

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00140

研究課題名(和文) スマートフォンによる見守りシステム「分散型TLIFES」の実現

研究課題名(英文) Realization of watching system "Distributed TLIFES" utilizing smartphones

研究代表者

渡邊 晃 (WATANABE, Akira)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号：50360235

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：TLIFESにおいては行動判定の制度を大幅に向上させた。また、位置情報がサーバにあることを利用して、災害が発生したときの安否確認システムの機能を実現した。NTMobileにおいては、Linuxにおいて、NAT越え問題、移動透過性などの基本機能の確認を行った。この機能をLinuxのTUNアプリケーションで実現することにより、既存のアプリケーションをそのまま使えるようにした。またAndroidに移植し、同様に既存アプリケーションをそのまま使えるようにした。以上の成果により、TLIFESサーバを各家庭に設置する分散化型TLIFESが実現できるメドを得た。

研究成果の概要(英文)：In TLIFES, we have greatly improved the behavior recognizing system. Also, by utilizing the fact that the location information exists in the server, we realized the function of the safety confirmation system when a disaster occurred. In NTMobile, we have confirmed the basic functions such as NAT traversal problem and mobility functions on Linux. By realizing these functions in a TUN application of Linux, we made it possible to use existing applications as they are.

We also ported the functions to Android terminal and also made it possible to use existing applications as they are.

Based on the above results, we obtained confirmation that distributed TLIFES, which the TLIFES server is set in each house, can be realized.

研究分野：モバイルネットワーク

キーワード：見守りシステム 安否確認システム NAT越え問題 移動透過性

1. 研究開始当初の背景

我が国においては、少子高齢化と核家族化が進んでいる。高齢者の安全で安心な暮らしを見守り、高齢者の社会参画やQOL向上のため、様々な活動を支援することが重要である。高齢者を一般市民が見守り、協力して生活できる社会は、国民全体に安心感を与え、さらに先進国としての誇りを保つための重要な要件である。

一方、IT技術の目覚ましい発展により、新たなサービスの提供が可能になっている。高齢社会の要件を満たすために、ITの最新技術を活用することは意義がある。

2. 研究の目的

TLIFES (Total LIFE Support system)は、スマートフォンの技術とモバイルネットワークの技術を駆使したオリジナルの見守りシステムである。スマートフォンのセンサにより取得した情報を定期的にインターネット上のサーバに蓄積し、有事にこの情報を共有し相互扶助を行うことができ、見守りシステムとして極めて有用である。しかし、現状の TLIFES は個人情報が入るインターネット上のサーバに蓄積されていくため、厳重なサーバ管理が必要であり、普及のネックになることが想定される。

一方、我々はネットワークの制約をすべて除去できるオリジナル技術 NTMobile (Network Traversal with Mobility)を研究開発している。そこで、NTMobile と TLIFES を組み合わせ、TLIFES サーバを各家庭のプライベート空間内に設置する「分散型 TLIFES」を実現する。家族単位の見守りになるため、サーバは小型の装置でかまわない。サーバがプライベート空間に設置されることから、プライバシー情報に係わる情報は外部に漏れる心配は少ない。このようなシステムであれば、サービスの開始も容易であり、普及が見込まれる。

3. 研究の方法

今回のプロジェクトでは、TLIFES で培ったノウハウ、すなわち Android の特性、センサ類の操作に係わるノウハウを最大限活用する。同時に行動判定の精度向上、災害発生時の安否確認機能など、TLIFES のさらなる機能強化を行う。実用性の高い技術とするため、SP の消費電流の低減にも注力する。

NTMobile については、分散型 TLIFES の実現のために以下のことを実施する。すなわち、LINUX 上で検証されている NTMobile の基本機能を Android へ移植する。また、LINUX 上のアプリケーションをそのまま利用できるタイプの NTMobile を実現する。

研究代表者、および連携研究者の指導のもと、複数の大学院学生が詳細な仕様検討を行い、実装作業と評価を行う。

4. 研究成果

分散型 TLIFES を構成する技術は、TLIFES と、NTMobile である。以下にそれぞれについての成果を示す。

(1) TLIFES

① TLIFES の基本機能

TLIFES はスマートフォンを住民の必須アイテムと位置づけ、相互に情報を共有するシステムである。通常時には、スマートフォンを家族を含むコミュニティを生成するためのツールとして利用する。このとき、スマートフォンの各種センサから取得した情報(位置情報、行動情報など)を定期的にインターネット上のサーバに蓄積する。サーバ上ではユーザごとにデータベースを構築し、新規報告データと過去の履歴情報から推測して、アラームの兆候があるかどうかを調べる。アラームを検出したときは、あらかじめ登録しておいた見守る側のメンバー(以下ウォッチャー)に対してメールを送信する。ウォッチャーは即座にサーバ内に蓄積された高齢者などの見守り対象の人(以下対象者)のライフログを確認することができる。その後必要に応じて、ウォッチャーと対象者の間で、音声会話やチャットなどと連携して情報交換を行う。このように、通常時からライフログを蓄積しておく、有事にその内容を即座に利用できるようにするのが TLIFES の特徴である。有事とは、個人の異常を検出したときだけでなく、災害発生時の避難活動も含めることができる。

② TLIFES の基本機能充実

以下に今回のプロジェクトで実現した機能を示す。TLIFES の機能の一部として行動判定の機能を充実させた。これまでは加速度センサだけで行動を判定していたが、揺れの少ない地下鉄などの乗車中の判定が難しかった。そこでモータに反応する磁気センサを併用することにより、乗車中の判定精度を大幅に向上させた。以上の処置により、行動情報の判定精度は常時 95%程度を確保できるようになった。

この判定結果は行動情報の履歴として蓄積するだけでなく、GPS の起動条件として利用する。ユーザが移動したと判断した時のみ、GPS を起動し、必要最小限の消費電力により位置の履歴を管理できるようになった。

次に、個人の位置情報が常にサーバ上で把握されていることを利用して、災害発生時専用の



図1 安否確認掲示板

掲示板システムを新たに開発した。図1に安否確認掲示板のトップページを示す。このシステムでは位置情報がサーバ側に蓄積されていることを利用し、災害発生時に家族の位置を即座に共有できるという特徴がある。また、チャットアプリケーションと連携することにより、操作性を向上させた。さらに、位置情報については、公開するかどうかをメンバーに問い合わせをすることによりプライバシーの確保にも留意した。さらに、家族のうちのひとりが災害の中心近くにいる場合、自動的に掲示板を立ち上げる機能を開発中である。

(2)NTMobile

①NTMobileの意義

現状のIPネットワークには、NAT越え問題の存在、IPv4/IPv6非互換性、移動透過性が難しいなど様々な課題がある。クライアント/サーバ型通信モデル(以下CSモデル)は、インターネット上にサーバを設置することによりこれらの制約を回避することができる。しかし、CSモデルには管理面と性能面において大きな課題がある。すなわち、管理面では、万全のセキュリティ対策が必要であることと、二重化対策が必須である。性能面では、サーバによる処理ネックと通信遅延の増大が挙げられる。

NTMobileはネットワークの制約をすべて除去したエンドツーエンド通信モデル(以下E2Eモデル)を実現できる。E2Eモデルではネットワークはあたかも巨大なLANとみなすことができる。

図2に示すように、NTMobileはインターネット上にNTMobileをサポートする装置群を設置するが、エンドユーザがこれらの装置を意識する必要はない。エンドユーザは自分が操作する端末に、NTMobile対応のアプリケーションを実装することによりエンドツーエンドの世界に移行できる。既存のネットワーク機器を変更する必要はない、エンド装置のカーネルを改造する必要がないという特徴がある。

②NTMobileの機能充実

これまでのNTMobileは、カーネルを改造しなくてよいかわりに、アプリケーション側がNTMobileを意識する必要があった。今回のプロジェクトを通し、アプリケーションがNTMobileを意識する必要のないシステムの

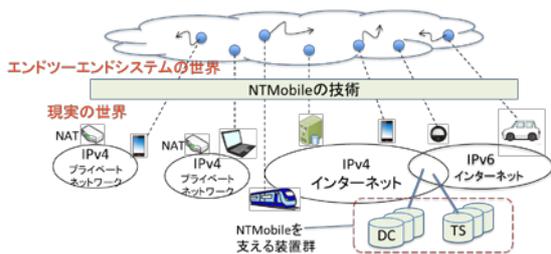


図2 NTMobileによるE2Eモデル

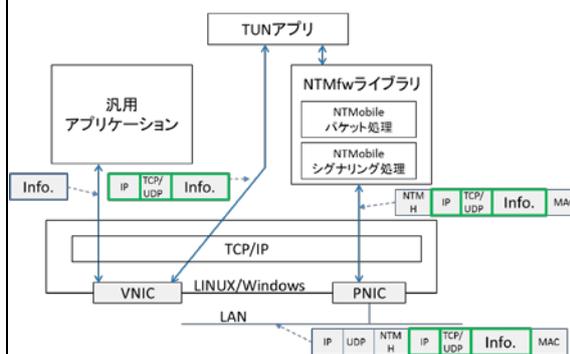


図3 TUN型NTMobileの実現

実現に成功した。この方式では、NTMobileの機能をTUNアプリケーションとして実現し、既存のアプリケーションをそのまま使えるようにする。TUN/TAPインタフェースは、トンネル通信を実現するためにOSが提供する機能で、ユーザアプリケーションにより生成されたパケットをネットワークに送信する直前にフックし、ユーザ空間のアプリケーションへ渡す仕組みである。TUNアプリではフックしたパケットに対し、Mobile用パケットの処置を施すことにより、ユーザアプリに一切手を加えることなくNTMobile機能を実現する。図3に提案方式におけるカプセル化の様子を示す。カプセル化処理はユーザ空間のTUNアプリとカーネルで分担して行うことができ、カーネルの改造が不要だけでなく、既存のユーザアプリケーションをそのまま利用できる。

次にAndroidへ同様のしくみを移植し、既存アプリケーションで利用できるようにした。Androidの場合は、ルート権限が不要なVPNServiceが一般ユーザに公開されており、TUN型NTMobileと同様の機能を実現できる。Androidの場合はTUNアプリに相当する部分をJavaで実現し、動作検証を行った。

以上の成果により、既存のLinuxサーバ/Android間アプリケーションをNTMobile上で実現する仕組みが整った。TLIFESはまさにLinuxサーバとAndroid間のアプリケーションである。TLIFESサーバを家庭内のプライベート空間に設置し、家族単位の見守りシステムを実現することができる。家族単位であることから、TLIFESサーバはラズベリーパイのような小型装置でかまわない。今回の成果は分散化TLIFESにかかわらず、あらゆるアプリケーションにも適用できると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

①金松友哉, 大久保陽平, 山田貴之, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobileにおける

通信制御機能の提案と実装, 電気学会論文誌 C, 査読有, Vol. 137, No. 12, pp. 1571-1579, Dec. 2017.

- ②加古将規, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile を無限の規模に拡大できる仮想 IPv4 アドレス管理方式の提案, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 58, No. 3, pp. 726-735, Mar. 2017.
- ③ Kohei Tanaka, Fumihito Sugihara, Katsuhiko Naito, Hidekazu Suzuki, Akira Watanabe: Design of an Application Based IP Mobility Scheme on Linux Systems, International Journal of Informatics Society, 査読有, Vol. 8, No. 2, pp. 81-93, Sep. 2016.

[学会発表] (計 22 件)

- ①H. Tanaka, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Evaluation of a Secure End-to-End Remote Control System for Smart Home Appliance, Proc. of The 36th IEEE International Conference on Consumer Electronics, Jan. 2018.
- ②Y. Miyazaki, K. Naito, H. Suzuki and A. Watanabe: Development of certificate based secure communication for Mobility and Connectivity protocol, IEEE Consumer Communications & Networking Conference (CCNC2018), Jan. 2018.
- ③F. Ogyu, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Development of an End-to-End Communication Adapter and Implementation, The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2017.
- ④K. Shimizu, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Realization and Evaluation of Java Wrapper that calls the End-to-End Communication Library, The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2017.
- ⑤R. Suganuma, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Proposal on Application Layer Multicast, Based on a Ring Shaped Route, The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2017.
- ⑥H. Tanaka, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Proposal for a Secure End-to-End Remote Control System for ECHONET Lite Home Appliances, The 6th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2017), Oct. 2017.
- ⑦尾久史弥, 納堂博史, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile 機能を持つアダプタの実現方式の検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02017) シンポジウム, Jun. 2017.
- ⑧清水一輝, 八里栄輔, 納堂博史, 鈴木秀和,

内藤克浩, 渡邊晃: C 言語の通信ライブラリを呼び出す Java ラッパーの実現と評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02017) シンポジウム, Jun. 2017.

- ⑨菅沼良一, 納堂博史, 棚田慎也, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: リング状経路を用いたアプリケーションレイヤマルチキャストの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02017) シンポジウム, Jun. 2017.
- ⑩棚田慎也, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: 暗号技術を用いたセキュアなグループ管理方式の提案, 情報学ワークショップ 2016 (WiNF2016) 論文集, Nov. 2016.
- ⑪Y. Miyake, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Proposal and Implementation of a New Method of Selecting the Optimal Relay Server Using NTMobile, The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2016.
- ⑫S. Tanada, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: Proposal for Secure Group Communication using Encryption Technology, The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2016.
- ⑬T. Yamada, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: IP Mobility Protocol Implementation Method Using VpnService for Android Devices, The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2016.
- ⑭Y. Okubo, H. Suzuki, K. Naito and A. Watanabe: A Seamless Handover Method Using IEEE 802.21 and NTMobile for Android Smartphones, The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Oct. 2016.
- ⑮棚田慎也, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: 暗号技術を用いたセキュアグループコミュニケーションの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02016) シンポジウム, Jul. 2016.
- ⑯納堂博史, 八里栄輔, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: 実用化に向けた NTMobile フレームワークの実装と評価, 第 82 回 MBL・第 53 回 UBI 合同研究発表会, No. 46, pp. 1-8, Mar. 2016.
- ⑰納堂博史, 杉原史人, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile の実用化に向けた統合的枠組の検討, 第 77 回 MBL・第 63 回 ITS 合同研究発表会, pp. 1-8, Dec. 2015.
- ⑱三宅佑佳, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile における最適なりレーサーバ選択手法の提案と実装, 第 77 回 MBL・第 63 回 ITS 合同研究発表会, pp. 1-9, Dec. 2015.
- ⑲K. Tanaka, F. Sugihara, K. Naito, H.

Suzuki and A. Watanabe: Design of an Application Based IP Mobility Scheme on Linux Systems, Proceedings of International Workshop on Informatics, No. 2, pp.1-6, Sep. 2015.

⑳F. Sugihara, K. Naito, H. Suzuki, A. Watanabe, K. Mori and H. Kobayashi: Proposal of cooperative operation framework for M2M systems, Proceedings of the 12th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium, No. RS8-1, pp.1-5, Aug. 2015.

㉑Y. Miyazaki, F. Sugihara, K. Naito, H. Suzuki and A. Watanabe: Certificate based key exchange scheme for encrypted communication in NTMobile networks, Proceedings of the 12th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium, No. RS8-5, pp.1-5, Aug. 2015.

㉒金澤晃宏, 旭健作, 鈴木秀和, 川澄未来子, 渡邊晃: TLIFES を利用した安否確認システムの提案, 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp.700-704, Aug. 2015.

〔図書〕(計 2 件)

渡邊晃: スマートフォンによる生活支援システム TLIFES(ひと見守りテクノロジー第2章), 株式会社エヌ・ティー・エス, pp.115-122, Sept. 2017.

渡邊晃: スマートフォンによるセンシングとモバイルネットワークを用いた見守りシステム TLIFES の実現, 電子情報通信学会誌, Vol. 98, No. 10, pp.856-859, Oct. 2015.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

<http://www.wata-lab.meijo-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 晃 (WATANABE, Akira)

名城大学・理工学部・情報工学科・教授
研究者番号: 50360235

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()