

工程遅延発生時における対策案の自動立案

-休日出勤に基づく対策案の場合-

Automatic Creation of Countermeasure Plans against Process Delay:

In Case of Countermeasures based on Holiday Work

森一樹[†] 古宮誠一[‡]

Kazuki Mori[†] Seiichi Komiya[‡]

[†] 芝浦工業大学 工学部

[‡] 芝浦工業大学大学院 大学院工学研究科

[†] Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology.

[‡] Graduate School of Engineering, Graduate School of Shibaura Institute of Technology.

要旨

ソフトウェア開発プロジェクトでは、工数の過少見積りや作業要員の持つスキルの過大評価などにより、プロジェクト内で遅延が発生することがある。発生した遅延に対して、プロジェクトマネージャ(以下 PM)は、作業要員のスケジュール、スキルなどの様々な制約を考慮して遅延対策スケジュールを組む必要があるが、この作業は PM にとって非常に手間のかかる作業となる。そこで本研究では、PM の負担軽減のため、遅延対策スケジュールの自動立案を行う手法を提案する。

1. はじめに

ソフトウェア開発プロジェクトでは、工数の過少見積りや作業要員の持つスキルの過大評価などにより、プロジェクト内で遅延が発生することがある。発生した遅延に対して、プロジェクトマネージャ(以下 PM と表記する)は、作業要員のスケジュール、スキルなどの様々な制約を考慮して遅延対策スケジュールを組む必要があるが、この作業は PM にとって非常に手間のかかる作業となる。本研究は、遅延対策スケジュールの自動立案を行い、PM の負担軽減を目的とする。

2. 研究背景

遅延対策スケジュールを立てる際には、以下の手法を組み合わせて行うのが一般的である。

- ・ 休日出勤：休日に作業を行うことによって工程遅延の回復を図る。
- ・ クラッシング[1]：作業要員の増員により、作業期間の短縮を行う。
- ・ ファストトラッキング[1]：先行工程の終了前に後続工程を始めることで、後続工程の終了日を早める。先行工程の終了前に作業を始めるため、リスクが大きく、制約も存在する。

クラッシング、ファストトラッキングを使用した遅延対策の自動立案に関しては、古宮、八重樫らによる研究[2]によって提案されている。しかし、休日出勤を使用した遅延対策の自動立案に関しては研究がなされていない。そこで、各対策法を使用した遅延対策スケジュールを自動立案するために、本稿で休日出勤による遅延対策案の自動立案システムを提案する。

3. 休日出勤を用いる際の制約

労働法上における休日は、労働者が労働契約上、労働する義務を免除された日のことをいう[3]。休日には、労働基準法第35条では、労働者に対して、少なくとも週に1回の休日を与えなければならないとする法定休日、法定以外に与えられた法定外休日、の2つが定義されている。本研究では、この休日に労働を行うことを休日出勤とする。三六協定では、法定休日に労働した場合にのみ代休を与える必要があるとされる[3]が、一般的には労働組合の規定や就業規則等により、法定外休日に労働した場合にも代休が求められる場合が多い。また、法定外休日に労働した場合には、1日8時間または週40時間の労働時間を超えない限り、割増料金を支払う必要はない。そのため、本研究では、法定外休日にも休日出勤を行うものとし、1日間休日出勤を行った場合には、必ず1日代休を使用することを前提とする。

また、企業はプロジェクト毎にコストの管理を行うことや、休日出勤日と代休日が明確である方が作業者のモチベーションも下がらないため、代休を使用する期間は休日出勤を行ったプロジェクト内が好ましい。

作業者がプロジェクトに従事している場合、工程に割り当てられていない日が存在する。その日に代休を使用することで、上記制約を満たすものとする。

4. 各工程における作業期間の算出方法

本研究では古宮、八重樫らのシステム[2]に準じ、作業者の能力を”よくできる”を’ a’, ”できる”を’ b’, ”不得手”を’ c’, ”遂行不可能”を’ d’ とし、4段階で評価することにした。ここでの”よくできる”能力とは一人で素早く作業することができ、かつ不得意な人を指導しながら作業することもできる人を、”できる”とは他人を指導しながら作業することはできないが、作業を一人で遂行することができる人を、”不得手”とは他人の指導がなければ作業を遂行することができない人を、”遂行不可能”はプロジェクトの遂行中に他人の指導があっても、作業の遂行が不可能な人をそれぞれ意味している。表1は、作業者の能力別人数と、それによる作業期間を示している。例えば、Pattern3ならば、スキルレベル a の”よくできる”作業者が一人、スキルレベル c の”不得手”な作業者一人の合計二人で、4日間作業に時間がかかることを示している。

表 1. 割り当てパターンの例

パターン名	スキルレベル				所要日数
	a (よくできる)	b (できる)	c (不得手)	d (遂行不可能)	
Pattern1	1	1			3
Pattern2	1				4
Pattern3	1		1		5

休日出勤を行う作業者は工程に割り当てられた作業者全員ではなく、そのうちの一人だけが休日出勤を行うという場合も考えられる。そのため、ある作業者が休日出勤した場合に作業日数、作業期間がどのように変化するかを調べる必要がある。

作業期間は、割り当てパターンの所要日数から、1日あたりの作業量を計算し、作業開始日から作業量の合計が1を超えた日を終了日として求める。

例えば、6/4(金)開始の工程Pに、表1における割り当てパターン3が割り当てられている場合、所要日数は5日となっているので、作業日は6/4(金)、6/7(月)、6/8(火)、6/9(水)、6/10(木)となる。ここで、先行作業に遅延が発生し、工程Pで遅延回復をするために、スキルレベル a の作業者に1日休日出勤させるものとする。法定外休日は土曜とし、1日の作業量を計算する。1日目の6/4(金)はパターン3を使用するため、作業量=1/5=0.2となる。2日目の6/5(土)はスキルレベル a の作業者に休日出勤させるため、パターン2を使用する。パターン2の所要日数は4日なので、作業量=1/4=0.25である。6/7(月)、6/8(火)、6/9(水)の作業量は6/4(金)と同じく0.2となる。6/9(水)の時点で、合計作業量が0.2+0.25+0.2+0.2+0.2=1.05となるので、休日出勤をした場合の終了日は6/9(水)となり、対策前に比べ1日早く終了できるという結果になる。

5. 遅延対策による遅延回復の評価

3, 4章の前提を踏まえた上で、休日出勤を行って遅延回復を図るためには、クリティカルパス[1]上の工程で休日出勤をする必要がある。また、遅延を回復するには、クリティカルパス上の全ての工程で休日出勤をする必要はなく、休日出勤をする工程の組み合わせを多数生成し、それぞれに対して遅延対策案を作成する。そして、生成された複数の遅延対策案に対して、どの対策案が最も効果的であるかを調べる必要がある。それを調べる指標として、対策案の評価値を計算する。本研究では、評価値を以下の

2種類使用する。

- ・ 評価 A：遅延対策後と遅延対策前のプロジェクト終了予定日の差。遅延対策によってどれほど遅延を回復できたかを示す
- ・ 評価 B：納品日と遅延対策後のプロジェクト終了予定日の差。納品日よりどれほど早くプロジェクトを終了できるかを示す

本システムでは、評価 B が 0 以上となる、即ち納品日より早く終了するまで、①クリティカルパス 1 つに休日出勤をし、②プロジェクトの終了日を計算し、③評価 A と評価 B を求める、というのを一連の流れとして処理を行う。③終了時に評価 B が 0 未満ならば、再び①②③の一連の流れを行う。これにより、評価 B が 0 より大きく、評価 A が最も大きく、休日出勤取得数が最も少ない遅延対策案、即ち、納品日よりプロジェクトが早く終了し、最も遅延が回復でき、休日出勤を極力使わない遅延対策案を求める。

6. 例題プロジェクトにおける対策案の立案

本章では、プロジェクトの例として、展示会用のデモシステムを開発するプロジェクトを考える。このプロジェクトは 6 月 1 日に作業が開始され、7 月 1 日にシステム納品予定である。システム開発のために行わなくてはならない作業は基本設計(SA), 概要設計 1(SD1), 概要設計 2(SD2), 設計レビュー(DR), 詳細設計(DD1), 詳細設計 2(DD2), テスト支援ツール開発(DT), 性能見積り(PE), ユニットテスト&コーディングテスト 1(UT/CT1), ユニットテスト&コーディングテスト 2(UT/CT2), 総合テスト(IT)である。プロジェクトのコスト上限は 2,000,000 である。なお、法定休日、法定外休日はそれぞれ日曜日、土曜日とする。各リソースは 1 日に 8 時間作業に従事するものとする。

以下の図 1 は、工程に従事する各リソースの詳細と、各工程に必要なスキルを示したものである。各リソースには、1 時間当たりのコストと、持っているスキルとそのスキルレベルが設定されている。このスキルレベルは表 1 のスキルレベルと対応している。また、各リソースには作業を行うことのできる期間が設定されており、リソース A は 6/13 までと 6/21 以降ならば作業が可能であり、その他のリソースはどの日でもこのプロジェクトに従事出来ることを示している。そして、各工程には工程を行うにあたって必要なスキルが設定されている。例えば、工程 SA ならば、スキル System Analyst が必要なため、スキル System Analyst を持つリソース A, B, C, F, G しか割り当てが出来ない。

Name	Skill	rank	schedule	cost
A	System Analyst	A	-6/13,6/21-	2500
	Design Engineer	B		
	Programmer	C		
B	System Analyst	B	any	3500
	Design Engineer	A		
	Programmer	A		
C	System Analyst	A	any	2800
	Design Engineer	B		
	Performance Analyst	C		
D	Design Engineer	B	any	3000
	Programmer	A		
E	QA Engineer	B	any	3200
F	System Analyst	B	any	3400
	Design Engineer	A		
	Programmer	C		
G	System Analyst	A	any	4000
	Design Engineer	A		
	Programmer	B		

工程名	略称	必要スキル
System Analysis	SA	System Analyst
System Design1	SD1	Design Engineer
System Design2	SD2	Design Engineer
Design Review	DR	Design Engineer
Detailed Design1	DD1	Design Engineer
Detailed Design2	DD2	Design Engineer
Develop test-aided Tool	DT	Programmer
Performance Evaluation	PE	Performance Analyst
Unit Test & Coding Test1	UT1	Programmer
Unit Test & Coding Test2	UT2	Programmer
Integration Test	IT	QA Engineer

図 1 リソースの制約と工程の制約

図 2 は初期スケジュール、遅延した場合のスケジュール、対策スケジュールを示した図である。このプロジェクトにおいて、初期計画では 6/29 に終了する予定であったが、6/7 時点で工程 DR で 1 日遅延が発生することが判明したため、後続工程への影響を調べたところ、終了予定日が 7/6 と大幅に遅れることが判明した。この遅延の理由としては、工程 DD1 に割り当てられているリソース A が、6/13~6/20 の期間に、他プロジェクトの作業が割り当てられているので、工程 DD1 を進めることが出来ないためで

ある。この遅延を回復するために、遅延が判明した 6/7 時点で本研究のシステムを用いて、遅延対策案の立案を行った。その結果、工程 DD1 で作業員 A が 6/12 に休日出勤を行い、6/21 に代休を取る対策案を立案することによって、終了予定日を 6/30 と早めることに成功した。

			6月																					7月								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7			
項番	作業名	担当者	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水
1	SA	F,G	■																													
2	SD1	D,F																														
3	SD2	A,G																														
4	DR	D,G																														
5	DD1	A																														
6	DD2	C																														
7	DT	B,G																														
8	PE	C																														
9	UT/CT1	D																														
10	UT/CT2	B,G																														
11	IT	E																														

図 1 休日出勤を行った遅延対策スケジュール

プロジェクトに必要な予想コストは以下の通りである。

- ・ 初期計画案：1,290,800(100%)
- ・ 遅延後：2,786,000(216%)
- ・ 対策後：1,305,000(101%)

結果として、初期計画案のコストを 100%とした際、対策後のコストは 101%となり、1%という少ないコストで遅延の回復が図れた。

7. まとめ

本稿では、1 章と 2 章で休日出勤による遅延対策案の自動立案の必要性を述べ、3 章で休日出勤を用いる際の制約を述べた。4 章では休日出勤を用いた工程の作業日数の計算法について述べ、5 章で遅延対策を用いた際の評価方法を述べた。そして、6 章で実際に例題プロジェクトにより遅延回復の例を挙げた。

今後の研究課題としては、本研究のシステムを用いて、各対策案を用いた遅延対策案の自動立案を可能とさせることである。

参考文献

- [1]. Project Management Institute (著), プロジェクトマネジメント知識体系ガイド (PMBOK ガイド) 第4版
- [2]. 八重樫理人, 木下大輔, 橋浦弘明, 上之蘭和宏, 林雄一郎, 古宮誠一, “工程遅延発生時における対策案の自動立案-クラッシング/ファースト・トラッキングによる対策案,” 情報研報, 2004-SE-145(2), pp9-14, Aug.2004
- [3]. “厚生労働省,” <http://www.mhlw.go.jp/>