

Title	プラントオペレーションにおけるローリング最適化
Author(s)	田村, 至
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37920
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	田村 至
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 10280 号
学位授与年月日	平成 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科 物理系専攻
学位論文名	プラントオペレーションにおけるローリング最適化
論文審査委員	(主査) 教授 西谷 紘一 (副査) 教授 樺田 栄一 教授 宮原 秀夫

論文内容の要旨

プラントオペレーションの最適化を実現するためには、計画、実行、監視の 3 つの機能を合理的に統合したプラント生産情報システムを構築しなければならないが、このシステムは一般に大規模で複雑であるため、トータルシステムとして一元的に最適な意思決定をすることは極めて困難である。通常、この種のシステムは機能的に異なるサブシステムに分割され、それらを垂直方向に並べた階層構造をとっている。従来、多くの生産管理システムでは、計画機能を上層に、実行-監視機能を下層にもつ 2 階層システムが使われてきた。このシステムでは、上位階層の決定が下位階層に伝達され、実行される。その結果を上位階層へフィードバックして、上位階層での最適な意思決定の更新を行なうべきであるが、現実には下位の挙動を考慮したプラントオペレーションの最適化は進んでいない。このような状況の中で、本論文はプラントオペレーションの最適化のための基礎的ないくつかの課題について考察したものである。

本論文の目的の第一は、各階層の役割が異なるため、従来異なる取り扱いをされてきた、計画、実行-監視というプラントオペレーションの基本機能が、ローリング最適化という共通の意思決定アルゴリズムで行われていることを示すことである。第二は、意思決定アルゴリズムとしてのローリング最適化のもつ動作特性を明らかにすることである。第三は、生産管理システムの上位-下位階層間にコーディネーターとして、ローリング最適化による意思決定を加えた 3 階層システムの構築により、プラント生産情報システムの高度化が実現できることを実証することである。

第 1 章では、プラント生産情報システムの各階層での意思決定が共通の意思決定アルゴリズム、すなわちローリング最適化により行われていることを指摘した。そして、計画、実行-監視機能をもつべき

フィードフォワード、フィードバック特性が、共にローリング最適化により付加されていることを明らかにした。

第2章では、生産計画において用いられるローリング最適化、すなわちローリングスケジュールについて考察し、スケジュール動作がもつ特性を解析した。特に、再スケジュールリングのためのモデル更新における観測情報の利用法の違いで、スケジュール動作のフィードバック特性が異なることを明らかにした。

第3章では、制御において用いられるローリング最適化として、インパルス応答などのノンパラメトリックモデルを用いるモデル予測制御について考察し、アルゴリズムが内包するフィードバック特性とフィードフォワード特性を明らかにした。特に、フィードフォワード特性を積極的に生かした制御が、負荷追従制御の改善に大きく貢献することを、具体的にLNG気化プライトについてシミュレーションによって示した。

第4章では、パラメトリック入出力モデルを用いるモデル予測制御について考察した。予測モデルにおいて現時刻の観測値のみを用いる場合、ローリング最適化による意思決定はノンパラメトリック、パラメトリックのモデル表現に関係なく、内部に制御対象と並列にそのモデルを含む構造になることを明らかにした。また、モデル更新時における観測情報の利用法によって、より優れたロバスト特性が得られることも明らかにした。

第5章では、ローリング最適化による意思決定アルゴリズムを計画機能と実行・監視機能のコーディネーターとして用いる3階層システムが、従来の2階層システムよりも優れていることを示し、具体的に触媒活性が経時的に低下する固定層触媒反応器の最適化を実現する目的に応用した。下位の制御システムのダイナミックスを考慮した目標温度の修正によって、より優れたパフォーマンスが得られることを実証した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、階層構造をとるプラント生産管理システムにおいて、各レベルで動作決定の方法として共通に用いられている、有限区間の最適化を周期的に繰り返す方法、すなわちローリング最適化について考察したもので、この動作によって生じるシステムの動的挙動の解析、およびより高度なプラント生産情報システムへの応用に関する研究をまとめたものである。

まず最初に、計画レベルでのローリング最適化、すなわち生産計画等において使われるローリングスケジュールについて考察し、スケジュール動作がシステム挙動にもたらす効果を、フィードフォワードおよびフィードバック特性として解析する方法を示した。その中で、スケジュールリングを繰り返す際のモデル更新において、観測データの利用の仕方が異なる方式があること、またこの違いによって、システムのロバスト特性が異なることを明らかにした。

次に、実行・監視レベルでのローリング最適化、すなわちプロセス制御において使われるモデル予測

制御について考察し、制御動作がシステム挙動に及ぼす影響を詳しく解析した。特に、プラントのモデル表現として、ノンパラメトリックモデルとパラメトリックモデルを用いた場合の制御構造の違いを明らかにした。また、プラントに多く含まれる積分プロセスの制御にモデル予測制御を用いる方法を提案した。さらに、フィードフォワード特性を含む制御動作が、負荷追従制御の性能向上に大きく寄与することを、具体的に、液化天然ガス気化プラントのシミュレータを作成して検証した。最後に、フィードフォワードおよびフィードバック特性を兼ね備えたローリング最適化アルゴリズムが、計画（上層）と実行・監視（下層）の二階層からなる従来の生産管理システムにおいて、上層と下層のコーディネーターとして有効に機能することを示し、実際に、最適化機能とプロセス制御システムをもつ実験装置（触媒反応器システム）に適用して、その優れた効果を実証した。

以上のように、本研究は、より優れたプラントの生産情報システムを築くために必要な、動作決定に関する問題について考察し、解決法を示したもので、この分野の技術の発展に寄与するところが大きく、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。