

## プログラマブル周辺デバイス応用支援システム

水本 勝也, 岩男 剛宜, 佐藤 智昭, 大原茂之, 小高明夫 (東海大学)  
宇賀神 孝 (アンドールシステムサポート)

マイクロコンピュータシステムの設計において、各種のプログラマブル周辺デバイス（以下、デバイスと略記する）が広く使用されている。設計者はシステムに使用できるデバイスを選択できるための知識と、選択したデバイスの詳細な知識を獲得する必要がある。本報告では、デバイスの内容や、そのデバイスの応用分野に関する専門知識を格納した「電子マニュアル」について述べる。この電子マニュアルは、設計者の要求を満たすデバイスの選択と、選択されたデバイスに対する初期化シーケンスプログラムの作成を支援する。これにより設計者の負担と設計時におけるオーバーヘッドの軽減が可能となった。

## Programmable Peripheral Device Support System

Katsuya MIZUMOTO, Takenobu IWA0, Tomoaki SATO  
Shigeyuki OHARA, Akio ODAKA (Tokai University)  
Takashi UGAJIN (ANDOR SYSTEM SUPPORT CO.,LTD.)

TOKAI UNIVERSITY.

1117 Kitakaname, Hiratsuka-shi, Kanagawa 259-12, Japan

ANDOR SYSTEM SUPPORT CO.,LTD.

2-15-8 Minami-Sinagawa Sinagawa-ku, Tokyo 140, Japan

In the design of a microcomputer system, the various programmable peripheral device (PPI) is used. A designer must obtain the knowledge to choose the PPI which it is possible to use for the system and the detailed knowledge of a chosen PPI. In this report, it does the statement about "electronic-manual" which stored professional knowledge about the content of a PPI and a field of the application of the device. This electronic-manual supports the choice of the PPI and the making of an initialization program. The load of the designer and overhead in the design could be reduced by this.

## 1. はじめに

マイクロコンピュータシステムの設計において、設計を軽減するために各種のプログラマブル周辺デバイス（以下、周辺デバイスと略記する）が提供され広く使用されている。しかし、これらの周辺デバイスを使用するにあたり、数多くの周辺デバイスの中から使用する周辺デバイスを選択しなければならない。また、各周辺デバイスは複数の機能を持つため、用途に応じて使用する機能を選択し、それに対応する初期化シーケンスを各周辺デバイスごとに作成しなければならない。このため、設計者はシステムに使用できる周辺デバイスを選択するための知識と、選択した周辺デバイスの詳細な知識を獲得する必要がある。これらの獲得には、次のような問題点が考えられる。

(1) 周辺デバイスのマニュアルの内容を理解し、その仕様が使用できるか否かを応用の立場から検討しなければならない。

(2) 各メーカーごとに専門用語に統一性がないため、設計者が使用している専門用語や知識と、マニュアルに使用されている専門用語と専門概念との違いを調整しなければならないこともある。

(3) 設計者が獲得した周辺デバイスの知識が、他の周辺デバイスに利用できるか否かの保証はない。

これらのことは、設計開発におけるオーバーヘッドの大きな要因となっている。したがって、設計者は優れた機能を持った未経験の周辺デバイスであっても、その周辺デバイスの使用に踏み切れず、機能は劣っても使いなれた周辺デバイスを使用する例が多い。このことは長い目でみると技術の停滞を招く恐れがある。

本報告では、設計者の負担と設計時におけるオーバーヘッドを軽減させる方法として、周辺デバイスの選択、初期化シーケンスの作成を支援する電子マニュアルについて報告する

## 2. プログラマブル周辺デバイス応用支援システムの入出力と構成

本システムは、周辺デバイスのマニュアルをデータベース化し、そのデータベース化したマニュアルに設計者の要求を満足する周辺デバイスの選択、その周辺デバイスに対する初期化シーケンスの作成を支援する機能を持つ電子マニュアルである。本システムを利用

することにより、設計者は未経験の周辺デバイスでも利用することが可能となる。

図1はシステムの構成概要を示したものである。システムは4つのモジュールから構成されている。

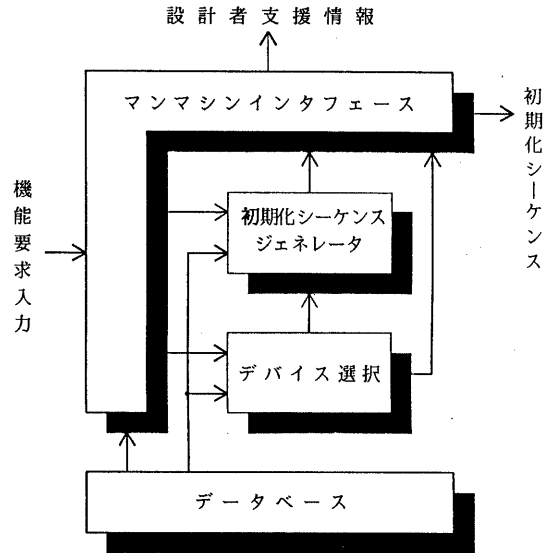


図1 システム構成図

### 2.1 システムの入力

機能要求：機能要求とは、周辺デバイスに対する設計者の仕様要求である。要求事項は以下の通りである。

- ① 直並列等、入出力データのフォーマットの指定
- ② ハンドシェイク等、入出力制御の指定
- ③ 周辺デバイスの指定
- ④ 周辺デバイスのコントロール・ワードを構成するのに必要なパラメータの設定。
- ⑤ CPUの指定

### 2.2 システムの出力

初期化シーケンス：機能要求を満足する周辺デバイスを初期化するためのコマンド、データ等のシーケンスである。初期化シーケンスは、設計者が使用するCPUのアセンブラ形式で記述される。

設計者支援情報：設計者の機能要求入力を支援する情報およびメッセージである。

### 2.3 システムの構成

図1における各モジュールの概要を述べる。

(1) マンマシンインタフェース

マンマシンインタフェースは、設計者とシステム間のデータの受け渡しの仲介をする。

(2) 周辺デバイス選択

設計者が入力した機能要求をもとに、データベースを用いて、機能要求を満足する周辺デバイスを絞り込む。

(3) 初期化シーケンスジェネレータ

機能要求、絞り込まれた周辺デバイス、周辺デバイスの仕様から、機能要求を満足する周辺デバイスの初期化シーケンスの作成支援を行う。

(4) データベース

データベースの登録事項として、以下の事項が挙げられる。

- ① 周辺デバイスに関する一般的な知識
- ② 各周辺デバイスの仕様

3. 本システムのデータベース

周辺デバイスのマニュアルから、周辺デバイスの初期化情報を抽出しデータベース化した。データベースの構造は、図2に示すように、木構造になっている。データはノードにより分類され、リーフに格納されている。

周辺デバイスの仕様記述は、一般に3つの部分に分類可能である。

3.1 物理的情報ノード

電気的特性などの物理的側面で、周辺デバイスを捕らえたときの情報を分類する。周辺デバイスの、物理的情報は、初期設定に関する情報との関連はないが、本データベースの精度向上、およびデータベース・システムの発展を考える上で必要である。本データベース・システムは、周辺デバイスの初期化プログラム自動生成を基本的に目的としているが、物理的情報ノードの取入れにより、配線情報などの提供が可能になる。

3.2 論理的情報ノード

初期化に関する情報などの周辺デバイスを、論理的側面で捕らえたときの情報である。論理的情報は、初期設定情報、アクセス情報、ステータス情報に分けられる。周辺デバイスを直接使用するプログラムは、このいずれかの情報を使用する。初期設定情報は、周辺デバイスの初期化プログラムを作成するための情報の一つである。周辺デバイスのリセットしてから初期値設定までの各周辺デバイス固有の情報を扱う。アクセス情報、ステータス情報は、それぞれ周辺デバイスの動作、状態を示す情報で上位階層のプログラムと密接につながる。

3.3 解説情報ノード

周辺デバイス固有の専門用語、概念などに関する情報である。解説情報は、主に論理的情報に対応してい

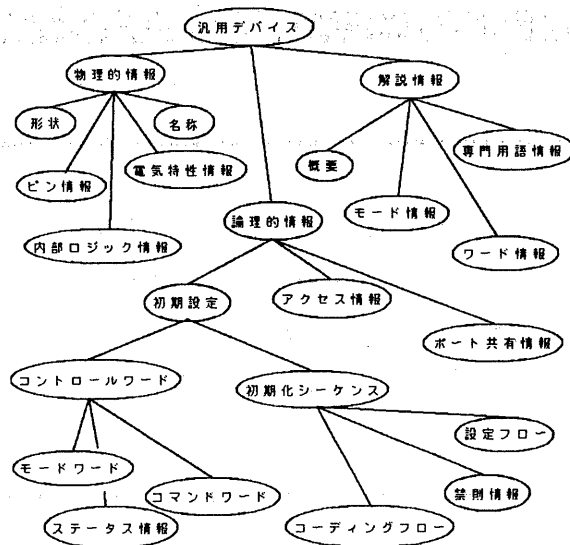


図2 標準データベース構造

る。したがって、解説情報ノード 以下の構造は、論理的情報ノード以下の構造に依存している。

#### 4. マンマシンインタフェース

マンマシンインタフェースは設計者と周辺デバイス選択部、初期化シーケンスジェネレータの仲介を行う。また、マンマシンインタフェースは設計者と周辺デバイス選択部、初期化シーケンスジェネレータの間に位置付けられる。

##### 4.1 マンマシンインタフェースの入力

マンマシンインタフェースの入力を以下に示す。なお、括弧内は入力の発生源である。

- ① 機能要求 (設計者)
- ② 設計者支援情報と初期化シーケンスを設計者に示すのに必要なデータ (初期化シーケンスジェネレータ)
- ③ 絞り込まれた周辺デバイス等の設計者支援情報 (周辺デバイス選択)
- ④ マンマシンインタフェースを制御するためのデータ (データベース)

##### 4.2 マンマシンインタフェースの出力

マンマシンインタフェースの出力を以下に示す。なお、括弧内は出力先である。

- ① 設計者が入力した機能要求のデータ (周辺デバイス選択、初期化シーケンスジェネレータ)

- ② 初期化シーケンスと設計者支援情報 (設計者)

#### 4.3 機能要求

機能要求入力、設計者の周辺デバイスに対する知識量によって以下の2つに分けられる。

##### (1) 物理機能要求入力

物理機能要求入力は、設計者が使用する周辺デバイスを熟知している場合の入力である。設計者は使用する周辺デバイス名を入力し、その周辺デバイスの初期化に必要な項目の設定を行う。このときに使用する用語は、周辺デバイス一般に使用されている標準用語と各周辺デバイス固有の専門用語である。

##### (2) 論理機能要求入力

論理機能要求入力は、論理的な入出力ポートを仮定する。これは周辺デバイスを仮想したものである。設計者は仮定したポートと入出力装置間の入出力仕様を入力する。図3は論理機能要求入力の実行例の一部を示したものである。この例では、ポートと入出力装置間の物理的なビット数を「1 b i t」、ポートから入出力装置へのデータ方向を「出力」、ポートと入出力装置間のデータ制御を「同期」として、選択入力を行っている様子を示している。これらの論理機能要求入力後、設計者はポートに対する周辺デバイスを指定し、指定した周辺デバイスの初期化に必要な項目の設定を行う。論理機能要求入力は、使用する周辺デバイスが

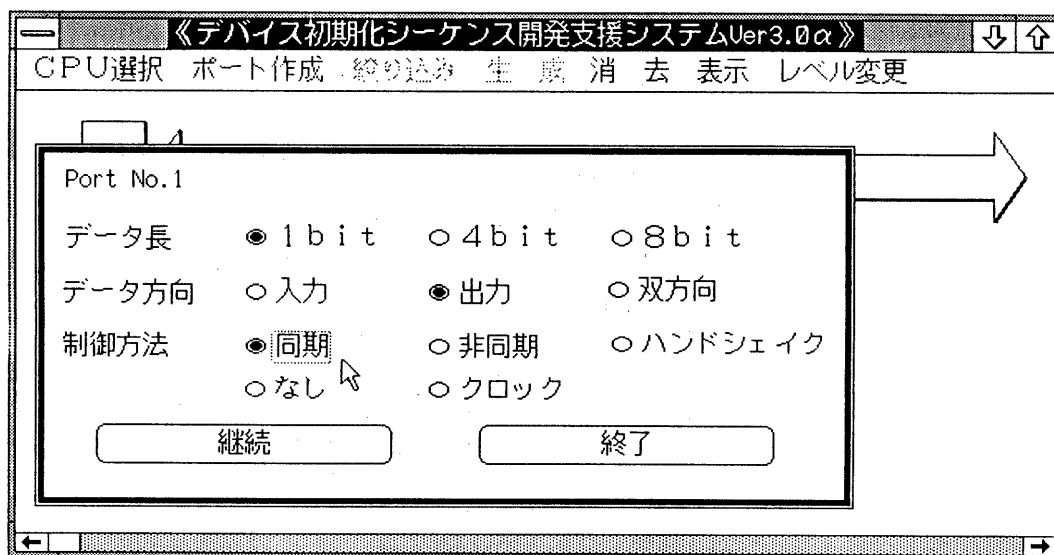


図3 論理機能要求入力例

わからないときなどに、周辺デバイスと入出力装置間の入出力仕様を入力することにより周辺デバイスを使用することが可能となる。

### 5. 周辺デバイス選択機能

周辺デバイス選択部の機能はマンマシンインタフェース介して受け取った論理機能要求から設計者の使用する周辺デバイスの選択を支援することである。なお、デバイス選択部は要求解析部と選択部から構成されている。

#### 5.1 周辺デバイス選択部の入力

周辺デバイス選択部の入力を以下に示す。なお、括弧内は入力の発生元である。

- ① 論理機能要求 (マンマシンインタフェース)
- ② 周辺デバイスの選択に必要なデータ (データベース)

#### 5.2 周辺デバイス選択部の出力

周辺デバイス選択部の出力を以下に示す。なお、括弧内は出力先である。

- ① 設計者支援情報と周辺デバイス名 (マンマシンインタフェース)
- ② 周辺デバイス名 (初期化シーケンスジェネレー

タ)

### 5.3 要求解析部

要求解析部では、設計者が入力した論理機能要求から周辺デバイスを絞り込む。

#### (1) 論理機能要求の矛盾性の解析

要求解析部では、論理機能要求から物理機能要求に変換する際、論理機能要求に矛盾がないか否かについて解析する。矛盾がある場合は、設計者支援情報としてマンマシンインタフェースを介して設計者に伝える。

#### (2) 論理機能要求から周辺デバイスの絞り込み

ポート単位による論理機能要求を満足する周辺デバイスをデータベースから絞り込む。絞り込む際に、論理機能要求を満足する周辺デバイスが複数存在する場合は周辺デバイスの候補としてリスト化する。このように、要求解析部では周辺デバイスを一意に絞り込むことはしない。

### 5.4 選択部

要求解析部で絞り込まれた周辺デバイスのリストから設計者は使用する周辺デバイスを選択する。図4は周辺デバイスの選択画面の一例である。このとき、選択部は、設計者の支援として、以下のことを行う。

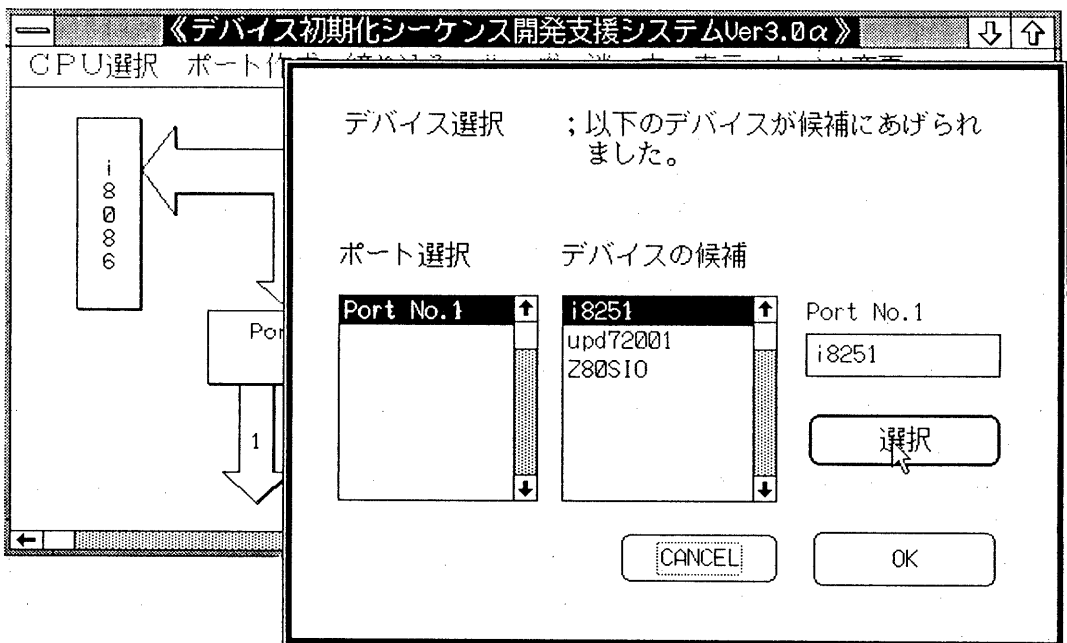


図4 周辺デバイスの選択例

### (1) ファミリーによる優先

ファミリーによる優先は、CPUと周辺デバイスの整合性に着目して、周辺デバイスのリストの分類を行う。例えば、CPUにZ80を選択した場合、Z80ファミリー用の割り込み制御があるため、選択部はZ80ファミリーの周辺デバイスを推奨する。これは、設計者が周辺デバイスリストから選択する際の選択支援となる。

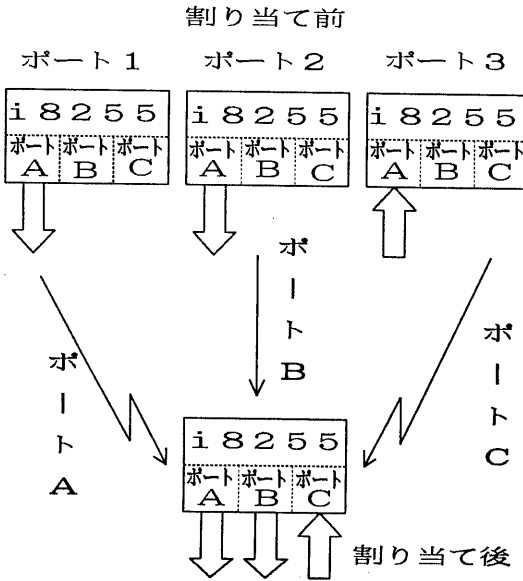


図5 周辺デバイスのポート割り当て

### (2) 周辺デバイスのポート割り当て

周辺デバイスの選択は、ポート単位で周辺デバイスを選択するために図5に示すようにi8255を3個選択することになる。しかし、i8255はモード0では3つのポートを持っているため、論理機能要求がi8255のモード0に対応するならば、1個のi8255で実現できる。このように、ポート割り当ては、周辺デバイスのポートに論理機能要求のポートを割り当てることで、周辺デバイスの数を最小にするための支援を行う。

## 6. 初期化シーケンスジェネレータ

初期化シーケンスジェネレータは、選択された周辺デバイスの初期化シーケンスの作成の支援を行う。初期化シーケンスジェネレータは、コントロールワード作成部と初期化シーケンス作成部から構成されている。

### 6.1 初期化シーケンスジェネレータの入力

初期化シーケンスジェネレータの入力を以下に示す。なお、括弧内は入力の発生元である。

- ① 周辺デバイス名（周辺デバイス選択部）
- ② 機能要求入力によって得られたデータ（マンマシンインタフェース）
- ③ 初期化シーケンス作成、コントロールワードの作成に必要なデータ（データベース）

### 6.2 初期化シーケンスジェネレータの出力

初期化シーケンスジェネレータの出力を以下に示す。なお、括弧内は出力先である。

- ① 設計者支援情報、初期化シーケンスを出力するためのデータ（マンマシンインタフェース）

### 6.3 コントロールワードの作成部

コントロールワード作成部は、選択された周辺デバイスの初期化に必要な項目をデータベースを用いて検索する。検索された項目は、論理機能要求をもとに設定が行われる。論理機能要求で設定できない項目は、設計者支援情報として設計者に提示し、設計者はそれによって項目の設定を行う。設定された項目は、設計者支援情報としてマンマシンインタフェースを介して設計者に提示される。論理機能要求と設計者によって設定された項目は、周辺デバイスのコントロールワードの対応するビットごとに設定し、コントロールワードを作成する。

これにより、設計者はコントロールワードのフォーマット、どの項目を設定しなければならないかといったことについてマニュアルを引く必要がなくなる。

### 6.4 初期化シーケンス作成部

初期化シーケンス作成部は、作成されたコントロールワードの設定値とデータベースから周辺デバイスにコントロールワードを与える手順を求める。求めた手順に従って、選択したCPUのアセンブラ形式で記述した初期化シーケンスを自動的に作成する。

図6に初期化シーケンスの作成結果と初期化設定内容を示す。

これにより、設計者が初期化シーケンスに関する知識がなくても、システムを用いることにより初期化シーケンスが作成できる。

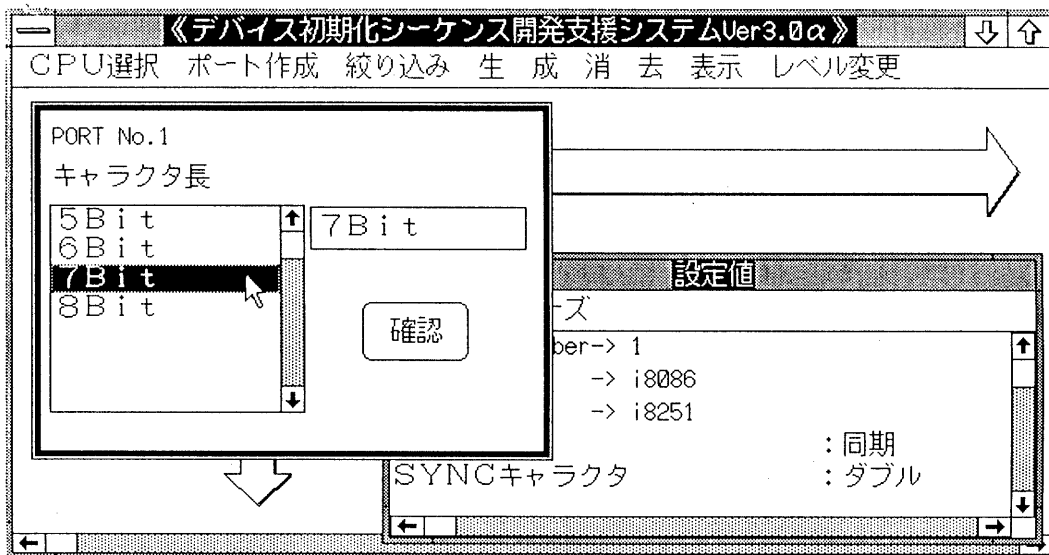


図6 初期化項目の設定例

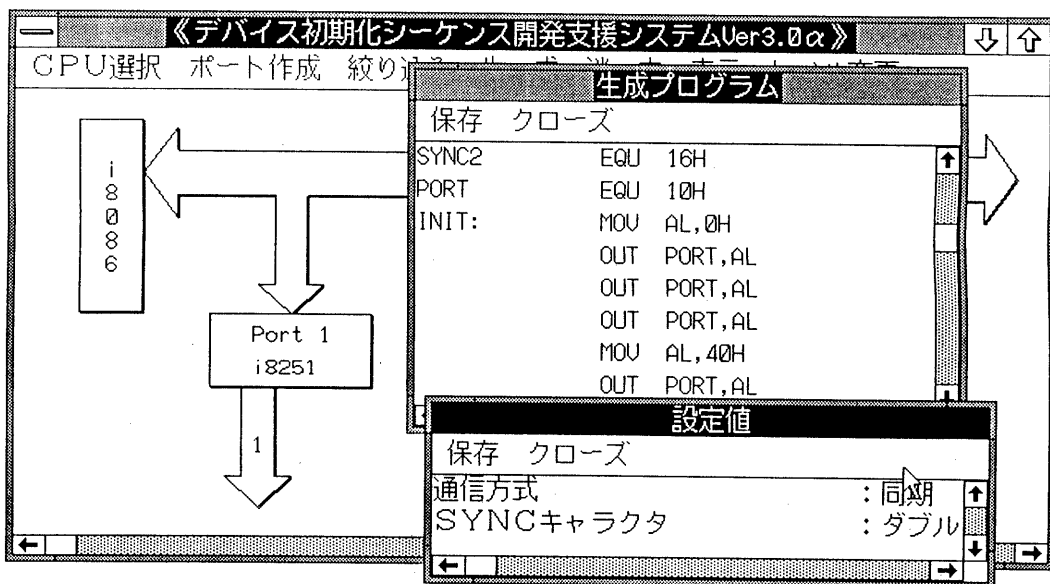


図7 初期化シーケンスの作成結果

## 7. 本システムの実行手順

ここでは、論理機能要求入力による本システムの実行手順について述べる。

- ① 設計者は、設計するシステムのCPU名と論理機能要求を入力する。
- ② これらの入力をもとにシステムは、論理機能要求を満足する周辺デバイスの候補を絞り込みをする。そして、絞り込んだ周辺デバイスの候補を設

計者支援情報として、マンマシンインタフェースを介して、設計者に提示する。

- ③ 設計者は、周辺デバイスの候補から使用するデバイスを選択する。
- ④ システムは、選択された周辺デバイスの初期化に必要な設定項目を作成し、設計者支援情報として設計者に提示する。
- ⑤ 設計者は設計者支援情報に従って項目を設定す

る。

- ⑥ システムは、設定された項目からコントロールワードを作成し、さらに初期化シーケンスを作成する。

## 8. 本システムの評価

本システムの評価として、設計者10人が初期化シーケンスを作成するのに、手作業で直接周辺デバイスのマニュアルを用いた場合と本システムを用いた場合の比較評価を行った。なお、参加した設計者はマニュアルを利用できる知識を持つ者である。評価対象の周辺デバイスは、汎用ポート用周辺デバイスi8255とシリアル伝送用周辺デバイスi8251を取り上げた。

表1は、設計者10人がマニュアルとシステムを用いてi8255とi8251の初期化シーケンスを作成するまでの作成時間を平均したものである。表1より、i8255の初期化シーケンスの作成時間は、本システムを用いると手作業で直接マニュアルを用いるときの3%程度である。また、i8251に関しては、4%弱である。この結果、本システムを用いることによりマイクロコンピュータシステムの設計開発におけるオーバーヘッドを極めて軽減できることがわかる。

表1 初期化シーケンス作成時間の比較

使用デバイス名	マニュアル (分)	システム (分)
i8255(mode 0)	25.0	0.6
i8255(mode 1)	25.0	0.7
i8255(mode 2)	29.0	0.7
i8251(Async)	29.0	1.3
i8251(Sync)	43.0	1.3

## 9. おわりに

本報告では、プログラム可能な周辺デバイスを、使用経験がなくても利用可能とする電子マニュアルについて述べた。

本システムでは、設計者がマンマシンインタフェースからの設計者支援情報に従って、機能要求入力を行

うことでオーバーヘッドを軽減することを可能にした。

論理機能要求入力で、周辺デバイスごとに異なる仕様を吸収することで、周辺デバイスの選択時間を短縮することを可能にした。

設計者が初期化シーケンスを作成する場合、本システムを使用することにより、手作業でマニュアルを使用して作成するよりも極めて短時間で作成できるようになった。これは、周辺デバイスごとに異なる知識や概念を設計者に意識させることなく初期化シーケンスの作成を可能としたためである。これらによって、設計者の未経験の周辺デバイスであっても周辺デバイスの使用を可能にすることができるようになった。

今後の課題として、ワンチップマイコンへの対応、RS-232C等の規格化されたインタフェースの設計支援、周辺デバイスドライバの作成支援が挙げられる。

## 謝辞

本報告にあたり、日頃お世話になっている本学工学部長萩三二教授、電子工学科主任飯田昌盛教授、また、多くの面でご支援頂いた情報処理振興事業協会、(社)日本システムハウス協会、および当研究室の皆様へ感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 大原, 七沢, 星, 野村, 小高: PPI初期化シーケンス自動プログラミングシステムの設計, 東海大学紀要工学部 Vol.29, No.2, 1989
- 2) 大原茂之: 周辺デバイス用初期化シーケンス生成支援システム, 電気学会雑誌, Vol.110, No.6, June, 1990
- 3) 大原茂之: ソフトドライバの自動生成, JASA Techno Bord, Vol.1, 1988
- 4) データベース専門委員会: マイクロコンピュータのプログラマブル周辺デバイスのデータベース化, (財)データベース振興センター, 1991
- 5) 三菱電機半導体データブック編集委員会: 「'87三菱半導体マイクロプロセッサ周辺LSI編」 誠文堂新光社, 1987