

平成 22 年 6 月 4 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500064

研究課題名（和文）複数情報源・複数記述符号化方式による画像情報発見転送方式

研究課題名（英文）Multiple information sources and MDC based video information discovery and transfer system

研究代表者

石井 啓之（ISHII HIROSHI）

東海大学専門職大学院組込み技術研究科・教授

研究者番号：50365996

研究成果の概要（和文）：本研究は、アドホックネットワーク上で、情報発見方式と、複数記述符号化方式を前提にした、マルチポイント・ポイント情報転送方式（MP2P）を柱とする「複数情報源・複数記述符号化方式による画像情報発見転送方式」について、コミュニティ利用発見方式、GPS 利用発見方式、MP2P 転送方式、ネットワークサーバ選択法、負荷考慮情報転送方式をそれぞれ提案し、コンピュータシミュレーション及び実機により有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：This research has verified the effectiveness of community-based contents discovery, GPS-based information discovery, Multipoint-to-point information transport, network server selection, and load-aware information flooding by use of computer simulation and physical testbed regarding Multiple information sources and MDC based video information discovery and transfer system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：情報通信ネットワーク

科研費の分科・細目：情報学 計算機システム・ネットワーク

キーワード：アドホックネットワーク、情報発見、MDC、マルチポイント・ポイント、フラッディング、シミュレーション

## 1. 研究開始当初の背景

無線アドホックネットワークは、マルチホップ型の無線中継を用い、固定網設備を用いることなく、また中央制御を必要としないで動作し得る無線装置の集合として定義される。このようなネットワークは、固定網インフラが使えない災害時の回復や戦場などの局面での展開が期待されている。特に災害時に災害の状況や避難所の情報や医療拠点情

報など、多くの緊急情報の転送への適用が期待される。画像情報はもっとも理解しやすく状況把握できる情報であろう。しかしながら、アドホックネットワーク上の帯域の制限、遅延、ゆらぎなどの問題が顕在化するため、固定網上での画像転送に関わる多くの検討は十分に適用できるとは言い難い。

このような課題に対していくつかの検討が行われてきた。複数記述符号化方式（MDC）

Multiple Description Coding)では、複数の独立な同等に重要なビデオストリーム(記述)を生成し、各記述単独の受信でも受容できる品質で元のビデオに復号化でき、複数記述を合わせることでより画像品質を改善することができる。しかし、本方式は付加的な符号化オーバーヘッドを生じるという欠点を伴い、各記述の経路選択も検討課題である。

一方、複数経路上でパケット転送を行うマルチストリーム符号化が検討されており、ビデオ品質を向上し得ることが示されている。しかし、アドホックネットワークでは情報源の離脱により経路が切断され、情報を受信できなくなってしまう可能性があるという課題を抱える。

上位レイヤでは、アドホックネットワーク内に散在する情報の送信元をいかにして発見するかも重要な課題である。たとえば災害時のアドホックネットワークを想定すると、各参加メンバーは他のメンバーの情報を十分に知らず、たとえば、救護所情報、食料情報、医療情報、尋ね人情報などを欲している。この場合に、従来のIPアドレスを用いたアドホックネットワークルーチングによる通信は成立しない。従って、ネットワーク参加者がいかにコンテンツなどの情報を発見しアクセスするかの方法は重要な課題となる。

固定インフラ上の情報発見方式の提案はいずれも集中型サーバの存在を前提としており、ノードの参加離脱が自由であるアドホックネットワークでは現実的ではない。アドホックネットワーク上のサービス発見方式として一部検討されているが、特定のネットワークレイヤルーチング方式と同時複数情報獲得を前提としているため、一般的に適用することは難しい。

## 2. 研究の目的

以上の背景を踏まえて、本研究では、アドホックネットワーク上のビデオの「転送機能面」では、送信元の離脱にも対応できるように複数送信元を設けること、それぞれの送信元ではMDC符号化を行い受信側の指示により選択された記述のみを転送すること、輻輳とフレームの同時紛失を避けるためできるだけ送信経路を分散することを可能とする方式の提案をめざす。

「発見機能面」では、コミュニティに存在する信頼度スコアを導入して、よりスコアの高いメンバーを通じて情報にアクセスすることにより安心の中で効率的に送信元の発見を可能とする新しい発見方式の提案をめざす。これら転送と発見の両面合わせて新しい画像情報転送方式として明確化し、その有効性を明確にすることを目的にする。

## 3. 研究の方法

### (1) 情報転送方式

①方式のモデル化を行った上で、複数経路の排反性を確保するための経路選択プロトコルの改良を行い、複数のシナリオを作成し、それぞれに対してコンピュータシミュレーションを実行して、経路選択機構の性能評価を行う。評価尺度は、画像情報の受信状況(良好、通常、不良)の分布(不良区間数、不良区間長)、スループット(オーバーヘッドの評価)、経路の排反性指標である。

②テストベッドによる提案の検証を行う。

③ユニキャスト以外の転送方式について検討する。

### (2) 情報発見

①送信元の情報発見のための基本アルゴリズムを、分散認証と信頼度スコアによって情報探索を行う経路を形成する方式をモデル化し、コンピュータシミュレーションによりその効果の基本特性を検討する。

②コミュニティ情報以外の利用による情報発見方式を検討する。

## 4. 研究成果

### (1) 画像情報発見方式:

①アドホックネットワークにおけるコミュニティを前提に、メンバーの信頼度スコアを導入して、よりスコアの高いメンバーを通じて情報にアクセスする方式を検討した。知己の数をスコアにする評価、知己の中の目的ノード数をスコアにする評価を、コンピュータシミュレーションによって行い、提案手法の有効性を示した。

②さらに、目的情報に近いノードから信号を発信することにより、より効率的に情報発見ができる手法を提案するとともに、各ノードがGPSを具備しているときに、より目的情報に近いノードを少ない探索パケットにより発見できる手法を考案し、ともにコンピュータシミュレーションによって提案手法の有効性を示した。

③GPSを利用し、特に緊急時に特定の目的地の情報を効率的に収集できる手法につき、より効率化を進める改良を加えコンピュータシミュレーションによって提案手法の有効性を示した。

これらの成果は、複数の国際会議に投稿採録され、内外の高い評価を得ている。

### (2) 情報転送方式

①情報送信元が無線アドホックネットワーク内に複数配置され、その各々において、MDC符号化を行い、受信側の指示により、それぞれの送信元が決められた1つの記述のみを転送するモデルとした上で、制御パケット数を減らしつつ、経路の排反度を高めることにより、複数経路の同時輻輳や切断への耐力を強化できる経路選択アルゴリズムを考案し

た。コンピュータシミュレーションにより、提案した経路選択アルゴリズムと画像品質等の関係を検討し、既存経路選択法との比較で大きな改良効果を得た。

②PC 上にアドホックネットワークルーチング方式を搭載し、マルチホップ環境を実現し、簡易な評価を行い、情報の品質を保ちつつ制御情報の削減を可能になることを明らかにし、シミュレーションの結果を裏付けた。

③情報転送方式の発展として、ユーザが情報をサーバから得る場合に、複数の同等なネットワークサーバのどれを選択するのが最適かを、付加的装置を置かず、またユーザが自立的に収集できる方式によって可能とする方式を考案し、その有効性を実験とコンピュータシミュレーションにより明らかにした。

④発展方式として、放送型情報転送に関する効率化を進め、二つの斬新な情報転送方式を考案し、その有効性をコンピュータシミュレーションによって明らかにした。

これらの結果は、電子情報学会、Elsevier、電気学会等の論文誌に採録されるとともに、複数の国際会議にも採録され高い評価を得た。また、この検討により、学生の一人が PDPTA 学生論文賞を受賞した。

## 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 10 件)

- ① 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおけるストリーミング配信向き負荷感応フラッディング”、電気学会論文誌 C 分冊 130 巻 8 号 【採録決定】 2010、査読有り
- ② 宇津圭祐、チャウチーオン、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷感応フラッディングの放送型動画ストリーミングへの適用”、東海大学紀要情報通信学部 Vol. 2、No. 2、pp. 13-18、2010 年 3 月、査読有り
- ③ 宇津圭祐、石井啓之、“パイロットファイルを用いたユーザ指向インターネットサーバ選択法の実験的評価”、東海大学紀要情報通信学部 Vol. 2、No. 2、pp. 7-12、2010 年 3 月、査読有り
- ④ 宇津圭祐、石井啓之、“ユーザ指向の最適インターネットサーバ選択法とダウンロード時間予測に関する検討”、電気学会論文誌 C 分冊 129 巻 10 号、pp. 1914-1922、2009、査読有り
- ⑤ 西川博昭、富安洋史、青木一浩、水野修、末田欣子、チャウチーオン、宇津圭祐、石井啓之、“アドホックユビキタス通信

環境向きデータ駆動ネットワークングシステム”、電子情報通信学会論文誌 B Vol. J92-B No. 7、pp. 1003-1014、2009 年、査読有り

- ⑥ 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷状況を考慮したフラッディング方式の提案”、東海大学紀要情報通信学部 Vol. 1、No. 1、pp. 13-18、2009 年 9 月、査読有り
- ⑦ 宇津圭祐、チャウ・チーオン、石井啓之、“アドホックネットワークにおける MDC を用いた MP2P 動画転送による動画品質向上に関する検討”、電気学会論文誌 C 分冊 128 巻 9 号 2008、pp. 1431-1437、査読有り
- ⑧ 宇津圭祐、石井啓之、“ユーザによるインターネット上の最速サーバ選択法の検討”、東海大学紀要情報通信学部 Vol. 1、No. 1、2008、pp. 45-50、2008、査読有り
- ⑨ C. O. Chow and H. Ishii, “Multiple Tree Multicast Ad Hoc On-Demand Distance Vector (MT-MAODV) Routing Protocol for Video Multicast over Mobile Ad Hoc Networks, ” IEICE TRANSACTIONS on Communications Vol. E91-B No. 2 pp. 428-436, 2007, 査読有り
- ⑩ C. O. Chow and H. Ishii, “Enhancing Real-Time Video Streaming over Mobile Ad Hoc Networks using Multipoint-to-Point Communication, ” Elsevier Computer Communications, vol. 30, issue 8, pp. 1754-1764, 2007, 査読有り

[学会発表] (計 33 件)

- ① 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷感応フラッディングの消費電力に関する考察”、2010 総合大会、B-7-19、2010. 3. 16、仙台市
- ② 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける放送型動画ストリーミング方式”、2010 総合大会、2009 総合大会 ISS ポスターセッション、ISS-P-302、2010. 3. 16、仙台市
- ③ 宇津圭祐、チャウチーオン、石井啓之、“アドホックネットワークにおける放送型動画ストリーミングの実現法”、電気学会通信研究会 CMN-10-005、電気学会研究会資料通信研究会 2010. 1. 22、浦添市
- ④ 富士直秀、末田欣子、水野修、宇津圭祐、石井啓之、“MANET における GPS を用いた目的情報所有ノード発見方式の改良”電子情報通信学会 情報ネットワーク研

- 研究会、信学技報 Vol.109、No.327、IN2009-103、2009.12.11、神戸市
- ⑤ 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷感応フラッディングの性能比較”、電子情報通信学会情報ネットワーク研究会、信学技報 Vol.109、No.327、IN2009-104、2009.12.11、神戸市
- ⑥ Keisuke Utsu, Hiroshi Sano, Chee Onn Chow, and Hiroshi Ishii, “Proposal of Load-aware Dynamic Flooding over Ad Hoc Networks”, IEEE TENCON 2009, THU2.P.14, 2009.11, シンガポール
- ⑦ 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷感応型動的カウンタ判定フラッディング”、電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会、信学技報 Vol.109、No.228、NS2009-955、2009.10.16 熊本市
- ⑧ 宇津圭祐、佐野浩士、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷状況を考慮した動的確率判定フラッディング”、電子情報通信学会 2009 ソサイエティ大会 B-7-10、2009.9.16、新潟市
- ⑨ 宇津圭祐、石井啓之、“アドホックネットワークにおける負荷感応型動的確率判定フラッディングの性能評価”、電気学会 通信研究会、2009.9.25 東広島市
- ⑩ Naohide Fukushi, Hiroshi Ishii, “Information Discovery Mechanism using GPS over MANET”, the 2009 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'09), 2009.7.14, ラスベガス
- ⑪ Keisuke Utsu, Hiroaki Nishikawa, Hiroshi Ishii, “Load-aware Effective Flooding over Ad Hoc Networks”, the 2009 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'09), 2009.7.14, ラスベガス
- ⑫ Keisuke Utsu, Chee Onn Chow, Hiroaki Nishikawa and Hiroshi Ishii, “Performance Study on Multipoint-to-Point Video Streaming over Mobile Ad Hoc Networks”, “the 2008 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'08)”, 2008.7.15, ラスベガス
- ⑬ Yoshiko Sueda, Osamu Mizuno, Naoyuki Hirata, Hiroshi Ishii and Hiroaki Nishikawa, “Data-Driven Implementation of Contents Discovery Service on Ad Hoc Ubiquitous Network”, “the 2008 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'08)”, 2008.7.15, ラスベガス
- ⑭ Naohide FUKUSHI and Hiroshi ISHII, “GPS Aided Effective Information Discovery over Mobile Ad-hoc Network”, “the 2008 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'08)”, 2008.7.15, ラスベガス
- ⑮ 福士直秀、宇津圭祐、石井啓之、“MANETにおけるGPSを用いた情報発見手法の検討”、電子情報通信学会 2009 総合大会 B-7-65、2009.3.19、松山市
- ⑯ 宇津圭祐、大沼俊平、斉藤 淳、藤井伸行、石井啓之、“ユーザ指向の最適インターネットサーバ選択とダウンロード時間予測に関する検討”、電子情報通信学会 2009 総合大会 B-7-76、2009.3.20、松山市
- ⑰ 末田欣子、水野 修、平田直之、石井啓之、西川博昭 “コミュニティ活用型目的発見手法のデータ駆動型アドホックユビキタスノードへの適用”、信学会総合大会、B-7-67、2009.3.19、松山市
- ⑱ 宇津圭祐、石井啓之、“無線アドホックネットワークにおける通信相手選択法の検討”、信学会総合大会、B-7-121、2009.3.19、松山市
- ⑲ 宇津圭祐、石井啓之、“ユーザ指向最適インターネットサーバ選択法の性能評価”、電子情報通信学会 信学技報 Vol.108 No.457 IN2008-191、pp.351-356 2009.3.4、読谷村
- ⑳ 宇津圭祐、福士直秀、川端秀明、遠藤圭、平田直之、石井啓之、“インターネットにおけるユーザ側からの最適サーバ選択法の検討”信学技報、Vol.107 No.525 IN2007-163、2008.3、名護市
- ㉑ 宇津圭祐、塩田昌輝、石井啓之、“遠隔観測による最適サーバ選択法のテストベッドにおける評価”、信学技報、vol.107、no.378、IN2007-118、pp.115-120、2007.12.14、広島市
- ㉒ 平田直之、末田欣子、水野 修、石井啓之、“アドホックネットワークにおけるコミュニティを活用した目的発見手法の研究” 信学技報、vol.107、no.378、IN2007-116、pp.103-108、2007.12.14、広島市
- ㉓ C. O. Chow, Keisuke Utsu, and H. Ishii, “On enhancing Video Transmission over Mobile Ad Hoc Networks with Path and Server Diversities”, MJISAT 2007, 2007.11.13, クアラルンプール
- ㉔ C. O. Chow, H. Nishikawa and H. Ishii,

"Multiple Tree Video Multicast over Mobile Ad Hoc Networks", IEEE TENCON 2007, Taipei, Taiwan, Nov. 2007 WC6.1, TEN-33, 2007.10.31, 台北

- ②⑤ 宇津 圭祐、チャウ チーオン、石井 啓之、"アドホックネットワークテストベッドにおけるMDC利用型M2Pパケットストリーミングの評価"、電子情報通信学会 信学技報、vol. 107、no. 249、IN2007-84、pp. 41-46、2007.10.11、広島市。
- ②⑥ Yoshiko Sueda, Osamu Mizuno, Naoyuki Hirata and H. Ishii and Hiroaki Nishikawa, "Service discovery using community relationships in mobile ubiquitous networks", ICIN2007. 2007.10 ボルドー
- ②⑦ 宇津圭祐、于海洋、上野智弘、塩田昌輝、チャウチーオン、石井啓之、"無線アドホックネットワークテストベッドにおけるMDC利用動画転送を想定したM2Pパケットストリーミングの検討"、電子情報通信学会 2007 ソサイエティ大会 B-7-76、2007.9.10、鳥取市
- ②⑧ C. O. Chow and H. Ishii, "Video Multicast over Mobile Ad Hoc Networks: Multiple-Tree Multicast On-Demand Distance Vector Routing Protocol (MT-MAODV)", the 18th IEEE Annual International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 2007), 2007.9.5 アテネ
- ②⑨ Osamu MIZUNO, Yoshiko SUEDA, Naoyuki HIRATA, Hiroaki NISHIKAWA, and Hiroshi ISHII, "Concepts of autonomous contents discovery methods based on social communities of ad-hoc network nodes users", the 2007 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'07), 2007.6.26, ラスベガス
- ③⑩ Naoyuki HIRATA, Yoshiko SUEDA, Osamu MIZUNO, Yoshimasa SAJIMA, Hiroshi ISHII, "Evaluation of a method of finding content based on user relationships in an ad-hoc network", the 2007 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'07), 2007.6.26, ラスベガス
- ③⑪ Chee Onn CHOW, H. NISHIKAWA, and Hiroshi ISHII, "On Supporting Multipoint-to-point Video Transmission over Mobile Ad Hoc Networks", the 2007 International

Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications 2007.6.26, ラスベガス USA, Jun. 2007

- ③② Keisuke UTSU, Yoshimasa SAJIMA, CheeOnn CHOW, Kazumasa TAKAMI, and Hiroshi ISHII, "A Study on QoS of Multipoint-to-Point Packet Streaming over the Wireless Ad Hoc Network Testbed", the 2007 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'07), 2007.6.26, ラスベガス
- ③③ 宇津 圭祐、井出 誠、佐島 敬眞、チャウ チーオン、石井 啓之、"無線アドホックネットワークテストベッドにおけるマルチポイント・ポイントパケットストリーミングの転送品質の検討"、電子情報通信学会 信学技報、vol. 107、no. 37、IN2007-4、pp. 19-23、2007.5.18、東京。

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

名称: 無線通信装置、無線ネットワークシステム及び通信処理方法

発明者: 宇津圭祐、石井啓之

権利者: 東海大学

種類: 特許出願

番号: 特願 2009-151759

出願年月日: 平成 21 年 6 月 26 日

国内外の別: 国内

名称: ネットワークシステムおよびネットワークシステムにおける電源制御方法

発明者: 西川博昭、岩田誠、石井啓之

権利者: 筑波大学、高知工科大学、東海大学

種類: 特許出願

番号: 特願 2008-181408

取得年月日: 平成 20 年 7 月 11 日

国内外の別: 国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石井 啓之 (ISHII HIROSHI)

東海大学・専門職大学院組込み技術研究科・教授

研究者番号: 50365996