

構造写像エンジンを利用した設計支援の考察

橋 和弘、森下太郎、山路孝浩

シャープ(株) 情報技術開発センター

1 はじめに

設計において一般にある機能を実現する物理構造は無数にあり、それらをすべて組み合わせて検証することは不可能である。しかしながら、設計者が行っているように過去の設計事例を容易に利用することができれば、機能から物理構造へのマッピングは過去の設計事例の中から要求される機能を満たす適切な設計事例を選択するという分類問題に置き換えることができる。価値工学(VE)では設計事例・設計対象システムの機能構成をシステマティックに表現する機能系統図が用いられており、その有効性が報告されている。著者らは過去の設計事例を利用して上流設計を含めて設計支援する研究[森下 91a]を行っている。本論文では機能系統図と構造写像エンジン(以下SWEと略す)による設計支援の検討結果について報告する。

2 機能と物理構造のマッピングに関する考察

2.1 機能系統図の問題点

機能系統図は設計事例、或は設計対象システムの機能構成を抽象的なレベルから実際の機能までを目的・手段の関係を基に表現したものである。その末端機能は設計事例の構成ブロック・部品と対応するものの、機能と物理構造の対応関係を一意に表現するものではない。ここで、物理構造とはある機能群を実現する素子・部品の組み合わせとする。目的・手段の関係には、制御関係、AND・OR関係、因果関係等の種々の関係も含めることで、機能系統図の表現能力は極めて高い。しかしながら、設計において機能系統図を物理構造へのインデックスに用いるには、下記の問題点がある。

- ・機能系統図で物理構造本来の機能構成が不明瞭
- ・設計段階で完全な機能系統図作成は困難

第1番目の問題点は機能系統図の表現能力の高さのため類似した物理構造を持つ設計事例同士でも異なる

機能系統図が作成されること、及び機能系統図の上位機能は抽象的な概念で表現され実際の物理構造の機能を反映していないことが考えられる。異なる機能系統図が作成されるというのは設計事例ごとに制御関係やAND・OR関係、及び因果関係等の違いによる。このため機能系統図から本来の物理構造とは関係ない機能を削除する必要がある。

第2番目の問題点は設計段階では設計者は設計対象システムに必要な機能を記述することはできるが、性能・実現機能に関する機能は十分に記述しきれない。性能・実現機能は設計の詳細化を進めて行くうちに明らかになっていくものである。このため設計対象システムの機能系統図はかなり、不完全なものになる。よって第1番目の問題点を改善し適切な機能系統図を得たとしても、過去の設計事例と比べて設計段階の機能系統図にはかなり抜け落ちがある。このため設計段階の機能系統図と設計事例の機能系統図のマッピングは部分的な照合により行う必要がある。

これらの問題点に対して著者らはデータフローに着目した機能系統図抽出と照合へのSWE利用を考えた。以下にこれらについて述べる。

2.2 データフローに着目した機能系統図抽出

物理構造は種々の機能から構成され、機能間にデータの流れ(以下データフローと称する)が存在する。著者らは機能系統図内で解析されたデータフローに含まれる機能群を含む最小の機能系統図(サブ機能系統図)が物理構造本来の機能構成を表現するものと考えた。抽出処理は、機能系統図から制御機能の削除、機能系統図のデータフロー解析、データフローごとのサブ機能系統図作成から成る。

この抽出法により機能系統図内での物理構造の関与する機能の範囲が限定され、想起すべき物理構造とは直接関係のない上位の抽象的機能の排除が行えるもの

Design Support Method by Structure Mapping Engine.

Kazuhiro TSUBAKI, Taro MORISHITA, Takahiro YAMAJI.

SHARP Corp. Information Systems Research and Development Center

と考えている。また、物理構造の組合わせにより生じると考えられるAND・OR関係、因果関係等もある程度機能系統図から排除できると考えている。なお、機能系統図ではデータフローが隅に表現されていないが、ISM手法[河村 77]の使用によりデータフローをシステムマティックに解析できると考えている。

2.3 照合へのSME利用

SME[森下 91b]はrelationの階層関係を利用して比較対象の類似度を数値化するプログラムであり、ベースとターゲット間において最上位のrelation間での対応がとれると、下位のrelation、attribute、entityが多少異なっても類似度を計算することができる。例えば、電子カウンターでは主要構成要素はカウンター、デコーダドライバ、表示素子であるが、これらの部品の機能は“計数を数える”、“計数を蓄える”、“計数のコードを変える”、“計数を写す”にそれぞれ対応する。電子カウンターを図1の機能系統図で表すとすると、SMEでは図2のようなカウンターに最低限必要な機能系統図でも、図1の機能系統図との照合による類似度計算が可能である。このような部分的な照合を可能にするSMEは不完全な機能系統図同士の照合には有効であると考えられる。

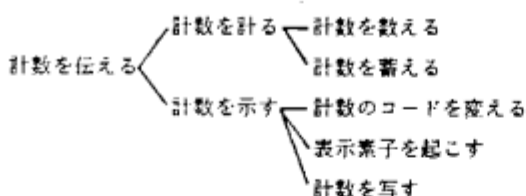


図1 設計事例の機能系統図

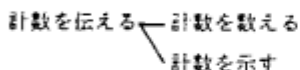


図2 設計対象システムの機能系統図

3 機能と物理構造のマッピング方式

上述の機能系統図とSMEを用いたマッピング方式のシステムの実現方法の処理フローは下記になる。

- [1]仕様・要求機能分析
- [2]機能分析

[3]データフロー分析

[4]SMEによる照合

仕様・要求機能分析は設計対象システムの要求仕様・要求機能をVEと同様に名詞、動詞、制約条件で定義する処理になる。

機能分析は目的・手段の関係を利用して入力された要求機能の詳細化を設計者との対話により行い、設計対象システムの実現に必要な機能を分析する処理である。この処理により設計対象システムの機能系統図が作成される。

データフロー分析は作成された機能系統図から制御に関する機能を削除したのに対してISM手法によりデータの流れを解析する処理になる。作成されるデータフローごとに機能系統図から物理構造に対応するサブ機能系統図が作成されることになる。

SMEによる照合では設計対象システムのデータフローに対応するサブ機能系統図と設計事例のデータフローに対応するサブ機能系統図との照合を行い、類似度の高い適切な事例のマッピングを行う処理である。

なお、予め本処理と同様のプロセスで事例ベースを作成しておく必要がある。

4 きいごに

機能系統図とSMEを利用した機能と物理構造のマッピング方式を述べた。現在、上記のマッピング方式を組み込んだ設計支援のための実験システムの開発・改良と事例ベース(対象は電子カウンター、時計回路等のデジタル回路)の作成を行っている。実験システムの開発・改良と事例ベースの作成後、本方式の有効性の確認を行いたいと考えている。本研究はICOT受託研究の一環として行われているものであり、本研究の機会を与えて頂いたICOT第7研究室の新田室長に深く感謝いたします。

[参考文献]

- [河村 77]河村和彦、複雑な社会問題を取り扱う手法:Interactive Structured Modeling, vol. 16, 1977.
- [森下 91a]森下太郎、他、構造写像を利用した事例ベース推論システム、人工知能学会第17回知識ベースシステム研究会資料, 1991.
- [森下 91b]森下太郎、他、事例ベース推論における構造写像エンジンの利用、情報処理学会第42回全国大会, 1991.
- [山路 91]山路孝浩、他、構造写像エンジンの高速化、情報処理学会第43回全国大会, 1991.