

氏名	たか だ ひで ゆき 高 田 秀 志
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 23 号
学位授与の日付	平 成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Data Management in Manufacturing Line Monitoring and Control (製造ライン監視制御のためのデータ管理に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 上 林 彌 彦 教 授 石 田 亨 教 授 茨 木 俊 秀

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、製造ライン監視制御システムにおいて、収集した実績データを製品の不具合解析などに利用したり、製造指示に基づいて制御装置を適切に設定したりする機能を実現するためのモデルの構築と実現手法について述べたもので、6章からなっている。

第1章は序論で、本研究の目的と概要、従来技術との比較が述べられている。まず本研究の背景として、近年の社会的要求の高度化により、制御システムと情報システムを統合化し、製品の品質向上や不具合の解析、ラインの効率的な運用を支援するシステムを実現する必要が高まっていることが述べられている。次に、このようなシステムを実現する上で必要なデータ管理への要求事項として、時間的データの扱い、収集データの多角的な利用、制御機能との統合が挙げられ、それらを実現する上での従来技術の問題点を指摘している。

第2章では本論文の背景が述べられ、製造ライン監視制御システムの構成、製造ラインの種別、システム内の階層ごとに果たされる機能、時間的データを扱う上での基礎的なモデルについて述べている。

第3章では、プラントから収集され、時々刻々と変化するセンサデータを扱うための時間的オブジェクトモデルについて述べている。本モデルでは、オブジェクトの時間的な正しさを扱うために、時間的正当性という概念を定義している。時間的正当性とは、オブジェクト内の時間的データが、アプリケーションの要求に対して有効期限内に入っている場合に正しいとするというものであり、時間的データを現在値、時系列値、事象値に分けて、各種別ごとに時間的正当性が満たされる条件を規定している。これにより、アプリケーションはオブジェクトが正しい値を保持しているかを意識する必要がなくなるため、センサデータや設備データ、製品データなどを統合したシステムの構築が容易になる。最後に、本モデルに基づいて実現したデータベース管理システムの構造と機能について説明している。

第4章では、製造ラインから収集された時系列データを、多角的なビューから利用可能な多次元ビューモデルと、それに基づいて実現した製造情報管理システムについて述べている。多次元ビューモデルでは、ライン全体を見渡し、ある時刻にどの工程にどのバッチ(製造物の単位)が存在したかを表すプラントビュー、ある一つの工程に着目し、指定された時間内にその工程を通った各バッチの状態を提供するユニットビュー、および、あるバッチに着目し、そのバッチが通った各工程の状態を提供するバッチビューを定義し、それぞれのビューを生成するためのアルゴリズムと、ビューの生成に必要なデータ構造について説明している。さらに、コーヒー製造プラントへの適用例を示し、各ビューが実際にどのようなデータになるかについて述べている。これらのビューを利用することにより、従来、時系列的にしか扱われていなかったデータを多目的に利用することが可能になり、品質やライン稼働率の向上に役立てることができる。

第5章では、生産計画システム等から発行される製造指示に基づき、コントローラへ設定値を送信したり、実績値を収集したりするトラッキングシステムの生産性を向上させるために構築した時間/場所/物体モデルと、そのモデルに基づいて実現されたミドルウェアについて述べている。本モデルは、製造ラインの構成と挙動を表現するためのもので、製造ライン

の挙動を「時間軸上で物体が場所間を移動する」ととらえ、物体の分割や分離などに伴う識別性の変化を扱うために5種の場所要素、および、物体の移動パターンを扱うために3種の物体の形態を定義している。また、イベントをトリガとして物体の場所間の移動を定義し、移動に伴う処理を記述するために、ECAルール（イベント(E)の発生に対して条件(C)を評価し、満たされれば動作(A)を実行するというモデル）を4ステップで実行する機構を提供している。さらに、履歴を管理するためのモデルとして、時間・場所・物体の2つを決めると他の1つが決まるという写像と、どれか一つに着目してデータを利用するビューを定義し、例を用いて説明している。本モデルに基づいて構築した開発環境は、鉄鋼プロセスのトラッキングシステムに適用され、10人月分のソースコードを自動生成できたことが報告されている。

第6章は結論で、本論文のまとめが述べられている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、製造ライン監視制御システムにおいて収集される時系列データを品質管理等に有効に活用し、多角的なビューにより分析できる機能を実現するためのデータ管理手法とその実現方法に関して研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

- 1) 従来の時制データベースでは扱うのが困難であった、時々刻々と変化するセンサデータを効率的に処理するために、有効期限に基づく時間的正当性という新しい概念に基づく時間的オブジェクトモデルを提案し、それをデータベース管理システムとして具現化している。これにより、センサデータを設備データや製品データと統合管理することが可能となった。
- 2) 収集された時系列データに対し、単なる時系列的なビューだけでなく、プラント全体、工程毎、バッチ（製造物の単位）毎といったビューによる多角的な利用を可能とするデータ利用モデルを構築し、その実現手法を示した。これにより、従来のシステムに比べて収集データを品質管理や生産管理に有効に利用することが可能となった。
- 3) プラント内の製造物を追跡し、情報システムから発行される製造指示に従った制御を行うために必要な、プラントの構成と挙動を表現するためのモデルを定義し、開発ツールおよび実行系を構築した。これにより、物体の追跡処理等を行うソースコードの自動生成が可能になり、システムの生産性向上に寄与した。
- 4) これらを現実の製造ラインに適用することによって、実際にどのような有効性があるかを検証した。

以上、本論文は、製造ライン監視制御システムで問題となっているデータ管理手法について、有効なモデルの提案、システム構築方法および適用例を示したもので、学術的にも実用性の上でも極めて有意義であるといえる。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成13年1月24日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。