

改良型 P2P ネットワークを利用した安否情報システムの提案

中山 淳也[†] 太田 学[†] 片山 薫[†] 石川 博[†]

[†] 東京都立大学大学院工学研究科 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

E-mail: † {nakayama, ohta, katayama, ishikawa}@ hikendbs.eei.metro-u.ac.jp

あらまし 災害時は、利用が集中することにより電話がつながりにくくなり、家族や知人の安否確認が非常に困難になる。そこで、我々は既存の大規模なシステムに比べ、容易に低コストでシステム構成できる Pure PeerToPeer (以下 P2P) ネットワークを利用した安否情報検索システムを開発している。これまでに検索履歴を用いてネットワーク負荷を軽減させる負荷低減型 Pure P2P ネットワークを利用した安否情報検索システムを提案したが、このシステムでは、検索履歴が十分に蓄積されるまでの間、ブロードキャスト検索するためネットワーク負荷が大きいという欠点がある。そこで、本研究は検索履歴が十分に蓄積されていない状態においても、ネットワーク負荷を軽減するために、隣接ノードリストに含まれる登録ノードが設置された住所と検索者が入力した検索対象者の住所について直接位置情報を算出し、距離が近いノードからクエリを出す手法を提案する。

キーワード ピアツーピア, 情報検索, 安否情報, 位置情報

Safety information retrieval using modified P2P network

Junya NAKAYAMA[†] Manabu OHTA[†] Kaoru KATAYAMA[†] and Hiroshi ISHIKAWA[†]

[†] Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University

1-1 Minami-Osawa, Hachioji-shi, Tokyo, 192-0397 Japan

E-mail: † {nakayama, ohta, katayama, ishikawa}@ hikendbs.eei.metro-u.ac.jp

Abstract A centralized system such as the phone network does not resist the overload due to disasters. We are developing a robust safety information retrieval system based on the Pure Peer-To-Peer (P2P) network using query history. However, this retrieval system on the PureP2P network is not efficient because repeated broadcasting increases network load before a certain amount of query history accumulates. Therefore, we propose an approach to reduce the load by finding the closest nodes to calculated distance based on the geographical location information of nodes in a node-list and addresses of a target person.

Keyword PeerToPeer, Information Retrieval, Safety Information, Geographical Location Information

1. はじめに

阪神大震災などの災害発生時には、利用が集中して電話がつながりにくくなり、家族や知人の安否確認が非常に困難になる[2,20,21]。また、IAA (I Am Alive) システム[1,21]や静岡県立大学の安否確認システム[11,22]など、インターネットを利用した既存システムではサーバに情報を登録するため、そこにアクセスが集中しダウンの可能性がある。また、大規模なシステムになりすぎて運営管理が大変である。そこで、本研究では、各ノードが最新の情報を保持し、容易に低コストでシステムを構築できる Pure Peer-To-Peer (以下 P2P) ネットワークを利用する。提案する安否情報システムでは、災害時に避難場所に安否情報を登録するためのノード(コンピュータ)を設置し、検索者は身近にある携帯用コンピュータなどからクエリを出す。

以前に提案した負荷低減型 PureP2P システムでは、各ノードが所持している検索履歴を用いて、過去に検索がヒットしたノードへ、優先的にクエリを出す。これによって、クエリを送信するノードの中継回数が減り、ネットワーク負荷を軽減させる[19]。しかし、この負荷低減型 PureP2P ネットワークでは、十分に検索履歴がない場合、Gnutella[3,5,12,15,16]や FreeNet[6,12]などの既存 PureP2P システムや NeuroGrid[7,12]や連携型検索手法を用いた PureP2P システム[14]などと同様に、各ノードが所有している隣接ノードリスト(クエリを出すことができるノードの情報リスト)からブロードキャスト検索を行う。そのため、各ノードが所有している検索履歴がある程度蓄積されるまで、ネットワーク負荷が大きいという欠点がある。そこで、住所のジオコーディング[9,18]を利用し、避難場所に設置された

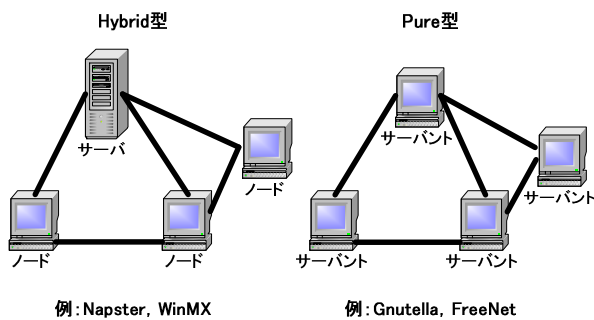


図 1 P2PSystem

各ノードが所有している隣接ノードリストに含まれる登録ノードとクエリに含まれる検索対象者の住所から直接位置情報（緯度経度など）を算出する．そして，検索対象者の住所から距離が近いノードへ検索を行う改良型 P2P システムを提案する．これにより，検索履歴がそれほど蓄積されていない状態でもネットワーク負荷を軽減することができる．また，実際に起こった地震（芸予地震[17]）をもとにしたシミュレーション実験によって，以前提案した検索方法（負荷低減型 PureP2P システム）との比較評価を行った．

以降，2 章では P2P システムの概要，3 章では関連研究との比較，4 章では提案システムについて説明する．5 章では提案システムの有効性を検証するための実験について述べ，6 章では結論と今後の課題についてまとめる．

2. P2P システム

2.1. 概要

P2P システム[3,12,19]とは，ピア(Peer)とピア(Peer)な関係で成り立ったシステム，つまり，構成するコンピュータが対等に処理を行うシステムのことである．クライアント・サーバシステムでは，処理を要求し結果を受け取るコンピュータがクライアントであり，要求を受けて処理結果を返すコンピュータがサーバであるが，P2P システムでは，すべてのコンピュータがクライアントでありサーバである．

P2P システムの形態としては，大きく分けて Hybrid 型 P2P と Pure 型 P2P の 2 つのシステムが存在する．それぞれの仕組みは以下の通りである．

2.2. Hybrid 型

Hybrid 型 P2P システムとは，図 1 左のようにサーバと複数のノードによって構成されるシステムである．システムの中にサーバがあるので，クライアント・サーバシステムと似ているが，実際は少し違う．サーバは各ノードに存在するデータのインデックス情報を持

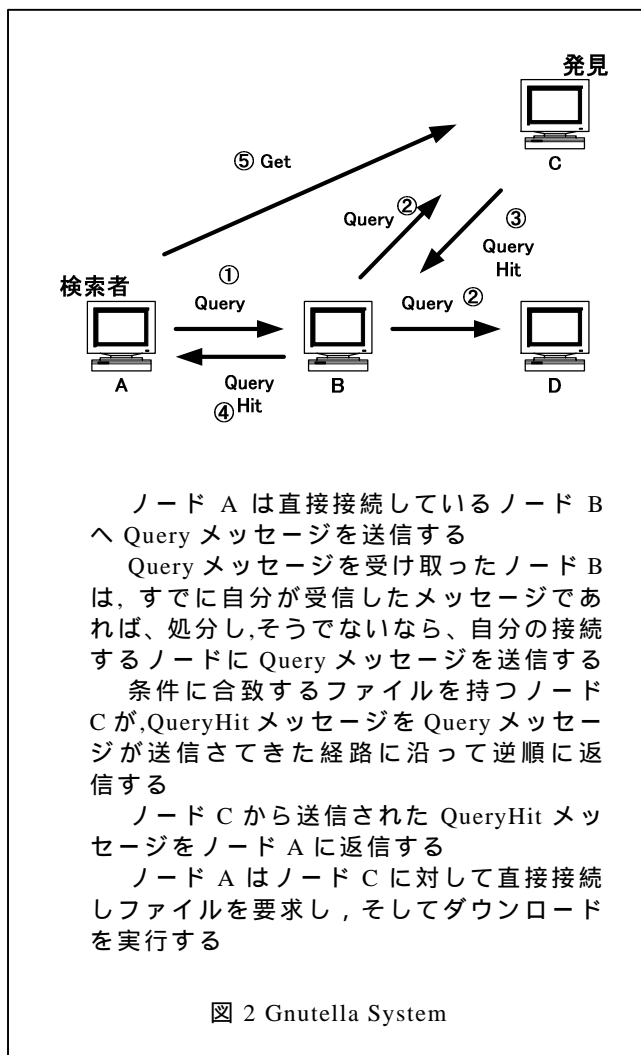


図 2 Gnutella System

っていて，各ノードが実際のデータを持つ．情報を検索するときには，サーバに接続し自分の欲しい情報が存在するかを検索する．欲しい情報が見つかったら，その情報を持っているノードに直接接続しデータ取得する．代表的なものに Napster[3,4,12]があり，Hybrid 型 P2P システムには以下の特徴がある．

- **セキュリティの管理**

中央サーバを経由させるので，アカウント管理，認証，承認といったセキュリティの管理が行いやすい．

- **検索**

サーバに集積したインデックスを検索するため，検索効率は良い．しかし，検索対象がインデックスされたものに限るので，常に新しい情報が得られるとは限らない．

- **耐障害性**

特定の機能を一箇所のサーバに依存しているので，サーバがダウンするとシステムが使用不可能になる．

• **運用管理コスト**

中央サーバを用いるため、クライアント・サーバ方式に比べたら、サーバコストは小さいが、それでもサーバ強化のコストがかかる。

2.3. Pure 型

Pure 型 P2P システムとは、Hybrid 型 P2P システムと違い、中央サーバが存在しない各ノードのみで構成されるネットワークことである。全てのノードが対等(ピア)な関係であるシステム形態で(図 1 右参照)、全てのノードが互いに対等に処理要求を受けるサーバ(Server)であり、処理要求するクライアント(Client)であるため、サーバント(Servant=Server+Client)と呼ばれている。そして、各サーバントにデータを登録し、検索はネットワークに接続している各サーバントに対して行う。Pure 型 P2P システムには以下の特徴がある。

• **セキュリティ管理**

中心となるサーバを持たないため、アカウント管理などのセキュリティ管理が難しい。一方、匿名性の実現には適している。

• **検索**

各サーバントに対してブロードキャスト検索を行うのでネットワーク負荷が大きい欠点があるが、常に新しい情報を検索できる。

• **耐障害性**

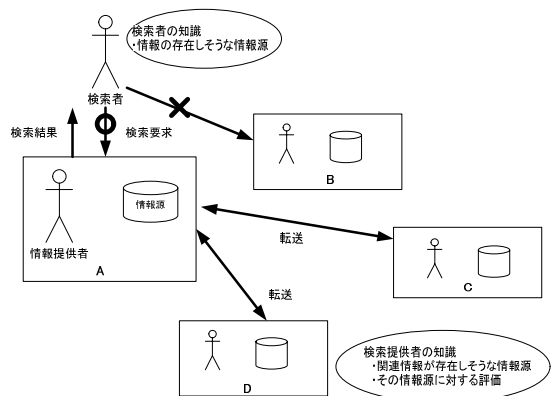
中央サーバを使わないので、障害には強い。

• **運用管理コスト**

HybridP2P システムに比べ、コストが小さく抑えられる。

これを利用した最も基本的な Pure 型 P2P システムは Gnutella[3,5,12,15,16]である。提案システムや他の改善された Pure 型 P2P について議論するために、ここで Gnutella の仕組みについて説明する。

Gnutella の基本的な動作は、自分の知っている他ノードにメッセージを送信し、その応答を待ち、そして、メッセージを受信したノードは、更に他のノードへメッセージを送信するという動作の繰り返しである。ただし、ネットワークトラフィックの肥大化を防止するためにメッセージパケットに移動回数を制限する TTL (Time To Live) が設定される。これは移動するたびに値を 1 ずつ減らし、0 になったらメッセージを止める。また、一度受けたメッセージの重複受け付け防止識別子に GUID (Global Unique Identifier) を与える。Gnutella ネットワーク上のファイル検索とダウンロー



ド手順を図 2 に示す。

3. 関連研究と提案システムの比較

ここで、Gnutella を改善した Pure 型 P2P システムと提案システムとの違いについて説明する。

FreeNet[6,12]は、検索の過程で経由したノードにも検索で得たデータを保存し、中継するノードは中継するときに自分の情報保存領域にも同じデータのコピーを保存する。すなわち情報を一箇所ではなく、より多くのノードで保存し、早く検索結果が得られることを目的としている。また、クエリを出す方法は Gnutella と同様である。これに対して、提案システムは情報が存在しそうな場所にクエリを送信することでクエリのノード中継回数を減らす。

NeuroGrid[7,13]は、フォルダやディレクトリといった制限を取り払った一つのデータ管理システムである。このシステムは大きく 2 つの要素から構成される。1 つはファイルのメタデータを変更する学習エンジンで、もう 1 つはファイルとノードの関係を記した知識データを使用し、分散型ネットワークの Query メッセージを制御するプロトコルである。前者は、キーワードとデータを結び付けるために利用者の検索行動を監視する。つまり、利用者があるキーワードを使って検索した後、どのファイルを開いたかまで分析し、キーワードとファイルの関係の強さについての情報を蓄え、検索に利用する。後者は、実世界での人に聞くというモデルをシステム化したもので、ユーザが隣接しているノードにフォワード(転送)するうちに、それぞれの NeuroGrid ノードがそのユーザに適切な情報を提供するかどうかを学習し、次第に Query メッセージを効率的にフォワードする。この 2 者が協調することで、学

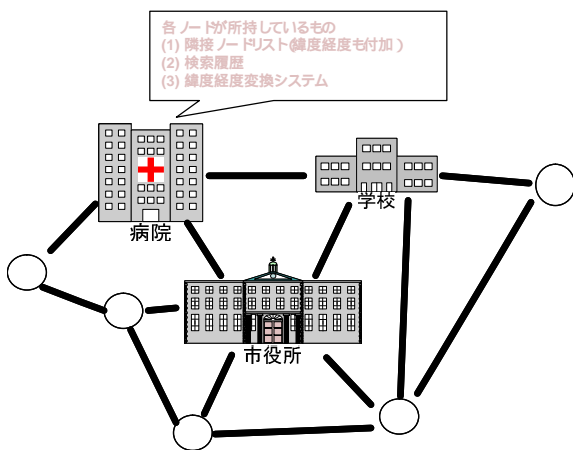


図 4 応用例

習済みのメタデータによる経路判断と各々の経路判断に対するユーザからの反応によるメタデータの更新が可能となり、効率良く検索ができる。しかし、効率良く検索させるための学習に、ある程度時間が掛かってしまうが、提案システムは検索履歴がなくても効率良く検索ができる。

携帯型検索手法[14]とは、実世界をモデルとした検索手法である。これをもとに、情報が存在しそうな情報源を【検索者の知識】とし、関連情報が存在しそうな情報源と、その情報源に対する評価を【情報源の情報提供者の知識】と設定し、検索を行っている。このモデル化は、NeuroGridと同じ考えである。例として、検索者は【検索者の知識】から B にはクエリを出さず A にクエリを出す。別の情報源に検索提供者の知識から、他の情報源にクエリを転送し、無駄な検索経路を省く手法である（図 13 参照）。こちらにも検索履歴がないと効率良く検索できない。

トピック主導型分散検索システム[15,16]とは、各ノードが保有している検索対象となる各ファイルの諸属性を抽出したインデックスファイルを生成し、効果的なインデックスファイルの絞込みを行う評価関数と分散インデックス機構を持った PureP2P システムである。そして、これらを利用し、検索者の要求に応じた検索を行う。つまり、各ファイル情報を抽出し、インデックスファイル形成の仕方によって、このシステムがうまく検索者の要求に答えられるかどうかが決まる。これに対し、提案システムでは属性の抽出や複雑な評価関数を用いないので運用コスト面では有利である。

4. 提案システム

4.1. 概要

負荷低減型 PureP2P ネットワーク[19]では、検索者がコンピュータに検索対象者の人名や住所などを入力する。そして、各ノードが所持している検索履歴を用

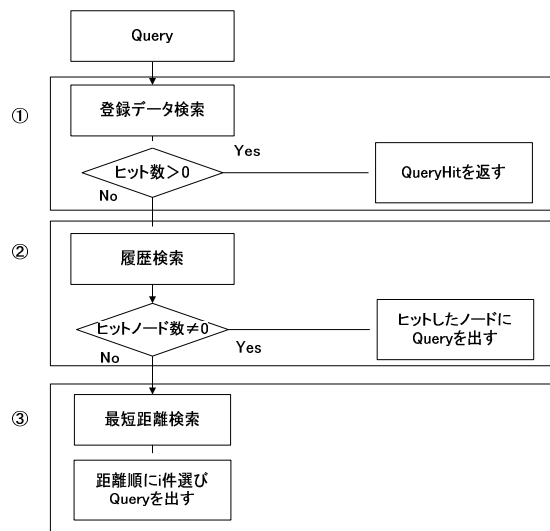


図 5 各ノードにおける検索処理

いて、クエリを出すノードを絞る。検索履歴中に、入力項目すべてが一致したデータがあった場合、その情報の登録ノードへ優先的にクエリを送出する。また、一致したデータがなかった場合、入力したキーワードを使い、検索履歴を OR 検索でヒットしたノードの中からヒット件数が多い順に、クエリを出すノードの候補を決める手法である。検索履歴がない場合には、各ノードが所有している隣接ノードリストからランダムにノードを選びクエリを転送する。このため各ノードが所有している検索履歴が、ある程度蓄積されるまでネットワーク負荷が大きくなるという欠点がある。これを改善するために、各ノードに位置情報を持たせる。そして、クエリに含まれる検索対象者の住所から最も近い距離の隣接ノードリスト内のノードに検索する最短距離検索手法を用いた改良型 P2P ネットワークを提案する。

各登録ノードは、(1)ジオコーディング[9,18]を利用して、設置した場所から算出された緯度経度を付加された隣接ノードリスト、(2)検索履歴と、入力された間接位置情報（住所など）から位置情報を調べる手段として、(3)緯度経度変換システムを持つ。また、Gnutella プロトコルを利用して実装した。災害時に、本システムは、自治体で決められた避難場所に PC を設置し、その上で利用することを想定している（図 4 参照）。

4.2. 登録データ

ユーザは【名前】【本人住所】【年齢】【性別】【所属名（会社、学校名等）】【所属住所】【現在場所】【現在状況】【登録日時】を登録する。当たり前ではあるが、安否情報検索では、本人に該当する情報と本人の安否情報（【現在状況】など）が必要である。そして、その情報がいつ登録されたかという情報によって情報の新鮮度も確認できるので【登録日時】も保存する。

表 1 検索履歴例

| 名前 | 本人住所 | 年齢 | 性別 | 所属名 | 所属住所 | 現在場所 | 現在状況 | 登録ノード | 登録ノードのIPアドレス | 登録日時 | 獲得日時 |
|------|---------|----|----|--------|---------|--------|------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 宮本浩二 | 八王子市南大沢 | 20 | 男 | 東京都立大学 | 八王子市南大沢 | 東京都立大学 | 無事 | B | 133.***.***.*** | 2002/3/12/7:00 | 2002/3/12/9:00 |
| 中田恒靖 | 府中市日綱町 | 21 | 男 | 東京都立大学 | 八王子市南大沢 | 東京都立大学 | 軽傷 | A | 144.***.***.*** | 2002/3/12/9:00 | 2002/3/12/10:00 |
| 川口正剛 | 八王子市石川町 | 19 | 男 | 東京都立大学 | 八王子市南大沢 | 東京都立大学 | 無事 | B | 133.***.***.*** | 2002/3/12/11:00 | 2002/3/12/12:00 |
| 檜崎能活 | 府中市天神町 | 21 | 男 | 東京工科大学 | 八王子市片倉町 | 東京工科大学 | 無事 | C | 155.***.***.*** | 2002/3/12/15:00 | 2002/3/12/16:00 |
| 松田隆三 | 多摩市永山 | 22 | 男 | 東京都立大学 | 八王子市南大沢 | 東京都立大学 | 重傷 | D | 122.***.***.*** | 2002/3/12/16:00 | 2002/3/12/18:00 |
| 盛岡直樹 | 八王子市南大沢 | 23 | 男 | 東京都立大学 | 八王子市南大沢 | 東京都立大学 | 無事 | B | 133.***.***.*** | 2002/3/12/16:30 | 2002/3/12/18:30 |
| 秋田雅史 | 八王子市南大沢 | 20 | 男 | 中央大学 | 八王子市東中野 | 中央大学 | 無事 | A | 144.***.***.*** | 2002/3/12/16:35 | 2002/3/12/18:35 |
| 中山豊 | 八王子市堀之内 | 18 | 男 | 東京薬科大学 | 八王子市堀之内 | 東京薬科大学 | 無事 | C | 155.***.***.*** | 2002/3/12/16:50 | 2002/3/12/18:50 |

表 2 隣接ノードリスト例

| 登録ノード | 登録ノードの IP アドレス | 登録ノードの位置情報(北緯,東経) |
|-------|-----------------|----------------------|
| B | 133.***.***.*** | (35.35.23,139.23.7) |
| A | 144.***.***.*** | (35.38.4,139.24.39) |
| C | 155.***.***.*** | (35.37.52,139.23.54) |
| D | 122.***.***.*** | (35.37.55,139.20.27) |

4.3. 検索履歴

検索履歴は【名前】【本人住所】【年齢】【性別】【所属名】【所属住所】【現在場所】【現在状況】、安否情報を登録した【登録ノード】【登録ノードのIPアドレス】【登録日時】【獲得日時】とする。そして、最新情報を保持しているノードへ接続できなかった場合、検索履歴の情報を検索者に渡す(表 1 参照)。

4.4. 検索アルゴリズム

【検索項目】として【名前】【本人住所】【所属】【所属住所】をユーザが入力し、その【本人住所】と【所属住所】から検索対象者の【位置情報(緯度経度)】を割り出し、Queryメッセージに付加する。【名前】と【本人住所】【所属住所】のどちらかは必須であるが、その他は1つ以上入力すれば良い。

次に、各ノードにおける検索処理の流れについて述べる。ただし、登録データと検索項目はすべて入力済みとして話を進める(図 5 参照)。

Queryメッセージの【名前】【本人住所】【所属名】【所属住所】を使って、自ノードの登録データに対して検索を行う。これにヒットすれば、QueryHitメッセージを返しユーザにその結果を表示する。

検索履歴と Queryメッセージの【名前】【本人住所】【所属名】【所属住所】の AND 検索をする。ヒットすれば、そのノードへ Queryメッセージを

出す。ヒットがないなら の処理へ。

【本人住所】【所属住所】の位置情報と隣接ノードリスト内の【登録ノードの位置情報】から距離を計算し、最短距離順にそれぞれ i (ブロードキャストする最大数) 件選び、最後にそれらをまとめて i 件 Queryメッセージを出す。

は完全一致検索、 を最短距離検索とする。それぞれ例を以下に挙げて説明する。負荷低減型 PureP2P システムでは、 の最短距離検索の部分隣接ノードリストからクエリを出すノードをランダムに選択し検索をしていた。また、検索結果を Queryメッセージが通ったノードの逆順で返し、中継したノードの検索履歴にヒットした内容を登録し、隣接ノードリストにノードの情報(【登録ノード】【登録ノードのIPアドレス】【登録ノードの位置情報】)を登録する。つまり、QueryHitが返された伝播上の全てのノードの履歴やノードリストが更新され、今後の検索に利用される。

• 完全一致検索

完全一致検索では、検索履歴に検索対象者の情報がある場合、直接その情報が登録されているノードに Queryメッセージを出すことができる。表 1 の検索履歴を検索項目の【名前】=“盛岡直樹”、【本人住所】=“八王子市南大沢”、【所属名】=“東京都立大学”、【所属住所】=“八王子市南大沢”で検索するとノード B がヒットし、ノード B へ Queryメッセージを出す。

表 3 避難場所の情報

| ノード | 避難場所 | 避難場所の住所 | 地域 | 経度 | 緯度 |
|-----|---------|---------------|------|--------------|-------------|
| A | 佐方小学校 | 佐方10番地 1 | 佐方 | 132.20.10.88 | 34.21.24.99 |
| B | 廿日市小学校 | 本町 2番13号 | 廿日市 | 132.20.19.47 | 34.20.57.57 |
| C | 桂公園 | 桜尾本町 | 廿日市 | 132.20.39.19 | 34.21.15.49 |
| D | 七尾中学校 | 平良二丁目 2番34号 | 平良 | 132.19.36.38 | 34.21.04.59 |
| E | 原小学校 | 原 433番地 | 原 | 132.18.23.31 | 34.21.58.48 |
| F | 宮内小学校 | 宮内 1518番地 | 宮内 | 132.18.39.22 | 34.20.55.30 |
| G | 峰高公園 | 串戸六丁目 | 宮内 | 132.19.28.39 | 34.20.04.01 |
| H | 金剛寺小学校 | 地御前二丁目22番 1号 | 地御前 | 132.19.18.58 | 34.20.04.01 |
| I | 地御前小学校 | 地御前四丁目 3番 1号 | 地御前 | 132.19.13.39 | 34.20.24.61 |
| J | 野坂中学校 | 地御前北一丁目 3番 1号 | 地御前 | 132.18.26.02 | 34.21.06.11 |
| K | 宮園小学校 | 宮園一丁目 1番地 2 | 宮園 | 132.17.30.40 | 34.20.40.88 |
| L | 四季が丘小学校 | 四季が丘八丁目 1番地 1 | 四季が丘 | 132.17.36.10 | 34.20.43.29 |
| M | 四季が丘中学校 | 四季が丘二丁目 1番地 1 | 四季が丘 | 132.17.44.41 | 34.20.56.38 |
| N | 四季が丘公園 | 四季が丘三丁目 | 四季が丘 | 132.17.36.10 | 34.19.43.29 |
| O | 阿品台東小学校 | 阿品台東 2番 1号 | 阿品台 | 132.18.28.12 | 34.19.19.91 |
| P | 阿品台西小学校 | 阿品台西 1番 1号 | 阿品台 | 132.18.43.59 | 34.19.19.91 |
| Q | 阿品台中学校 | 阿品台東 1番 1号 | 阿品台 | 132.18.42.51 | 34.19.50.10 |
| R | 阿品公園 | 阿品台五丁目 | 阿品台 | 132.18.31.35 | 34.19.40.07 |

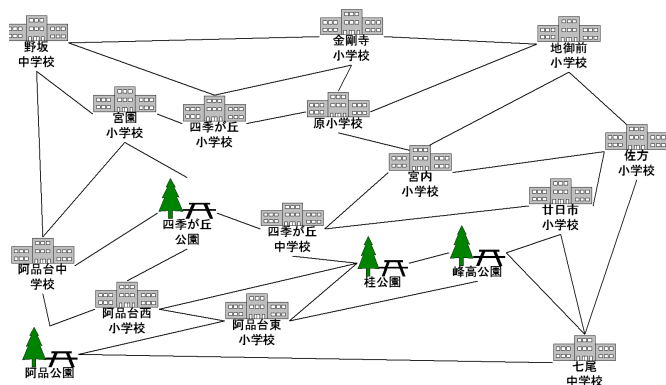


図 6 シミュレーションノード

● 最短距離検索

【本人住所】【所属住所】の位置情報と隣接ノードリスト内の【登録ノード位置情報】からそれぞれの住所から登録ノードまでの距離を計算し、距離順に登録ノードを並び替える。それぞれクエリ総数 i 件だけ選び、それらをまとめクエリを出すノードを決める。例として、【名前】=“小野英俊”，【本人住所】=“八王子市南大沢 3”，【所属】=“東京都立大学”，【所属住所】=“八王子市南大沢 1”

を入力すると、緯度経度変換システムが“八王子市南大沢 3”から“35度 36分 8秒，139度 23分 7秒”，“八王子市南大沢 1”から“35度 36分 45秒，139度 22分 56秒”に変換し、表 2 の隣接ノードリストから各ノードと本人住所、所属住所から距離を算出し、距離が短い順に B, C, A, D とクエリを出すノード候補が並び替えられ、そして $i=2$ だとすると B, C へクエリを出す。

5. 実験

5.1. 実験概要

提案手法により負荷低減型 PureP2P と比較して、Query メッセージの中継回数（ホップ数）が減少するかどうかを検証するためにシミュレーションを行った。2001 年 3 月に起きた芸予地震被害地域の一都市、^{はつかいち}廿日市市[10]をモデルとしてネットワークポロジーを決定し、発見までのホップ数で評価した。前提条件を以下のように定めた。

まず、住所（本人住所、所属住所、避難場所住所）から地域を設定した。例えば、四季が丘 1 丁目、2 丁目、3 丁目 四季が丘とした（表 3 参照）。

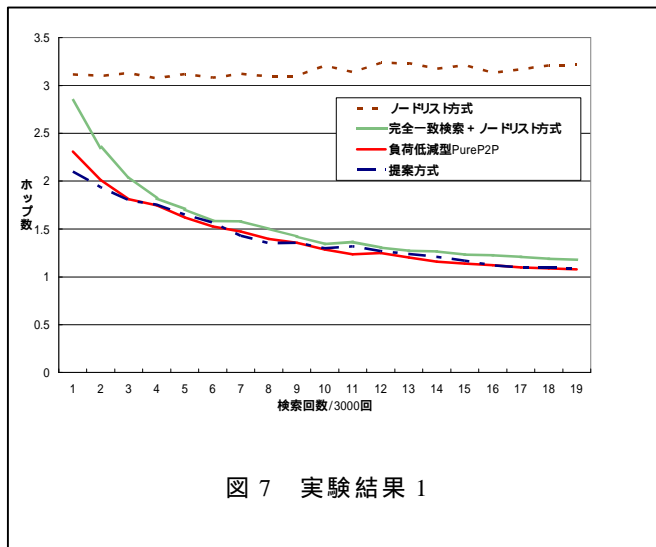


図7 実験結果1

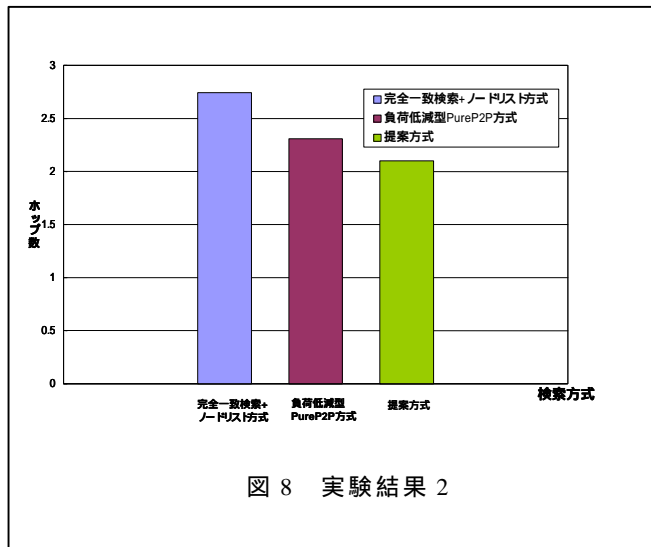


図8 実験結果2

また、芸予地震における情報通信システムの実態調査 [16]の芸予地震時の居場所のアンケート結果から、地震時に自宅や自宅付近に居た人が約 50%，職場や職場付近に居た人が約 20%，それ以外の場所や無回答などが約 30%であったため、各ノードの登録データ（500 人分）の 5 割は【本人住所地域】と【避難場所地域】を一致させ、2 割は【所属住所地域】と【避難場所地域】が一致し、残りは【本人住所地域】や【所属住所地域】が【避難場所地域】と一致しないように登録した。よって、全データ数は 9000 人(500 人×18 ノード)である。

Gnutella の初期設定を参考にして、各避難場所は隣接ノードを 4 つ持ち、ブロードキャストする最大数を 2 とする。検索対象者、検索開始ノードは無作為に決定し、TTL は 7 に設定して、【名前】【本人住所】【所属名】【所属住所】と【本人住所の位置情報(緯度経度)】、【所属住所の位置情報(緯度経度)】を使って検索を行った。

5.2. 実験結果

提案システムだけでなく、以下の 3 つも同様な条件で検索を行い、提案システムの評価を行った。その結果は図 7,8 に示す。

• ノードリスト方式

検索履歴を用いず、Gnutella 方式と同じく、隣接ノードリストからランダムに、検索するノードを選ぶ方式である。

• 完全一致検索+ノードリスト方式

提案システムの完全一致検索とノードリスト方式を組み合わせた方式であり、FreeNet と同様な働きをする。

• 負荷低減型 PureP2P 方式

完全一致検索と入力したキーワードを使い、検索履歴を OR 検索でヒットしたノードの中からヒット件数が上位の順にクエリを出す手法とノードリスト方式を組み合わせた方式である。

横軸を検索回数、縦軸をホップ数とする。1 人の被検索者を検索し発見した場合を検索回数 1 とする(ただし、検索者が検索している避難場所(ノード)に被検索者がいた時の発見した場合を除く)。今回の実験では、検索対象者を発見した時のホップ数について検証することを目的としたため、発見されなかった場合の検索回数は含めなかった。そして、検索回数 3000 回ごとのホップ数の平均をプロットすると図 7 のような結果が得られた。提案システムは、既存方式に比べ、ホップ数が小さく、ホップ数が徐々に小さくなっていくことがわかる。

また、図 8 では、【完全一致検索+ノードリスト方式】と【負荷低減型 PureP2P 方式】と【提案方式】について 3000 回までのホップ数の平均を表したものである。縦軸、横軸は図 7 と同様である。これらにより、最短距離検索手法を用いた提案システムは、負荷低減型 PureP2P システムより、検索履歴が蓄積するまでのある一定期間のホップ数を減少させることが期待できる。

6. まとめ

本論文では、検索履歴と登録ノードと検索対象者の位置情報を用いた最短距離検索を利用した、改良型 P2P ネットワークについて提案し、安否情報検索へ応用した。また、負荷低減型 PureP2P システムや Gnutella や FreeNet などの既存システムとの比較実験を行った。その結果、提案手法により、負荷低減型 PureP2P システムに比べ、検索履歴が十分蓄積されていない状態に

おいても、ネットワーク負荷を軽減させることがわかった。今後の課題として、以下のことが挙げられる。

- 今回の実験では、ヒットしたクエリのホップ数で評価したが、ヒットしなかったクエリのホップ数も加え、全クエリのネットワークトラフィックで評価をする。また、蓄積する検索履歴の制約やネットワークポロジィの変化などを考慮に入れた、より現実的な利用に即したシミュレーションを行う。
- 負荷低減型 PureP2P システムで用いたカテゴリ検索手法と最短距離検索手法を組み合わせた、よりネットワーク負荷が軽減させる手法について検討する。
- ユーザが複数のノードで登録した場合の過去の登録データの削除について考慮する必要がある。例えば、検索履歴に追加するときと同じデータが存在した場合(名前、住所等)、登録日時から判断し新しいデータなら保存し、古いデータなら登録ノードのそのデータを削除する命令を出すことによって改善する。
- PureP2P システムでは、最初のエン트리ポイントをどう決めるか、安全性の確保(特に安否情報を扱う場合)をどう求めていくかという問題がある。これらは Jxta サーチ[8]のような HybridP2P システムと PureP2P システムの中間に位置するシステムへの移行によってエン트리ポイントを HybridP2P システムの中央サーバのようなもの設置し、エントリーのみ機能を与えることによって改善することができる。
- 検索者が正確で詳細な住所を入力しなかった場合に、直接位置情報をどう与えるかを検証する必要がある。また、検索者が検索対象者を発見した場合、その人と会うために、検索対象者が発見された検索者の場所から避難場所ノードまでの地図を出すことで、より安否情報検索システムの付加価値を高めることも考えている。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費特定領域研究(2)[情報学:A02](課題番号:14019075)、東京都立大学総長特別研究費(特別重点研究)による。

文 献

- [1] IAAProject, <http://www.iaa.wide.ad.jp>.
- [2] Japan.internet.com, <http://japan.internet.com>.
- [3] Jnutella.org, <http://www.jnutella.org>.
- [4] Napster, <http://napster.com>.
- [5] Gnutella, <http://www.gnutella.com>.
- [6] FreeNet.org, <http://freenetproject.org>.
- [7] NeuroGrid, <http://www.neurogrid.net>.
- [8] JxtaProject, <http://www.jxta.org>.
- [9] Mobile Info Search, www.kokono.net
- [10] 廿日市市公式ページ, <http://www.hiroshima-cdas.or.jp/hatsukaichi/index.html>.
- [11] 静岡県立大学災害情報システム, <http://anpi.u-shizuoka-ken.jp/>
- [12] 伊藤直樹, "P2P コンピューティング~技術解説とアプリケーション," ソフトリサーチセンター, November, 2001.
- [13] Sam Joseph, "NeuroGrid: Semantically Routing Queries in Peer-to-Peer Networks," International Workshop on Peer-to-Peer Computing, Pisa, Italy, May, 2002
- [14] 澤田雅人, 富田準二, 池田哲夫, 佐藤哲司, "分散型検索システムにおける連携型検索手法の提案," DEWS2002, 倉敷, Japan, Mar, 2002.
- [15] 中辻真, 川原稔, 河野浩之, "ピアツーピアネットワーク上のトピック主導型検索システムとインデクス技術," DBWeb200 論文集, pp.217-224, 京都, Dec, 2001.
- [16] 河野浩之, 中辻真, 川原稔, "ネットワークポロジィ変化を考慮したトピック主導型検索システム," 信学技報, Vol.102, No.375, pp.13-18, Oct, 2002.
- [17] 小林真也, 桶上喜信, 高松雄三, "芸予地震における情報通信システムの実態調査," 情報処理学会第 64 回全国大会, pp.319-320, Mar, 2002.
- [18] 有川正俊, 相良毅, "ジオコーディング手法を用いた多様な文書資源の空間情報化," IT の深化の基盤を拓く情報学研究 - 研究成果報告書 - A02 コンテンツの生産・活用に関する研究, pp.74-81, Mar, 2002.
- [19] 中山淳也, 太田学, 片山薫, 石川博, "負荷低減型 PureP2P ネットワークの提案 - 安否情報検索への応用 - ," 日本データベース学会, DBSJLetters Vol.1, No.1, pp.51-54, Oct, 2002.
- [20] 宮沢小百合, 中山淳也, 太田学, 片山薫, 石川博, "災害時を想定したハイブリッド型 P2P ネットワークの提案," 情報処理学会第 64 回全国大会, pp.329-330, Mar, 2002.
- [21] 井澤志充, 木本雅彦, 多田信彦, 大野浩之, 篠田陽一, "IAA システムの現状とその課題," IC2000, 横浜, Japan, Nov, 2000. http://www.csl.sony.co.jp/ic2000/papers/S01_03.pdf.
- [22] 湯瀬裕昭, 五十川直也, 岩崎剛久, 原田雅樹, "インターネットによる学生の安否情報確認システム," IC2000, 横浜, Japan, Nov, 2000. <http://www.csl.sony.co.jp/ic2000/papers/DEMO03.pdf>.