

多階層モデルにおける対象記述の合成

2J-6

久野 巧, 諏訪 基
(電子技術総合研究所)

1. はじめに

問題あるいはその中に現われる対象の表現は、その問題の解きやすさに影響を与える。特に、対象表現の具体的な記述作成が主要課題である設計問題において、不適切な対象表現は問題解決をより一層困難にする原因となる。筆者らが多階層モデル[1]に注目している理由の一つは、多階層モデルによる対象表現がそのような原因を除去できるからである。多階層モデルは対象がもつ複数の階層構造を独立に表現するので、他の階層からの影響を受けずに、それぞれの階層における対象記述を作成することが可能になる。

本論では対象の記述を多階層モデルという枠組みの中で合成する手法について述べる。

2. 従来の主な合成法

設計問題は、設計対象の動作仕様を実現するために、構成要素の組み合わせ(構造)と各構成要素の動作を決定する問題である。特に、構造と各構成要素の記述を具体的に作り上げる過程を合成という。合成法としてはトップダウン精密化や階層的生成検査法などがある[2]。トップダウン精密化では、まずおおまかな構造を決めて、それを順次詳細な部分に展開する。階層的生成検査法では、重要な構成要素から構造を仮に生成し、それが動作仕様を満足するかどうか検査する。

これら手法は対象が単一抽象レベルの階層構造をもつときにはかなり有効である。しかし、合成の前提となる動作仕様の抽象レベルは、合成の結果である構造や構成要素の動作のそれと異なる場合が多い。このような場合に上記の合成法を単純に適用すると、階層構造の中に抽象レベルの異なる記述が混在するようになるので、合成は極端に難しくなる。これを防ぐには分解(統合)と抽象レベルの変換を分離しなければならない。

ここで提案する合成法は、分解や統合と抽象レベルの変換を異なる階層構造で行うことによって、それぞれを独立した副問題として扱っている。

3. 多階層モデルの概要

この合成法は多階層モデルの性質に負うところが大きい。ここで多階層モデルの概要を説明しておく。

多階層モデルは、その名前のとおり、対象の中に存在する複数の階層を記述するための枠組みである[1]。多階層モデルによる対象表現は、従来の表現法のように対象を実体とそれらの関係で直接表わすのではなく、実体に属する相互作用のための変数(以下では境界変数と呼ぶ)とそれらの関係で記述する。この境界変数間の関係によって実体の集まりに一つの階層構造ができる。境界変数の関係が独立していれば、それによる階層も独立なものになる。

論理装置設計における重要な境界変数の関係としては、構成要素の接続関係と異なる抽象レベル間の対応関係がある。それら関係によって全体部分階層と上位下位階層ができる

たとえば、対象表現の具体例としてアキュムレータを考える。アキュムレータは、入力を与えられると直前の内部状態に入力の値を加えて出力し、その加えた値を新しい内部状態にする論理装置である。このアキュムレータという対象の多階層モデルによる表現を模式的に示すと図1のようになる。

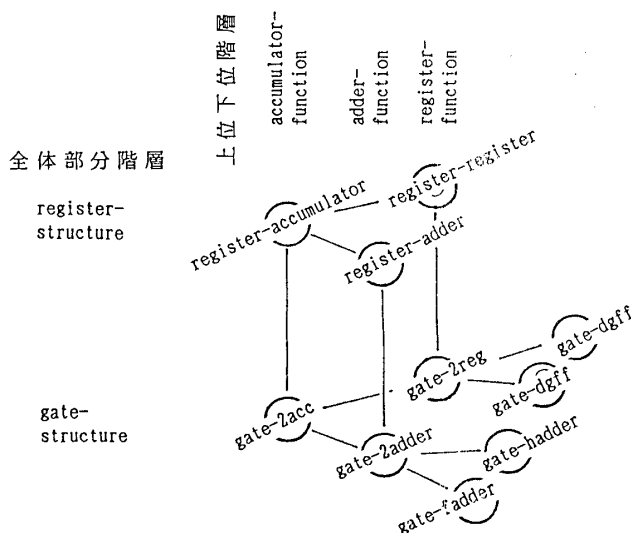


図1. 多階層モデルによる対象表現例

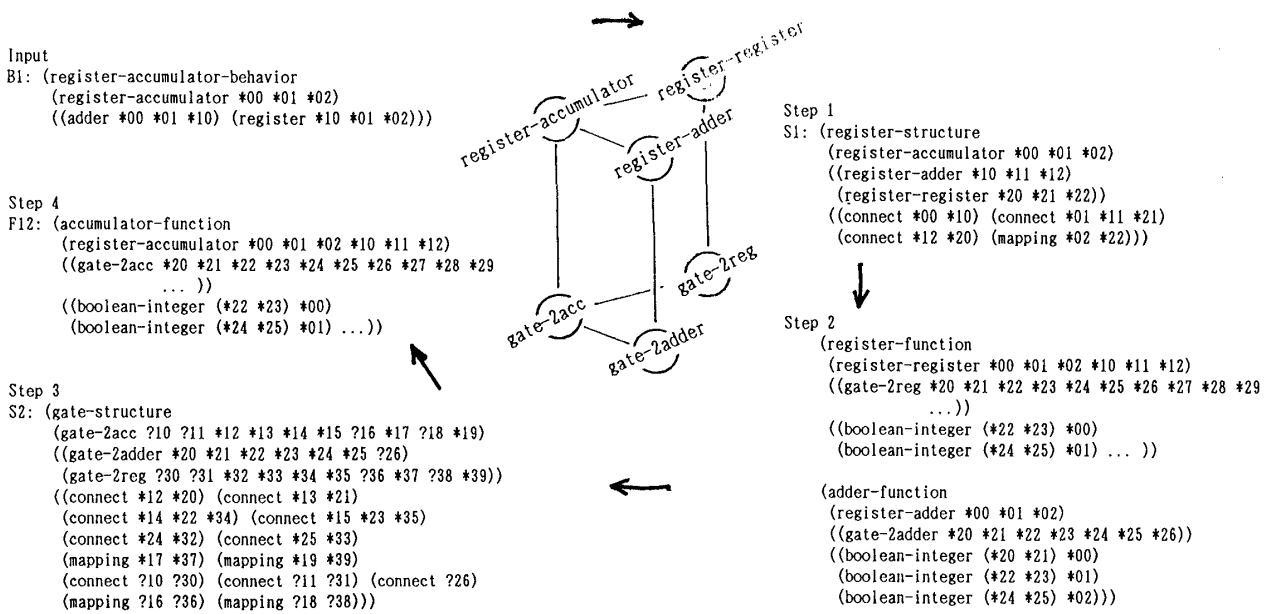


図2. アキュムレータの合成例

4. 設計対象の合成

合成のためのアルゴリズムを示す。このアルゴリズムに従えば、図1のような対象表現の具体例を合成することができる。

合成アルゴリズム:

入力: 多階層モデルの動作記述。

出力: 全体部分階層および上位下位階層に沿って展開した多階層モデルの各々の記述。

- ① 全体部分階層に沿って、動作(仕様)から構造を求める。
- ② 上位下位階層に沿って、構造に含まれる構成要素からそれに対応する具体的な構成要素を求める。
- ③ 全体部分階層に沿って(逆方向に)、具体的構成要素の組み合わせとしての具体的構造を求める。このとき、まず①の構造を写像し、大略の構造を決めた後で、残りの部分を求める。
- ④ 上位下位階層に沿って(逆方向に)、具体的構造から得た具体的動作を抽象化し、動作(仕様)と対応付ける。
- ⑤ ステップ①から④を対象表現の各ノードに再帰的に適用する。全体部分階層において原始要素に到達したとき、および上位下位階層において求める抽象レベルに達したときに終了する。

上記のアルゴリズムではいくつかの基本的な操作を前提にしている。たとえば、それぞれの階層に沿った展開は設計知識として格納されているものを利用する。ここではこれらの詳しい説明を省略する。

5. 合成例

図2は、合成アルゴリズムのステップ①から④を、アキュムレータのレジスタトランスフェレレベルでの動作記述B₁に適用したときの様子を示している。ステップ①でB₁からレジスタトランスフェレレベルでの構造記述S₁を求め、ステップ②でS₁の各構成要素を具体化する。ステップ③でゲートレベルでの具体的構造記述S₂を求めて、ステップ④でB₁と対応付ける。

6. おわりに

多階層モデルは対象のもつ階層性を正確に表現する。その性質を利用した合成法について述べた。この合成法は従来の合成法と本質的に異なるものではないが、独立な副問題に分割することによる段階的合成を可能にしている。

今後の課題は複数階層での同時多方向の展開をどのように制御するかである。

謝辞

研究の機会を与えていただいた当所電子計算機部田村浩一郎部長に感謝します。また、ご討論いただいた人間機械システム研究室の諸氏に感謝します。

参考文献

- [1] 久野巧: 多階層モデルによる設計対象の表現, 信学技報, vol. 87, no. 390(1988).
- [2] 小林重信: 知識工学的的方法論, システムと制御, vol. 31, no. 4, pp. 275-285(1987).