

CEP と画像情報を用いた避難経路情報可視化システムの設計と開発 Design and Development of Evacuation Route Information Visualizing System

UsingD CEP and Image Information

野上 拓雅[†] 松尾 美紀^{††} 大田 知行[†] 角田 良明[†]

Takuma Nogami[†] Miki Matsuo^{††} Tomoyuki Ohta[†] Yoshiaki Kakuda[†]

[†] 広島市立大学 大学院情報科学研究科 ^{††} 広島市立大学 情報科学部

1 はじめに

土砂災害などの災害が発生しそうな場合において、避難指示や避難勧告など、地域住民に対して迅速な情報配信が行われる必要がある。近年ではこれらの情報は、地方自治体などから地域住民に対してスマートフォンなどに配信されている。その上で、地域住民が避難する場合に、避難場所までの避難経路や災害状況などが分かると、その状況をもとに避難することができると考えられる。自治会単位など、各地域の中で地域住民のために災害避難支援を目的とした情報共有システムの検討を行ってきた [1]。ユーザからのセンシング情報をもとに、通ることができる経路や通れない可能性のある場所を地図上に可視化するための避難経路情報可視化システムを開発を行った。

2 避難経路情報可視化システム構成

避難経路情報可視化システムは、ユーザの端末および情報を保存・判断するサーバから構成される。端末同士は無線端末同士がアクセスポイントを介さずに直接接続することで構築される自律分散型ネットワークである無線マルチホップネットワークを構築している。システム構成図を図1に示す。本システムでは、端末はユーザの位置、加速度、方向からなるユーザ情報と画像のメタデータをサーバに送信する。また、画像とメタデータからなる画像情報を無線マルチホップ通信を用いてローカルのユーザ同士で共有する。サーバはユーザ情報をもとに、Complex Event Processing (CEP) と呼ばれる時系列で発生するストリームデータからイベントの発生を検出する技術を用いて処理することにより、ユーザや避難経路の状況を判断する。そして、端末の地図上に判断したユーザ情報と画像のメタデータから得られた情報を可視化する。

3 CEPに基づくセンシング情報の処理方法

本システムを実装するために使用する CEP として、Esper ライブラリ [2] を使用する。Esper ライブラリにより CEP ルールを Java 言語を用いて Event processing Language[3] と呼ばれるクエリでイベント処理を記述することができる。CEP により、ストリームデータをあらかじめ設定した分析シナリオの条件に合致したら「特定のイベントが発生した」と判断し、それに

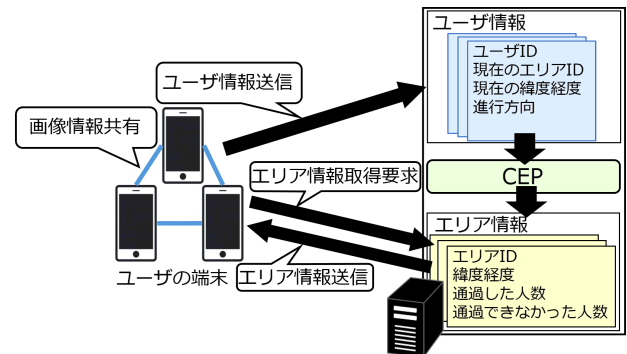


図 1: 避難経路情報可視化システム構成図

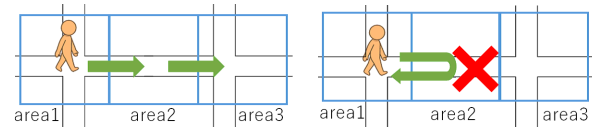


図 2: ユーザの経路通過判断例 図 3: エリアの警告表示判断例

対応するアクションを実行することができる [4][5]。図2にユーザの経路通過の判断例、図3にエリアの警告表示の判断例を示す。ユーザが最初のエリア (area1) からエリア移動のイベントが二回発生したとき、最初のエリアと移動先のエリア (area3) が異なっていた場合に、途中のエリア (area2) をユーザが通り抜けたと判断し、途中のエリア (area2) が通過可能なエリアとする。ユーザが最初のエリア (area1) からエリア移動のイベントが二回発生したとき、最初のエリアと移動先のエリア (area1) が同じだった場合に、途中のエリア (area2) をユーザが通り抜けることができなかったと判断し、途中のエリア (area2) が通過不可能なエリアであるとし、可視化の際に警告を表示する。

4 画像情報共有機能

ユーザ端末で画像情報を生成し、ユーザ端末同士で無線マルチホップ通信 [6] を使用して画像情報の共有を行う。しかし、多くのユーザが画像情報の共有を行うとトラフィックが増加し通信が困難になるため、画像情報の共有及び収集の効率が下がる。そこで、トラフィックの増加を抑えるために、集約すべき画像情報であるかを判断し、集約すべきと判断された画像情報を一つ

のユーザ端末に集約させる。画像情報を集約したユーザ端末は集めた画像情報の中から共有すべき画像情報を選択し保存する。それ以外の画像情報は破棄する。

4.1 画像情報の生成

ユーザは画像を端末上の作成したアプリケーションで撮影する。撮影時にメタデータを生成・保存する。そして、二つを合わせて画像情報を生成する。画像情報生成の際に、災害状況を共有するのに十分な解像度と圧縮率にする。画像の解像度を 1920×1440 、画像の圧縮率を 25% で固定にした。本システムでは、メタデータの内以下の構成要素を画像情報共有に使用する。

- 被写体の緯度経度
GPS で取得したユーザの位置情報とユーザ端末のセンサを用いて算出
- 撮影地点から被写体への方角
ユーザ端末の方角センサを用いて算出
- ユーザ端末のカメラの画角
ユーザ端末のカメラ機能から取得できる情報を用いて算出
- ユーザが選択した被写体の状態
ユーザは被写体の状態 (5 段階の危険度) を選択
- 撮影時刻
撮影時にユーザ端末の時刻を取得

4.2 画像情報の収集・選択手法

端画像情報の収集・選択は、画像情報に保存されたメタデータをもとに端末が行う。新たに受信した画像情報の被写体の緯度経度と方位の情報が重複している画像情報をすでに保持している場合、被写体の状態と撮影時刻、画角を用いて比較を行う。被写体の状態は、現在の状態と過去の状態の変化から比較し、共有すべき画像情報を選択する。撮影時刻は、一定時間以上間隔が開いているかどうか比較する。画角は、広がっているかどうか比較する。共有すべき画像情報と選択されたもののみを他の端末と共有する。

5 避難経路情報の可視化処理

避難経路情報の可視化として端末の地図上に描画を行った。今回は、地図として Google Maps API を用いた。ユーザから送信される情報を効率的に管理するために、サーバは対象とする地域の道路情報を分割し、エリア ID を割り当てる。サーバはユーザから送られてくるユーザ情報とサーバで管理するエリア ID にもとづいて、ユーザ端末上で可視化処理を行う。ユーザが通過した道路に色を付け、通過した人数の増加に伴い、その色を濃くする。また、ユーザが通り抜けることができなかった道とユーザから受信した画像のメタデータの緯度経度の場所を危険であると判断し、その場所に警告として注意マークを描画する。ユーザが通り抜けられなかった道には黄色の注意マーク、画像によって危険と判断された場所には黒の注意マークを表示する。注意マークをタップしたとき、その位置の緯

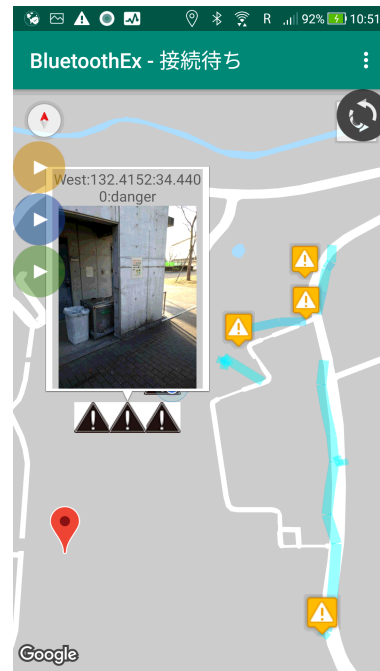


図 4: 避難経路情報可視化システム実行結果

度経度を表示する。黄色の注意マークの場合通り抜けた・通り抜けられなかった人数を表示する。黒の注意マークをタップしたとき端末内に画像が保存されていた場合、その画像を表示する。

6 動作実験

避難経路情報可視化システムが正常に動作しているか確認した。Android 端末 (Zenfone 3 Deluxe Z01FD, Android OS ver.8.0) 1 台と PC (Apach HTTP サーバ) と 3 台の Raspberry Pi 3 Model B を用いて行った。また、Android 端末と Raspberry Pi を合わせて一つのユーザ端末とした。Android 端末を避難経路情報可視化及び画像情報入出力装置として使用した。Raspberry Pi を画像情報共有のために使用し、3 台の Raspberry Pi は無線マルチホップネットワークを構築している。

まず、避難経路状況可視化システムの動作を確認した。複数のユーザから収集した情報を正確に判断できているかを確認するために端末のユーザ ID を変更し、実験を行った。本実験では、広島市立大学周辺をフィールドとし、フィールドサイズを約 $750\text{m} \times 750\text{m}$ 、エリアサイズを約 $15\text{m} \times 15\text{m}$ とした。図 4 に、避難経路情報を可視化したユーザの Android 端末のスクリーンショットを示す。図 4 では、ユーザが通過した道に色が付き、引き返した場所に注意マークが表示されていることを確認した。本実験により、ユーザからのセンシング情報から通ることができる経路や、通れない可能性のある場所を地図上に可視化できていることを確認した。また、地図上にユーザから得られた画像情報の位置にも注意マークが表示されていることを確認した。画像情報による注意マークをタップすることで、端末内に保存されたその位置の画像情報が表示されて

いることも確認した。

次に、画像情報共有機能の動作を確認した。Android 端末から Raspberry Pi に画像情報を送信し、Raspberry Pi 上で画像情報の比較を行い、集約させる画像情報の選択を行った。そして、選択された画像情報を一つの端末に無線マルチホップ通信で収集・選択を行い画像情報の共有を行った。収集・選択を行った Raspberry Pi 内に保存された画像情報を確認した結果、端末に画像情報が共有されていることを確認した。しかし、同じ被写体の画像情報でも別の被写体の画像情報として扱われていることを確認した。この誤選択は、取得した GPS のずれや、算出した距離のずれによるものと考えられる。

7 まとめ

本研究では、避難経路情報可視化システムの開発について述べた。今後の課題として、エリア情報だけでなく、ユーザの進行方向や移動速度からも通れない可能性のある場所を判断することで、より詳細な情報を地図上に表示させることがあげられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP17K00130 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] T. Ohta, M. Nishi, T. Terami, and Y. Kakuda, "Information dissemination using MANET for disaster evacuation support," IEICE Trans. on Communi., vol.E102-B, no.4, pp.670-678, April 2019.
- [2] Esper, "http://www.espertech.com/esper/," accessed Jan. 21, 2019.
- [3] Event Processing Language, "https://docs.oracle.com/cd/E13157_01/wlevs/docs30/epl-guide/overview.html," accessed Jan. 30, 2019.
- [4] 松尾 美紀, 大田 知行, 角田 良明, "避難支援のための避難系を情報可視化システムの設計と開発," 第20回 IEEE 広島支部学生シンポジウム, pp.237-238, 2018.
- [5] 野上 拓雅, 松尾 美紀, 大田 知行, 角田 良明, "避難支援のための CEP を用いた避難情報可視化システムの設計と開発," 2019 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, pp.70-71, 2019.
- [6] 村上 慎之介, 野上 拓雅, 大田 知行, 角田 良明, "無線マルチホップネットワークのための Raspberry Pi を用いたデータ転送方式の開発," 第20回 IEEE 広島支部学生シンポジウム, pp.59-61, 2018.