

Title	Distributed consensus problem in multi-agent systems
Author(s)	Li, Zixi
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/53954
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (Li Zixi)	
Title	Distributed consensus problem in multi-agent systems (マルチエージェントシステムにおける分散合意問題)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>Over the recent decade, distributed coordinated control in multi-agent systems has been intensively investigated in various scientific disciplines, such as intelligent transportation systems, environment monitoring, and communication network. For coordinated control in multi-agent systems, one critical problem is to design distributed control protocols that enable all agents to reach an agreement on certain global criteria of common interest based on the information states of local neighbors. This is known as the distributed consensus problem. In this dissertation, the distributed consensus problem in multi-agent systems is investigated. The design of the consensus protocol and the consensus analysis of multi-agent systems are presented. The main work can be summarized as follows.</p> <p>The consensus for directed networks of multi-agent systems under a fixed communication topology is investigated in a general case, where the dynamics of each agent can be a linear system of any order, rather than first integrators or double integrators. A distributed observer type consensus protocol based on relative output measurements of neighboring agents is proposed. A model transformation approach is introduced to address the consensus of multi-agent systems. By the model transformation, the complex consensus problem can be converted into the simple stability problem of a set of uncoupling systems. The consensus tracking with a leader is investigated, where the state of the leader is independent of the followers. Several necessary and sufficient conditions are obtained for ensuring the consensus of multi-agent systems.</p> <p>The consensus of multi-agent systems under switching topologies is investigated. Multiple Lyapunov functions theory is applied in the consensus analysis under switching topologies. Two kinds of the consensus problem under switching topologies are studied. First is the consensus protocol for switching topologies under arbitrary switching. Second is the consensus protocol for switching topologies under restricted switching, which is under what condition it is possible to achieve consensus by properly designing switching control laws. Several necessary and sufficient conditions for switching topologies are obtained for multi-agent systems.</p> <p>The robust consensus of multi-agent systems with external disturbances is investigated. By the model transformation, the distributed robust consensus problem of multi-agent systems can be converted into the robust stability problem of a set of uncoupling subsystems. It can be seen that the robust consensus under the distributed protocol can be achieved, if and only if the subsystem with minimal robust performance index satisfies the robust requirement. A multi-step procedure for distributed robust protocol is further proposed. Several necessary and sufficient conditions are obtained for multi-agent systems with external disturbances.</p> <p>The consensus of multi-agent systems with communication delays is investigated. Instead of the conventional method based on the roots distribution of system characteristic equation of time delay system, the consensus protocol based on the Lyapunov method is proposed. A novel Lyapunov function for multi-agent systems with communication delays is introduced. Several sufficient conditions are obtained for the consensus of multi-agent systems with communication delays.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Li Zixi)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 石 黒 浩
	副 査 教授 新 井 健 生
	副 査 教授 細 田 耕

論文審査の結果の要旨

この博士論文では、マルチエージェントシステムの分散合意問題におけるプロトコルとその解析が報告されている。分散合意問題とは、システムの分散制御における重要な課題の1つであり、全てのエージェントが、近隣のエージェントの情報に基づき、全体の利益について合意に達することができるように、分散制御のプロトコルを設計することである。なお、本論文の内容は3編のジャーナル論文をまとめたものである。

本論文では、エージェントのダイナミクスは、任意の次数の線形システムで、近隣のエージェントの相対的な出力計測に基づく分散観測型の合意問題について解析を行っている。また、その観測、すなわち、エージェント間の通信は、指向性のあるネットワーク構造で表現され、通信トポロジーとマルチエージェントシステムの合意問題の収束の関係について調べている。はじめに、固定されたトポロジーを用いる場合について、モデル変換アプローチによって、複雑な合意問題を非結合システムの組の簡単な安定性問題に変換することで、合意問題の収束性を調べた(第3章)。次に、2種類のトポロジーを切り替える場合でも、マルチエージェントシステムの合意問題において、Multiple Lyapunov functions theoryを用いることで収束することを示した(第4章)。さらに、外乱がある条件でのロバストな合意問題についても、モデル変換によって、分散合意問題をサブシステムに変換し、解析を行った(第5章)。最後に、時間遅延システム、つまり、ネットワークに通信遅れが存在する場合について、リアプノフ関数を用いた解析を行った(第6章)。

本論文の貢献は、リアプノフ関数を用いた安定性解析に合意問題を変換することで、切り替わり、外乱や時間遅れのある様々な通信トポロジーを持った合意問題に対する収束の保証を与えたことであり、マルチエージェントシステムを安定に制御する場合のいくつかの条件を示したことにある。以上のことから、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。