

デジタル URL を利用した「震災時情報アクセス機構」の試作

大野 浩之

新美 誠

東京工業大学大学院 情報理工学研究科

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

概要

大規模な災害が発生した際に、インターネットやパソコン通信を用いて各種情報を交換するための枠組み作りが進んでいる。たとえば、WIDEプロジェクトでは、ライフラインタスクフォースが中心になり、IAA という名称の「被災者の生存情報を登録検索するシステム」を構築した。そして震災1年後の1996年1月17日に、初の「訓練」をインターネット上で実施した。この訓練では、「被災者」は自分に関する情報をインターネット上のIAAシステムに登録し、「第三者」はIAAシステムを検索して生存情報を得た。IAAシステムでは、フロントエンドとして電子メールとWWWが採用されたが、著者らは既存の公衆網が提供する機能を積極的に利用し、FAXや音声やDTMF信号を用いる方法を検討し、特にDTMF信号を用いる方法については、評価システムを実装した。またデジタル化したURLを利用すると登録や検索の効率が改善されることを指摘した。

Information Access System using Numerical URL for an Area Damaged by Disaster

Hiroyuki Ohno

Tokyo Institute of Technology

Makoto NIIMI

Keio University

Abstract

After the well known big earthquake which struck Kobe city in early 1995, not a few groups had started the research about how to design, build and manage the information access and exchanging infrastructure for people who lived in an area damaged by disaster. In the WIDE project, lifeline taskforce had started the research and they developed new database system named IAA. The IAA system can accept various information about people who survive in the damaged area, and then it provides people who access the system with the information on the database. Recently, we prepared newly developed frontend (user interface) system for the IAA. Because, only two frontends have been prepared for current version of the IAA. They are mail and WWW which are required computer terminals to use them. But using the new frontend, everyone can register and retrieve various information using DTMF signals only. This means only public telephones are required to access the IAA.

1 はじめに

1995年1月17日に兵庫県南部を襲った大地震は、兵庫県を瀬戸内海沿岸部を中心に京阪神地区に多大な影響を与えた。テレビやラジオはこぞって被害状況を報道し、死亡した人々の数と氏名を次々と発表したが、すでにしばしば指摘されているように、幸い命を落さずに済んだ人々についての情報はほとんど報道されなかった。加えて、公衆電話網が輻輳して電話がかかりにくくなったため、親族や知人の安否を気遣って不安な数日間を過ごした経験を持つ人々が多数いる。この問題をすこしでも改善すべく、インターネットやパソコン通信が使われたが、事前に組織だった準備をしていたわけではなかったため、その効果は部分的なものにすぎなかった。

この経験をもとに、大規模な災害が発生した際に、インターネットやパソコン通信を用いて各種情報を交換するための枠組み作りが進んでいる。たとえば、WIDEプロジェクトでは、ライフラインタスクフォース（以下 lifeline-tf）が中心になって活動を開始し、すでに震災のちょうど1年後にあたる1996年1月17日には、最初の「訓練」をインターネット上で実施した（第1回インターネット災害訓練）[1]。この訓練では、「被災者」は自分に関する情報（氏名、住所、性別、年齢などの個人を特定するための情報と、どのような状況で被災したかという情報¹⁾）をインターネット上の生存者情報データベースに登録し、「第三者」はこのデータベースを検索して生存情報を得た。このシステムはIAAシステムと呼ばれ、lifeline-tfが新規に作成したものである。

IAAシステムでは、情報登録や検索のフロントエンド（ユーザインタフェース）には電子メールとWWWが利用されたが、これら以外にもさまざまなフロントエンドが考えられる。たとえば著者らは、以前からインターネット上の情報と公衆電話網上の情報との融合に興味を持ち研究をつづけてきたため、以下のような方法を提案できる。これらはいずれも既存の公衆網が提供する機能を積極的に利用する方法である。

1. FAXで情報を登録・検索する方法。
2. 音声で情報を登録・検索する方法。
3. DTMF信号（タッチトーン）を用いて情報を登録・検索する方法。

本論文では、まず各々の方法について述べこれらを比較検討した後、3番目の方法にもとづいて作成した試作システムについて報告する。

¹⁾この他に被災後どこで何をしているかといった情報もあるとよいだろう

2 公衆電話網を活用した IAA フロントエンド

まず上述の3方法の概要を順に説明する。

2.1 FAX を利用する方法

FAXを用いる方法（以下、FAX方式）では、ユーザはあらかじめ用意された用紙に登録情報を記入し、これをあらかじめ決められた電話番号にFAXする。IAAシステムのFAXフロントエンドは、FAXが送られて来ると記入事項を読み取ってデータベースに登録する。検索する場合も登録時と同様に、あらかじめ用意された用紙に問い合わせ事項を記入してFAXすると、折り返しFAXで回答が得られる。

この方式にはいくつかの問題点がある。まず、現在の画像処理技術では、任意の書式で書かれて送付されたFAXを自動的に読み取るとは困難であるため、あらかじめ「登録用紙」や「問合せ用紙」を用意し、これに記入してもらう必要がある。災害時にこのような用紙を多くの人が持ち合わせているとは考え難い。仮に、用紙の配付ができたとしても、手書きで文字を記入させると後処理が困難になるため手書き文字を許す形式の採用は難しい。たしかに漢字を含む日本語の手書き文字を認識する技術はこの数年で大きく進歩している。しかし、被災直後で物理的にも精神的にも混乱した状況で、「計算機が読み取りやすいように楷書で丁寧に書いてください」という指示を人々がどれだけ守れるかは疑問である。したがって、マークシート方式や択一選択形式などを採用してIAAフロントエンドが解読しやすい方式を採用する必要がある。被災地でFAX本体と電源と電話回線をどのくらい速やかに確実に確保できるかも重要なチェック項目である。被災直後の神戸市周辺では、一時的に電力の供給が絶たれたが、やがて徐々に回復した。電話回線は、輻輳による通信途絶は発生したが通信衛星を介した回線確保や臨時公衆電話設置などが行なわれ、やがて確保された。これらより、公共施設などの人々が集まる場所に電力と電話回線を確保しFAXを設置できれば、FAX方式による情報登録と検索を提供することは可能だと予想される。

2.2 音声を利用する方法

音声を利用する方法（以下、音声方式）は、あらかじめ決められた番号に電話し、IAAフロントエンドが発する音声による問い合わせにひとつひとつ音声で回答する方式で、IAAフロントエンド側に少なくとも音声合成装置を必要とする。音声をそのまま登録するのであれば実

装は容易であるが寄せられた回答をもとにデータベースを更新するのであれば、不特定多数の話者に対応できる音声認識装置も必要になる。音声合成装置については、技術的問題はない。音声認識装置の技術的問題も徐々に解決され、電話回線を通した不特定多数の話者の音声を認識することが可能になりつつある。IAA フロントエンドの場合に限れば、名前、年齢、住所といった項目をひとつひとつ問い合わせひとつひとつ回答してもらうため、それぞれの問い合わせ項目ごとに予想される回答の範囲を設定できる。このような場合には、問い合わせごとに音声認識装置側で認識語彙を動的に対応させられるので、音声認識認識率を向上できる。すなわち、本方式は現時点で実装可能である。

ただし、一般に音声を用いたテレホンサービスは、先方からのガイダンス、利用者からの回答、先方からの確認といったステップを踏みながら進むため、回答項目数が多いと、情報の登録や検索に時間を要することになる。すなわち、上述の FAX 方式に比べると FAX という専用の機材を必要とせず、街頭の公衆電話からも登録や検索ができるという大きな長所があるが、公衆電話の占有時間が長くなる点に問題が残る。さらに、FAX 方式では事前に必要事項を記入した用紙を集めておき、これらをまとめて送付することで、単位時間あたりの登録/検索件数を向上させられるが、音声方式では一括登録/検索が困難なので、この点も問題として残る。

2.3 DTMF を利用する方法

DTMF を利用する方法（以下、DTMF 方式）は、音声方式の変形である。音声方式との違いは、回答を音声で行なうのではなく、DTMF 信号で行なう点である。ほとんどの公衆電話は、プッシュホンになっているので DTMF を使うこと自体には問題はない。

以下に、この方式の特徴をあげる。

1. 利用者側は、特に機材を必要としない。
2. プッシュホンのボタンを押して回答するため、文字認識や音声認識が必要な FAX 方式や音声方式と異なり誤認識がない。
3. 音声ガイダンスを停止させて回答を一気に入力すること（バルク入力）が可能。これにより公衆電話の占有時間を短縮できる。なお、バルク入力を行なうためには質問内容と回答方法が事前にわかっている必要がある。
4. 数件の情報を一括して登録/検索することが可能

方式	FAX 方式	音声方式	DTMF 方式
電話器以外の利用者側機材	FAX 本体、接続用公衆回線	なし	なし
入力の難易	容易（選択式） 困難（手書式）	明瞭な発声 が必須	（次節参照）
入力認識率	今後に期待	今後に期待	問題なし
バルク入力	容易	困難	可能
回線占有時間	短い	長い	両者の中間

表 1: 各方式の比較

5. 住所、氏名など、問い合わせに対して文字列を入力しなければならない項目については別途配慮が必要

以上の検討をもとに 3 方式を比較したのが表 1 である。今回は、DTMF 方式による IAA フロントエンドを試作した。DTMF 方式に最初に着手した理由は、DTMF 方式の実装に必要な回線制御装置、音声合成装置、DTMF 入出力機構の開発を著者らがすでに終えている [2] のに対して、残りの 2 方式に必要な、FAX を介して受け取った画像の認識技術、電話回線を介した音声の認識技術をまだ持ち合わせていないためである。この IAA フロントエンドは、1997 年 1 月 17 日に予定されている次の訓練に投入する予定である。また、本論文ではふれませんが、FAX 方式、音声方式についても現在実験を続けており、次の訓練には試験的に投入することを検討している。

3 DTMF 方式と 数字化 URL

DTMF 方式では、プッシュホンの 12 個のキーで情報の入力をしなければならない。音声のガイダンスにしたがって選択肢から選べばよい場合は 12 個のキーがあれば十分だが、任意の文字列を入力するのは難しい。しかし、最近では文字表示型のページ²利用者の多くが、かな文字と定型文を組み合わせたメッセージをプッシュホンから手早く打ち込む方法³を身につけているので、この方式が非現実的だというわけではない。以後、この入力方式をページメッセージ入力方式と呼ぶ。

さて、ある個人の生存情報を登録する場合には以下の情報が必要である。

²俗にいうポケットベル

³ページメッセージ入力方式では、かな文字は二桁の整数で表現される。たとえば、あ行あ段のん「あ」は 11、あ行い段の「い」は 12、か行あ段の「か」は 21 である。

- 氏名
- 住所
- 性別
- 年齢
- 現在の状況

検索する場合も最初の3ないし4項が必要である。このうち性別と年齢は音声ガイダンスにしたがってプッシュホンのキーから入力できる。また、5番目の「現在の状況」も、検索側は被検索者の無事を知りたいことを考えれば、「無事」「無事だが家屋損壊」「負傷して入院中」といったいくつかの選択肢を用意し、その中から選ぶ方式でも十分意味がある。残るは氏名と住所である。これらを入力するかわりに自宅の電話番号を用いる案もあるが、電話番号と人間が一对一対応していない場合には人間を特定できないし、検索側が被検索者の自宅の電話番号を知っているとは限らないので、その点でも問題である。日本人の姓名につかわれる文字列は多岐に及ぶので、現状では氏名は姓と名にわけて各々「ページャメッセージ入力方式」で入力するしかない。住所は、プッシュホンのキーから入力するのは、ページャメッセージ入力方式でも無理があるので、郵便番号で代用することにした。

ところで、個人を特定する方式がもう一つある。それはメールアドレスやURLといったインターネット上の識別子を用いる方法である。今回は、汎用度が高いという理由でURLについて検討を加えた。

3.1 URLの問題点

現在インターネット上で公開されているWWW上のページ数は、数千万ページに達している。これらの「資源」を指定するために用いられているURLは、英数字と若干の記号からなる文字列で、しばしば30~50文字あるいはそれ以上の長さになる。URLは、判りやすい英単語を連ねた場合もあるが、英数字と記号が容易には記憶できない配列で連なっている場合も多い。これを手書きのメモに書き留めたり、口頭で第三者に正確に伝えるのは容易なことではない。ましてプッシュホンのキーで指定するのは、いくらページャメッセージ入力方式に精通した者でも難しい。しかし、WWW上の各ページに何らかの方法でユニークな通し番号を付与できたら、各ページはたかだか8桁の数字で表現できることになる。8桁の通し番号は無理だとしても、系統的な方法を用いて電話番号のような10数桁の番号を割り当てることができれば、DTMF方式のIAAフロントエンドを使う際に効率よく特定の人物を指定できる。

3.2 URLのデジタル化

そこで、URLをプッシュホンで送出できる12種類の文字(数字、*、#)で表現することを考える。ここではこれを「デジタルURL」と呼ぶ。URLをデジタル化する試みは、すでに各所で行なわれているが、それらの大半は各組織独自のポリシーのもとに番号を振るものであり、デジタル化についての標準化が進んでいるわけではないので、ここでは既存のデジタルURLの存在は配慮せずに検討する。

著者らは、すでに「TNG/ PhoneShell[3]によるWWWアクセス機構の試作版」で、通常の公衆回線を用いてURLを指定する方法の検討を行ってきた。[4]。その結果、URLをそのままモルルス符号で送り出す方法とURLを数字列に変換してプッシュホンのキーから入力する方法が有力候補となった。このうち、URLを数字に変換する方法としては、ASCIIコード方式、「アメリカの電話機」方式、通し番号マッピングサーバ方式などが検討された。本節ではこれらの方法について言及する。

3.2.1 ASCIIコード方式

これは、URLを構成する文字列を一字づつASCIIコードの2桁の数字に変換し、URLを表現する方法である。前述のページャメッセージ入力方式と同じ系統の方式である。

すでに述べたように、URLは通常50文字程度の長さがあるので、この方式では100桁程度の数字を間違いなく入力しなければならない。したがって、本方式では人手での入力はあまり現実的でなく、PDAなどの補助装置を用いて数字に変換した上で、DTMFなどに変換する必要がある。

3.2.2 「アメリカの電話機」方式

アメリカの電話機や日本の携帯電話機の一部では、ダイヤルの数字キーそれぞれに3つのアルファベット⁴が記入されている。この数字キー上のアルファベットを使ってURLを数字に変換するのが本方式の変換方法である。たとえばwww.wide.ad.jpというURLは999*9433*23*57と変換される。この方式ではURLをその文字数と同じ桁数の数字で表現することが可能である。ただし、1つの数字に対して最大3つのアルファベットが割り当てられるため、非可逆変換である。したがって、入力された数字から元のURLを完全に復元することはできない。た

⁴たとえば、数字の2にはA,B,C、数字の3にはD,E,F

たとえば、先程の 999*9433*23*57 は www.wide.ad.jp にもなり、www.ygef.ad.jp にもなる。しかし、これは URL をデータベースとして持つことによってほぼ補充できると考えている。試みに、日本国内の主要 WWW サーバ名 3104 個について本方式でエンコードをおこなったところ、重複は 0.7% に過ぎなかった [5]。したがって、重複はそれほど起こらず、もし発生した場合には、該当するものを全て提示して選択させるという方式で十分に実用になると考えられる。

3.2.3 通し番号マッピングサーバ方式

URL と通し番号とのマッピングをおこなうサーバを Internet 上に用意する方式も考えられる。たとえば、国コード 3 桁、組織 (サーバ) コード 4 桁、組織 (サーバ) 内ページ番号 3 桁の計 10 桁で URL をあらわすとする。組織 (サーバ) のコードは登録順に割り当てるとする。たとえば、日本 (081) の、WIDE プロジェクト (001) の、index ページ (001) は 0810001001 というようになる。また、同一国内のサーバについては国コードを省略できることにすると先のページは 0001001 となり 7 桁であらわすことができる。また、各コードを可変長とし、コードとコードを「*」で区切ることにすれば、先のページは 81*1*1、日本国内からであれば、*1*1 だけであらわすことができる。特定のページを頻繁にアクセスする場合などはこの数字だけを覚えればよく、7 桁程度の数字ならば、暗記することも可能であり、有効である。しかし、サーバ内でのページの変更、階層構造の変更などが起こった場合、サーバ内ページ番号をどう付け替えるかなどの検討課題が残っている。

3.2.4 単純圧縮方式

URL を適当な文字列圧縮アルゴリズムで圧縮し、その圧縮結果を数字にエンコードすることも検討している。圧縮伸長の際に利用する辞書を圧縮結果に含ませると文字列は短くならないので、辞書自体は外部に持ち、辞書の識別番号を圧縮結果に添付することで、デジタル化しても現在の URL より短くできる。この方式はアルゴリズムの選定を含めて現在検討中である。

3.3 「私書箱方式」によるデジタル化 URL の運用

URL をどのようにしてデジタル化するのがよいかは、デジタル化 URL をどのように利用するかに依存する。著者は、以下のような方針をたてた。

1. プッシュホンのキー操作で指定できる。
2. 打鍵数もとの URL と比べて極端に多くはならない。
3. 同じ方式を複数の独立した組織が採用しても相互干渉しない。
4. URL が示す資源の内容が更新された場合追従できる。

この方針を満たすために「私書箱方式」を採用した。インターネット上では、この方式あるいは類似の方式による試みがいくつかおこなわれている。したがって、「私書箱方式」自体には新規性はない。

ここで言う「私書箱方式」は、実社会の「郵便局」と「私書箱」の関係をモデルにしている。すなわち、実社会において郵便局は、私書箱を管理運営しており、われわれは郵便局と私書箱番号を指定すれば、私書箱を借りている人の実際の所在地とは無関係に、当該人物に郵便物を送付できる。郵便局は、「国」という大きな枠組に組み込まれているので、郵便局に一意な番号をつける必要があれば容易に実施できる。これに習って、以下の方法で、インターネット上に郵便局と私書箱を設置する。

1. まず郵便局に相当するサーバを決める。このサーバには数字のみで構成されるホスト名をつける。ドメイン名は、今のところデジタル化できていない。当初は、同様の試みを行なうマシン同士で、(数字のみからなる) ホスト名が衝突しないように調整する必要がある。
2. 上記サーバには、私書箱に相当する数字のみで構成される URL を用意する。私書箱を利用したい者は、申し出て URL の割当をうける。
3. ホスト名 (数字) と私書箱番号 (数字) の組を指定すれば、私書箱の URL が決まる。当該ホストでは、この URL に到達したアクセスを、利用者の事前の申請に応じたしかるべき URL へ振りかえる措置をとる。

これにより、ホスト番号と私書箱番号を指定すれば、特定の個人のホームページ URL を指定できることになる。この数字のペアをもって個人の識別子とすれば、生存情報の登録も検索も容易になる。この数字の組は、通常時も自分のホームページを示す番号として利用でき、ホームページの内容を FAX でも提供するという用途にも活用できる。

4 評価システムの試作

上記の検討をもとに、評価システムを作成した。ハードウェアは図 1 に示す構成で、これは著者らが WIDE/PhoneShell システムの研究開発 [6] に長年利用してきたシステムである。

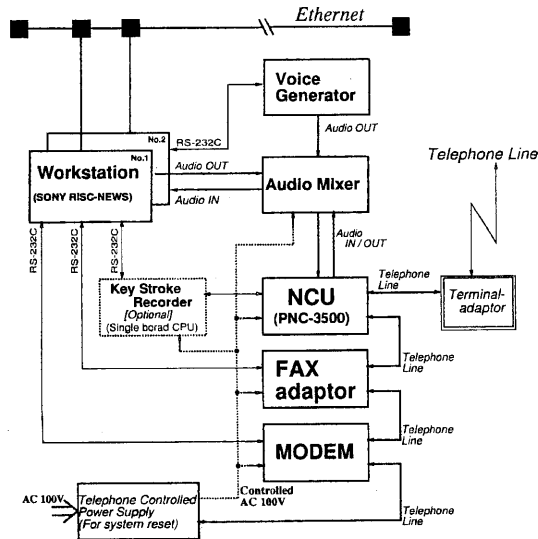


図 1: 評価システムのハードウェア構成

音声によるガイダンスを行ない、情報登録者や検索者からのタッチトーンによる回答を IAA システムに送付したり、IAA システムからの回答を音声で伝達する部分は、WIDE/PhoneShell システムが提供するツール群を perl スクリプトで順次呼び出して構成した。このスクリプトは次々と他のスクリプトやツールを呼び出すので、実行速度の点では効率的とは言えず、たとえば、情報登録者や検索者がある操作を施した後に次の音声ガイダンスがでるまでに微妙な「間」が生じるといった問題がある。しかし、ガイダンス方法や回答方法の指示の内容を簡単に変更して試せるので、試作としては適していると考えている。

5 おわりに

現在、スクリプトの内容すなわち試作システムの挙動を調整している。まもなく、実際にさまざまな年齢・職業の被験者を使つての評価を開始する。その評価をもと

に次回のインターネット災害訓練までにより使いやすいシステムに改訂する予定である。

また、PCMCIA の Voice/FAX モデムカードを用い、同様のサービスをノートサイズのパーソナルコンピュータ 1 台で提供することを検討している。これにより、本方式による IAA フロントエンドをいつでもどこにでも設置できる。震災時に利用することを考えれば、電源と電話回線とインターネットへの接続が確保できる場所を見つけ、そこで直ちに運用を開始するという機動力は重要だと考えている。

謝辞

慶應義塾大学村井純助教授をはじめとする WIDE プロジェクトの関係者のメンバに感謝する。

参考文献

- [1] WIDE プロジェクト・Lifeline-tf (ライフラインタスクフォース). 第 1 回 インターネット 災害訓練報告. <http://www.iaa.wide.ad.jp/>.
- [2] Hiroyuki Ohno. Improved Network Management useing WIDE/PhoneShell. In *Proc. INET93*. Internet Society, August 1993.
- [3] 新美誠, 大野浩之. 時間・場所・利用者を限定しないネットワークアクセス機構 — TNG/PhoneShell の設計と実装 —. マルチメディア通信と分散処理ワークショップ 予稿集, pp. 147-152. 情報処理学会, 1995 年 5 月.
- [4] 新美誠, 大野浩之. 携帯電話と携帯 FAX のみを用いた World Wide Web アクセス機構—TNG/PhoneShell 活用事例—. 情報処理学会第 52 回 (平成 8 年前期) 全国大会講演論文集 (1). 情報処理学会, 1996 年 3 月.
- [5] 新美誠. TNG/PhoneShell によるどこでも Internet 環境. 1995 年夏のプログラミングシンポジウム予稿集. 情報処理学会, 1995 年 7 月.
- [6] 大野浩之. インターネット上のメッセージと既存電話網上のメッセージのゲートウェイ機構 — WIDE/PhoneShell システムの近況. 情報処理学会第 52 回 (平成 8 年前期) 全国大会講演論文集. 情報処理学会, 1996 年 3 月.