

研究種目：基盤研究（S）  
研究期間：2006～2010  
課題番号：18100001  
研究課題名（和文） ネットワーク浸透のための融合技術と進化のための情報ダイナミクスに関する研究  
研究課題名（英文） Research on Fusion Technology and Information Dynamics for Penetrative and Evolutional Network  
研究代表者  
尾家 祐二（OIE YUJI）  
九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授  
研究者番号：50167293

研究分野：情報ネットワーク  
科研費の分科・細目：情報学，情報システム・ネットワーク  
キーワード：ネットワーク融合，情報ダイナミクス，サービス融合，新世代ネットワーク，  
情報分析・統合

#### 1. 研究計画の概要

利用者にとってさらに身近なネットワークとなるためには、ネットワークのさらなる浸透とネットワーク利用の新たな開拓のために情報のダイナミクスに着目した新世代ネットワークへの進化が必要である。前者に関しては、浸透した多様なネットワーク技術の融合(fusion)を必要としている。後者に関しては、ネットワーク上の情報の流れに着目し、情報のダイナミクスの分析および統合(analysis and synthesis)を通じて、ネットワークの利用状況を分析し、その結果に基づく統合によって、人、社会など実世界の活動とネットワークの関係を明らかにし、新世代のネットワークデザインの指針を得る必要がある。また、情報の流れに着目すると、実世界に創発された多様な情報伝達機構が必要と考える。すなわち、宛先を指定するIP経路制御とは異なり、情報が備えた特性、活力によって必要な情報が的確に必要な人に届くような、情報ダイナミクスを高める新たな情報伝達機構(non-IP情報伝達機構)の研究開発が必要であり、具体的には次の研究に取り組む。

(1)融合化: ネットワーク技術およびサービスレベルにおける融合技術に関する研究。

(2)情報ダイナミクスの分析と統合: ネットワーク上の情報ダイナミクスの分析を行い、ネットワーク利用状況、形態、ネットワークと実世界の関係等の推定に関する研究。

(3)新たな情報伝達機構: 情報ダイナミクスを高める新たな伝達機構に関する研究。

#### 2. 研究の進捗状況

##### (1)融合化

ネットワーク/サービスの多様性の融合に向けて、以下の成果を得ている。

- ① 無線LANを介した実時間/非実時間通信を対象とするハンドオーバー手法に関して評価・開発を踏まえ自律移動ロボットシステムとの融合のための通信性能の確認を行った。
- ② センサネットワークシステムの検討・開発、Cognitive 無線通信による周波数資源割当、PLC 通信の基礎調査によりネットワークシステム個々の特性を明らかにし、それら資源共有の最適化のための分散処理向けのタスクスケジューリング手法を示した。

##### (2)情報ダイナミクスの分析と統合

- ① 様々な通信サービスのデータの組み合わせにより自己無撞着に構成可能な普遍的な社会ネットワーク構造（次数分布、ユーザ間通信頻度モデル）の調査・検証を行った。
- ② ネットワーク構造の生成モデルの一つである閾値モデルにおいて、これまでよりも一般的な条件においてもスケールフリー性が成り立つことを証明した。
- ③ ネットワークトモグラフィによるネットワーク間フロー流量や打ち切りデータからのフロー継続時間分布、ならびにサンプリングによるVoIP通信品質などの推定手法を提案し実環境で有効性を検証した。
- ④ ネットワーク資源共有の最適化のために、遺伝的アルゴリズムを用いた公平な割当ての探索、情報理論を用いた公平性の概念の特徴付けに関する研究を行った。

### (3) 新たな情報伝達機構

実世界で行われている「状況に応じた多様な識別子に基づく円滑な情報伝達」について、ネットワーク上における実現を目標として研究を行い、以下の知見を得ている。

- ① ネットワーク応用システムやユーザによって情報伝達を円滑にする識別子が異なることを実際のシステム構築を通じて示した。
- ② ①の知見から、IPアドレスに代わる新たなグローバル識別子の考案ではなく、状況に応じた適切な識別子の選択とそれに基づく情報伝達機構、具体的には、ノード間の物理的な距離やユーザの感性情報を識別子とする新たな情報伝達機構の提案を行った。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由) 2. で説明したように、3 サブテーマ各々において、課題の抽出だけでなく、既存技術の課題を解決するための新規性のある手法や従来十分に分析できていなかった問題の新たな知見などが得られてきている。

(1) 多様なネットワーク間のシームレス通信手法の確立、ネットワーク資源割り当て手法の提案に加えて、自律移動ロボットシステムとの融合が図られている。

(2) 現実のネットワークの構造や特性への理解が深まってきた。今後は、この妥当性を詳細に検証すると共に、より現実を考慮した高度な分析・統合技術へ発展させる。

(3) 識別子、情報伝達機構の主要キーワードに関する研究を進めており、今後2年間でユーザインタフェースの研究成果を加えて新たな情報伝達機構全体像を示す礎を築いた。

### 4. 今後の研究の推進方策

上記 2., 3. を踏まえ、まず、テーマ各々について以下の方針で進める。

(1) 各ネットワーク技術の更なる融合によるネットワーク浸透の深化に向けて、大規模通信システムとしてのネットワーク融合に関する検討を進め、技術の確立を目指す。また、サービスレベルにおける融合に関しては、より信頼性の高い統合機構を考案する。最終的に両融合技術が互いに協調連携するフレームワークの構築を目指す。

(2) これまでの研究で提案してきたネットワークダイナミクス分析・統合手法を、より現実を考慮した高度なものへと発展させる。具体的には、別の通信サービスデータによる社会ネットワークの普遍性の検証、及び社会ネットワークの特性の通信サービスの効率的な普及と戦略への応用について検討する。また、ネットワーク生成モデルの妥当性についても検証する。さらに、ネットワーク資源共有手法の最適化性能の向上、公平性の概念の拡張などについても検討する。

(3) 状況に合った識別子に基づく情報伝達機構だけでなく、その使用の促進および使用感の向上をもたらすユーザインタフェースの研究を進め、新たな情報伝達機構における重要な構成要素を検討する。

最終的に、これら3サブテーマの研究成果を整理・統合し、ユーザと多様なネットワークの間の効率的なアクセス技術とネットワークを介した多様なユーザ間の効率的な情報伝達の管理・制御機構からなる1つのアーキテクチャを描く予定である。

### 5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計22件)

- ① 会田雅樹, “物理の現象論に学ぶ: 通信ネットワークに現れるベキ乗則を利用した社会ネットワーク構造の解明,” 電子情報通信学会誌, 査読有, vol. 91, no. 10, pp. 891-896, 2008年.
- ② Shigeru Kashihara, Kazuya Tsukamoto, Yuji Oie, ”Service oriented mobility management architecture for seamless handover in ubiquitous networks,” IEEE Wireless Communications Magazine, 査読有, vol. 14, no. 2, pp. 28-34, 2007.

〔学会発表〕(計104件)

- ① Kazuya Tsukamoto, S. Matsuoka, O. Altintas, Masato Tsuru and Yuji Oie, “Distributed Channel Coordination in Cognitive Wireless Vehicle-to-Vehicle Communications (Invited Paper),” WAVE2008, Dearborn, Michigan, USA, December 8-9, 2008.
- ② Akihiro Fujiwara and Hiroyoshi Miwa, “Efficiency Analysis on an Information-sharing process with randomly-moving mobile sensors,” HEUNET 2008, Turku, Finland, July 29, 2008.
- ③ Kei Ohnishi, Kaori Yoshida and Yuji Oie, “P2P File Sharing Networks Allowing Participants to Freely Assign Structured Meta-data to Files,” INFOSCALE 2007, Suzhou, China, June 6-8, 2007.

〔その他〕

- ① ネットワークデザイン研究センター (NDRC): 研究実績  
<http://www.ndrc.kyutech.ac.jp/>
- ② 国際ワークショップ WIND' 08 開催 (2008年12月4, 5日)  
<http://www.ndrc.kyutech.ac.jp/wind2008/>
- ③ 尾家, 鶴, 川原, 池永 研究室 研究実績  
<http://infonet.cse.kyutech.ac.jp/research-j/>