

氏名	北島禎二
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第3469号
学位授与の日付	平成12年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	プロセス産業のための分散協調型スケジューリングシステムに関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 橋本伊織 教授 荒木光彦 教授 片井 修

### 論文内容の要旨

多品種の製品を生産している生産設備では、装置の故障や増設、生産管理の際の評価基準の変更、特急品への対応など、設備を取り巻く環境が絶えず変化している。現在一般にとられている集中管理型の手法でこのような変化に対処しようとすると、生産管理システムは大規模で複雑なものとならざるをえず、その結果、システム全体の把握が困難になり、生産管理システム自体の保守管理も非常に難しくなってしまう。

このような問題の原因の一つとしては、従来の生産管理システムでは、管理の対象となる生産設備全体を一括管理し、設備全体の管理を行うことを前提にシステムが構成されていることがあげられる。

現実の生産設備では一般に、一つまたは複数の装置からなる工程を単位として生産指示がなされる場合が多く、これらの構成単位ごとに生産管理に関して多くのノウハウを有している。したがって工程単位での生産管理を行うことができれば、集中管理型のシステムが潜在的に抱える問題を払拭できる可能性がある。

本研究ではこのような背景を踏まえ、生産管理システムでも重要な役割を果たす生産スケジューリングシステムを対象に、これまで集中的に構成されてきたシステムをネットワーク環境下にある複数の計算機上にサブシステムとして分散させた、分散協調型のスケジューリングシステムとして構築することを目的として行った研究の成果を取りまとめたものである。

本論文は、以下の9章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、スケジューリング問題の定義、分類について述べ、本研究で対象としている生産スケジューリングシステムに求められる要件をまとめている。

第3章では、自律分散型システムおよび自律分散型生産システムについて説明し、本研究における自律分散という概念のとらえ方を明確にしている。また、関連する研究におけるスケジューリング手法およびシステムとの差異を明確にし、本研究の意義を述べている。

第4章では、提案した分散型スケジューリングシステムの基本的な枠組について述べている。また、提案したスケジューリング手法の実用可能性を判断するために、各工程が単一の装置からなる3工程、5工程のフローショップ、ジョブショップ問題を、分散型手法と従来の集中型の手法で解いた場合の比較を行い、その結果について考察を行っている。

第5章では、各工程が複数の装置からなる問題に対して、各ジョブが各工程でどの装置を使用するかを工程あるいは装置が自律的に決定するアルゴリズムを提案している。数値実験の結果、分散型の手法では計算時間が短い場合でも比較的良好な解が得られることが示された。

第6章では、流体を扱う化学プロセス特有の制約について考察している。これらの制約の中には、たとえば中間製品貯留に関する制約など、複数の分散要素間で協調して考慮しなければならない制約がある。ここでは、実プロセスに非常に近い問題を対象とし、これらの制約がこれまでに提案してきた分散型手法の枠組で扱えることが示された。

第7章では、本手法によるスケジューリングシステムを実際に複数の計算機上に実装した際に生ずる問題について検討し

ている。具体的には分散要素のシステム構成、分散要素間の同期アルゴリズム、スケジューリングの終端条件などについて論じている。また、各工程が単一の装置からなる3工程フローショップおよびジョブショップ問題を対象に、各工程のスケジューリングを担当する計算機を1台ずつ用意し、並行処理を行った際のパフォーマンスについても考察している。

第8章では、人間と機械の関わりを詳細に分析する際に強力なツールとなる、人間の認知的な行動モデルに関する考察を行っている。ここでは、化学プラントのCRTオペレーションを題材とし、そこで用いられているヒューマン・マシン・インタフェースの評価に、行動モデルが使えるかどうかの可能性を調べるため、実際にある異常に対して、モデルにしたがってリアルタイムにプラントを運転するオペレータモデルを開発した。

第9章では、本論文で得られた結果をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、生産設備の各工程を分散の単位とした分散協調型の生産スケジューリングシステムの開発に関する研究成果を取りまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 各工程のスケジューリングを担当するサブシステムが、他工程との情報交換と工程独自のスケジュールの改良を繰り返すことによって、設備全体として実行可能でかつ準最適なスケジュールを逐次導出する、という特徴を有した分散型スケジューリング手法を提案した。開発したシステムによって、3工程・5工程のフローショップ・ジョブショップ問題を解き、全工程を同時に考えてスケジュールを作成する従来の集中型手法と同程度の評価のスケジュールが得られることを示した。

2. 各工程が並列装置を有する場合や化学プロセス特有の種々の制約を有する実プロセス規模の問題に対しても適用できるようなシステムを汎用化し、数値実験によって種々の制約を考慮したスケジュールが作成可能であることを示した。

3. 各工程のスケジューリングをそれぞれ個別の計算機で行う際の、各分散要素のシステム構成や分散要素間の同期の取り方などについて考察し、3工程問題を対象に分散型システムのプロトタイプを開発した。

4. 分散型スケジューリングシステムを用いて現場単位で意思決定を行う際には、システムと人間との間のインタフェースが重大な役割を果たす。そこで、プラントの異常に対するオペレータの対処行動を例にとり、認知的な行動モデルに関する考察に基づく人間の行動モデルを開発し、実オペレータとモデルの対応行動を比較することにより、行動モデルのヒューマン・マシン・インタフェース評価への適用可能性を示した。

以上、本論文は、次世代化学プロセスの生産管理システムを実現する上で中核的な要素技術となる、分散協調型のスケジューリング手法とそのシステム化に関して広汎に検討して、多くの重要な知見を得たものであり、その成果は学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成11年8月11日、論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。