

4T-3

通信制御プログラムの
再利用支援システム

山下 博之

(NTT 電気通信研究所)

1. はじめに

データ通信サービスの急速な拡大及び多様化に伴い、通信制御プログラムに関し多数の制御手順を短期間でサポートする要求が強まっている。一方、ソフトウェアの生産性・信頼性向上を目的とした再利用技術の研究が盛んになっている。

本論文は、状態遷移表(マトリクス)駆動方式^[1]の通信制御プログラムを対象に、生産性・信頼性の向上を目的に構築した再利用支援システムについて述べるものである。

2. 状態遷移表駆動方式の通信制御プログラム

状態遷移表駆動方式の通信制御プログラム(以降、単に通信制御プログラムと称する)は、図1に示すようにマトリクスとルーチンという構成要素により実現される。さらに、ルーチンは、タイム、バッファ等の資源へのアクセスに対応する通信制御の基本機能処理を実現するマクロにより構成される。

また、その処理は、回線/リンクの状態と上位ソフトウェアからの指示やハードウェアからの通知であるトリガとの組合せ情報に基づき、マトリクスよりルーチンを選択・起動することにより行われる。(以降、上記のマトリクス、ルーチン、マクロ、状態、トリガを、通信制御プログラムのプログラム要素と称する。)

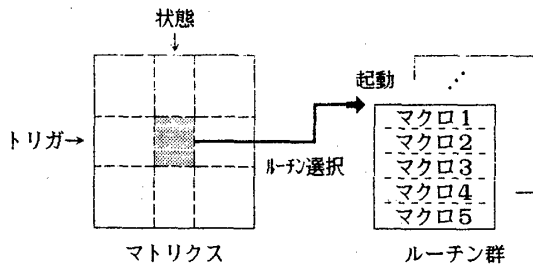


図1 状態遷移表駆動方式の通信制御プログラムの構成

3. プログラム再利用の分析

一般に開発対象のプログラムは、新規に作成する部分(A)、用意されている部品をそのままあるいは一部変更して使用する部分(B)、既存プログラムのある部分をそのままあるいは一部変更して使用する部分(C)に分けられる。(本論文では、上記B、Cに関して再利用という語を用い、そのうち特に、一部変更して使用することを流用と称する。)

通信制御プログラムの流用操作を分析すると、各プログラム要素に関する切出し及び追加・削除・置換の操作に分解できる。これを表1に示す。

表1 流用の対象とプログラム要素に対する操作

操作対象	流用対象	マトリクス			ルーチン		
		切出し	追加	削除	追加	削除	置換
プログラム要素	マトリクス	○					
	状態		○	○	○		
	トリガ		○	○	○		
	ルーチン(格子)				○		
	マクロ				○	○	○
	マクロパラメータ						○

プログラムの開発にあたっては、上記A、B、Cの部分を明らかにし、それぞれ作成/抽出した後、各部分を組合せる。特に流用部分については、まず、既存プログラム/部品の設計仕様及び開発対象プログラムの要求仕様に基づき上記操作列を作成する。次に、既存プログラム/部品のソースファイルにその操作を加えることにより変更し、開発対象プログラムのソースファイルを作成する。(図2)

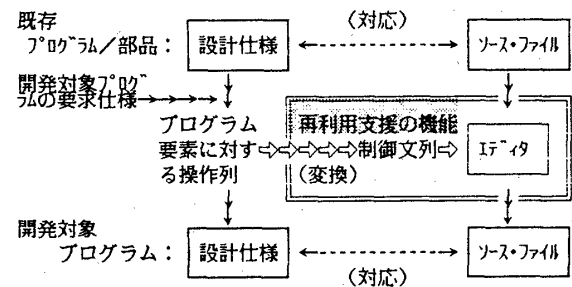


図2 流用部分に関するプログラム開発の手順

従来流用作業は汎用のファイル・エディタを使用してソースファイルの変更を行うことにより実施していた。その流用形態では、上記各プログラム要素に対する操作を意味的に対応しないエディタ制御文の列に一旦変換する必要があり、生産性・信頼性向上の阻害要因となっていた。

4. 再利用支援システムの概要

4.1 マンマシン・インタフェース

再利用支援システムにおいて生産性・信頼性向上の観点から重要なのは、マンマシン・インタフェースである。そのポイントは次の2点である。

- ① 抽象レベルの高い情報の操作で利用可能なこと。
- ② 新規作成と再利用とで作業環境上の差が小さいこと。

①については、設計段階での記述レベルと再利用支援システムの制御文の記述レベルとのセマンティック・ギャップを、後者を高めることにより極力小さくすることである。

本システムでは、表1のプログラム要素に対する操作と1対1に対応するように制御文を設定した。これにより、人手で上記ギャップを埋めることによる生産性・信頼性の低下を避けた。

②については、システムの走行環境はもちろん、ファイル形式、データ形式を統一することである。

特に、我々は通信制御プログラム開発のため、プログラム情報をデータベース(以降、単にDBと称する)化し、DBからソースファイルを生成する機能等を有する支援システムを構築している。^[2] 再利用支援システムにおいては、再利用部分(B、C)についてソースファイルの代わりにDB中のプログラム情報のレベルで操作・組合せを行うこととし、新規部分(A)の作成及びソースファイル生成については既存システムの機能をそのまま利用することとした。これにより、複数種の利用者インタフェースを提供することによる利用者の負担を避けた。本システムの位置を図3に示す。

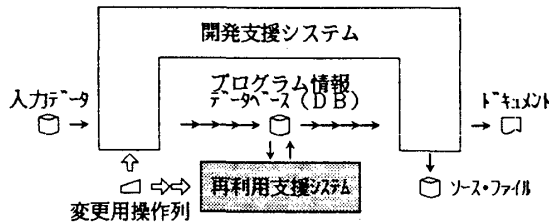


図3 再利用支援システムの位置

4.2 機能

本システムは大きく分けて次の機能より成る。

- (1) 部品の作成支援
- (2) 部品の組合せ
- (3) 再利用情報収集

本システムの(1)、(2)の機能一覧を表2に示す。以降では、上記各機能について述べる。

表2 再利用支援システムの機能

分類	対象	機能項目	制御文	主たる オペランド
部品の作成支援	マトリクス	既存マトリクス切出し	SELECT	マトリクス範囲
		追加	INSERT	追加内容
		削除	DELETE	削除内容
		置換	REPLACE	格子内容
	ルーチン	追加	INSERT	追加マクロ
		削除	DELETE	削除マクロ
部品の組合せ	マトリクス	新マトリクスの宣言	/MARGE	新マトリクスid
		組合せ部品の指定	INCLUDE	部品id

(1) 部品の作成支援機能

DB中の既存プログラム/部品から指定部分を切出し、プログラム要素の追加・削除・置換の操作により変更を加えた後、部品としてDBに格納する。

(2) 部品の組合せ機能

DB中の指定マトリクス部品を組合せ、ソースプログラム/部品に合成し、再びDBに格納する。

ここで、部品と部品とを接続するための“ボルト”あるいは“結線”に相当するものが必要な場合がある。我々の検討しているマトリクスの部品化方法⁽³⁾においては、接続部に相当する格子のルーチンは各マトリクス部品でその機能に応じたマクロ列により構成されており、接続時に1個のルーチンに結合する必要がある部分が存在する。(図4) 再利用支援システムでは、マトリクス部品の組合せと同時にルーチンの結合を行い、新規のルーチン部品としてDBに格納する。

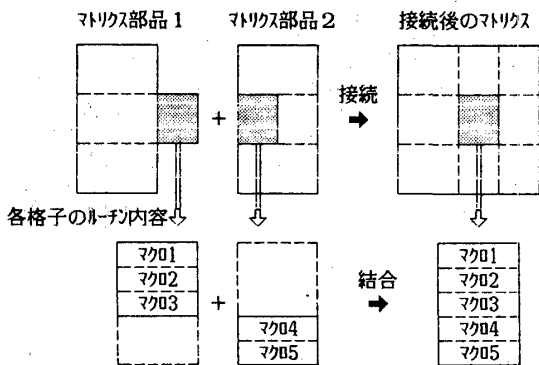


図4 マトリクス部品接続時のルーチン結合の概念

(3) 再利用情報収集

プログラムの再利用を推進する上で、再利用率等の定量評価を行うことが重要である。従来、再利用は人手に頼り、操作の個人差により正確な情報の収集が困難であった。

再利用支援システムでは、部品の作成・組合せ時に行った各種操作及びその操作対象となったプログラム要素等(状態、トリガ、ルーチン、マトリクス格子、DBレコード等)を計数し、その結果を出力するとともにDBに格納する。

5. 評価例

ここでは、再利用支援システムの使用による操作工数削減効果の評価をする。本システムを使用しない場合には、汎用のファイル・エディタを用いて各DBレコードを変更する必要があり、変更DBレコード数がそのまま操作回数を表すと考える。本システムを使用する場合には、システムが入力制御文の指定に従ってDBレコードを変更するため、投入制御文数が操作回数を表すと考える。本章の評価では、操作工数削減効果として上記基準に基づいて測定した操作回数を比較する。

半二重無手順発着信両用回線制御モジュールの開発を例に評価した。同モジュールは、同手順の着信専用及び発信専用回線制御の既存2モジュールの各一部を再利用することにより作成した。同モジュール開発時の操作回数の比較を表3に示す。本システムの使用により、エディタ使用の場合に比べ操作工数を約2割に削減できることがわかる。ただし、本システムでは抽象レベルの高い情報での操作が可能なることから、信頼性・生産性の向上効果はこの値より大きいと考える。

表3 再利用支援システムの評価例

再利用対象	発着信両用回線制御モジュールへの変更項目	操作回数相当値			
		ルーチン		マトリクス	
		a	b	a	b
発信専用回線制御モジュール	状態の名称変更			1	4
	マトリクスの状態変更			70	1
	遷移先状態変更			1	1
	処理の追加	7	5	4	4
着信専用回線制御モジュール	状態追加			3	12
	マトリクスの状態変更			206	3
	遷移先状態変更			7	3
	処理変更(5項目)	28	22	11	10
計	a: 338、 b: 65	35	27	303	38

(注) a: 変更DBレコード数、 b: 投入制御文数。
★ 操作工数削減効果 (b ÷ a × 100 [%]): 19.2 [%]

なお、本システムの使用により状態・トリガ数が増えることはないため、最終的に生成されるオブジェクトプログラムは、エディタを使用する場合と同一である。また、本システムではDB中のプログラム情報を操作対象としたが、ソースファイルを直接対象とする場合にも同等の操作工数削減効果が見込める。

6. おわりに

状態遷移表駆動方式の通信制御プログラムを対象とする再利用支援システムについて述べた。マンマシン・インタフェースの向上を図り、本システムの使用により、直接エディタを使用する場合に比べ再利用時の操作工数を大幅に削減することを可能とした。

文 献

- [1] 木村、大林、山下他: 通信制御プログラムにおける部品化プログラマ方式、情処論、Vol.25、No.6、1984年11月。
- [2] 山下他: 設計情報データベース利用の通信制御プログラム開発支援システム(ITEM)、情処学会S E研究会資料34-2、1984年2月。
- [3] 藤田、山下: 通信制御プログラムにおける状態遷移表部品化に関する一考察、第32回情処全大、20-4、1986年3月。