

音声メニュー同時提示方法の提案と評価

河本 敏志† 竹村 治雄† 片山 喜章†
萩原 兼一†† 横矢 直和†

† 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
†† 大阪大学基礎工学部

GUIの普及にともない、健常者による計算機の利用は容易になってきたが、その反面、GUIは従来の計算機のインタフェースと比較し視覚情報を多用するため、視覚障害者の計算機利用は困難になっている。このため、視覚障害者の計算機利用を支援する方法として、GUIの視覚情報を音声に置き換えることを提案する。本報告は、支援方法の一部として音声によるGUIのメニュー提示方法を提案する。提案手法は、レベル差ステレオを利用し複数の項目を同時に読み上げる方法である。晴眼者と視覚障害者に対して従来の逐次的にメニュー項目を読み上げる方法と提案手法のメニュー聞き取り実験を行ない、提案手法と従来手法を比較検討した。実験より、聞き取り率に関して提案手法が従来手法に匹敵することを確認し、視覚障害者の計算機利用の支援の観点から提案手法の有効性と問題点について考察した。また、提案手法を組み込んで開発したプロトタイプシステムについても述べる。

An Evaluation of Methods for Menu Presentation using Multiplex Voices

Satoshi KAWAMOTO† Haruo TAKEMURA† Yoshiaki KATAYAMA†
Kenichi HAGIHARA†† Naokazu YOKOYA†

† Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
†† Faculty of Engineering Science, Osaka University

In this paper, proposed are two menu presentation methods for the visually impaired. One is a method to read out menu items sequentially using fast speech. The other is a method to read out multiple menu items simultaneously from different directions. An empirical study of these methods are carried out for both sighted and visually impaired subjects. The simultaneous reading out method from two different directions has been found to have comparable menu item recognition rate to the rate of the sequential reading out method. In support for the visually impaired using computer, the experimental result makes the potential and problems of the method clear. Finally a prototype system developed with multiplex-voice menu is discussed.

1 はじめに

従来の計算機の操作は、コマンド等をキーボードで入力し、結果がディスプレイに文字として表示されるものが主流であった。このため、弱視ユーザに対して文字の拡大表示が、全盲ユーザに対して音声出力装置や点字ディスプレイが用いられた。

近年、キーボードで入力する操作に加えて、ウィンドウ、アイコン、プルダウンメニューやポップアップメニューのようなメニュー、ポインティングデバイス等に文字以外の視覚情報を用いる GUI(Graphical User Interface) が急速に普及してきた。そのため、視覚情報を得ることのできない視覚障害者の計算機利用は困難になっている。

今後も GUI の利用は増えていくことが予想される。視覚障害者が GUI を利用できるように、GUI が用いる視覚情報を視覚以外の感覚で伝える方法を構築すれば、視覚障害者用に特別なソフトウェアの開発を行わず、健常者と同じ GUI のソフトウェアを共用することができるであろう。

本研究では、GUI の視覚情報を音声に置き換えることにより、視覚障害者の計算機利用を支援する手法について考案する。音声を用いる理由は、

- 点字ディスプレイ等の特別な装置と比較し、音声出力装置が比較的安価なこと
- 音声出力は一般の利用者にとっても違和感なく受け入れやすいこと

等である。

従来の視覚障害者の計算機利用を支援する研究としては、Edwards の SoundTrack[1] があげられる。SoundTrack では、マウスを使用するためにポインタの位置を示す音と、メニューや文章等を出力する声を用いられている。SoundTrack は視覚障害者にとって操作が困難なマウスを使用することを考慮した非常に興味深いシステムであるが、視覚障害者向けに特別に開発されたシステムである。このアプローチは本研究のアプローチと異なる。

計算機とユーザのインタフェースに音を用いる研究としては、Gaver の SonicFinder[2] がある。SonicFinder は Auditory Icon を用いた聴覚的なインタフェースである。Auditory Icon では、計算機上でのイベントについての情報を伝えるために、日常生活の中でそれと類似したイベントが持つ音を用いる。例えばファイルをコピーするイベントに対して、コップに水を注ぐときの音を対応させる。コップに水を注ぐときの音は、コップに注がれた水の量によって変化していく。このことにより、ファイルコピーに対しコップに水を注ぐときの音を対応させることは、ファイルコピーというイベントを認識

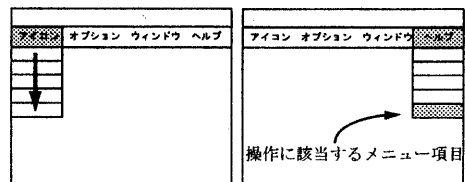
させるだけでなく、どの程度コピーが完了したか認知することを可能にする。このような Auditory Icon を利用することによって、GUI のアイコンの聴覚化が可能であろう。

作図ツールや描画ツールを除いて、視覚障害者が比較的よく利用するワープロ、表計算等に限定すれば GUI の操作は基本的に複数の操作候補からの選択である。これらの操作候補は、メニュー項目としてメニュー中に複数が同時に提示されることが多い。目の見えるユーザは、メニューの中の複数のメニュー項目が何であるか比較的瞬時に把握できる。しかし、音声にはこの視覚における一覽性がない。通常、メニュー項目を音声で提示するためには、逐次読み上げる方法をとるであろう。この方法では、ユーザは必要とするメニュー項目を順に探索する必要があるため、時間がかかってしまう。

具体的には、図 1(a) に示すように、音声提示であるメニュー中のメニュー項目を選択するには、それより前に出てくるメニュー項目が提示されるまで、該当するメニュー項目を選択できない。もしユーザが、メニュー項目がどのメニューにあるか知らなければ、メニューを先頭から順に探索することになる。この場合、例えば図 1(b) のような位置に該当するメニュー項目が存在すると、かなりの時間が必要であることは容易に想像できる。

視覚障害者が、効率よく既存の GUI を利用するために、GUI の聴覚化においてメニューを効率的に音声提示することが重要であると考え、支援方法の一部として音声によるメニューの効率的な提示方法を提案する。

以下、2 節で音声メニューの提示方法について、3 節で晴眼者を対象にした提案手法の評価実験について、4 節では 3 節の実験の結果と考察について、5 節で視覚障害者を対象とした評価実験と晴眼者に対する追加実験について、6 節で 5 節の実験の結果と考察について、7 節でプロトタイプの実成について



(a) 探索手順の一例 (b) メニュー項目の位置

図 1: メニュー探索における問題点

それぞれ述べ、まとめとする。

2 音声によるメニューの提示

前節で述べたように、GUIの基本操作の一つはメニュー選択である。GUIのメニューは階層構造をしており、通常、階層に沿った探索が必要である。そのため、GUIの操作性を向上させるには、メニュー選択を効率的に行うことが必要である。この問題を解決するための一手法は、できるだけ短時間で音声提示することである。従来の音声出力装置は、読み上げ速度を速くすることで伝達速度をあげてきた。本研究では、カクテル・パーティー効果に注目し、複数の音声を同時に提示することで、伝達速度をあげる手法を提案する。カクテル・パーティー効果とは、パーティーなど大勢の人の声、騒音の中で特定の人の声を聞き分け会話を交わすことが可能な現象である。この分離能力に関しては、両耳による方向知覚機能が貢献していることが知られている [3]。

ここでは、カクテルパーティー効果による音声分離を期待して、メニューの音声読み上げを方向感を持った複数の音声で同時に行うことを提案する。この方法では、同時に読み上げる項目数、音声の方向感の設定等で多くの実現例が考えられるが、今回は次の二つの方法を評価することにした。

- 2方向同時読み上げ提示方法：二つの音声を同時に読み上げる提示方法で、左と右のチャンネルから異なる音声を同時に読み上げる。
- 3方向同時読み上げ提示方法：三つの音声を同時に読み上げる提示方法で、左、右、そして左右両方のチャンネルから、異なる音声を同時に読み上げる。

両耳による方向知覚には、

- 両耳に達する音声のレベル差
- 両耳に達する音声の位相差
- 両耳に達する周波数スペクトルの差

等が関与している。提案した手法では、このうち両耳に達する音声のレベル差のみを利用している。これは、頭部伝達関数を利用した方向感の再現は専用の処理装置を必要とし、現時点での普及が望めないこと、2方向、3方向程度の多重化であればレベル差ステレオでも十分な効果が期待できるなどの理由による。

また、従来の順に読み上げる提示方法を逐次読み上げ提示方法ということにする。

3 評価実験 1

本研究は、視覚障害者の計算機利用を支援するための新たな手法の提案であり、提案手法は、視覚障害者によって評価される必要があるが、被験者の都合上、頻繁に実験を行うことが困難であった。そこで、視覚障害者を対象とする評価実験に先立って、晴眼者である本学の学生を対象にメニューの聞き取りに関して提案手法と従来手法の比較実験を実施した。

以下では、実験に用いる音声の構成法、および実験の手順と内容について述べる。

3.1 実験用メニューの構成

実験には、メニュー項目として表1に示す16項目を用いた。男性1名、女性2名が、これらのメニュー項目を発声し、その声をDAT(Digital Audio Tape recorder)で録音した。標準化周波数は48KHzである。メニュー項目の発声にかかる時間は1項目あたり平均0.76秒である。

逐次読み上げ提示方法のための音声メニューは、2人の女性のうち1人を特定し、この女性が発声した16項目から6項目を無作為に抽出し構成した。メニューは逐次的にそのまま提示するか、あるいは1/2,1/3に時間短縮して提示した。時間短縮は、カセットテープを早送りするような方法ではなく、音声を間引く方法で行った。カセットテープの早送りのような方法では基本周波数が高くなり、聞き取りが困難になると予測される。音声を間引く方法は、この問題を軽減すると考え、採用した。具体的には次のように行った。

1. 音声を2msec 間隔に区切る。長さ2msecのこの区間を1ブロックという。
2. 音声全体でkブロックあるとき、1/n時間に短縮するには、

$$0 \neq i \pmod n, \quad i = 1, \dots, k.$$

を満たすiブロックを取り除く。ただしブロックを取り除く際、各区間の境目に雑音が入らないようにするため、区間の長さを適度に調節する。

図2は、1/3に時間短縮する例を示す。

表1: 実験に用いたメニュー項目

アイコン	移動	開く	実行
終了	ウィンドウ	検索	ヘルプ
変更	オプション	コピー	登録
保存	表示	目次	整理

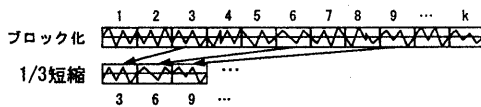


図 2: 1/3 時間に短縮する例

表 2: 同時読み上げ音声メニューの構成

			手法	
			2方向	3方向
発声方向	左	発声者	女性1	女性1
		項目数	3	2
	中央	発声者		男性
		項目数		2
	右	発声者	男性	女性2
		項目数	3	2

同時読み上げ提示方法のための音声メニューの構成を表 2 に示す。各方向のメニュー項目を、割り当てられた項目数だけ、その方向から逐次的に読み上げる。2 方向の場合は、左方向から女性 1 の声で 3 項目を逐次的に提示し、同時に左方向から男性の声で 3 項目を逐次的に提示することで、合計 6 項目を両チャンネルから提示した。この場合も提示されるメニュー項目に重複はなく、無作為に抽出した。

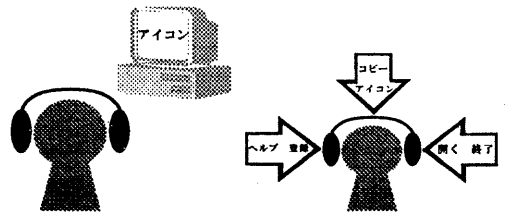
音声は DAT から WS (Silicon Graphics 社 INDIGO²) 上のハードディスクにコピーし、それを WS 上で編集した。

3.2 実験の手順と内容

音声メニューの逐次読み上げ提示方法として、時間短縮なし逐次読み上げ、1/2 時間短縮逐次読み上げ、1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法の三つについてメニューの聞き取りに関する予備実験を実施した。その結果、有意水準 5 % のチューキーの HSD 検定により、逐次読み上げに関する三つの提示方法の間に聞き取り率に関する有意な差は認められなかった。

この結果より評価実験 1 では、1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法、2 方向同時読み上げ提示方法、3 方向同時読み上げ提示方法の三つの提示方法について、被験者と試行数を増やし、メニューの聞き取りに関して検討した。

1 回の試行は、実際のメニュー選択タスクを想定し、次の手順で行った。



(a) 判定対象メニュー (b) 音声メニューの提示項目の提示



(c) 解答

図 3: 実験手順例

1. あらかじめ被験者に対し聞き取るメニュー項目をディスプレイ上に提示する (図 3(a)).
2. 6 項目からなる音声メニューを提示し、被験者は音声をヘッドホンで聞く (図 3(b)).
3. 計算機ディスプレイ上に提示されたメニュー項目の有無を「ある」、「ない」、「わからない」の三通りの中から選択し、解答する。解答を計算機上に記録する (図 3(c)).

各メニュー提示方法についてそれぞれ 100 試行、合計 300 試行を行った。各メニュー提示方法の順序は被験者ごとに無作為に決定した。それぞれのメニュー提示方法に対する学習効果を検討するため、各実験前に練習試行を行わなかった。被験者は本学学生 19 名 (男 18 名、女 1 名) で、いずれも晴眼者であった。各メニュー提示方法について要した実験時間は 10 分程度であった。実験には音声の編集に用いたものと同じ WS を使用した。

4 評価実験 1 の結果と考察

前節で述べた聞き取り実験の結果、及びその結果に対する考察についてそれぞれ述べる。

4.1 メニュー項目の正答率

各メニュー提示方法において、あるのにない、または、ないのあると答えた誤答と、「わからない」と答えた解答数を表 3 に示す。誤答と「わからない」答えた解答数を試行数で割った値を、それぞれ誤答

表 3: 誤答と「わからない」と答えた解答数

	誤答	わからない	合計
1/3 時間短縮	21 (0.011)	9 (0.005)	30 (0.016)
2 方向	38 (0.020)	17 (0.009)	55 (0.029)
3 方向	133 (0.070)	91 (0.048)	224 (0.118)

各提示方法の全試行数 1900 = 100 × 19

表 4: 被験者間の正答率の平均, 標準偏差, 最大, 最小

	1/3 時間短縮	2 方向	3 方向
平均	0.984	0.971	0.882
標準偏差	0.015	0.023	0.059
最大	1	1	0.95
最小	0.96	0.92	0.75

率と「わからない」の解答率といい, 表 3 の括弧の中は, それらを示す。

本報告のすべての実験では, 被験者に対し音声メニューを繰り返し聞くことを許さなかった。そのため, もし解答に「ある」「ない」の 2 種類の選択肢がなければ, 正しく認識できなくても偶然正解を答えてしまう危険性がある。「わからない」を解答の選択肢に加えることにより, 偶然正解を答えるという危険性を回避した。ただしメニューを繰り返し聞くことを許す場合, 「わからない」と答える代わりにメニューを再度聞くことにより, 正解を答える確立は高くなると推測できる。

本実験では, 「わからない」は誤答と同とみなした。従って正答率は,

正答率 = 1 - (誤答率 + 「わからない」の解答率) で表される。

表 4 は, 被験者間の正答率の平均, 標準偏差, 最大, 最小を示す。各提示方法間の正答率に関して有意水準 5 % でテューキーの HSD 検定を行った。HSD = 0.025058 より, 1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法と 2 方向同時読み上げ提示方法については有意な差は認められないが, 1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法と 3 方向同時読み上げ提示方法, 2 方向同時読み上げ提示方法と 3 方向同時読み上げ提示方法については有意な差が認められる。

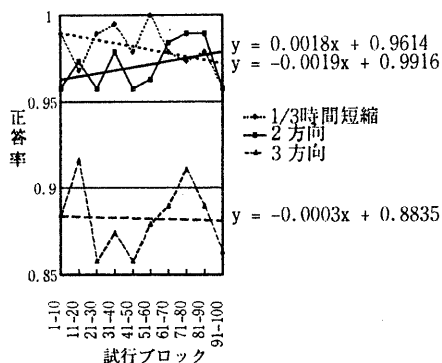


図 4: 試行ブロック別の正答率

4.2 学習効果

一つの実験あたり 1 人 100 回の試行が行われ, この 100 回の試行を 10 試行ごとブロックに区切り, 学習効果を検討する。図 4 は, 各区間の正答率を示す。各提示方法の回帰直線を求めた結果, 右上がりを示すのは 2 方向同時読み上げ提示方法の回帰直線だけである ($y = 0.0018x + 0.9614$)。この 2 方向同時読み上げ提示方法の場合においても, その回帰直線の傾きの絶対値は非常に小さく, その値は誤差の範囲と考えられる。従って, 1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法, 2 方向同時読み上げ提示方法, 3 方向同時読み上げ提示方法のいずれの提示方法についても学習効果は認められない。

4.3 考察

1/3 時間短縮逐次読み上げ提示方法と 2 方向同時読み上げ提示方法の正答率は 97 % 以上あり, これらの方法は音声メニューを効率よく提示できると考えられる。正答率に関して, 3 方向同時読み上げ提示方法は, 他の二つの提示方法との間に有意差が認められ, 最も成績が悪かったにも関わらず, その正答率は約 88 % である。メニュー提示をより効率化するため, 同時読み上げと逐次読み上げ時間短縮を組み合わせて提示すれば, いくらか正答率を下げる可能性があるが, それに見合うだけの十分な提示速度が得られるであろう。このことは検討を要する。

3 方向同時読み上げ提示方法と他の二つの提示方法の間に, 正答率に関する有意差が認められる理由として, 次の二つの要因があげられる。

- 表 4 に示されるように, 3 方向同時読み上げ提示方法の正答率の最大最小の差は, 他の二つ提示方法の正答率の最大最小の差と比較し大

きい。つまり、音の方向感を利用する提示方法での聞き取りを不得手とする被験者がいると推測できる。

- 3方向を実現するために、レベル差ステレオを用いたことによる。この方法では、1チャンネルにつき1人の声を割り当て2方向を実現するため、干渉は起こらない。一方、3方向を実現するには、1チャンネルにつき2人の声を割り当てるため、それら2人の声が互いに干渉し、正答率を下げると考えられる。この問題に対処する手法の一つとして、頭部音響伝達関数でより明確な音の方向感を実現する方法があげられる。

音の方向感を用いることは、音声メニュー等を提示する場合だけでなく、SonicFinder[2]のAuditory Iconのように常時音を出力する場合にも有効であろう。

5 評価実験2

評価実験1では、晴眼者を被験者として実験を行ったが、本研究の目的は、視覚障害者の計算機利用を支援することであるため、視覚障害者による提案手法の評価が必須である。評価実験2では、視覚障害者を被験者とする実験を行った。視覚障害者を対象として実験を行うため、評価実験1のように判定対象メニュー項目を計算機ディスプレイ上に提示することができない。そのため音声によって判定対象メニュー項目を提示しなければならない。判定対象メニュー項目を音声で提示することが、正答率に影響を与えるか検証するため、晴眼者に対し判定対象メニュー項目を音声提示した場合のメニュー聞き取り実験も実施した。

以下では、判定対象メニュー項目を音声提示した場合の聞き取り実験と視覚障害者に対する聞き取り実験について述べる。

5.1 判定対象メニュー項目を音声提示した場合の聞き取り実験

判定対象メニュー項目の音声提示が、正答率に与える影響の有無を検証するために、晴眼者を被験者としたメニュー項目の音声提示によるメニュー聞き取り実験を実施した。

この実験では、3方向同時読み上げ提示方法を用いた。これは、以下の理由による。

1. 評価実験1で、3方向同時読み上げ提示方法は、正答率に関して他の2方法の間に有意な差が認められ、その正答率の平均は約88%あった。

2. 晴眼者に対し視覚障害者、特に盲人の聴覚の先天的な優位性はないといわれているが[4]、視覚障害者は、日常から晴眼者に比べ外界からの情報を聴覚から得ることが多く、聴覚から得た情報を判断の重要な手がかりとしており、後天的に能力は高くなる可能性がある。視覚障害者に対して3方向同時読み上げ提示方法でメニューを提示した場合の正答率は向上すると予測できる。

判定対象メニュー項目の提示方法をディスプレイ提示から音声提示に変更した他は、実験手順は評価実験1と同じである。被験者ごとの試行数は100回、被験者は9人の晴眼者であった。

5.2 視覚障害者の聞き取り実験

視覚障害者に対して3方向同時読み上げ提示方法の有効性を検証する実験を行った。

この実験は視覚障害者が被験者であり、本学での実験は困難であった。このためDATに録音した100試行分の音声メニューを用いて大阪府立盲学校にて実験を実施した。判定対象メニュー項目と音声メニューは評価実験1と同じデータを用いた。被験者は「ある」「ない」「わからない」の3種類の中から一つを選択し口頭で答え、実験者が紙に逐次記録した。

口頭での教示が困難であるため、実験を始める前に3回の練習試行を行った。

被験者は盲人3名(男2名,女1名)、弱視者3名(男2名,女1名)の計6名のボランティアである。

6 評価実験2の結果と考察

前節で述べた二つの聞き取り実験の結果、及びその結果に対する考察についてそれぞれ述べる。

6.1 メニュー項目の正答率

6.1.1 判定対象メニュー項目を音声提示した場合の聞き取り実験の結果

実験の結果を表5に示す。評価実験1の3方向同時読み上げ提示方法の正答率、つまり判定対象メニュー項目のディスプレイ提示と、この実験で得られた正答率について分散分析を行った結果、 $F_{(1,26)} = 0.03994, p \leq 0.05$ となり、有意な差が認められなかった。このことより、判定対象メニュー項目のディスプレイ提示と音声提示に置き換えて行う実験の結果を比較できると理解する。

表 5: 正答率の平均, 標準偏差, 最大, 最小

平均	標準偏差	最大	最小
0.887	0.044	0.95	0.81

表 6: 視覚障害者の正答率

	全盲	弱視
被験者 1	0.97	0.86
2	0.96	0.83
3	0.79	0.81
平均	0.907	0.833
標準偏差	0.083	0.021

6.1.2 視覚障害者の聞き取り実験の結果

視覚障害者に対する聞き取り実験の結果を表 6 に示す。盲人, 弱視者および晴眼者の間の正答率に関して分散分析を行った結果, $F_{(2,12)} = 1.3901, p \leq 0.05$ となり, 有意な差は認められない。この晴眼者の正答率は評価実験 2 の判定対象メニュー項目を音声提示した場合の聞き取り実験で得た値である。

6.2 考察

評価実験 2 の結果は, 正答率に関して盲人, 弱視者および晴眼者の間に有意な差が認められないが, 被験者が, 盲人と弱視者が各 3 名, 晴眼者が 9 名の計 15 名と少ないためと考えられる。

特筆すべき点は, 表 6 において全盲の被験者の 3 名中 2 名の正答率が 97 % と 96 % を示すことである。この値は, 評価実験 1 の 2 方向同時読み上げ提示方法での正答率の平均と同程度であり, 3 方向同時読み上げ提示方法において晴眼者の最も高い正答率よりもさらに上回る。この 2 名は, 通常, 計算機利用において音声出力装置と点字ディスプレイを使用している。残りの 1 名の正答率は 79 % と低い値を示す。この被験者は, 計算機利用において普段音声出力装置を利用していない。これが, 79 % という低い正答率になった理由の一つと考えられる。

弱視の被験者に関しては, 正答率に関して有意な差は認められないものの, その平均は盲人と晴眼者の正答率の平均よりも低い。これは, 一般に弱視のコンピュータユーザが聴覚や触覚に頼らず, ディスプレイ上の文字を拡大するなどし, 残されたわずかな視力に頼りに文字を認識する傾向にあることによるであろう。

実験後, 次のような感想が述べられた。

- 3 方向から聞こえてくることは, 苦にならない。
- 音質が綺麗なので, 聞き易い。
- 長時間聞き続けると疲れる。

1 番目の感想は盲人の感想で, 2 番目, 3 番目の感想は盲人と弱視者の共通の感想である。

晴眼者に 3 方向同時読み上げ提示方法で音声提示すると, 大部分の人は聞き取りが困難であると述べているのに対し, 全盲の被験者は晴眼者とは逆の感想を述べている。実際解答するとき, 晴眼者は判断に時間がかかることが多かったが, 全盲の被験者はほとんど瞬時に答えた。つまり, 晴眼者に比べ盲人にとって, 3 方向の音声提示による認識の際の混乱は少ないと考えられる。

本研究で用いた音声は, 標本化周波数 48KHz で録音されたものを使用したため, 被験者の所属する盲学校で使用されている音声出力装置で生成される音声と比較して音質が良好である。そのために 2 番目の感想が述べられたと考えられる。特に視覚障害を持つ計算機利用者にとって音声は, 計算機からの情報を伝達する重要な媒介であるため, 利用者の使用感を向上させるためには, 計算機で使用される音声の質の向上が必須である。

従来の音声出力においても, 音声を長時間聞き続けると疲れると全盲の被験者は述べている。従って, 3 番目の感想は本研究で提案した提示方法独自の問題ではなく, 音声出力共通の問題と考えられ, 聴覚への負担を軽減する技術開発が必要であろう。

以上, 本研究で提案した 3 方向同時読み上げ提示方法に対し全盲の被験者から概ね良い反応を得た。弱視の被験者は, 3 方向同時読み上げ提示方法に関し晴眼者とはほぼ同等の反応を示した。このことより, 本研究で提案する同時読み上げ提示方法を用いる計算機利用の支援は, 特に全盲ユーザに対して有効と思われる。

7 プロトタイプ作成

今後, 視覚障害を持つ計算機ユーザが利用可能な GUI 上のアプリケーションを開発する。手始めに, MS-Windows 上のウィンドウのプロトタイプを Visual Basic で開発した。このプロトタイプは次のような目的のために開発した。本報告においては, メニュー項目を無作為に提示した。しかし, 実際メニュー項目を選択する状況では, メニュー項目は同じような属性等を持つものでまとめられているため, 操作に該当するメニュー項目がどのメニューにあるか見当を立てて選択することができる。そのため正答率が上昇する可能性がある。また評価実験

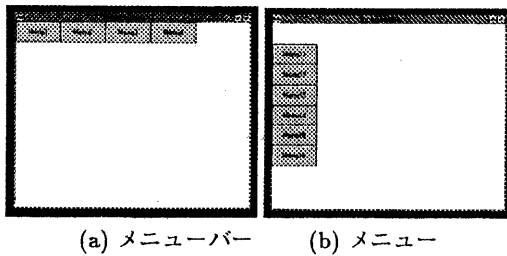


図 5: プロトタイプ

1, 2 では正答率に限定して議論したが, 選択にかかる時間を議論する必要もある。このプロトタイプを用いてこれらのことを検証し, 今後のアプリケーションの開発にフィードバックする。そのためこのプロトタイプは, エディタ等のアプリケーションを実装しているのではなく, 判定対象メニュー項目を提示し, それを選択するまでの時間等を記録する。

このプロトタイプは, メニューバー (図 5(a)) とメニュー (図 5(b)) から構成されている。メニューバーは複数のメニューからなり, メニューは同じ属性をもつ複数のメニュー項目からなる。プロトタイプ上の操作は, カーソルの移動とメニュー又はメニュー項目の選択であり, それらはキーボード又はマウスのどちらかを用いて行われる。メニューバーが選択可能になった場合, メニューバーの中の複数のメニューをディスプレイ提示すると同時に, 2 方向又は 3 方向から同時に音声提示する。またメニューを選択すると, そのメニューに含まれるメニュー項目をディスプレイ提示すると同時に, 2 方向又は 3 方向から同時に音声提示する。

今後, プロトタイプで同時読み上げ提示方法の有効性の評価を行い, この評価に基づき視覚障害をもつ計算機ユーザが容易に利用できるアプリケーションを作成する予定である。

8 まとめ

本研究では, 視覚障害者の計算機利用を支援する方法として, 1/3 時間短縮逐次読み上げ, 2 方向同時読み上げ, 3 方向同時読み上げの三つの提示方法について比較検討した。その結果, 1/3 時間短縮逐次読み上げと 2 方向同時読み上げの正答率は 97 % 以上あり, これらの方法で音声メニューを提示することによって高速に効率よく音声メニューを提示できると考えられる。3 方向同時読み上げ提示方法は, 他の二つの方法との間に, 正答率に関して有意な差が認められ, 正答率は 88 % であった。

視覚障害者に対して 3 方向同時読み上げ提示方法の聞き取りに関する実験を行った。正答率に関する結果は, 盲人, 弱視者, 晴眼者の 3 者の間に有意な差は認められなかったが, 3 名中 2 名の盲人の正答率は 97 %, 96 % と高い正答率を示した。

本研究で提案する音声メニュー提示方法には改善の余地があり, 今後さらに研究が必要である。今後の課題として, 逐次読み上げ時間短縮提示方法と同時読み上げ提示方法の組合せによる提示時間の短縮化, 頭部音響伝達関数を用いた音の方向感の実現による同時提示, プロトタイプの評価と改良等があげられる。

謝辞

音声の録音のためにブースを提供していただきました, ATR 人間情報通信研究所に深く感謝します。並びに, 数々の助言をして頂きました, 大阪府立盲学校情報処理科の城戸勝康科長, 本学鹿野清宏教授に深く感謝します。また, 被験者として協力して頂いた大阪府立盲学校情報処理科学生諸氏, 実験用サンプルとして声の録音及び, 被験者として協力して頂いた本学学生諸氏に感謝します。

参考文献

- [1] Alistair D. N. Edwards: Soundtrack: An Auditory Interface for Blind Users, *HUMAN-COMPUTER INTERACTION*, Vol. 4, 1989, pp.45-66.
- [2] William W. Gaver: The SoincFinder: An Interface That Uses Auditory Icons, *HUMAN-COMPUTER INTERACTION*, Vol. 4, 1989, pp.67-94.
- [3] 難波 精一郎 (編): 音の科学, 朝倉書店, 1989.
- [4] 佐藤 泰正 (編): 視覚障害心理学, 学芸図書株式会社, 1988.