

M-042

大規模災害における P2P ネットワークを用いた分散システム Large Scale Disaster Information System based on P2P Overlay Network

康 偉†
WEI KANG

柴田 義孝†
YOSHITAKA SHIBATA

1. はじめに

日本は火山活動が活発で、地震が多く発生する災害国であり、国民の安心・安全な生活を守るために、災害時の情報通信手段が重要となる。これまでインターネットを用いたクライアント・サーバ型の災害情報システムが多数研究されている[1][2]。しかし、これらのシステムではネットワークの切断や通信機器の故障等の障害、負荷集中による輻輳に対しては考慮されていない。一方、近年 IP をベースとしたアプリケーションレベルのネットワークとして、Peer-to-Peer オーバーレイネットワークという技術が注目されており[3]、従来のクライアント・サーバ方式に比較して、スケーラビリティ、対障害性、負荷分散の面で優位性を持つ。本研究では、P2P ネットワークを用いて信頼性、可用性の高い大規模災害情報システムの提案と実装を行う。

2. システム構成

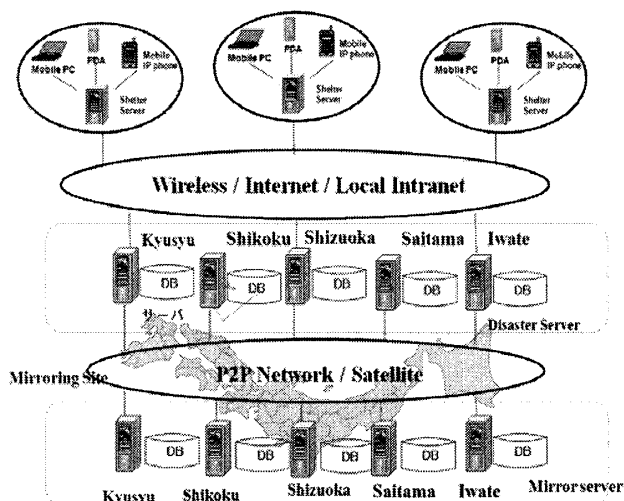


図 1. システム構成図

図 1 は本システムの構成図を示す。本システムでは、平常時はもとより災害時も利用できたため、平常時から各自治体（県、市、町、村）ごとに固定型災害情報サーバ（以下サーバと呼ぶ）が設置される。また災害時には、市町村の各地区（コミュニティ）ごとに避難所にモバイルサーバが緊急設置される。これらのサーバは、有線及び無線による地域イントラネットや情報ハイウェイにより相互接続され、サーバ全体で P2P オーバーレイネットワークを構成する。さらに災害が複数の県に跨るような大規模災害に対応するため、県レベルサーバは衛星網により遠く離れた地域にミラーサーバをあらかじめ設置しておくことにより大規模災害に対応する。

†岩手県立大学

Iwate Prefectural University

(1) クライアント

クライアントにおいては、モバイル PC や携帯電話、PDA のウェブブラウザを利用して、情報の登録・検索のためのインターフェイスを提供する。

(2) 避難所サーバ

災害時に緊急配備されるモバイルサーバである各避難所サーバにおいては、クライアントより災害情報の検索要求を受取り、返答をクライアント側へ返す。

(3) 市町村及び県防災中央センターサーバ

各避難所サーバからの災害情報を統合する。その実現のために各避難所のデータベースに要求を発行し、データの統合化を行う。

本システムはアプリケーションとして、安否情報システムや防災ハザード GIS などのサービスを提供する。

3. システムアーキテクチャ

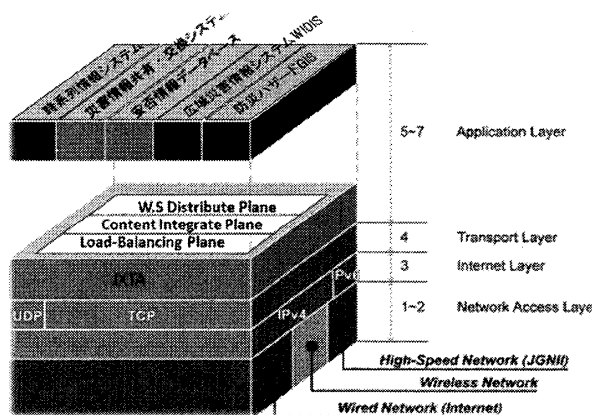


図 2. システムアーキテクチャ

本システムでは災害情報アプリケーションを実現する情報基盤上でミドルウェアの層を果たす部分として、図 2 のように 3 つの機能を実装する。具体的には、Web-Server Distribution Plane, Content Integration Plane, Load-Balancing Plane から構成される。以下、その 3 つの機構の機能について説明する。

3.1. Web-Server Distribution Plane

本研究ではサーバの障害によるシステム可用性の低下を防ぐために、各地域のサーバ同士を Peer-to-Peer の方式で統合することによりサーバの分散化ならび冗長化を行う。このため Web-Server Distribution Plane においては、耐故障性の機能を果たす。

以下は具体的に安否情報データベースの流れを例として、P2P オーバーレイの機能により、サーバ故障時の対応プロセスを説明する。

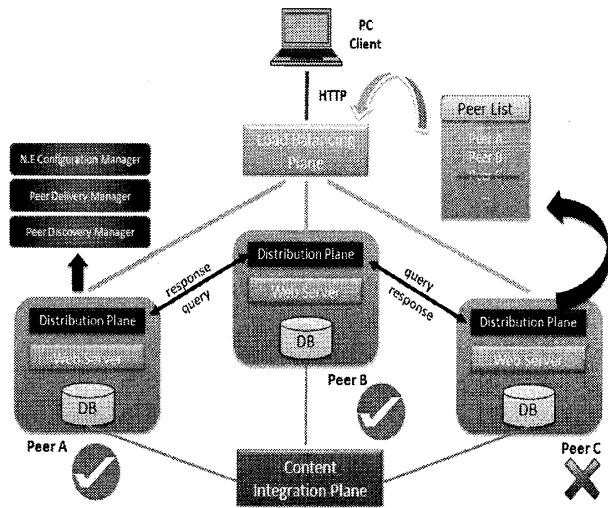


図3. 安否情報データベースの流れ

図3のように、クライアントPCはウェブブラウザを使用して、Load Balancerを通して、ピアである災害情報サーバにアクセスする。Peer内に設置されているDistribution PlaneはJXTAのDiscovery Managerによる常に定期的にP2Pネットワークに参加しているPeerの情報を取得する。これに関しては、各Peerは自分自身の情報を持ち、隣接Peerのクエリに対して、自分の情報を一定時間ごとにレスポンスする。例えば、Aがクエリを送信するとBに要求が伝達される。Bは自分の情報をAに返す。同時に、AはPeer Cに対して、クエリを送信しても、返事が来ない場合はCが故障していると判定する。障害が検出されたPeer Cに関しては、Load-Balancing PlaneのPeer Listの中から削除して、これからのアクセスをさせないようにする。その結果、ネットワーク全体に行けば行くほど、より多くのPeerの情報を持つことになる。障害のあるサーバがあっても、代替サーバによって安否情報サービスを提供し続けられ、システムの対障害性を向上することができる。

3.2 Content Integration Plane

Content Integration PlaneはPeer間のデータベースを統合する機能を果たす。データベースベースのレプリケーションとしては、P2Pオーバーレイサービスから得たノードの位置情報に基づき、ネットワーク上でバックアップ作業を行う。レプリケーション先のサーバが、レプリケーション元のデータベースのバイナリログを読み込みこみ、その内容を元に、クエリをレプリケーション先のデータベースサーバに発行し、データベースの内容の同期をとることを行う。この作業によって、分散化を行っているバックアップサーバ群の内容を一致させる。

3.3 Load-Balancing Plane

Load-Balancing Planeは、分散化により耐故障性向上させており、負荷分散に関してはPeer Listにあるピアである災害情報サーバにそれぞれ異なるURIを割り当て、サーバの負荷や障害状況に応じ実行させている。

4. プロトタイプシステム

本研究の有効性を確認するために、プロトタイプシステムを構成し、機能および性能評価を行う。現在、各拠点間のサーバ性能、ネットワーク構成は図4の通りである。この基盤上で災害時用のアプリケーションとして、「評価実験用災害情報共有システム」を搭載している。

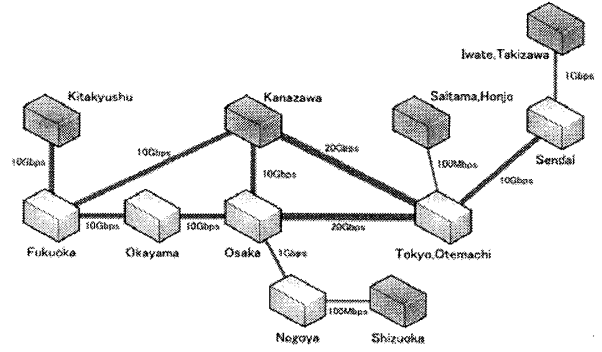


図4. JGN2 plus ネットワーク構成図

4.1. 評価実験用災害情報共有システム

評価実験用システムに関しては、OSはWindows XPを使用し、ウェブサーバにはApacheTomcat5.5を用い、データベースサーバにMySQL5.0を使用した。また、P2Pネットワークを構築するためにJXTAlib2.5を使用していた。本災害情報共有システムでは、安否情報、ボランティア情報、被害情報などの情報登録と閲覧が可能である。また、P2Pオーバーレイの機能によって、サーバ障害の対応や、サーバ群の内容の統合化として、サーバ管理機能も持っている。以下、図5にシステムのスクリーンショットを掲載する。

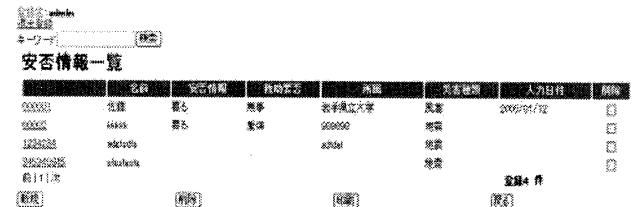


図5. 評価実験用災害情報共有システム

5. おわりに

本稿では、WebサービスとP2P技術を融合する方法論として、災害時にも双方向コミュニケーション可能で、情報の交換・共有が出来るシステムのロバストネス向上のための手法について述べた。今後新たにサーバ数をさらに増加させて、大規模災害を想定した性能評価を行う予定である。

参考文献

- [1] フェニックス防災情報. <http://web.bosai.pref.hyogo.lg.jp/public/>.
- [2] 中沢淳一, 高橋謙三: 情報通信ネットワークの災害対策, 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.9, pp.782-786 (2006).
- [3] 首藤一幸, "アプリケーション層マルチキャスト:基本と応用", UNIX magazine 2006年10月号, pp.34-43, (株)アスキー, (2006.9).