

シンセシスのモデル論

Modeling of Synthesis

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96P00701)

プロジェクトリーダー

富山 哲男 東京大学人工物工学研究センター・教授

コアメンバー

村上 存 東京大学大学院工学系研究科・助教授

鷲尾 隆 大阪大学産業科学研究所・助教授

武田 英明 国立情報学研究所・助教授



1. 研究目的

このプロジェクトは、設計に代表される人間の行為であるシンセシスを科学的に解明・理解し、それを説明するモデルの構築を目指す研究を行うものであった。

2. 主要な成果

主たる成果としては、シンセシスとアナリシスの思考過程モデル、マルチプル・モデルベース推論、機能モデリングとシンセシス言語による定式化、シンセシスのプロセスに関する知識操作レベルモデル(これ自体はさらに論理操作とモデリング操作に分解される)シンセシスのコアであるアブダクションの戦略の一つとしての semantics constrained abduction と model-based abduction、シンセシスのモデル検証のためのレファレンス・モデル、それを用いた知識操作レベルモデルの検証、検証のためのテストベッド開発とテストベッドによる検証、また既存の設計学・設計理論との比較検討などに関する知見がある。

3. 研究成果の持つ社会的インパクト

本プロジェクトはシンセシスのモデルを構築するいわば科学的色彩の強い研究である。したがって工学的な実用的価値を直接的に目指した成果は、プロジェクトの副産物であるシンセシスのモデルの検証を行うテストベッドが中心となる。このテストベッドは KIEF (Knowledge Intensive Engineering Framework)と呼ぶ設計対象物のモデル管理を行うシステムと、DDMS (Design Document Management System)と呼ぶ設計過程の管理を行う設計知識管理システムからなり、設計作業を高度に支援する CAD システムである。図 1 はこのシステムのアーキテクチャであるが、設計知識の獲得、共有、再利用化を可能にしているところに大きな特徴がある。

(1) KIEF 設計においては、設計対象物に関する複数のモデル(例えば幾何モデル、機能モデル、有限要素モデルなど)を構築し、これらを有機的に利用して設計を進める必要がある。KIEFは既存のさまざまなモデリングシステムを結合することによる複数のモデル間のデータ整合性管理、モデル構築支援機能、モデルを利用した解析支援機能などを有している。また、これらの機能を実現するための工学的な概念に関する知識ベースを備えている。

(2) DDMS これは、設計文書を作成すること自体が設計の過程であるというコンセプトに基づいて、設計過程そのものを記録しながら、作成されたモデルや引用した情報をすべて記録していくことで設計過程管理を行う機能をもつ。KIEFへのインターフェースとして機能するため、ユーザーは DDMS から KIEF を介して各種のモデリングシステムへアクセスすることが出来る。作成した設計文書は HTML 文書になり、知識共有、再利用が容易である。

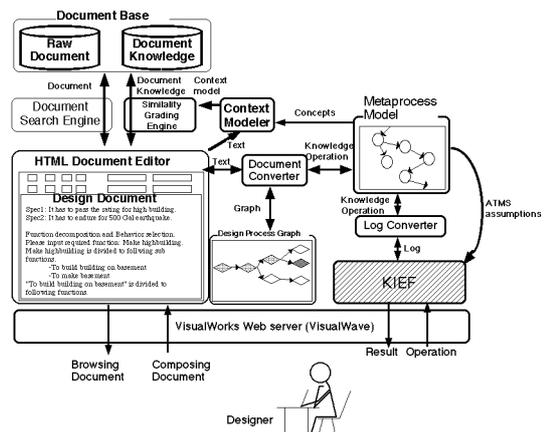


図 1. テストベッドのアーキテクチャ

図 2 から図 6 は、このシステムを利用した設計の例である。各種モデリングシステムによる対象モデルの構築とそのデータの管理、設計過程の管理、設計者の知的支援などが統一的に実現されている。

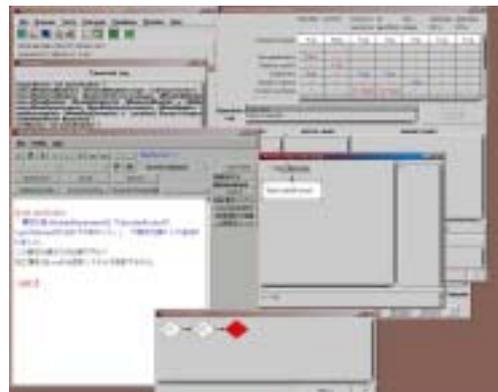


図 2. 設計仕様入力

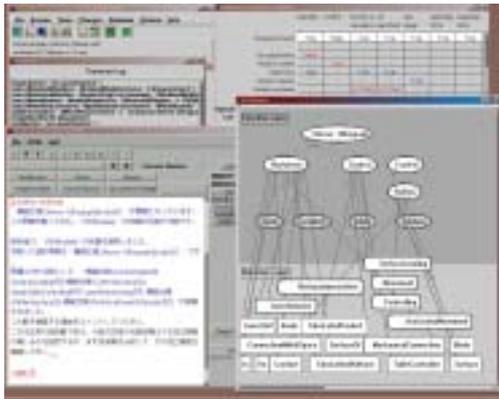


図 3 . 機能モデリングシステムを利用した機能設計



図 4 . 幾何モデラ (ProEngineer) を利用した形状設計

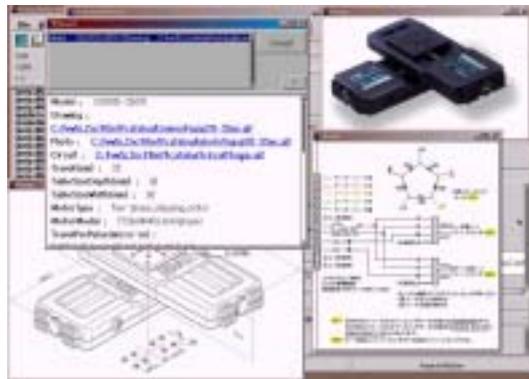


図 5 . カタログ選定システム

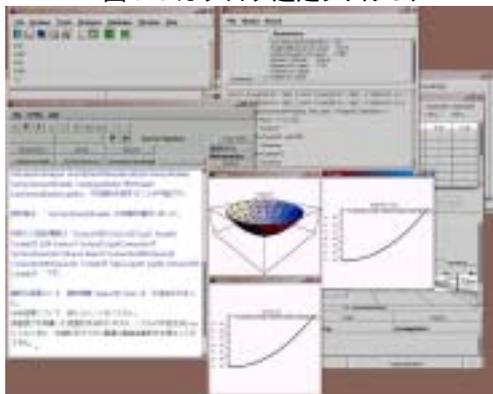


図 6 . 解析システムの利用

4 . 主要発表論文

1. T. Sekiya, A. Tsumaya, and T. Tomiyama: "Classification of Knowledge for Generating Engineering Models," in S. Finger, T. Tomiyama, and M. Mäntylä (eds.): *Knowledge Intensive Computer Aided Design*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, pp. 73-90, 1999.
2. H. Takeda, A. Tsumaya, and T. Tomiyama, "Synthesis Thought Processes in Design," in H. Kals and F. van Houten (eds), *Integration of Process Knowledge into Design Support Systems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, and London, (1999), pp. 249-258.
3. T. Tomiyama: "General Design Theory and its Extensions and Applications," in H. Grabowski, W. Rude, and G. Grein (eds.), *Universal Design Theory*, Shaker Verlag, Aachen, Germany, (1998), pp. 25-45.
4. M. Yoshioka, T. Sekiya, and T. Tomiyama: "Design Knowledge Collection by Modeling," in G. Jacucci, G. J. Olling, K. Preiss, and M. Wozny (eds.), *Globalization of Manufacturing in the Digital Communications Era of the 21st Century: Innovation, Agility and the Virtual Enterprise*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (1998), pp. 287-298.
5. M. Yoshioka and T. Tomiyama: "Pluggable Metamodel Mechanism: A Framework of an Integrated Design Object Modelling Environment," in A. Bradshaw and J. Counsell (eds.), *Computer Aided Conceptual Design '97, Proceedings of the 1997 Lancaster International Workshop on Engineering Design CAD '97*, Lancaster University, Lancaster, UK, (1997), pp. 57-69.
6. M. Yoshioka, Y. Shamoto, and T. Tomiyama: "An Application of the Knowledge Intensive Engineering Framework to Building Foundation Design," in S. Finger, T. Tomiyama, and M. Mäntylä (eds.): *Knowledge Intensive Computer Aided Design*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, (1999), pp. 197-212.
7. T. Xie, T. Murakami, and N. Nakajima: "Micro Photoforming Fabrication Using a Liquid Hollow Shaped by Pressure Difference and Surface Tension," *International Journal of the Japan Society for Precision Engineering*, Vol. 33, No.3, (1999), pp. 253-258.
8. T. Tomiyama, M. Yoshioka, and A. Tsumaya: "A Knowledge Operation Model of Synthesis," in A. Chakrabarti (ed.): *Engineering Design Synthesis - Understanding, Approaches and Tools*, Springer-Verlag, London, (2002), pp. 67-90.