

工学研究科 生産科学専攻 高機能システム工学講座 統合生産設計システム工学領域



研究室紹介

荒井 栄 司*

Chair of Advanced Manufacturing Systems, Area of Advanced System,
Department of Manufacturing Science, Graduate School of Engineering

Key Words : CAD, CAM, Manufacturing System Architecture

1. はじめに

生産工場内のセル・コントローラ等の高機能化に伴い、各セルが担当する作業の知能化と共にセル相互の協調による負荷分散や生産計画修正等の分散処理が可能な環境が成立しつつある。一方、製品設計とのコンカレント化をはかるために、設計者の意図を考慮した生産工程や作業設計も不可欠である。

そこで、本研究室では、製品設計、生産設計、自動化工場を一貫した情報処理の観点から総合的に捉え、統合的な生産設計システムを実現することを目的として研究・開発を行っている。ここでは、各プロセスの独自性を活かした分散処理、製品設計者の設計意図と工場設備を活用したフレキシビリティを有する生産情報の生成、故障や生産計画の変動に対応した分散環境下における生産セルの最適作業設計、生産セルの協調と負荷分散による生産計画の自動生成を目標としている。

1999年1月現在の研究室構成員は、私の他、白瀬敬一助教授、若松栄史助手、博士後期課程3年1名、前期課程2年6名、同1年4名、学部4年6名、研究生1名である。

2. 研究の概要

本研究室では、先に述べたような統合生産設計システムを実現するためのシステム・アーキテクチャ、設計プロセスのモデリング、および各生産設備の自律化・知能化に必要な機能について研究・開発を行っている。現在の主な研究テーマは以下の通りである。

(1) 生産システム・アーキテクチャ

・自律分散型生産システム

多種多様の製品を、自律して振る舞う複数の設備や機械で協調しながら製造する生産システム・アーキテクチャを提案する。従来のような集中した生産管理を行わないので、生産要求や設備の故障といった生産変動に柔軟に対処できる。

・人間中心型生産システム

生産ラインの中で人間が機械と同じように作業を強制された従来システムへの反省から、人間の特

*Eiji ARAI

1953年1月15日生
1980年東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程修了
現在、大阪大学大学院工学研究科生産科学専攻・高機能システム工学講座・統合生産設計システム工学領域、教授、工学博士、生産システム、機械設計
TEL 06-6879-7555
FAX 06-6879-7570
E-Mail arai@mapse.eng.osaka-u.ac.jp

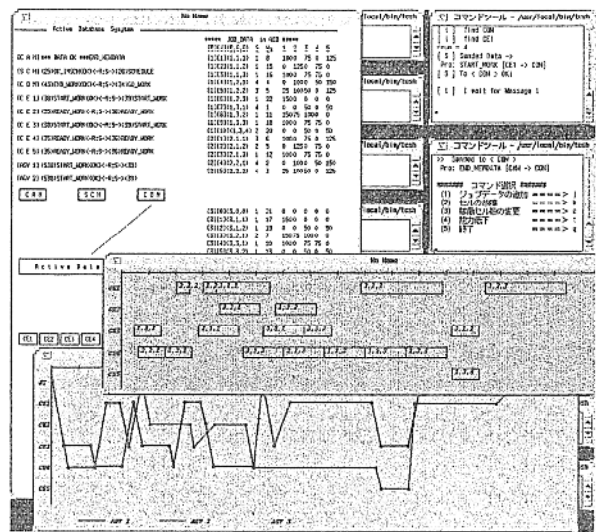


図1 自律分散型生産システムのシミュレーション例

性(興味や嗜好)を最大限に生かした生産システム・アーキテクチャを提案する。

(2) インテリジェントCADシステム

・設計意図のモデリング

設計者の思考過程を明確にするため、設計意図としてのモデル化を行う。思考過程を設計意図として体系化することで、設計ノウハウの蓄積や設計の自動化などに貢献できる。

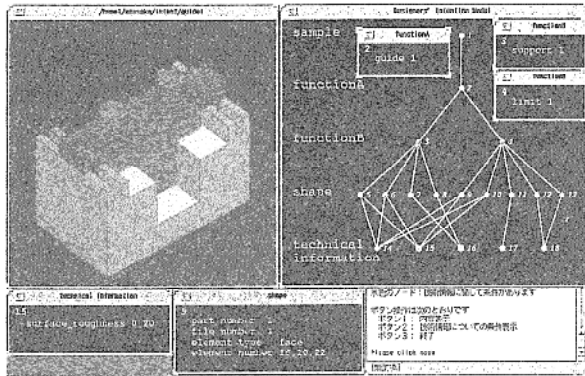


図2 設計意図を用いたインテリジェントCADシステムの実行例

・分解・組立シミュレーション

部品の幾何学的な形状と拘束条件のモデル化と分解・組立のための計算機シミュレーションの研究。部品の可動範囲から分解・組立の可能性や手順を評価することで製品設計を支援する。

・定性運動シミュレーション

機構部品の大小関係と位置関係のモデル化と機能評価のための計算機シミュレーションの研究。部品の幾何学的な形状が決まらない概念設計段階で、部品の定性運動を解析して機能を評価する。

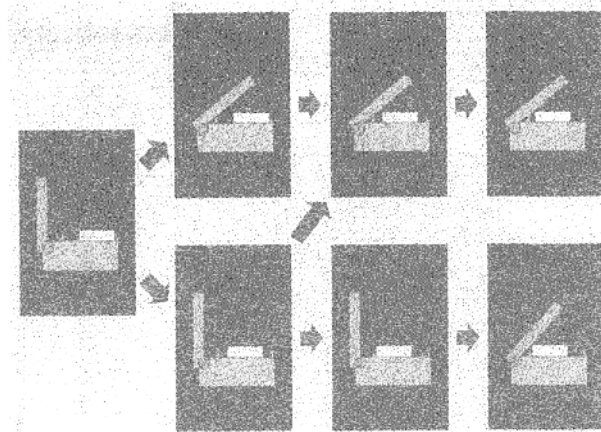


図3 定性運動シミュレータの実行例

(3) 加工・組立のCAMシステム

・加工フィーチャ

設計部品の加工特徴を利用することで、工程設計や作業設計の効率化や計算機による設計支援を実現するための研究。

・切削加工における実時間工具経路生成

機械加工における工具経路の実時間生成のための研究。NCプログラムとして予め工具経路が決まられていないので、加工状況に応じた機械加工が実現できる。

・切削加工における適応制御

切削加工現象そのものを制御対象に組み入れた制御の研究。ここでは加工中の切削力を一定とする切削力適応制御で、加工状況に応じた加工の制御を実現する。

・切削シミュレーション

エンドミル加工における切削現象のモデル化と切削力推定のための計算機シミュレーションの研究。工程設計、作業設計の段階で、最適切削条件を決定して作業時間を評価できる。

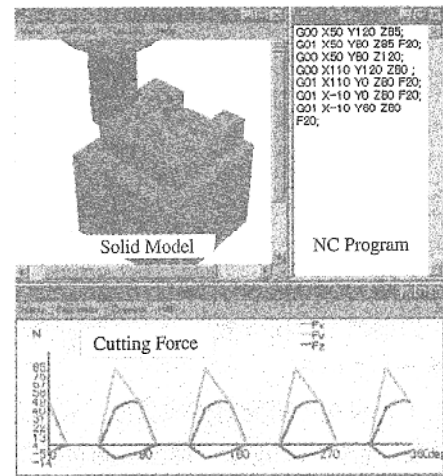


図4 切削加工シミュレータの実行例

・変形しやすい物体の形状シミュレーション

変形しやすい物体の変形形状を予測するための計算機シミュレーションの研究。布、紙、線材といった取扱いの困難な素材の変形形状を予測することで、製品組立における工程設計や作業設計を支援できる。

・マニピュレーションプランニング

ロボットによる組立作業に於ける作業計画の立案。ロボットによる組立作業は高度化しており、布、紙、線材といった取扱い困難な素材の取扱いには、

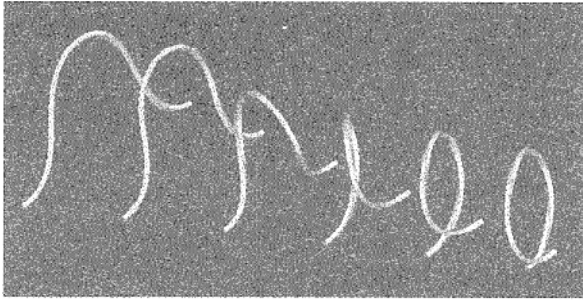


図5 線材の変形シミュレーション例

素材の変形形状も考慮した作業計画が求められる。

3. おわりに

本研究室では、生産科学専攻のみならず、電子制御機械工学専攻ならびに産業科学研究所など、生産システムの研究に携わる他部局との関係の下に教育・研究活動を行っている。また、実際の生産現場における問題点の抽出や、具体的な生産システムの構築のために、企業との共同研究にも精力的に取り組んでいるところである。また、今後の研究としては、素材が持っている情報を遺伝子情報として内部に埋め込み、設計・生産・利用・リサイクル・廃棄の各段階において必要な情報を抽出あるいは付加することにより、ライフサイクル全体を通して一貫した製品情報/設計情報の取り扱い手法を開発し、リサイクル手法の確立等に役立てたいと考えている。

最近の成果

- N. Uchiyama, S. Takagi, and E. Arai ; A Non-linear Programming Approach to Testing Gravitational Stability of Mechanical Sub-assemblies, proc. of the 8th intl. conf. on production engineering, (1997), pp.435-444.
- E. Arai, K. Shirase, H. Wakamatsu, Y. Murakami, M. Takata, and N. Uchiyama ; Role of Production Simulation for Human Oriented Production Systems, proc. of 14th intl. conf. on production Research, (1997), pp.758-761.
- S. Amnuay, 井越昌紀, 青村 茂, 荒井栄司 ; フィーチャループを用いた立体的な加工形状特徴の認識, 日本機械学会論文集(C編), 63巻607号, (1997), pp.387-394.
- 劉 継紅, 荒井栄司, S. Amnuay, 井越昌紀 ; 定性的立体モデリング(第2報: 定性的立体操作手法と定性的立体モデラ), 日本機械学会論文集(C編), 63巻612号, (1997), pp.2932-2939.
- Y. Murakami, E. Arai, K. Shirase, H. Wakamatsu, and F. Kimura ; Development of CAD System for Die Production of Car Forging Crank-shaft on The Basis of Product Model - Rule Based Die Molding Process, Proceedings of the 1998 JAPAN-U.S.A. Symposium on Flexible Automation, (1998), pp.701-706.
- 荒井栄司, 赤阪英和, 若松栄史, 白瀬敬一 ; CADにおける設計意図モデルと修正設計への適用, 日本機械学会論文集(C編), 64巻627号, (1998), pp.4492-4497.
- K. Shirase, Y. Morimoto, M. Hirao, T. Yasui ; Tool Breakage Detection in End Milling Based on Competitive Neural Network, Proceedings of International Conference on Manufacturing Milestones toward the 21st Century (accepted as a full paper), (1997), pp.109-114.
- Y. Morimoto, M. Kaga, M. Abe, T. Yasui, M. Hirao, K. Shirase ; High speed Machining by a Laser Machine Using Compensation of Dynamic Characteristics, Proceedings of International Conference on Manufacturing Milestones toward the 21st Century (accepted as a full paper), (1997), pp.439-444.
- K. Shirase, H. Narita, H. Wakamatsu, E. Arai and K. Iwata ; PC Based Virtual Machining Simulator for Autonomous and Intelligent Machine Tool, Proceedings of the 1998 JAPAN-U.S.A. Symposium on Flexible Automation, (1998), pp.1281-1288.
- 若松栄史, 平井慎一, 岩田一明 ; 薄板状物体のマニピュレーションにおける曲げ変形操作の静力学的解析, 日本機械学会論文集(C編), 63巻608号, (1997), pp.1102-1109.
- 若松栄史, 平井慎一, 岩田一明 ; Bounded Force Closureに基づく変形しやすい物体の把持に関する静力学的解析, 日本機械学会論文集(C編), 64巻618号, (1998), pp.508-515.