UNIX 上の音声によるキー入力練習ソフトの開発について

平成 14 年 2 月 8 日

情報電子工学科 竹野研究室
石田 大輔

目 次

1 はじめに **1**

2 視覚障害者がコンピュータを使用する意義 **1**

3 視覚障害者のコンピュータ環境の現状 **2**

3.1 OS 別に分類される視覚障害者のコンピュータ環境 2

3.2 障害程度別に分類される視覚障害者のコンピュータ環境 3

3.2.1 全盲者の問題点 4

3.2.2 弱視者の問題点 4

3.3 視覚障害者用情報機器 4

4 視覚障害者向けソフトの提案 **5**

4.1 音声出力キー配置習得ソフト 5

4.1.1 声出力キー配置習得ソフトの目的 5

4.1.2 音声出力キー配置習得ソフトの考察 6

4.2 音声出力点字学習ソフト 7

4.2.1 音声出力点字学習ソフトの目的 7

4.2.2 音声出力点字学習ソフトの考察 7

4.3 音声出力タイピングゲームソフト 9

4.4 ソフトの対象者分類 9

5 音声出力タイピングゲームソフトの開発 **10**

5.1 現在開発されているタイピングゲーム 10

5.2 タイピングゲームとは 13

5.3 視覚を排した落ちもの系タイピングゲーム 15

5.4 新たなゲーム性の考察 (伝言ゲーム) 16

5.5 タイピングゲームの作成 17

5.5.1 サンプルプログラムの作成 (キーエコー) 17

5.5.2 サンプルプログラムの作成 (タイプミスの場合に音を鳴らす) . . . 20

6 最後に **23**

参考文献 **25**

概要

視覚障害者が音声でインターネットを活用することにより、従来は困難であった即時性のある情報の入手や社会参加が可能となる。画面情報の音声化の技術が進むにつれコンピュータを活用する視覚障害者は増加している。しかし、我々晴眼者がコンピュータ操作習得と並行してキーボード操作を習得するのに対して、視覚障害者はまずキーボードという空間概念を把握し、キー配列を覚えなければいけない。本稿では、視覚障害者のコンピュータ利用の現状を報告するとともに、彼らがコンピュータ操作 (キーボード配列) を独力で習得するための音声出力を用いた GUI に依存しない UNIX 上のタイピングソフトの開発を行なう。タイピングソフトの原理を考察し、基本的なテストプログラムを実行した結果、音声出力ならではの問題点が多数見つかった。そこで、それらの問題点を分析し、解決策を考察した。

1　はじめに

点字を使える視覚障害者は視覚障害者全体のおよそ 10 % [4] であり、意外と普及されていないことが分かる。その理由として、 生まれたときから視覚がない人は点字を学ぶ時間に恵まれており、熱意もある反面、成人した後に視覚を失った人には点字を習得することは苦痛である、といった事情がある。視覚障害者のための情報ディスプレイ手段としては点字も重要ではあるが、特に即時性を考慮するとパソコンなどを活用し合成音声で画面情報を認識させることが有効である。

視覚に障害を持った人々にとって、普通文字を自分の力だけで書くことは長年の夢であった。画面表示が確認できない視覚障害者のために音声読み上げ機能のついたワープロソフトが開発され、それが現実のものとなった。コンピュータでも画面情報の音声出力装置の開発が進み、画面の視覚情報に頼らなくてもコンピュータが操作できるようになった。これにより、コンピュータの操作を学ぶ視覚障害者の数も増えつつある。

しかしながら、我々晴眼者がコンピュータ操作習得と並行してキーボード操作を習得するのに対して、視覚障害者はまずキーボードという空間概念を把握し、キー配列を覚えなければいけない。そして始めてコンピュータの操作を習得していくこととなる。コンピュータ操作の学習そのものよりむしろキーの配置を覚えることに多くの時間を費すということにもなる。というのも、視覚障害者はまず、キーボードというもののイメージを作りあげていかなければなく、キーを目で確認できないため、キー配列は完璧にマスターしなければならないからである。また、自力でキー配列を習得するのは困難であり、教育者がつねに必要となってくる。

以上のような問題に対し、視覚障害者が教育者なしで点字やキーボードの習得が可能となるようなキー入力による音声出力ソフト (キー配置習得ソフト、点字学習ソフト、タイピングゲームソフト) を考察する。

このようなソフトを UNIX 上で使えるものにしていく。視覚障害者にとって真に使いやすいコンピュータ環境は MS–Windows に代表される GUI 環境ではない。OS の基本機能と GUI 管理機能が分離されていない MS–Windows などの OS よりも、UNIX のように文字やテキストのみで表される環境の方が視覚障害者に活用しやすいと考えらえる。このような観点からソフトを UNIX 上で使えるものとする方法を考察することで、この OS を視覚障害者のユーザに広めていく手助けとなる。

2　視覚障害者がコンピュータを使用する意義

1. 即時性のある情報の送受信
   これまで視覚障害者は点字や朗読テープといったメディアからの情報収集に頼っていた。例えば新聞をよむという行為に関しても、人に読んでもらう必要があった。しかし、電子メール、インターネットなどを使うことで新聞記事情報を得ることができ、音声化ソフトなどを使うことにより、好きな時に自分に必要な情報を得ることができる。

2. コミュニケーションの手段
   封筒に宛名を書いて、投函しなくても、音声化ソフトの電子メールを用いて他人に手紙を送ることができる。また、ホームページを作成し、自分の伝えたいことを表現することができる。

3. 活動範囲の向上
   晴眼者にも言えることだが情報を得るまでの手間を省くことができる。情報を得るために例えば図書館に行くにしても視覚障害者にとっては容易ではない。しかし、インターネットを使えば家にいながらにして情報を得ることができる。よって障害によって制限された活動を広げる可能性を持っている。

4. 点字の知識がなくても利用できる
   厚生省大臣官房障害保健福祉部により視覚障害者に対して次の様な調査結果がでている [4]。

   視覚障害者数　およそ 305,000 人
   点字利用者数　およそ 28,000 人

   視覚障害者が情報を得る重要な手段として点字という方法があるが、上記より、点字が使える人は視覚障害者のわずか 10 % にも満たないことが分かる。また、修得にも時間がかかる。即時性を考慮するとパソコンなどを活用した合成音声の活用が有効であるといえる。

5. 社会的自立
   これは以上のすべてを含め、最も重要なものである。自分ひとりの力で必要な情報を必要な時、手に入れることができる。多少手間がかかっても人の手を借りず自分の力で欲しい情報を得ることに重要な意義を感じる。

視覚障害者にとってコンピュータを使用するということはただ単に便利だからという理由だけではくくれない。人の手を借りることなく、自分の力で活動の場を広げていくことが、コンピュータを使うことで可能になる。これは視覚障害者の自立活動の大きな助けとなる。

3　視覚障害者のコンピュータ環境の現状

3.1　OS 別に分類される視覚障害者のコンピュータ環境

視覚障害者はどのような環境でコンピュータを使っているのだろうか OS 別に分類し、調べてみた。

1. MS-DOS
   MS–DOS の場合、基本的な情報のやり取りは、文字を中心に行なわれるため、「 VDM 」などの音声化ソフト (ドライバ) を使うことによって、画面に表示された情報 (

文字) をそのまま音声出力する方法が取られる。キャラクタベースの MS–DOS は視覚障害者に向いているとされ、ほとんどの視覚障害者はこれを使っている。

2. MS–Windows
   グラフィカルなユーザーインターフェイスを持つ 「 MS–Windows 」は画像が多く、文字でのやりとりが少ない OS なので文字ベースでの音声変換が困難である。どうにか音声ガイドで使う方法などが、考えられ始めてはいるが、なかなかコストや、開発するだけに見合った需要がない。またキーボードを使わず、マウスで画面上のアイコンを操作する GUI 環境は視覚障害者にとっては使いづらいものになっている。

3. UNIX
   UNIX においては FreeBSD や Linux などが使われているそうである。ただし UNIX 上でのスクリーンリーダーソフトがないため、全盲の視覚障害者が UNIX をやるとなると、パソコンが 2 台と外付けの音声装置が必要となる。点字ディスプレーもあれば便利であるがコストも非常にかかる。パソコンが 2 台必要になるのは、UNIX をインストールしたパソコンに直接音声装置や点字ディスプレーをつないでも、音声や点字を出力できないからである。そのため、MS-DOS をインストールしたもう一つのパソコンから、UNIX がインストールされたパソコンにアクセスし、音声や点字を出力している状況である。

3.2 障害程度別に分類される視覚障害者のコンピュータ環境

視覚障害者は一般的に、全盲者と弱視者の 2 つに区分されている。それぞれは、次のように定義されている [2)]。

1. 全盲
   点字を常用し、主として聴覚や触覚を活用した学習を行なう必要のある者。

2. 弱視
   視力が 0.3 未満のもののうち、普通の文字を活用するなど、主として視覚による学習が可能な者。このうち、視力が 0.1 未満の者を強度弱視、視力が 0.1 以上 0.3 未満の者を軽度弱視という場合がある。

本稿では視覚障害者を便宜上、次の 2 つに大別することにする。

1. 全盲
   文字情報を目で認識できない程度の視力・視野・色覚レベル

2. 弱視
   なんらかの補正作業によって、文字情報を目で認識できるレベル

これを元に、全盲者、弱視者それぞれに、コンピュータを使用するにあたり、どのような問題があり、どのように対処してコンピュータを利用しているのか次に挙げる。

3.2.1 全盲者の問題点

- 画面情報が認識できない
- 動作状況を表すランプが認識できない

全盲者の場合、画面情報や動作情報の音声出力を行なう、また、キーボードなどからの入力情報を音声でフィードバックさせる、といったことを実現することで比較的容易にコンピュータを利用することができる。

キーボードやスイッチ類の操作、フロッピーの出し入れなどは、その配列や位置さえしっかりと把握していれば決して不可能ではないため、よく使うキーに突起の付いたシールなどで目印をつけるといったことで、より操作しやすくなる。

しかし、先にも挙げたようにキーボードの位置をすべて覚えてしまうということはかなり、困難なことである。そこで、点字を習得している視覚障害者はキーの中から、6 つのキーだけを抜き出し、それを点字で言うところの 1 から 6 の点に見立て、点字表記方に従ってその 6 つのキーのうちいくつかを同時に押し、点字感覚でキーボードから入力操作を行なうという方法をとっている場合がある。

3.2.2 弱視者の問題点

- 小さい文字が読みづらい
- 文字の色によっては非常に見づらい

弱視者の場合、視力・視野・色覚の状況は個人差が非常に大きい。よって、コンピュータを利用するにあたっては、文字の大きさ、文字間のスペース、また、文字の色・背景の色、コントラストが自在に変更できるといった補助が求められる。

3.3 視覚障害者用情報機器

1. 点字ディスプレー
   点字ディスプレーとは文字等のコンピュータの画面情報を点字により示すことのできるものである。読み込まれた情報は凹凸となって 1 行ずつ表示される。任意で次の行に進んだり、前に戻ったりもできる。点字ディスプレーの方式としては、磁気でピンを出し入れする方式が実用化されている。

2. 画面拡大装置・ソフト
   弱視者がコンピュータを利用する場合、画面が拡大できると大変便利である。コンピュータの画面を拡大させるには特別の装置を用いる場合とソフトウェアによる場合の 2 通りの方法がある。MS–DOS の環境では、画面拡大装置も利用されていたが、MS–Windows の環境ではソフトによる画面拡大が主に利用されている。Windows98 には標準で画面拡大ソフトが用意されている。また、専用の画面拡大ソフトとして

「ZoomText Xtra」などの製品が市販されている。これらは OS 添付のものに比べて機能が強化されている。

4　視覚障害者向けソフトの提案

セクション 3 で論じたように視覚障害者がコンピュータを習得する意義は大きい。さらに、音声化ソフト、画面の拡大・色調の調整などを行なうソフトなど視覚障害者をサポートするソフトも次々と開発され、コンピュータ習得を望む視覚障害者の数は益々増加している。

しかし、これらのソフトはあくまでも、コンピュータ操作を補助するものであり、視覚書障害者がコンピュータ操作 (キーボード操作) を習得していることが前提となっている。

コンピュータを習得した後は視覚障害者は様々な補助ソフトを使用することで、一人でもコンピュータを動かすことができる。しかし、それ以前に視覚障害者はまず、キーボード操作を習得しなければならずこれを一人で行なうことは不可能であり、介助者 (教育者) の手助けが必要となる。

何かこの手助けになるようなソフトが作れないだろうか。

また、セクション 2 で視覚障害者がコンピュータを使う意義として点字をあつかえる障害者が少ないということをあげた。そこで、コンピュータを使って視覚障害者に点字を覚えさせる環境をつくることはできないだろうか。

以上の考えから次のような視覚障害者向けのソフトを提案する。

- 音声出力キー配置習得ソフト
  視覚障害者がキーの位置を覚えるために音声によってサポートされた初心者むけキー入力練習ソフト
- 音声出力点字学習ソフト
  キーボードの任意のキーを点字の 6 つの点に見立て音声化することで、視覚障害者が自力での点字の学習を可能とするソフト
- 音声出力タイピングゲームソフト
  音声によってサポートされている「キーボードの配置を確実に覚える」「キー操作のスピードアップ」を目的としたタイピングゲームソフト

4.1　音声出力キー配置習得ソフト

4.1.1　声出力キー配置習得ソフトの目的

これまでの報告から視覚障害者がコンピュータを利用してインターネットやメールを使っているということが分かっている。ただ、コンピュータを利用するにあたってはキーボードの習得が不可欠である。

視覚障害者の場合はキーを目で確認することができないためキーボード操作は必然的にタッチタイピングとなる。よってキーボードの位置を完璧にマスターしなければならない。しかし、キーボードに書かれた文字を見ることのできない視覚障害者にとっては、キーボードのそれぞれの位置などを覚える学習は一人では困難であり、他人の手助けが常に必要となる。

そこで、もしキーボード操作の練習を介助者なしで行なえるような環境が作れるのならば、キーボード操作を覚えようという視覚障害者やそれを教える介助者にとっても有意義であるといえるのではないかと考えられる。

4.1.2 音声出力キー配置習得ソフトの考察

音声出力キー配置習得プログラムソフトはテキストエディタで作成された課題ファイルをキーボード練習ソフトウェアの入力として実行する構成を取る。

課題ファイルは次の様なステップで構成される。

1. ホームポジション
2. 人差し指の守備範囲
3. 中指の守備範囲
4. 薬指の守備範囲
5. 小指の守備範囲
6. 1 について両手を使って 3 ~ 5 文字程度の入力
7. 2 について両手を使って 3 ~ 5 文字程度の入力
8. 3 について両手を使って 3 ~ 5 文字程度の入力
9. 4 について両手を使って 3 ~ 5 文字程度の入力
10. 5 について両手を使って 3 ~ 5 文字程度の入力
11. テンキー
12. ローマ字 (母音)
13. ローマ字
14. ローマ字 (濁音)
15. ローマ字 (半濁音)
16. ローマ字 (拗音)

17. ローマ字 (単語)

18. 短い文

練習モード、応用モードの 2 つのモードを持たせる。練習モードでは押すべきキーの場所 (指) が課題読み上げ後、音声でガイドされる。一方、応用モードではキー配列を覚えていなければ正しく回答することができない。そこで応用モードでは正解が入力されるまでに所要した時間と正解数、不正解数、正解率などをログファイルに保存し、評価として用いることにする。

まずは練習モードで十分練習し、ある程度キー配列を覚えてから応用モードに切り替える。

キー入力の際にはキーエコーがかかり、正誤判定を行うものとし、正しいキーを入力しない限り、次の課題には進まない。(あくまで練習ソフトなので)

音声ガイドはアルファベットの読みを音声出力した後、指使いのヒントがあたえられる。

ステップ 1 ~ 17 はユーザが学習の度合にあわせてモードを選択することができる。

ステップ 6 ~ 10 においては文字を打っている間に課題の文を忘れてしまうことがあるかもしれない。よって、一度に出力される課題は 5 文字程度までとする。

ステップ 13 のローマ字について音声ガイドの例 :「か」の場合

「カ」→「ケー」→「中指」→「エー」→「小指」

となる。

ステップ 18 については応用モードのみとする。

文字の色、大きさについてはカスタマイズが可能となる。

このようなソフトがあれば、視覚障害者がキー配列を覚えるにあたって有効なものになるのではないだろうか。

4.2 音声出力点字学習ソフト

4.2.1 音声出力点字学習ソフトの目的

点字を扱える視覚障害者が少ない理由のひとつとして、点字学習の困難さがあげられる。生まれたときから視覚がない人は点字を学ぶ時間に恵まれており熱意もある反面、例えば成人した後に視覚を失った人には点字を習得することは苦痛であると思われる。ゲーム形式にすることによってこういった視覚障害者が点字を学習するひとつの動機づけになり得る。

4.2.2 音声出力点字学習ソフトの考察

音声出力キー配置習得ソフトでは、例えば、あるアルファベットを読み上げ、それにあったキーを入力させるという方法を提案した。そこで、点字学習ソフトではこれを応用し、読み上げられた単語にあった点字を入力させるという方法をとることができないだろうか。

ここで問題となってくるのは点字の入力方法である。そもそも点字と言うものは縦 3 点、横 2 点の計 6 点が凹凸によって表されており、その組み合わせによって文字が作られている。どのようにしてこの凹凸の組合わせをコンピュータに認識させればよいのだろうか。

視覚障害者がコンピュータにキーボードから文字を入力する方法として 6 点キー入力方式がある。前にも挙げたが、キーボード上に任意の 6 点を作り、それを点字一マスの 6 つの点に見立てて、入力することにより、文字を表示させるというものである。この 6 点キー入力法を参考にする。

点字の各点をどのキーに割り当てるかだが、視覚障害者にも理解しやすいように突起のある f 及び k のキーを中心に考えるのが良さそうである。キーの割り当ての例を図 1 に示す。

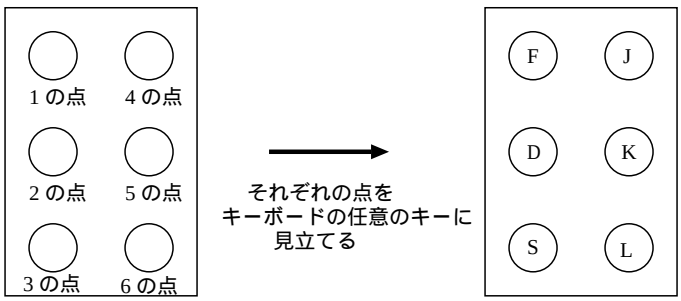

Fig. 1 点字の各点におけるキーの割り当ての例

この 6 つのキーを組み合わせることによって文字を表現する。例えば「あ」は点字では 1 の点の凸で表される。よって「F」を入力する。また「さ」ならば 1 の点、5 の点、6 の点の凸で表される。 よって「F,K,L」を同時に入力する。(図 2)

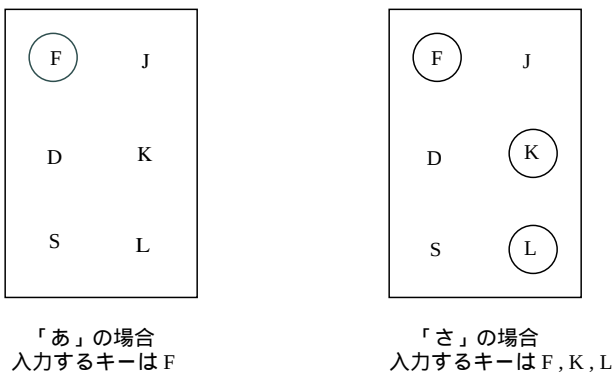

Fig. 2 キーの入力例

以上が 6 点入力方式である。この方式を使う場合、次のようなメリットが考えられる。

1. 今使われているキーボードをそのまま利用できる
2. すでに 6 点キー入力方式をつかっているユーザにとっても有益となる
3. 初心者は点字についての学習と共に 6 点入力をもマスターできる

これを入力方法としたうえで、音声出力キー配列習得ソフトのような実装を考察すれば、音声出力点字学習ソフトを実現させることはできるのではないだろうか。加えて、入力までの時間や正解率などを得点で表示させるようにすることで一種のゲーム性をもたせれば視覚障害者が点字を学習する動機づけとなる。

4.3 音声出力タイピングゲームソフト

タイピングゲームというのは画面上に表示されたアルファベットや単語などをキーボードを使って入力し、そのスピードや正確性を競うゲームのことである。タイピングゲームを音声によってサポートさせることで、視覚障害者にも使用可能なタイピングゲームを考察する。対象をある程度キー配列を習得している視覚障害者とすることで、ソフトに「キーの配列を確実に覚える」「キー操作のスピードアップ」と言う目的を持たせることができる。とくに、タッチタイピングのスピードアップは、コンピュータを使って仕事を行なっている視覚障害者の手助けになる。そこで現行のタイピングゲームを音声化を考察する。また、これに新たなゲーム性を付加させることも考察する。

このソフトについては次のセクション以降で論ずる。

4.4 ソフトの対象者分類

以上提案した 3 つのソフトはすべて、視覚障害者を対象としている。しかし、障害の度合や、持っている能力によっては、そのソフトを使用する意義をもたない視覚障害者もでてくる。そこで、どういった視覚障害者にソフトを使う意義があるのか、それぞれのソフトに対する対象者を考察する。対象者を考察するにあたり幾つかの分類項目をあげる。また、分類のポイントも合わせて考察する。

- 全盲者
  画面情報が分からないため、音声出力などといったなんらかのサポートが必要となる。音声出力に関しては、どのソフトにおいても「画面情報や動作状況を音声で出力する」また「キーボードからの入力情報を音声でフィードバックする」などといった機能を付加すれば、使用可能となる。

- 弱視者
  弱視といっても、視力・視野・色覚の状況は個人差が非常に大きくなる。そこで文字の大きさ、文字の色、背景の色、コントラストなどを何らかの補正作業によって自由に変更できるようになれば比較的容易にこれらのソフトを使えるのではないか。これらについてもサポートされているものとする。

- 晴眼者
  晴眼者にとってはわざわざ視覚障害者用ソフトを使う意義はない。ただ、タイピングソフトに関しては画面を見ることなくタイピングゲームを楽しむことができるので、晴眼者にとっても面白いものになる。

- 点字が使える視覚障害者
  点字が使えるということで点字学習ソフトの対象としては意義が薄れる。また、点字が使えれば、これまで 6 点入力の経験がなくとも比較的すんなりと覚えることができるのではないか。

- 点字が使えない視覚障害者
  点字が使えないということで、点字学習ソフトの対象者になり得る。点字が分からない者に 6 点入力は困難である。

- キーボードが扱える (タッチタイピングができる) 視覚障害者
  すでにタッチタイピングができるのであればキーボード操作を覚えるという意義はない。しかし、タイピングゲームを楽しむ、また、文字入力のスピードアップを図るという点においては非常に意義のあるものとなる。

- キーボードが扱えない (タッチタイピングができない) 視覚障害者
  タッチタイピングができないとなると対象となるのは音声出力キー配列習得ソフトのみとなる。また、キーボードが全く使えない者にタイピングゲームソフトの使用は困難である。

以上の考察を元にして幾つかの分岐点をつくると図 3 のようなソフトの適性を探るフローチャートができる。

また、図中にある補正作業というのは弱視者を対象としたものであり、個人の視力、視野、色覚の状況などにより文字の大きさ、文字の色、背景の色、コントラストなどを変更する作業である。

5　音声出力タイピングゲームソフトの開発

以上挙げた 3 つのソフトのうち、音声出力タイピングゲームソフトについては詳しく考察し、開発に向けてプログラムを組んでみる。

5.1　現在開発されているタイピングゲーム

まずは現在、どのようなタイピングゲームが存在するのか調べてみる。これですべてというわけではないが、以下のものを見つけた。

なお、以下のものはゲーム性の違いという点に重点を置き、分類した。

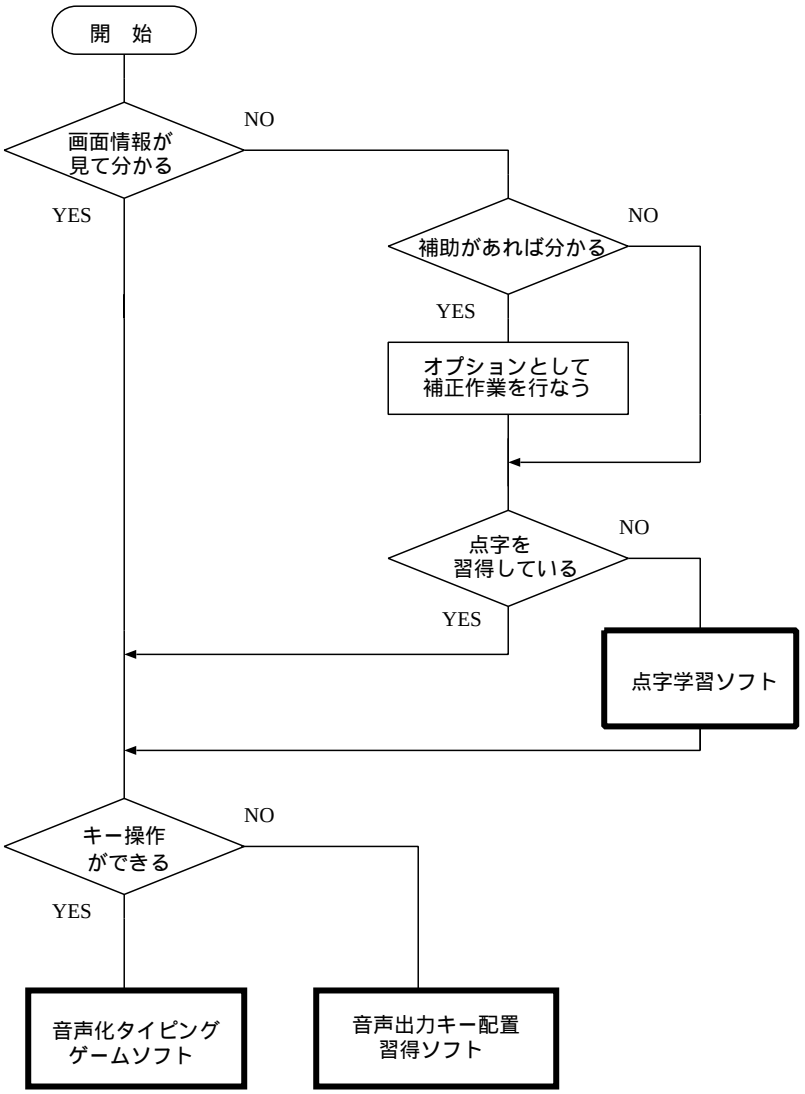

Fig. 3 ソフト適性チャート

1. 単純なタッチタイピングソフト
   よくあるタイピイングソフト。画面上に表された文字をキーボードから入力するというもの。

   この場合のゲーム性というのはステップごとに入力速度やミスタイプ率の評価がなされて、合格の判定がもらえれば次のステップに進める、あるいは評価を得点で表し、ハイスコアを競うというものが大半である。

2. ストーリー風タッチタイピングソフト
   出された課題をクリアすることによって話が進んでいくもの。「北斗の拳」や「宇宙

戦艦ヤマト」など有名な作品が元ネタとなっていることにより普通のタイピングソフトとは違ったファンをつけることができる。文字入力までに制限時間がつけられているものがほとんどであり、時間をオーバーしてしまうとそこでゲームは終了する。多少シビアでも魅力のあるストーリーならばユーザは何度も挑戦するのでタッチタイピング習得も速くなる。このようなメリットは大きいといえる。

3. 落ちもの系タッチタイピングソフト
   ランダムに落ちてくる課題を消える前に (地面につく前に) 入力して消していくというもの。要するに入力の制限時間が課題が現われて落ちるまでとなっている。なかなか制限時間が目に見えて分かるので焦りを誘うものになっている。

   「テトリス」や「ぷよぷよ」のように「連鎖」を使って高得点がでるものもあるらしく、「戦略」という新たなゲーム性が追加されている。

4. 歌詞を入力するタイピングゲーム [7)]
   歌詞に合わせて文字列を入力するタイピングゲーム。MP3 ファイルの曲に合わせてカラオケ風に歌詞の文字列が次々に表示され、曲が次の文字列にさしかかる前に入力を完了して Enter キーを押すと得点が加算されていく。正確に文字列を入力すると“ Perfect! ”と表示され高得点をゲットできる。1 文字でも間違えると“ Good ”や“ Bad ”と表示されて加算される得点が少なく、さらに入力が追いつかないと“ Poor ”となってまったく得点できない。なお、どれだけ間違ってもゲームオーバーにならず曲の最後までプレイできるため、歌詞を覚えたいときにも役立つようである。

5. レース系タイピングゲーム
   コース上に次々と文字が出現し、正しくキー入力すると文字が消えてスピードアップ。逆にタイプミスして文字に激突するとスピードダウンするというものである。落ち物系の応用版みたいな感じである。

6. 学習系タイピングゲーム
   課題となる文自体にテーマを決めてそれを打ち込ませることによって学習させようかというもの。例えば打ち込ませる文をことわざにしてみたりすることによって学習の効率アップをはかったりする。

7. 格闘ゲーム系タイピングゲーム
   課題を素早く正確に入力することで相手にダメージを与えていくというもの。ミスなく文字列を完成させると必殺技を繰り出すことができる。逆にミスタイプや入力の遅れがあると相手から攻撃を受けてしまう。「敵を倒す」という要素が含まれていることでプレヤーの気分を盛り上げてくれる。

5.2 タイピングゲームとは

現在、出回っているタイピングソフトは次の 4 つの特性をうまく組み合わせることで異なったゲーム性を作っていることに過ぎない。

1. キー入力までの時間 (制限時間)
2. タイプミスの時の対応
3. タイピングの評価
4. 視覚的な表現の工夫

タイピングソフトがゲームとして成り立つ要素はそこに付けられている視覚やストーリーなどといったさまざまな脚色を排除すると「正確さ」と「時間」のみに集約されると考えてもいいと思う。

「正確さ」というものはあらかじめ決められている課題に対して、さらに細かくすると、ひとつのキーに対して、正しい入力がなされているかどうかということである。

先に挙げたように我々には非常に多くの種類のタイピングゲームが出回っているように見える。しかし、いかなる種類のタイピングゲームにおいてもコンピュータによって行なわれている作業は、キー入力一回ごとにおいて「成功」「失敗」が判定されているにすぎない。

ただ、その判定結果によって何かしらの「反応」がおこる。ソフトによって様々な「反応」がなされ、このソフトにおける「反応」の違いがソフトの個性となり、様々なジャンルのタイピングソフトが構成される元となっている。(図 4)

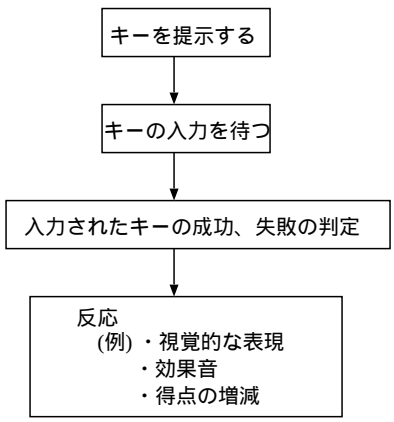

Fig. 4 タイピングゲームの流れ

タイピングゲームにおいては「タッチタイピングをマスターする」という前提のもと構成されるため、「成功」は 1 通りであり、その他のキーはすべて「失敗」と判定される。「成功」つまり、提示されたキーと入力が一致したならば次のキーの入力待ちの状態とな

る。しかし、「失敗」となった場合には、ソフトによって様々な対応がなされる。このソフトにおける対応の違いにより様々なジャンルのタイピングゲームソフトとなる。

キー入力に失敗した場合のソフトの対応は大別すると次のような 2 つの方式がある。

1. 無視して次の課題に進む
2. 正しいキーを入力しないと次の課題に進まない

前者の場合はただ無視されるというのではゲームにはなりえない、何かしらのペナルティがつく。例えばレースゲームであるならばスピードが落ちる、格闘ゲームであるならばダメージをもらう。などというものである。ただし、このペナルティというものもあくまで脚色の領域である。このタイプのフローチャートを図 5 に示す。

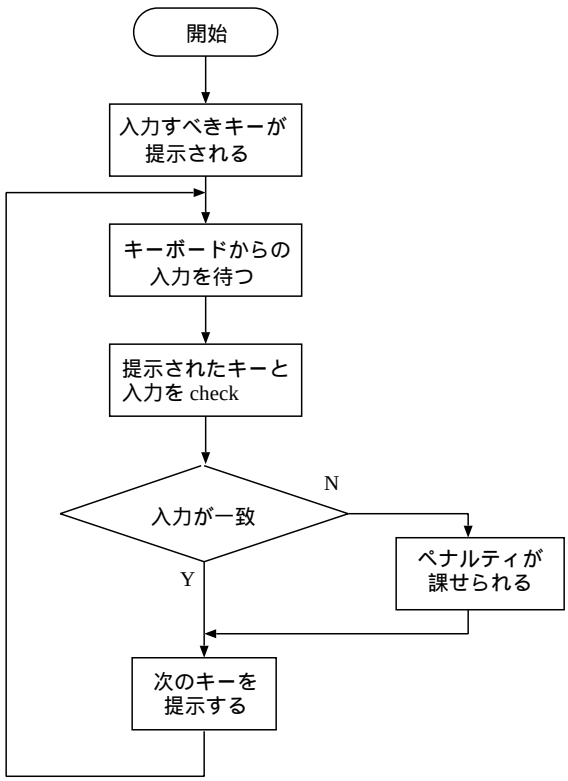

Fig. 5 キー入力に失敗した場合に次のキーが提示されるタイプ

後者の場合には正しいキーが入力されるまで待つことになるのだが、これだけではゲームとして成り立たない。よってここには「時間」という要素が加わることになる。このタイプのフローチャートを図 6 に示す。

ここで「制限時間」や「入力までの時間」に脚色として視覚的要素を付けると落ちものゲームになり、ストーリー系のゲームならば制限時間を短くさせることで (落ちものゲームならば落下速度を速くさせることで) 難易度を上げるといった方法がとられる。

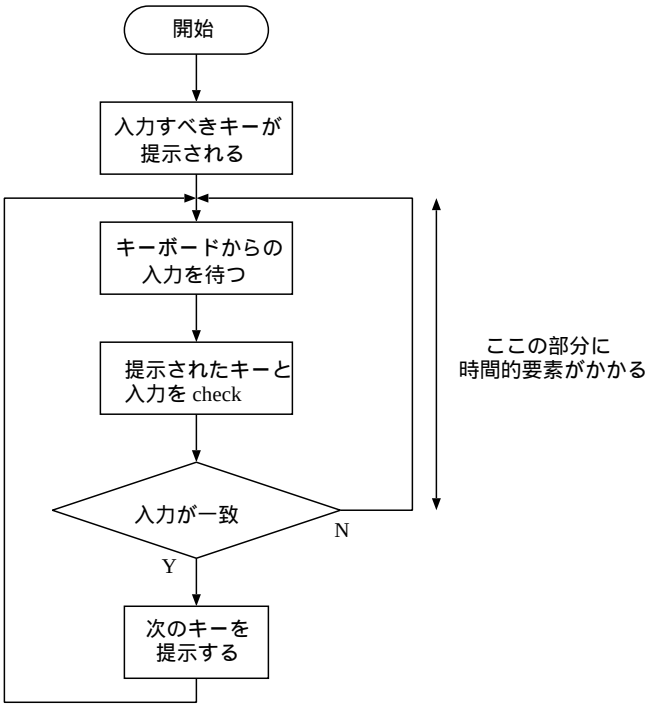

Fig. 6 正しいキーを入力するまで次のキーを提示しないタイプ

他にも難易度を上げる方法として「課題の文字数を増やす」ということも考えられるが、これも結局は一文字あたりの制限時間を短縮させるということになるので「時間」という要素の一つとして考えることができる。

つまり、これらのことからタイピングゲームというのは「正確さ」と「時間」という 2 つの要素から成り立っている。そのほかの要素は全て脚色であり、これによってタイピングゲームの種類が増えている。タイピングゲームというのはその名の通り、タッチタイピングをゲーム化したものである。

非常に多くの種類のタイピングゲームソフトがあるように思えるがどのソフトもその基本原理は「キー入力の速さ」と「キー入力の正確さ」である。

視覚障害者向けタイピングゲームソフトを考えるのであれば、「どれだけ速く正確にキーを打てるか」という基本原理をふまえつつ、視覚的なゲーム性をすべて排除するという制限をつけ、脚色とは違った全く別の発想でゲーム性を考えねばならない。

5.3 視覚を排した落ちもの系タイピングゲーム

視覚障害者向けのソフトを考えるにあたっては、まず視覚的な脚色を排除して考察しなければならない。これをふまえた上で、落ちもの系タイピングゲームソフトの音声化を考察する。

落ち物系のタイピングソフトというのは「制限時間」という一種のゲーム性が単に視覚化されたものの一例にすぎない。

落ち物ゲームというのは視覚的に「落ちてくる」ということが理解できてこそ面白みがあるため、次々と落ちてくるキーワード (課題) を見たまま音声化するのはあまり意味がない。

キーワードが落ちていく過程をなんらかの方法で音声でユーザに知らせても視覚障害者にとっては結局、単に制限時間が音声で表現されているということでしか認知されない。

つまり、視覚障害者にとって落ちもの系タイピングゲームとは制限時間のあるタイピングゲームなのである。

そこで、制限時間の音声での表現方法について考察してみた。ここで重要となってくるのは、如何にして、音声だけで落ちものゲームのように残り時間が減っていくさまを表現するかである。以下に考えられる方法を幾つか提案する。

1. 音の高低
2. 音の大小
3. 数字でカウントダウンを読み上げる
4. 音の長さ
5. 音の数

1 、2 は時間の経過と共に一定の間隔で音を出力し、前に出力された音と今出力された音にその高低もしくは大小の差をつけ、表現しようというものである。ただ、極端に音の出力の間隔を短くキーエコーなどの本来聞かなければならない音声の妨げになってしまうため、ある程度の間隔をもたせなければならない。そうすると、ユーザが前の音と後の音の違いを認識しづらくなってしまう。4 も同様に考えられる。 3 のカウントダウンならばは明らかに音の差が認識できるが他の音声と混同してしまう恐れがあるため、ゲーム中に使用される音声とは異なった音質のものを用いる必要がある。5 は時間の経過と共に、単音の数を増やしていこうというものである。一定の間隔を空け、「ピッ」「ピピッ」「ピピピッ」というような音を出力する。これならば他の音声と混同することもない。また、音の差も認識しやすい。

5.4 新たなゲーム性の考察 (伝言ゲーム)

視覚的なものを必要としないタイピングゲームソフトを考察するにあたり、タイピング行為自体よりもそれ以外の所でゲーム性を考えることができるのならば全く新たなものができるかもしれないと考えた。

一度タイピングゲームから離れ、視覚を必要としない遊びを考察する。そこで「伝言ゲーム」について考察してみる。伝言ゲームといってもいろいろあるが、ここでいう伝言ゲームとは次のようなものである。

1. 人数は 2 人以上
2. スタートの人はあらかじめ決められたテーマに合ったキーワードを言う
3. 次の人は前の人の言ったキーワードを言い、さらに自分のキーワードを付け足す
4. 2 、3 を繰り返し、キーワードを間違えたり、言えなかったりした人は負けとなる

以上のようなことをキーボードを使って行なうことができれば新たなゲーム性をもったタイピングゲームができる。

このソフトのメリットとして次のようなことが考えられる。

1. 画面を見る作業を必要としない
   普通、タイピングソフトになにかしらのゲーム性 (例えば落ちもの風、レース風、ストーリー風など) といった物を付加させる場合、どうしても視覚的な手法がとられてしまう。しかし、今回の案はタッチタイプの速さや正確さといったものだけでなく、「記憶力」というところにゲームの重点をおくことができる。つまり、ゲーム性を「記憶力勝負」とすることでむしろ視覚的な表現は邪魔になってくる。
2. 視覚障害者と晴眼者の区別なく同じ条件でソフトを使うことができる
   音声を記憶する、という点でむしろ視覚障害者のほうが得意かもしれない。

5.5 タイピングゲームの作成

5.5.1 サンプルプログラムの作成 (キーエコー)

視覚障害者がタイピングゲームソフトを使用するにあたって、まず問題となるのは、自分の入力したキーがどのキーであるかを認識させる方法である。とくにタイピングゲームの場合にはスピードが要求されるため自分の入力したキーをすぐに認識しなければならない。そこで、キーを入力すると即座に入力されたキーを読み上げるというサンプルプログラムを作成し、問題点を考察する。

音の出力は、あらかじめ作成されたアルファベット一文字ずつの音声ファイルを音声デバイス /dev/audio に流し込むことによって出力する。

サンプルプログラムのフローチャートを図 7 に表す。

このプログラムはキーボードから打ち込まれたアルファベットを瞬時に音声として出力するというものである。その他の記号や数字については読み上げに問題があるため、ここでは代わりにベル音を出力している。

このプログラムを実行してみて問題点が多数見つかった。

1. 記号 (数字) の音声出力方法
   記号に関しては音声出力されないようなプログラムになっている。というのもタイピングソフトとして考えるとそのまま音声出力にすることは難しい。「@」を「アットマーク」と読ませることは可能であるがこれをいちいち出力していたのではタイ

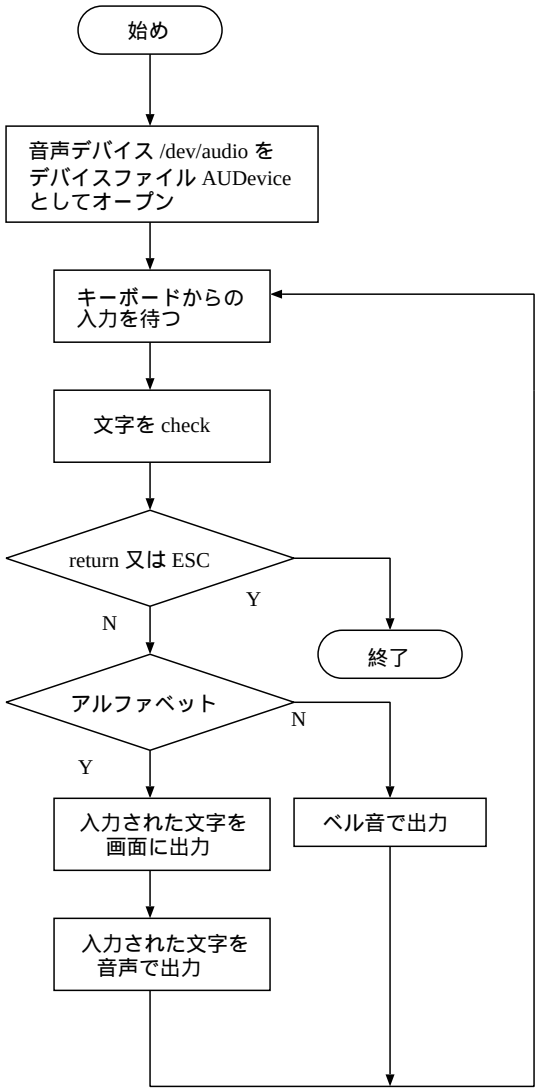

Fig. 7 キー入力で音声が出力されるフローチャート

ピングソフトとしてのスピード感が損なわれる。しかしながら @ や # 、数字などもその位置を覚える必要がある。よってソフトの方でなにか工夫する必要がある。

2. 大文字、小文字別の音声出力方法
どちらも同じ音声がでるようになっているため、何か識別する方法が必要である。

3. 聞き間違えやすい文字がある
今回のテストプログラムに関しては入力されたものがすぐに読み上げられるものであり、出力される音声に違和感はなかった。ただ、これは自分がどのキーを入力しているのかがあらかじめ分かっていて、出力される音声の予測がつくからである。

しかし、タイピングゲームの課題として音声が出力される場合や、タイプミスをしてしまい、予想と違った音が出力された場合に、音声だけで正しく認識できるだろうか。

協力者に画面及びキーボードを見ずに出力された音声がどのアルファベットを指すのか当ててもらう。協力は「yomi」の音声を聞いたことのない研究室外の学生にお願いした。

ここで聞き間違えた文字は e t p と d g といったような母音が一緒のものであった。これ以外の文字については正解率は 100 %であった。(実験時間はおよそ 2 分) また、ヘッドホン着用時には e を t 、t を p と間違えただけであった。

4. 連続で入力した場合の音声出力方法
   連続で入力してしまうとキーエコーが聞きづらい。一応、入力順にはキーエコーは行なわれるが時間差が生じてしまう。

以上のものについて解決策を考察する。

1. 記号 (数字) の音声出力方法
   問題はキーエコーで記号や数字をそのまま読み上げるのでは時間がかかってしまうということである。そこで、最初に 5 ~ 10 文字位の文字列 (課題) を読み上げ、キーを打ってもらうときには打ったものを読むのでなく、合っているか合っていないかだけを知らせる、という方法をとればキー入力の際に、読み上げの時間をとることはなくなる。また、キー入力 1 回 1 回ごとに「成功」「失敗」 2 通りのキーエコーのどちらかを通常のキーエコーの代わりに出力する、という方法も考えられる。ただし、視覚障害者が打ち間違いを修正する場合にはキーエコーが必要である。そこで、タイピングソフトの実装を考える際には必要に応じてキーエコーがかかるようにすることが必要となってくる。

2. 大文字、小文字別の音声出力方法
   大文字、小文字別に音声に違いを持たせることが必要となる。これについては男声、女声を使い分ける方法が有効である。この方法はキーエコーだけに限らず、例えば図 8 のようにして課題を読ませる時にも大文字、小文字の区別をつけさせることができる。

Fig. 8 大文字、小文字別音声出力方法

3. 聞き間違えやすい文字がある
   これはソフトの問題でなく付属音声の質が悪いというのが一番の理由となっている。

音声の質を上げると共に、聞き真違えやすい文字は少し癖を持たせて録音すれば良い。アルファベットは全部で 26 字、聞き間違いが生じるのはその中でも発音の似た数文字であるため、使っていればしだいに聞き分けられるようになるのではないだろうか。また、実験ではスピーカーから流れる音声を聞くよりもヘッドホンを着用したときの方がキーエコーの音声の理解度が大幅に増した。周囲への配慮を考えても、ヘッドホンの着用は有効である。

4. 連続で入力した場合の音声出力方法
   ユーザに連続入力をさせないようなゲーム上の工夫を行なうという方法が考えられる。また、1 の方法のように、いちいちキーエコーを行なわず、5 ~ 10 文字をまとめて判定する方法をとる、ということも考えられる。

5.5.2 サンプルプログラムの作成 (タイプミスの場合に音を鳴らす)

セクション 5.5.1 でキーエコーを行うプログラムを実行した際に、タイピングゲームソフトを考察するにあたって、次のような問題が浮かんできた。

1. 記号などをそのまま音声で表現するのは難しい
2. 連続でキーを入力した場合キーエコーが聞き取りにくくなる

これらの解決策の一つとして、最初に 5 ~ 10 文字位の文字列 (課題) を読み上げ、キーを打ってもらうときには打ったものを読むのでなく、合っているか合っていないかだけを知らせる、という方法がある。これならばキー入力の際に、読み上げの時間をとることはなくなる。そこで、実際にこのようなサンプルプログラムを作成し、実行してみる。

サンプルプログラムのフローチャートを図 9 に表す。

このプログラムでは初めにランダムでアルファベットの文字列を 8 文字まとめて音声で出力する。ユーザは音声を聞き、そのキーを順に入力する。課題のアルファベットと入力されたキーが一致していれば無音で次のアルファベットの入力待ちとなり、一致していない場合はベル音が鳴った後、次のアルファベットの入力待ちとなる。8 文字入力した時点でこのプログラムは終了となる。

このテストプログラムを実行した結果次のような問題点が分かった。なお、実行中はディスプレイ及びキーボードを見ないようにする。

1. 課題をどれだけ記憶しておけるか
   画面で課題を確認することができないため (実際には画面上に課題は出力されている)、一度で音声により出力された課題を記憶する必要がある。そのため、ユーザが数文字からなる文字列を要求された場合、文字を打っているうちに次の文字を忘れてしまい多くの時間を要することがある。
2. 一文字ずれた課題のキーを押してしまう
   今回のプログラムの場合、タイプミスをすると次のアルファベットに進んでしまう

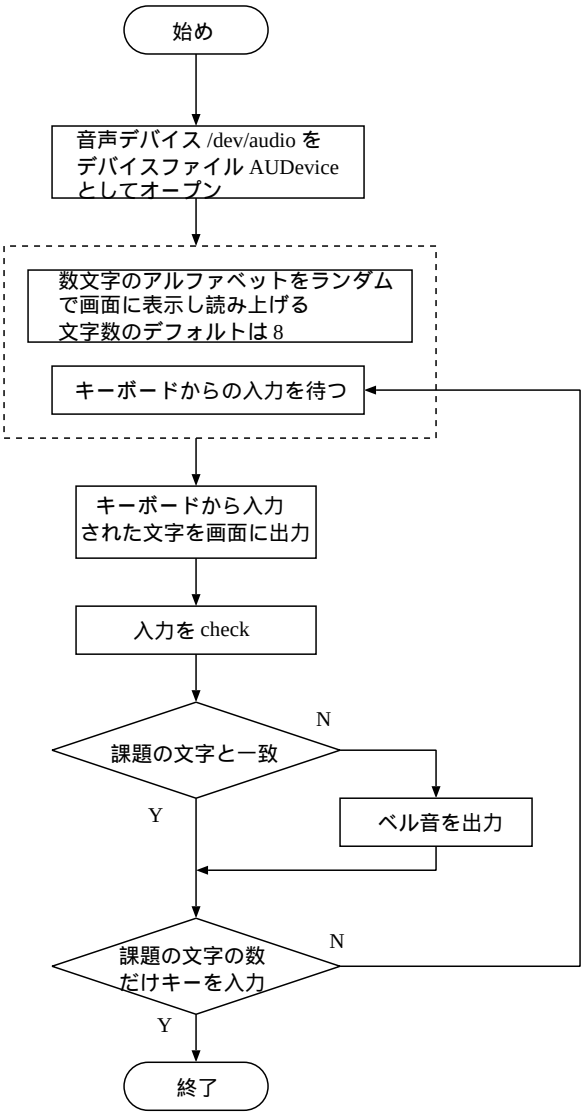

Fig. 9 大文字、小文字別音声出力方法

ようになっているため、一旦迷ってしまうと現在打つべきキーが分からなくなり、一つずれた課題のキーを押してしまっていたりすることがある。タイプミスをしたキー以降すべて失敗、というときもある。

以上のものについて解決策を考察する。

1. 課題をどれだけ記憶しておけるか
   この問題については文字数の設定を変えることで解決することが可能である。今回の課題の設定は 8 文字であった。課題の文字列はランダムで出力させられるため、8 文字を覚えるのは困難である。このプログラムの文字数を変え、キー配列を習得

している者に試してもらった結果、5 文字以下ならば、ほぼ確実に課題を正しく入力できていることが分かった。幾つかのタイプミスがあったが、そのデータを見るとミスが発生したのはいずれもセクション 5.5.1 で挙げられた聞き取りにくい文字であり、そのために起こったものだと考えられる。

しかしながら、一度に何文字記憶できるかはその人の能力次第である。熟練者は入力すべきキーの場所をいちいち頭で考えたりはせず、感覚で入力しており、課題を記憶することにのみ集中できる。迷うことなくスムーズにキー入力が行える者であれば、課題が比較的多くの文字から成っていたとしても、記憶しておくことができる。逆にキー入力に時間のかかる者はキーの位置を考えるのに頭を使ってしまい、長い文字列を記憶しておくことが難しくなる。

よって、ただ単に課題を短くするというのではなく、自分の能力に合わせて文字数を変化するようにさせるのが望ましい。課題を簡単にしたいときは文字数を少なくする、難しくしたいときは多くする、というように文字数の多さで課題のレベルを変えるという方法が考えられる。

2. 一文字ずれた課題のキーを押してしまう
   1 と同様に、課題を短くすることで解決できる。また、もう一つの方法として、正解を打つまで次の文字に進まない、という方法がある。この方法の考察を次に論ずる。

セクション 5.2 で挙げたが、タイピングソフトにはキー入力判定後の対応として 2 つの種類がある。一つは今回のプログラムの様なキー入力に失敗しても次の課題に進んでしまう方式、もう一つは正しいキーが入力されるまで次の課題に進まない方式である。

この 2 つの方式についてどちらが我々の目的に合っているのかを考察する。

1. キー入力に失敗しても次の課題に進む
   今回のプログラムのような方式。タイプミスの際にはベル音が鳴るがその後も続けて、次のキーから入力が可能。

2. 正しいキーが入力されるまで次の課題に進まない
   タイプミスの際にはベル音がなり正しいキーを打たない限り次の文字に進むことが出来ない。

まず、ユーザのキー入力のスピードによって、どちらの方式が向いているのか考察ることができる。

1 の場合は打ち直しが効かず、正しい入力キーを確認することが出来ない反面、一気に課題の最後まで入力できるため、キー配置を習得している者であるならば快適なスピードでキー入力を行うことができる。この場合に向いているユーザはタイプスピードが速く、タイプミスの原因はキー配置が分からないのではなく、打ち間違いによるものだという熟練者である。2 の場合にはタイプミスをすると、一度ゲームが止まってしまうが、タイピングの速い熟練者は、連続でキーを入力するので途中でタイプミスを知らせるベル音が鳴ったとしても、止まらず打ちつづけてしまう。そのため、どのキーでミスが起こっ

たのか分からなくなってしまう。また、キーを打ち直している最中に課題を忘れてしまうという懸念がある。しかし、キーを打ち直すことで正しいキー配置を覚えることが出来るため、この方式の場合にはスピードの速い熟練者よりも、丁寧にキーを打っていくようなユーザに向いている。

もう一つ、普段からのキー入力方法からどちらの方式が向いているのか考察することができる。

UNIX 上で使えるテキストエディタに emacs と vi がある。

emacs エディタはファイルを作成、編集する際に打ち間違えた文字を直すときはその場で修正を行う。しかし、vi エディタではコマンドモードと挿入モードの切り替えが必要となるため、打ち間違えた文字を修正するには、一旦、モードを変更し、修正を行わなければならない。よって、vi エディタのユーザは打ち間違いを気にせずとりあえず一気に打ってしまい、時間がかかる修正は打った後でまとめて行うようである。キー入力の癖というものもそれぞれある。これらのことから実際の文章を打つときの癖によってどちらの方式がやりやすいかが分かれる。

1 の方式の場合には emacs ユーザのように文字を打ち間違えたらその時点で正しく打ち直してしまう癖をもった者には苦手となるであろうし、2 の方式の場合には vi ユーザのような一気にキーを打ってしまう癖を持った者にはやりづらいものになる。

タイプミス時の対応についてはどちらが良いとは一概に言えない。これは、どちらの方式が優っているのかと言うよりも、どちらがよりやりやすいかという問題であり、それについてもユーザ自身の癖により変わってくる。実際にタイピングゲームソフトの実装を行うのであれば実行時にどちらの方式にするのかユーザが選択できる方法を持たせねばならない。

6 最後に

今回の研究では、まず視覚障害者のコンピュータ環境を調べると共に、音声にサポートされた視覚障害者にも使える学習ソフトを提案した。

音声出力キー配置習得ソフト、音声点字学習ソフトに関してはどんな実装を持たせたソフトにすればよいのか考察した。キー配置習得ソフトでは音声のみでコンピュータ初心者に一からキー配列を覚えていけるような方法を考察した。細かいステップに分けられたレッスンを音声によって行なう方法を挙げた。点字学習ソフトではコンピュータを使って点字を学習する方法ににについては、どうやってキーボードから点字を入力させるのかか問題となった。その解決策として点字の 6 点をキーボードの任意のキーに置き換えることで、キーボードを使っての点字の学習が可能とする方法を挙げた。しかし、本研究ではこれらのソフトに関して具体的なシステムについては触れていない。これらのソフトを実現するにあたってはその有効性について今後確認することが必要である。

音声出力タイピングゲームソフトでは実際存在するタイピングゲームソフトの分析から始めた。本稿の目的において、視覚を排除したものを作らなければいけないためにタイピ

ングゲームの本質の部分を知る必要があったからである。これを元に新たなゲーム性の考察を行なった。

今回の実験においてはモニターを必要としないタイピングゲームを実現する方法として、「音声出力」という方法をとった。

音声のみでタイピングゲームを考察するにあたって必要となる「入力した文字を音声で出力する」「音声で課題を読み上げ、タイプミスをした場合はベル音を出力する」といった 2 つの基本的なプログラムを組み、実験を行った。その結果、音声出力ソフトならではの問題点が多数見つかった。

「入力した文字を音声で出力する」プログラムではキー入力のスピードが速くなるとキーエコーが聞き取りづらくなってしまうことが分かった。また、記号などをそのまま音声として出力する場合も時間がかかってしまう。タイピングゲームソフトというのはキー入力のスピードアップが目的であるので非常に大きな問題となった。そこでこの解決策として、入力されたキーを一つ一つ読み上げるのではなく、課題に対して合っているかいないかだけを音声で出力する方法を挙げ、「音声で課題を読み上げ、タイプミスをした場合はベル音を出力する」というプログラムを作成して実験を行なった。しかし、視覚障害者がキーの位置を確認するためにはキーエコーが必要となる。そこで、キー位置を確認する手段として必要に応じてキーエコーをかけられるようにすることも、音声出力タイピングゲームソフトを考察する上で有効であると考えられる。

「音声で課題を読み上げ、タイプミスをした場合はベル音を出力する」プログラムは先の問題点の解決策として作成したものだが、実際実行してみて、音声のみで課題を記憶することと同時にキー入力をしなくてはいけないことの困難さが分かった。ここではユーザの癖や熟練度と課題となるアルファベットの文字数についての関係に関して分析を行なった。その結果ユーザに合わせて文字数を変えることでの解決策を論じた。ここでは本来、厳密に実験を行ないユーザと文字数の関係を分析したかったが、音声出力ファイルが聞き取りにくくきちんとしたデータをとれないこと、また、時間が無いこともあり、どのユーザにどの位の文字数が適しているか厳密に調査することはできなかった。

今後の課題として音質の向上があげられる。全ての情報を音声でユーザに理解させることが重要であるにも関わらず、音の聞き間違えが非常に多い。もちろん慣れれば聞き分けは可能であるが、実験するにあたっても、厳密なデータが取れなくなる。音が聞き分けられるようにどのような特徴をもたせて音声データを録音すれば良いかの考察も今後の課題となり得る。

本稿では音声出力タイピングゲームに必要と思われる基本的なテストプログラムを作り、その問題点を検討した。今回の考えを発展させ、新たなゲーム性として挙げた「伝言ゲーム」についても考察が必要となる。

参考文献

[1] 初めての点訳 (全国視覚障害者情報提供施設協会 , 1999)

[2] 香川邦生・猪平真理・大内進・牟田口辰己 : 視覚障害者に携わる方のために (慶應義塾大学出版会 , 2000)

[3] 点字とコンピュータ
http://www.econ.keio.ac.jp/staff/nakanoy/article/braille/BR/chap4/4-1.html (1999)

[4] 厚生労働省 WWW page
http://www.mhlw.go.jp (2001)

[5] 渡辺勝明 WWW page
http://www.watakatsu.com (2001)

[6] アイネット WWW page
http://www.host.or.jp/net/eyenet/default.htm (2001)

[7] そふと屋
http://hp.vector.co.jp/authors/VA015462/soft/index.html (2001)

[8] 福祉情報工学研究会
http://www.ieice.org/~wit/home.html (2000)