

現場活動支援のための地理情報に基づく実時間情報共有システム

桑田喜隆¹、神成淳司²、吉田茂樹²、大谷尚通¹、井上潮¹

¹(株) NTT データ

²国際情報科学芸術アカデミー

概 要

災害救助活動等の緊急性を要する現場活動において、情報の収集、伝達、および意思決定を円滑に行うために、地理情報(GIS)を基礎とした実時間の情報共有方式を提案する。本方式では GIS レイヤ、共有オブジェクトレイヤ、コミュニケーションサポートレイヤの3レイヤ構造をとる。また提案に基づきシステムを試作し評価を行うことで、提供する機能の有効性を検証した。

GIS based Real-time Information Sharing System for Field Work Support

Yoshitaka KUWATA¹, Atsushi SHINJO², Shigeki YOSHIDA²,

Hisamichi OHTANI¹ and Ushio INOUE¹

¹ NTT DATA CORPORATION

²International Academy of Media Arts and Sciences

ABSTRACT

We propose a Geographic Information System(GIS)-based real-time information sharing system for field works in emergency response and mitigation. The system supports workflow in information acquisition, communication, and humans decision. The architecture of the system is consisted of three layers; a GIS layer, a shared-object layer, and a communication support layer. A prototype system is built based on the architecture. Results of experiments on GIS-based information sharing are shown to validate the usability of the system.

1. はじめに

GPS、携帯電話を使った情報サービス、およびカーナビゲーションシステムの普及を背景に、地図および位置情報を利用したシステムが普及してきている。位置情報および地理情報システム(GIS)を組み合わせることで、道案内サービスや利用者の位置に依存したサービスを実現することが可能となる。

GISは専門的な業務の中でも有効である。(例えば、[1])筆者等は、阪神淡路大震災を契機に、防災情報システム向けのGISの研究開発を行っている[2]。上述の一般的な位置情報サービスに比べ、防災情報システムは以下の特徴を持つ。

(1) 災害救助活動等を効率的にサポートするた

め業務に特化したシステムの設計が必要

(2) 情報のリアルタイムな伝達が要求される

(3) ミッションクリティカルなタスクである

本稿では、防災情報システムをGISを基礎とした情報共有システムとして捉え、まず、その要求条件および現状の問題点について議論する。次に、現状の問題点を解決するため、次世代の防災情報システムをプロトタイプシステムとして提案する。また、一部の情報共有機能に関して、その有効性を検証するための実証実験の結果について報告する。

2. 災害対応活動の分析

2.1 災害対応活動のコミュニケーションモデル

災害対応の支援システムを作成するにあたり、現状の災害対応のワークフローに関するヒアリングを基に、災害対応におけるコミュニケーションをモデル化した。

(1) 災害対応現場内の指揮管制

災害対応活動に関する権限は現場の責任者（ここでは、司令員と呼ぶ）に委譲される。司令員は現場内の全ての情報を把握し、現場内の活動に関する意思決定を行う。このため、現場で自ら情報を収集するばかりではなく、現場に展開した隊員から現場状況に関する情報を集める必要がある。また、司令員は隊員に対して具体的な活動の指示を行う。

現場活動の情報伝達手段として、主として無線による音声通信が使われている。情報収集を専門に行う人が直截現場を廻り、司令員に直接状況を伝える場合もある。

(2) 災害対応現場と本部との通信

司令員は現場の活動状況を本部に報告する必要がある。また、既存リソースで十分な活動が出来ないと判断した場合には、支援の要請を行う。一方、本部からは現場周辺に関する支援情報が送られてくる。

本部と現場内司令員との通信にも、前述の音声無線通信が使われている。現場および本部の区別なく無線装置を持つ隊員全てが情報を傍受可能である。

2.1 現状の問題点

現状の災害現場活動の分析から、以下の問題点があげられる。

- ・音声のみで状況の伝達を行うため、情報の伝達に時間がかかる
- ・伝達された情報は正確性を欠く場合がある。報告者がどこから報告しているか分からないため。または音声で状況を伝達するため。
- ・報告内容は地図上や画板の上にメモとして残す必要があるが、次々と情報が入ってくるため、後から時系列に参照することが難しい。

上記問題点を解決するために、位置情報システムを基礎とし、画像伝送や手書き文字等を使ったマルチモーダルの情報共有機能を備えた現場活動支援システムを提案する。

3. 現場活動支援システム

3.1 提供する支援機能

本システムで提供する主要な機能を以下に示す。

- ・撮影画像の共有（現場撮影動画像）

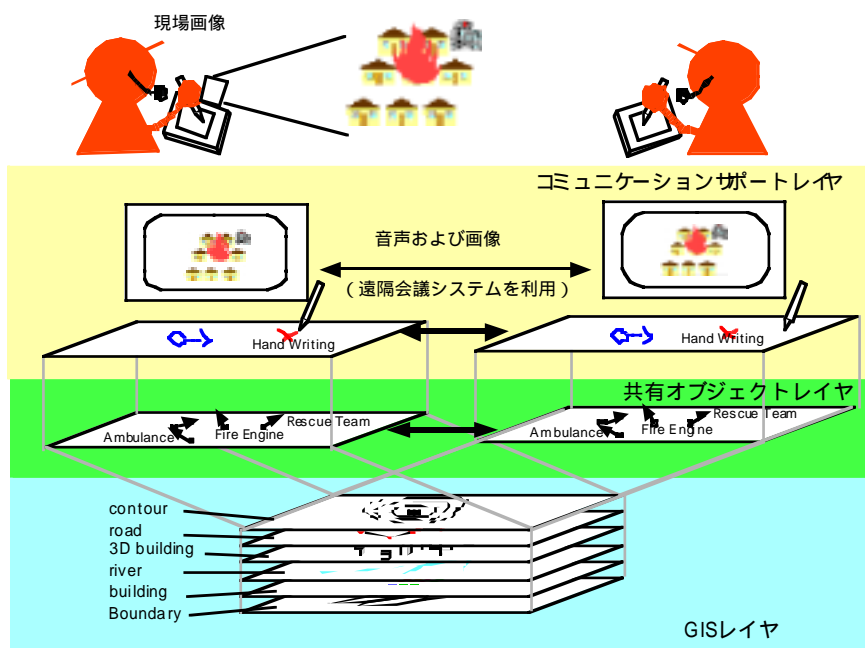


図3.1 現場指揮支援システムのアーキテクチャ

- ・地図上の手書き文字やアイコンを使ったマルチモーダルのコミュニケーション支援とその記録機能（主に、位置の指示など）

- ・地図の検索

- ・位置の把握（GPS を利用）

3.2 アーキテクチャ

図 3.1 に現場指揮支援システムのアーキテクチャを示す。現場指揮支援システムは、情報を全て位置と関連付けて扱う。最下位に GIS があり、地図情報等の静的な情報はこのレイヤで位置に関連付けて管理される。手書き文字やアイコンなどの動的なオブジェクトは共有オブジェクトレイヤで位置に関連付けて管理され、必要に応じて動的に交換される。更に上位には、音声や画像などのコミュニケーションをサポートするレイヤが位置する。

3.3 実装の方法とプロトタイプシステム

本システムは、現場で使われることを想定しているため、なるべく活動の邪魔にならない形態が望ましい。そのため、プロトタイプシステムを作成するために、司令員用にペンノート型の PC を利用し、情報収集にあたる隊員用には、ウェアラブル PC を用いた。

図 3.2 および図 3.3 にそれぞれの端末の実装イメージを示す。図 3.2 の指揮端末は隊員から集められた情報を一元的に管理するために用いられる。画面の地図上にペンを使って手書きで場所を示しながら指示を与えることが可能である。また、画面右上の小さなウィンドウには、隊員端末の CCD カメラからの映像を映すことが可能である。動画の表示が無いことを除いて、図 3.3 の隊員端末の画面も、同じ構成を取る。隊員端末からも、ペンを使い手書きで場所の指示を示しながら、音声で通話を行うことが可能である。



図 3.2 現場指揮端末



図 3.3 隊員端末（ウェアラブル PC）

本システムは現場内で無線 LAN やその他の無線メディアを使うことを想定している。指揮端末は本部との通信機能を持っており、必要に応じて現場内で収集した情報を本部に伝送することが可能である。本部との通信も全く同じアーキテクチャで実現しているが、通信が遠距離になるため、現状では広帯域のメディアが確保できない可能性が高いため、動画の伝送機能は使わない設定になっている。

なお、今回は機能の確認を主な目的とし市販の製品を組み合わせることで実現したため、現場で要求される耐環境性能に関しては実現してい

ない。

4. 評価実験

現場指揮支援システムで提案した地理情報の電子的な情報共有に基づくコミュニケーションが有効であるかどうかを検証するために、評価実験を行った。

4.1 設定タスク

互いに離れた場所にいる2人の被験者間で地図上の情報の交換を行う。情報の送信を行う被験者は電話、電子媒体などを使い受信側の被験者に情報を伝達する。伝達情報を変えることで、以下に示すタスクを2種類用意した。

(1) 位置伝達タスク

地図上のある特定の場所を遠隔地に居る相手に伝えるタスク。例えば、自分の居る場所を相手に伝える場面を想定した。

今回の実験では範囲内にある住宅を一点指定しその場所を伝達することを課題とした。

(2) 範囲伝達タスク

地図上のある特定の範囲を遠隔地に居る相手に伝えるタスク。例えば、被害範囲を相手に伝える場合等に必要となる。

今回の実験では隣接する住宅10軒程度を指定し、その範囲を伝達することとした。

なお、上記2タスクは地理情報システムの利用場面で、最もプリミティブはタスクであると考えられる。

4.2 実験の条件

実験システムの構成を図4.2に示す。比較実験方法として、以下の3設定を用意した。

(1) 紙地図(設定1)

紙に印刷された住宅地図を使う。市販の住宅地図を利用した。(ゼンリン住宅地図、神戸地区から1.5km×1.5km程度を選択)

(2) 電子地図(設定2)

上記と同程度の範囲の電子地図を用いる。画面解像度の関係で紙地図に比べに一度に表示出来る情報が少ないため、ランドマークの表示は行わず、家形のみでの表示とした。

(3) 電子共有システム(設定3)

電子地図と同じ範囲の地図で情報の共有機能を追加したもの。互いのカーソル位置を共有出来るシステムを用いた。

その他の実験条件の詳細を以下に示す。

実験条件	
実験場所:	屋内(隣接した2部屋,互いに電話で情報を)
実験タスク:	位置伝達,範囲伝達
比較条件:	紙地図,電子地図,電子共有地図
被験者:	11人(コンピュータを日常的に利用している大学生,社会人)
実験数:	各被験者毎に相手を変えて2セット(比較条件3回×実験タスク2)
測定項目:	伝達時間,伝達の正確性,被験者の行動の観察

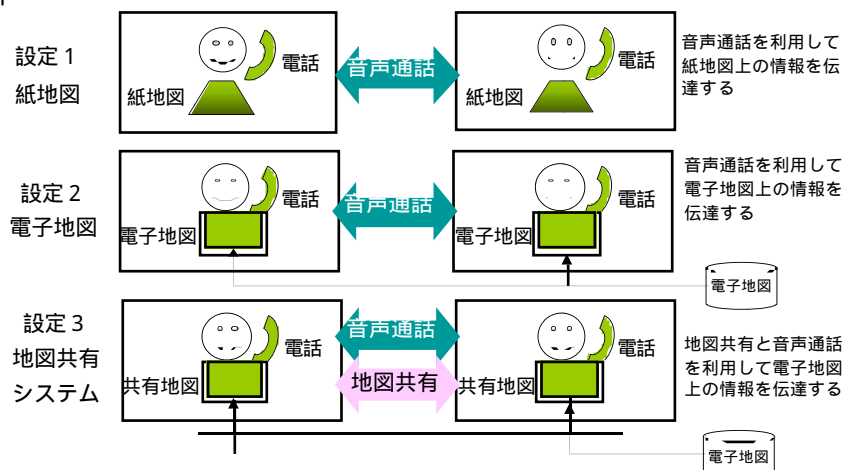


図4.2 実験システムの構成

4.3 実験システム

実験の簡単化のために現場指揮支援システムを簡略化した実験システムを利用して評価を行った。電子共有地図の画面イメージを図 4.3 に示す。本システムは RoboCup-Rescue プロジェクトで開発中のビューワ[3]を改造したもので、クライアント-サーバ型のシステム構成を取っている。前述のアーキテクチャ上で、下位の GIS レイヤと共有オブジェクトレイヤのみを実現している。

クライアント、サーバ共に Java で記述されており、今回はサーバに Linux マシン、クライアントに Windows マシンを利用して実験を行った。



図 4.3 電子共有地図の画面イメージ

5. 実験結果および考察

5.1 伝達に必要な時間

図 5.1 に伝達に要した時間を示す。縦軸は時間（秒）を示している。どの伝達方法を用いた場合も、位置伝達タスクに比べ範囲伝達タスクは約 2 倍の時間を要していることが分かる。また、紙地図と電子共有システムではほぼ同程度の時間がかかっている。これは、実験の都合で、後者では伝達場所を別の紙地図で示したため、電子地図上で再確認するために時間がかかっている

ためである。実際の伝達時間はこの半分以下であった。

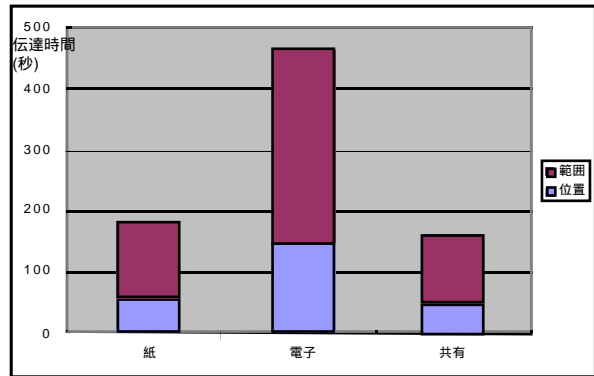


図 5.1 実験結果：タスク毎の平均伝達時間

5.2 伝達の正確性

図 5.2 に伝達の正確性を示す。位置伝達タスクでは一度も誤りが生じなかったが、範囲伝達タスクではどの方法でも、実験全体を通して 2 度程度の誤りが生じている。

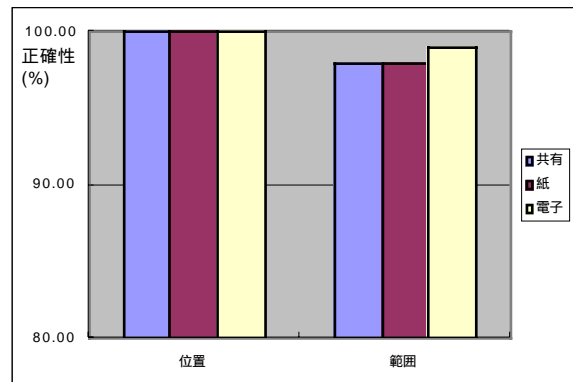


図 5.2 実験結果：伝達の正確性（平均）

今回は、出来るだけ正確に伝達することを前提に実験を行ったため、正確性では顕著な差が出なかったものと推測される。しかし、現場指揮支援システムではより緊迫した場面での利用が想定されるため、伝達時間を区切ってどの程度正確に伝送可能であるかを評価することも必要である。

5.3 被験者の観察に基づく評価

どのように位置情報の情報の伝達を行うか、被

験者の行動の観察も同時に行った。以下は観測結果の中から得られた知見の幾つかである。

- ・説明の順序

被験者のほとんどは、お互いに地図の上でランドマークの位置を交換することから伝達を始める。また、被験者によってランドマークの設定が異なり、目的地に近いランドマークを選択した場合のほうが早く目的地の説明が済む傾向にある。従って、適当な数のランドマークが地図上に散らばっている場合の方が伝達は行い易いと思われる。また電子共有地図はカーソルがランドマークとなり直にその場所を示せるため、効果が高い。

- ・被験者によるばらつきが大きい。

被験者が地図の説明になれている場合と、そうでない場合とで伝達に要する時間に3倍以上の違いがある。同じ被験者で2回目の試行のほうが伝達時間が短いことから、練習を重ねることで伝達の効率が上がることが予想される。今回はこの学習効果についての測定は行わなかった。これは、現場指揮支援システムのような専門家が使うシステムでは、慣れの早さよりも、慣れた後の作業の効率を重視して設計を行うべきであると考えた為である。

- ・紙地図との対応に時間がかかる。

5.1 で述べたように、実験の都合で、今回は電子地図の場合にも伝達位置は別に用意した紙地図で渡した。紙地図と電子地図、紙地図同士などの地図同士の対応をとる作業には予想外に時間がかかることが分かった。電子的な地図作業環境でも、地図を並べて対応をとる作業等に無駄な時間がかかるため、そのような設計はなるべく避けるべきである。

6. まとめ

本稿では、地理情報に基づくリアルタイムの情報共有の仕組みを提案し、現場指揮支援システムを試作した。また、位置情報の共有タスクに

限定し、実証実験により有効性の検証を行った。特に、現場活動で必要とされる、位置および範囲の伝達タスクにおいては、その有効性が確認された。

今後の課題としては、現場指揮支援システムで提案しているその他の機能に関しても、有効性の検証が必要である。

謝辞

本実験実施にあたり協力を頂いた国際情報科学芸術アカデミーの神成淳司さんと吉田茂樹さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] 「災害緊急時と平常時の連携による統合防災情報システムの構築 リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて(1)」、亀田弘行,角本繁,畑山満則,地理情報システム学会講演論文集 Vol7, 1998, pp.29-32
- [2] "An Architecture for Command and Control in Disaster Response Systems", Yoshitaka Kuwata, Yuji Ishikawa, and Hisamichi Ohtani, in proc. of 2000 IEEE Intl. Conf. on Industrial Electronics, Control and Instrumentation (ECON-2000), Oct. 22-28, 2000, Nagoya, JAPAN
- [3] "Design of RoboCup-Rescue Viewers -Toward a Real World Emergency System -", Yoshitaka Kuwata and Astushi Shinjoh, in Proc. of The Fourth Int. Workshop on RoboCup, Aug. 31 – Sept. 1, 2000, Melbourne, Australia