帯でかなり変動するので、今後も継続的にデータ収集する予定である。

2.5 今後の進め方

1998 年度で実験環境の整備と基本的な評価実験は完了した。1999 年度以降は、この環境をベースに新たなトピックについて活動を継続していく。具体的には、

- 45 回 IETF (オスロ) で日欧間での IP 電話による通話実験
- IPv6 環境での IP 電話システムの運用実験
- UNIX を開発プラットフォームとした IP 電話システムの構築

等を検討している。

最後に、ITS/Phone 設置に協力してくださっている大学・企業の関係者の方々、ならびに、評価実験に協力してくださった方々に感謝致します。

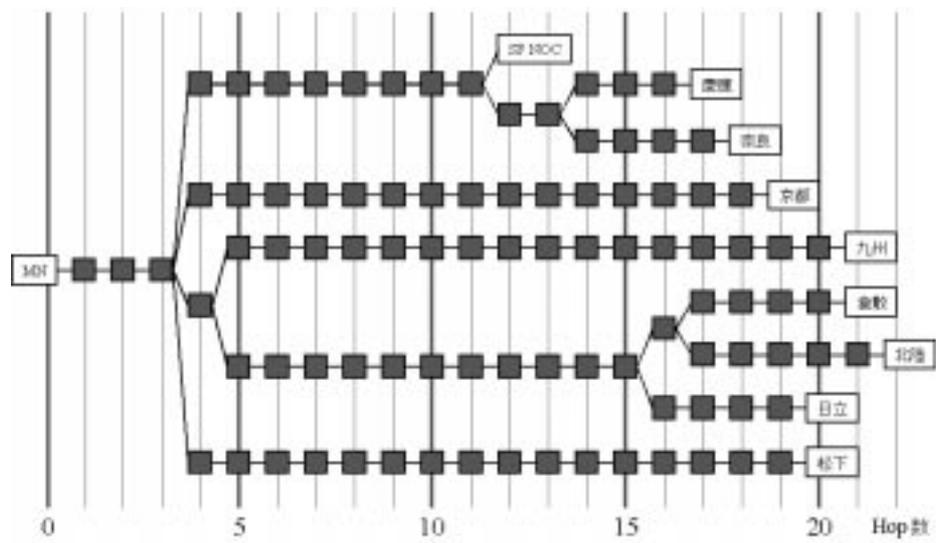


図 2.3: 44 回 IETF 開催期間中の日米間の経路

第 3 章

IAA 実験での電話系インタフェース

3.1 概要

wt-wg は、昨年度に引続き、lifeline-wg 主催の第 4 回インターネット災害訓練に参加し、IAA システム電話系サービスの運用実験を行った。今回用いたシステムは、昨年用いたものとは大幅な変更はない。昨年との相違点は、複数回線でのサービス提供があげられる。提供したサービスは以下の通りである。

- DTMF を用いた IAA 情報の登録
- DTMF を用いた検索条件の入力
- 利用案内、登録用紙の FAX での取り出し
- FAX での IAA 情報の登録

3.2 テレホンサービス

テレホンサービスについては、昨年と同じ WIDE/PhoneShell を用いたシステムと、ルーンテック株式会社の開発によるテレホンサービスとの 2 種類のシステムを運用した。前者は PCMCIA FaxModem と BSD/OS 3.1 上の WIDE/PhoneShell を用いたシステムで、後者は CTI 専用ハードウェアと WindowsNT 上の制御プログラムからなる。利用者から見たときのインタフェースを揃えるため、両者とも入力のための手順は同じにしてある。実験当日は、東京工業大学とルーンテックの 2 箇所で運用した。それぞれの場所で日本語に英語 1 回線ずつ、合計 4 回線を用いた。

3.3 FAX/OCR サービス

FAX/OCR サービスについても、昨年用いたシステムと比較して大幅な変更はない。今回は東京工業大学と慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの 2 箇所でそれぞれ 1 回線ずつ、合計 2 回線の体制で運用した (図 3.1)。

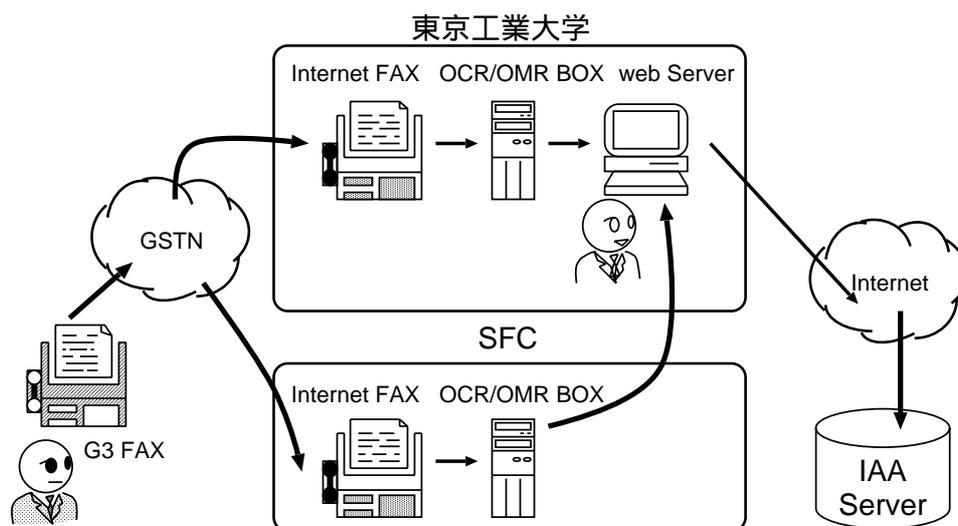


図 3.1: FAX/OCR サービス運用体制

表 3.1: 電話 / FAX サービスへのアクセス数

サービス内容	サービスの運用場所	件数
テレホンサービスによる登録	東京工業大学	9 件
	ルーンテック株式会社	18 件
テレホンサービスによる検索	東京工業大学	6 件
	ルーンテック株式会社	9 件
FAX による登録	東京工業大学	22 件
	慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス	3 件

今回の運用では OCR 処理までを東京工業大学, 慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの 2 箇所で行い、OCR 処理済の結果を東京工業大学にある修正システムへ送るようにした。

3.4 実験結果と考察

lifeline-wg の部での報告と重複するが、各サービスへのアクセス件数を表 3.1に示す。

3.5 考察

東京工業大学で提供したテレホンサービスには 89 件の着信があったが、実際に登録処理まで行われたのは、15 件であった。生存者情報を登録するユーザのうち 84 %は、途中で利用を断念したことを意味している。この原因として、東京工業大学側の音声は極めて低質で、非常に聞き取り憎かったことが挙げられる。

今回の実験では、複数回線でのサービス提供を実現したものの、利用率はそれほど高くなかった。しかし実際の災害時にまとまった数の要求が到着するのであれば、FAX サービスなどは負荷分散の手法についても検討するべきである。

第 4 章

インターネット FAX の標準化動向

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。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[89, 101, 16, 15, 122, 100]のうち、中心となる RFC2305 の著者には、WIDE プロジェクトの豊田, 大野, 村井が名を連ねている。

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[11] 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。

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[89] 形式に規定しているため送受信の際の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、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。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

これらの相互接続実験が終了している。EIFAX についてはいくつかの実装が登場してはいるものの、本格的な相互接続性は 1999 年 4 月以降の課題となっている。

第 5 章

WIDE/IFAX

5.1 WIDE/IFAX 開発の意義

現在入手できるインターネット 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インターネット 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 などの実験環境の構築とこれらの実装手法の検討が、このテーマの目的である。

5.2 WIDE/IFAX の設計

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 5.1 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 5.1 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。

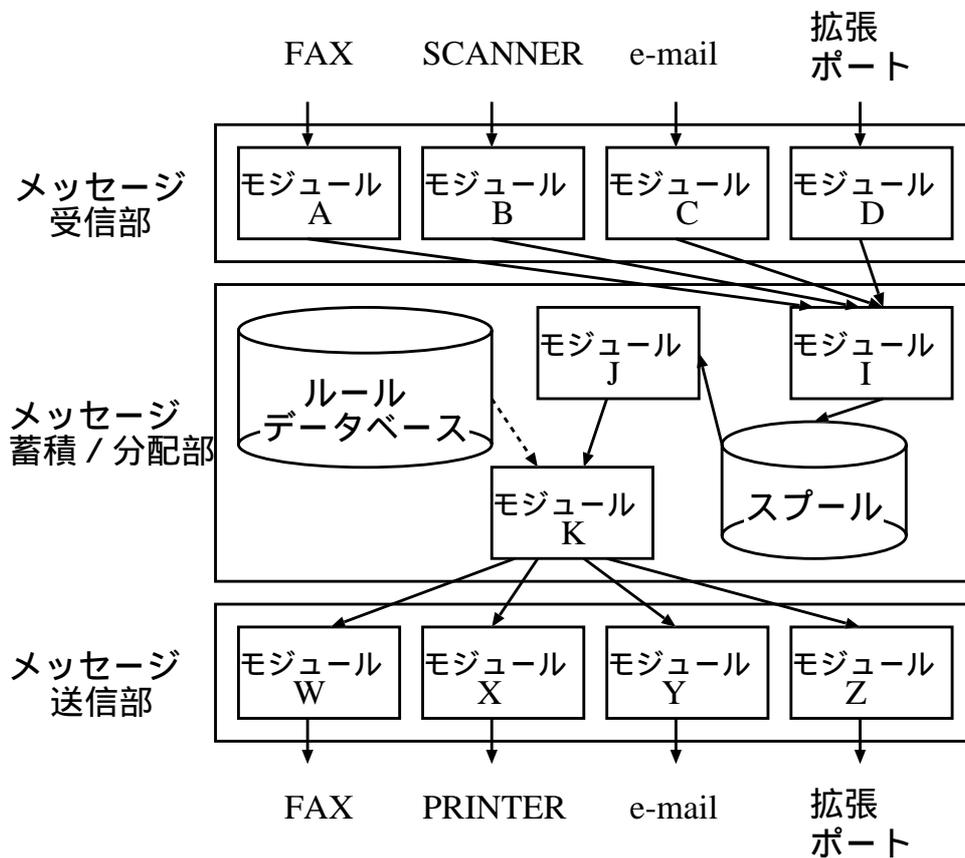


図 5.1: WIDE/IFAX モジュール構成

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 5.1: WIDE/IFAX が利用するソフトウェア

5.3 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 5.1 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 5.1 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 5.2 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 5.2 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

```
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 5.2: ルールデータベースの記述例

5.4 今後の課題

後述する相互接続試験の結果、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という結論が得られた。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 [62]。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。

第 6 章

インターネット FAX 相互接続性試験

6.1 相互接続実験

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 IMC¹(Internet Mail Consortium) 主催のインターネット FAX の相互接続実験である FaxConnect1²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

6.2 実験内容

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にあった。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

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

¹<http://www.imc.org/>

²<http://www.imc.org/fc1-final.html>

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 6.1: 各組織との相互接続実験の結果

6.3 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 6.1 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 組織との間では 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。

6.4 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[57] 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。

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 組織と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知見を得られた。

第 7 章

OCR を利用した Onramp 機能の実装

wt-wg では、OCR(Optical Character Reader) を利用したインターネット FAX の Onramp 機能を実装し、1998 年 11 月 20 日、21 日両日に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開かれた Open Research Forum¹において、この実装のデモンストレーションをおこなった。

7.1 システムの構成

本システムの構成は以下の通りである。

まず、一般電話回線から送られてきた FAX は、インターネット FAX により TIFF-F 画像に変換され、OCR に送られる。OCR は送られてきたデータを解析し、そこに書かれているメールアドレスを読み取り、文字認識をおこなう。そして、その認識結果で得られたメールアドレス宛に入力用紙下部枠内の情報が、MIME による TIFF-F 画像の添付ファイルとして送られる。

今回インターネット FAX は松下電送システム (株) の SP-100 を、OCR には lifeline WG の IAA プロジェクトでも利用している松下電送システム (株) の試作機を使用した。

FAX で送信する用紙には、OCR での認識率を上げるため、1 文字ずつ枠を区切った用紙 (図 7.3) を使用した。デモンストレーション当日には、この用紙を配布し、見学者にも任意のメールアドレスに送信する実験に参加してもらった。

7.2 実験結果と考察

ORF 展示期間中は、約 60 回のデモンストレーションを行い、また希望者 10 人に自分のメールアドレス等、任意のメールアドレスに送信する実験をおこなってもらった。しかし、練習なしに、OCR に認識されやすい文字を書くことのできる人は少なく、OCR に誤認識されてしまうことが多かった。

また、今回のシステムは、数字を含んだメールアドレスを指定することができない仕様であった。これは OCR での文字認識の際に、数字の「0」「1」とアルファベットの「O」

¹<http://www.kris.sfc.keio.ac.jp/ORF98/index.html>

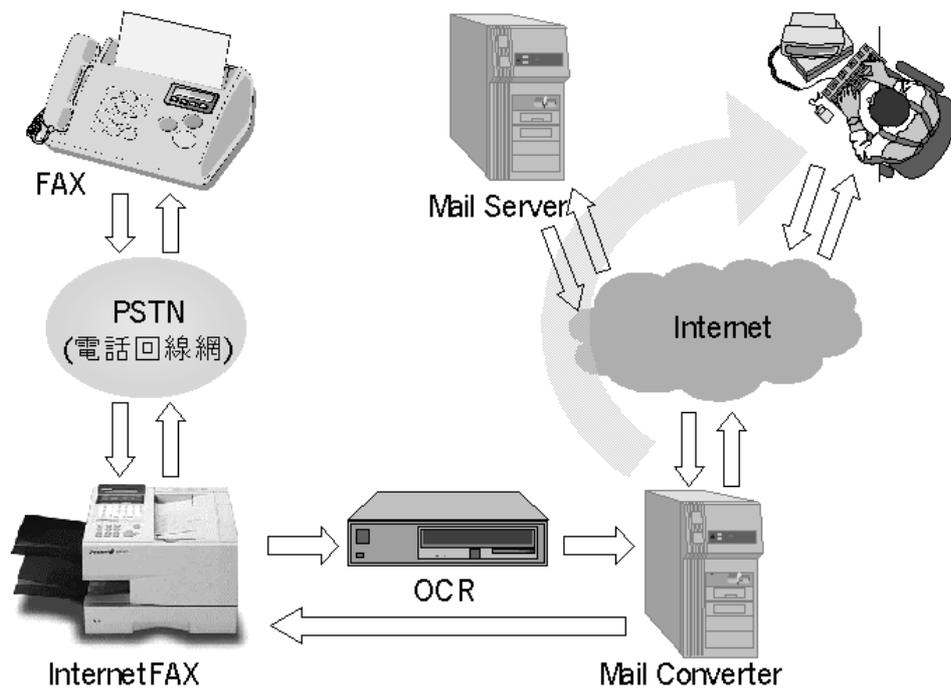


図 7.1: システム構成



図 7.2: 認識処理中の OCR 画面

「I」等、似た文字の区別が難しいため、アルファベットだけを扱うことにしていたからである。これについては、記入時に数字の下にマークをつけ数字とアルファベットを区別するといった解決案があり、今後対応していきたい。

また、他の OCR の認識率を上げる方法としては、メールアドレスのデータベースとの連動が考えられる。OCR で認識した結果をデータベースと照合し補完するというものである。例えば、第 1 ドメインが jp ならば、第 2 ドメインは、c0 というドメインは無く、co が正しいといった補完がある程度は可能であると考えられる。

また、今後は PalmOS で利用されている Graffiti 文字のように簡単に覚えられ、かつ認識しやすい特別な文字をつかうといったアプローチも考えられる。

7.3 本章のまとめ

インターネット FAX の Onramp の一つの方法として、OCR を使った文字認識によるアプローチを実装し、実験をおこなった。現在の実装では、まだまだ認識率が低く、メールの誤配信が起きてしまうが、Onramp の一方法としては、有用なアプローチであることが実感できた。

今後は、先に挙げたような手法で、認識率を上げるアプローチの他に、対話的に認識結果の確認をおこなうなどの手法によってメールの誤配信を防ぐといった手法も採り入れ、

1998-11-20 10:12 FROM WIDE project TO ocr P.01/01

FAX → Mail Translator

アルファベットは大文字で記入してください

↑ @ (アットマーク) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

↑ . (ドット) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

↑ - (マイナス) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

↑ @ (アットマーク) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

↑ . (ドット) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

↑ - (マイナス) を入力した場合はこの欄をマークしてください ↑

てすと テスト 試験

この部分が

添付 されます。

図 7.3: 入力用紙

実験を続けていきたい。

第 8 章

パッケージ化

8.1 はじめに

wt-wg では一台の計算機に WIDE/PhoneShell や WIDE/IFAXなどを盛り込んだパッケージを開発している。このパッケージはソフトウェアのパッケージだけでなく、ソフトウェアが稼働するために必要なハードウェアの仕様も含めたものになる。また lifeline-wg では災害情報データベースを定常的に運用するために各地にサーバ機設置している。また実際に被災地で被災者情報を入力するためには、まずそのための環境を迅速に調える必要がある。端末の確保やその立ち上げなどの作業が速やかに行なえる様な端末が必要である。

上に挙げた外にも、WIDE プロジェクトでの実験目的で、計算機を新たに導入する機会は多くあると思われるが、それぞれが個別に機器の選定を行なっている。その際に得られた適当な機器選択についてのノウハウなども、文書などの形でのこる場合は少なく、次回同様な機器購入を行なう際には、「詳しい人」から聞き集めた情報などを頼りに機器選定を行なうことになる。また機器導入後は、設置先で独立管理されるため、仮に共通の目的のために導入された計算機であっても、1ヵ月後にはインストールされているアプリケーションや OS のパッチやディレクトリ構成などが全く異なったものになってしまうといったことも起きかねない。

無論、購入する目的が異なれば必要とする機器構成は異なるし、インストールすべきアプリケーションも異なる。しかしベースになる共通プラットフォームを定めることで、状況を改善することは可能であると考えられる。本章ではアプリケーションだけでなく、OS なども含めた共通プラットフォームの規定とパッケージ作成の実例として、PICKLESでのパッケージングについて述べる。

8.2 PICKLES の開発コンセプト

最近では「モバイルコンピューティング」という言葉に対して「ノマディック (nomadic – 遊牧民的) コンピューティング」という言葉が使われることがある。概念的に後者の言葉は「移動した先々で機材を準備してインターネットに接続し、使い終わったら切断して移動

する」という現状を正確に表しているといえる。確かに現状ではノートパソコンや携帯電話、モデムカードなどの必要な機材をすべて持ち歩くという、遊牧民スタイルをとらざるを得ない。

しかし移動した先々で必要な機材やネットワークへの接続性がすべて揃っているのであれば、本人は身軽に移動できる。これはテントを始め食糧や衣類まですべて持ち歩かなければならない遊牧民スタイルに対し、クレジットカードだけ持って必要なものがすべて揃っている部屋に宿泊するホテルスタイルといえる。

著者らはインターネットの利用者に対してもこのような「行く先々で必要な道具がそろっている環境」を提供する必要があると考え、1995年からPICKLESプロジェクト [168][82]をすすめている。著者らが提案する環境は、インターネットにアクセスできる情報キオスクを随所に設置し、利用者向けには最低限の大きさ(カード型)の端末を提供し、両者を連携させた情報サービスを構築するものである。

PICKLESが提供する環境では、「情報キオスクが故障したときの復旧をいかに容易かつ迅速に行うか」「分散した多数の情報キオスクをどうやって保守管理するか」「多数の情報キオスク間で同じ環境をどうやって維持するか」といった課題が生じる。これらの課題は前節で述べた共通プラットフォームの課題と共通する。

故障などの障害時にシステムを迅速に復旧させるためには、故障箇所を迅速に切り分けて交換できるようにするといった方法が考えられる。しかしハードウェア部品を交換したために、端末の設定情報がすべて消去されてしまい、端末の管理者が復旧作業を行うようでは効率的でない。同様に、OSを更新したために端末の設定情報が消失するのは好ましくない。これらの要求を満たすためには、担当者の責任の範囲を明確にし、管理作業によって互いの責任範囲に影響を及ぼさないような仕組みが必要である。

著者らが採用した方針は、「構成要素を責任の境界によってモジュールに分離し」、「モジュール交換によって保守作業を行う」ものである。まず、ホストの利用者と、管理者、OS等を保守する人、ハードウェアの販売業者とを分離した。ハードウェア販売業者は端末ハードウェアに責任を持つ。最初の3者の責任の範囲は、管理する情報で分けられる。分けられた情報は、それぞれ異なったモジュールに記録される。

まず利用者が管理する情報は利用者のカード端末に記録される。2種類の管理者が管理する情報はホストのハードディスクに記録される。この情報は管理者ごとに分離され、取り外し可能なハードディスクモジュールに別々に記録される。OS等を保守する管理者の責任の範囲はOSとアプリケーションである。これに対して、ホストごとに異なる設定情報などは、ホストの管理者の責任範囲となる。前者が記録されたディスクモジュールをシステムディスクと呼び、後者をユーザディスクと呼ぶ。通常PICKLES端末は一台のシステムディスクと一台のユーザディスクの組で動作する。

8.3 PICKLES の現状

PICKLES の現状について、「統一環境を実現するための OS パッケージング」「モジュール化による保守作業の簡易化」「共通プラットフォームの提供」という 3 つ視点から述べる。

8.3.1 統一環境を実現するための OS パッケージング

PICKLES は、現時点では BSD/OS 3.1 を基に機能を追加している。PICKLES 端末では OS や必要なアプリケーションを自分のハードディスク内に持つ。同じ版のシステムディスクであればこの内容は同一であるため、常に同じ環境が保証されている。

現在東京工業大学大野研究室内部で評価中の、最新版の PICKLES では WIDE/PhoneShell, WIDE/IFAX, IAA テレホンサービスシステム, IAA サーバ, stetho(ネットワーク聴診器)などが最初から利用できる状態で提供されている。1998 年 12 月に開催されたインターネット FAX の相互接続性試験である FaxConnect1 で用いた WIDE/IFAX と、1999 年 1 月のインターネット災害訓練のテレホンサービスシステムには、PICKLES 上で動作するものを用いた。

8.3.2 モジュール化による保守作業の簡易化

UNIX ではディレクトリごとにある程度情報が分類されている。これらの情報を、システムディスクとユーザディスクとに分離する方法については 96 年度の報告書に述べた。

ユーザディスクの内容はシステムディスクのバージョンに対応して少しずつ異なっている。このため、システムディスクを新しいバージョンのものと交換した直後は、ユーザディスクとの間でバージョンの食い違いが発生し、不具合が起こる可能性がある。PICKLES SYSTEM では、起動時にシステムディスクとユーザディスクのバージョンを比較し、食い違いを発見したら自動的にユーザディスクの内容を修正し、不具合が発生しないようにする。この機能を担うのが syncuser スクリプトである。このとき、古いシステムバージョンのシステムディスクと新しいバージョンのユーザディスクという組み合わせでもただしく動作する必要があるため、ユーザディスクの修正手順は以下のように行う。

1. システムディスクとユーザディスクのバージョンを比較する
2. 両者のバージョンが等しい場合は何もしない
3. システムディスクの方が新しい場合は、システムディスクに存在する syncuser スクリプトを実行する。このプログラムはシステムディスクより古い任意のバージョンのユーザディスクを、現在のシステムディスクのバージョンで動作するよう更新するプログラムである。

4. ユーザディスクのほうが新しい場合は、ユーザディスクに存在する syncuser スクリプトを実行する。このプログラムはユーザディスクより古い任意のバージョンのシステムディスクで動作するように、ユーザディスクを変更するプログラムである。

この仕組みにより、システムディスクを更新した際に細かな修正を手動で行う必要がない。また、任意のバージョンのディスクモジュールを組み合わせるため、モジュールの使い回しが容易になる。

実際、PICKLES は 1997 年度に基となる BSD/OS をバージョン 2.1 から 3.1 へと移行した。通常このような OS の大幅な更新のときには、新規にインストールしたり、設定ファイルを手動で更新する必要がある。しかし syncuser スクリプトにより、このような大幅な更新の際でも、ユーザディスクの変更はすべて自動で行うことができた。このため、バージョンアップ作業はディスクモジュールを物理的に交換できるホストで約 5 分、単一のディスクモジュールにシステムディスクとユーザディスクを記録している端末であっても、システムディスクの内容を書き換えるための約 30 分ですべて終了できた。後者の場合であっても、実際の手による作業が必要なのは更新用フロッピーディスクから端末を起動するための最初の 5 分間程度であった。

8.3.3 共通プラットフォームの提供

計算機を購入する際のガイドラインとして、PICKLES が動作するために必要な条件を PICKLES 仕様書で規定している。しかし、確実に安定動作するシステムを入手する手段に対する要求は強くあった。そこで、ぷらっとホーム株式会社の協力を得、「PICKLES 準拠の PC」を購入できる体制がすでに整っている。

1997 年初頭より著者らは、研究室ネットワークの再設計を行った。その際に利用者端末やルータなど、ほぼすべてのホストを PICKLES に基づいたものを用いた。このネットワークは 16 名のネットワークの研究者が日常的に利用している。現在約 15 台の利用者端末、3 台のノートブック型端末、3 台のルータ、メールサーバ、WWW サーバ、バックアップサーバが PICKLES 端末に基づいたものになっている。

利用者端末としてはデスクトップ機とノートブック型が存在し、両者を同じ環境に保つことが容易にできる。このため作業環境をノートブック型の端末に移し、作業を行うといった利用方法も容易に行える。何らかの対外デモンストレーションの時に単体の端末を持ち出して利用することも容易である。

研究室ネットワークでの運用では、いくつかの PICKLES 端末は mail サーバやルータなど特別な役割を担っている。これらのサービスは端末にトラブルが発生した場合でも、可能な限り短かい停止時間ですませたい。そこで非常用の端末を一台用意し、重要なサービスを提供している端末の情報を定期的に保存しておく。この非常用端末は、起動時にどの機能を持つサーバ、あるいはルータとして機能するかを指定すると、その機能を持って起動する。この機構を「reborn システム」と呼んでいる。大野研究室での非常用端末は 3 つ

の Ethernet インタフェースを持ち、3つの Ethernet セグメントに接続している。これと 'reborn システム' によって、3つのセグメントを接続するルータと、WWW、メール、ネームサーバのどれが故障した場合でも、その機能を瞬時に代替できる。

8.4 今後の課題

すでに述べたように、PICKLES は大野研究室内の研究プラットフォームとしてもサーバとしても定常運用している実績がある。

現在 PICKLES のベースになっている OS は PC-UNIX の一つである BSD/OS である。BSD/OS は商用であり、安定性や OS 自体のサポートの点では信頼性が高いという利点がある。その反面ライセンスが有料であるため、個人で利用するには現時点では敷居が大きく、多くの人々に利用してもらうためにはこの点が障壁となりうる。著者らが推し進めているのは、むしろ PICKLES というコンピューティングスタイルである。そこで、他のフリーの PC-UNIX をベースにした PICKLES の開発も検討している。現在のところ FreeBSD が再有力候補である。

また、フリーの PC-UNIX 以外の OS であっても、PICKLES のモデルに基づいた OS の設計は可能である。昨今異なる OS の実行形式をエミュレーションという形で動作させるソフトウェアが多く現れている。これらも考慮にいれると、利用者がカード型端末を持ち歩いて使う PICKLES 情報キオスクが、実はベースの OS はばらばらであるという環境も実現できる可能性がある。

第 9 章

おわりに

本文中で述べた活動の他に、慶應義塾大学 湘南藤沢キャンパスでは、村井 純教授による「情報処理 II IP 電話を作ろう!」という授業が開講され、この授業のサポートにも wt-wg のメンバが参加した。この授業は、大学が認める正式履修者 39 名の他、SOI-wg の進めるオンライン授業¹での履修を含めると 81 名が履修をし、最終レポートには、5 つのグループによる IP 電話の実装が提出された。これらの実装には、端末と端末で会話するもの、端末とを Offramp ゲートウェイを介して大学内の内線電話に電話するものなどがあり、記述言語は C 言語の他に、JAVA 言語で書かれたものもあった。また、この最終レポートの作成には、SOI による遠隔地からの参加者もあり、学生たちとメールや電話などで連絡を取りながら、1 つのプログラムを仕上げ、最終レポート発表会では、作成した IP 電話の実装で実際に通話をするも行われた。この授業の詳細について、近日中に湘南藤沢学会に報告論文の形で発表される予定である。

このように、今期の wt-wg は個別のテーマごとに独立した活動が多くなってしまったが、昨年度掲げた課題は達成できたといえる。とはいえ、それらの評価は必ずしも充分とはいえない。IP 電話の品質評価や WIDE/IFAX の相互接続性評価などは今年度も継続して行う必要がある。1999 年 5 月開催予定の Fax Connect 2 では、アメリカ会場の他に、日本でも同時に開催されることになった。wt-wg もこの運営を支援する。この他にも OnRamp, OffRam の方法、既存のトラフィックとの共存など考えるべき課題はまだまだある。また、今後は IP 電話、インターネット FAX などを用いたアプリケーションについても検討しなければならない。今後も、wt-wg は、メディアの融合というテーマのもと、研究活動を続けていく。

¹<http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/class/98015/>

