

# 市場原理を利用したスケジューリング手法の提案

## Proposal of scheduling technique using market mechanism

木野好貴<sup>†</sup> 吉田富美男<sup>‡</sup>  
Yoshitaka Kino<sup>†</sup> Fumio Yoshida<sup>‡</sup>

†長岡技術科学大学 経営情報システム工学専攻  
‡長岡技術科学大学 経営情報系

† Management & Information Systems Engineering, Nagaoka University of Technology

‡ Management & Information Systems Engineering, Nagaoka University of Technology

### 要旨

情報システムの開発では、情報システムを取り巻く環境の変化に起因する、リソースや制約の変化といった流動的な要因も多く、従来のスケジューリング手法だけで十分とは言えない。そこで本研究では、流動的な状況でも効果的な調整機能を発揮する市場とのアナロジーから、市場原理を利用したスケジューリング手法を提案する。本手法では、リソースを企業に見立て、エージェントによる市場取引を通して、柔軟性の高いスケジューリングを実現する。

## 1. 背景

社会の変化が加速するとともに、多くの業務において柔軟な対応が要求されるようになってきている。情報システムを取り巻く環境でも同様であり、納期の短縮、品質の向上に加え、要求の変化をはじめとする様々な状況の変化に柔軟に対応する必要がある。このような状況の変化が加速すると、それに応じてリソースの価値も変化するため、従来のようにあらかじめスケジュールを立てて、その通りに進めると言うことは困難になってくる。流動的な状況に柔軟に対応し目標を達成するためには、従来のスケジューリング手法[1][2]だけでは十分とは言えない。

一方、このような流動的な状況においても効果的な調整機能を発揮するものとして市場の仕組みがあげられる。市場も様々な問題を抱えてはいるが、それでも急速に変化する状況に対してトレーダーの意志を反映し妥当な価値判断を実現している。そこで本研究では市場原理を利用し、柔軟性の高いスケジューリングを実現する方法を提案することを目的とする。

## 2. 市場原理を導入したスケジューリング手法

### 2.1. 基本要素

本手法の基本要素は、投資家、トレーダー、企業、株式、市場、の5つである。

#### 2.1.1 投資家

システムの利用者は投資家として一定の所持金を与えられる。利用者は、自分が取得したいリソースを指定し、適切な予算を決めてトレーダーに投資する。システムの利用者以外にも、制約条件を実現するためにシステムが管理する投資家を設定する。

#### 2.1.2 トレーダー（エージェント）

トレーダーは、与えられた資金を元に投資家から設定された条件を実現するために株式市場で取引を行う。投資家による投資に基づいて取引をするトレーダーの他にも、独自のアルゴリズムを実装したエージェントを用意することもできる。

#### 2.1.3 企業（リソース）

1つのリソースを1つの企業に対応させる。企業は一定の株式を持ちその半数を取得したものがそのリソースを獲得できるものとする。実際の企業の株式とは異なり、本システムでは企業がリソースに対応していることから、企業の株式は使用時間を指定して購入することができる。

### 2.1.4 株式

各企業の株価は市場に連動して変化する。人気がある企業の株価は高くなり、人気のない企業の株価は下がることになる。

### 2.1.5 市場

市場では、現実世界の市場と同様に現物取引、先物取引、オプション取引、TOB など様々な株式取引が行える。

## 2.2. 基本的な処理の流れ

本手法は、以下のような処理によりスケジューリングを実現する。システムのユーザは、投資家として制約条件や目的関数の一部とそれを実現するための資金をトレーダーすなわちエージェントに提供する。トレーダーは、資金を元に与えられた条件に基づいて企業の株式すなわちリソースの権利を取得するため市場で株式取引を行う。全ての取引が完了した時点で、株式の過半数を取得した利用者がそのリソースの使用権を獲得する。

### 2.2.1 エージェントのアルゴリズム

エージェントは株式取得の為に、市場に用意されている様々な取引（先物取引・オプション取引・現物取引・TOBなど）の中から実際に行う取引を選択する。具体的には、各株の株価、先物価格、オプション価格を比較し、自身の有する資金で必要な企業の経営権を取得できる可能性が最も高い取引を選択する。各エージェントは市場の動向を逐一把握し、自分の必要とする企業の株式を取得できるかどうかを常に判断する。不可能となる場合には、次に条件を満たす企業の株式取得へと移り、不必要となる企業の株式売却を行う。それぞれのエージェントが現状の自分の取れる最良の行動を行い、これ以上不可能という判断をした場面で、全体の取引が終了となる。

### 2.2.2 市場のアルゴリズム

市場は個々のエージェントの行動を把握し、取引が成立したのから順に株式の受け渡しを行う。また、市場はエージェントが行動を選択する為に必要となる情報（株価情報、オプションのプレミアム情報など）を提供する。本手法では、「早い者勝ち」をある程度規制するため、市場取引はターン制で行い、各ターンが終了するごとに市場は、株価情報やプレミアム情報を計算し、各エージェントに表示する。

## 2.3. 柔軟性と拡張性

本手法では、目的関数や制約条件をエージェントで表現し、提供される資金によってその重み付けを行うとともに、市場の仕組みを利用して各条件の調整を行う。このように目的関数や制約条件を直接最適化するのではなく、市場の仕組みを利用して間接的に調整することにより、以下のような柔軟性や拡張性が得られる。

#### 変化への対応

当初考慮していなかった新たな制約条件や目的関数が発生してもエージェントを投入することによって迅速に対応することができる。また新たなリソースが必要になった場合には、そのリソースに対応する企業を市場に上場することにより迅速に対応できる。

#### 将来の予測

変化する環境では、現状だけでなく将来を予測したスケジューリングが必要となる。現実世界の将来を予測するためには、人間が持つ広範な知識や経験および活動が必要不可欠であるが、本手法では、実際の市場と同様に、様々な利用者がそれぞれの予測に基づいてエージェントへの投資を行うことにより、多くの人間の知識や経験が市場に反映され集約されて効率的かつ高精度な将来の予測が可能となる。

#### 人間との連携

変化する環境で最適なスケジューリングを行うためには、コンピュータと人間がうまく連携する仕組みが必要である。本手法では、エージェントへの投資によって人間が持つ情報や判断を簡単に市場に反映させることができる。

### 3. 結論

市場の仕組みを利用することにより、様々な状況の変化に柔軟に対応可能なスケジューリング手法を提案した。今後は実際にシステムを構築しその有効性を検証する予定である。

#### 参考文献

- [1] 上田祐彰, 大内大輔, 高橋健一, 宮原哲浩, “遺伝的アルゴリズムの時間割作成問題への適用に関する一考察”, 電子情報通信学会論文誌, D-I Vol.J86-D-I No.9, 2003, pp.691-701.
- [2] 久保田敬, 田口東, “時間割編成問題に対する近似解法の研究”, 中央大学大学院理工学研究科情報工学専攻修士論文, 2004.