

Title	A Performance Consensus Problem and its Applications
Author(s)	林, 直樹
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58269">https://hdl.handle.net/11094/58269</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	はやし なおき 林 直 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 4 6 2 7 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	A Performance Consensus Problem and its Applications (パフォーマンスコンセンサス問題とその応用)
論文審査委員	(主査) 教 授 潮 俊光 (副査) 教 授 乾口 雅弘 教 授 関根 順

#### 論 文 内 容 の 要 旨

Recently, cooperative control has received growing attention to achieve motion coordination in multiagent systems in which agents cooperatively accomplish a group objective by local information exchanges. A consensus problem is one of typical problems of cooperative control. The consensus problem considers under what conditions states of agents converge to a common value. In many practical situations, however, it may be appropriate to consider the case in which each agent has a performance value depending on its own state and updates the state in order that all agents have the same performance value. In this thesis, we derive the sufficient conditions for achieving performance consensus using the algebraic graph theory.

As an application of a performance consensus problem, we consider resource allocation in real-time systems. In real-time systems, QoS (Quality of Service) control plays an important role in providing appropriate service for all tasks. In this thesis, we consider fair QoS control in order that all tasks receive the same QoS level. First, we discuss fair QoS control in soft real-time systems under limited available resources. We introduce an agent-based controller in which each agent monitors a QoS level of each task and updates a resource based on local information exchanges of QoS levels with some other agents. We consider the sufficient conditions for achieving a fair QoS level by applying a performance consensus problem. Next, we propose adaptive resource allocation for multitier computing systems to achieve a fair QoS level under resource constraints of tiers. We introduce a multitier computing architecture with resource managers and an arbiter. Each resource manager updates resources allocated to subtasks of its client by locally exchanging QoS levels with some other resource managers. The arbiter compensates the updated resources to avoid overload conditions in the tiers. Based on the resource compensation by the arbiter, the subtasks of each client are executed in the corresponding tiers. We derive the sufficient conditions for the proposed resource allocation to achieve a fair QoS level and avoid overload conditions in all tiers.

Another issue discussed in this thesis is a potential game theoretic approach to a mobile sensor coverage problem. Each sensor tries to maximize a probability of target detection in a convex mission space. An objective function of the power-aware mobile sensor coverage problem evaluates the trade-off between the maximization of the target detection probability and the minimization of the power consumption of sensing. We represent a sensing voltage and a position of each mobile sensor using a barycentric coordinate over an extended strategy space. With the barycentric coordination representation, the sensor coverage problem can be

formulated as a potential game in which the power-aware objective function and the barycentric coordinates correspond to a potential function and players' mixed strategies, respectively. We propose a decentralized control method in order that each mobile sensor finds a locally optimal position and sensing voltage by updating its barycentric coordinate using replicator dynamics.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、マルチエージェントシステムにおけるパフォーマンスコンセンサス問題の解析とそのリアルタイムシステムにおけるリソース配分問題への応用、及びポテンシャルゲームに基づくセンサ被覆制御法に関する研究成果をまとめたものである。第1章の序論と第5章の結論を含め、以下の各章から構成されている。

第2章では、パフォーマンスコンセンサス問題を定式化した。従来のコンセンサス問題は状態を対象としているが、パフォーマンスコンセンサス問題では、各エージェントが状態に依存した評価値をもち、評価値に関するコンセンサスを達成させることを目的としており、工学的な応用可能性のある問題である。エージェント間で評価値を局所的に情報伝達することで状態を更新するダイナミクスを提案し、代数的グラフ理論に基づき、パフォーマンスコンセンサスを達成する十分条件を導出している。

第3章では、パフォーマンスコンセンサス問題をリアルタイムシステムにおけるリソース配分問題へ応用している。まず、サービスの品質を表す QoS (Quality of Service) レベルをエージェント間で局所的に情報交換することで、リソース制約の下で全てのタスクのQoSレベルを等しくする、QoS公平化制御法を提案している。さらに、パフォーマンスコンセンサス問題を応用し、QoS公平化を達成する十分条件を導出している。次に、データセンタ型コンピューティングアーキテクチャとして注目されている、マルチティアコンピューティングシステムにおけるリソース配分問題について考察している。まず、各ティアのリソース制約を満たすようにリソース量の調整を行う調停器と、クライアントのリソース量を管理するリソースマネージャを用いたQoS公平化制御法を提案している。そして、調停器によるリソース量の調整を考慮したQoS公平化の十分条件を導出している。

第4章では、パフォーマンスコンセンサスを達成するためのアプローチとしてポテンシャルゲームの有効性を検討している。具体的な問題としてパワーアウェアなモバイルセンサ配置制御を取り上げている。センサの位置と電圧を重心座標により統合して表現し、各センサを各プレイヤーに、センサの重心座標をプレイヤーの混合戦略に、センサの被覆性能とセンシングの消費電力との間のトレードオフを評価する評価関数をポテンシャル関数に、それぞれ対応させることで、センサ配置問題がポテンシャルゲームとして定式化できることを示している。さらに、各センサがレプリケータダイナミクスを用いて重心座標を更新し、評価関数を極大化するパワーアウェアなセンサ配置制御法を提案している。

以上のように本論文は、評価値を導入したパフォーマンスコンセンサス問題を定式化して、コンセンサスを達成する手法を提案し、さらに、リアルタイムシステムにおけるリソース配分問題とパワーアウェアなセンサ配置制御法へ応用することで、パフォーマンスコンセンサス問題という新しい問題の提案とその工学的有効性を示すことに貢献した。よって、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。