

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500070
 研究課題名 (和文) 高度融合の移動体無線網における多重アクセス方式と異種トラヒックの解析に関する研究
 研究課題名 (英文)

研究代表者
 岳 五一 (Wuyi Yue)
 甲南大学・知能情報学部・教授
 研究者番号：50234175

研究成果の概要：

本研究では、これまでの研究成果を活かして、より高度で、柔軟な移動体通信ができるアドホック端末、携帯電話などの超高速移動体通信や、無線インターネット、アドホック無線LANを中心とする高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークを対象にして、これまで解決されていなかった研究課題について研究を進め、高度に融合される高度な次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信の実現への寄与を目指している。

特に (1) 高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークにおける多段接続方式、マルチチャネル等の多重アクセス方式、そして異種トラヒックを対象とする無線移動通信ネットワークの構築とそのシステムモデルに関する性能解析及び性能評価を行った。(2) 無線移動通信ネットワークの端末の移動性、無線LANハンドオーバーを考慮した、解析及び評価が極めて困難とされているシステムの確率的振舞い、各ホップ間、各端末間または各チャネル間の従属性を待ち行列理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いて解明した。(3) 情報工学的見地からの次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークに関する性能解析や評価に適用できる多数の新しい厳密および近似解析法を提案し、数値結果によるこれらの方式の有効性を検証した。(4) 周波数帯域配分の性能制御の最適化と最適パワー制御方式の提案と検証を行った。(5) 移動体無線通信ネットワークにおけるルーティング制御と分散型制御に関する研究も行った。

本研究の成果は次世代超高性能無線移動体通信ネットワークによる高度な広帯域マルチメディア移動体通信の実現に寄与したと評価できる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,200,000	360,000	1,560,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：無線通信システム、マルチトラヒック、帯域配分の最適化、ランダムアクセス、性能解析と評価

1. 研究開始当初の背景

「いつでも」、「どこでも」、インターネットに接続可能なユビキタス環境が実現するためには、固定通信ネットワークと移動通信ネットワーク、異種移動通信ネットワーク、インフラストラクチャをベースとする無線ネットワークと自律分散型無線ネットワークなどの高度な融合による次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信の実現が期待されている。

このような高度な無線通信ネットワーク構築には、セルラー系の広域システム、無線LANのスポットシステム、アドホックシステム、モバイルP2Pネットワークなどが相互の特徴を生かしながら、移動体同士が自律的につながる無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネットが高度な融合による次世代移動体通信ネットワークの実現が期待されている。このような高度な融合による次世代移動体通信ネットワークの実現に向けて、固定ネットワークと異なるネットワークアクセスに適用する多重アクセスプロトコルの開発、移動体通信における異種トラヒックの特性の解明、データのやり取りのシームレス性、ハンドオーバー管理方式などに関する理論的・実践的な研究成果が大いに期待される。

2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果を活かして、「いつでも」、「どこでも」、インターネットに接続可能なユビキタス環境が実現するための、固定通信ネットワークと移動通信ネットワーク、異種移動通信ネットワーク、インフラストラクチャをベースとする無線ネットワークと自律分散型無線ネットワークなどの高度な融合による次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークにおける下記の研究テーマについて研究を進める。

具体的に、高度な融合による次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークにおける柔軟な移動体通信ができる超高速移動体による無線移動マルチホップ、マルチメディア通信ネットワーク、無線インターネット、ユニバーサルアドホックネットワーク、無線アドホックネットワークを対象にして、次世代高速無線移動網におけるマル

チトラヒックの解析と多重アクセス方式の開発を重点に、いまだに解決されていない研究課題を中心に今後の研究を進めたい。

特に、これらの高度な融合による次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークに対して待ち行列理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出し、情報工学的見地からシステムの最適化やシステム性能を改善するための有効なアクセス方法、新しいルーティング制御方式を提案する。さらに通信プロトコル、システムの性能解析、制御方式、様々な要素技術について盛んに研究を行い、数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式の実現可能性を示す。

3. 研究の方法

本研究では、これまでの研究成果を活かして、より高度で、柔軟な移動体通信ができるアドホック端末、携帯電話などの超高速移動体通信や、無線インターネット、アドホック無線LANを中心とする高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークを対象にして、これまで解決されていなかった研究課題について今後の研究を進め、高度に融合される高度な次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信の実現への寄与を目指している。

特に高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークにおける多段接続方式、マルチチャネル等の多重アクセス方式、そして異種トラヒックを対象とする無線移動通信ネットワークの構築とそのシステムモデルに関する性能解析及び性能評価を行う。そして、無線移動通信ネットワークの端末の移動性、無線LANハンドオーバーを考慮した、解析及び評価が極めて困難とされているシステムの確率的振舞い、各ホップ間、各端末間または各チャネル間の従属性を待ち行列理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いて解明する。さらに、情報工学的見地からの性能解析や評価に適用できる多数の新しい厳密および近似解析法を提案し、数値結果によるこれらの方式の有効性を検証する。また、周波数帯域配分の性能制御の最適化と最適パワー制御方式の提案と検証を行う。

本研究を通じて、国内外他大学や、研究機

関の研究者との研究連携を深めるとともに、研究を積極的に進めて、次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークの実現に多いに貢献したいと願っている。さらに、これらの研究成果を国内外の学術雑誌、国際会議、講演会、研究会、ホームページなどにおいて積極的に公開していく。一方、申請者自身が今後のいくつかのこの分野の国際会議の責任者、又は学会の研究部会の主査などを務め、この分野における学術交流、研究の推進、高度な専門人材の育成にも大いに力を入れる。

本研究では、これまでに研究されていなかった次世代高速無線移動網におけるマルチトラヒックの解析、多重アクセス方式の開発とその性能評価を主として、待ち行列理論をはじめ、最適化手法や制御理論などの技法を取り込んだ新しいシステムの設計と評価手法を開発するとともに、高度に融合される高度な広帯域マルチメディア移動体通信の実現への寄与を目指している。具体的には、

- (1) 異種トラヒックの特性の解明と解析：これまでの固定情報通信ネットワークと異なる高速移動分散無線ネットワークの次世代高速移動分散無線ネットワークのメディアごとに異なる統計的性質を持つ音声、データ、画像などのトラヒックの特性を統計解析の手法を用いて解明し、移動性を伴う高速移動分散無線ネットワークにおける高速・大容量のマルチメディアトラヒックの特性を解析する一般的な方法を提案する。
- (2) 異種トラヒックによるランダムアクセス方式の開発と評価：次世代超高能率無線移動体通信ネットワークにおけるマルチトラヒックに適用できる回線交換処理方式とデータ通信に適用できるランダムアクセス方式を融合した有効な無線周波数割当て方式やパケット多重転送技術とルーティングプロトコルを提案して、システムの評価を行い、提案する方法の有効性を示す。また待ち行列網理論とコンピュータシミュレーションなどの技法によって、システムの動的な変化を効率的に評価するための手法を研究・開発する。その評価手法を用いて、トラヒックの平均性質のみならず、高次モーメントを導出することによりシステムの確率的変動を判明する。そして、これらの手法を用いて解析する方法を提案し、システムの性能に対して数値評価を行う。
- (3) マルチメディア無線周波数割当て方式の開発と評価：無線アドホックネットワークにおいて、マルチメディアトラヒックを扱う無線周波数割当て方式の一つであるワイ

ドバンドマルチメディアCDMAと多重ランダムアクセスを統合した有効に利用できるアクセス制御方式や分散型チャネル割り当て手法を提案し、周波数利用効率の改善、システムの処理の高速化と転送の大容量を図り、システムの最適化を図る。(4) 周波数帯域配分の性能制御の最適化：無線マルチメディア通信ネットワークにおける周波数帯域配分に対する最適化確率モデルを提案し、周波数帯域配分に関する性能制御、ネットワーク利得不足によるリスクを総合的に考え、オフライントラヒックエンジニアリングの最適化を図る。

- (5) 最適パワー制御方式の提案と検証：無線通信環境における受信機側の電力配分問題に対する最適パワー制御の数値計算方式を提案し、方法の有効性を数値計算により検証する。

4. 研究成果

(1) 特に高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークにおける多段接続方式、マルチチャネル等の多重アクセス方式、そして異種トラヒックを対象とする無線移動通信ネットワークの構築とそのシステムモデルに関する性能解析及び性能評価を行った。(2) 無線移動通信ネットワークの端末の移動性、無線 LAN ハンドオーバーを考慮した、解析及び評価が極めて困難とされているシステムの確率的振舞い、各ホップ間、各端末間または各チャネル間の従属性を待ち行列理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いて解明した。(3) 情報工学的見地からの次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークに関する性能解析や評価に適用できる多数の新しい厳密および近似解析法を提案し、数値結果によるこれらの方式の有効性を検証した。(4) 周波数帯域配分の性能制御の最適化と最適パワー制御方式の提案と検証を行った。(5) 移動体無線通信ネットワークにおけるルーティング制御と分散型制御に関する研究も行った。

本研究の成果は次世代超高能率無線移動体通信ネットワークによる高度な広帯域マルチメディア移動体通信の実現に寄与したと評価できる。

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 35 件)

[1] Qiyang Hu, Chen Xu and Wuyi Yue, "A

- Unified Model for State Feedback of Discrete Event Systems I: Framework and Maximal Permissive State Feedback,” *AIMS Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 4, No. 1, pp. 107-123, 2008.
- [2] Mark S. K. Lau, Wuyi Yue and Li Ping, “Equal Power Allocation of IDMA Systems: Feasibility, Optimality, and Throughput,” *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 7, No. 8, pp. 2905-2910, 2008.
- [3] Mark S. K. Lau, Wuyi Yue, Peng Wang and Li Ping, “A Branch-and-Bound Method for Power Minimization of IDMA,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 57, No. 6, pp. 3525-2537, 2008.
- [4] Qiyang Hu, Chen Xu and Wuyi Yue, “A Unified Model for State Feedback of Discrete Event Systems II: Control Synthesis Problems,” *AIMS Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 4, No. 4, pp. 713-726, 2008.
- [5] Lean Yu, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “Optimization of Network Bandwidth Allocation with Uncertain Demands in Communication Networks,” *Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series*, Vol. 1, No. 2, pp. 171-180, 2008.
- [6] Chunyan Li, Wuyi Yue and Dequan Yue, Chapter 6: Performance Analysis of an $M/E_k/1$ Queue with Balking and Two Service Rates Based on a Single Vacation Policy, *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, Editors: Wuyi Yue, Yutaka Takahashi and Hideaki Takagi, Springer, pp. 103-116, 2009.
- [7] Dequan Yue and Wuyi Yue, Chapter 9: Analysis of an $M/M/c/N$ Queueing System with Balking, Reneging and Synchronous Vacations, *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, Editors: Wuyi Yue, Yutaka Takahashi and Hideaki Takagi, Springer, pp. 165-180, 2009.
- [8] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Naishuo Tian, Chapter 13: Performance Analysis of ARQ Schemes in Self-Similar Traffic, *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, Editors: Wuyi Yue, Yutaka Takahashi and Hideaki Takagi, Springer, pp. 229-246, 2009.
- [9] Dequan Yue, Wuyi Yue and Hongjuan Qi, “Analysis of a Machine Repair System with Warm Spares and N-Policy Vacations,” *Proc. of the 7th International Symposium on Operations Research and Its Applications*, pp. 190-198, 2008.
- [10] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Naishuo Tian, “Performance Analysis of Self-Similar Traffic for Future Service-Oriented Internet,” *Proc. of the 14th European Wireless Conference, CD-ROM*, 5 pages, 2008.
- [11] Lean Yu, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “Fuzzy Traffic Engineering with Applications to Network Revenue Management,” *Proc. of the 13th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium, CD-ROM*, 6 pages, 2008.
- [12] Zhanqiang Huo, Wuyi Yue, Naishuo Tian and Shunfu Jin, “Performance Evaluation for the Sleep Mode in the IEEE 802.16e Based on a Queueing Model with Close-down Time and Multiple Vacations,” *Proc. of the Third Asia-Pacific Symposium on Queueing Theory and Network Applications*, pp. 75-84, 2008.
- [13] Dequan Yue, Jun Yu and Wuyi Yue, “A

- Markovian Queue With Two Heterogeneous Servers and Multiple Vacations,” Proc. of the Third Asia-Pacific Symposium on Queueing Theory and Network Applications, pp. 95-104, 2008.
- [14] Dequan Yue and Wuyi Yue, “Analysis of M/M/R/N Queueing System with Balking, Reneging and Server Breakdowns,” Proc. of the Third Asia-Pacific Symposium on Queueing Theory and Network Applications, pp. 105-114, 2008.
- [15] Wei Pan, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “An Integrated Multi-Objective Decision Model for Provider Selection in Data Communication Services with Different QoS Levels,” *Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series*, Vol. 1, No. 2, pp. 209-221, 2008.
- [16] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Naishuo Tian, “Performance Evaluation of ARQ Schemes for Service-Oriented Internet in Wireless Networks,” Proc. of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, pp. 352-359, 2008.
- [17] Zhanqiang Huo, Naishuo Tian, Wuyi Yue and Shunfu Jin, “A Simulation Study of Connection-oriented Internet Service Based on Queueing Model,” Proc. of the IEEE 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp. 1305-1310, 2008.
- [18] Zhanyou Ma, Wuyi Yue and Naishuo Tian, Chapter 3: A Pure Decrement Service Geom/G/1 Queue with Multiple Adaptive Vacations, *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, Editors: Wuyi Yue, Yutaka Takahashi and Hideaki Takagi, Springer, pp. 49-54, 2009.
- [19] Hiroyuki Kawano, Masahiro Kokai and Wuyi Yue, “GIS-based Solution of Vehicle Scheduling and Routing Problems in Day-care Center,” Proc. of the 7th International Symposium on Operations Research and Its Applications, pp. 336-343, 2008.
- [20] Qiyang Hu, Wuyi Yue and Chen Xu, “Control Synthesis Problems for State Feedback in Discrete Event Systems,” *IEICE Technical Report*, Vol. 108, No. 176, pp. 59-64, 2008.
- [21] Xiujuan Zhao, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “An Integrated Systematic Approach for Mutual Funds Management Companies' Competence Evaluation,” Proc. of the 9th International Symposium on Knowledge and Systems Sciences, pp. 306-312, 2008.
- [22] Xiujuan Zhao and Wuyi Yue, “Coned Context DEA Model with Application to Mutual Funds Evaluation,” Proc. of the 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, CD-ROM, 5 pages, 2008.
- [23] Gang Xie, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “Dynamic Management on Quality of Service in Mobile Communication Networks Based on VPRS Model,” Proc. of the 2nd International Conference on Future Generation Communication and Networking, pp. 148-151, 2008.
- [24] Wei Pan, Wuyi Yue and Shouyang Wang, “A Fuzzy Multi-Objective Model for Provider Selection in Web Services,” Proc. of the 2008 International Conference of Production and Operation Management, CD-ROM, No. 349, 7 pages, 2008.

- [25] Zhanqiang Huo, Wuyi Yue, Shunfu Jin and Naishuo Tian, "Modeling and Performance Evaluation for the Sleep Mode in the IEEE 802.16e Wireless Networks," Proc. of 11th IEEE International Conference on Communication Systems, pp. 1140-1144, 2008.
- [26] Dequan Yue, Jun Yu and Wuyi Yue, "A Markovian Queue with Two Heterogeneous Servers and Multiple Vacations," Memoirs of Konan Univ., Intelligence & Informatics Series, Vol. 1, No. 1, pp. 77-90, 2008.
- [27] Zhanqiang Huo, Wuyi Yue, Shunfu Jin and Naishuo Tian, "Performance Analysis of Sleep Mode in the IEEE 802.16e Based on a Discrete-Time Queueing Model," IEICE Technical Report, Vol. 108, No. 134, pp. 77-82, 2008.
- [28] Chih-Chin Liang, Chia-Hung Wang, Hsing Luh, Ping-Yu Hsu and Wuyi Yue, "Using a Proactive Peer-to-Peer Traffic Control to Deliver Large Contents within a Large-Scaled Organization," Proc. of the Third Asia-Pacific Symposium on Queueing Theory and Network Applications, pp. 183-192, 2008.
- [29] Lean Yu, Wuyi Yue and Shouyang Wang, "Network Bandwidth Design under Uncertainty," Memoirs of Konan University, Intelligence & Informatics Series, Vol. 1, No. 1, pp. 91-98, 2008.
- [30] Chih-Chin Liang, Chia-Hung Wang, Hsing Luh, Ping-Yu Hsu and Wuyi Yue, "Using a Proactive Peer-to-Peer Traffic Control to Deliver Large Contents within a Large-Scaled Organization," Memoirs of Konan University, Intelligence & Informatics Series, Vol. 1, No. 1, pp. 91-98, 2008.
- [31] Gang Xie, Wuyi Yue and Shouyang Wang, "QoS Improvement of Mobile Operators Based on Variable Precision Rough Set Model," Memoirs of Konan University, Intelligence & Informatics Series, Vol. 1, No. 2, pp. 157-170, 2008.
- [32] Zhanyou Ma, Wuyi Yue and Naishuo Tian, "Geom/G/1 Queue with General Limited Service and Multiple Adaptive Vacations," Proc. of the 7th International Symposium on Operations Research and Its Applications, pp. 359-368, 2008.
- [33] Zhanyou Ma, Wuyi Yue and Naishuo Tian, "Geom/G/1 Queue with General Limited Service and Multiple Adaptive Vacations," Proc. of the Queueing Symposium: Stochastic Models and Their Applications, pp. 64-73, 2008.
- [34] 菅野 遼平, 岳 五一, "ルートキャッシュ機能を考慮した DSR プロトコルに関する研究," 甲南大学情報教育センター紀要, No. 6, CD-ROM, 15 pages, 2008.
- [35] Dequan Yue, Wuyi Yue and Hongjuan Qi, "Performance Analysis of a Machine Repair Problem with Warm Spares and Two Heterogeneous Repairmen," Proc. of the Queueing Symposium: Stochastic Models and Their Applications, pp. 118-127, 2009.
- [学会発表] (計 1 件)
- [1] 菅野 遼平, 岳 五一, "移動体無線通信ネットワークにおけるルーティング制御と分散型制御に関する研究", 電子情報通信学会 2009 年総合大会, 2009 年 3 月.
6. 研究組織
 (1) 研究代表者
 甲南大学・知能情報学部・教授
 岳五一 (Wuyi Yue)