

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

Research on Fusion Technology and Information Dynamics for Penetrative
and Evolutional Network

尾家 祐二 (YUJI OIE)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授



研究の概要

今日、インターネットは重要な社会基盤へと発展を遂げているが、きたるべきユビキタス社会における実世界での人間活動とのシームレスで信頼性の高い連携や、人間(モノ)ーモノ間の膨大で多様な情報の伝達・流通への要求に対応するために、真に人間の活動を支えるためのディペンダブルな新世代ネットワークに関する研究開発を行っている。

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. 研究開始当初の背景

インターネットはこれまで、グローバルに拡大し、しかもボーダレスに広がってきた。そして、量的な拡大を目指した大容量ネットワーク，人間の特質である移動性に対応するモビリティ管理・シームレス通信などの研究開発がネットワークの浸透を推進させた。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。

2. 研究の目的

「浸透」に関しては、多様なネットワーク技術の融合(fusion)を必要とし、「進化」には、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、具体的には以下に取り組む。

- (1) ネットワーク融合：ネットワーク技術およびサービスレベルの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。

3. 研究の方法

- (1)は、多様な有線/無線資源個別の有効利用を図る検討を通して、シームレスな通信を実現するネットワーク融合技術の研究を行い、サービスレベルの融合に関しては、多種多様な無線ネットワーク上で自律移動ロボットシステムを実現するための機構の研究を行う。
- (2)は、ネットワークの端点間での計測からその内部状態を推定するためネットワークトモグラフィなど様々な計測・推定技術に関する研究を行う。さらに、異なる通信サービスのデータを組み合わせることで、人を含めたシステム全体の設計・制御に必要な実社会と情報ネットワークの関係を表す社会ネットワーク構造の解明に関する研究を行う。
- (3)は、人間が現実世界で行う「状況に応じた多様な識別子に基づく円滑な情報伝達」をネットワーク上で実現することを目標として、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、状況に応じた識別子の選択とそれに基づく情報伝達機構の提案を行う。

4. これまでの成果

(1) 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。

- ・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を確認(図 1)。
- ・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。

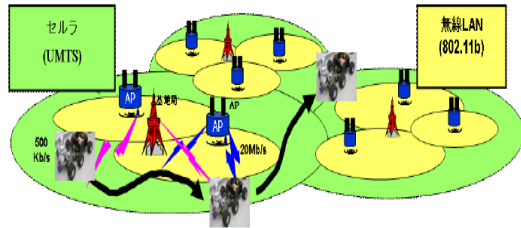


図 1：ロボットのネットワーク内の自律移動

(2) 情報ダイナミクスの分析と統合

・図 2 に示すように、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。

・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。

・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。

・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。

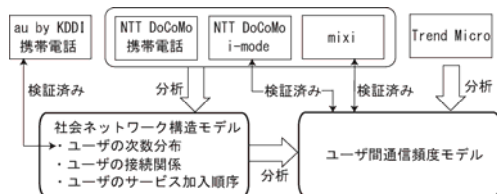


図 2：これまでの分析の全体像

(3) 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。

- ・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。
- ・上記から、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、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伝達機構の提案を行った。

5. 今後の計画

(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の分析・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、情報伝達機構における重要な構成要素を検討する。

6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

1. Shigeru Kashihara, Kazuya Tsukamoto, Yuji Oie, "Service oriented mobility management architecture for seamless handover in ubiquitous networks," IEEE Wireless Communications Magazine,, vol. 14, no. 2, pp. 28-34, Apr. 2007.
2. 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, vol.91, no.10, pp.891-896, 2008年10月.
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 2007.

ホームページ等

・九州工業大学 ネットワークデザイン研究センター(NDRC)：本研究課題の活動母体
<http://www.ndrc.kyutech.ac.jp/>