

専攻名	経営情報システム工学	学籍番号	08338189
申請者氏名	吉田 翔太郎		
指導教員氏名	中村 和男		

審査委員主査 中村 和男

審査委員 三上 喜貴

審査委員 野村 収作

審査委員

審査委員

専攻主任印

論文要旨

論文題目	作業時間の不確実性を考慮した max-plus 線形システム
------	--------------------------------

本論文では、プロジェクト型業務などの作業時間が不確実な場合に対応した max-plus 線形 (MPL) システムによるスケジューリング手法を提案する。

生産システム、プロジェクト管理、交通システムなどの離散事象システムのモデリング方法の一つに、max-plus 代数と呼ばれる代数系を用いる手法がある。離散事象システムの振る舞いを Max-plus 代数系において線形な状態方程式で記述した形式を、MPL システムと呼ぶ。MPL システムは、資源の非競合性を表現できるため、同一の製品を繰り返し製造するような生産システムなどの記述に適している。しかし、事前に設定した作業時間をもとにスケジュールを立てるため、一度限りの作業が多いプロジェクト型業務など、作業時間を事前に見積もることが困難な場合の記述には適していない。

一方でクリティカルチェーン (CCPM) 法は、各工程の作業時間の不確実性をあらかじめ念頭においた上で、プロジェクト全体の納期短縮と遅延防止を両立させることを目的としたプロジェクト管理手法の一つである。CCPM 法の基本方針は、1. 納期短縮：作業時間に含まれる無駄な余裕時間を除去、2. 遅延防止：時間バッファと呼ばれる余裕時間をプロジェクトに配置、3. 遅延発生要因の除去：作業員や設備などのリソースの競合の検出と解決、4. プロジェクトの進捗管理：プロジェクト実行時の時間バッファ消費状況を提示するフィーバーチャートの使用、の四点に集約される。

類似の先行研究では、遅延を防ぐための時間バッファを仮想的な工程として新たに追加していたため、CCPM 法を適用する際に工程数が増加し、適用前後での工程間の対応関係の把握が困難であった。また、複数工程間で同じリソースを使用する際のリソース競合が発生する場合には適用できなかった。さらに、プロジェクト内に出力が複数ある場合には、フィーバーチャートで用いる指標を導出することができなかった。そこで本論文では、これらの問題を解決するために、工程数を増やさずに時間バッファを考慮できる手法、同一プロジェクト内でリソース競合が発生する場合の競合解消法、および多出力のプロジェクトにおいて、フィーバーチャートで用いる指標を導出する方法を提案した。

提案法により、MPL システムに基づく手法においても、工程の作業時間の不確実性が高いプロジェクトに対して、納期短縮と納期遅れの防止を両立したスケジューリングの計算を行うことができた。

Abstract

08338189 Shotaro YOSHIDA

Department of Management and Information Systems Engineering

We propose a scheduling method using a Max-Plus Linear (MPL) system focusing on projects whose processing times have high uncertainty. In order to take into account the uncertainty of task durations, we apply the framework of Critical Chain Project Management (CCPM) to the MPL system.

Max-plus algebra can describe the behavior of a class of discrete event systems (DESs), such as manufacturing systems, project management, and transportation systems, etc. A class of linear equations in max-plus algebra, referred to as the MPL system, is known as an effective scheduling method for such DESs. Since the MPL systems can describe no-concurrency in internal resources, it is suitable for treating manufacturing systems where resources are repeatedly used. However, it is difficult to treat unpredictable delays influencing on the project's completion time. This is because the MPL system approach plans an initial schedule using the processing times notified from workers in advance.

On the other hand, there is an approach which considers uncertainty of the processing times. It is referred to as the CCPM method, which is designed to reduce the project's duration time and to protect the project from delay. The basic policies in the CCPM method is summarized as the following four issues: 1. Shortening the project's duration time: the extra margin times included in the processing times are removed, 2. Protecting the project from delay: the margin times called time buffer are inserted, 3. Removing the cause of delay: resource conflicts are detected and resolved, and 4. Progress management: employment of the fever chart which presents the consumption of time buffers.

In this thesis, we develop an application framework of the CCPM to an MPL representation. The previous research proposed a method for inserting time buffers, which are handled as new virtual processes. After the CCPM being applied, the number of processes was increased. Thus, the size of matrices for representing the structure of the system was changed. This has resulted in a difficulty in understanding the relationship between the original and modified structures. In addition, the previous work does not consider an effect of resource conflict for simplicity. Moreover, if there are multiple outputs in a project, the previous research was not able to derive the index used in fever chart. Therefore, we proposed a method for inserting time buffers without installing a new virtual process. In addition, we proposed a method for resolving resource conflicts for a single project. We also proposed a method for deriving the index used in fever charts focusing on a project with multiple outputs.

Through the proposed methods, we accomplished to shorten the project's duration time and to protect the project from delay, focusing on the projects with highly uncertain processing times.