

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24405

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K15242

研究課題名（和文）不確実な環境における包括的プロジェクト計画に関する研究

研究課題名（英文）A study of a comprehensive project planning method in uncertain environments

研究代表者

森田 大輔（Morita, Daisuke）

大阪公立大学・大学院工学研究科 ・講師

研究者番号：70734763

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：プロジェクトを実施する過程で、作業者の欠勤や作業所要時間の見積もり誤差といった不確実性によって遅延が生じることがある。プロジェクトの実施過程で遅延が発生すると、スケジュールと実施結果に差異が生じ、在庫や納期遅れに関する費用が発生する。そのため、プロジェクト管理では、不確実性を考慮して、スケジュールの立案と進捗管理を実施する必要がある。本研究の目的は、不確実なプロジェクト環境において、スケジュールと実施結果との差異を抑えるために、包括的なプロジェクト計画の枠組みを確立することである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的を達成することで、スケジュールの立案から実施までの意思決定を一貫した方針に基づいて支援できる。このことは、効率化や費用削減だけでなくプロジェクト・マネージャーや作業者の負担を軽減するための助けとなる。また、本研究で扱うプロジェクト・スケジューリング問題は、スケジューリング問題において汎用性の高い問題である。そのため、研究成果は生産計画やシフト計画など、不確実性をともなう計画を扱う多くの現場への適用可能性を有する。

研究成果の概要（英文）： In the project execution phase, uncertainties such as worker absenteeism and time estimation errors can cause delays. Differences between the project schedule and its execution result due to delays incur costs related to inventory and late deliveries. Therefore, in project management, schedule planning and progress control should be performed considering uncertainties. This study establishes a comprehensive project planning framework to reduce such differences in an uncertain project environment.

研究分野：プロジェクト・スケジューリング

キーワード：スケジューリング プロジェクト 不確実性 進捗管理

1. 研究開始当初の背景

製品開発や建設工事などの現実のプロジェクトを実施する過程で、作業者の欠勤や作業所要時間の見積もり誤差といった不確実性によって遅延が生じることがある。プロジェクトの実施過程で遅延が発生すると、スケジュールと実施結果に差異が生じ、在庫や納期遅れに関する費用が発生する。さらには、プロジェクト・マネージャーの管理責任の追求や、作業遅延による作業者の長時間労働を招く恐れがある。そのため、プロジェクト実施の際には、不確実性による影響を可能な限り抑えるために、スケジュールの立案と進捗管理をいかに行うかが、プロジェクトの成否を決定する要因の一つとなる。そのため、不確実な環境において、スケジュールの立案と進捗管理を理論的に実施するための手法を確立することは非常に重要な研究課題といえる。

スケジュール立案と進捗管理は、各作業への資源の割り当てや開始時刻の決定などの複数のプロセスで構成される。プロジェクト・スケジューリングにおいて不確実性をあつかう研究は散見されるが、多くがプロセスの一部を切り取った要素研究にとどまっているのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、スケジュールと実施結果との差異を抑えるために、包括的なプロジェクト計画の枠組みを確立する。まず、スケジュール立案と進捗管理を統合するために、互いのプロセスを考慮した手法を提案し、実用的な観点から有用性を検証する。具体的な目的は、以下の3点である。

1. 進捗管理を考慮したスケジュール立案手法の提案
2. スケジュール立案で得られた情報を活用する進捗管理手法の提案
3. 数値実験により、提案手法の有用性と現実問題への適用可能性を検証

3. 研究の方法

研究目的を達成するため、スケジュール立案と進捗管理のプロジェクト計画の枠組みを確立する。スケジュール立案では、暫定スケジュールの変更と更新を改善されなくなるまで繰り返すことで、プロジェクト実施の基準となるスケジュールを得る。進捗管理では、基準スケジュールに従った作業の実施と修正計画に基づく修正を繰り返す。修正計画とは、どの作業の所要時間をどれだけ短縮するかを示した計画である。このプロジェクト計画の枠組みでは、スケジュールと修正計画の候補をいかに評価・選択するかが重要となる。本研究では、遅延の見積もりに基づいて、進捗管理をとまなうシミュレーションを実施することにより、スケジュールと修正計画を適切に評価することを考える。

4. 研究成果

(1) 工数見積もりを考慮したプロジェクト・スケジューリング問題に対する厳密解法

工数の決定を含む資源制約付きプロジェクト・スケジューリング問題に対して期待遅延量が最小となるスケジュールを生成するための厳密解法を提案した。この研究の目的は、不確実な環境における良好なプロジェクト・スケジュールの特性を調査することである。

数値実験では、提案手法によって期日ごとに最適なスケジュールを生成し、期日と遅延量との関係を考察した。実験結果では、期日の増加とともに期待遅延量の減少が確認できた一方で、計算問題が増加する傾向がみられた。また、期日を変更したときのスケジュールの変化を調査した結果、開始時刻や資源割当てよりも工数の増減に大きな変化がみられた。

(2) シミュレーションによる評価を用いたロバストなプロジェクト・スケジューリング手法

(a) GPUによるシミュレーションの高速化

シミュレーション評価を用いたスケジューリング手法を提案した。提案手法では、進捗管理を含むシミュレーションによってスケジュールを評価・探索する。このアプローチは探索の過程でシミュレーションを何度も実施するために計算時間が膨大となる課題があった。そこで、提案手法ではGPUを用いてシミュレーションを並列処理することによって計算時間の短縮を図った(図1)。数値実験を通して、GPUを用いてシミュレーションを並列に処理し、スケジュール評価にかかる時間を削減することで、大規模な問題例においても局所最適解が現実的な時間で得られることを確認している。

(b) 進捗管理に関する決定変数の導入

上記(a)では、進捗管理における意思決定は特定のルールに基づいて行っており、スケジュールにかかわらず固定されていた。そこで、進捗管理に関する決定変数を新たに導入し、スケジュールと進捗管理に関する変数を同時に探索するためのアルゴリズムを提案した。数値実験の結果

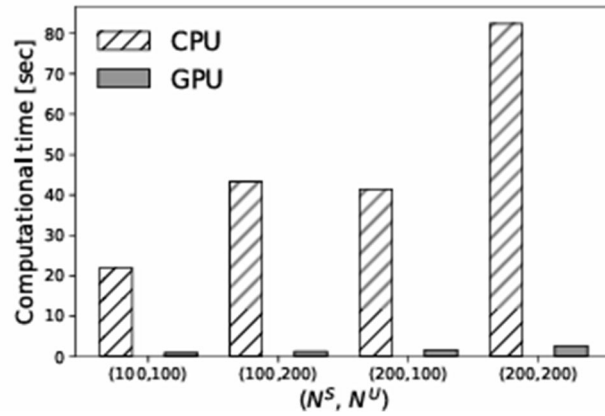


図 1 計算時間の比較

果，効率性を重視した場合は異なるスケジュールが提案手法によって生成され（図 2），作業遅延の観点から良好な結果が得られることを確認した。

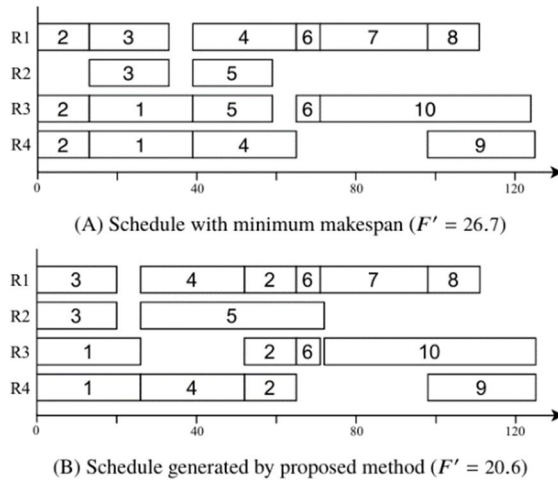


図 2 スケジュールの比較

(c) 効率的な探索手法の導入

本研究で対象としている問題は，各作業に関する 4 種類の変数（工数見積もり，資源割り当て，開始時刻，進捗管理に関する優先度）を決定する必要がある．そのため，広い解空間を効率的に探索する手法を新たに提案した．提案手法では，シミュレーション時間の短縮のために，GPU による並列処理に加えて簡易シミュレーションによって，スケジュール評価にかかる時間を削減するとともに，探索による改善が停滞した際に，ランダムに作業の処理順序と所要時間を変更することで，停滞から脱することを試みる．数値実験を通して，提案手法が従前手法よりも良好な結果となることを確認した．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 Morita Daisuke, Suwa Haruhiko	4. 巻 37
2. 論文標題 Proactive project scheduling using GPU-accelerated simulations under uncertainty environment	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Integrated Manufacturing	6. 最初と最後の頁 612 ~ 629
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/0951192X.2023.2228273	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5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 森田大輔
2. 発表標題 ロバストスケジューリングのためのシミュレーション評価を用いた反復局所探索法
3. 学会等名 第67回 システム制御情報学会 研究発表講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森田大輔
2. 発表標題 不確実な環境におけるシミュレーション評価を活用したプロジェクト・スケジューリング
3. 学会等名 生産システム部門研究発表講演会2023（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森田大輔
2. 発表標題 A Simulation Based Method for Project Schedule Management with Stochastic Activity Duration
3. 学会等名 International Symposium on Scheduling 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森田大輔
2. 発表標題 Comprehensive Scheduling Method in Project Management Under Uncertain Environment
3. 学会等名 International Symposium on Flexible Automation 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森田大輔
2. 発表標題 工数見積もりを考慮したプロジェクト・スケジューリングに関する厳密解法の検討
3. 学会等名 スケジューリング・シンポジウム2019
4. 発表年 2019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
---------	---------