

TM-0449他

学会発表論文(エキスパート)

第5研究室

January, 1988

©1988, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191 ~ 5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

- TM 0449 一般化／特殊化関係に基づく回路の再利用設計 —手法—
丸山文宏、松永裕介、角田多苗子、川戸信明
- TM 0450 一般化／特殊化関係に基づく回路の再利用設計
—試作システム—
松永裕介、丸山文宏、角田多苗子、川戸信明
- TM 0466 文章知識プリミティブを用いた知識獲得の方法(3)
森下太郎、和田生寛、勘座浩幸、空閑茂起
- TM 0486 T-invariantを利用した通信システム用設計仕様における
サービスの解析
上田佳寛、湯山さつき、田中亘、長谷川晴朗、柴田健次

一般化／特殊化関係に基づく回路の再利用設計 —手法—

丸山 文宏 松永 裕介 角田 多苗子 川戸 健明

富士通株式会社

1. はじめに

データベース系機能ブロックを効率的に設計するため、過去に設計された回路をライブラリに登録しておき、適宜参照・修正して設計を進める、論理回路の再利用設計手法について述べる。

加算器や比較器などのデータベース系機能ブロックの設計においては、多くの設計に同じパターンの回路が現れるケースがしばしば見られる。ほとんど同じ回路（論理ゲートのレベルで等価な回路）でありながら、回路を実現する半導体テクノロジーが違いため、別々のセクションで設計されるため、あるいは同じセクションでも、互いに独立に設計が進められるため、設計工数が重複して掛けられていることになり、無駄が多い。ソフトウェアの世界で、部品化したモジュールを再利用してプログラミングを行う部品再利用設計が唱えられているように〔1〕、デジタル・システムの設計でも、再利用設計が設計効率化と品質向上の1つの解に成り得ると考えられる。再利用設計で得られた回路がライブラリに未登録の場合、新たに登録することにすれば、設計資産を蓄積し、有効に活用できることになる。

我々は、以下に定義する一般化／特殊化の関係に着目し、新しい再利用設計の手法を提案する。

2. 一般化と特殊化

ある回路（回路A）のいくつかの入力端子をそれぞれ特定の入力値（0または1）に固定し、かつ／または、いくつかの出力端子を取り去った場合、別のある回路（回路B）と実質的に同じ回路になる時、回路Aを回路Bの一般化（回路Bを回路Aの特殊化）と定義する。これは、回路Aを回路Bの機能に限定して使うこともできることを意味する。

図1の例では、全加算器の入力端子C1（キヤリー入力）を0に固定し、出力端子CO（キヤリー出力）を取り去る（無視する）こ

とにより、実質的にはExclusive-ORとなる。従って、図1の全加算器はExclusive-ORの一般化であり、Exclusive-ORは全加算器の特殊化であると呼ぶ。ちなみに、図1は試作システムで特殊化処理を行った結果の出力である。

3. 再利用設計の手法

再利用設計の課題として、

- (1)どのように回路を検索するか、
 - (2)もし適当な回路がライブラリに見つからない場合どうするか、
 - (3)検索した回路をどのように自分の設計にカスタマイズするか、
- を念頭に置き、一般化／特殊化の関係に基づく手法を考案した。

図2に、本手法によるデータベース系機能ブロックの再利用設計の手順を示す。まず、必要な機能を合わせ持った回路をライブラリで検索する。見つかった場合には、余分な機能を取り除いてよりコンパクトな回路にカスタマイズする処理に移る。ライブラリに見つからない場合は、必要な機能の一部ずつを実現している回路を部品として使って一般化処理を行う。その結果を新たにライブラリに登録することもできる。

カスタマイズ処理としては、特殊化回路に変換する特殊化処理と冗長な部分を取り除く局所変換を行う等価変換処理を用意する。その結果に満足できなければ、適当なところに戻ってやり直すことができる。全く新しい回路をライブラリに登録する時や設計者が直接手を入れたい時のために、エディタはいつでも使用可能とする。

3.1 構造化ライブラリ

ライブラリに含まれる回路の間には、上に述べた一般化／特殊化の関係を入れる。この関係をたどって効率的な探索ができる。例えば、加算を行うと明記された回路の一般化回路もやはり加算機能を持っており、機能が豊富な回路の特殊化回路には、機能が限定されたコンパクトな回路がある。

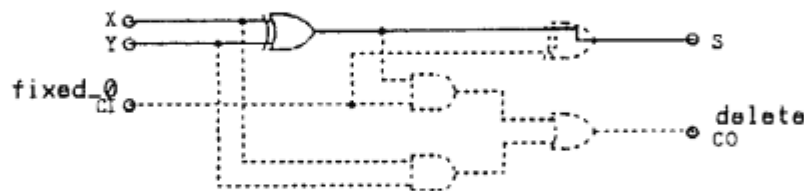


図1 一般化／特殊化の例

Functional Component Design by Reuse —Method—

Fumihiko MARUYAMA, Yusuke MATSUNAGA, Taeko KAKUDA, Nobuaki KAMATO

FUJITSU LIMITED

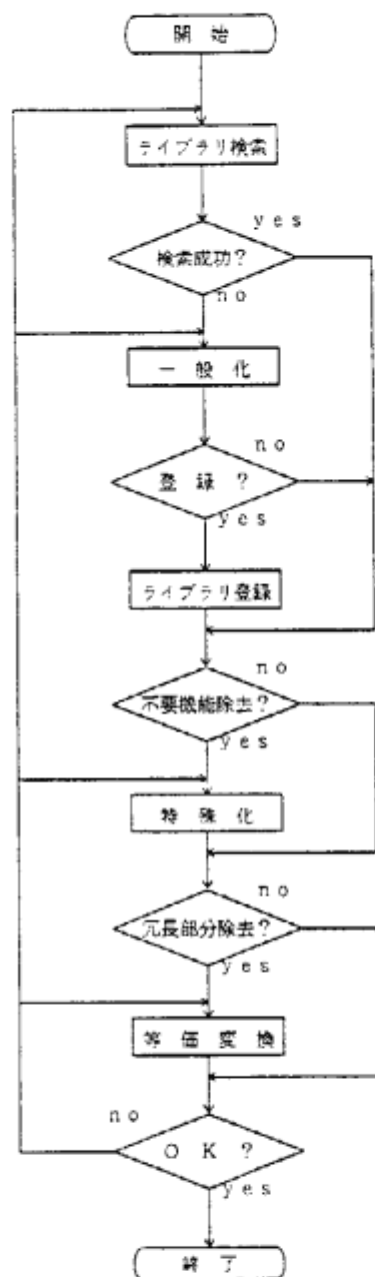


図2 再利用設計の手順

検索にはプリミティブな機能をキーとして使う。例えば、カウンタに関するプリミティブな機能には、パラレル・ロード、カウント・アップ、カウント・ダウン等がある。これにより、きめ細かい検索が可能になると思われる。

3.2 一般化

一般化処理では、要求される（一般には複数の）機能をそれぞれ

実現する部分回路を組み合わせてそれらの一般化回路を作ることで、要求される全機能を実現する。まず、部品として、必要な全機能の一部ずつを実現している回路をライブラリから選出する。これらは、全体として、必要な全機能をカバーするように選ぶ。一般化の1つの方法としては、部品回路が出力端子を共有すべき場合、適当な制御コードのもとでそれらをマルチプレクスするものがある。

3.3 特殊化

特殊化処理としては、余分な機能を取り除くために、

(1)入力端子を0/1に固定する、

(2)出力端子を取り去る、

(3)使わない制御コードでしか活性化しない部分を取り除く、

といったものがある。ただし、(1)については、制御信号だけでなく、回路に入力されるデータを固定する場合にも適用できる。例えば、加算器の一方の入力を0に固定する特殊化処理により、インクリメント回路が生成できる。

3.4 等価変換

一般化や特殊化の処理を行った結果、冗長な部分が生じてしまうことがある。等価変換は、このような部分を取り除くため、回路の機能を変更しないように局所的に回路を変形する。

4. おわりに

論理回路は、他とのインターフェースが2値で取れるため、ライブラリに登録する際わざわざ加工する必要がなく、カスタマイズも比較的簡単であり、再利用設計がやりやすい分野と言える。この手法の対象を半導体テクノロジーに独立な回路レベルとすれば、テクノロジーを超えて再利用が可能であるが、汎用大型コンピュータの設計のように非常に制約条件の厳しい設計に対しては、遅延時間や極性等も考慮したテクノロジー依存の再利用設計手法とすることが必要と思われる。

いずれにせよ、設計者が自分のコントロールのもとで、これまでの設計資産を有効に利用しながら効率的に設計を行える設計環境を実現するため、更にこの手法の検討、試作システムによる評価を進めていきたい。

なお、特殊化処理を利用して部分回路がどのような機能の回路であるか理解すれば、全体の回路の理解につながるから、特殊化処理は他人の設計した回路の理解にも役立つであろう。

謝辞

この研究を進めるにあたって御支援頂いたICOT第五研究室藤井室長に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 魚水浩幸, 岡村和男, 阿草清哉, 大野豊: クラス再利用支援のためのオブジェクトモデル, コンピュータソフトウェア, Vol. 3, No. 3 (1986), pp. 61-70.