

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

富士通株式会社

1. はじめに

我々は、一般化／特殊化の関係に基づく論理回路の再利用設計手法について検討を進めている[1]。ここでは、ワークステーション上に構築した実験システムについて報告する。

2. システム構成

図1に全体の構成を示す。本システムは大きく分けて、特殊化・一般化、及び等価変換を行う処理部と、ライブラリ管理部、及び表示・入力を行うマン・マシン・インターフェイス部からなる。

2.1 特殊化モジュール

図2に特殊化を実行中の画面を示す。設計者が特殊化を行うには、その種類（入力端子：0に固定、1に固定、出力端子：削除）を選び、操作の対象となる端子をマウスでクリックすることで行う。システムは、固定されたり削除された部分回路を点線で表示する。また、設計者の指示により任意の状態に戻ることを可能にするため、1回1回の操作ごとに特殊化の状態を記録しておく。

特殊化モジュールはこの他に、回路から余分な機能を取り除く処理も行う。これは、個々の必要な機能毎に端子を固定／削除して、そのいずれの場合にも活性化されない部分回路を削除することで実現した。この時、端子を固定／削除する情報は後述するライブラリ管理モジュールから得る。

2.2 一般化モジュール

一般化モジュールは、1) 部品となる部分回路の選択（ライブラリから検索）、2) 共有する端子の指定、3) 機能の制御コードの割り当て、を設計者の入力で行い、それらの情報から部分回路を一般化した回路を作る。この時、共有する端子から共通に使用できる部分と、共有部分を増やすことで、回路の増小化を計っている。

2.3 等価変換モジュール

等価変換モジュールは、1) 等価変換可能なパターンの検索、2) 等価変換パターンの置換を行う。どのパターンを置き換えるかは、その都度、設計者の指示を仰ぐ。特殊化と同様に以前に行った操作を取り消すことが可能である。図3に等価変換パターンの例を示す。

2.4 ライブラリ管理モジュール

ライブラリ管理モジュールは、1) ライブラリの検索、2) ライブラリの登録／削除を行う。一般化／特殊化の関係にあるライブラリの要素の間には「一般化／特殊化枝」と呼ぶ枝を張り、相互の回路間での端子の対応づけの情報、及び一方の回路には存在するが他

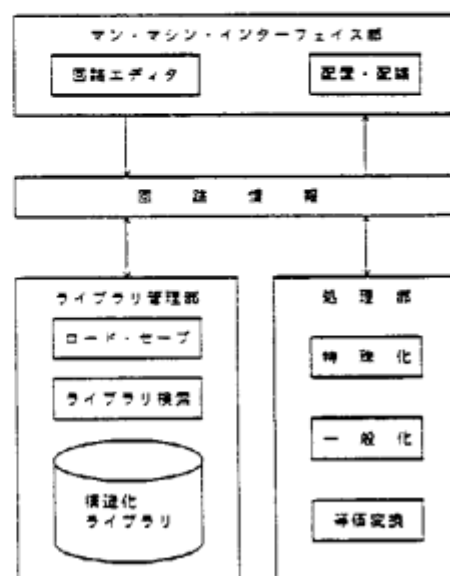


図1：システム構成

方では固定／削除されている端子の情報を保持する（図4）。また、ライブラリの要素のうち最もプリミティブなもの（これ以上、特殊化できない回路）はその機能名を持つ。より上位の、プリミティブでない回路はそれ自体では機能名を持たず、プリミティブな回路の機能名と一般化／特殊化枝を用いてその機能を特定する。

ライブラリの検索は、プリミティブな機能名をキーとして行い、それらの機能を全て含む回路を出力する。この時、A、Bという2つの機能で検索を行ってA、B、Cという余分な機能を含んだ回路が検索された時には、自動的に特殊化モジュールを起動してCの機能を削除した回路を出力する。また、複数の回路を部品として一般化した回路を登録する際には、自動的にその部品回路へ一般化／特殊化枝を張る。

2.5 エディタ、その他

本システムは上記の他に、回路図の入力を行ったり、出力された回路を手手で修正するための回路エディタや、特殊化・一般化・等価変換で回路が変更された時に、回路図を表示しなおす配置・配線モジュールを組み込んでいる。

3. 実験結果

特殊化の例として、加算器の一方の入力を0に固定し桁上げ入力を1に固定する操作を行い、人手で設計したインクリメント回路とほぼ同じ回路を生成することができた。また、74LS169（4ビット・2進・アップ／ダウンカウンタ）と等価な回路を、そのアップ／ダウン制御端子を特殊化することにより、74LS161（4ビット・2進・カウンタ）とほぼ等価な回路を生成することができた（図2）。

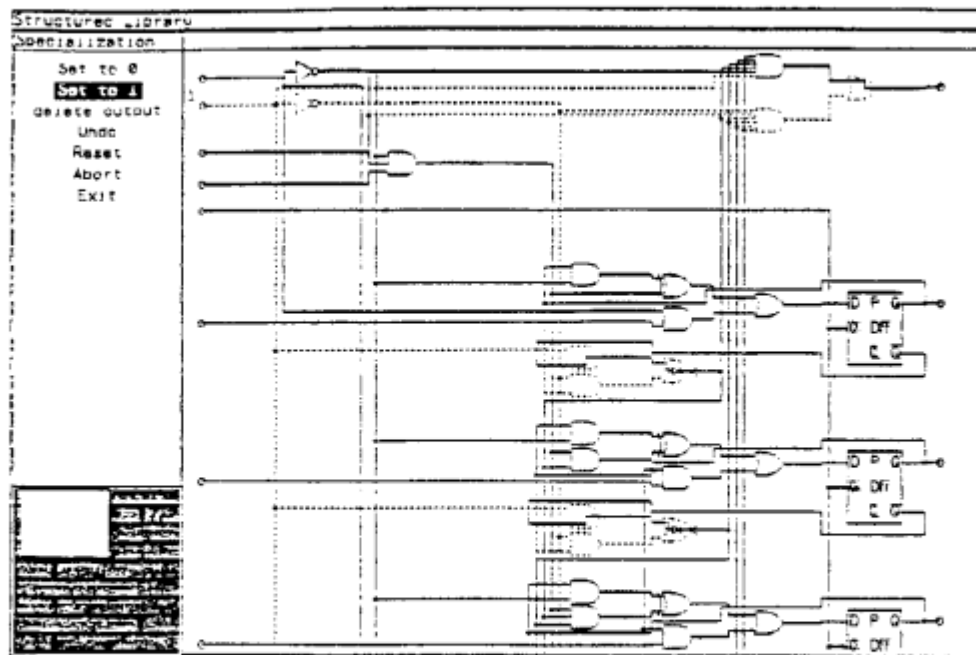


図2：特殊化処理の表示例

一般化の例として、4ビット2進カウンタ（74LS161と等価）と4ビット10進カウンタ（74LS160と等価）の回路を部品回路として、この2つの回路の機能を併せ持った回路を本システムを用いて設計した。表1に回路のゲート数、及び回路の占める面積の概算値（本システムではテクノロジーに因らない論理回路を扱うので、評価のために便宜的に用いる）を示す。それぞれの部品回路中で全体の約1/2を占めるD-F Fをはじめとてかなりの部分が共有できたので、各々の部品回路を合わせたものより約4割程度、面積を縮小することができた。

4. おわりに

ここで示したように、一般化／特殊化の関係を利用した再利用設計手法は、いくつかの例では有効な方法であることがわかった。今後、さらに多くの例について評価を行い、有効性を検討したい。

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

参考文献

- [1] 丸山 他：「一般化／特殊化関係に基づく回路の再利用設計手法」，情報処理学会 第36回全国大会 2X-2

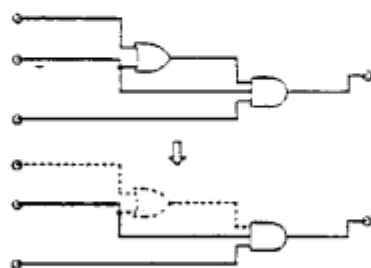


図3：等価変換パターンの表示例

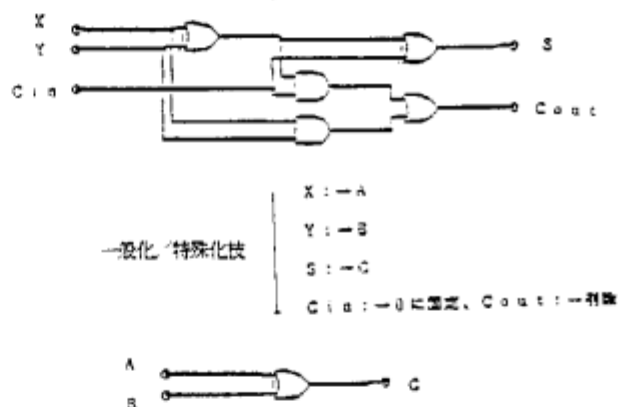


図4：一般化／特殊化技の例

表1：一般化によって作成した回路の面積評価

各ゲートの面積の概算値			部品となった回路						設計結果	
			2進カウンタ		10進カウンタ		2進+10進		個数	面積
種類	入力数	面積	個数	面積	個数	面積	個数	面積		
NOT	1	1	1	1	8	8	6	6		
AND	2	2	9	18	10	20	15	30		
	3	4	2	8	5	20	5	20		
	4	8	1	8	1	8	2	12		
	5	8	1	8	1	8	2	16		
OR	2	2	4	8	2	4	7	14		
	3	4	0	0	2	8	2	8		
XOR	2	8	4	32	2	16	4	32		
D-F F	2,1	4	84	4	84	4	84			
合計			185		172		222			