

インターネット教材を用いた論理設計実験

2S-2

井上 公人 押野 卓 坂本 康治
日本工業大学

1.はじめに

講義における参照軌跡についてはすでに報告した^{(1),(2)}。本報告では、より手続き的知識の比重が高い「実験手順書」のページ参照軌跡について考察した結果を報告する。実験としては設計能力やシステムデバッグ能力の養成、および計算機構の理解促進を目的とし、簡単なコンピュータを設計する論理設計をとり上げた。

れらを接続して必要な制御信号のタイミングを明確にする。最後に、制御信号を生成するシーケンサを設計し、これらを集積してコンピュータを構成する。

2.論理設計実験

本実験は3年生（前期）を対象として3コマ連続の実験10回余りから成る。設計されたコンピュータについては簡単な機械語プログラムによる走行テストを行う。

表1 手順書の構成例

ページ	内 容
1	バイナリカウンタの説明
2	2 ⁿ 進カウンタ（課題あり）
3	J K F Fの励振表
4	16進カウンタの回路図 （初心者用）
5	ページ2の課題に対する ヒント（初心者用）
6	非2 ⁿ 進カウンタ （課題あり）
7	7進カウンタの状態遷移図
8	J K F Fの真理値表
9	非2 ⁿ 進カウンタの説明 （続き）
10	非2 ⁿ 進カウンタの説明 （続き）（課題あり）
11	乗法標準形の説明
12	7進カウンタの回路図 （初心者用）

2.1 実験の進め方

実験は後述のように「説明→課題の提示→設計→動作チェック」というサイクルで進められる。この場合、説明と課題の関連性が問題になる。これを密にしすぎると実験者の創意工夫の機会が失われるし、疎にしすぎると予備知識が不足している学生はまったく対応できなくなる。本実験では、「説明」はある程度のレベルに維持し、「課題」に対してヒントをおくことによって難易度を調節するという方法をとる。

各回は、①説明（動作と機能、データ入出力、制御信号の明確化）、②課題（実現すべき仕様の明確化、設計実施）——普通コース：独力で設計；初心者コース：エラーを含む論理回路をデバッグ、③波形シミュレータによる動作チェック、④レポートによる知識整理、からなる。③で所期のデータが得られないときには、再度①からやり直すことになる。

2.3 手順書の構成

手順書は表1に示すように複数の「説明ページ」から成り、各項目の最後には課題が設けられている。学生は説明を読み理解したところで課題に移る。課題を解く過程で知識の欠如に気がついた学生は既読の説明ページに戻ることができる。何度挑戦しても解決できない学生のために、「初心者ページ」が用意されており、学生が希望すれば参照できるようになっている。

実験に合格するための前提条件は、完成したコンピュータ上でプログラム走行テストを行い、各時点における制御信号とデータの関係の説明ができることである。

2.2 教材（手順書）の内容

手順書は、学生が論理回路（必修）や論理回路設計法（選択）などの講義を既に受けていることを考慮して、ボトムアップによる説明法をとっている。まず、CPUの構成要素であるALU、バス、PC、IR、ACC、MAR、MDRを設計し、これらを集積してCPUを実現する。次に、マスクROM（プログラム／初期データ格納用）とRAM（中間／最終結果格納用）を設計し、こ

「初心者ページ」には作成すべき回路図が示されているが、その中には多少のバグが組み込まれており、そのままではシミュレータのチェックを通過できないようになっている。デバッグのためには説明ページの知識が必要である。説明を読み飛ばしたり、内容の理解が不十分な場合は「説明ページ」を再度読み直す必要があり、これによって理解の促進を図ることができると思われる。

Experiment of Logic Design using Internet
—Relation between Page-referring-patterns
and Learning efficiency

Kimihito Inoue, Taku Oshino, and Koji Sakamoto
Nippon Institute of Technology

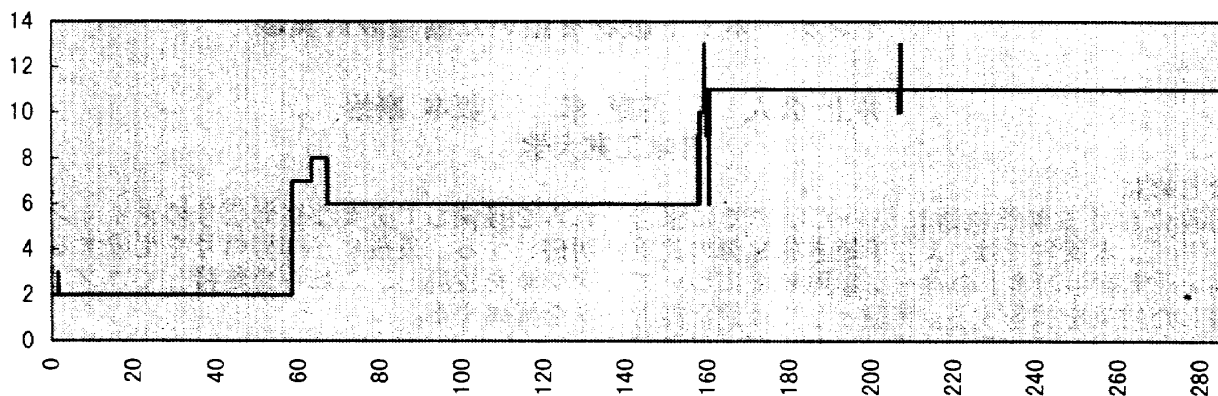


図1 参照軌跡の例 横軸:時刻(分);縦軸:参照ページ

なお、デバッグが不十分であったり、バグを見過ごしたまま設計を進めたりすることも可能であり、事実そのような学生も存在したが、集積した後のデバッグは困難さを増し、初期におけるデバッグの重要性を認識する結果となった。

3. 学習者の参照軌跡

3.1 参照軌跡の例

実験手順書に対する参照軌跡の例(1回分)を図1に示す。横軸は時間、縦軸はページである。ページ番号と説明内容は表1に示したように、全体で12ページからなる。図1の例では、実験者はページ2から始めてページ11で終了している。ページ1を飛ばしたのは、前回の実験で既に学習が終了しているためである。

グラフは全体としては右上がりになっている。時刻65で落ちているのは実験者が既読のページを再び参照したことを示す。参照時間が極端に短くなるとグリッチ状になる。時刻0、160および205付近には上向きのグリッチがある。0付近のグリッチ(ページ2→3の参照)はページ2の説明「励振表を参照せよ」の指示に従った「強制的な参照」である。160付近と205付近のグリッチはページ13(範囲外)を参照したものである。これは説明の最後がどこかを確認するための「自発的な参照」である。時刻160付近には下向きのグリッチ(ページ10→9→6)があるが、これは課題を実行するにあたっての既読の関連ページに対する自発的参照である。

3.2 参照軌跡と成績の関係

レポートの成績により上位者(12班)、中位者(16班)、および初位者(8班)に分類した。それぞれのグループについて、説明ページを読んだ時間(T_{page})と課題にとりかかるまでに説明を読んだ時間(T_{pre})を求めると表2のよう

になる。上位者ほど課題と取り組む前に説明をよく読む傾向があることが分かる。

表2 各レベルによる参照時間に比較

参照時間	初級者	中級者	上級者
T_{page} 分	37	51	55
T_{pre} 分	0.5	2.5	19

3.3 予備知識と成績の関係

本実験の前に予備知識をチェックするために、組み合わせ回路に関する簡単なテストを行った。その得点と成績の関係を求めると図2のようになる。予備知識と成績の相関係数は0.39であった。

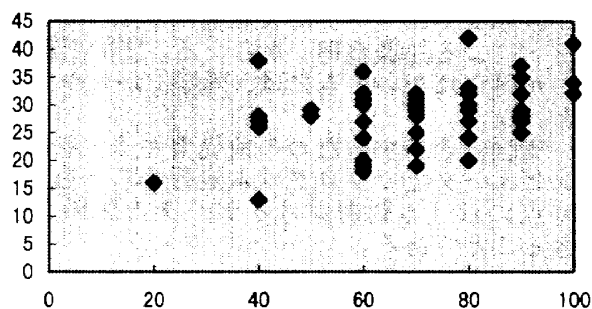


図2 予備知識と成績の関係
横軸:予備知識;縦軸:成績

4. まとめ

本学における論理設計実験で使われるオンライン実験手順書について参照軌跡を求め、それについて考察した結果を報告した。

参考文献

- (1)ウツティ他:
教育工学連合5全大、11C41n3(1997)
- (2)押野他:情処56全大、4-337(1998)