

論 文 要 旨

論文題目	クリティカルチェーン法を適用した max-plus 線形システム
------	----------------------------------

本論文では、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させるためのスケジューリング手法を提案する。

企業における研究開発、大規模な建設プロジェクトや生産システムなどのスケジューリング手法として、PERT や max-plus 線形 (MPL) システム表現を用いた手法が知られている。このうち、MPL システム表現に基づくアプローチは、1. 離散数学系を用いた線形表現: max 演算を加算, +演算を乗算と定義し, max 演算に対して線形性をもたせる, 2. 多入力多出力系への対応: システムの構造を, MPL 形式での状態空間表現で定義, 3. 繰返し型: 直前の仕事のパラメータを考慮したスケジューリング, の三点に集約される。この手法では、事前に見積もった、個々の工程での作業時間を基に全体のスケジュールを立てる。しかし、企業における研究開発プロジェクトなどでは、事前に作業時間を正確に見積もることが困難な場合も多い。このため、研究開発プロジェクトなどには不向きであるとされている。

一方、作業時間の不確実性を考慮しつつ、納期短縮と納期遅れの防止の両立を目的とするスケジューリング手法の一つに、クリティカルチェーン法 (CCPM 法) がある。CCPM 法の基本方針は、大きく、1. 納期の短縮: 作業時間に含まれる無駄な余裕時間を除去, 2. 納期遅延の防止: バッファと呼ばれる余裕時間をプロジェクト内に設置, 3. 遅延発生要因の除去: 競合リソースの検出と移動, 4. プロジェクトの進捗管理: バッファの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。

MPL システム表現では、不確実性をもつ作業時間に対応できないため、本論文では、CCPM 法に基づくアプローチを、MPL システム表現に適用することで解決を試みる。具体的には、1. 納期遅延の防止: バッファの大きさと挿入位置, 2. プロジェクトの進捗管理: フィーバーチャートを用いた管理手法, 3. 遅延発生要因の除去: 工程内外で発生するリソース競合の検出方法と競合解消の手法, を MPL システム表現で実現する方法を提案する。

提案法により、MPL システム表現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方法が実現できた。

Abstract

In this thesis, we propose a framework for shortening the project duration and protecting projects from delay, focusing on the projects whose processing times have high uncertainty.

In scheduling problems for production system, and R&D (Research and Development) project, approaches such as PERT (Program Evaluation and Review Technique) and MPL (Max-Plus Linear) system representation are used.

Amongst these, the latter approach has the following three features: 1. Linear representation using max-plus algebra: addition and multiplication are defined the max and plus operation, respectively. 2. Applicable to the system with the multiple inputs and multiple outputs: the system structure is described by the state-space representation. 3. Repetitive system: the scheduling considered the parameters of the last job. In this approach, we make an entire schedule based on processing times estimated in each process in advance. However, there are often the cases where the processing times cannot be estimated accurately in advance. Hence, it is often said that this approach is not suitable for such as the R&D project.

On the other hand, there is an approach which considers the uncertainty of processing times. It is referred to as the CCPM (Critical Chain Project Management) method, which shortens project duration and protects the projects from delay. The basic policies in the CCPM method is summarized as the following four issues: 1. Shortening the projects duration: the extra margin times contained in processing times are removed. 2. Protecting the projects from delay: the margin times called buffer are inserted. 3. Solution for resource conflict: detection and shifting of the conflict resource. 4. Progress management of project: employment of the fever chart which presents the consumption of the buffers.

As mentioned above, the MPL systems cannot cope with the projects whose processing times have high uncertainty. Therefore, in this thesis, we propose a method for applying the concept of the CCPM method to the MPL systems. Specifically, the following three issues are proposed: 1. Protecting the projects from delay: how to determine the size and position of the buffers. 2. Progress management: buffer management policy with the fever chart. 3. Solution for resource conflict: the detection method of resource conflict and the calculation method of time for shifting.

Through the proposed framework, we accomplished to shorten the project duration and protect projects from delay, focusing on the projects whose processing times have high uncertainty.