

論文内容の要旨

博士論文題目

Disaster Response Systems using Distributed Computing Across
Delay-Tolerant Networks

(分散コンピューティングと遅延耐性ネットワークを用いた災害対応システム)

氏名 Trono Edgar Marko Sarmiento

(論文内容の要旨)

Disaster response teams perform many tasks during their operations including mapping the disaster area and Family Tracing and Reunification (FTR). Responders can perform tasks more efficiently by using systems that can automatically generate digital maps and locate missing persons. However, disasters can damage network infrastructure, leaving the affected area without access to the Internet and Cloud-based computing resources. In this study, we present the designs, implementation, and evaluations of systems that aid responders in disaster area mapping and FTR. Realizing these systems is challenging because they must be able to (1) send and receive without continuous, end-to-end networks and (2) handle heavy computing loads without access to Cloud-based resources. We address these challenges by (1) using Delay-Tolerant Networks and data ferries for communication and (2) distributing computing tasks to the available devices in the disaster area. We show how our mapping and FTR systems work, including functions for data collection and delivery, computing load balancing, and output delivery. We found that the improvement in processing latency from load balancing offsets the communication latency. Our mapping system with load balancing decreases the time needed to generate and deliver pieces of disaster area maps by approximately 2 hours in cases where large amounts of data have to be processed. The 2-hour reduction is a large benefit for disaster operations where the speed of generation and arrival of

information are critical. Furthermore, initial evaluations of our FTR system show that it can execute accurate face recognition in 7 seconds, thus it is capable of quickly handling the computing requirements of FTR.

氏名	Trono Edgar Marko Sarmiento
----	--------------------------------

(論文審査結果の要旨)

大災害などにより通信インフラが機能しない状況下においては、クラウドサーバに接続できないため、スマートフォンを持っていても、地図を見て現在地を確認するといった基本的なことさえできなくなる。本論文は、災害時のインターネットに接続できない環境下において、最新の状況（通行不可能道路など）を反映した地図を用いた避難所への誘導や、異なる避難所に避難した家族の安否確認を行えるようにするアプリケーションを動作させるための計算基盤を提案している。本計算基盤では、スマートフォンから送られるデータを、遅延耐性ネットワーク技術を用いて、計算ノードと呼ばれる、避難所にアドホックに設置されたPCに収集し、地図の生成や、顔写真のマッチングなどの高度な計算を行うことにより、従来クラウドなしで提供できなかった高度なサービスを実現可能にしている。また、アンドロイドスマートフォンおよびPCに本基盤を実装するだけでなく、スマートフォンで収集した時系列位置データから災害地図が生成するアプリケーション、スマートフォンで撮った顔写真を基に、顔認識により安否確認を行うアプリケーションも実現し、評価している。本研究の学術的貢献は以下の通りである。

- (1) 遅延耐性ネットワーク (DTN) に分散コンピューティング機能を加えた新しい計算基盤を設計し実現している。
- (2) 実現した計算基盤により、インターネット接続なしで被害状況を反映した地図を生成できること、顔認識による安否確認が可能なことを、実際のアプリケーションを作成し確認している。

災害などで通信インフラが機能していない地域における、DTNによる情報の効率良い配信法は、多数の研究がなされている。しかし、DTNに分散コンピューティング機能を導入して、地図生成や顔認識などの計算量が必要なアプリケーションを実現している例はない。従って、本研究は、インターネットに接続できない環境下で、高度なサービスを実現する目的に対し、大きな貢献があると評価する。

以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。