

平成 16 年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな		きしなみ たけし					
研究代表者氏名		岸浪 建史		所属研究機関 ・部局・職		北海道大学・大学院情報科学研究科・教授	
研究課題名	和文	プロダクトライフサイクルのためのデジタルセマンテック製品モデルの研究開発					
	英文	Research on Digital semantic product model for product life cycle support					
研究経費		平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	総合計
16年度以降は内約額 金額単位：千円		30,000	22,100	7,100	5,500	6,300	71,000
研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）				
岸浪 建史	大学院情報科学研究科・教授	生産情報工学	研究統括および生産における人間とコンピュータの協調作業を可能とするデジタルセマンテック製品モデルデータの検証実験				
金井 理	大学院情報科学研究科・助教授	生産情報工学	プロダクトライフサイクルの表現と製品機能モデル				
田中 文基	大学院情報科学研究科・助教授	生産情報工学	生産における人間とコンピュータの協調作業を可能とするデジタルセマンテック製品モデルデータの検証実験				
赤間 清	情報基盤センター・教授	情報科学	XMLの表現と変換と推論に関する基礎的研究				
三井 聡	旭川工業高等専門学校・助教授	生産情報工学	プロダクトライフサイクルのための工具のデジタルセマンテック製品モデル化				
近藤 司	函館工業高等専門学校・助手	機械工学	製品機能モデルのための加工法のモデル化に関する基礎的な研究				
山田 誠	函館工業高等専門学校・助教授	機械工学	製品機能モデルのための工作機械のデジタルセマンテック製品モデル化				
当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>大型工業製品（船舶、ビルディング、航空機、ダム、橋等）の設計・生産・利用・保守にわたるプロダクトライフサイクルは50年以上に及ぶ。この年月の間に情報処理技術は急速に変化・発展することが確実である。例えば、過去30年の間にコンピュータのハードウェアは3-4桁の性能向上を可能とし、計算機言語もめまぐるしく変化発展してきた。このような状況下で、工業製品の設計・生産・利用・保守データを同一のコンピュータシステムで50年にわたって利用・管理することは極めて困難であるばかりで、貴重なデータの維持すら危険であると言える。製品のライフサイクル全般にわたって貴重なデータを維持・利用・管理するためにはコンピュータの実装系に依存しない、データの意味と品質を保証するデジタルセマンテック製品モデルが必要となる。さらに、製品ライフサイクルの各段階において必要なモデル(Functional Model)を導出し、人間とコンピュータの協調作業を可能とするデジタルセマンテック製品モデルとそのコミュニケーションシステムに関する研究開発が必要とされている。このような背景の下で、本研究の目的は以下の3点にある。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 工業製品の設計と生産を統合する製品モデルの意味と品質を保証するデジタルセマンテック製品モデルの確立。 2) 設計モデルから生産モデル(Functional Model)を導出するメカニズムの確立。 3) 設計・生産における人間とコンピュータの協調作業を可能とするデジタルセマンテック製品モデルデータの確立。 							

これまでの研究経過（研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。）

前述した目的の各項目に対するこれまでの研究経過を以下に示し、下図にまとめた。

(1) 工業製品の設計と生産を統合する製品モデルの意味と品質を保証するデジタルセマンテック製品モデルの確立(Quality Assurance)。

デジタルセマンテック製品モデルデータの品質の保証を可能とする方法に関する研究

- 等価変換(Equivalent Transformation)言語に基づく、構造化されたルールによるモデルデータ品質保証アルゴリズム記述とそのルール検証の高速な実行を実現した。

XML によるデータ表現と変換と推論に関する基礎的研究

- XML の問い合わせ処理、データの相互変換を可能とするオントロジマッピングメカニズム技術を開発した。

(2) 設計モデルから生産モデル (Functional Model) を導出するメカニズムの確立 (Functional Modeling)。

3 軸加工を対象とした生産設計モデル(Functional Model)への変換

- 3 軸加工による生産設計を対象として、工具と加工運動に基づいたフィーチャとした生産設計モデル(Functional Model)への変換理論を構築した。

5 軸加工を対象とした生産設計モデル(Functional Model)への変換

- 5 軸加工による工具軸割出加工に対する生産設計を対象として、加工可能形状をフィーチャとした生産設計モデル(Functional Model)への変換理論を構築した。

加工システムモデル(Functional Model)への変換

- 加工システムモデルの一要素であるフィーチャモデルに基づいた加工システムの予備検証実験を行った。

実例の一つとして、工具のデジタルセマンテック製品モデル化に関する研究

- EXPRESS/XML を用いて切削工具のライフサイクルの各段階におけるモデル化とそれらもモデル間のデータ変換に関する研究を行った。

(3) 設計・生産における人間とコンピュータの協調作業を可能とするデジタルセマンテック製品モデルデータの確立(Semantic Modeling)。

設計形状モデルにおけるセマンティックモデル化の研究

- 設計形状モデルのセマンティックモデル化について検討を行い、形状モデルとして多重解像度メッシュモデルを採用しその処理アルゴリズムの有効性を確認した。

製品機能モデルのための加工法のセマンティックモデル化に関する基礎的研究

- 加工法のセマンティックモデル化として、形状創成関数を用いた加工プロセスモデルを提案し、その基礎理論を構築した。

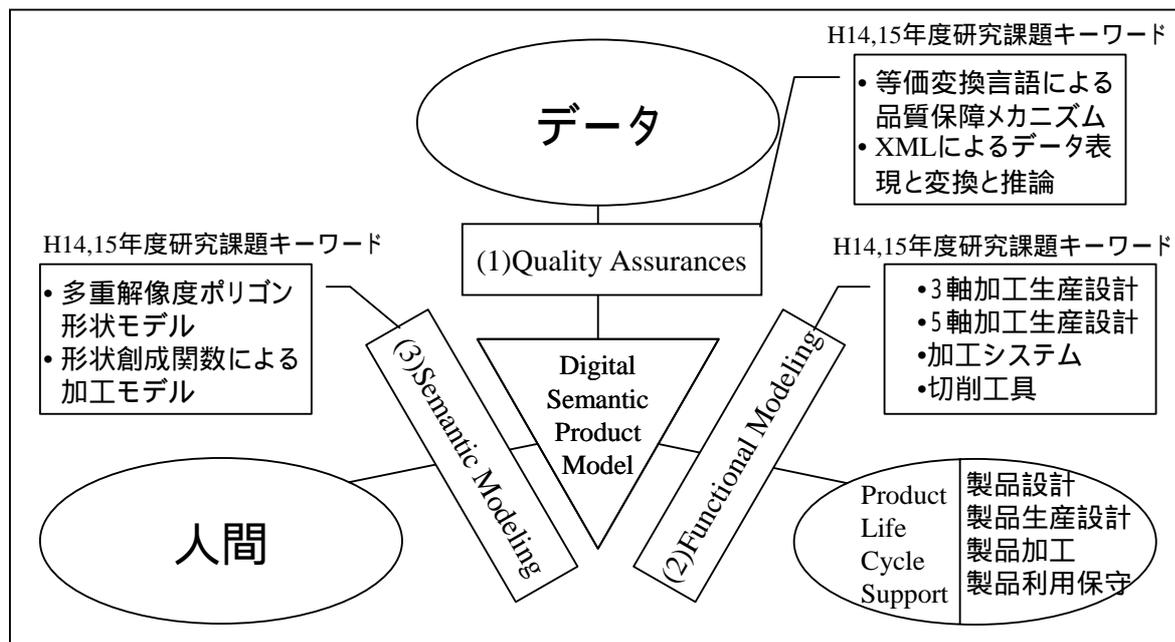


図 これまでの研究経過

特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

これまでの研究における学術的な特記事項を以下に述べる。

1. 等価変換 (Equivalent Transformation) 言語に基づいたモデルデータ品質保証アルゴリズム構築の基礎的研究

製品モデルデータの品質保証は、モデルデータが設計から生産までを支援するには必ず解決しなければならない問題であり、その不具合によって多大な時間的、金額的損失が生じていた。

本研究で提案する「等価変換言語に基づいたモデルデータ品質保証アルゴリズム構築法」は、拘束充足問題を等価変換によって問題を単純化し解くことを原理とするモデルデータ品質保証アルゴリズムであって、構造化された記述法と未充足条件を検出する効率的なアルゴリズム構築が期待でき、その実用化が達成されることによるインパクトは大きい。

2. 形状創成関数を用いた加工プロセスモデルと工程設計システムモデルの研究

機械部品のフライス加工に対する工程設計システムにおいては、用いられている加工フィーチャが単に幾何学的な取り扱いの容易性から選択されており、加工プロセスとの理論的関連性がないため、加工フィーチャから加工プロセス情報の導出は経験則を基にしたデシジョンテーブル方式であった。このため新たな素材と加工法に柔軟に対応できなく、作業者の介入を必要とするなどの問題点があった。本研究では、形状創成関数を用いて加工フィーチャを工具切れ刃形状の運動による包絡形状として数学的にモデル化することにより加工プロセスモデルを構築し、その逆問題として工程設計モデルを構築する方法論を提案した。本研究は工程設計における基礎理論を構築したものであり、その実用化が達成されることによるインパクトは大きい。

3. 5軸工作機械による工具軸割出加工に対する生産設計を対象として、割出角における加工可能形状をフィーチャとした生産設計モデル(Functional Model)への変換の基礎理論

生産加工分野の一つである金型加工においては、その形状の複雑さからほとんどの金型はボールエンドミルを用いた3軸制御工作機械により加工されており、急勾配深溝部の加工において工具突出し長さを長くする必要があり加工能率が著しく低下していた。

本研究で提案する工具軸割出加工と、それによる加工可能形状をフィーチャとした生産設計モデルへ変換理論は、有効な切れ刃形状の選択と工具突出し長さを短くすることが可能となるため、従来に比べ高速に高精度加工することが可能となる。本手法を支援する生産設計モデル構築方法が確立されることによるインパクトは大きい。

4. EXPRESS/EXPRESS-X/XML を用いアプリケーションに依存したデータの相互変換を可能とするオントロジマッピングメカニズム

競争力強化のために、生産活動の効率化が望まれており、各情報システム間の相互連携が必要となっているが、各情報システム内で用いられるデータベースのスキーマ(データの定義集合)構造が異なり、データベース間におけるデータ交換が困難であった。

本研究で提案するSTEP/EXPRESSによるデータベース構築方法とスキーマの異なる生産情報システム間の相互連携のためのオントロジマッピングに基づく双方向スキーマ変換プログラム自動生成方法は、異なるデータベース間のデータ交換を可能とし、生産活動の効率化へのインパクトは大きい。

5. 形状モデルとしての多重解像度メッシュモデルとその処理基本アルゴリズムの構築

工業製品の設計・生産プロセスにおける、様々な計算機支援システム間の異なる種類の形状モデル利用に起因する、製品開発の非効率さの問題を解決するために、三角形メッシュモデルを統一的に用いた設計・生産プロセスを提案し、それを実現するための基本機能を、多重解像度メッシュモデルを用いて実現した。従って、その実用化が達成されることによるインパクトは大きい。

研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(発表予定のものを記入することも可能。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。)

1. A Hierarchical Machining Process Plan and Required Data Model, T. Kishinami and F. Tanaka, Proceedings of 2002 Japan-USA Symposium on Flexible Automation, 511-516, 2002
2. EXPRESS/XML based Data Modeling for Tool Data Management, T. Kishinami, S.Mitsui, F.Tanaka and A.Kobayashi, Proceedings of the 12th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing(FAIM2002), 279-288, 2002
3. 加工プロセスのモデル化に基づく工程設計に関する研究(第2報) - フライス加工に対する Operating Step と Working Tool の幾何学的モデル - , 田中文基,外山尚介,岸浪建史, 精密工学会誌, 68(5), 665-670, 2002
4. EXPRESS/XMLによる切削工具情報モデルと Tool Life Cycle Support, 三井 聡, 田中文基, 岸浪建史, 精密工学会誌, 68(10), 1321-1325, 2002
5. Seamless Modeling and Simulation Methodology of Distributed Control Systems based on Object-Oriented Design Pattern, T.Tomura, S.Kanai, T.Kishinami, K.Ibuka, K.Uehiro and S. Yamamoto, Proc. of the 6th International Conference on Mechatronics Technology, 254-259, 2002
6. 表面詳細合成形状の意匠設計用メッシュモデリング, 伊達宏昭,金井 理,岸浪建史, 第20回設計シンポジウム 講演論文集, 32-38, 2002
7. Query Formulation and Evaluation of XML Databases, K. Akama, C. Anutariya, V. Wuwongse and E. Nantajeewarawat, WITASI 2002, 273-288, 2002
8. 区間変数に関する包含制約の等価変換, 馬淵浩司,赤間 清,繁田良則,小池英勝, 人工知能学会誌, 17(1), 23-31, 2002
9. 負制約の等価変換による問題解決の基礎理論, 小池英勝,赤間 清,馬淵浩司,岡田浩一,繁田良則, 人工知能学会誌, 17(4), 354-362, 2002
10. Program Synthesis Based on the Equivalent Transformation Computation Model, K.Akama, E.Nantajeewarawat and H. Koike, Proc.12th International Workshop on Logic Based Program Development and Transformation (LOPSTR 2002), 285-304, 2002
11. 鏡面反射スポット画像に基づく形状計測装置の開発, 山崎知之,近藤 司,金子俊一,五十嵐悟, 型技術, 17(8), 104-105, 2002
12. High Efficiency Sculpture Surface Machining by Automatically Indexing Tilted Tool Axis on 5-axis Machining Center in Mold and Die Machining, M.Yamada, F.Tanaka, T.Kishinami and A.Kohmura, Proceedings of the 13th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM2003), 504-512, 2003
13. Removal Volume Modeling for Process Planning Based on Form-Shaping Function, F.Tanaka, M.Takinami and T.Kishinami, Proceedings of the Second International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, 747-752, 2003
14. Data sharing among Multiple Product Ontologies, Takeshi Kishinami, Fumiki Tanaka and Akihito Kobayashi, Proceedings of The 1st International Workshop on Ubiquitous Knowledge Network Environment, 2003
15. パラメタライゼーションを用いた表面詳細合成形状の三角形メッシュモデリング, 伊達宏昭・金井理・岸浪建史・精密工学会誌, 69(4), 581-585, 2003
16. メッシュモデルの LOD 制御技術とそのデジタルエンジニアリングへの応用, 金井 理・伊達宏昭・岸浪建史, 精密工学会誌,69(4), 490-493, 2003
17. Integration of Syntactic Analysis and Semantic Interpretation Based on Equivalent Transformation, Mabuchi,H, Akama,K., Ishikawa,T., and Koike,H., Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACI3), 7・3, 306-314, 2003
18. XML declarative description with negative constraints, Chutiporn Anutariya, Vilas Wuwongse and Kiyoshi Akama, INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEMANTIC WEB FOUNDATIONS AND APPLICATION TECHNOLOGIES, 2003
19. XML Declarative Description with First-Order Logical Constraints, C. Anutariya, V. Wuwongse and K. Akama, Workshop on "Knowledge Grid and Grid Intelligence", 2003
20. Formalization of Computation Models in View of Program Synthesis, Akama, K. and Nantajeewarawat, E., Proc. of the 4th International Conference on Intelligent Technologies (InTech 2003), 507-516, 2003
21. 工具切れ刃位置性能を考慮した工具姿勢評価に関する研究, 米光勇一,近藤 司,金子俊一,山田誠, 型技術, 18(8), 98-99, 2003
22. 5軸 NC 工作機械による主軸傾斜曲面加工法に関する研究(第1報) - 高能率金型加工のための最適割出し角自動決定方法 - , 山田誠・田中文基・近藤 司・岸浪建史・香村章夫,精密工学会誌, 70 (1), 65-69,2004