

令和 5 年 5 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04201

研究課題名(和文) 双模倣性の概念に基づく非決定性離散事象システムのスーパーバイザ制御

研究課題名(英文) Supervisory Control of Nondeterministic Discrete Event Systems Based on the Notion of Bisimilarity

研究代表者

高井 重昌 (TAKAI, Shigemasa)

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60243177

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：離散事象システムとその制御仕様を非決定性オートマトンでモデル化した場合の一般的なスーパーバイザ制御問題として、双模倣制御問題がある。この双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在するための必要十分条件として、対象システムと制御仕様が満足すべき性質を初めて明らかにした。そして、解となるスーパーバイザのシステムティックな構成法を開発した。双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在しない場合には、双模倣等価性という要求を緩和した模倣制御問題において、スーパーバイザの最適性の指標である許容性に関して最適で、かつノンブロッキングであるような最大許容スーパーバイザの構成法などを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

非決定性オートマトンでモデル化された離散事象システムとその制御仕様に対して、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザの存在条件およびスーパーバイザの一般的な構成法という基本的な問題が未解決であった。本研究成果は、この未解決問題を解決したという学術的意義がある。また、双模倣等価性という要求を緩和した模倣制御問題に対して、ノンブロッキングな最大許容スーパーバイザの構成法を初めて開発した成果も、新規性および学術的意義がある。これらの成果は形式手法に基づく制御系設計理論の構築に貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：The bisimilarity control problem is a general control problem for a discrete event system and its control specification modeled as nondeterministic automata. As a necessary and sufficient condition for the existence of a supervisor that solves the bisimilarity control problem, a property that has to be satisfied by the system and its control specification is derived. Then, a systematic method for synthesizing a supervisor is developed. When there does not exist a solution to the bisimilarity control problem, the similarity control problem is solved by synthesizing a maximally permissive nonblocking supervisor.

研究分野：制御工学

キーワード：離散事象システム スーパーバイザ制御 双模倣制御 模倣制御

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ソフトウェアの検証などを目的にコンピュータサイエンスの分野で発展してきた形式手法に基づく制御系設計が注目を集めている。例えば、ロボットが障害を回避する、指定された地点を繰り返し訪れる、といったような論理的な制御仕様は時相論理で記述することができる。そして、時相論理で与えられた制御仕様に対する制御系設計において形式手法を応用する際、微分方程式などで記述されていた制御対象を、有限オートマトンなどで表現が可能な有限状態システムで近似することになる。

有限オートマトンでモデル化された制御対象のシステムに対して、与えられた論理的制御仕様を満たされるような制御系設計の手法として、離散事象システムのスーパーバイザ制御がある。離散事象システムは、事象が非同期、離散的に生起することにより、その状態が遷移する動的システムの総称であり、スーパーバイザ制御理論は、論理的な制御仕様を有する離散事象システムのフィードバック制御の理論的枠組みとして、活発に研究が行われてきた。

これまでの離散事象システムのスーパーバイザ制御に関する多くの研究では、対象システムとその制御仕様は、事象の生起による状態の遷移先が一意に決まる決定性のオートマトンでモデル化されていた。しかし、上述のように、微分方程式で記述される対象システムを有限オートマトンで近似する場合、システムの状態遷移に非決定性が生じる場合がある。つまり、事象の生起による状態の遷移先が一意ではなく、複数の可能な遷移先が存在することになる。また、対象システムが動作する環境が不確かであったり、時変であったりする場合にも、状態遷移に非決定性が生じうる。対象システムとその制御仕様が共に、状態遷移に非決定性がある非決定性オートマトンでモデル化される場合のスーパーバイザ制御は、決定性のオートマトンでモデル化される場合を含んだ、離散事象システム制御の一般化とみなすことができる。そのような場合には、スーパーバイザにより制御された対象システムと制御仕様の間、双模倣性という等価性の概念が要求される。その概念図を図1に示す。双模倣性は、コンピュータサイエンスにおいてシステム間の等価性を表す概念として提案されたものであるが、形式手法に基づく制御系設計などにおいても、重要な役割を果たしている。

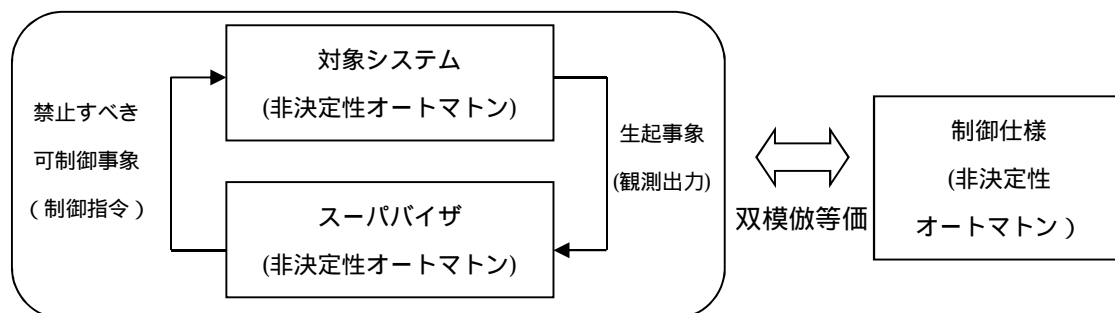


図1 スーパーバイザ制御系の概念図

非決定性オートマトンでモデル化された対象システムとその制御仕様に対して、双模倣等価性を要求する双模倣制御問題では、

問1: 双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在するための必要十分条件として、対象システムと制御仕様が満たすべき性質は?

問2: 双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在する場合の、その一般的な構成法は?

といった、基本的な問いが未解決であり、状態遷移に非決定性を有する離散事象システムのスーパーバイザ制御理論を確立するためには、解決しなければならない問題であった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、スーパーバイザ制御の最も一般的な問題設定とみなせる双模倣制御において、上述の二つの基本的な問い、問1と問2に対する解を与えることである。

双模倣制御に関する従来研究として、まず、次の二つの文献があげられる。

[1] C. Zhou, R. Kumar, and S. Jiang: Control of nondeterministic discrete-event systems for bisimulation equivalence, IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 51, no. 5, pp. 754-765, 2006.

[2] K. Kimura and S. Takai: Bisimilarity control of nondeterministic discrete event systems under event and state observations, IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E97-D, no. 5, pp. 1140-1148, 2014.

文献[1]では、スーパーバイザの候補となる非決定性オートマトンのクラスを明らかにしているが、

双模倣制御問題の解となるスーパーバイザがそのクラスの中で存在するかをしらみつぶしに探索する必要がある。しかも、その探索のための計算量は、対象システムと制御仕様の状態数に関して、2重指数関数のオーダーであり、上述の二つの問いを解決しているとはいえない。研究代表者らの文献[2]では、状態遷移の遷移先が常に観測可能という仮定の下で、問1と問2に対する解を与えているが、対象システムの状態が完全に観測可能な場合のみ適用できるという制限がある。他にも、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在するための十分条件、その十分条件のもとでのスーパーバイザの構成法を明らかにした文献はあるが、その十分条件は一般に保守的であり、その条件が満足される場合のみ適用できるという制限がある。このように、問1と問2は、双模倣制御の基本的な問題であるにも関わらず、未解決のままであり、これら未解決問題を解くことの学術的意義は大きいと考える。

また、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在しない場合、双模倣等価性という要求を緩和する必要がある。緩和された要求に対するスーパーバイザの構成法について、研究代表者らの従来研究があるが、スーパーバイザの最適性を意味する最大許容性が保証されないという欠点がある。そこで、本研究では、緩和された要求に対して、最大許容スーパーバイザの構成法を明らかにすることも目的とする。さらに、離散事象システムの制御においては、一般に、タスクの終了などを表す目標状態への到達可能性を保証するノンブロッキング性が重要である。そこで、ノンブロッキングな最大許容スーパーバイザの構成法も明らかにする。

### 3. 研究の方法

まず、非決定性オートマトンでモデル化された対象システムとその制御仕様に対する双模倣制御に対し、上述の問1と問2を解決するため、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在するための必要十分条件を導出し、スーパーバイザの一般的な構成法を確立する。そして、導出した条件の検証およびスーパーバイザの構成のための計算量を解析し、その評価を行う。上述の文献[2]は対象システムの状態が完全に観測可能という仮定のもとでの研究ではあるが、双模倣制御において、対象システムの状態と制御仕様の状態が満足すべき関係を初めて明らかにしたものであり、その関係は、システムの状態が観測されない場合でも、満足される必要がある。本研究は、この文献[2]の成果を、非決定性による状態の不確かさへ対応できるように、新たに拡張することで、問1と問2の解決を目指すものであり、研究代表者自身の文献[2]の成果に基づく、独自性のある研究である。また、文献[2]の成果を、状態が観測できない場合へ拡張するには、システムの状態値をオブザーバの状態推定値に置き換える方法では不十分であり、文献[2]で示された関係による対象システムの状態と制御仕様の状態の一対一対応の集合に基づく新たな方法により、スーパーバイザを構成する点に研究の創造性がある。

双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在しない場合には、双模倣等価性という要求を緩和し、緩和した要求に対してスーパーバイザを構成する必要がある。そこで、制御されたシステムの振舞いが制御仕様に模倣されることのみを要求する模倣制御問題について考察する。模倣制御問題においても、仕様を満たさないシステムの振舞いは禁止され、その意味で、システムの安全性が保証される。そして、スーパーバイザの最適性の指標である許容性に関して最適な、最大許容スーパーバイザの構成法を開発する。さらに、タスクの終了などを表す目標状態への到達可能性を保証するノンブロッキングな最大許容スーパーバイザの構成法も開発する。

また、離散事象システムの制御系の信頼性を高めるため、システム内での故障事象の生起を検出するための診断機能に関する研究も実施する。

なお、本研究では、研究分担者はおらず、研究代表者と研究協力者である毎年2名程度の大学院生からなる体制で研究を行う。

### 4. 研究成果

非決定性オートマトンでモデル化された対象システムとその制御仕様に対する双模倣制御、模倣制御などに関して、以下の研究成果が得られた。

(1) 双模倣制御問題の解となるスーパーバイザが存在するための必要十分条件として、対象システムと制御仕様を満たすべき性質を初めて明らかにした。そして、その性質が満足されるか否かを、対象システムと制御仕様の状態数に関して指数オーダーで判定できることを示した。さらに、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザのシステムティックな構成法を開発し、その構成法の計算量は対象システムと制御仕様の状態数に関して指数オーダーであることを明らかにした。つまり、本研究の成果により、スーパーバイザをしらみつぶしに探索する従来方法と比べ、スーパーバイザの存在性を判定し、スーパーバイザを構成するための計算量が低減される。

(2) 項目(1)で述べたように、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザの存在性の判定、および存在する場合のスーパーバイザの構成法の計算量は、対象システムと制御仕様の状態数に関して指数オーダーである。制御仕様が決定性のオートマトンでモデル化される特別な場合において、双模倣制御問題の解となるスーパーバイザの存在性が多項式オーダーで検証できることを示した研究があるが、そこでは、対象システムで生起するすべての事象が観測可能である完全観測が仮定されている。そこで本研究では、制御仕様が決定性のオートマトンでモデル化される場合は、対象

システムの一部の事象のみが観測可能な部分観測のもとでも，決定性のスーパーバイザの存在性は多項式オーダで検証できることを明らかにした．本研究では，スーパーバイザは決定性に限定しているが，対象システムの事象がすべて観測可能であるという仮定を必要とせず，この仮定を課している従来研究に比べ，より実用的な成果であるといえる．

(3) 模倣制御問題において，その解となるスーパーバイザの構成法が従来研究で提案されているが，構成されるスーパーバイザが最大許容とは限らない，という欠点があった．そこで本研究では，最大許容性が保証されるスーパーバイザの構成法を提案した．本研究の成果により，許容性に関するスーパーバイザの最適性が保証できるようになった．

(4) 現実にはシステムに対して複数の制御仕様を同時に満足することが要求される．そのような場合には，複数の制御仕様に対して単一のスーパーバイザを構成するのではなく，仕様ごとにスーパーバイザを構成するモジュラアプローチを用いることにより，スーパーバイザを構成するための計算量を低減できる．さらに，一部の仕様に変更が生じた場合，変更された仕様に対するスーパーバイザのみを再構成すればよい，という利点がある．そこで，本研究では，模倣制御問題において，複数の制御仕様に対する最大許容スーパーバイザがモジュラアプローチにより構成できることを明らかにした．さらに，複数のサブシステムからなる合成システムに対して，サブシステムごとに制御仕様を与えられる場合についても考察した．そして，サブシステムごとにスーパーバイザを構成するモジュラアプローチにより，最大許容スーパーバイザが得られる条件を明らかにした．

(5) これまでの模倣制御に関する研究では，対象システムの状態が観測できるという限られた場合を除いて，ノンブロッキングなスーパーバイザの構成法は知られていなかった．そこで，本研究では，状態の観測を必要としない，ノンブロッキングな最大許容スーパーバイザの構成法を初めて開発した．本研究の成果により，許容性に関するスーパーバイザの最適性に加え，ノンブロッキング性が保証できるようになった．

(6) 離散事象システムの制御系の信頼性を高めるため，システム内での故障事象の生起を検出するための診断機能に関する研究にも取り組んだ．特に，事象を観測するセンサの故障を考慮し，そのようなセンサ故障が起こりうるもとで，任意の故障事象の生起をある有限ステップ内で検出できるための必要十分条件を明らかにし，その条件の判定方法を示した．さらに，故障事象の検出に必要なステップ数の計算方法を開発した．

本研究のこれらの成果は，形式手法に基づく制御系設計理論の構築に貢献するものである．特に，項目(1)で述べた成果は，双模倣制御問題についての上述の問1と問2に対する解を与えるものであり，学術的意義が大きい．

実システムの多くはリアルタイムシステムとみなせ，ある時刻までに作業を完了させる，といった時間に関する制約に対処するためには，モデルに時間の経過の情報を含める必要がある．本研究の成果を，リアルタイムシステムに適用できるように拡張することが今後の研究課題である．

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai	4. 巻 68
2. 論文標題 Maximally Permissive Supervisors for Nonblocking Similarity Control of Nondeterministic Discrete Event Systems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Automatic Control	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAC.2022.3195152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Akihito Wada, Shigemasa Takai	4. 巻 32
2. 論文標題 Decentralized Diagnosis of Discrete Event Systems Subject to Permanent Sensor Failures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Discrete Event Dynamic Systems: Theory and Applications	6. 最初と最後の頁 159 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10626-021-00353-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai	4. 巻 6
2. 論文標題 Maximally Permissive Modular Similarity Control of Composite Nondeterministic Discrete Event Systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Control Systems Letters	6. 最初と最後の頁 2305 ~ 2310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LCSYS.2022.3149132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai	4. 巻 135
2. 論文標題 Synthesis of Maximally Permissive Supervisors for Similarity Control of Partially Observed Nondeterministic Discrete Event Systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Automatica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.automatica.2021.109978	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai	4. 巻 6
2. 論文標題 Modular Similarity Control of Nondeterministic Discrete Event Systems with Modular Specifications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Control Systems Letters	6. 最初と最後の頁 1358 ~ 1363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LCSYS.2021.3093834	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigemasa Takai	4. 巻 129
2. 論文標題 A General Framework for Diagnosis of Discrete Event Systems Subject to Sensor Failures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Automatica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.automatica.2021.109669	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimatani Kohei, Takai Shigemasa	4. 巻 E104-A
2. 論文標題 Deterministic Supervisors for Bisimilarity Control of Partially Observed Nondeterministic Discrete Event Systems with Deterministic Specifications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 438 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2020MAP0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takai Shigemasa	4. 巻 66
2. 論文標題 Synthesis of Maximally Permissive Supervisors for Nondeterministic Discrete Event Systems with Nondeterministic Specifications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Automatic Control	6. 最初と最後の頁 3197 ~ 3204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAC.2020.3015453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimpei Miura, Shigemasa Takai	4. 巻 E103-A
2. 論文標題 Decentralized Supervisory Control of Timed Discrete Event Systems with Conditional Decisions for Enforcing Forcible Events	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 417 ~ 427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2019MAP0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigemasa Takai	4. 巻 108
2. 論文標題 Bisimilarity Enforcing Supervisory Control of Nondeterministic Discrete Event Systems with Nondeterministic Specifications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Automatica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.automatica.2019.06.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai	4. 巻 E102-A
2. 論文標題 Maximally Permissive Nonblocking Supervisors for Similarity Control of Nondeterministic Discrete Event Systems under Event and State Observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 399-403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E102.A.399	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Akihito Hayano, Shigemasa Takai
2. 発表標題 A General Intersection-Based Architecture for Decentralized Supervisory Control of Discrete Event Systems
3. 学会等名 The 61st IEEE Conference on Decision and Control (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takumi Hamada, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Verification of Reliable Inference-Diagnosability for Decentralized Diagnosis with Single-Level Inference
3. 学会等名 The 16th International Workshop on Discrete Event Systems (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akari Kimura, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Decentralized Control of Nondeterministic Discrete Event Systems with Deterministic Specifications
3. 学会等名 The 37th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takumi Hamada, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Reliable Diagnosability for Decentralized Diagnosis of Discrete Event Systems with Single-Level Inference
3. 学会等名 The 2022 American Control Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mouheeb Aous, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Bisimilarity Control of Timed Nondeterministic Discrete Event Systems under Event and State Observations
3. 学会等名 電子情報通信学会システム数理と応用研究会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Li Jinglun, Takai Shigemasa
2. 発表標題 Maximally Permissive Nonblocking Similarity Control of Nondeterministic Discrete Event Systems
3. 学会等名 The 59th IEEE Conference on Decision and Control ( 国際学会 )
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 李 京倫, 高井重昌
2. 発表標題 Maximally Permissive Similarity-Enforcing Supervisors for Nondeterministic Discrete Event Systems with Modular Specifications
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takai Shigemasa
2. 発表標題 A Generalized Diagnosability Condition for Diagnosis of Discrete Event Systems Subject to Sensor Failures
3. 学会等名 The 15th International Workshop on Discrete Event Systems ( 国際学会 )
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shimatani Kohei, Takai Shigemasa
2. 発表標題 Deterministic Bisimilarity-Enforcing Supervisors for Nondeterministic Discrete Event Systems with Deterministic Specifications
3. 学会等名 The 35th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications ( 国際学会 )
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Maximally Permissive Similarity Enforcing Supervisors for Nondeterministic Discrete Event Systems under Partial Observation
3. 学会等名 The 58th IEEE Conference on Decision and Control (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱田匠, 高井重昌
2. 発表標題 条件付き判断を用いた離散事象システムにおけるリライアブル共可診断性の検証
3. 学会等名 電子情報通信学会システム数理と応用研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早野彰人, 高井重昌
2. 発表標題 ローカルな状態推定を用いる離散事象システムの分散スーパーバイザ制御
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryoma Sawasaki, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Sufficient Condition for State Attraction of Discrete Event Systems under Partial Observation
3. 学会等名 The SICE Annual Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihito Wada, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Verification of Codiagnosability for Decentralized Diagnosis of Discrete Event Systems Subject to Permanent Sensor Failures
3. 学会等名 The 2019 European Control Conference ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jinglun Li, Shigemasa Takai
2. 発表標題 Similarity Control of Nondeterministic Discrete Event Systems Under Partial Observation
3. 学会等名 電子情報通信学会システム数理と応用研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigemasa Takai
2. 発表標題 Maximally Permissive Supervisory Control of Nondeterministic Discrete Event Systems with Nondeterministic Specifications
3. 学会等名 The 57th IEEE Conference on Decision and Control ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shimpei Miura and Shigemasa Takai
2. 発表標題 Decentralized Control of Timed Discrete Event Systems with Conditional Decisions for Enforcement of Forcible Events
3. 学会等名 The 57th IEEE Conference on Decision and Control ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦進平, 高井重昌
2. 発表標題 条件付き判断をもつ時間付き離散事象システムに対する分散スーパーバイザの存在性
3. 学会等名 第61回自動制御連合講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関