OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	MCE Group Control for Efficient Call Allocation and Non-restrictive Interference Prevention
Author(s)	Alex, Valdivielso Chian
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59165
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	Alex (アレックス) Valdivielso (ヴェルディヴィエルソ) Chian (チアン)
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 25521 号
学位授与年月日	平成24年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	MCE Group Control for Efficient Call Allocation and Non-restrictive Interference Prevention （マルチカーエレベータにおける効率的な呼び割り当てと非制限的な干渉回避のための群管理制御）
論文審査委員	（主査） 教授 高井 重昌 （副査） 教授 伊瀬 敏史　教授 舟木 剛　教授 谷野 哲三 教授 白神 宏之　准教授 宮本 俊幸

論文内容の要旨

Multicar Elevator (MCE) systems have been proposed as an alternative to increase the passenger transportation capacity without the need of incrementing the number of shafts to add elevator cars. These systems introduce the idea of operating several elevator cars within a single shaft. This feature provides the advantage of saving space within the building while maintaining the transportation capacity level of conventional single-car elevators. Yet, it also involves a risk of collisions among elevator cars in the same shaft.

The group control methods developed for conventional single-car elevator systems do not consider the possibility of collisions among elevator cars, and therefore they cannot be directly applied to MCEs. Thus, for the implementation of MCEs, a group control method capable of efficiently distributing the services requests among elevator cars, considering the risk of collisions between them, is required.

Existing MCE group control methods rely on car-operating strategies that restrict the operation of elevator cars to prevent them from interfering with each other's operation. Unfortunately, these strategies prevent the MCE system from obtaining better performances in situations with no risk of collisions.

Our research focused on the development of an MCE group control method capable of efficiently distributing the transportation service requests (calls) among elevator cars while preventing the occurrence of interference events between them, but without restricting the operation of elevator cars. This thesis discusses three approaches taken to fulfill this objective along with the insight on MCE systems obtained throughout the research.

Our first approach to the MCE group control problem was a heuristic method, which implemented an evaluation of rules for the selection of candidates to respond to a given call. This method used the schedule completion time to select the car to take charge of the call among the candidates. Simulation results showed this method achieved an improvement in the reduction of the service time during low and medium passenger arrival rates.

However, with this method the incidence of interference events was still high.

Next, we presented a Reinforcement Learning (RL) method to reduce the service time and the number of interference events. The evaluation results proved that with a learning method it is feasible to reduce the number of interference events and still obtain good service time results. However, this method was restricted to systems with only two cars, and was not able to avoid interference among cars completely.

Our final approach focused on the prevention of interference and consisted of a learning method, which adopts a modeling framework called the *Options Framework*, to handle the MCE group control problem as a semi-Markov decision process. This method was capable of coping with systems with two or more cars per shaft. The evaluation results showed that under different arrival rates and different system configurations the method was capable of preventing interference completely. In addition, in terms of service time performance it was capable to match the performance of existing MCE group control methods.

論文審査の結果の要旨

近年のビルの高層化に伴い、ビル内における輸送能力の向上が求められている。しかし、従来のエレベータシステムでは、エレベータ空間が床面積の大部分を専有するという問題がある。これに対し、マルチカーエレベータシステムではシャフトに対して複数のかごを設置することにより輸送能力の向上を図っている。これまでに知られているマルチカーエレベータシステムの制御アルゴリズムでは、同一シャフト内のかごはすべて同じ方向に移動させるなど、かごの移動方向に制限をかけることにより、かご間の干渉を防いでいる。本論文では、マルチカーエレベータシステムの群管理において、かごの移動方向を制限することなく呼びをかごに割り当てる方法を提案し、サービス完了時間および干渉事象生起回数から見た提案手法の有効性をシミュレーションにより検証している。その主要な成果は以下の通りである。

(1) 集中型のアルゴリズムとしてスケジュール完了時間最小化に基づく発見的手法(SCSDSP 法)を提案している。かごの動作と干渉事象生起の関係を明らかにし、スケジュール方向に基づく干渉リスク評価アルゴリズムおよび停止戦略により、干渉事象の生起回数を低減させることに成功している。提案手法をシミュレーションにより評価し、他のベンチマークアルゴリズムと比較して、良好な結果が得られることを示している。

(2) 分散型のアルゴリズムとして平均報酬強化学習法に基づくアルゴリズム(SEARL 法)を提案している。通常の強化学習法では学習エピソードを 1 つと仮定するが、マルチカーエレベータシステムでは呼びの発生から完了までを 1 つのエピソードとするため同時に複数のエピソードが並存する。SEARL 法では複数のエピソードが並存する環境に対応するよう拡張している。提案手法をシミュレーションにより評価し、サービス完了時間および干渉事象生起回数の点において有効であることを確認している。

(3) SEARL 法を一般化し、オプションフレームワークに基づくアルゴリズム(OptCond 法)を提案している。オプションフレームワークはセミマルコフ決定過程において時間的抽象化を扱うための一般的なフレームワークである。本論文では、マルチカーエレベータシステムにおける呼び割り当て問題をオプションフレームワークで表現するための手法を明らかにし、エピソードが並存する環境において効率的に学習するための手法を提案している。提案手法をシミュレーションにより評価し、干渉事象が生起しないスケジュールの導出が可能であることを示している。また、サービス完了時間の点においても良好な結果を得ている。

以上のように、本論文はマルチカーエレベータシステムのかご割り当てに関して発見的および学習アルゴリズムの提案と、その導入効果分析において重要な知見を得ており、マルチカーエレベータシステムの群管理技術の進展に貢献する成果を挙げている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。