

マルチエージェントによるプロジェクト管理システム

吉府 研治 喜田 弘司 垂水 浩幸
{yoshifu, kida, tarumi}@obp.cl.nec.co.jp

NEC 関西 C&C 研究所

プロジェクト管理業務において、マルチエージェントにより進捗管理、日程調整を自動化するシステム Done-Do-Rhythm(ダンドリズム)の提案を行う。本システムは、プロジェクト定義、進捗率表示を行う業務計画指示エージェント(VD-Ag)、あらかじめ定義したプロジェクトガントチャートに従って、タスクの割当依頼、進捗促進を促す催促、進捗遅れによる関連タスクの日程調整交渉を行うプロジェクト管理エージェント(PRO-Ag)と、作業者自身のスケジュールを管理し、タスクに関する情報を PRO-Ag とやりとりするスケジュール管理エージェント(Pochet)から構成される。本システムは、ORB を用いたエージェント通信基盤 INA/LI 上で実装した。

Project Management System based on a Multi-Agent System

Kenji Yoshifu Koji Kida Hiroyuki Tarumi

NEC Corp., Kansai C&C Research Labs.

This paper proposes Done-Do-Rhythm, which is a project management system based on a multi-agent system, to support progress management and project scheduling. This system is composed of three kinds of agents, PRO-Ag, VD-Ag, and Pochet. VD-Ag provides a GUI for business planning, which helps to define project schedules and presents worker's progress. PRO-Ag assigns tasks according to project definition, urges workers, and coordinates project schedules when a task is delayed. Pochet manages worker's schedules, communicates with PRO-Ag, and exchanges information about task. This system is implemented on our multi-agent platform called INA/LI.

1.はじめに

我々は、マルチエージェントによるリソース分散管理の概念を取り入れたワークフローシステム「ワークウェブシステム」[1][2]の開発を行ってきた。

このシステムは、以下の各エージェントがINA/LIエージェント通信基盤[3]上で通信しあうことで、リソースの調整を自動的に行う。ワークフロー管理エージェント(BPT)[4]は、ワークフローの実行中にある作業者の作業遅延等をトリガーとしてワークフローの再計画を行う。組織目標管理エージェント(GIM)[5]は、組織における業務の遂行状況を継続的に蓄積し、組織目標管理を行う。業務目標指示エージェント(VD)[5]は、GIMの管理するデータを視覚化し、組織目標に沿った業務指示を出すためのUIである。スケジュール管理エージェント(Pochet)[6]は、個人のスケジュール状況を考慮して、BPTからの作業依頼を受け入れられるかどうかを自動的に回答する。

このワークウェブシステムでは、仕事の依頼、キャンセルの自動化、作業優先度の変更、仕事の納期の予測などが可能となり、従来のワークフローシステムより高い機能を実現している。

しかし、このシステムの対象は短期的な作業の流れを記述したワークフローであり、長期的なワークフローの集合体であるプロジェクトには別のアプローチも必要である。

そこで今回、プロジェクト管理にも対応させるために、新たにプロジェクト管理エージェント(Pro-Ag)を導入したプロジェクト管理システム **Done-Do-Rhythm(ダンドリズム)**を提案する。プロジェクト管理エージェントは、従来のワークフロー管理エージェントに以下に挙げるプロジェクト管理特有の機能を追加する形で実現する。

進捗管理機能：進捗状況取得と催促・警告の自動化

日程調整機能：作業遅延に起因するスケジュール調整の自動化。

2.プロジェクト管理システム

ここで、ワークフロー管理業務を対象とした従来のワークウェブシステムをプロジェクト

管理業務に対応するにあたり、従来のプロジェクト管理システムの概略と問題点について説明する。

2.1.プロジェクト管理の概念

プロジェクト管理とは、限られた時間と費用を使って、特定の目的を達成するために必要なタスクとリソースの割当を計画、構成及び管理することである。別の観点から見ると、プロジェクト管理とは、次のような問題に対して最良の解決策を出していくことであるといえる[7]。

- ・何を行うか。
- ・だれが、また何が必要か。
- ・いつまでに完了するか。
- ・コストはいくらかかるか。
- ・予定通り完了しない場合はどのように対処するか。

2.2.プロジェクト管理の手順

プロジェクト管理システムにおけるプロジェクト管理の手順は、概ね以下のとおりである。

1. ガントチャート作成

ガントチャートを作成するために、まず、必要なタスクと期間を入力する。次にあるタスクを先に完了させなければ次のタスクが開始できないといったタスクの依存関係を設定する。次にプロジェクトに必要な人、器材などのリソースをガントチャートに組み込む。各タスクを達成するために必要なリソースは、グループに分類して割り当ててもよい。また、プロジェクトの計画段階では、タスクにリソースを割り当てずにガントチャートを作成し、実行時にリソースを割り当ててもよい。

2. 進捗管理

プロジェクトの進行中にそれぞれのタスクの進捗状況に関する情報を作業者が入力し、計画時の予定どおりかどうかを確認する。

3. スケジュール調整

タスクに必要な期間やリソースなどの情報を入力した後で、スケジュールを分析または評価し、必要に応じて調整する。例えば、プロジェクト終了の予定日が適切でない場合は、タスクの内容、タスクの実施日程、またはリソースの割当を変更し、スケジュールを作成し直す。

2.3. 問題点とねらい

従来のプロジェクト管理システム[8]は以下のような問題点があった。

1. トップダウン的な日程計画

プロジェクトにおけるガントチャートの作成はプロジェクトの管理者が行い、その計画で決めたタスクをトップダウン的に各作業者に割り当てていた。このため、各作業者個人が他に工数のかかる作業を抱えている場合、割り当てた作業が締め切り前に終了しない場合があり、プロジェクトが予定どおりに遂行できない可能性がある。

2. 進捗報告方法

進捗報告方法は、プロジェクトで共有されたデータベースに直接アクセスして進捗率等を入力するか、電子メール等で進捗状況を報告していた。前者は、プロジェクト管理者がその共有データベースにアクセスしない限り進捗状況が把握できない。後者は、各自から送られてきた進捗報告メールに記述された内容をプロジェクト管理システムに入力し直す手間が発生した。

3. スケジュール調整

あるタスクの遅延によりその作業者の行うタスクに関連するタスクの開始日時が遅れるとき、スケジュール調整を手動で行う必要があった。また、作業者に対してタスクの作業期間の移動を依頼した際に、移動先に別の管理者による作業依頼がある場合に、本プロジェクト管理者が別の管理者と交渉する手段がなかった。

前記課題を解決するために、以下の項目をねらいとしたプロジェクト管理システムを提案する。

1. 作業者のスケジュールを考慮した計画作成

作業者の個人スケジュールを問合わせながらプロジェクトスケジュールを作成する手段を提供することにより、プロジェクト開始時の混乱を減少させる。

2. 自動進捗管理

各作業者が個人で管理している作業の進捗状況、遅延予定を定期的に収集し、進捗データを管理することにより、管理者が自発的に行ってきた進捗管理を自動化する。つまり、進捗が遅れている作業者に対して、催促・警告を自動的に行う。

3. 横断的な日程調整

作業遅延に伴う日程調整を、プロジェクトの方針に従って、自動調整する。また、他プロジェクト兼務者、非プロジェクトの一般業務の工数も配慮した調整を行う。

3. マルチエージェントによるプロジェクト管理システム

本稿で提案するマルチエージェントによるプロジェクト管理システム Done-Do-Rhythm の全体構成を図1に示す。

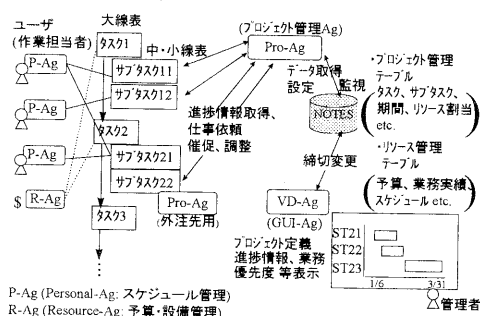


図1 全体構成

Done-Do-Rhythm は、プロジェクト管理用の GUI で、プロジェクト定義、進捗率表示を行う業務計画指示エージェント VD-Ag、プロジェクト定義に従ってプロジェクトの管理を行うプロジェクト管理エージェント PRO-Ag、個人のスケジュール、進捗率を管理し、PRO-Agからの作業に関する問合せに応答するスケジュール管理エージェント Pochet から構成される。

業務計画指示エージェント VD-Ag の GUI を図2に示す。

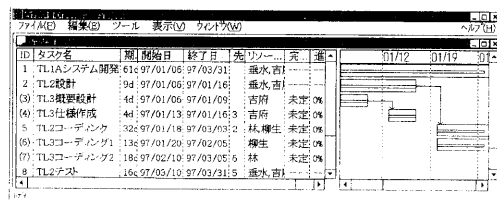


図2 プロジェクト定義画面例

プロジェクト管理者は、まず図 2の左側にある表でプロジェクトの流れを定義する。プロジェクト定義では、タスク、サブタスクを定義し、その各タスクごとに作業者を割り当てる。次にプロジェクトの制約となる、予算、納期、残業時間等の制約データを入力する。

次に、管理者が作業者に対して進捗率収集・催促のタイミングを動作定義画面(図 3)で定義する。

図3 動作定義画面例

PRO-Agは、プロジェクト定義・制約データ及び動作定義に従い、以下のようなプロジェクトの管理業務を行う。

- (1)各作業者が Pochet に入力したタスクの進捗率を、定義したタイミングで自動的に収集して、管理者に進捗状況の表示を行う。各作業者を進捗率の良い順にリスト表示することにより、管理者が追加作業を依頼する作業者を選択するための参考データとする。
- (2)進捗の遅れている作業者に対して、自動的に催促メッセージを送信する。
- (3)プロジェクト管理者が作業の進捗の遅れを確認した際に、その遅れに関するタスク、サブタスクを行う作業者に対して日程調整を行う(4章で詳述する)。
- (4)制約データを参照して、作業者に調整依頼を行う。例えば、残業時間が大幅に規定残業時間を上回るようであれば、警告メッセージを作業者に送る。
- (5)他のプロジェクト管理者との調整が必要な際に、自動調整できなかった理由を提示した後(図 4)、マニュアル調整(コミュニケ

ーション)のために必要なツールを自動的に起動する。

図4 自動調整失敗時の画面例

4. 日程調整の方式

4.1. 日程調整の仕組み

ある作業者の作業遅延に伴う日程調整方式について述べる。ここでは、管理者 X によるプロジェクトの実行時に作業者 A が PRO-Ag に作業遅延報告を行うと、以降に作業を行う作業者 B、C に対して調整を行うものとし、作業者 C はプロジェクト外の管理者 D から別の作業が既に依頼されているとする。日程調整の手順を簡単に説明すると以下ようになる(図 5)。

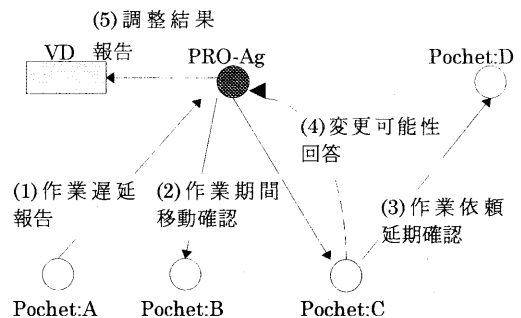


図5 日程調整の仕組み

- (1)A の Pochet が PRO-Ag に対して作業遅延報告を行う。
- (2)PRO-Ag は作業遅延期間を考慮して作業期間調整案を作成し、B、C の Pochet に対して作業期間移動可能かの問合せを行う。
- (3)C の Pochet は D の Pochet からの作業依頼があって、作業期間移動案に従えないときは、D の Pochet に対して作業依頼を延期またはキャンセルできないかを問合わせる。

- (4)C の Pochet は D との調整結果を PRO-Ag に返答する。
 (5)PRO-Ag は、日程調整結果を VD に報告する。

4.2. 調整戦略

ここでは、作業遅延報告に伴う期間調整案作成方法について図 6 を参照しながら説明する。

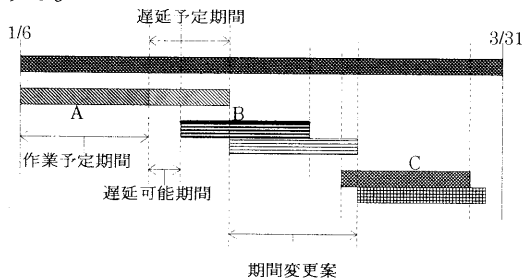


図6 ガントチャートの説明

作業予定期間とは、プロジェクト定義時にタスクを割り当てた予定の期間である。遅延可能期間とは、あるタスクの予定終了日から関連タスクの予定開始日までの期間である。この期間はプロジェクト定義時に日程調整のためのマージンとして確保するものである。遅延予定期間は、作業予定期間の終了日から遅延して終了する日までの期間である。期間調整案とは、遅延作業以降の関連する作業の作業期間を新規に決定するものであり、新規開始日と新規終了日からなる。前者は遅延予定日次の日となる。後者は、遅延可能期間の総和、遅延予定期間によって、以下の2つの戦略をとる。

期間移動戦略：新規終了日を作業予定期間の日数分だけ後ろにずらす。

期間短縮戦略：新規終了日を作業予定期間に日数分だけ後ろにずらした後、その作業の短縮日数分だけ前にずらす。

作業 x の短縮日数 $S(x)$ は、各作業の順番、優先度¹等から算出した各作業の重み² $W(x)$ 、遅延予定期間 $D(x)$ 、遅延作業以降の遅延可能期間 $A(x)$ から以下のように求まる。

$$S(x) = \left(\sum_{k=x}^n A(k) - D(x) \right) * W(x) / \sum_{k=x}^n W(k)$$

¹ 作業内容の重要度を基に数値化したものである。

² 重みの変え方の指針は現在検討中である。

また、遅延予定期間が遅延可能期間を超えない場合は、通常どおり作業可能なので、調整案は作成されない。

4.3. スケジュール競合交渉

上述のようにして、期間調整案を PRO-Ag が作成して作業者の Pochet に確認しても、その作業者が調整案の期間にプロジェクト外の管理者Dから別の作業が依頼されている場合、スケジュールの競合が発生する(図 7)。

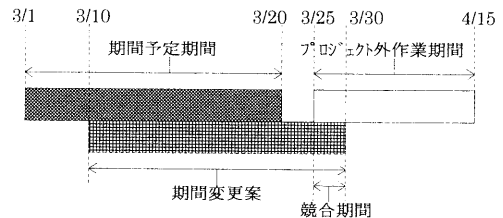


図7 競合期間

このような場合、作業者の Pochet は本作業と競合作業の優先度を比較する。前者の優先度が高ければ、管理者Dの Pochet に対して競合作業の延期ができないかを交渉する。この交渉には、交渉回数、時間を考慮する[6]。交渉の結果、競合作業が延期可能であれば、調整案どおり作業者の作業期間を設定する。延期不可能であれば、まずその作業者の代わりとなる代理人に調整案が受け入れられるかどうかを上記の手順で問合わせる。代理人は、ガントチャート作成時の定義によりあらかじめ指定する場合や、プロジェクト実行時に進捗率上位の作業員から指定する場合がある。代理人のスケジュールが空いているか、競合作業が入っていてもその作業が延期可能であれば、調整案どおり代理人の作業期間を設定するが、延期不可能であれば、PRO-Ag は作業員、代理人の Pochet から延期不可能の理由(競合作業、作業期間、管理者等)を尋ね、それを調整結果の代わりに管理者 X に提示する。あとは、本プロジェクトの管理者 X が、調整結果を見て管理者Dに対して手動交渉(非エージェント交渉)を行うことによって、最後の調整を行う。

5. ワークフロー管理との比較

本稿で述べたプロジェクト管理方式とワークフロー管理方式[4]の方法の比較について説

明する。

まず、類似していると思われるのは調整のアルゴリズムである。[4]で挙げられている再計画アルゴリズムの部品のうち、delay 部品は後のノードに日程を齎らせる戦略であり、本稿の日程調整方式と似ている。しかし、本稿の日程調整方式は、全体の作業期間が長期であるため作業期間マージンがとれるというプロジェクトの特性も考慮した調整戦略となっており、日程短縮の判断等で delay 部品と異なる。

次に大きく異なると思われるのは、タスクの進捗率管理と調整のパラメータである。プロジェクトはワークフローと異なり、タスクの期間が長く、関連人数が多く、納期に厳しい。従って、タスクの進捗率を管理する仕組みと、他の作業への影響を極力さけるような調整パラメータの設定が必要となる。

6. 今後の課題

1. 作業実績に基づくプランニング

プロジェクトにおけるガントチャートを作成するために必要な情報として、本システムで扱う作業者のスケジュール状態以外に、作業者のスキル(例：作業員 M はタスク α に関して工数 3 日、品質 A で処理可能である)、習慣(例：作業員 N は納期の 5 日前には処理が完了する)等の作業実績があるが、現在のプランニングには反映されていないのが実状である。これらの作業実績を参照してプロジェクトのプランニングを支援する仕組みを検討する予定である。

2. 多様な調整戦略

現在の日程調整では、作業者のスケジュール状態、遅延予定期間、遅延可能期間、各作業の重みにより調整を自動化しているが、実際には、他の多様な戦略(品質・コスト重視)、を基にした調整が行われている。この多様な戦略を考慮した調整方式を検討する予定である。

7. おわりに

本稿では、プロジェクト管理業務において、マルチエージェントにより進捗管理、日程調整を自動化するシステム Done-Do-Rhythm の提案を行った。このシステムにより、プロジェク

トの実状に即したスケジュール作成、進捗管理、日程調整の自動化が可能となる。

現在、Done-Do-Rhythm における PRO-Ag, VD-Ag を Windows NT 上で実装中である。今後は、Pochet と連携して動作させ、システムを評価する予定である。

参考文献

- [1] 垂水浩幸ほか、ワークウェブシステムの提案～ワークフローを超えて～、情報処理学会グループウェア研究会, GW-12-10(1995)
- [2] 垂水浩幸ほか、ワークウェブシステムの実現、情報処理学会グループウェア研究会, GW-15-22(1996)
- [3] Ishiguro.Y., et al.: An Agent Architecture for Personal and Group Work Support, Proc. of International Conference on Multi Agent Systems (ICMAS'96, pp.134-141(1996)
- [4] 垂水浩幸ほか、ワークウェブシステム：ワークフロー動的再計画の方式、情報処理学会グループウェア研究会, GW-21-17(1997)
- [5] 吉府研治ほか、ワークフローシステムにおける視覚的 direct 操作インタフェース、情報処理学会第 52 回全国大会, 6X-3(1996)
- [6] 喜田弘司ほか、エージェント間交渉によるスケジュール調整方式、情報処理学会グループウェア研究会, GW-21-16(1997)
- [7] Microsoft Project for Windows95 ユーザーガイド(1995)
- [8] プロジェクト管理ソフト、日経情報ストラテジー、No.55, pp88-111(1996)