

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である。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集まってきてあり[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

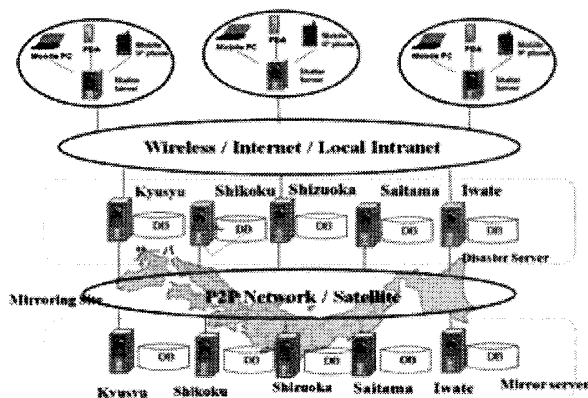


図 1. システム構成図

図 1 は本システムの構成図を示す。本システムでは、平常時よりも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。

(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、クライアントより検索モジュールにて災害情報の検索要求を受取り、クエリを発してその結果を受取り、返答をクライアント側へ返す。

(3) 市町村及び県レベル防災中央センターサーバ

各避難所サーバがダウンした時には中央サーバがバックアップ機能を果たす。その実現のために統合モジュールにおいて、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。

本システムは安否情報システムや防災ハザード GIS などの災害情報アプリケーションを実現するために、ミドルウェア層でサービスを提供する。

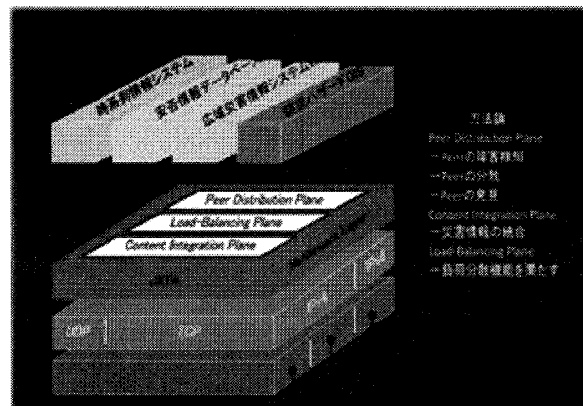


図 2. システムアーキテクチャ

3. 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、Peer 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 Peer Distribution Plane

本研究ではサーバの単一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冗長化と負荷分散を行う。このため Peer Distribution Plane においては、ウェブサーバの分散化、ならび冗長化の機能を果たす。まず、JXTA の発布サービスによって、ピアであるサーバに関する情報を P2P ネットワークに発行する。次に、発見サービス機能によって、P2P ネットワークで新たに加入したピアを発見する。

具体的には以下のような 3 つのマネージャ：N.E Configuration Manager, Peer Delivery Manager, Peer Discovery Manager から構成される。

3.1.1. N.E Configuration Manager

ネットワーク配置マネージャは P2P ネットワーク環境構築するための基本的なプラットフォーム情報を管理する。Peer を起

†岩手県立大学

Iwate Prefectural University

動する時, peer 名称, peer ID, TCP/IP あるいは HTTP など伝送プロトコル, Rendezvous, Relay などの情報の配置と設定を行う。

3.1.2. Peer Delivery Manager

ピア分散マネージャは, JXTA の Publish サービスによって, XML 形の advertisement を使用して, Peer に関する情報を P2P ネットワークに発布する。また, ローカルにある既存な Peer 情報に対して管理を行う。

3.1.3. Peer Discovery Manager

ピア発見マネージャはすでにローカルのキャッシュに格納されているピアの情報を検索する。また, 発見サービスによって, 動的に p2p ネットワークに広告された他の Peer を発見する。他の Peer のクエリに対して, 応答する。発見サービスのアルゴリズムは以下のように示す。

```
while(発見要求回数 > 0){
    ローカルキャッシュにあるピア情報を検索する;
    存在する場合, そのピアの情報を抽出する;
    存在しない場合, クエリを送信する {
        (1) 当グループ内で検索する;
        (2) 全ネットワーク内で検索を行う;
        見つかった場合, 該当するピア情報を返す,
        ローカルにキャッシュする
        そうでない場合, メッセージを表示する;
    }
}while(timeout) }
```

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。

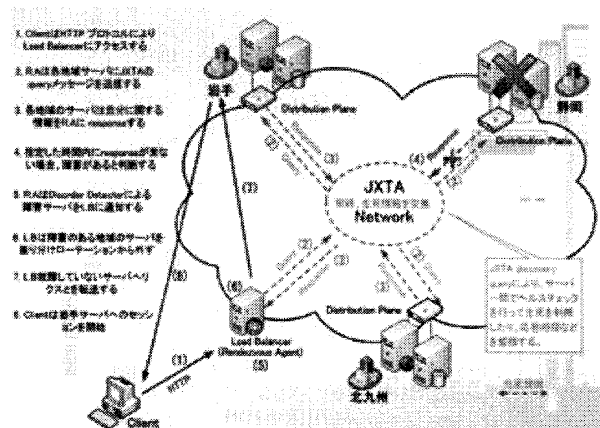


図 3. 安否情報データベースの流れ

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, HTTP プロトコルにより Load Balancer にアクセスする。Load Balancer 内に実装されている Rendezvous Agent は各地域サーバーに JXTA の query メッセージを送信する。指定された時間内に各地域サーバーの response がこない場合, その地域のサーバーは障害が起きていると判断する。R.A は Disorder Detector により障害サーバーを L.B に通知する。L.B は障害のある地域サーバーを振り分けローテーションから外して,故障していないサーバーへクライアントのリクエストを転送する。Client は岩手サーバーへのセッションを開始する。

3.2 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, サーバの負荷に応じてリダイレクト実行させている。

負荷値は以下の式 (1) で定義されている:

$$\text{Load value [i]} = a * \text{CPU\%} + b * \text{Memory\%} \quad (a + b = 1) \quad \dots (1)$$

主なアルゴリズムは以下に示す:

```
While (TRUE) {
    for(各接続ノードに対して){
        現在ノードが総ノード数より大きい場合:
            現在ノードを拒否する;
        現在ノードの負荷値は指定した負荷値より大きい場合:
            現在のノードを拒否する;
        それ以外の場合:
            現在のノードにサービスを提供する;
    }
}
```

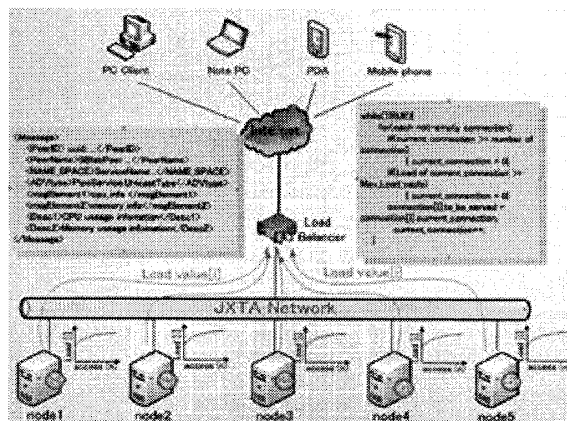


図 4. Load-Balancing Plane

3.3 Content Integration Plane

本システムの論理的なシステム分散化は, 都道府県-市町村-避難所というようにトップダウンで各領域の情報を分割していく階層化構造をとっており, 負荷の分散が可能となる。一方で, 下位のコミュニティで入力・収集された情報を, 上位のコミュニティ・組織団体へ集約・統合していく仕組みが必要となる。Content Integration Plane はこれらの情報を統合する機能を果たす。

4. 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] 岩淵 柴田: "位置情報を利用した動的情報配信による被災者支援システム" 情報処理学会第 68 回全国大会, 5Q-4Mar.2006
 [2] Tsuyoshi, E., Fumiko, M. and Hiroyuki, O.: Research and Development for Victims In-formation Registration and Retrieval System (IAA System) and its Application to Natural Disasters, Seminar on mathematical sciences, National Institute of Information and Communication Technology (2005).
 [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)