

学位被授与者氏名	ミノ ジェルジ (Gjergji Mino)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第26号
学位授与年月日	平成23年3月20日
論文題目	An Integrated Approach for CAC and Handover in Wireless Cellular Networks Based on Fuzzy Logic
論文題目 (英訳または和訳)	無線セルラー・ネットワークにおけるファジィ論理に基づいた CAC およびハンドオーバーのための統合的アプローチ
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 バロレリカト 同審査委員: 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 松永 利明 同審査委員: 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 内田 一徳 同審査委員: 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻准教授 木野 仁
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (和文)	<p>無線セルラー・システムはサービス品質 (QoS) の保証された多重サービスをサポートすることを期待されている。しかしながら、予想されるトラフィック負荷と広帯域サービスの増加に対し収容可能な無線ネットワークのキャパシティは、無線周波数スペクトルによって制限される。Call Admission Control (CAC) とハンドオーバーは、QoS を保証する無線セルラー・ネットワークのリソース管理のための非常に重要な戦略である。しかし、CAC とハンドオーバーの決定はユーザの移動性や限られた無線スペクトルおよびマルチメディア・トラフィックの特性のため非常に難しい問題となっている。</p> <p>現在まで、無線セルラー・ネットワークの CAC とハンドオーバーのためのいくつかのアルゴリズムが提案されてきた。しかしながら、無線環境では CAC とハンドオーバーは複雑となるため、多くの簡易型モデルや仮定がなされてきた。また、リアルタイムで動作する CAC とハンドオーバーのアルゴリズムは、あいまいな測定値と信号強度情報によって決定しなければならない。CAC やハンドオーバーの評価基準情報のいくつかは、不正確であるかまたは正確な情報を得るのが難しいことに注意すべきである。このような理由で、我々は無線セルラー・ネットワークの CAC とハンドオーバーのためにファジィ論理に基づいたアプローチを提案する。提案手法は任意の複雑さを持つ非線形の機能や不正確なデータのもとで動作することができる。</p> <p>CAC やハンドオーバーの他の研究と違い本論文では、無線セルラー・ネットワークのためのファジィ理論に基づいた新しい統合化された CAC およびハンドオーバーのアプローチを提案し実装する。他のすべての関連研究では、CAC またはハンドオーバーのみを扱っている。我々が提案する統合システムは、無線セルラー・ネットワークの QoS を改良する。提案アプローチは二つの Fuzzy-based Admission Control Schemes (FACSs) と二つの Fuzzy-Based Handover Systems (FBHSs) で構成されている。我々は二つの CAC システムおよび二つのハンドオーバー・システムを実装した。実装されたシステムの性能をシミュレーションによって評価し従来研究と比較した。その結果、提案システムは従来システムより良い振舞いを持つことを示した。</p> <p>論文の構成は次のようになる。第1章では、論文の背景、目的、および概要を紹介する。第2章では、無線セルラー・ネットワークについて述べ、第一世代から第四世代までの無線ネットワークと無線セルラー・ネットワークについて説明する。第3章では、無線セルラー・ネットワークのリソースを管理するための CAC とハンドオーバー戦略を紹介する。本章は QoS を改善するための CAC とハンドオーバーの必要性をカバーしている。第4章では、ファジィ集合論について述べる。ファジィ集合論の意味と基礎について議論し、言語変数のようなファジィ制御原理、ファジィ制御規則、Fuzzification および Defuzzification メソッドについて紹介する。第5章では、提案された Fuzzy-based Integrated CAC and Handover System (FICHS) について紹介し、システムのコンポーネントである FCAC と FBHS) について詳細に説明する。第6章では、CAC とハンドオーバーを行うシミュレーションケーススタディについて紹介する。この章では4つのシミュレーション・ケースを含んでいる。Case1: FCAC のシミュレーション結果、Case2: FCAC with Priority (FCAC-P) のシミュレーション結果、Case3: FBHS 1 (FBHS1) のシミュレーション結果、Case4: FBHS 2 (FBHS2) のシミュレーションの結果である。第7章では</p>

<p>論文内容の要旨 (英文)</p>	<p>、本研究の結論と今後の研究について述べる。</p> <p>The mobile cellular systems are expected to support multiple services with guaranteed Quality of Service (QoS). However, the ability of wireless systems to accommodate expected growth of traffic load and broadband services is limited by available radio frequency spectrum. Call Admission Control (CAC) and handover are very important strategies to manage the resources of wireless cellular networks in order to ensure QoS provisioning. However, the decision for CAC and handover is very challenging issue due to user mobility, limited radio spectrum, and multimedia traffic characteristics.</p> <p>Several schemes have been proposed for CAC and handover in wireless cellular networks. However, during the complexity of CAC and handover in wireless environment, many simplified models and assumptions are made. Also, the CAC and handover algorithms operating in real time have to make decisions without the luxury of repeated uncorrelated measurements or the future signal strength information. It should be noted that some of CAC and handover criteria information can be inherently imprecise, or the precise information is difficult to obtain. For this reason, we propose a FL-based approach for CAC and Handover for wireless cellular networks, which can operate with imprecision data and non-linear functions with arbitrary complexity.</p> <p>In this thesis different from other research works on CAC and handover, we propose and implement a new integrated fuzzy-based approach for CAC and handover in wireless cellular networks. All other related works deal only with CAC or handover. Our integrated system improves the QoS of wireless cellular networks. We implemented two Fuzzy-based Admission Control Schemes (FACSS) and two Fuzzy-based Handover Systems (FBHSs) for wireless cellular networks. We evaluated their behavior by simulations and compared the performance with previous works. We have shown that our systems have better behavior than previous systems.</p> <p>The thesis is organized as follows. In Chapter 1, we introduce the background, the purpose and the outline of this thesis. In Chapter 2, we present Wireless Cellular Networks, which covers the current situation on wireless and cellular networks and evolution from first to fourth generation. In Chapter 3, we introduce CAC and Handover strategies to manage the recourses of wireless cellular networks. This chapter covers the need of CAC and handover to improve the QoS. Chapter 4 is devoted to fuzzy set theory. It discusses the meaning and basics of fuzzy set theory and the fuzzy control principles such as linguistic variables, fuzzy control rules, fuzzification, and defuzzification methods. Chapter 5 introduces our proposed Fuzzy-based Integrated CAC and handover System (FICHS). We explain in detail it components: FACS and FBHS. Chapter 6 is devoted to the simulation case studies, which are carried out for CAC and handover. They include 4 cases: in Case 1 are introduced simulation results of FCAC, in Case 2 are shown the simulation results for FACS with Priority (FACS-P), Case 3 presents the simulation results of FBHS 1 (FBHS1), and Case 4 simulation results for FBHS 2 (FBHS2). Chapter 7 concludes this thesis. We give the conclusions and future work.</p>
<p>論文審査結果</p>	<p>博士後期課程知能情報システム工学専攻2年の「ミノ ジェルジ」氏が提出した学位論文を審査し、また最終試験を行ったのでその結果について報告する。</p> <p>(学位論文審査の結果)</p> <p>この論文では無線セルラー・ネットワークにおけるファジィ論理に基づいた Call Admission Control (CAC)およびハンドオーバーのための統合的アプローチを提案している。CAC とハンドオーバーは、QoS を保証する無線セルラー・ネットワークのリソース管理のための非常に重要な戦略である。しかし、CAC とハンドオーバーの決定はユーザの移動性や限られた無線スペクトルおよびマルチメディア・トラフィックの特性のため非常に難しい問題となっている。これまで無線セルラー・ネットワークの CAC とハンドオーバーのためのいくつかのアルゴリズムが提案されてきたが、無線環境では CAC とハンドオーバーは複雑となるため、多くの仮定に基づく簡易型モデルであった。また、リアルタイムで動作する CAC とハンドオーバーのアルゴリズムは、あいまいな測定値と信号強度情報によって決定しなければならないので、その評価基準情報のいくつかは不正確であるか、または正確な情報を得るのが難しい場合が多い。このような問題を解決するために、本研究では無線セルラー・ネットワークの CAC とハンドオーバーに対する</p>

	<p>ファジィ論理に基づいたアプローチを提案することによって、複雑さを持つ非線形の機能や不正確なデータのもとで動作することを可能とした。他の関連する研究のほとんどは、CAC またはハンドオーバーのみを扱っているに過ぎないが、本論文では無線セルラー・ネットワークのためのファジィ理論に基づいた新しい統合化された CAC およびハンドオーバーのアプローチを提案し、実装も行っている。このように本研究の内容は、他の研究者によって報告されていない結果を含み、学位論文としての十分な価値があると認められる。</p> <p>論文の構成は次のようになっている。第 1 章では、論文の背景、目的、および概要を紹介する。第 2 章では、無線セルラー・ネットワークについて述べている。第 3 章では、無線セルラー・ネットワークのリソースを管理するための CAC とハンドオーバー戦略を紹介している。第 4 章では、ファジィ集合論について述べている。第 5 章では、提案された Fuzzy-based Integrated CAC and Handover System (FICHS) について紹介し、システムのコンポーネントである FACS と FBHS について詳細に説明している。第 6 章では、CAC とハンドオーバーのためのシミュレーションケーススタディについて紹介している。第 7 章では、本研究の結論と今後の研究について述べている。</p> <p>本研究の成果として、学術論文が 5 編（第 1 著者 2 編）、国際会議が 13 編（第 1 著者 2 編）となっている。また国際会議 MNSA-2009、IEEE DEST-2010 と WAC-2010 では Best Paper 賞を受賞しており、本研究の新規性と有用性が認められるとともに、国際的にも高く評価できる研究内容を含んでいる。</p> <p>以上の理由により、審査委員会は論文提出が学位論文の内容として適合すると判定した。</p> <p>学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の工学的及び技術的な質問があったが、いずれも適切な回答を行うことができた。また公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後研究を進めていくための研究能力を備えていることが判明した。</p> <p>以上の結果から、学位審査委員会はこの論文が博士（工学）の学位に適格であると判定した。</p>
<p>主な研究業績</p>	<p>参考論文 19 編 1 冊</p> <p>(学術論文)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Gj. Mino</u>, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durresi, A. Koyama, “Implementation and Performance Evaluation of Two Fuzzy-based Handover Systems for Wireless Cellular Networks”, Mobile Information Systems, IOS Press, Vol. 5, No. 4, pp. 339-361, 2009.</li> <li>2. <u>Gj. Mino</u>, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durresi, A. Koyama, “Performance Evaluation of a Fuzzy-based CAC Scheme for Wireless Cellular Networks: A Case Study Considering Priority of On-going Connections”, International Journal of Business Intelligence and Data Mining, Inderscience Publisher, Vol. 5, No. 3, pp. 269-284, 2010.</li> <li>3. L. Barolli, T. Yang, <u>Gj. Mino</u>, F. Xhafa, A. Durresi, “Routing Efficiency in Wireless Sensor-Actor Networks Considering Semi-Automated Architecture”, Journal of Mobile Multimedia, Vol. 6, No. 2, pp. 97-113, 2010.</li> <li>4. E. Spaho, L. Barolli, <u>Gj. Mino</u>, F. Xhafa, V. Kolic, R. Miho, “Implementation of CAVENET and Its Usage for Performance Evaluation of AODV, OLSR and DYMO Protocols in Vehicular Networks”, Mobile Information Systems (MIS), IOS Press, Vol. 6, No. 3, pp. 213-227, 2010.</li> <li>5. T. Yang, M. Ikeda, <u>Gj. Mino</u>, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durresi, “Performance of Wireless Sensor Networks for Different Mobile Event Path Scenarios”, accepted, to appear in International Journal of Distributed Systems and Technologies (IJDST), IGI Global, 2010.</li> </ol> <p>(国際会議)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Gj. Mino</u>, L. Barolli, A. Durresi, F. Xhafa, A. Koyama, “A Fuzzy-based Call</li> </ol>

- Admission Control Scheme for Wireless Cellular Networks Considering Priority of On-going Connections”, Proc. of ICDCS-2009 Workshops, MNSA-2009, Montreal, Canada, pp. 380-387, June 2009.
2. Gj. Mino, L. Barolli, A. Durresi, F. Xhafa, A. Koyama, “A Comparison Study of Two Fuzzy-Based Handover Systems for Avoiding Ping-Pong Effect in Wireless Cellular Networks”, Proc. of NBiS-2009, Indianapolis, USA, pp. 564-571, August 2009.
  3. L. Barolli, Gj. Mino, F. Xhafa, G. De Marco, A. Durresi, A. Koyama, “Analysis of Ad-Hoc Networks Connectivity Considering Shadowing Radio Model”, Proc. of MoMM-2009, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 464-468, December 2009.
  4. L. Barolli, T. Yang, Gj. Mino, F. Xhafa, A. Durresi, “A Simulation System for WSNs as a Digital Eco-System Approach Considering Goodput Metric”, Proc. of IEEE DEST-2010, Dubai, UAE, pp. 375-380, April 2010.
  5. T. Yang, M. Ikeda, Gj. Mino, L. Barolli, A. Durresi, F. Xhafa, “Performance Evaluation of Wireless Sensor Networks for Mobile Sink Considering Consumed Energy Metric”, Proc. of AINA-2010 Workshops, FINA-2010, Perth, Australia, pp. 245-250, April 2010.
  6. L. Barolli, Gj. Mino, F. Xhafa, A. Durresi, A. Koyama, “Improvement and Performance Evaluation of CAVENET: A Network Simulation Tool for Vehicular Network”, Proc. of ICDCS-2010 Workshops, MNSA-2010, Genoa, Italy, pp. 118-125, June 2010.
  7. T. Yang, M. Ikeda, Gj. Mino, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durresi, “Impact of Mobile Event Movement on the Performance of Wireless Sensor Networks”, Proc. of ICSNC-2010, Nice, France, pp. 88-93, August 2010.
  8. T. Ikebata, Gj. Mino, L. Barolli, A. Koyama, A. Durresi, F. Xhafa, “A Fuzzy-Based CAC Scheme for Wireless Cellular Networks Considering Different Priorities”, Proc. of NBiS-2010, Takayama, Japan, pp. 187-194, September 2010.
  9. T. Yang, Gj. Mino, L. Barolli, A. Durres, F. Xhafa, “Impact of Mobile Sink for Wireless Sensor Networks Considering Different Radio Models”, Proc. of NBiS-2010, Takayama, Japan, pp. 350-357, September 2010.
  10. E. Spaho, L. Barolli, Gj. Mino, F. Xhafa, V. Kolicic, R. Miho, “Performance Evaluation of AODV, OLSR and DYMO Protocols for Vehicular Networks Using CAVENET”, Proc. of NeoFUSION-2010/NBiS-2010, Takayama, Japan, pp. 527-534, September 2010.
  11. T. Yang, Gj. Mino, L. Barolli, A. Durres, F. Xhafa, “Impact of Mobile Sink for Wireless Sensor Networks Considering Goodput and Routing Efficiency Metrics”, Proc. of WAC-2010, Kobe, Japan, CD-ROM 7 pages. September 2010.
  12. T. Yang, Gj. Mino, L. Barolli, A. Durres, F. Xhafa, “Impact of Mobile Sink for Wireless Sensor Networks Considering Different Radio Models and Performance Metrics”, Proc. of BWCCA-2010, Takayama, Japan, pp. 25-32, September 2010.
  13. T. Ikebata, Gj. Mino, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durresi, A. Koyama, “Evaluation of a Fuzzy-based CAC Scheme for Different Priorities in Wireless Cellular Networks”, Proc. NGWMN-2010/BWCCA-2010, Fukuoka, Japan, pp. 616-621, November 2010.
- (研究会技術報告)
14. T. Ikebata, Gj. Mino, L. Barolli, A. Koyama, "Application of Fuzzy Logic and Different Priorities for CAC in Wireless Cellular Networks", IPSJ SIG Technical Repors, Vol. 2010, DPS-143, No. 8, 6 pages, 2010.