

## 災害時に適した情報表示装置とその制御機構の設計と実装

木本 雅彦<sup>1</sup> 川部 勝也<sup>2</sup> 松田 一郎<sup>3</sup> 大野浩之<sup>4</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>

ハイウェイ・ツール・システム株式会社<sup>3</sup> 郵政省 通信総合研究所 通信システム部<sup>4</sup>

### 概要

大規模な災害に見舞われた時、家族・知人の安否や、ライフラインの復旧状況といった情報は被災者にとって重要である。災害時でも機能する情報流通機構を作り、被災地内外から状況に応じて適切な情報を提供する体制を確立する必要がある。現在、インターネットを用いた災害情報の流通を支援するシステムの開発は盛んに行われているが、インターネット上の情報を避難所などで多数の人々へ情報を同報する手段が不足していると著者らは考えた。そこで本研究では、インターネット上に蓄積されている災害情報を、多くの被災者に提供するシステムを設計、実装した。このシステムでは、CompactHTMLで記述された情報を取得、解析したのち、1.5m四方程度の大型の情報表示装置に出力する。1999年9月と2000年1月に開催された災害訓練に参加し、このシステムの運用実験を行った。本稿ではシステムの設計実装および、このシステムを動作させるためのプラットフォームとして、HDDをもたないPC-UNIXシステムの実装を述べる。

## Design and implementation of display system for disaster information

Masahiko KIMOTO<sup>1</sup> Katsuya KAWABE<sup>2</sup> Ichiro Matsuda<sup>3</sup>  
Hiroyuki OHNO<sup>4</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> Highway Toll Systems, Co., LTD.<sup>3</sup>  
Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications.<sup>4</sup>

### ABSTRACT

When the large scale disaster occurs, efficient information gathering and provision is necessary. We considered methodology to provide and represent information to people under the disaster condition. We developed the information display system for disaster information. We use compact HTML as information format, and large display called Flipsign. The flipsign is enough large to provide information to many people. In this paper, we describe the design and implementation of Compact HTML parser and its display system. We also introduce PC-UNIX platform without hard drives.

### 1 はじめに

大規模災害に見舞われた際、家族・知人の安否や、ライフラインの復旧状況といったさまざまな情報は被災者にとって重要である。したがって、被災地においては、被災者のための情報を円滑に流通させなければならない。

本研究では災害時の情報流通モデルを提案し、インターネット上に蓄積されている災害情報を多くの被災者に提供するシステムを設計、実装した。災害情報を提供する表示装置として、ハイウェイ・ツール・システム株式会社製の磁気反転式表示装置を利用した。

加えて表示装置の制御を目的として、ハードディスクドライブを持たないPC-UNIXシステムを実装した。このシステムは大容量のメモ리카ードを用い、開発環境と同じ環境を実現した点に特徴がある。

最後に災害訓練での情報表示板の運用実験について述べ、そこから得られた結果に基づいて課題について議論する。

### 2 非常時の情報流通システム

1995年の阪神・淡路地震以降、災害時の情報流通を円滑に行う手段に関する議論が盛んに行われて

いる。災害時の情報の流れはおおまかに以下の4つに分類できる(図1)。

- A: 被災地からの情報収集 被災地の被災状況や、被災者の安否情報を被災地外へ伝える情報の流れがこれにあたる。
- B: 被災地外での情報流通 収集した情報を被災地外で効率的に流通させ、被災者の安否情報などを被災地外の人に伝える流れがこれにあたる。
- C: 被災地への情報提供 救援物資や、外部からのボランティアに関する情報、余震に関する情報を被災地内に伝える流れがこれにあたる。
- D: 被災地内での情報流通 避難場所の誘導情報や、被災地近辺の医療期間の情報の内部での流通がこれにあたる。

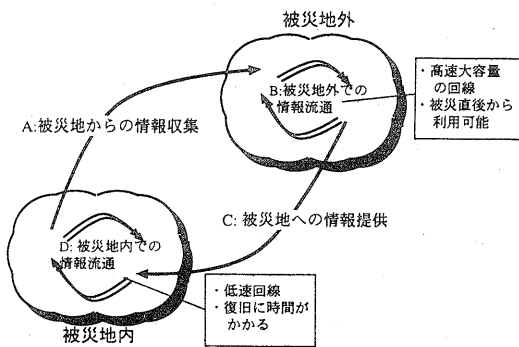


図1: 災害時の情報流通モデル

著者らが所属するWIDEプロジェクトでは、震災後の1995年からライフラインワーキンググループ(以下lifeline WG)を発足させ、災害時のインターネットの活用についての議論を行っている。lifeline WGでは発足当初から被災者情報流通システムであるIAAシステムの開発を行っている[4][7]。IAAとは「I Am Alive!」の頭文字をとったものであり、被災者が自分の生存情報を伝達するために用いることを目指したシステムであることから名付けた。IAAシステムは被災地からの情報を収集し、被災地外でその情報を流通させ、被災地内外の人々にその情報を提供する機構である。これは図1に当てはめると、主にA,Bにあたる。IAAシステム以外にもA,Bに相当するシステムの開発は行われている[1][2]。著者らは従来のシステムではCの提供が不

十分であると考え、災害時に適した情報提供手段の開発を行った。

### 3 情報表示システム的设计

i-mode携帯電話、PDAなどのように、携帯可能で充電で動作可能な小型情報機器を使うと、インターネット上に蓄積した情報を被災地内外から取得できる。しかし、これらの機器を携帯していない人達に対して情報を提供する手段も用意しなければならない。そのためには、多くの人々が一斉に情報を閲覧できる表示装置を用いて、情報を表示することが必要である。そこで、インターネット上に蓄積された情報を、大型情報表示装置を用いて提供するシステムを設計した。

大型の表示装置を利用することにより、被災地で多くの人々が、一斉に情報を閲覧することが可能になる。表示装置に必要な条件としては、利用する際に消費電力が小さく、昼夜に限らずその表示を見ることができ、視野角が広い等の点が挙げられる。屋外での利用を想定すると、風雨への耐性があり、防塵も実現されていることが求められる。

情報の供給源としては、インターネット上に蓄積された情報を用いる。このため、多くの情報の供給をうけやすい記述形式を検討する必要がある。また、単に情報を広報するだけではなく、利用者がある程度情報を選択できることが望ましい。このため、何らかの入力装置を用意し利用者が表示版を制御できるようにする。

これらの要件をもとに、システム全体の構成を図2に示す。図中の「制御装置」のハードウェアは、屋外などでの運用を考えると、ハードディスクなどの振動に強くない装置は可能な限り排除することが望ましい。複数の種類の表示装置への対応を念頭において、取得した情報は一旦表示デバイスに依存しない中間形式に変換する。中間形式を表示デバイスごとの「情報表示部」に渡し、表示装置固有の形式に変換して送出する。

### 4 情報表示システムの実装

#### 4.1 実装の概要

情報の記述形式としては、CompactHTMLを利用する。Compact HTMLは、HTMLの明確なサブセットで、小型情報機器のために設計されたものである[5]。また、Compact HTMLはHTMLの下

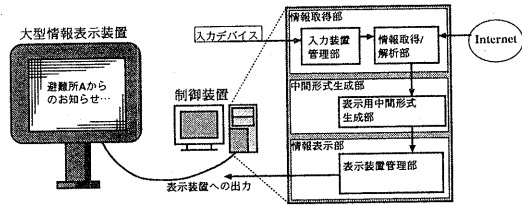


図 2: 表示システムの設計

位互換であるため、HTML の記述経験がある人には抵抗なく受け入れられると同時に、一般的なウェブブラウザや i-mode 携帯電話等で閲覧できるという特徴がある。また、i-mode 電話の普及とともに Compact HTML で記述されたサイトが増えつつあり、既に利用できる情報ソースが増加しているという利点もある。

災害情報を表示する情報表示板として、ハイウェイ・ツール・システム株式会社の磁気反転式表示装置 (以下 フリップサイン) を利用する。フリップサインの特徴は、表示素子自体を発光させる電光方式に比べ、必要な電力はごくわずかで済み、発色も基本的には自然光の反射を利用する反射板方式で、西日や直射日光下でも良好な視認性がある点にある。また、視野角は 150 度以上と広範囲であるため、多くの被災者に情報を提供する表示装置として適している。フリップサインの利用の実例として、日本では高速道路の料金所ゲートなどでの利用がある。また、フランスではパリ市街に磁気反転式表示装置を設置し、普段は気象情報やニュースを表示し、非常事態が発生すると市民にその状況を表示し、混乱を回避するために利用されている。フリップサインに対しては、シリアル接続経由で計算機から情報を送付でき、またページャ(ポケットベル) 経由での情報を送信も可能である。このため、災害時など仮に表示装置までの広帯域の伝送路を確保できない場合であっても、情報を提供できるという利点もある。

今回、CompactHTML をインターネットから取得し、フリップサインに出力するシステムを試作した。以下では 2 種類の実装について述べる。また、この制御システムを動作させるプラットフォームとして、ハードディスクを利用しない PC-UNIX の動作環境を構築した。これについても報告する。

## 4.2 試作システム A の実装

最初の試作として試作システム A を実装した。試作システム A では、CompactHTML の取得と解析、表示に Netscape Navigator(以下 netscape) を利用することにより実装の簡易化を図る。試作システム A の構成は図 3 のようになる。動作手順は以下である。

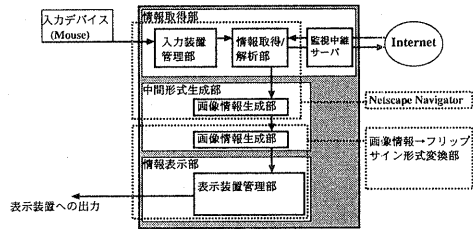


図 3: 試作システム A の構成

netscape と Proxy サーバの間に、通信を監視する「監視中継サーバ」を置く。監視中継サーバは、netscape の通信を監視し、新しい通信が発生した後、一定時間以上通信がなくなった時点で HTML コンテンツの取得と表示が終了したものと判断する。監視中継サーバからの指示により、netscape が画面に表示している内容を画像データとして取得し、表示装置固有の形式に変換して送出する(図 4)。今回用いたフリップサインは、RS232C 接続の入カインタフェースを持つ。文字情報をそのまま出力する機能と、独自形式に変換した画像データを送り表示する機能とを持つ。試作システム A では後者の機能のみを用いた。試作システム A では、監視中継サーバは C 言語で実装し、それ以外については perl とシェルスクリプトを用いた。

試作システム A では、netscape への操作がそのまま表示装置の出力に反映されるため、入カインタフェースは netscape を動作させているコンピュータのマウスとキーボードとなる。表示データの生成に netscape を用いたため、gif や jpeg などの画像データの表示が容易に実現できるという利点があるが、反面表示するタイミングが通信状況の監視にたよっているため、スクロールした際の画面の更新ができないなどの欠点がある。



図 4: 試作システム A の出力結果

### 4.3 試作システム B の実装

試作システム A では表示内容の全画面を表示できない場合があることや、画面スクロールなどの制御が容易でないという問題があった。そこで CompactHTML の解析器と中間形式への変換部を独自に実装することにした。これが試作システム B である。試作システム B では、CompactHTML の解析に lex と yacc を使った独自の解析器を利用し、解析結果をもとに画面のレイアウト情報を付加する。その結果に基づいて中間形式を生成する。試作システム A と異なり中間形式の生成部を明確に分離できたため、フリップサイン以外にも X-WindowSystem 用の情報表示部も実装した (図 5)。

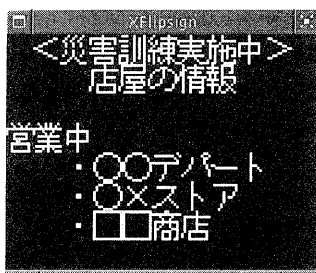


図 5: X WindowSystem への出力

試作システム B で設計した中間形式では、基本的に表示位置の指定と表示するビットマップの転送、線分や点などの簡単な描画命令のみを持つ。このため、文字フォントの展開などは中間形式変換部でおこなう必要がある。日本語文字フォントは

X-WindowSystem 用の 12 ドットフォントである、要 (かなめ) フォントを利用した。文字幅は全角文字が 12 ドット、半角文字が 6 ドットの等幅とした。

試作システムは C 言語で記述した。X-WindowSystem 用の表示部を含めて総プログラム量は約 9000 行であった。このうち、CompactHTML を解析する lex, yacc のプログラムは約 5000 行であった。

試作システム B の実行結果を図 6 に示す。



図 6: 試作システム B の出力結果

### 4.4 制御プラットフォームの実装

試作システムは、A, B ともに著者らが開発している PICKLES システム [6] 上で動作する。PICKLES システムは PC-UNIX の一種である BSD/OS を利用している。

この際制御システムは屋外などでの運用が想定されるため、可能な限り HDD などの稼働部を持たないことが望ましい。そこで、HDD のかわりにメモリカードを用いた PICKLES システムの動作環境を実装した。すべての動作システムを同一の OS パッケージで実現する点は、PICKLES の特徴の一つであるため、メモリカード版でもすべての PICKLES システムを格納することを念頭においた。通常メモリカードを用いた PC-UNIX システムを実装する場合、その容量の制限から機能を制限するのが一般的である。この結果プログラムの開発環境と実行環境が微妙に異なったものになることが往々にしてある。それに対して著者らが取った方針は、あくまで実行環境も開発環境も同じ PICKLES システムのパッケージを用いるというものである。

今回の実装では、440MB の PCMCIA ATA メモリカードを用いた。PCMCIA ATA カードを IDE ドライブとして動作させるアダプタを用い、従来

の IDE の HDD を置き換えた。PICKLES システムを動作させるためには、最低でも 800MB 程度のドライブと、200MB 程度のドライブの 2 台が必要になる。そこで、一台目の 800MB のドライブの代わりに 440MB の PCMCIA メモリカード 2 枚を用い (図 7)、200MB 程度のドライブに更にもう一枚 440MB のメモリカードを用いた。

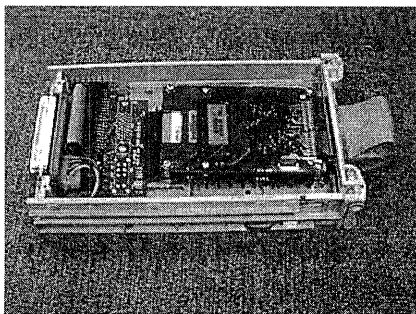


図 7: メモリカードを用いた HDD の置き換え

IDE のプライマリインタフェースにはマスターとスレーブそれぞれに 440MB の ATA カードを装着し、セカンダリインタフェースには 440MB の ATA カードと CD-ROM を装着した。本来の PICKLES システムでは、/usr パーティションに 650MB 程度の容量を必要とする。今回の実装では、/usr 以下のうちの一部を 2 枚目の ATA カードの領域に移動させ、シンボリックリンクを利用して /usr 以下の path 経由でアクセスできるようにした。必要のない書き込みを避けるため、2 枚目のディスク領域は読み込み専用でマウントした。

フラッシュメモリは読み込み速度に比較して書き込み速度が著しく遅いうえに、書き換え回数に限度がある。そこで、書き換えが著しく発生すると予測された swap 領域は用いず、実メモリを 256MB 搭載した。

結果的に、通常のデスクトップ機やサーバ機と完全に同じ機能を持ったメモリカードのみの PC-UNIX システムが完成した。参考までに、本体価格は約 20 万円、440MB メモリカードと変換アダプタが一式約 20 万円であるので、合計で約 80 万円のシステムとなった。

## 5 実験と評価

### 5.1 第 20 回七都県市合同防災訓練

第 20 回七都県市合同防災訓練は、平成 11 年 9 月 1 日に、区部直下を震源とした大地震による甚大な被害の発生を想定し、七都県市はもとより国、防災関係機関及び自主防災組織等が連携し一体となった訓練を行い、災害時における応急対策活動の習熟を図ることを目的として行われたものである。

この訓練では、試作システム A の運用実験を行った。利用したフリップサインは 150cm 四方の大きさで、解像度は 128 ドット × 96 ドットであった。この実験では、表示したい Compact HTML の URL を入力して、そのページのコンテンツを表示装置に表示する予定だったが、屋外のため URL を入力するためのノートパソコンのディスプレイが日光に照らされ、反射光によって画面がみえない状態だったので、オペレータが任意の Compact HTML の URL を指定するといった方法をとった。

また、この実験では、画像をある大きさにダンプしたものを表示していたため、文字の下半分が表示されず、文字が読めないといった問題点が明らかになった。また、フリップサイン上にポインタを表示し、マウスによってそのポインタを移動する実験を行ったが、フリップサインは表示の性質上、再描画に時間を必要とするので、ポインタの動きに描画が対応しきれず、移動しているポインタがどこにあるかわからなくなるといった結果となった。

この実験の結果から、CompactHTML の解析器と表示部を独自に開発する必要があるという結論が得られ、試作システム B の開発へと繋がった。

### 5.2 第 5 回インターネット災害訓練

2000 年 1 月 17 日に開催された、「第五回インターネット災害訓練」において、上記システムの実験を郵政省通信総合研究所にて行った。この訓練は、WIDE プロジェクトと郵政省通信総合研究所非常時通信研究室との共催で実施され、IAA システムの運用実験や公開デモを目的としたものである。

この訓練では、試作システム B の運用実験を行った。試作システム B では、X-WindowSystem 上の表示部も用意したため、事前の表示試験は実機を用いなかった。このため、コンテンツの製作、確認、システムの改良などが PC 上で行えるという利点があった。しかし反面、実機に接続したのが訓練前日

であり、この時になってデータの送出タイミングに問題があることが発覚した。前日から当日にかけてこの修正を行ったのち、表示に成功した。この時に使用したフリップサインは第20回七都県市合同防災訓練の際に用いたものと同じであった。

しかし、まれに文字ずれが生じたり、表示データを連続して転送するとフリップサインが初期化されるといった状態が発生した。この改善は今後の課題として残った。

この訓練では、コンテンツの選択はオペレータの手により行った。編集が容易な CompactHTML を採用したため、訓練中に刻々と変化するデータベースへの登録検索件数を、フリップサインに表示するというサービスを当日になって実装し、提供できた。

### 5.3 考察と今後の課題

2回の運用実験では、いずれも表示する情報はオペレータが選択するか、決まったコンテンツを繰り返し表示する方式をとった。利用者が情報の選択をできるようなインタフェースの追加が必要になる。現在のフリップサインは、表示の際の反応速度が高速ではないことを考慮しなければならない。または、表示装置の制御方式を、現在のシリアル経由での表示ではなく、高速表示可能な方式に変更することも検討している。

表示する内容と、更新速度についての検討も必要である。多数の人々に対しての情報提供を目的としているため、一度に表示する情報量や更新の頻度などについては、今後も実験を含めて検討する必要があると考えている。

メモリカードを用いた PICKLES システムに関しては、特に内容が頻繁に更新されると思われる箇所に関しては、MFS(メモリファイルシステム)を用いるべきであるが、現状では BSD/OS の MFS の実装が swap 領域を要求するため実現できていない。

## 6 おわりに

災害時における情報流通の重要性とそのモデルについて述べ、インターネットを用いた情報流通に関して不足していると考えられる情報提供手段について述べた。これを受けて、インターネット上に蓄積した災害情報を、被災者に提供するシステムを設計、実装した。このシステムでは、Compact HTML 形式で記述されたコンテンツを磁気反転式

表示装置に表示するため、流通している災害情報を迅速に提供できる。

また、2回の運用実験の結果、磁気反転式表示装置を屋内外で運用することで、すくなくとも多くの人の注目を集めることは確認できた。この結果、多数の被災者に対しての広報手段を提供することができると考えられる。

今後は、CompactHTML 解析、表示部の改良を行うとともに、インタフェースの改良や情報の提示方法についても検討していきたい。また、今後インターネットで流通する情報の形式は、XML などの構造を持った形式が増えることが予測されるため、そのような形式への対応も実現したいと考えている。

## 参考文献

- [1] 坂本大吾, 柴田義孝, 米本 清, 橋本浩二, 無線を利用した防災情報通信手段の基本的考察, Sep. 1999, 情報処理学会 全国大会 (講演番号 3X-01)
- [2] 湯瀬裕昭, 山本一喜, 避難所への物資供給支援システム, Sep. 1999, 情報処理学会 全国大会 (講演番号 3X-03),
- [3] 馬場 始三, 篠田 陽一, 第1回インターネット防災訓練における生存者情報データベースについて, July, 1996, インターネットコンファレンス'96 論文集 (pp.17-24)
- [4] 多田信彦, 馬場始三, 井澤志充, 丸山太郎, 田中友英, 中山雅哉, インターネットを用いた安否情報システムの構築とその課題, Dec. 1998, インターネットコンファレンス'98 論文集 (pp.41-50)
- [5] Tomihisa Kamada, W3C NOTE 09-Feb-1998, Compact HTML for Small Information Applications, <http://www.w3.org/TR/1998/NOTE-compactHTML-19980209/> 9 February 1998
- [6] 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
- [7] 木本雅彦, 井澤 志充, 多田 信彦, 丸山 太郎, 大野浩之, 非常時情報流通システム (IAA システム) の現状と今後の展開, Feb. 2000, 情報処理学会, DSM シンポジウム