

ソフトウェア開発を支援するCADシステム

戸辺茂雄(東洋情報システム, 東京本社)

1. 緒言

ソフトウェアの危機という言葉に代表されるソフトウェア開発上の問題点は、現在非常に深刻な状況下にある。ソフトウェアの品質向上、設計書とソースコードとの整合性確保、開発プロジェクトの効果的な運用と管理、等についてソフトウェア開発の生産性向上という主題で語られている。

こうした事態は、エレクトロニクス技術の進歩によってソフトウェア規模の大型化やユーザニーズの多様化が急速に進展する一因、ソフトウェアを作る側においては属人的な開発手法の域を脱することなく、従来の私人的開発作業を続け続けていることに起因している。勿論、開発手法の標準化の促進や機械化されたソフトウェア開発支援ツールを積極的に活用して開発工数や期間の短縮に努力しているが飛躍的な効果を発揮できなれているのが現状であろう。

ソフトウェア工学という言葉が初めて使用されたのは、1960年代後期である。以後、ソフトウェアを工業製品と見なして、ソフトウェアのライフサイクル、ソフトウェアの品質、ソフトウェアの再利用、等の研究が行われてきた。図形処理技術を応用してソフトウェアの生産性を向上させようとする研究が盛んになったのは、1980年代に入ってからのように思われる。ソフトウェア以外の世界、特に自動車工業、電子工業、機械工業では製品の設計から製造迄の一連の生産活動をコンピュータ・グラフィック・システムによって支援するCAD/CAMシステムをFAの中核的システムとして導入する動きが盛んである。こうしたCAD/CAMの動向に刺激され、ソフトウェアの開発を支援するためのCAD/CAMシステムの有効性の検討や実用化の活動が進められている。

本論文は、筆者らが開発しているソフトウェアCADシステム(CADAP: Computer aided Design and Programming)の紹介である。CADAPは図表によるドキュメント・データ・ベースを中核にしており、周辺に設計・生産・保守・開発管理を支援するツール群がある。以下、CADAPのソフトウェア構成と機能、利用方法について述べる。

2. CADAPのソフトウェア構成と機能

図1に本システムのプログラム構成図を示す。機能を大きく分類すると以下のようになる。

- (1) 設計支援機能
- (2) 生産支援機能
- (3) テスト支援機能
- (4) 管理支援機能
- (5) 保守支援機能

設計支援機能は、本システムをカスタマイズする機能、設計ドキュメントを作成修正する機能、作成したドキュメントをチェックする機能、ドキュメントに記

述べられている内容を統括管理するために Data Dictionary (DD) を登録する機能、ドキュメントを文書化するためのドキュメント出力機能などである。

生産支援機能は、設計ドキュメントのうちプログラム論理図(フロー図, NS図, PAD図)を解析する機能, プログラム手順のうち画一的なものを図形化し, マクロ手順として処理する機能, 以上の処理結果を FORTRAN, COBOL, PL/I としたプログラミング言語へ変換出力する機能などである。

テスト支援機能は生成されたプログラムのテストを設計ドキュメントのレベルに立ち返り, 実行するための機能である。論理図上でのオンラインシンボリックデバッグ機能, 論理図のもとでの実行カバレッジを計算する機能もある。

管理支援機能は当システムの利用の過程で収集された多くの情報をもとに使用実績や進捗情報を検索表示する機能である。

最後に, 保守支援機能では, ドキュメント内容を統括管理してある DD を検索する機能が中核となっている。

当システムの中核をなすのはドキュメント・データ・ベースという設計情報のデータ・ベースである。入力された設計書の図表文書をイメージ情報で管理する DB と設計書の中に記述されている関連情報をエンティティ・リレーション・モデルにて管理する DD の二つから構成されている。DB へドキュメントを入力する際には, 対話型のグラフィック端末を介して行う。DB/DD を中核にして, 設計支援, 生産支援, テスト支援, 管理支援, 保守支援の各機能を実現するためのプログラム群が接続される。

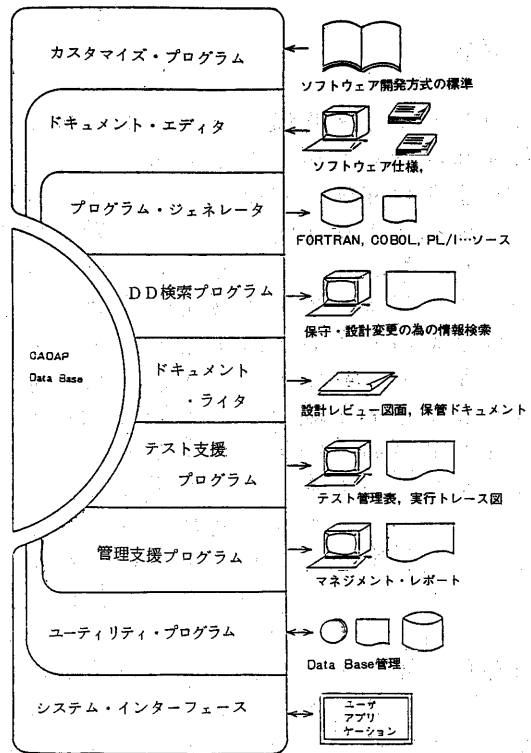


図1 CADAPのプログラム構成図

2-1 設計支援機能

(1) システムカスタマイズ機能

当システムの利用者にとって, ある程度の自由度が期待されている。その代表的なものを列記する。

- ・使用する設計ドキュメントの様式
- ・使用するシンボル図形や用語
- ・DBを解析してDDへ情報を反映させるためのルール
- ・DDで管理すべき項目
- ・シンボル図形のプログラム基本制御構造上の意味

(2) ドキュメント作成機能

対話型グラフィック端末を介してドキュメントを作成する。ドキュメントはDBに貯えられる。利用者はドキュメント作成に際し、利用者名、ドキュメント名、ドキュメント様式を指示する。利用者名は階層構造となっており、DB内のドキュメント群をグループ化する為を利用される。ドキュメント名はDB内のドキュメントを特定するための名称である。ドキュメント様式は、これを指示することによって、ドキュメント作成時に使用することのできるシンボル図形や用語、ドキュメントエディタの種類と、したドキュメント編集の仕様を決定する。

ドキュメントエディタの種類には、チャート、表、文書の3種が用意されている。ドキュメントは11くつかの記述エリアに分割されており、そのエリア毎にチャート記述用、表記述用、文書記述用としてエディタが対応している。

図2はドキュメントエディタ起動中のグラフィック端末の画面である。

The screenshot shows a complex graphical user interface for a document editor. At the top, it displays user and document information: USER-ID: CADAP.DEN04, DOCUMENT: DOC24, UPPER-DOCUMENT: REFER-DOCUMENT: DOC20, DATE AREA. The main interface is divided into several functional areas:

- PROGRAM INFORMATION (プログラム仕様書):** Contains fields for program name (SUB2), type (SUBROUTINE), version (84.5.15), and other metadata.
- SYMBOL TABLE (シンボル表):** A table listing symbols and their attributes.

番号	記号	タイプ	説明	1-0	内容説明
1	I	I	-	I	-
2	J	I	-	I	-
3	K	I	(S)	I	-
4	A	R	-	I	-
5	B	R	(100)	I	-
6	XXX	R	(10,10)	0	-
7	YYY	R	(10,10)	0	-
8	IC	I	-	0	-
- SYMBOL TABLE (シンボル表):** A vertical column of various geometric shapes (rectangles, circles, triangles, etc.) used for drawing.
- CONTROL PANEL (操作記):** A panel with various icons and buttons for navigating and editing the document, including SCROL-DOC, SCROL-AREA, CREPAT, and DRAPT.
- SAMPLE DIAGRAM (サンプル図):** A hierarchical tree diagram showing a structure with nodes like AIRCRAFT STATUS, CHECK AUTHORIZATION, and PROCURE STATUS RESPONSE.
- CONTROL PANEL (操作記):** A panel with various icons and buttons for navigating and editing the document, including SCROL-DOC, SCROL-AREA, CREPAT, and DRAPT.
- CONTROL PANEL (操作記):** A panel with various icons and buttons for navigating and editing the document, including SCROL-DOC, SCROL-AREA, CREPAT, and DRAPT.

At the bottom, there is a command input area: ENTER COMMAND and a status bar: USEABLE MENU'S IN ACTIVE AREA - M1 M2 M4.

図2 ドキュメントエディタの画面

ドキュメント作成、表示、修正などの指示はグラフィック画面に表示されたメニュータブレットに置かれたメニューをヒットしたり、キーボードからコマン

ドを入力することにより行なう。ドキュメント作成機能では、基本的な編集機能（追加、削除、移動、拡大など）の他にパターン利用、ドキュメント間の内容参照などの機能がある。

(3) ドキュメント・チェック機能

作成した設計ドキュメントの誤りを見つけ利用者に通知する機能である。誤りを見つける基準はシステムカスタマイズで登録することができる。チェックの結果はDB内で管理され、設計作業の進捗情報の一部となる。

(4) ドキュメント出図機能

利用者のリクエストに応じて、ドキュメントをグラフィックディスプレイに表示しハードコピーを得ることができる。しかし時としてドキュメントは階層的に記述されていたり、画面枠を越えて記述されていたりする。こうした大型ドキュメントを出図機に出カする。

2-2 生産支援機能

(1) 論理図解析機能

プログラムのレベルあるいはモジュールのレベルの論理図を解析し、中間言語に変換する機能である。論理図は、処理、繰り返し、判断、分岐などの制御構造をグラフィック化したものである。論理図に使用するシンボル図形はシステムカスタマイズで定義して制御構造との対応づけがなされている。これにより、NS、PAD、FLOWなどのチャートが処理できる。

(2) マクロ図形処理機能

ある一連の手続きをマクロ化することができる。この手続きを図形のシンボル図形として登録し論理図中で利用できる。

(3) ソースプログラム出力機能

論理図解析の結果、出力された中間言語を入力にしてCOBOL、FORTRAN、PL/I、などの言語に変換する機能である。この時、論理図とソースプログラムとの対応表を出力する。

2-3 テスト支援機能

(1) シンボリックデバッグ機能

ソースプログラム生成後、プログラムの動作の様子を論理図を見ながらデバッグする機能である。

(2) カバレッジ計算機能

シンボリックデバッグ機能のサブ機能である。論理図毎に、実行のカバレッジを計算させ、その値にテストケース、テスト合否などの情報を付加してDBに反映させることができる。

2-4 管理支援機能

DB内の各ドキュメント毎に作成日、更新日、担当者、完了日などが管理されている。これらの情報をもとに、進捗を把握するためのデータを表示する機能がある。

2-5 保守支援機能

エンティティ関連マトリックス, エンティティ階層表, アトリビュート一覧表の形式でDDを検索できる。図3, 4, 5はその出力例である。

エンティティ関連マトリックス

ドキュメント名

日付

ME1 ME2 R RC

しぼり込み条件

	AFILE	BFILE	CFILE	DFILE	EFILE	-	-	-	-
PROG01	1	0	-	-	-	-	-	-	-
PROG03	-	1	0	0	-	-	-	-	-
PROG04	-	-	-	1	10	-	-	-	-
PROG07	-	1	-	-	-	-	-	-	-
PROG09	1	-	-	-	10	-	-	-	-
PROG10	-	-	1	-	-	-	-	-	-

図3 エンティティ関連マトリックス

エンティティ階層表

ドキュメント名

日付

ME1 ME2 R

しぼり込み条件

エンティティ名	エンティティ名	エンティティ名	エンティティ名	-	-	-	-	-	-
MAIN	SUB1	SUB1A	-	-	-	-	-	-	-
-	-	SUB1B	SUB1B1	-	-	-	-	-	-
-	-	-	SUB1B2	-	-	-	-	-	-
-	-	-	SUB1B3	-	-	-	-	-	-
-	SUB2	SUB2A	SUB2A1	-	-	-	-	-	-
-	-	-	SUB2A2	-	-	-	-	-	-
-	-	SUB2B	-	-	-	-	-	-	-
-	SUB3	SUB3A	-	-	-	-	-	-	-
-	-	SUB3B	-	-	-	-	-	-	-
-	-	SUB3C	-	-	-	-	-	-	-

図4 エンティティ階層表

アトリビュート一覧表

ドキュメント名

日付

しぼり込み条件

PROGRAM	LANGUAGE	STEPS	AUTHOR	-	-	-	-	-	-
MAIN	FORTRAN	56	YAMADA	-	-	-	-	-	-
SUB1	FORTRAN	82	YAMADA	-	-	-	-	-	-
SUB1A	FORTRAN	43	OKADA	-	-	-	-	-	-
SUB1B	FORTRAN	96	OKADA	-	-	-	-	-	-
SUB1B1	FORTRAN	28	OKADA	-	-	-	-	-	-
SUB1B2	FORTRAN	32	OKADA	-	-	-	-	-	-
SUB1B3	FORTRAN	70	OKADA	-	-	-	-	-	-
SUB2	FORTRAN	108	YAMADA	-	-	-	-	-	-
SUB2A	FORTRAN	54	SATO	-	-	-	-	-	-

図5 アトリビュート一覧表

DDにどのようなエンティティ、リレーション、アトリビュートを登録するかはシステムカスタマイズで行なうようになっており、登録された内容についてはすべて上記の種の形式で表示できる。この機能を使って、あるモジュールをコールしているモジュール、共通エリアを参照しているすべてのモジュール、あるファイルにアクセスしているモジュール、プログラムの階層図など、設計変更や保守に必要なすべての情報を検索することができるといえる。

3. CADAPの利用方法

図6にCADAPを稼働させる時の筆者らのマシン環境を示す。

まず、本システム利用前の準備について述べる。本システムはプログラムの開発方式について何ら一定の手順も規定してはいない。本システムを利用する前に、利用者側で手順を定めるようになってくる。どのような設計書(ドキュメント)を用いるべきか、ドキュメントに何を書くべきか、そして書いた内容をどういった体系で管理すべきか等々は利用者側で検討すべきである。何故なら、利用者は開発するアプリケーションソフトウェアの種類、要員の構成、スキル程度、マシン環境など違いが立派なものであり、それぞれに最適な開発手順があるはずである。これをよく理解した上で、本システムをどのようにカスタマイズするかを決めるべきである。

次に、ドキュメントの作成作業について概観する。プロジェクトの発足後、調査分析、システムの基本設計、システムの詳細設計、プログラムの設計を経て、モジュールの設計に至る迄、利用者は各フェーズに必要なドキュメント類を作り上げる。当システムを利用してどのドキュメントを作成すべきかは、DB仕様にて記述されている。さらにその様式、記入条件、チェック条件も登録されている。利用者はグラフィック画面に向かって作業を開始する。ドキュメント作成には、グラフィック・タブレットを主入力の為に使われ、必要に応じてキーボードから入力する。本システムとの対話はグラフィック画面、タブレット面に(表)示されたメニューを押して行なう。グラフィック画面に表示されるメニューはドキュメントの様式別に用意されている。これは、各設計書毎にテンプレートを使い分けると同様である。メニューにはドキュメント編集用のコマンド名、シンボル図形、および用語が表示されている。

ドキュメント作成を開始する時、作成したいドキュメントの名称を入力する。

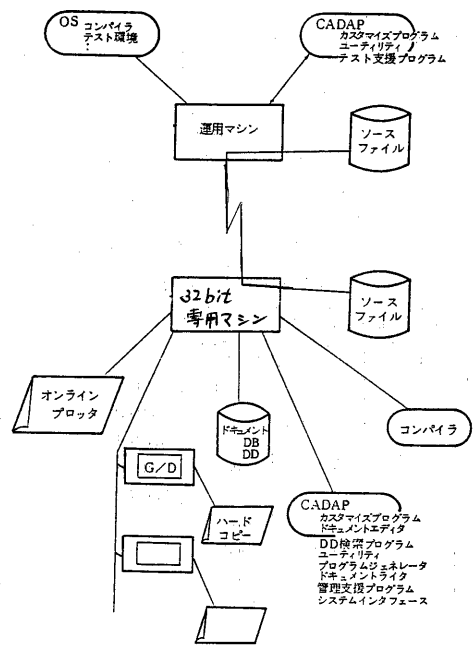


図6 CADAP稼働環境

この名称でDB内に登録されたものがある場合は、その内容が表示され修正の対象となる。なげれは新規にスペースがDB内に確保されて作成開始である。ドキュメントの編集には内容の追加、削除、移動、画面切替とり、基本的な機能をメニューによって行う。次にパターンによる編集を説明する。本システムによる利用が積み重ねられ多くのドキュメントがDB内に蓄積されてくるとパターンによるドキュメント作成の能率が上がってくる。誰もがよく使用するパターンは、DB内にパターンライブラリとして登録し共有化することが出来る。また、よく似たアプリケーションの開発にはドキュメントを微調整することで、新しいドキュメントを早く、正しく作成出来る。

次にソースプログラムの自動生成とテストについて解説する。利用者は論理図の記述されたドキュメント名と生成されるソースプログラムの言語タイプを与える。図7はPAD風に描いた論理図を入力にしてFORTRANソースプログラムを生成した例である。

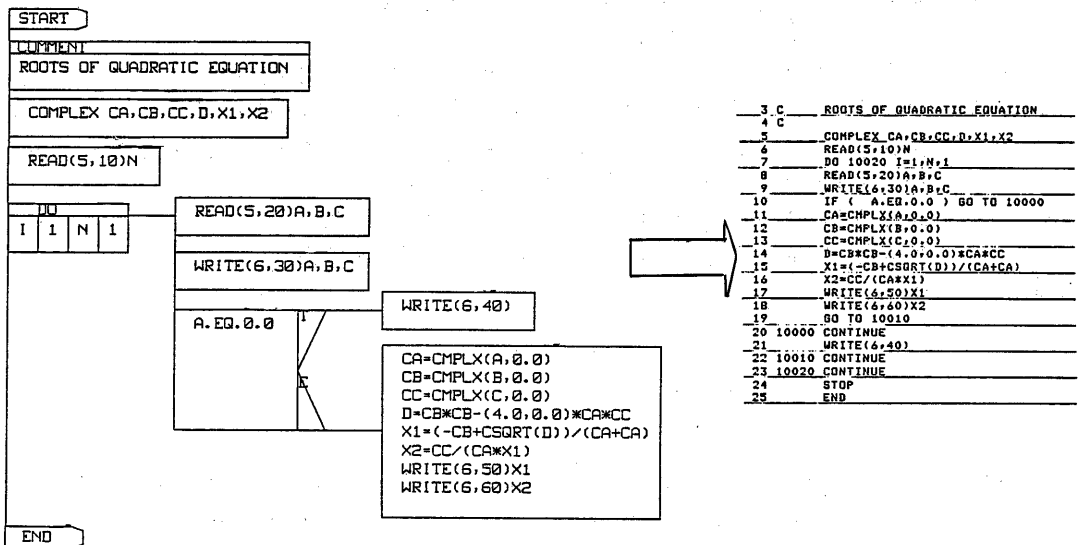


図7 FORTRAN ソース生成の例

生成されたソースプログラムは通常、OSのコンパイラやリンカージエディタを利用して実行形式モジュールに変換されテストランされるが、本システムのシンボリックデバッガによって、生成の元となった論理図を見ながらデバッグを行うことができる。この場合、実行を制御するためのブ레이크ポイントの設定や解除は論理図上の点をヒットする操作で簡単に指示できる。また、メモリや変数域の内容を表示したり変更したりする操作も自由自在である。さらに、カバレッジを計算することができるので、テスト結果の合否判定などの情報を付けて検査成績書といったドキュメントに結果を反映させることができる。

最後に、DB/DDの検索の方法について述べる。ドキュメントの一括出図は大型図面の出図と大量図面の出図がある。ドキュメント名や様式名を入力することによって、プロッタや中間ファイルにDB内のドキュメントが出図され、設計の

レギュレーヤプログラム開発終了後のドキュメント保存や納品物件として活用される。

保守用の情報としては、前述のエンティティ関連マトリックス、エンティティ階層表、アトリビュート一覧表の形式で保守用情報を得ることが出来る。情報検索に先だってDB→DDへの変換を行なっておく必要がある。検索の方法は、所謂、文献検索を行なわれるような、キーワードの「ゴール式」による絞り込み条件の指定によって行なう。

4 結言

本システムを利用することによる効果のうち主なものは以下の通りである。

- (1) ドキュメント間の整合性確保
- (2) 設計レギュレーヤコミュニケーションの円滑な運営
- (3) ドキュメントとソースプログラムの対応確保
- (4) 設計変更や保守作業の難易度、作業量の正確な把握
- (5) プロジェクト管理の円滑な運営

CADシステム一般に言えることであるが、システムを利用することによる効果が具体的に現われてくるのは利用を始めてある一定の期間を経過からである。これは、ある程度の設計情報がドキュメントあるいは図面の形でシステム内に蓄積され、その再利用の効果が現れ始めることに起因している。

本システムの実使用は1984年秋の予定である。最後に、本システムのコンセプトや設計の方針を与えて下さった本システム開発研究会の参加者各位に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) Belkis W. Leong-Hong & Bernard K. Plogman : Data Dictionary / Directory Systems : Administration, Implementation and Usage, Wiley Interscience (1982)
- 2) 三村良彦他 = PAD (Problem Analysis Diagram) による700734設計および作成, 情報処理学会論文誌, Vol.21, No.4 (1980), pp. 259-267
- 3) Newman, W.M : Principle of Interactive Computer Graphics, Mc Graw-Hill, New York (1973)