

全盲児の時間概念獲得を支援する音声式触読タイマーの開発

須惠 耕二

熊本大学 工学部 技術部

1. はじめに

先天性の全盲児は、周囲の情報を手が届く範囲での「点」として認識している。例えば、ボールを投げた場合、手を離れたボールと飛んで行った先で床に落ちたボールは、途中の軌跡を確認する事が出来ないため別個の物として認識される。板で区切られた棚におけるスペースの位置関係や、手で触れることが出来ない高さ・大きさの物の全体像理解も同様である。そこで、全盲児への教育は、これらの点を線に、次に面に、最終的に空間にと徐々に広がりや連続性を理解させながら進められる。時間もその一つで、開始時刻と終了時刻には関連性がなく、残り時間という概念が持てないために授業時に影響を生じる。授業開始の合図以降、いつまで続くかを全く予測出来ない不安の中で授業が行われるために集中力の維持が難しく、終了の合図と共に思考を突然打ち切られることになる。時計を見る、という行動を自ら繰り返し行えるようになれば、晴眼者同様に自力で時間の感覚を養えるので、予測による心理的な調整も可能になる。

そこで、時間の開始・終了の流れを移動する駒で表現し、駒の間隔の変化を指で、残り時間の変化を音声で確認できる「音声式触読タイマー」(図1)を開発した。



図1 音声式触読タイマー

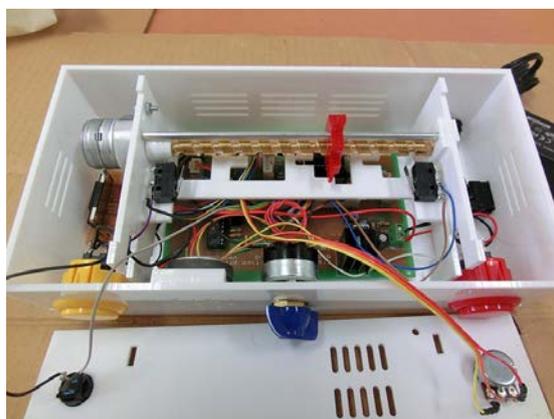


図2 内部の構造

2. 開発の経緯

開発を目指すきっかけは、ここ2年にわたり製作セミナーと全国寄贈を続けている「音声式点字タイプ教具」の取り組みで出会った、京都府立盲学校教員の「触れる砂時計を作ってくれたらすぐにでも欲しい」という一言である。

教育現場に実在するニーズを、自らの技術開発の課題とし、次に学生への技術基礎教育と寄贈による社会貢献活動へ展開するという音声式点字タイプ教具での取り組み方¹⁾に則り

- (1) 初心者でも取り組める基本的な製作技術の応用 (対象者を工学部1・2年生程度と想定)
- (2) 現在既にある部品の流用によるコスト低減 (複数機材でのプリント基板の統一利用)
- (3) 学生の製作技術向上への寄与 (製作セミナーの実施など)
- (4) 盲学校への提供による教育効果の向上支援と評価

の実施によって、社会で実際に役立つものづくり技術を学び、教え、必要とする人に届けるという計画を立てた。

開発では、全盲児の使用と、時間概念を教える授業での活用を念頭に、本タイマーへの要求仕様を次のように定めた。

- ・全盲の児童が一人でも扱える、玩具のような簡単な操作性であること
- ・計時の開始・終了・残り時間の確認・中止等の諸動作を音声で確認できること
- ・時間の開始点と終了点の間で駒を直線移動させ、移動した距離を触読して時間の連続性が確認できること・短時間で駒が移動する確認モード、3分間の練習モード、45分間の授業モードの切り替えができること

3. 音声式触読タイマー

開発は表1の構成で行った。駒の移動には、汎用の小型ステッピング・モーターを使用し、マイコンからのパルス信号をトランジスタアレイで増幅し駆動している。内部構造を図2に、回路図を図3に示す。

表 1 開発環境と構成

構成	採用した構成・環境
制御用マイコン	Microchip 社 PIC18F26K22-I/SP
音声合成 LSI	AQUEST 社 ATP3011F4-PU
開発環境	Microchip 社 MPLAB IDE ver8.80
開発言語	Microchip 社 MPLAB C for PIC18 v3.40 LITE
本体設計	(株)システムハウス福知山 AR-CAD v1.5.3

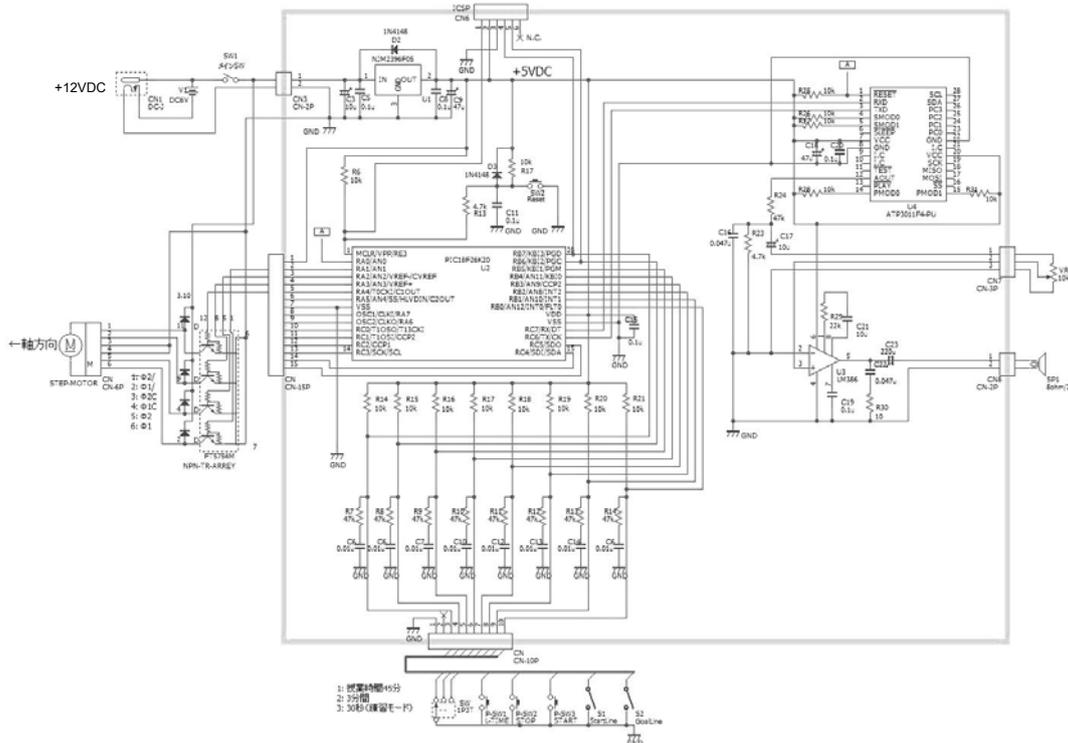


図 3 音声式触読タイマーの回路図

基本的に全ての動作は音声ガイド付きである。駒の移動時間は、操作練習のための 30 秒、残り時間の減り方を実感できる 3 分、小学校の授業時間である 45 分の 3 通りから選べる。駒移動の開始後は、マイコンの割り込み処理機能を用いて 1 秒毎に経過時間をカウントアップし、残り時間確認ボタンが押されたら残り時間を分単位で教える。

プリント基板は、音声式点字タイプ教具用に開発・外注した物をそのまま流用している。この基板は、音声合成部分に発音が明瞭な市販音声合成モジュール MICROTALK ATS001B と、安価な LSI の ATP3011F4-PU のどちらかを選択できるように予め 2 通りの回路がプリントされており、今回は用途に対する必要十分性から ATP3011F4-PU を実装した。一方、各ボタンや駒位置確認用マイクロスイッチが押された時の音声読み上げ処理については、プリント基板の既存パターンによる制限から状態変化監視による割り込みを諦め、ビット条件判定を短時間に繰り返して判定している。よって、長時間モードの途中でボタンが押された場合にややレスポンスが悪いタイミングが生じるが、ボタンをゆっくり押して貰うことでほとんどの場合は回避出来ている。動作フローチャートは図 4 に示す。

また、30 秒で最大移動距離 12cm を進める場合、ステッピングモーターの 1 回転パルス数と市販の全ねじの送りピッチ (1.5mm/回転) の組合せだと間に合わない問題が生じた。これは、モーターに予め取り付けられた減速ギア比によるものだが、ギアを取り去ると保持トルクも失われる。モーターの価格を抑え、必要十分な保持トルクを確保するために今回は、送りピッチ 10mm の送りネジを熊本大学工学部実習工場に製作依頼した。この結果、30 秒でゴール出来る点はクリアしたが加工コストが嵩むことになった。この点は引き続き、モーターの寸法や 1 回転あたりのステップ数、ACアダプタ容量 (電圧・最大電流値) とモーター特性曲線からモーター選定条件を最適化していく必要がある。

(4) 評価と今後の検討

タイマーの有用性を検証するために、提供先の学校・教員と連携してタイマー導入での時間概念獲得の改善の有無についてアンケート調査を実施する。その評価を得て、引き続き導入の要望が強いようであれば、学生向けの製作セミナー企画化や、日本学術振興会「ひらめき☆ときめきサイエンス」等への応募を進め、中高生向けの夏休み技術体験&寄贈イベント開催による地域貢献事業への展開を図り、各方面と連携して普及を図る。

5. 謝辞

本開発は、平成 25 年度 JSPS 科研費（奨励研究：25911019）の助成を受けて実施している。また、回路設計においては熊本大学工学部技術部 松田樹也技術職員に、音声合成 LSI の動作については大嶋康敬技術職員に助言を賜った。重要部品の送りネジは工学部実習センターの清水久雄技術専門職員に何度も試作頂いた。各位の御助言と御支援に心から感謝します。

(参考文献)

1) 全盲児の点字学習を支援する学生協働型社会貢献プロジェクトの実践

須惠耕二, 大嶋康敬, 松田樹也, 寺村浩徳

平成 25 年度工学教育研究講演会講演論文集 pp.130-131, 日本工学教育協会, 2013 年 8 月

※平成 25 年度 実験・実習技術研究会 in イーハトーブいわて報告集(期間限定 Web 公開)で公開されたもの。

概要集 P141 に本稿の概要あり

次頁は、発表時のポスター原稿