

Title	Optimal Control Problems for Quantitative Discrete Event Systems Modeled by Weighted Automata
Author(s)	Pruekprasert, Sasinee
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/55884
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 (Sasinee Pruekprasert)	
Title	Optimal Control Problems for Quantitative Discrete Event Systems Modeled by Weighted Automata (重み付きオートマトンによってモデル化された定量離散事象システムの最適制御問題)
Abstract of Thesis	
<p>This dissertation studies the control problems for quantitative discrete event systems (DESs). A quantitative DES is modeled by a weighted automaton whose event set is disjointly partitioned into a controllable and an uncontrollable event set. The sequences generated by the automaton represent the behavior of the DES. A supervisor, or a supervisory controller, controls the DES by observing the generated sequences and determining of disabling of each controllable event.</p> <p>First, we consider the optimal control of quantitative non-terminating DESs, whose behaviors are represented by the generated infinite sequences. The control performance of a supervisor is the worst-case limit-average weight of the infinite sequences generated by the supervised DES. An optimal supervisor is a supervisor that satisfies two objectives: to avoid system halts and to maximize the control performance. We propose a game theoretical design method for an optimal supervisor using a two-player turn-based mean-payoff game automaton, played by the supervisor and the supervised DES. The objective of the supervisor is to avoid system halts and maximize the control performance while the DES aims to minimize it. If there exists an optimal supervisor for the considered DES, it can be derived from an optimal strategy of the supervisor in this game. Moreover, we consider a minimally restrictive optimal supervisor which enables as many sequences as possible provided that the control objectives are satisfied. However, there does not always exist a minimally restrictive optimal supervisor because a supervisor may need an unlimited memory in order to store the information of all generated sequences. Thus, we formulate an f-minimally restrictive optimal supervisory control problem which is to compute a finite-memory optimal supervisor that enables as many sequences as possible using a bounded size of finite memory. By using a finite version of the two player game, we propose an algorithm to determine the existence of an optimal stabilizing supervisor and compute it if it exists.</p> <p>Then, we consider an optimal stabilization problem under the influence of disturbances. The stabilization problem is to compute a supervisor that drives the DES from arbitrary initial states to a given set of target states and keeps it there indefinitely. The control cost of a supervisor concerns with the sum of the weights along the generated runs reaching the target state. We propose a novel framework for the optimal stabilization of quantitative DESs. In our framework, an optimal stabilizing supervisor minimizes the worst-case control cost not only subject to all enabled sequences, but also subject to the enabled sequences starting by the occurrence of a controllable event. We also consider the notion of the disturbances, which are uncontrollable events that rarely occur, and propose an algorithm for computing an optimal stabilizing supervisor that is robust to disturbances.</p> <p>Finally, we study an optimal stabilization problem for partially observable DESs whose states or events cannot be completely observed by a supervisor. We consider observability in term of both partial event and state observation, by mapping a masked event and a masked state for each event and each state, respectively. A supervisor controls a DES based on the detected sequences of the masked events and states. In addition, we consider unobservable events whose occurrence cannot be observed by a supervisor. Then, we propose an algorithm to determine the existence of an optimal stabilizing supervisor and compute it if it exists.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Sasinee Pruekprasert)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	潮 俊光
	副 査	乾口 雅弘
	副 査	日野 正訓

論文審査の結果の要旨

本論文は、重み付きオートマトンでモデル化された定量離散事象システムにおいて3種類の最適制御問題に対して最適解を求めるためのアルゴリズムを提案し、例題を用いてその有効性を評価した研究結果をまとめたものである。1章の緒論と6章の結論を含め、以下の各章から構成されている。

2章では、重み付きオートマトンに関する基本的な定義を述べ、スーパーバイザ制御問題を定式化している。

3章では、定性離散事象システムに対するスーパーバイザ制御を定量離散事象システムに拡張している。システムにデッドロックが発生せず、システムで生成する ω 言語列の平均利得の最小値を最大にするような定量スーパーバイザの設計アルゴリズムを提案している。さらに、極小制限最適スーパーバイザが存在しない場合があるという問題を指摘している。この問題を解決するために、 f -極小制限という概念を提案し、 f -極小制限最適スーパーバイザを求めるアルゴリズムを提案している。さらに、ある通信システムに対して f -極小制限最適スーパーバイザを構成し、提案手法の有効性を示している。

4章では、完全観測の場合に対して、最適な制御コストで目標状態に到達する最適安定化制御器の設計アルゴリズムを提案している。可制御事象の生起を許容するかどうかを、その事象の生起から始まる軌道に関する制御コストを考慮して判定している。さらに、極小制限最適制御器についても検討している。

5章では、部分観測の場合に拡張して、最適安定化制御器の設計アルゴリズムを提案している。一般に、その計算量は指数関数的になるが、計算量が多項式オーダーになるようなシステムの条件を求めている。

以上のように本論文は、重み付きオートマトンでモデル化される定量離散事象システムにおける3種類の最適制御問題に対する設計アルゴリズムを提案し、例題を用いてその有効性を示しており、定量離散事象システムの制御理論の発展に貢献した。よって、博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。