

第 15 部

WIDE/PhoneShell

第 1 章

はじめに

“WIDE/PhoneShell システム” は、「ネットワークに端末を介してアクセスできない環境下から、ネットワーク管理を実施する機能」を提供するシステムとして 1990 年に誕生した。

現在 WIDE/PhoneShell システムは、以下のような幾つかのシステムと関連技術から構成されている。

1. 対話的な計算機アクセスを、端末装置を用いず電話のみで行うシステム。
 - WIDE/PhoneShell[98, 99]
 - Sophia/PhoneShell[100]
 - CHANT/PhoneShell
2. ネットワーク上の計算機から、ページャや FAX などへメッセージ転送を行うシステム (ページングシステム)。
 - WIDE/PCS[101]
3. 上記の 2 つを支援するサブシステム。
 - NMW[102, 103]
 - magP[104]
 - その他

このうち “1” は、WIDE/PhoneShell システムの中でも最初に設計と実装が行われた部分で、ネットワーク上の計算機に端末を介してアクセスできなくても、電話と DTMF¹ 信号、音声、FAX などを駆使して計算機にアクセスする手段を提供する。このシステムは、電話 (phone) を介して計算機を対話的に操作する (shell operation) という形態から、PhoneShell と名付けられた²。

¹Dual Tone Multiple Frequency

²WIDE/PhoneShell といえば上記の “1” のことを指す時期が 1989 年末から 1991 年始めまで続いた。WIDE/PhoneShell にはこの部分しかなかったためである。その後、“2” や “3” が現れたため、WIDE/PhoneShell という語は、文脈によって “1” のみを指したり、“1” ~ “3” 全てをさしたりするようになり、明確でなくなる場合がでてきた。そこで著者は、“1” の部分を指す場合には単に「WIDE/PhoneShell」あるいは「狭義の WIDE/PhoneShell」と呼び、システム全体 (“1” ~ “3”) を指す場合には、「WIDE/PhoneShell システム」あるいは「広義の WIDE/PhoneShell」と呼ぶことにしている

この範疇に所属する機構には、WIDE/PhoneShell, Sophia/PhoneShell, CHANT /PhoneShell などがあり、想定しているユーザや主な使用目的が少しずつ異なっている。

上記の 2 は、インターネット上の計算機からページャ³にメッセージを転送する機構で、計算機やネットワークの障害発生を次げるメッセージをページャを持つ管理者に通知したりできる。また“3”は、“1”や“2”の運用を支援するシステムである。

本年度は、WIDE/PhoneShell システムの根幹をなす、狭義の WIDE/PhoneShell および WIDE/PCS の大幅改訂を実施した。また、携帯型情報伝達装置を WIDE/PhoneShell システムの枠組のなかで有効活用するための検討を行った。さらに、TNG/PhoneShell という次世代 PhoneShell の検討を開始した。本報告ではこれらについて述べる。

³俗にいうポケットベル

第 2 章

WIDE/PhoneShell システムの現状と今後

2.1 WIDE/PhoneShell システムのモデル

WIDE プロジェクト研究報告書で毎年述べているように、WIDE/PhoneShell システムは、図 2.1 のようなネットワーク管理者モデルに基づいて設計実装されている。図中の request と response に相当する部分を担当するのが (狭義の)WIDE/PhoneShell であり、interrupt に相当する部分を担当するのが WIDE/PCS である。

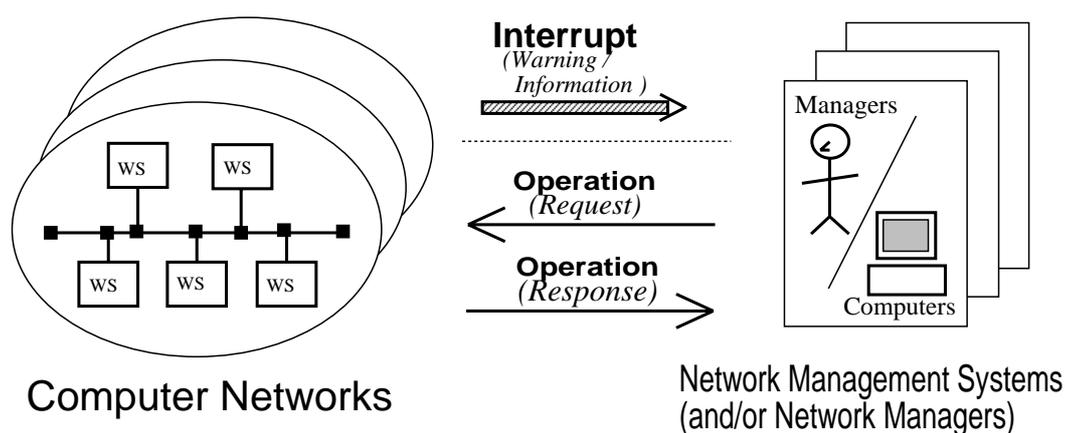


図 2.1: ネットワーク管理者モデル

ところで、これとは別の視点でネットワーク管理を眺めると、ネットワーク管理は以下の3つの機構と、それを駆使する機構(あるいは管理者)からなるシステムだとも言える。

1. 検出系 — システムの異常を検出する機構
2. 通知系 — ネットワーク管理者に異常を通知する機構
3. 制御系 — ネットワーク管理者の指示をネットワークに反映させる機構

本報告書では、実装作業等の報告をこの分類に沿って行う。

WIDE/PhoneShell システムは、場所に依存しない計算機アクセスを目指しているが、このことを、大野と WIDE プロジェクト VIP WG の寺岡が現在検討中のモデルを用いて検討すると次のようになる。(図 2.2)。

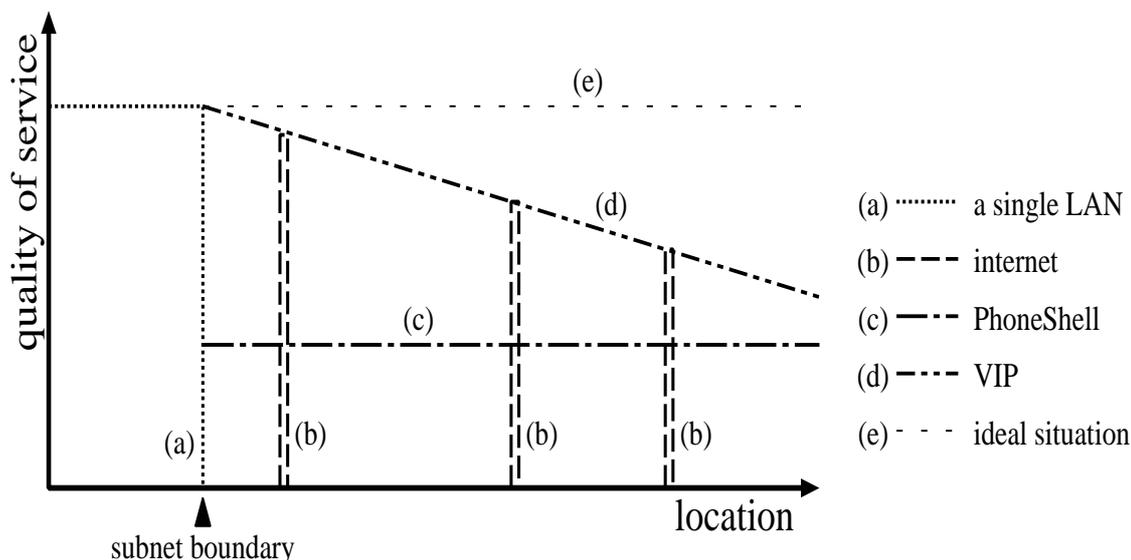


図 2.2: 場所とサービスの関係

まず、自分の計算機を原点にとり、そこからの距離を横軸に、得られるサービスの質を縦軸にとる。LAN の普及により、LAN が敷設されている範囲内から出なければ、利用者は自分の計算機上で作業するのと同じサービスが受けられる。これが図中の点線 (a) の意味である。LAN がインターネットに接続されると IP パケットは世界中の計算機との間でやりとりされるが、利用者から見ればアカウントがない計算機には login できないので、計算機利用者が自組織の LAN を離れると、得られるサービスと位置との関係は図の (b) に示すような離散的なものになってしまう。理想は (e) のように位置によらず同一のサービスが得られることであるが、(b) との差は大きい。寺岡らの mobile computing environment の研究グループは、(b) を (e) に近づける手段として VIP (virtual internet protocol) を採用した。VIP が普及すれば、インターネット上の任意の地点で自分の計算機にアクセスできるので (b) は (d) に近づく。しかし、距離が遠くなればサービスの劣化が起きるため、距離が遠くなるにつれ (d) と (e) との差は開いてしまう。一方、WIDE / PhoneShell システムは、世界中の至るところに分布する電話が利用できれば計算機にアクセスでき位置の影響を受けないが、得られるサービスの質は低いので、距離とサービスとの関係は図の (c) となる。このモデルで考えると、WIDE/PhoneShell システムの開発目標は、(c) を (d) ではなく (e) に近づけることであるといえる。

2.2 実装済みの機構

本節では、すでに実装作業を終えて、WIDE/PhoneShell システムを実際に支えているいくつかの機構について述べる。

2.2.1 検出系

検出系の実装作業は以前から活発で、さまざまな試みがなされている。

ppingd

1992 年度の研究報告書で言及した ping スクリプトは、ping コマンドを実行した際に指定したホストが 20 秒間無反応だとエラーになることを利用してプログラムされている。ところで、著者の勤務する Titanet¹運用センターでは、定常的に 53 台の基幹ルータと 8 台の主要ホストに ping をかけている。これだけの機器にシーケンシャルに ping をかけると、機器の全てが無反応の場合には、検査の 1 クール終了に 20 分以上を要する。また、無反応機器の数によって 1 クールの終了時間が左右されるので、定期的な検査はできない。そこで複数の ping プロセスを同時に実行することにより、検査の所用時間の長時間化やバラツキは解消した。

ところで ping を使った機器異常の検出には 2 つの方法が考えられる (図 2.3)。

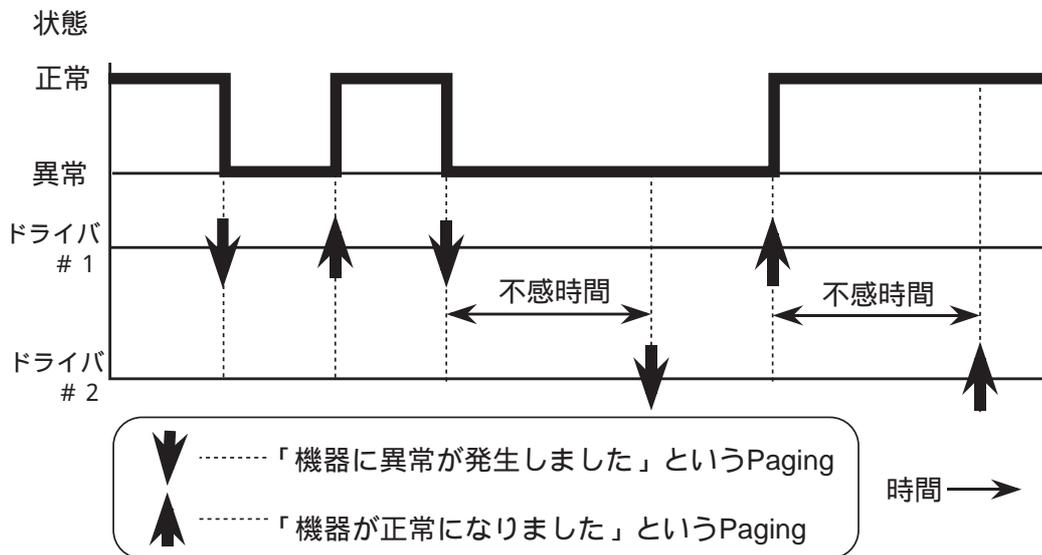


図 2.3: 機器異常検出方法による paging の違い

¹東京工業大学情報ネットワーク

- ドライバ#1 機器の状態が変化したのを関知したら、すぐに paging する。
- ドライバ#2 機器の状態が変化してもすぐには paging せず、一定時間 (不感時間) その状態が保たれた時点で paging する。

現在はネットワークの細かい挙動をチェックしたいことから、ドライバ#1 を利用している。しかし、ルーティングの切り替わりの際などに、ping に成功したりしなかったりする不安定な状態²になる場合があるので、運用ベースではドライバ#2 を使用するのがよい。

以下に実例を挙げる (図 2.4)。この例は、ドライバ#1 を使用した記録である。この時は

```
8/24 14:56 石川台 3GW が up!  
8/24 15:19 石川台 3GW が down!  
8/24 15:20 石川台 3GW が up!  
8/24 15:22 石川台 3GW が down!  
8/24 15:23 石川台 3GW が up!  
8/24 15:35 石川台 3GW が down!  
8/24 15:39 石川台 3GW が up!  
8/24 15:40 石川台 3GW が down!  
8/24 15:42 石川台 3GW が up!  
8/24 15:43 石川台 3GW が down!
```

図 2.4: paging の一例

修理作業のため、何度も電源の ON/OFF を繰り返したので、10 回の paging が起きている。この時に、もしドライバ#2 を不感時間 5 分と設定して使用していれば、15:01(14:56 から 5 分後、以下同様) と 15:24 と 15:49 の 3 回だけ Paging が起こっていたことになる。手元にある約 2 ヶ月分のデータを集計してみると、ドライバ#1 では paging が 190 回だったものが、ドライバ#2 で不感時間を 5 分感とすると 109 回に減らすことが出来ることがわかり、かなりの効果が認められる。

また現時点では、ネットワークトポロジーを考慮せずに全ての機器に ping しているため、木構造になっているネットワークの根もとのルータが停止した場合、枝葉に存在する機器も停止したという旨の連絡が来てしまうという欠点がある。しかし、ネットワークのトポロジーを反映したチェックは複数の経路が存在する場合などもある。これを単純な if/then/else で表現するのはむずかしいので、エキスパートシステムを構築する方法を検討している。

²俗に言うヨーヨーモード

snmp と syslog

離れたネットワーク機器の監視には SNMP が使用できる。著者の管理するネットワークのひとつである Titanet の基幹ルータは、周囲の気温や内部温度が一定の値を越えると自分自身で電源を切ってしまう。SNMP でこれらの温度を監視し、あるマージンを越えた場合、管理者に通知が送られるように設定した。

syslog ファイルにはさまざまな障害情報、警告情報などが記録される。このファイルを常時あるいは一定間隔で監視することにより、障害をいち早く検出することが可能である。現在は swatch という公開ソフトを利用しているが、syslog ファイルのローテートが起こった場合新しいファイルに切り替わらない、マシンが reboot した場合に自動的にチェックを再開しないとといった問題点があきらかになったので、独自のものに置き換える準備を行っている。

センサの配備

ネットワークインタフェースを有する無停電電源装置 (UPS) を導入した。この UPS は、SNMP によって電源電圧、電池温度など電源周りの情報を外部に提供する機能を持つ。また、温度センサ、湿度センサも内蔵しており、周囲の気温と湿度を測定できる。さらに 4bit の接点を持っており、接点の状態が変化すると SNMP の TRAP が発生する。4bit の接点には、試験的に光スイッチ、騒音スイッチ、赤外線スイッチ、タッチスイッチを接続し、部屋の電灯の点灯の有無、人の声あるいは物音の有無、人の動きの有無、人の手によるタッチの有無を検出可能にした。

従来を検出系はソフトウェア的に検出可能な情報のみしか取り扱えなかったが、周囲の環境に関する情報もわずかではあるが取り扱えるようになった。

2.2.2 通知系

FAX, 音声, 電報を用いたページング

安価な FAX Modem が流通し、これを用いて FAX を送受信するフリーソフトウェアも発表されているので計算機から FAX を送出するのは今や容易である。著者らも FAX 送出プログラムを利用して WIDE/PCS の出力をページャへではなく FAX に送出する準備を整えた。FAX は、文字情報だけでなく画像情報を送信することも可能なので、一度に大量の情報を伝えたい場合にはページャより有効である。ただし、ページャのように手軽に持ち運べないという問題がある。

また、音声合成装置を利用し、携帯電話に音声によるメッセージを送付する「追跡型 syslog」の活用環境の整備も完了した。追跡型 syslog の実体は、音声によるページング機構であり、携帯電話や留守番電話にメッセージを音声で吹き込む機能である。基本的枠組はすでに出来上がったが、略号や英語を多く含むメッセージをいかにわかりやすく読み上げるかが課題として残っている。

ところで、FAX が利用可能になると新たな応用として、電報が利用可能になる。電報は、事前に手続きを済ませておけば FAX によって申し込むことができる。したがって FAX をサポートした WIDE/PCS は、電報を使ってメッセージを送ることが可能になった。電報の受付時間は緊急定文電報を含めれば 24 時間で、配達も早朝深夜 (22 時～6 時) をのぞけばいつでもどこでも配達されるので、ページャや電話で連絡できない場所にいる管理者への Paging には好適である。

WIDE/PCS メッセージ再送機構

Sophia/PhoneShell を用いたアプリケーションとして、「ページャに送られたメッセージを再度送出する機構」を作成した。

原理は簡単で、(1) まず、WIDE/PCS がページャへメッセージを送る際に、メッセージをページャごとに用意したディレクトリに保存しておき、(2) 再送を希望するページャの所有者が Sophia/PhoneShell に公衆電話等からアクセスし、DTMF を使ってページャの電話番号と自分の暗証番号を伝達してそのページャのユーザであることを証明し、(3) 既に当該ユーザにおくられたメッセージのうちどのメッセージを再送するかを指定する。すると、該当するメッセージが再度ページャサービスセンタに送られる。このように簡単な機構であるが、ページャの所有者が、ページャのサービスエリア外や電波の到達しにくい地下やビル内からページャサービスエリア内にもどったときに、ページャ所有者の意志でメッセージ再送を実施できる点が便利である。

なお、現在この機構は Sophia/PhoneShell だけでなく WIDE/PhoneShell を用いて実装したものも用意した。

PDA の活用

再送機構は有効ではあるが、これに加えて端末アクセスができない場所から他の管理者のページャにメッセージを送る機能も必要である。

しかし、WIDE/PCS で多く使われている NTT DoCoMo の自由文型ページャに 36 文字の漢字仮名混じりの日本語でメッセージ³を送ろうとすると、1 文字を表現するのに 5 ストロークを要するので、プッシュホン上でのべ 180 個のキーを誤り無く押さなければならない。これは現実的ではない。そこで、最近普及が進んでいる Newton, Zoomer, Zaurus, HP200LX といった PDA(Personal Data Assistance) と呼ばれるシステム手帳サイズの小型計算機をページャに対する入力デバイスとして利用する方法を検討した。これらの PDA は内蔵のスピーカから DTMF 音の発生ができたり、シリアルインターフェースを使って外部の DTMF 発振器などを制御することが可能である。すなわち入力した文を数字に変換し、これらのデバイスを利用して DTMF 音を作り、ページャにメッセージ送ればよい。シリアルインターフェースに接続する DTMF 発信器は、1990 年に当時普及しはじめたラッ

³仕様上の上限

ブトップパソコンで WIDE /PhoneShell を制御する目的で製作したもの [105] を流用した。PDA が DTMF を扱えるようになったので、ページャへのメッセージ転送だけでなく、WIDE/PhoneShell の半自動運転も可能になった。

また、単音は出せても和音である DTMF を発振出来ない PDA もあるので、DTMF ではなくモルス信号を発生させ、システム側ではこれを解読して WIDE/PhoneShell が提供するサービスと同等のサービスを実施する環境も整いつつある。これについては、次章で再度言及する。

2.2.3 制御系

制御系は従来は手をつけていなかったが、今回ルータやモデムなどの電源を ON/OFF する機構の整備を行った。シリアルケーブルでワークステーションと接続されたシングルボードコンピュータにコマンドを送ると、そのコマンドにしたがって電力制御用のリレースイッチを ON/OFF するだけの単純な機構であるが、電源を再投入をすれば復旧するような障害は、この機構により短時間で回復するようになった。

2.3 現在実装中の機構

本節では、WIDE/PhoneShell システムに組み込むための準備を進めている要素技術について述べる。

2.3.1 通知系

FAX による手書き文字、マークシート、バーコード等の認識

第 1 報で述べたように FAX を入力装置とみなし、手書き文字、マークシート、バーコードなどを受け付ける準備を進めている。すでに手書き文字の認識とマークシートの認識の一部の試験的実装を終え、バーコードへの対応に取り掛かるところである。

DTMF によらないページャ制御

現在の WIDE/PCS には以下のような問題がある。

1. 呼が確立した際に回線の極性反転がおこらないと使用できない⁴。
2. DTMF を利用してメッセージを送る現行の方式は、人間が操作することを前提に設計されているので、ページャサービスセンタ側からの応答メッセージは全て音声で行われている。このため、音声を認識できないシステムでは、DTMF 発信のタイミングを見計らうことが難しく、場合によっては文字化けや文字落ちが起きる。

⁴内線電話の一部、ISDN TA の一部など。これは現在利用している NCU の仕様上の制限である

3. こちらから DTMF で送ったデータが正しく認識されているかを確認する方法が無い。
4. 電話番号を間違えたなどの理由でページャサービス以外の電話に繋がった場合でも一方的に DTMF を送ってしまい、発信者には無事にメッセージを送ったという通知を返してしまう。

これらの欠点は、ページャサービス会社側がページャへのメッセージを受け付けるインタフェースを改善しない限り抜本的な克服はできない。この問題に対して、NTT DoCoMo は、自由文型ページャに限って「データ端末インタフェース」を提供している。これは 300bps(ITU-T V.21), 1200bps(ITU-T V.22), 2400bps(ITU-T V.22bis) の modem を使ってページャサービスセンタに接続し、あらかじめ決められたプロトコルで通信を行ってページャにメッセージを送り込むもサービスである。現在、このサービスを利用するためのドライバが作成され、試験的に利用されている。しかしまだ WIDE/PCS には組み込まれていない。

音声・DTMF 等識別機構

上述のように、ページャを DTMF で制御する場合、ページャサービスセンタからの応答は音声(主に人の声)である。WIDE/PCS は、メッセージの内容を理解できないのでメッセージを聞き終えてから DTMF を送出するという対応はできない。現在は、回線接続後あらかじめ決めた時間だけ待ち、音声によるメッセージが終了するタイミングを推測している。しかし、音声メッセージの長さがかわった場合には DTMF 送信のタイミングが不適切になり、DTMF を意図したように送れないことがある。この問題は、接続相手から現在送られている音が以下のいずれかに該当するかを識別できれば、改善される。

- 無声
- リングバックトーン(呼出音)
- ビジートーン(話中音)
- 人の声
- 第2発信音(ポケベルセンタが DTMF を受け付ける状態を表す音)
- DTMF 音

これらを互いに区別するだけであれば、接続相手から送られてくる音を高速フーリエ変換(FFT)して比較することで実現できる。著者らの実験系は、電話回線からの音をワークステーションに取り込むハードウェアを持っており(図 2.5)、また近年のワークステーションは、分解能が低くてもよければ実時間で FFT を実行できる計算能力を持っているので、実装は容易である。現在、FFT の結果を効率よく処理し、判断を下すルーチンの試作を行っている。

2.3.2 その他

検出系、通知系、制御系のいずれにも該当しないが、WIDE/PhoneShell システムの発展に寄与するものとして実装が進められているもののうち主なものは、以下の2点である。

WIDE/PCS のユーザ界面の改良

WIDE/PCS は、中間ファイルを介してページャを制御するので、電子メール以外の手段を用いてメッセージをページャに送ることは容易である。このことを立証するために、WIDE/PCS のユーザインタフェースプログラムを Macintosh 上に試作し、動作を確認した(図 2.6)。現在、X window 版、Windows 版も試作中である。

また、多くのユーザが nemacs あるいは mule 上でメールを読み書きしていることから、「ページャへ送るメッセージを作成中の emacs バッファの内容を読み込み、作成中のメッセージがページャ上ではどのように表示されるかをエミュレートする機能」も用意した。この目的のために、著者らが属する研究グループの徳川によって自由文型のエミュレータが開発された。このエミュレータにより、メッセージ作成者は現在のメッセージが 36 文字以内に収まっているか否かを容易に判定できるようになった。

使い捨てパスワード

使い捨てパスワード (One Time Password) の配布に WIDE/PCS が利用することも検討されている。システムのセキュリティを確保するために、パスワードを使い捨てパスワードにすることがあるが、そのためのパスワードをどのように利用者に配布するかについては、決定的な方法はまだない。「システムに接続するとシステムが毎回異なる文字列を表示し、利用者は解読プログラムが組み込まれている小型の計算機でこれを解読して使い捨てパスワードを取得し、これをシステムに入力するとはじめて login できる」というシステムは、使い捨てパスワードを用いたシステムの一例ではあるが全てではない。この方法の欠点の一つに、万一解読用計算機を盗まれると使い捨てパスワードを導入した意味が無くなるという問題がある。この方式にかえて、使い捨てパスワードをページャで送るようになれば、利用者は解読用の計算機を携帯する必要がなくなり、解読用計算機盗難の問題も回避できる。ただし、ページャへのメッセージが盗聴されていないことが前提である。WIDE/PCS が使い捨てパスワード配布にどの程度有効であるかは、引続き検討を重ねる。

2.4 WIDE/PhoneShell システムの今後

本節では、今後採用するか否かを現在検討中の技術をいくつか取り上げる。ついで、WIDE/PhoneShell システム自体の今後のありかたについて述べる。

2.4.1 利用を検討中の技術

WIDE/PhoneShell システムは、広く普及し、技術的に安定し、安価で、利用が容易な技術を集めてつくるという方針を堅持している。この方針に合致し、WIDE/PhoneShell システムの枠組のなかで利用できる可能性のあるものを以下に列挙する。これらは、資料が十分に入手できない、法的規制のため実際に試すことができないといった理由でいずれも検討が不十分であるが、逆に利用可能性を完全に否定する根拠はないものばかりである。

次世代ページャ

次世代のページャは、一度に数 100 文字のメッセージを受信できるようになる可能性がある。加えて、小型、軽量、広域サービスなども実現すると予想される。この仮定が正しく、加えてページャが今後も受信専用機であると仮定すると、送信機能が不要な分だけ、大きさ、価格、サービス範囲の点で無線端末より優位になるので、今後も利用価値は大きいと思われる。さらに、ページャサービス会社側がインターネットとページャのゲートウェイを提供すれば、ユーザ側が WIDE/PCS のようなサービスを自作しなくて済み、メッセージ伝達機構としての利用がいつそう盛んになるとと思われる。

ページャからメッセージを送信できる機種は、すでに販売されているが、大きさ、価格、電池寿命、サービス範囲など克服すべき点が多く、現時点では WIDE/PhoneShell には適さない。送信可能なページャは、同時期に開発された受信専用機と比べると、上記の点で常に不利になるという本質的問題を抱えているが、やがてはこの問題も無視できる程度にまで軽減されるだろう。

ISDN 公衆電話

NTT の ISDN 公衆電話は都市部を中心に徐々に普及している。同公衆電話には液晶のパネルがあり、利用方法などをユーザに提示するために利用されているが、その表示内容はときどき変更されている。表示内容を変更するたびに電話内の ROM を交換するといった手間をかけているとは考えにくいので、おそらく ISDN D チャネルを利用して新しい情報を転送しているのではないかという推測が成り立つ。もしこの推測が正しく、情報転送機能がユーザに公開可能であれば、ユーザは ISDN 公衆電話を端末として利用できる。すなわち DTMF を用いて計算機に指示を送ると液晶パネルに情報を表示するサービスを作ることができる。このサービスが実現可能なら、管理者がシステムの稼働状況などを把握したり、計算機からのメッセージを受け取る作業が現在の WIDE/PhoneShell に比べて容易になる。

音声認識

音声認識は、WIDE/PhoneShell システム開発開始当初からの懸案であるが、電話回線を経由した不特定多数の話者の音声を確実に認識する技術が必要なため、まだ採用していな

い。この条件を満たす機器が普及し、だれもが低コストで利用可能になるのを待っている状態が続いている。実験室レベルでは可能になりつつあるが、現時点では WIDE/PhoneShell の枠組には取り込めない。

無線の利用 (1) PHS

PHS (Portable Handyphone System) は、今後普及が予想されるサービスで、数年以内に、広く普及し、技術的に安定し、低コストで、かつ操作が容易という諸条件を満たすと思われる。現在携帯電話を利用して実験中の各サブシステムは、ただちに PHS 上で利用できるので、WIDE/PhoneShell システムが PHS を取り込むことは確実である。ただし、携帯電話やページャではできない独自のサービスを実装できるかは今のところ明確ではない。

無線の利用 (2) ミニ FM 局

ラジオ放送と同等のサービスをインターネット上で実施しようという試みはすでに行われて成果をあげているが、著者らはこれとは逆に、不特定多数の人々に同時に情報が伝えられることができるラジオ放送を WIDE/PhoneShell システムの通知系として利用できないかを検討している。たとえばキャンパス内あるいはキャンパス周囲といった、一定の地域でのみ受信可能なラジオ局 (俗に言うミニ FM 局) あるいはそれに類する放送機構に計算機からの音声情報を送り込めば、システムの稼働状況などを常に音声で通知することが可能である。システム管理者以外に知られては支障がある情報を流すことはできないが、一般利用者に対する各種の連絡などには利用できると思われる。また、使い捨てパスワードの公開鍵を通知する目的にも利用できる可能性がある。このシステムの利用者に必要なのは、カードサイズの FM ラジオだけなので、広く普及、技術的に安定、価価格、操作が容易という諸条件を満たす。ただし、送信者側には、機材の準備、法的な規制への対応といった問題があるのでコストや手間の点に問題が残る。

無線の利用 (3) 短波帯

前項では、伝搬範囲が比較的狭い FM 放送が、キャンパスネットワークのような中規模ネットワークの管理に利用可能であることを指摘した。一方、広域ネットワークの管理には、短波帯の利用可能性がある。

短波帯の通信は、帯域を広くとることは難しいため大量の情報転送には向かないが、広い範囲に情報を伝えることが可能である。現時点では、山間部を含む国内全域に情報を即時に伝えようとするなら、衛星を利用するか短波帯の無線を利用するのが有力であろう。衛星通信は広い帯域を確保できるが、通信機材のコストの点で WIDE/PhoneShell システムの枠組にそぐわない。これに帯して短波帯で CW (モールス符号) 等を用いて情報を送ると、単位時間に送付可能な情報量は少ないが低コストで国内全域に情報を送付できる。受信機も、FM ラジオよりは高価であるが、衛星通信機器に比べればはるかに安価である。す

なわち、国内に散在する広域ネットワークのノードごとに CW で稼働状況を報告する短波帯送信機を設置すれば、管理者はどこにいても短波帯受信機で稼働状況を知ることができる。複数の局が同時に電波を発信しては混信してしまうので複数の周波数を確保する必要があるが、送出スケジュールを適切に決めれば単一周波数でも目的は達せられる。もちろん受信者は、モルス符号による通信を理解できるかデコーダを所持しなければならないという制限が存在する。また、このような目的に利用可能な短波帯を法的に確保できるかといった問題は残る。しかし小人数で、広い範囲に分散するネットワークノードの稼働状況を知るといった目的には合致するので検討を進めたい。

2.4.2 次世代 WIDE/PhoneShell

最後に、次世代の WIDE/PhoneShell システムについて述べる。

今までの WIDE/PhoneShell システムは、利用対象を管理者に限定したり、特定の用途に限定したものであった。これに対して、著者のひとり(新美)が新たに提案する新しい PhoneShell システムは、利用の対象をネットワーク管理者から一般の人にまで広げ、従来の「管理者が、いつでも、どこでもネットワークにアクセスできる環境の提供」から「だれもが、いつでも、どこでもネットワークにアクセスできる環境の提供」に拡張することを目指している。

次世代 PhoneShell システムの理想は、全ての機器がネットワークに直接または間接的に繋がることである。将来、全ての公衆電話自体が現在のワークステーション並の端末機能を持ち、広域ネットワークに高速回線で直接つながれば、現在の WIDE/PhoneShell システムのような手法の出番はなくなる公算が大きい。しかし、そのような環境が実現するにはまだ時間を要するので、広く普及し、技術的に安定し、低価格で、操作が容易という諸条件を満たす技術を使って少しでも理想に近づこうという努力は無駄ではない。これが次世代 PhoneShell システムが歩む道である。

また、キーボードやディスプレイに依存せずに計算機を使用する技術を応用すれば、身体の不自由な人々のコンピュータアクセスを支援できると思われる。現在の日本では、残念ながら身体の不自由な人々のためのコンピュータアクセスに関する研究は TRON プロジェクトなど一部を除いては、まだあまり進んでいない。次世代 PhoneShell システムはこのような分野にも進出することを考えている。

次世代 PhoneShell システムについては次章で詳しく述べる。

2.5 本章のまとめ

本章では、WIDE/PhoneShell システムの現状と今後について報告した。

ネットワーク管理者のためのシステムである WIDE/PhoneShell システムをもとに、TNG/PhoneShell の開発が本年度から始まった。TNG/PhoneShell は簡単に言うとすべての人のための PhoneShell

である。

それでは WIDE/PhoneShell は TNG/PhoneShell に吸収されるのだろうか。著者らは、TNG/PhoneShell の開発が順調に進んでも、当分の間は、管理者のための WIDE/PhoneShell の研究開発は維持する方針である。なぜなら、TNG/PhoneShell は将来を見据えているシステムであるのに対し、WIDE/PhoneShell は今を生き抜くためのシステムであり、システムとしての性格が異なるからである。

今後 WIDE/PhoneShell システムは、携帯型情報伝達装置を積極的に活用し、ネットワークにアクセスできない遠隔地からのネットワーク操作環境の改善を目指す方針である。

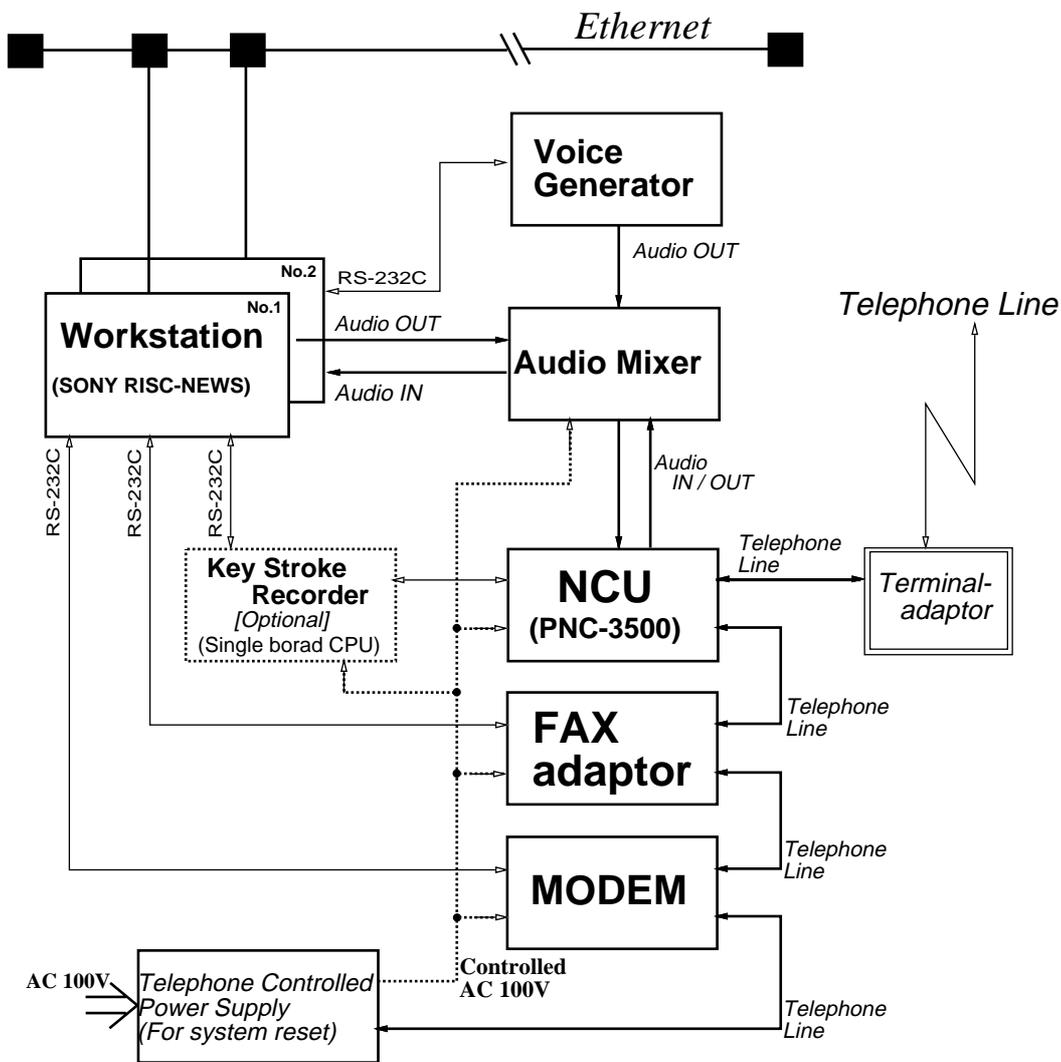


図 2.5: 実験系のハードウェア



図 2.6: Macintosh 上の GUI の画面

第 3 章

TNG/PhoneShell の試作

3.1 時間や場所の制限を受けないインターネットアクセス

最近のインターネットの普及は目を見張るものがあるが、現在の使われ方を整理すると以下に示す事項に分類できる。

- 電子メールを読む、書く
- ローカルのディスクにあるファイルを読む
- ネットニュースの記事を読む、投稿する
- 情報サーバ (WWW, Gopher, Whois, WAIS など) にアクセスして情報を得る
- VAT などにより、インターネット上で開催される音声会議に参加する

これらの事項をいつでも、どこでも、誰でも利用出来るようにすれば、インターネットをいつでも、どこでも、誰でもアクセスできると現状ではみなせる。

ところで、PhoneShell/WG では、今ではどこにでもあり普及している電話というメディアに注目し、その電話というメディアをネットワーク管理に活かしてきた。そこで本年度は今までの PhoneShell/WG の成果を利用して、次世代の WIDE/PhoneShell システムである TNG/PhoneShell[106] を提唱する。TNG/PhoneShell を用いることで、誰でもが時間や場所の制限を受けずにインターネットにアクセスできる (図 3.1)。

3.2 TNG/PhoneShell の概要

今までの WIDE/PhoneShell システムは、利用者が管理者に限定されていたり、用途がインターネット管理やメールの読み書きなどに限定された特殊な環境を提供するものであった。そのため、ネットワーク管理などの限定された目的には有用であったが、それ以外の用途への応用はむずかしい。

これに対して筆者の一人である新美が新たに提案する次世代の WIDE/PhoneShell システムである TNG(The Next Generation)/PhoneShell は、利用の対象をネットワーク管理者が

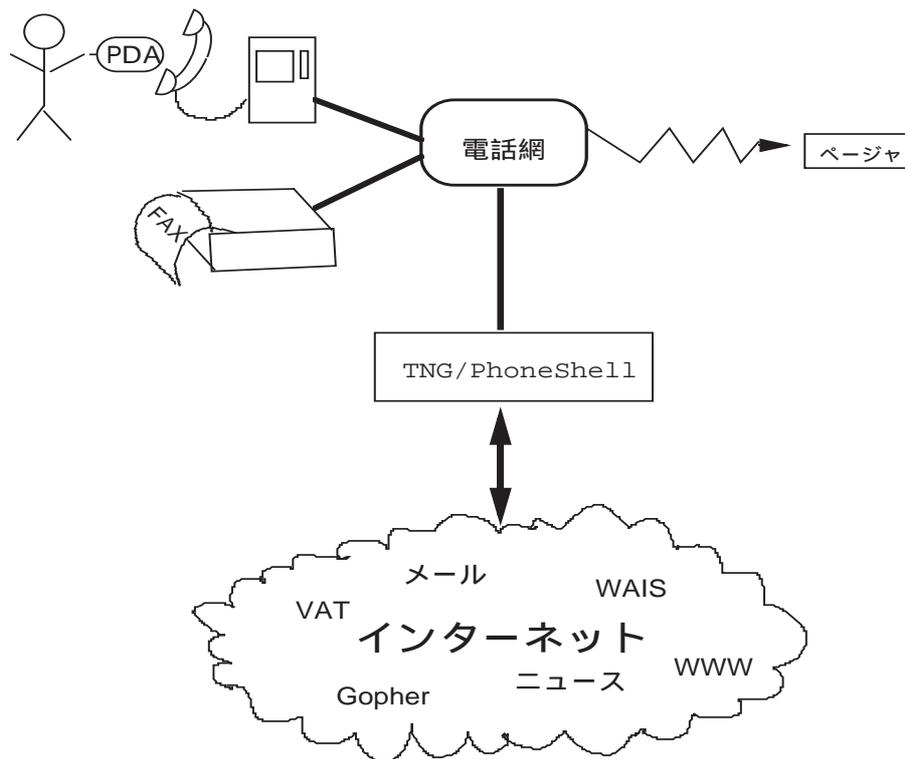


図 3.1: TNG/PhoneShell のモデル図

ら一般の人にまで拡大し、「だれでも」が、「いつでも」、「どこでも」、「インターネットを利用する」ことができる環境の提供を目指している。場所とサービスの関係モデル [107] からわかるように、TNG/PhoneShell は、WIDE/PhoneShell システムの技術を活用することによって、全国いたるところにある電話機をユビキタス・コンピューティング (Ubiquitous Computing) [108] の端末とみなし、「いつでも」、「どこでも」コンピュータを利用することを可能にする。

また、WIDE/PhoneShell が提唱する文字端末に依存せずにコンピュータを使用する技術を応用すれば、身体の不自由な人々のコンピュータ利用を支援できると思われる。例えば、テキスト音声合成装置を使った「声」による結果出力は目の不自由な人のためのテキスト出力に、DTMF を利用した入力手の不自由な人の文字入力などに応用できる。このように TNG/PhoneShell は利用者を限定しないことを目指す。

3.2.1 TNG/PhoneShell の実装に用いる技術

つぎに、TNG/PhoneShell の実装を考える。入出力のデバイスについては以下のようなものが使える。これらの大半は既に利用してきたものであるが、TNG/PhoneShell の視点

から見直してある。

音声認識装置と音声合成装置

声による入力はだれにでも使えるという利点があるが、現時点では不特定話者の音声を電話を通して認識する技術はまだ実用的ではない。

出力装置として音声合成装置を用いるのは、電話という媒体を利用する限り必須である。

FAX

FAX は手軽に扱える入出力デバイスで、文字情報の出力や画像情報の入出力には適しているが、FAX から文字認識をして文字情報を得ることは、現時点では容易ではない。したがって、FAX は文字出力、画像入出力装置として利用する。なお、マークシートやバーコードなどを用いれば、FAX で TNG/PhoneShell を操作することもできる [107]。

DTMF とモールス信号

現在の電話の大半は DTMF の発信が可能であるので、DTMF はなんらかの選択をする目的に利用でき、さらに文字を数字で表現できれば文字を入力することもできる。すなわち、[109] で述べられている Personal Data Assistance(PDA) を利用した双方向ページング機構を応用して、DTMF を使ってもコンピュータに長い文章を容易に入力することが可能となる。ただし、DTMF を人間が聞きわけるのは困難なので、計算機の出力に用いるのは不適當である。

無線通信で昔から使われているモールス符号は、多少の訓練で送信、受信を習得することが可能であり、DTMF で文字を送信する手段よりも習得が簡単であると予想される。また、モールス符号は音の長短と休止の組合せで文字をあらわすので、手が不自由な人のための入力手段、目の不自由な人のための出力手段にも利用できる可能性がある。さらに人間がモールス符号を送信できなくても、PDA などで発信させることが可能である。DTMF が使用できない PDA でも、多くはモールス符号なら発信可能である。またコンピュータでモールス符号を受信することは容易であり、コンピュータに接続可能なモールス符号の解読機は安価な物が市販されている。この観点からもモールス符号の利用価値は高い。

3.3 TNG/PhoneShell プロトタイプによる実験

今回は既存の WIDE/PhoneShell システムで提供される様々なパーツを組み合わせて TNG/PhoneShell のプロトタイプを作成した。このプロトタイプを用いて TNG/PhoneShell の有効性、今後の方向を検討するため、以下の 2 つの実験を行った。

- World Wide Web サーバへのアクセス機構の試作

- モールス信号による文字入力の可能性の調査

1995 年度はこれらの実験で得られたデータをもとにより具体的な TNG/PhoneShell の実装、評価を進めていく。

3.3.1 TNG/PhoneShell によると WWW サーバへのアクセス

最近、World Wide Web(WWW)のサーバが数多く立ち上がってきている。この WWW が盛んになったことでインターネットの底辺が広がったといえよう。既に雑誌広告には「詳しい情報は、<http://www.foo.co.jp/bar> から入手できます」というような記述がある。これは URL(Uniform Resource Locator)と呼ばれ、情報の場所を示している。またインターネット関連雑誌の記事には WWW サーバ紹介といった記事も目立ち、これらの記事にも URL が併記されている。しかし、このような情報のある場所(URL)がわかったとしても、その情報の中身を取り出せない場合や情報を取り出す手段を持たない人達もいる。なぜならば、この WWW の情報を得るためには、

- WWW サーバにコネクションを張ることが出来なければならない(IP 接続でなければならない)。
- 画像情報が含まれることが多いので、文字だけしか扱えない環境ではなく、グラフィックの扱える環境がのぞましい。

という環境が必要だからである。一般の人達にはまだまだ IP 接続は手軽ではないし、計算機に詳しい人でも外出先でこの環境を整えることはむずかしい。そのような場合には、TNG/PhoneShell を使えばよい。

そこで、TNG/PhoneShell で最初に提供する機能は、「情報サーバにアクセスして情報を得る」こととし、今回はこの機構のプロトタイプの作成をおこなった。

今よりももっと多くの WWW サーバが立ち上がり、新聞や町中のポスターなど世の中のあちこちに URL が表示されている世の中を仮定して、このアクセス方法を具体的に考えてみる(図 3.2)。

1. 欲しい情報の所在を示す URL を見つける。

これは、広告や記事、町中のポスター、URL を集めたカタログ本などから見つける。また、「××について知りたい」と尋ねると、その情報の URL を教えてくれるエージェントやサービスも存在しているかもしれない。

2. TNG/PhoneShell サーバに電話をかける。

TNG/PhoneShell サーバに接続するためには、電話番号を知らなければならない。将来、複数の TNG/PhoneShell サーバが異なる場所で稼働し始めた場合、最寄りのサーバの電話番号を知りたいといった要求が起こるはずである。著者らは、NTT のハローダイヤルサービスにサーバの電話番号を登録し、利用者がオペレータに「FAX サー

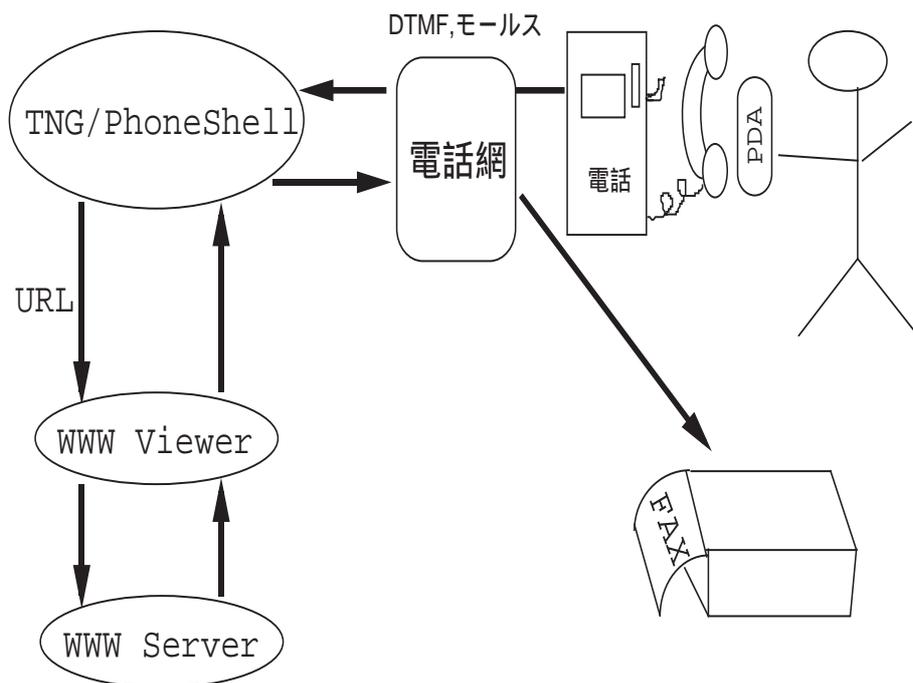


図 3.2: TNG/PhoneShell による WWW サーバアクセス機構のモデル図

ビス」「TNG/PhoneShell」といったキーワードを告げさえすれば最寄りのサーバの電話番号を取得できるようにする予定である。

3. TNG/PhoneShell に URL と FAX 番号を入力する。
 入力方法は、音声認識、DTMF、モールス信号などが考えられる。DTMF やモールス信号で入力する場合、URL 程度の長さであれば、人間がコード表を見ながら手入力しても構わないが、PDA などがあれば、コード変換と DTMF やモールス信号の発信は機械がおこなってくれる。広告などに載っている URL がバーコードで記録されていて、バーコードリーダー付きの PDA があれば、人間はバーコードをなぞるだけでキーボードにも触れなくてもかまわない。
4. TNG/PhoneShell は WWW ビューアに URL を渡し WWW サーバから情報を得る。
5. 得られた情報を TNG/PhoneShell が FAX に送信する。
6. URL で指定した情報が FAX に届く。
 FAX は自宅や会社はもちろん、駅、コンビニエンスストアなどにも置かれている公衆 FAX でもかまわない。もちろん携帯電話に繋がるような携帯 FAX でもかまわない。

今回のプロトタイプの実装にあたっては、WWW ビューアには lynx-2.3 jp0.93 を利用し、FAX 送信部分には FlexFax を使用した。また、文字の入力には DTMF 入力を用いた。なお、lynx は米国カンサス州立大で開発されたキャラクタ端末用 World Wide Web ブラウザで、日本語化は千葉大のあさだ たくや氏によって行われた¹。FlexFax は SGI(Silicon Graphics Inc.) の Samuel J. Leffler によって開発された FAX 送受信ツールである²。

送られてきた FAX の一例として URL として `http://www.wide.ad.jp/index-j.html` を指定したものを図 3.3.1 に示す (2 行目には「御希望の URL `http://www.wide.ad.jp/index-j.html` は以下の通りです。」と書かれている)。今回使用した lynx はテキストベースの WWW

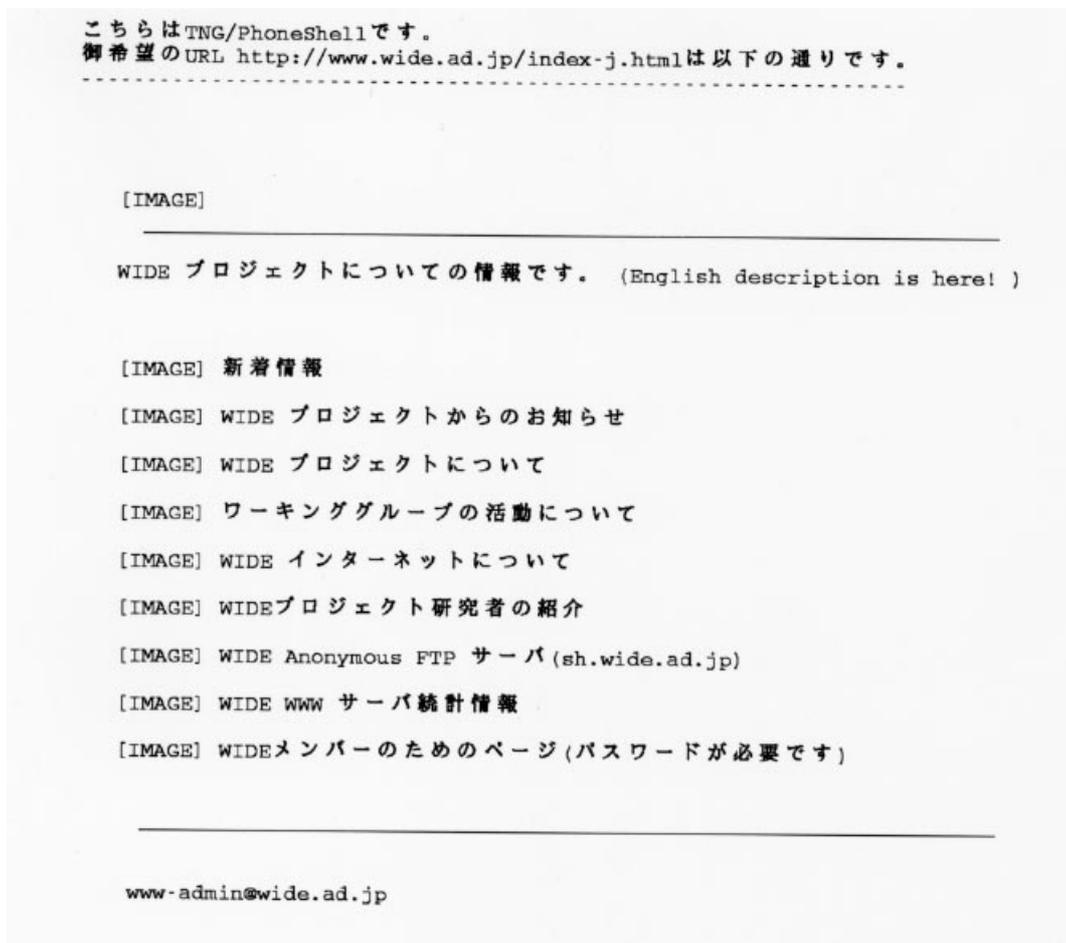


図 3.3: TNG/PhoneShell からの FAX の一例

ビューアなので、アイコンや絵、写真の部分は全て [IMAGE] という文字で表されているだけである。また、他の項目、URL へのアンカー部分についての情報は何も表示されていない

¹`ftp://ftp.ipc.chiba-u.ac.jp/pub.asada/www/lynx/` から入手できる

²`ftp://ftp.sgi.com:/sgi/fax/` から入手できる

い。これらの問題点は TNG/PhoneShell 専用の WWW ビューアを作成して解決する必要があり、今後の課題である。

また、今回は FAX を出力装置として利用したが、双方向テレビなどが普及して、ユーザのリクエストを元にテレビ放送を作るビデオオンデマンドが普及した場合、複数の URL をコマ送りで放送するような形態で出力できるかもしれない。このようなリクエストにも TNG/PhoneShell は対応できるようにしていく。

3.3.2 モールス信号の利用可能性調査

また、今回は TNG/PhoneShell の文字入力方式の 1 つとして、モールス符号を利用する方法を実験した。前述のように DTMF を発信できない PDA でもモールス符号を発信できるものは多く、DTMF よりも有利な場合があるからである。

実験方法

実験は実際の電話回線を通して行った。電話機の送話口のに PDA を押しあて、PDA の内蔵スピーカからモールス信号を発信させる。これを受信側に接続した解読機で解読し、PDA から送り出した文章と比較する事によって実験を行った。また送信スピードを変えてそれぞれの受信状況を確認するのだが、送話口への PDA の押し当て方などで条件が変わるので、各スピードとも数回実験を繰り返した。

使用機器、ソフトウェア

今回の実験では受信側 (モールス符号解読機) にはタスコ電気の TNC-23MkII を使用した。この製品はアマチュア無線などでパケット通信をおこなうのが主目的の弁当箱程度の大きさの物であるが、音声で送られて来たモールス符号を解読し、文字としてシリアル通信ポートに出力したり、逆にシリアル通信ポートから文字を入力すると音声のモールス符号に符合化する機能も備えている。今回はこのモールス符号解読機能を利用し、電話録音ユニット、マイクアンプを介して電話線に接続した。

また、送信側では、PDA の代表的な機種である Hewlett Packard 200LX³ の上でモールス符号練習プログラム CWT⁴ を動作させ、内蔵スピーカから発信されるモールス信号を電話機の送話口から拾うという形で実験をおこなった。これは機器を直接電話線に繋げることのできないような環境 (例えば、公衆電話など) でもモールス符号を送信できるかどうかを確認するためである。

実験結果

実験の結果を表 3.1 に示す。最良の場合、120 文字/分程度でデータを送ることができる

³CPU のクロックを倍速に改造したものを使用

⁴Rev. 2.50, NIFTY Serve FHAMAD Lib2 34 に収録された MS-DOS 上で動作するフリーソフトウェア

| 送信速度 | 伝搬状況 |
|---------|---------------|
| 60 字/分 | 文字化け等無し |
| 70 字/分 | ほとんど文字化け等無し |
| 80 字/分 | 空白が誤って混じり始める |
| 100 字/分 | E が誤認識されやすくなる |
| 110 字/分 | 周囲の環境に左右されやすい |
| 120 字/分 | 条件が良ければ受信可能 |
| 130 字/分 | ほとんどデータが伝わらない |

表 3.1: モールス符合送信実験結果

ことがわかった。これより速いスピードでは HP200LX 側での発声が無音部と有音部の区別がつかなくなる。また、高速で送信すると語と語は無音によって区切るというモールス符号の性格上、空白が誤って挿入することが多い。空白も正しく伝達するとなると大体 70 文字/分までスピードを落とさなければならない。空白を送信する場合は何か別の文字に置き換えて送信し、混じった空白は無視するようにすれば、効率が上がる。

また、モールス符号はアルファベット 26 文字 (大文字小文字の区別なし) と数字、一部の記号のみが定義されている。この符号体系で通常の文書等を送信するには一部の文字を変換する必要がある。今回は以下のように変換してみた。

1. 日本語 (漢字) は iso-2022-jp であらわす。
2. アルファベット小文字はそのまま送信する。
3. アルファベット大文字は文字の前に / をつけて送信する。
4. / そのものを送信する場合には // を送信する。
5. モールス符号に定義されていない文字は /FF のように / の後に 16 進数表記の ASCII コードを送信する。

この変換により、日本語データのモールス信号による送信も可能となった。実際に先の構成で送信実験をしたところ、良好な結果が得られた。なお、この変換方法を使えばバイナリデータも送ることができる。どうしても PDA から絵や写真などを送信したいがモデムなどの通信機器を持っていない場合でも、この変換方法でモールス符合に変換した上で送信することが可能である。もっとも 1Kbyte 程度のバイナリデータを送信するには 120 文字/秒で送信しても 25 分もかかる。画像などのデータを送信するにはもっと効率良い方法を考える必要がある。今回はモールス符合を用いて人間が文字を入力する事も想定してい

るので、簡単な変換方法のみで実験したが、機械対機械が通信をする場合にはもっと複雑な変換をおこなえば効率が上がると考えられる。

今回試作した WWW サーバアクセス機構のような場合にはユーザが入力しなければならないのは URL という限られた文字種で構成された、限られた長さの文字列である。筆者の一人が個人的な興味で集めた URL 情報 (ホットリスト) 139 件について調べたところ、URL の平均の文字数は 43 文字、モース符号で表せない文字は ` , # の 2 文字であった。43 文字を 120 文字/秒で送信した場合は約 22 秒、70 文字/分で送信した場合でも約 37 秒で送信が終了することになる。この程度の待ち時間であれば、WWW サーバの 1 ページ分の情報が FAX で送られてくることを考えれば、十分に待てる時間であろう。

今回は HP200LX という高機能な PDA を実験材料に使用したが、BASIC 言語が動作する PDA やポケットコンピュータでもブザーの制御が出来る。今後、これらの機種に対しても実験をおこなっていく。

3.4 本章のまとめ

本章では TNG/PhoneShell と名付けた次世代 WIDE/PhoneShell システムを提唱し、そのシステムを用いて「いつでも」、「どこでも」、「だれでも」が「インターネットを利用できる」利用形態を考え、システムの一部を試作した。今後はシステムの構成部品を増やしてゆき、1996 年ころには試作を終える予定である。

将来には、町にユービキタス・コンピューティング端末があふれ、いつでも、どこでも、だれでも、インターネットを自由に使えるような環境が提供される可能性がある。そのような時代が訪れるまでの間、本研究のアプローチは人々とインターネットとを結びつける強力な機構となるだろう。また、将来のユービキタス・コンピューティング端末のインターフェースやパフォーマンスの研究、設計などにも本研究は影響を与えられよう。

第 4 章

おわりに

PhoneShell ワーキンググループは、ネットワーク管理者用のためのシステムを開発するフェーズから、万人のためのシステムを開発するフェーズに少しずつ移行している。この試みは以前から PhoneShell ワーキンググループ内で続いているが、現時点では TNG/PhoneShell 開発チームがその役目を一手に引き受けている。

TNG/PhoneShell はまだ開発がはじまったばかりであり、詳細については未定の部分も多い。来年度は体制を整え実用的なシステムに発展させる方針である。

