

緊急時に稼働可能なクラウドサービスの構築手法

塩原 慶一[†] 澤田 拳士朗^{††} 陳 幸生^{†††}

[†] 神奈川工科大学大学院工学研究科情報工学専攻 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

^{††} 神奈川工科大学情報学部情報工学科 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

^{†††} 神奈川工科大学情報学部 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

E-mail: [†], ^{††} {s1385006, s1221089}@cce.kanagawa-it.ac.jp, ^{†††} chen@ic.kanagawa-it.ac.jp

あらまし クラウドコンピューティングシステムを防災、減災に活用する研究はこれまでも活発に行われてきた。しかし、クラウドコンピューティングシステム上で利用されるクラウドサービスは通信インフラに依存するため、従来のシステム構築手法では、災害が起きたとき、データの保全に役立つが、通信インフラが破壊された場合、サービスの提供が困難であるという問題点がある。そこで本稿では、携帯端末の Wi-Fi Direct 機能を用いた緊急時に稼働可能なクラウドサービスの構築手法について検討する。具体的には、携帯端末の Wi-Fi Direct 機能を用いたサーバおよびサービスの構築方式を提案し、提案手法に対し実装実験を行い、その有効性を検証する。

キーワード クラウドコンピューティングシステム、モバイル端末、クラウドサービス、分散システム、サービスアプリケーション、防災、減災

A Method for Creating Cloud Service Available Runnable in the Disaster Time

Keiichi SHIOHARA[†] Kenshiro SAWADA^{††} and Xing Chen^{†††}

[†] Department of Info. & Comp. Science Kanagawa Inst. of Tech. Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0292 Japan

^{††}, ^{†††} Department of Info. & Comp. Science Kanagawa Inst. of Tech. Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0292 Japan

1. はじめに

クラウドコンピューティングシステムは災害時に情報収集の手段と情報の保全手段として利用されている研究はこれまでも活発に行われてきた。

情報収集手段の利用方法の例として、大災害の発災時における情報収集手段としてインターネットなどの ICT の利活用があげられる。東日本大震災では、安否情報や地域密着情報を Google Person Finder などのクラウドサービスや Twitter, Facebook などの SNS で提供、収集された例が挙げられる。特に発災直後の被災者は、自身が被災した地域の避難勧告や避難場所などといった被災地の地域密着情報を収集することが多い。

効率的に有用な地域密着情報を収集のために、被災者は、地方公共団体が発信した行政情報を収集することが多い。行政情報収集手段としてクラウドサービスを利用できた被災者は、取得した情報の充足度が高いことが報告^[1]されており、地方公共団体が地域性の高い情報を、ICT を活用して提供することにより、有用な情報を収集することが可能である。

一方、情報の保全手段としてはクラウドコンピューティングシステムの一般化により、クラウドのバックアップサービスの利用が普及している。地方公共団体では被災時や被災後の事業継続を図る目的として、デ

ータをクラウド上に保存している事例が増え続けている。

現在、一般的に行われているクラウドサービスを構築する手法は通信インフラに依存するものであり、データの保全には役立つが、大規模災害発生時に通信インフラが破壊された場合、従来のシステム構築手法では、災害発生後から通信インフラが復旧するまでの間に、災害前のデータを利用したサービスの提供が困難であるという問題点がある。そのため、被災者は地方公共団体が提供する行政サービスを利用することも困難となる。そこで、大規模災害時における情報通信インフラの耐災害性に対する要求は大きい。

災害に強い通信インフラに関する研究は、DTN (Delay/Disruption Tolerant Network)^[2]があげられる。DTN は既存の情報通信インフラに依存しない通信環境を一時的に構築する手法として注目されている。DTN は惑星間ネットワークの研究から生み出された通信方式であり、ノード間ストアアンドフォワードで通信データを中継する方式である。災害時に DTN を用いる研究では、地方公共団体が行う被災状況など被災情報の収集を対象としている。

本研究では大規模災害発生後にもクラウドサービスを被災地域で提供できるシステムの構築方法を考案する。本システムの特徴は、平時にはデータのバック

アップサーバとして利用し、災害による既存の通信インフラが破壊された場合、バックアップされたデータを活用しサービスが提供できることである。

具体的には、携帯端末を用い、データのバックアップサーバと緊急時の Web サーバの構築手法を提案する。本手法によって構築したシステムは、平時に携帯端末にデータをバックアップし、有事の時、携帯端末を Web サーバとして利用されることにより、継続して業務を行えるシステムの構築手法である。本手法により、災害などの緊急時に通信インフラが利用できない状況であっても、平時のクラウドサービスと同様のサービスを提供することが可能となる。

本稿では、Nexus7 を用いたシステムの構築手法を提案し、クラウドサービスとして CMS (Content Management System) を利用した仮想地方公共団体が提供する Web サイトを対象とする実装実験を行い、その有効性を検証する。

2. 関連研究

クラウドコンピューティングシステムを対象としたシステムの構築に関する研究はこれまでも活発に行われてきた。

永田ら^[3]はシステムリソースに注目し、AWS (Amazon Web Services) を用いたスケーラブルな大規模安否情報システムの開発手法を提案している。この研究では、災害時におけるクラウドサービスのアクセス負荷によってサービスを継続的に提供できない問題に対して、クラウドコンピューティングの特徴であるシステムリソースの変更容易性を利用し、災害時のアクセス負荷の特徴に応じたシステムリソースに変化・拡充することで継続的サービスを可能とする手法である。しかし、本研究で対象とするクラウドサービスは、大規模災害時にクラウドサービスを被災地域内で提供ができるシステムである。

また、大規模災害発生時の情報通信手段の研究も多く行われている。中でも DTN を用いたシステムが注目されている。

DTN は通信が中断や切断が多発するなどといった環境でも安定した通信を確保する手法である。惑星間ネットワークの研究から生み出された概念であり、ノード間ストアアンドフォワードで通信データを中継する手法である。DTN の基本的なモデルの特徴はデータをノードと呼ばれる中継機器のストレージに通信するデータを格納しておき、ノードが移動するなどによって他のノードとの通信が行える領域に入った際にデータを転送する点があげられる。

小山ら^[4]は、広域無線網利用可能エリアへの DTN に

基づいたメッセージ中継法を提案し、Twitter につぶやかれた安否情報をメッセージデータとして保持し、大規模災害時の安否確認システムを設計している。

稲岡ら^[4]は、端末間通信にインフラモードと併用して利用できる Wi-Fi Direct に着目し、利用者である救助隊が収集した被災情報を、DTN 通信により共有する手法である。これらの研究では、被災地域の内外に存在するシステムと情報通信インフラが破壊された地域間におけるデータの伝送を利用者の活動に基づいて行う手法である。本研究では、情報通信インフラが破壊された地域内でクラウドサービスを展開し、利用する点でこれらの研究とは異なる。本研究は、既存の通信インフラが利用できない状況下であっても、平時のクラウドサービスと同様のサービスを提供できるシステムの実現を目標とする。

3. 提案手法

本研究の目的は、平時に携帯端末にデータをバックアップし、さらに携帯端末を Web サーバとして利用されることにより、既存の通信インフラが破壊された状況であっても、継続して業務を行えるシステムの構築手法を提案することである。

通常、データのバックアップサーバは災害による停電や機器の破壊を防ぐことができるデータセンタなどの大規模施設内に構成される。データセンタ内のサーバにバックアップされたデータを利用するには通信インフラを用いる必要がある。そのため、通信インフラが破壊された場合バックアップされたデータの利用は難しい。インハウスでバックアップサーバを構築する場合、通信インフラに依存しないが、災害による被害の可能性が高くなる。そこで、本研究では、持ち運びが可能な携帯端末を平時にデータをバックアップするサーバとして構築する手法を考える。携帯端末を利用することで、平時に利用しているバックアップ用のサーバを災害時には安全な場所に持ち運ぶ事が可能となる。また、携帯端末を利用して大規模災害時に利用できる Web サーバを構築することでバックされたデータを利用したサービスを提供することが可能になると考えられる。

災害時にはサーバを構築した携帯端末を、サービスの利用者の近くに持ち運ぶことで、通信インフラに依存せずにバックアップされたデータを活用することができる。

携帯端末をサーバとして利用するとき、通常の性能と比較してサービス性能が低下すると考えられる。本研究では、携帯端末をサービスの利用環境の近くに持ち運び稼働するため、1 台の携帯端末でサービスを同

時に利用する接続数は、平時利用されるサービスと比べ著しく少ないことが推察される。また、災害時に、平時と同等のサービス性能を求める必要がなく、より短時間で機動性のあるクラウドサービスの稼働を目標とする。本研究では、データのバックアップサーバとして DB (Data Base) サーバ、クラウドサービスを提供するサーバとして Web サーバを携帯端末上で稼働させる。そこで本研究では、携帯端末として表 1 に示す基本スペック^[6]を有する Nexus7 を利用した。

本研究では、サービスのバックアップを携帯端末に対して行い、サービス提供者が平時のクラウドサービスと同様のサービスを提供できるシステムを実現することを考える。通常、サービスのバックアップを行う場合、設計としてフォールトトレラントで構成される。サービスのバックアップとして、サービスやストレージなどを二重化し、緊急時にはバックアップを利用することで継続してサービス運用することが可能である。本研究では、携帯端末を利用してサービスとサービスのストレージとしてバックアップを行う。

サービスやストレージのバックアップを行う場合、様々な条件が考えられる。現在、利用されている代表的なバックアップ環境として以下の三種類がある。

- ① ホットスタンバイ
- ② ウォームスタンバイ
- ③ コールドスタンバイ

災害時に業務継続を行うには、災害発生前の業務内容がバックアップされていることが重要である。一般に、業務内容のバックアップを行う場合、障害発生時間に近い方が、業務継続性は高いと考えられる。したがって、コールドスタンバイでサービスのバックアップを行うよりも、ウォームスタンバイで、一定時間ごとにバックアップした方が、業務の継続性は向上する。同様に、ウォームスタンバイよりも常に本番機と予備機とで同期するホットスタンバイによるバックアップの方が業務継続性は向上すると考えることができる。

災害により情報通信インフラが破壊された状況下で、利用者がクラウドサービスを利用できる通信システムを構成する必要がある。大規模災害時における情報通信網の展開方法の方針としては様々なアプローチが考えられる。例えば、サーバとクライアント間に DTN を用いた情報通信網の構築手法が考えられる。クライアントとサーバ間の情報通信インフラが破壊されその間の情報通信網として DTN を用いた場合、DTN 通信を可能とするアプリケーションや中継器などのハードウェアで通信の中継を行い目的のサーバに通信が行える。

DTN を用いて通信を行う場合、利用者やシステム構成者は事前に専用のアプリケーションやハードウェア

を準備する必要があるため、設置するための手間や事前準備などによる導入コストが高くなることもある。そのために、一般に普及している通信インフラを活用することによって情報通信網を展開し、クラウドサービス利用可能にすることを考える。

表 1 Nexus7 (2012 年モデル) 基本スペック

CPU	メモリ	ストレージ	バッテリー駆動時間
1.3GHz クアッドコア	1G	16GB	約 9.5 時間

4. 実装実験

提案手法に基づく、CMS を利用した仮想地方公共団体が提供する業務 Web サイトを対象としたクラウドサービスの構築し実装実験を行う。

本実装実験では主に三項目の動作確認をすることで評価する。

- ① 携帯端末へデータベースのレプリカが行える
- ② 携帯端末を用いたサービスが提供可能
- ③ 情報インフラの無い環境下で提供可能

本研究では、上記の評価項目から通信インフラが利用できない状況での業務用クラウドサービスとしての有効性を示す。

4.1. 実装

提案手法は、平时に利用されているクラウドサービスを携帯端末にレプリカし、携帯端末に搭載されている通信デバイスを利用したネットワークを展開することにより、継続して業務を行えるクラウドサービスの構築手法である。したがって、本実装実験では、平时に利用されているクラウドサービスとして、CMS を利用した仮想地方公共団体が提供する業務 Web サイトを構築した。レプリケーション先の携帯端末としては Nexus7 を利用した。また、レプリカされたデータをサービスとして利用可能とするために、Nexus7 に搭載されている Wi-Fi Direct 機能による通信で実現した。図 1 に実装したクラウドサービスのシステム構成を示す。本番機のスペックを表 2 に示す。

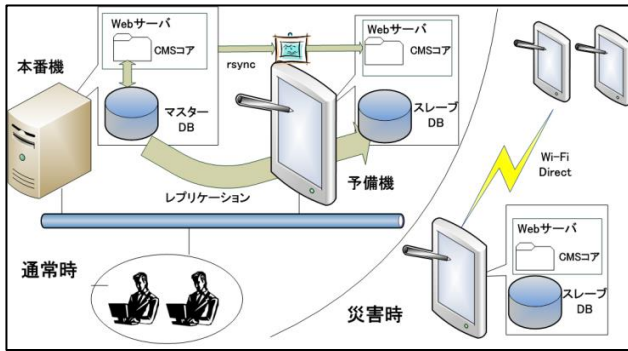


図 1 実装実験のシステム構成

表 2 本番機のスペック

	CPU	メモリ	ストレージ
本番機	2.9 GH デュアルコア	4G	500GB

本実装実験は、業務用クラウドサービスとして、地方公共団体内で利用される情報共有サービスを想定した。一般に情報共有サービスのプラットフォームとしてCMSを利用することが多い。また、多くのCMSはCMSコアファイル群とMySQLなどのDBMS(データベース管理システム)を用いる。CMSコアファイル群は、CMSの基本機能を提供するプログラムファイルやクラウドサービスが提供する機能の設定ファイル、Webサイトのデザインを定義するCSSなどのファイル群である。通常、CMSコアファイル群はクラウドサービスが提供されたのちの変更は少ない。そこで、本実装実験では本番機と予備機には同一のCMSをあらかじめ導入し、本番機と予備機を同一の設定にした。しかし、サービスで利用される画像やテキストはサービスの提供後の更新頻度が高い。CMSではサービスで利用するコンテンツの管理をDBMSで行っているため、レプリケーション先にレプリカするデータはCMSが利用しているDBを対象とし、更新され情報の差分をレプリケーションした。

災害時に予備機に保存されたデータをクラウドサービスとして提供するネットワークの構築には、Nexus 7のWi-Fi Direct機能を利用した。本実装実験で利用したアプリケーションを表3に示す。

表 3 本実験で利用したプラットフォーム

	本番機	予備機
OS	CentOS (6.4)	Android (4.3)
DBMS	MySQL (5.1.71)	MySQL (5.1.69)
Web server	Apache2 (2.15)	Palapa Web Server [Lighttpd (1.4.32)]
CMS	Wordpress (3.7.1)	wordpress (3.7.1)
PHP	5.3.3	5.5.1

4.2. 動作確認

本実装実験では、地方公共団体が利用するクラウドサービスのバックアップとして携帯端末へレプリケーションが行えること、レプリケーションされたデータを利用したサービスが携帯端末を用いて提供できること、災害時を考慮して展開するネットワークによってサービスを提供できることの3点について評価を行った。

図 2 レプリケーションされたデータ



図 3 Wi-Fi Direct を使用してのサービス提供

地方公共団体が利用するクラウドサービスのバックアップとして携帯端末へレプリケーションが行えることは、災害時にも業務を継続して行うためのデータ保全として重要である。そこで、レプリケーションが機能していることを確認するため既存サービスに対しコメントを追加した。追加したコメントが予備機に正しくレプリケーションされることを評価した。図2からデータがレプリケーションによって正しく機能していることを確認した。

また、レプリケーションされたデータを利用したサービスが携帯端末を用いて提供できることは、本研究の平時のクラウドサービスと同様のサービスを提供できることを評価する重要な項目である。予備機が単体

でサーバとして機能し、他の端末に対しサービスを提供することができることを確認した。

さらに、災害時を考慮して展開するネットワークを利用してサービスが提供できることは、災害などの緊急時に通信インフラが利用できない状況であってもサーバとして機能していることを確認するために重要である。本実装実験では災害時を考慮して展開するネットワークとして、Nexus7のWi-Fi Direct機能を利用した通信でサービスを提供できることを確認した。予備機として使用しているNexus 7の他にクライアント端末としてAndroid端末を用意し、Wi-Fi Direct機能による通信でサーバと接続しているクライアント端末でサービスを利用出来ることを確認した。Wi-Fi Directを使用してのサービス提供が出来ることを確認した。

以上の事から本手法により、災害などの緊急時に通信インフラが利用できない状況であっても、平時のクラウドサービスと同様のサービスを提供することが可能となった。したがって、提案手法は通信インフラが利用できない状況での業務用クラウドサービスとして有効である。

5. おわりに

本稿では、災害などの緊急時に、平時に利用しているクラウドサービスと同様のサービスを提供できるクラウドコンピューティングシステムを構築するために、緊急時に利用可能なクラウドサービスの構築手法を提案した。さらに、提案手法に対して、クラウドサービスとして、仮想的な地方公共団体の業務情報を共有するサービスを想定した実装実験を行った。

実装実験によって地方公共団体が利用するクラウドサービスのバックアップとして携帯端末へアプリケーションが行えること、レプリケーションされたデータを利用したサービスが携帯端末を用いて提供できること、災害時を考慮して展開するネットワークによってサービスを提供できることの3点について評価を行った。実験の結果、3点の評価項目のいずれも正常に動作していることから、提案手法の有効性を確認した。

参 考 文 献

- [1] 総務省, “平成 24 年度版通信白書”, 2012/7/17.
- [2] Kevin Fall, “a delay tolerant network architecture for challenged internets”, SIGCOMM 2003, pp. 27-34, 2003.
- [3] 永田 正樹, 金原 一聖, 竹村 美彩都, 峰野 博史” AWS を用いたスケーラブルな大規模安否情報システムの開発” 情報処理学会研究報告 MBL-67(10), pp1-8, 2013
- [4] 小山由, 水本旭洋, 今津眞也, 安本慶一 “大規模災害時の安否確認システムと広域無線網利用可能エリアへの DTN に基づいたメッセージ中継法” 電子情報通信学会技術研究報告. 112(44), pp171-177, 2012
- [5] 稲岡裕紀, 峰野 博史, “Wi-Fi Direct を用いた DTN による被災情報共有システムの提案”, 全国大会講演論文集 2013(1), pp277-279, 2013
- [6] Nexus7, http://www.asus.com/jp/Tablets_Mobile/Nexus_7/#specifications, (アクセス 2014/01/14).