周辺ユーザ探索による緊急時判断機能を備えた家族間情報共有システム

長谷川　友香[1]　小口　正人[1]

概要：東日本大震災のような緊急災害時には通信回線の混雑などの影響で家族と直接連絡をとることが難しい．そこで本研究では，そのような事態に備えて平常時からライフログを蓄積しておき，緊急時には本人以外もそのデータにアクセスできるようにすることで，家族の安否の手掛かりとなるような情報を得ることのできるシステムを提案する．このシステムの構築にあたり，検討課題となるのはどのように緊急時を判断するかということである．既存研究では緊急地震速報などの外部情報を取り入れる手法や，階層型相互認証を用いる手法が提案されてきた．本論文では提案するシステムが多くのユーザに利用されている状況を想定し，多数のユーザの情報から緊急時判断を行う手法を提案する．

Information Sharing System with a Function which Judges Emergency by Searching Nearby Users

Yuka Hasegawa[1]　Masato Oguchi[1]

1. はじめに

東日本大震災のような災害発生時には，多数のユーザが同時にネットワークを利用するため，回線が輻輳を起こし，急激に電話やメールがつながりにくくなるという事態が発生する．このような場合には，電話やメールなどを用いた家族の安否確認は非常に困難である．被災地住民に対する調査 [1] によると，東日本大震災の被災地で電話が使えず困った人は調査対象全体の 8 割ほど存在し，そのうちで家族・親戚・友人の安否確認がとれず不安に感じた人の割合が 8 割以上であった．このことから電話通信がほぼ不可能な状況において安否の手掛かりになるような情報が入手できれば，不安が軽減されることが予想される．さらに精神面だけでなく，行方不明となった人の捜索の面でも役立つといえるであろう．そこで，平常時から安否確認の手掛かりとなるような情報であるライフログを貯めておき，緊急時にそれらの情報を見ることのできるシステムがあれば有用であると考えられる．そのような仕組みがあれば災害の発生した地域にいるユーザがメールや電話などに反応できない場合であっても，また災害発生地域の回線が混雑していてつながりにくい場合でも，全く別の場所にあるサーバからデータを取得し，家族の状況を把握する手掛かりが得られる．しかし，このシステムにおいて考慮すべき点として，緊急時にのみ個人情報へアクセスできるようにしなければいけない．そのためには，実世界の状況に応じた情報へのアクセス制御手法が必要である．本論文ではそのような制御手法を取り入れたシステムの一例として，周辺ユーザの状態を情報として用いて緊急時判断を行い，その結果に応じてアクセス制御を行うシステムを提案する．本論文では，まず家族間情報共有システムの概要を示し，周辺ユーザ探索による緊急時判断手法について詳しく論じる．

[1] お茶の水女子大学
Ochanomizu University, Bunkyo, Tokyo 112-8610, Japan

2. 家族間情報共有システム

本節では家族間情報共有システム (FISS) の概要を簡単に説明する．図 1 にその構成図を示す．

サーバ・クライアントシステムとして実装されている．サーバ側には Linux，クライアント側には Android を用いている．クライアント側は Android アプリケーションとして実装しており，ライフログの取得や情報閲覧の機能を持つ．その実装画面を図 2 に示す．サーバ側は Web アプリ

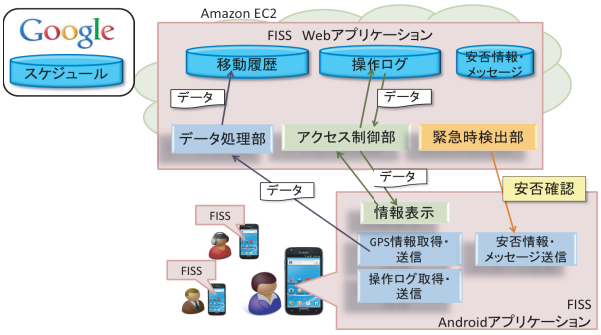

図 1　システム構成図

ケーションとして実装しており，ライフログの蓄積，アクセス制御，緊急時検出の機能を持つ．

(a) メイン画面　　(b) 安否確認画面

図 2　Android アプリケーション

ライフログには移動履歴，操作ログ，スケジュールまた安否情報が含まれる．移動履歴は Android の GPS 機能を用いて定期的に取得し，サーバ側に送信する．操作ログは Android 端末の「ボタンが押された」や「画面のロックを解除した」，「バッテリーが少なくなった」などのイベントのことであり，イベントが発生する度にログを取得しておいて，定期的にサーバに送信する．スケジュールは Google カレンダーのデータを取得することとしている．安否情報はサーバ側で緊急時検出がされた時にサーバから送信を要求される情報のことであり，ユーザ本人が入力する．具体的には，緊急時が検出されたタイミングでサーバ側から Android 端末に通知をし Android 画面にポップアップを表示する．その時の画面を図 2(b) に示す．ユーザは現在の状況について任意でメッセージを入力し，「大丈夫」，「軽傷」，「助けが必要」のいずれかのボタンを押して，サーバ側に情報を送信する．この情報は緊急状態になった後に蓄積されるものなので，「あらかじめライフログを蓄積しておく」という趣旨からは外れるものであるが，ユーザの現状を把握するのに最も役立つ情報となり得，また送信されるデータは小さいものとなるため，多くのユーザが本システムを用いて自分の状況を通知するようになれば通信回線への負担も小さくなることが期待されるゆえに，ライフログの一つとして扱うこととした．

本論文で主に取り上げる機能は「緊急時検出」と「アクセス制御」である．既存研究では，緊急地震速報やニュース記事を外部から取得して緊急時検出を行い，「階層型相互認証」を用いてアクセス制御を行う手法が提案されている．[3] しかし，それらの手法は緊急時となる原因を地震などに絞ってしまうことになることや精度の高い危険地域の検出が難しいこと，情報を見ようとする個人の考えがアクセス制御に大きく反映されるという欠点があった．そこで，様々な緊急時に対応でき，さらに個人の考え方の差を吸収できるような手法として「周辺ユーザ探索」による緊急時検出とアクセス制御を提案する．この手法の詳細を次節から説明していく．

3.　周辺ユーザ探索による緊急時検出

概念図を図 3 に示す．システムを使用するユーザが多数存在すると仮定し，あるユーザが緊急状態かどうかを周辺のユーザの状態から判断しようという考え方である．この手法の活用方法は様々ある．例えば，各ユーザに対してその家族から情報閲覧のリクエストが送られるという実装を想定する．この場合，あるユーザが緊急状態であるかどうか判断するために，そのユーザの周辺にいるユーザを探索し，情報閲覧リクエストを受け取ったユーザが一定の割合以上存在すればそのユーザを緊急状態とするという制御が考えられる．注目するユーザが情報閲覧リクエストが多く送られている地域にいればそのユーザ自身も緊急状態である可能性が高いという考えに基づく．この実装では，周辺ユーザの情報を「家族から情報閲覧リクエストを受け取っていない注目ユーザを救うため」に用いるという言い方ができる．あるユーザが緊急状態と判断されたら，そのユーザに対して安否確認を行う，ユーザの所持する端末に直近のライフログ送信を要求する，ユーザの家族に対して警告を行うなどの処理をすることが出来る．

別の例として，外部情報とこの手法を併用するという実装も考えられる．外部情報から緊急時検知を行い，危険地域にいそうなユーザに対して安否確認を行い，注目するユーザから安否確認が取れていない且つ周辺ユーザも安否確認が取れていない割合が高い場合に注目ユーザを緊急状態と判断するという流れである．この実装では始めに外部情報を用いて危険地域を絞るが，ここで緊急地域にいると判断されてもすぐにライフログが公開されるわけではないので，危険地域の判定精度がそこまで高い必要はない．もしユーザが安否確認のポップアップに気付かなくても，周

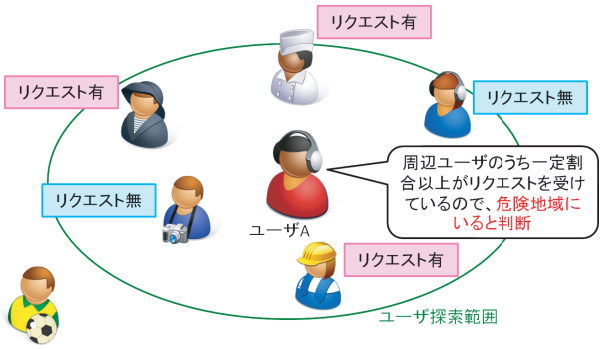

図 3　周辺ユーザ探索による緊急時検出の概念図

りのユーザが無事であるというメッセージを送信していれば注目ユーザがむやみに緊急状態と判断されることはない．この実装では，周辺ユーザの情報を「注目ユーザが実際は緊急状態でないにも関わらず，その情報が見られることを防ぐ」ために用いると言える．

このように，周辺ユーザ探索による緊急時判断と言っても，さまざまな実装方法を想定することができ，またユーザが多数存在することを仮定するため，本研究ではこの手法について簡単なシミュレータを作成し，どのように制御を行うのが的確か調査することとする．

4.　シミュレータ実装

本節では今回実装したシミュレータの概要と機能について説明する．シミュレータの画面を図 4 に示す．

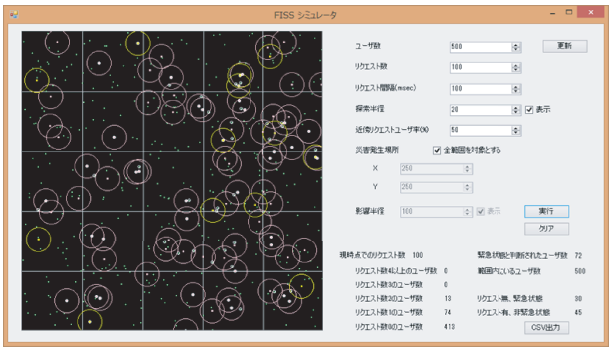

図 4　実装したシミュレータの画面

画面の左側の黒い枠が実際の地理的空間を表している．そこに指定した数のユーザをランダムに配置する．表示されている各点がそれぞれユーザを表す．それらのユーザに対して家族から情報閲覧リクエストが送られてくるという状況を想定する．探索半径を指定し，注目ユーザの周りのその半径内のユーザのリクエスト状況を確認し，注目ユーザを緊急状態とするかどうか判断する．周辺リクエスト割合というパラメータを指定でき，注目ユーザと周辺ユーザに送られているリクエスト数に応じて緊急状態と判断するための閾値とする．例えば，周辺リクエスト割合が 50%ならば，注目ユーザの周辺にユーザが 4 人，探索範囲内に計 5 人がいた場合，このうち 3 人に一つずつリクエストが送られている時に，注目ユーザは緊急状態と判断される．2 人しかリクエストを送られていない場合，緊急状態とは判断されない．地理空間と探索半径はスケールするため単位無しとした．リクエストが送られたユーザはそのリクエスト数に応じて色を変化させて表示し，さらに緊急状態と判断されたユーザには印をつけて表示する．一ユーザに対して家族が複数登録されていると想定されるため，リクエストはユーザに対して複数送られるとする．

本シミュレータではリクエストが一斉にではなく順に送られるものとしている．リクエストが送られるたびに周辺ユーザの探索を行い，その時点での状態を記録する．

なお，本シミュレータは Visual C#を用いて実装した．

5.　シミュレーション

本節では前節で説明したシミュレータを用いて，リクエストが送信された時に緊急状態となるユーザ数の遷移がどのようになるか評価していく．

5.1　予備実験

まず，予備実験としてユーザ数 500，探索半径 20，周辺リクエスト割合 50%の設定でリクエストを 1000 まで送り続けた．その結果を図 5 に示す．

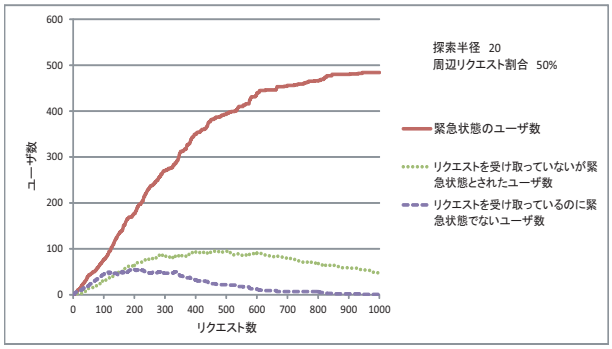

図 5　予備実験の結果

実線のグラフを見ると，緊急状態と判断されるユーザは始めは比較的急に増加し，リクエスト数が増えるにしたがって増加が緩やかになっていることが分かる．ある程度リクエストが送信された状態では，すでに緊急状態となっているユーザが多いため，そのユーザの周りにリクエストが飛んできたとしても緊急状態となるユーザ数に大きな影響を与えないためだと考えられる．全ユーザが漏れなく緊急状態と判断されるのが理想であるが，今回の設定ではリクエストが 1000 個投げられても緊急状態とされないユーザが 16 人存在した．点線のグラフはリクエストを受け取っていないが緊急状態とされたユーザ数を表しており，これはつまりそのユーザ自身はリクエストを受け取っていないにも関わらず周りのユーザによって緊急状態になり，救わ

れたユーザとみなすことが出来る．よって，想定環境下ではこの値は大きいほうが良いと考えられる．破線のグラフはリクエストを受け取っているのに緊急状態でないユーザ数であり，家族が心配しているのに情報を公開できないユーザ数とも言うことが出来る．そのためこの値は小さいほうが良い．

5.2 実験 1：探索半径の拡大

次に，周辺リクエスト割合は 50%で変化させずに，探索半径を倍の 40 にした場合の実験を行った．その結果を図 6 に示す．予備実験の結果も比較のため併せて表示した．ま

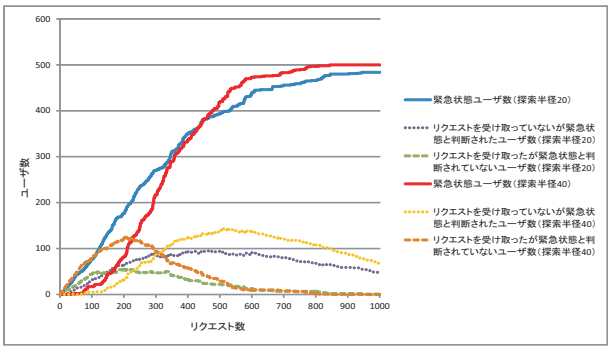

図 6 実験 1 の結果

ず緊急状態ユーザ数に関してだが，探索範囲を 40 とした場合にはリクエスト数が 843 の時点で全ユーザを緊急状態と判断する結果となった．よって，ある程度のリクエスト数で緊急状態ユーザを漏れなく検出するためには探索範囲は大きいほうがいいと言える．しかし，探索範囲が大きいとリクエスト数が少ないうちは緊急状態と判断されるユーザ数の増加が緩やかなため，ある程度のリクエスト数が期待できるならば探索範囲を大きくすることは有効であると言える．探索範囲を大きくする別のデメリットとしては，計算時間が大きくなること，実際の緊急地域外のユーザを緊急状態と判断してしまう危険性が高まることが挙げられる．

リクエストを受け取っていないが緊急状態とされたユーザ数の最大値は探索半径 40 のほうが大きくなったが，リクエスト数 300 くらいまでは探索半径 20 のほうが大きいため，この値に関してもある程度のリクエスト数が期待できる場合に半径が大きいほうが良いと言える．

リクエストを受け取っているのに緊急状態でないユーザ数は，探索半径 40 と 20 を比較すると，40 のグラフは 20 のグラフを縦に引き伸ばしたような形になった．そのため，探索半径を大きくすることは家族がリクエストを送ってもいっこうにライフログを見ることが出来ないという状況を生み出す危険性が高いということが読み取れる．

これらのことより，漏れなくユーザを緊急状態と判断するためには探索範囲は大きいほうが良いが，期待できるリクエスト数や計算時間等の条件と釣り合いを取る必要があると言える．また，家族がリクエストを送ったのにライフログにアクセスできないという危険性が高まるのは探索範囲が広い場合であるので，アクセス制御に即時性がどれほど求められるかも考慮する必要がある．

6. 周辺リクエスト割合の変更

次に，探索半径は 20 のままにし，周辺リクエスト割合を 20%～80%まで 20 ポイント刻みで変化させる実験を行った．その結果を 7 から図 9 に示す．

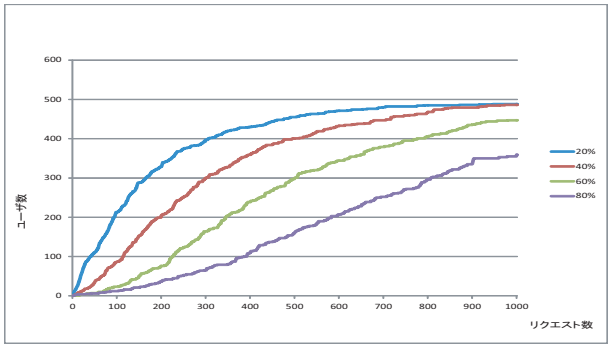

図 7 実験 2 の結果:緊急状態と判断されたユーザ数の遷移

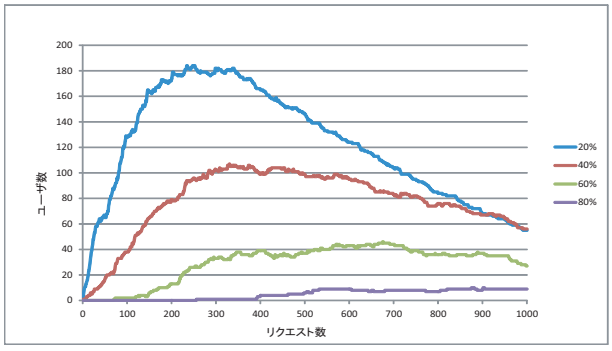

図 8 実験 2 の結果:リクエストを受け取っていないのに緊急状態と判断されたユーザ数の遷移

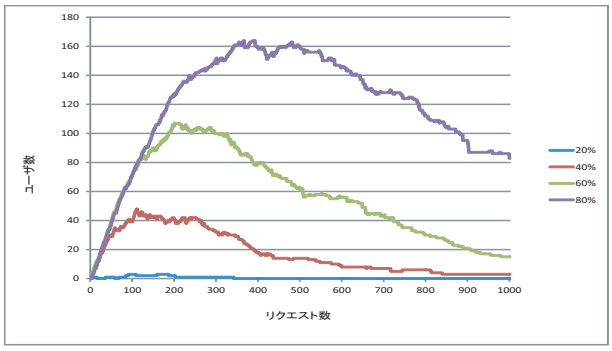

図 9 実験 2 の結果:リクエストを受け取ったのに緊急状態と判断されないユーザ数の遷移

図 7 を見ると，周辺リクエスト割合が小さいほうが緊急状態と判断されるユーザ数が多くなっており，妥当な結果

であると言える．しかし，周辺リクエスト割合が小さいということは緊急状態判断の閾値が低くなるということであるため，一概に小さくすれば良いとは言えない．

図 8 を見ると，周辺リクエスト割合が小さいほうがリクエストを受け取っていないのに緊急状態と判断されるユーザ数が多いことが読み取れる．これも同様に緊急状態判断の閾値が低いということなので，妥当な結果であると言える．

図 9 を見ると，周辺リクエスト割合が小さいほどリクエストを受け取っているのに緊急状態と判断されないユーザ数が小さいと言える．

これらのことより，周辺リクエスト割合が小さいほど周辺ユーザに対するリクエストから受ける影響の大きい制御となると言える．しかし，この割合が 0%になるといかなる場合でも緊急状態と判断されるということになるので，小さければいいと一概には言えない．

そこで次のような制御が考えられる．ライフログにアクセスレベルを付与し，低い周辺リクエスト割合を用いて緊急状態と判断された場合はアクセスレベルの低いライフログのみ公開するという方法である．例えば周辺リクエスト割合を 40%として周辺探索した時に緊急状態と判断されたら，スケジュールまで公開，周辺リクエスト割合が 80%で緊急状態とされたら移動履歴まで公開という具合である．このような制御を行うことで，比較的緊急度の低い状態でプライバシ性の高い情報が公開されるのを防ぐことが出来ると考えられる．

7. まとめと今後の課題

家族間情報共有システム (FISS) の緊急時判断機能とアクセス制御機能の実装に関し，周辺ユーザの探索により緊急状態を検出する手法の提案を行った．この手法の実装は様々に考えられるが，今回は各ユーザの家族が情報閲覧のリクエストを送るという状況を想定し，周辺ユーザのリクエスト数を用いてユーザを緊急状態と判断する制御をシミュレータを構築して，シミュレーションによって検証した．このシミュレータにはパラメタとして「探索半径」と「周辺リクエスト割合」が用意されており，これらのパラメタを変更してシミュレーションを行った．

「探索半径」に関しては，半径が大きいほどユーザを緊急状態と判断するときに漏れが少なく，周辺ユーザにリクエストが来ることで，リクエストが来ていないユーザも救われやすいという考察が得られた．しかし，探索範囲が大きい時には総リクエスト数が少ないと緊急状態と判断されるユーザが少なくなることや計算に時間がかかること，実際に危険地域でないところにいるユーザまで緊急状態と判断してしまう危険性が高まることなどの欠点もあるため，釣り合いをとる必要がある．

「周辺リクエスト割合」については，割合が小さいほど緊急状態と判断する閾値が低くなるため，緊急状態になるユーザが多くなるという妥当な結果が見られた．そこで，ライフログにアクセスレベルを付与し，低い周辺リクエスト割合を用いて緊急状態と判断された場合はアクセスレベルの低いライフログまで公開し，高い割合を用いたときはアクセスレベルの高いライフログまで公開するという制御方法を提案した．この制御方法を用いることで，周辺のユーザへ多くのリクエストが来ているような緊急度の高い状況のみプライバシ性の高い情報にまでアクセスを可能とするという制御ができることとなる．

今後の課題としては，周辺ユーザ探索を用いた緊急時判断手法の考えうる他の実装についてもシミュレーションを行い，検証していきたい．例えば，本文中で述べたような「外部情報により緊急地域を絞り込み，その中のユーザが誤って緊急状態と判断されないように周辺ユーザの情報を用いて制御する」といった実装である．

また，現在は周辺探索の際に地理的な探索範囲を指定するようにしているが，過疎の地域にいるユーザの緊急状態判断が正しくなされないということが考えられるので，周辺を探索してある一定数のユーザが見つかったらその時点で緊急状態判断を行うというような機能を加えたい．

現段階ではユーザはランダムに配置しているだけなので，より実際の状況に近いユーザ配置を調査し，実装したい．それにより都市部と地方といった地域に依存する緊急時判断制御の方法を考慮したい．

最終的にはシミュレータによって検証した制御方式を実際に FISS に組み込み，状況に依存したアクセス制御が可能な情報共有システムの完成を目指したい．また，SNS などの情報共有制御への活用も検討していきたい．

参考文献

[1] 千葉直子，山本太郎，関良明，高橋克己，小笠原盛浩，関谷直也，中村功，橋元良明: ”被災地上民の情報通信利用の実態と心理—東日本大震災の被災地住民への訪問留置調査—”， DICOMO 2012

[2] 山本太郎，千葉直子，関良明，高橋克己，小笠原盛浩，関谷直也，中村功，橋元良明，”被災地住民のインターネット利用における安心と不安—東日本大震災の被災地住民への訪問留置調査—”，DICOMO 2012

[3] 長谷川友香，小口正人 ”緊急時判断に基づく状況に応じた個人情報へのアクセス制御”，DEIM 2013

[4] Takeshi Sakaki, Makoto Ozaki, and Yutaka Matsuo: ” Earthquake Shakes Twitter Users: Real-time Event Detection by Social Sensors ”, Proc.of the 19th international conference on World Wide Web 2010