

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 9 月 25 日現在

機関番号：54101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12842

研究課題名（和文）災害発生時における不特定多数の安否確認手法の確立

研究課題名（英文）Establishment of a safety confirmation method of unspecified persons at the time of a disaster

研究代表者

田添 丈博（Tazoe, Takehiro）

鈴鹿工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：70259886

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、地震、噴火等の災害時における、公共の場等での不特定多数に対する安否確認の手法を、ICTを利用して確立することを目的とする。各人が何らかのICT端末を所持していることを前提に、平常時に誰と誰がすれ違ったかを各端末に蓄えておき、災害時にそれらを基に誰がいたのかのリストを作成するアイデアを起点とする。

ログを蓄積する役割を建物に備え付けられた端末（親機）が果たし、各人の持つ端末（子機）を親機が常に探し続けるモデルを考案した。ログを確認したところ、親機とすれ違った時間帯とその場所の近くにいた時間帯が、特に問題なく一致した。今後は親機の高度化を検討していく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害時に避難所等に集まった人々から「誰が安全であるか」は把握できるが、「そもそも誰が災害直前にそこにいたのか」を正確に把握することは困難である。安否確認を分数に例えるなら、分子はわかるが分母がわからない状態といえる。その誰がいたのか（分母）を明らかにすることを本研究では目指す。

実証実験を行うために、すれ違い通信による情報交換・ログ蓄積のアプリケーションを開発した。すれ違い通信のモデルを、建物に配置する親機と各人が持つ子機の通信としている。複数の親機をきめ細かく配置し、ログはクラウドに蓄積・統合し、その情報を管理側へリアルタイムに伝えておく流れを考えている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to establish a method of confirming the safety of unspecified persons in public places at the time of disasters such as earthquakes and volcanic eruptions by using ICT. With the assumption that each person has some kind of ICT terminal, my idea is to store the data of persons who passed each other in normal times, and to make a list of who was there at the time of a disaster.

I devised a model in which a terminal (parent device) in the building had the role of storing logs, and constantly kept searching for each person's terminal (child device). As a result of checking the log, I found that the time zone when each child device passed by the parent device and the time zone when each person was near the location matched without any problem. In the future, I will consider the improvement of the parent device.

研究分野：知能情報学

キーワード：安否確認 不特定多数 すれ違い通信 Bluetooth Low Energy iOSアプリケーション Raspberry Pi

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

災害はいつ、どこで遭うかはわからない。災害に遭った時は、素早い安否確認が重要である。なぜならば、安全が確認できなかった場合に、素早く捜索活動に移ることができ、安全を確保できる確率が高まるからである。既存の ICT を利用した安否確認の仕組みを調査すると、個人をユーザとした家族・友人等、関係者の安否を確認するものがほとんどであることがわかる。また、インターネット等を用いており、災害発生時のネットワークインフラが機能しない状態では利用できないという問題がある。

2. 研究の目的

本研究は、地震、噴火等の災害時における、公共の場等での不特定多数に対する安否確認の手法を、ICT を利用して確立することを目的とする。災害時に避難所等に集まった人々から「誰が安全であるか」は把握できるが、「そもそも誰が災害直前にそこにいたのか」を正確に把握することは困難である。安否確認を分数に例えるなら、分子はわかるが分母がわからない状態といえる。その誰がいたのか(分母)を明らかにすることを本研究では目指す。アイデアは、近い将来に各人が何らかの ICT 端末を所持することを想定し、すれ違いにより互いの端末の情報を交換、ログとして蓄積し、災害発生時に各端末のログを基に、災害発生直前直後の時間帯のたまたま周りにいた人々のリストを作成するというものである。このリストを用いて安否確認を行えば、安全が確保できていない可能性がある人々が把握でき、即座に捜索活動へと移ることができることは非常に意義あることと考える。予想できる課題のポイントは、作られたリストと実際に周りにいた人々との差をどこまで小さくできるかである。特に、実際にいたのにリストから漏れていたという状況をなくすことに重点を置く。アプリケーションの試作と実証実験を段階的に進め、改善サイクルを回し、安否確認手法として確立する。

3. 研究の方法

3.1 研究のアイデア

本研究のアイデア(アルゴリズム)を示す。

1. 各人が ICT 端末を所持している前提で、平常時に、すれ違い通信(近距離通信)を用い、人と人がすれ違ったときに互いの情報を送受信し、各端末に蓄積していく。
2. 災害時に、避難所等で、端末に蓄積されたログを基にして、リアルタイムに安否確認用リストを作成し、点呼等を行える。

本研究の斬新性・チャレンジ性を挙げる。

3.1.1 事前に誰がいたのか把握できていない状況での安否確認

災害発生直後は何もかもが混乱し、安否確認は非常に困難となる。特に、事前に誰がいたのか把握できない点を問題ととらえ、災害発生直前直後にその場に誰がいたのか、安否確認用リストをリアルタイムで作成することを目指す。避難所等に集まった人々の単位で安否確認を行うことができるので、安全に避難できていない可能性がある人が明らかになり、即座の捜索活動の一次情報として重要な役割を果たす。

3.1.2 災害時にオフラインで使用可能

災害が発生すると、ネットワークインフラもダメージを受けて機能しないことが実際に起きているし、機能していたとしても今度は通信量が激増することでパンクし、結果的に満足に利用できないことが予想できる。本研究では、あえてサーバやクラウドに頼らずに、個々の端末で処理できる機能に絞っている。そうすることで特に災害発生直後、システムとしてきちんと機能することを保証するものである。

3.1.3 平常時での応用

本研究の安否確認の手法を、平常時に応用することも考えている。例えば学校生活においては、学生寮での点呼、研修先での点呼などである。これらは応用範囲を広げるだけでなく、平常時から利用することにより普及を促し、操作にも慣れ、災害時によりスムーズに使用できるようにするというねらいもある。

3.1.4 個人情報の扱い

本研究は個人を特定する情報として、氏名(個人 ID)あるいは端末 ID を用いる。そのことに抵抗を感じる人が少なくないと予想できるが、災害時に安否確認をする最低限必要な情報であり、自分のために提供してもらわなければならないと考えている。提供してもらわなければならない情報との線引きも整備していく。

3.2 システム概要

3.2.1 平常時

すれ違い通信を利用して、人(端末)がすれ違った時にお互いのデータを送受信する。図1のような「誰と誰が何時に同じ場所にいた」すれ違いログを、お互いの端末に蓄積していく。リアルタイム点呼表を作成する準備が、無意識のうちにできていくことになる。将来的には、すれ違いログもお互いに送受信して、マージすることも考えている。これにより、間接的にすれ違った

人も含めたログが蓄積される。

3.2.2 災害時

避難場所にて各端末で、すれ違いログを用いて動的にリアルタイム点呼表を作成し、安否確認を行う。時間帯を指定して、災害が起こった前後に自分の周りに誰がいたかを把握し、避難できていない可能性のある人がわかる。図1の点呼表は、すれ違いログを基に15:45~16:00と指定して作成した例である。こちらも将来的には、点呼結果をマージすることを考えている。ある点呼表で×であっても、別の点呼表で×であったなら避難できているとする。より正確な安否確認を効率よく行うことをねらう。

| 氏名1 | 氏名2 | 時刻 |
|-----|-----|-------|
| Aさん | Bさん | 15:20 |
| Aさん | Cさん | 15:40 |
| Aさん | Dさん | 15:50 |
| Aさん | Eさん | 15:53 |
| Aさん | Fさん | 15:58 |
| Aさん | Gさん | 15:59 |

| 氏名 | チェック |
|-----|------|
| Aさん | |
| Dさん | |
| Eさん | |
| Fさん | × |
| Gさん | |

すれ違いログ 作成した点呼表
図1 すれ違いログと作成した点呼表

4. 研究成果

4.1 アプリケーションの試作とモデル変更

4.1.1 当初の安否確認システム

近い将来、各人が何らかの ICT 端末を所持することを前提とし、災害時に自分の周囲にいる人々の安否確認を行うためのシステムである。

当初のシステムでは、平常時に iBeacon による図2のようなすれ違い通信を行い、すれ違った人をログとして蓄積する。災害時に各端末のログを基に災害発生直前、直後の時間帯にたまたま周りにいた人々のリストを作成する。そのリストを用いて手動で安否確認を行う。

iBeacon はバックグラウンドでの動作を保障していない。そのため、試作したアプリケーションは、バックグラウンドで動作せず、実証実験には不向きであった。

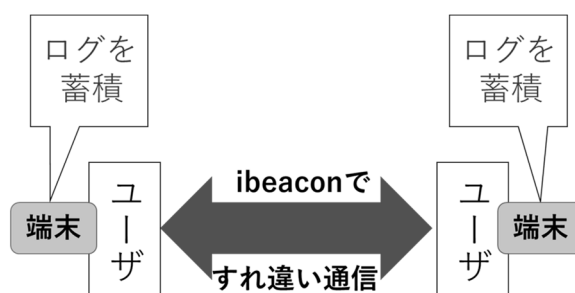


図2 当初の安否確認システム

4.1.2 変更した安否確認システム

安否確認システムのモデルを、ログを蓄積する役割をユーザから建物へ変更し、図3のようにした。親機はある建物に備え付けておく端末、子機はユーザが持っている端末とする。また、通信に BLE (Bluetooth Low Energy) を用いる。

平常時には、親機の近くに子機が来た場合に、親機が子機を発見することで、その子機の UUID を BLE 通信によって取得し、親機にログとして蓄積する。災害時には、親機に蓄積したログを基に災害発生直前、直後の時間帯にたまたま周りにいた人々のリストを親機で作成し、リストを用いて安否確認を行う。

親機を常にフォアグラウンドで設置しておくことで、子機を発見することができるようにした。子機はバックグラウンドでも動作するようになり、実証実験に耐えられるものとなった。

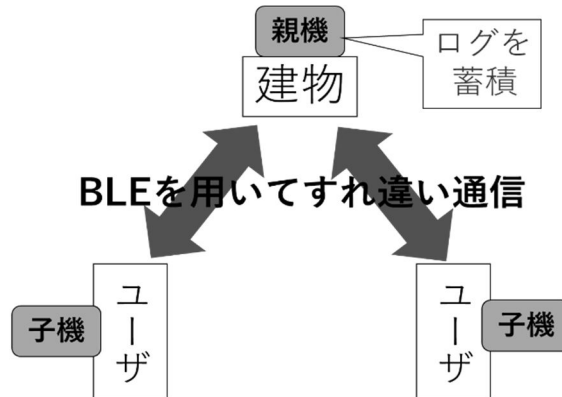


図3 変更した安否確認システム

4.2 実験

実験は、試作した親機と子機のすれ違いアプリケーションが正常に機能するか、また変更した安否確認システムのモデルが実際に機能するかを判断するために行った。

親機は、アプリケーションをインストールした上で、常にフォアグラウンドで動作している状態にし、教室のロッカーに設置した。子機には、それぞれの端末によって異なる UUID を設定したアプリケーションをインストールした上で、37 人の学生に渡し、アプリケーションをバックグラウンドで動作している状態で約 48 時間普段通りの生活をしてもらった。その後、親機に蓄積したログにより、正常に動作しているか、実験結果は妥当かを判断する。また、親機と子機の距離を知るための参考として、RSSI(Received Signal Strength Indication)も同時に記録した。

実験結果の一部を、図4に示す。横軸は時刻、縦軸は出席番号とする。親機のログを確認したところ、すれ違った時間帯と教室の近くにいた時間帯が、特に問題点なく一致した。そのため、試作した2つのアプリケーションは正常に機能していたと考えられる。

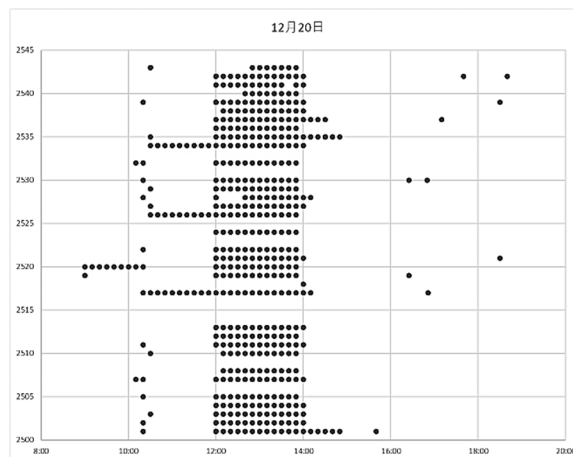


図4 2日目のログデータ

しかし、教室外にいる学生のログをとってしまっていることも確認できた。記録していた RSSI を利用し、ログデータの絞り込みを行った。その結果を図5に示す。不必要なデータは削除され、必要なデータは保持することができた。RSSI を利用することで、より正確な点呼表を作成できると考えられる。

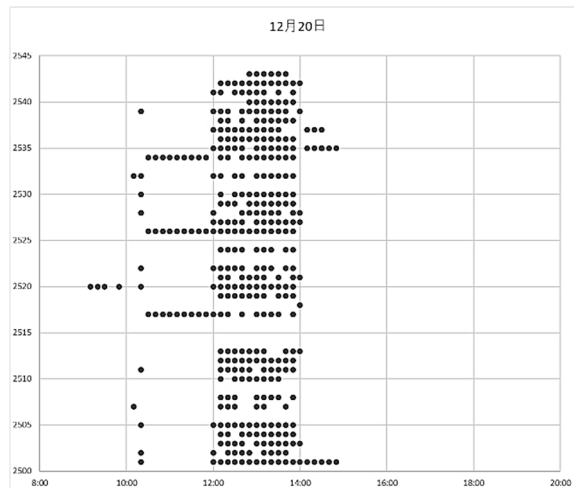


図5 RSSI を利用した2日目のログデータ

4.3 結論

本研究では不特定多数を対象にした安否確認システムを提案し、すれ違いアプリケーションの試作と動作検証を行った。バックグラウンド動作の問題があり、建物に親機を設置するモデルに変更したが、実験において正確なログをとることができた。

今後の課題として、大規模な実験を行うためにはアプリケーションの公開が不可欠と考える。また、親機を複数台にして連携させることにより、高度な安否確認システムとなる可能性がある。他に、平常時にも利用できるサービスに組み込み、災害時だけのシステムとしないことで普及を促していく。

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 田添丈博, 宮口和樹, 鈴木哲也, 森川哲 | 4. 巻 VOL.41 |
| 2. 論文標題 災害発生時における不特定多数の安否確認手法の確立 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 計測自動制御学会中部支部, 教育工学論文集 | 6. 最初と最後の頁 66-68 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|