

ロービジョン者の就労支援を目的とした新たな文書作成ソフトウェアの検討

加藤 慶彦^{1,a)} 平塚 義宗³ 長岡 雄一⁴ 栗原 聡²

概要：ロービジョン者の就労支援の手段の一つとして、PCを用いた文書や表計算ソフトを読み上げソフトと共に使用する方法の教育が行われている。しかし、これらのソフトウェアには元々、晴眼者向けに作成された設定情報の GUI への変換の行程が含まれている。そのため、ロービジョン者にとっては本来必要でない操作や知識が求められ、非効率が生じている可能性がある。そこで、本研究では、ロービジョン者の PC 文書作成における行程数を減らすことを目的としたマークアップ言語を開発した。目隠しをした健常者 10 名に対して、アビリンピック（ロービジョン者の PC 作業の効率性を競う会）の文章作成の課題における作業効率を計測した結果、文書作成における速度および誤操作率において改善が認められ、ロービジョン者に対する新たな文書作成ソフトウェアの有効性が示唆された。

キーワード：視覚障がい者就労支援、ロービジョンケア、スクリーンリーダー

1. はじめに

2016 年における、18 歳以上で視覚障害の身体障害者手帳が交付された人数は 333060 人であると発表されており、また、2006 年における視覚障がい者の就業割合は 21.4%と発表されている [1]。視覚障がい者の就労は伝統的に三療と呼ばれるあん摩マッサージ指圧、はり、きゅうの三種類の職業に従事することが多く、教育、養成システムとして特別支援学校や視力障害センターなどが整備されてきた。しかし、近年、ICT の発達とともに事務的職業に就く視覚障がい者は増え、2007 年の調査では三療が含まれる専門的、技術的職業は 25.6%であったが、2012 年の調査では 12.5%と下がり、代わりに事務的職業および販売の職業が合わせて 69.8%を占めており、事務的職業に必要不可欠である PC の操作を覚えたいという需要は年々高まってきている。そのような需要に際し、東京視覚障害者生活支援センターでは、PC を用いた就労の支援として PC の基本的な使い方や Word, Excel の使い方の指導が行われている。東京視覚障害者生活支援センターでの指導では、PC の操作を PC Talker Neo[2] というスクリーンリーダーを用いて画面の状態を読み上げさせ、その情報を元にしてキーボードで

PC を操作する手順の教育を行っている。しかし、この手法は PC 内部の状態の情報を晴眼者向けの GUI に変換し、そしてその GUI の状態の説明を音声によって行っているため、それぞれの変換過程において情報の欠落および伝達の不効率が起きていると考えられる。そこで、本研究では、文字入力タスクにおいて必要な PC 内部の状態情報とそれに対するインタラクションの行程を整理し、それらを直接音声に変換する手法の提案および検証を行う。

2. 文章入力タスクにおいて必要な情報とインタラクション

文章の入力タスクにおける作業のフローを図 1 に示す。前半部分を内部状態理解フェイズ、後半部分を操作フェイズと命名する。通常、PC 操作のインタラクションは内部状態理解、操作両方のフェイズにおいて PC 内部の状態を理解できるまで探索操作を行う。内部状態理解フェイズでは、PC 内部に存在する文書の状態を Word が GUI に変換し、それを PC Talker Neo によって現在カーソルがある場所を音声化し、ユーザはその音声を聞いて今自分の置かれている状態を理解する。また、理解出来なかった場合にはカーソル移動などの探索操作によって状態への理解を深め、最終的には達成したい変更後の状態を決定する。内部状態理解フェイズによって定められた目標状態に対し、操作フェイズでは操作をするための PC 状態の理解をするため、再び GUI、音声と変換された情報を元に操作可能な

¹ 慶應義塾大学大学院理工学研究科

² 慶應義塾大学理工学部

³ 順天堂大学眼科

⁴ 東京視覚障害者生活支援センター

a) yoshihikokato@keio.jp

状態、例えば太字にしたい対象が選択状態になっているかやメニューが開かれているかどうかを探索操作によって確認する。そして、操作が行える状態であることが確認できると、最終的に入力操作を行う。操作フェイズにおける探索操作は使用者の操作習熟度と PC の状態の変換の精度によって回数を抑えることが出来る。そこで、本研究では、PC 内部の状態の変換の効率化および操作フェイズにおける探索の必要性の低下を目指しシステム的设计を行う。

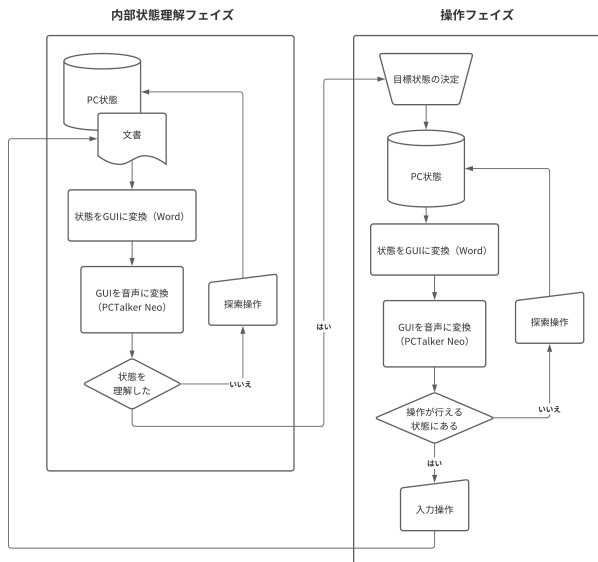


図 1 現在の文章の入力タスクにおける作業のフロー

3. 関連研究

視覚障がい者へ向けた PC のインターフェイスの研究は数多く行われている。小山ら [3] は OS とユーザーのインタラクションの行程を図 2 にの通り整理し、視覚障がい者に最適化を行ったキーボード入力、マウス入力、音声入力によっての操作における最適な設計について提案を行った。これより以後の研究では、GUI を読み上げるスクリーンリーダーの改良の研究が盛んにされており、そしてその発展形としてスクリーンリーダーでの表現がしやすい GUI の開発もされるようになった。東海林ら [4] は JIS 規格の Web 入力フォームにおける視覚障がい者の困難を「ページ全体の把握」、「ページ内の現在位置の把握」、「選択肢の提示方法」、「入力制約の緩和」へと配慮した回答フォームを開発し、使用することによって緩和できることを示した。

4. 提案手法

本研究では、文書の状態およびコマンドの状態の情報の変換を文頭にコマンドを配置する新たなマークアップ言語を開発することによって、PC 内部の状態の変換の効率化および操作フェイズにおける探索回数の低下を実現した。図 1 より本研究での手法に変更した際の作業のフローを図 3 に示す。GUI に変換して表現していた文書の状態をコマ

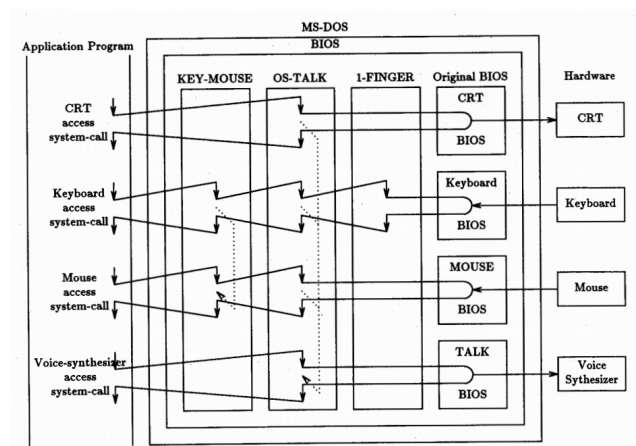


図 2 視覚障がい者に対応するインタフェースモジュール [3]

ンドという文字情報に表す手段を取るにより、読み上げを行った際の情報の欠落を減らしかつ操作フェイズにおける探索の必要性を無くした。本システムは以下の手順で文章の整形を行う。

- (1) コマンドを含めた文章を作成、もしくは既存の文書にコマンドを追加する
- (2) 保存を行うと同時にシステムがコマンドの含まれた文書を latex 形式の文書に変換する
- (3) latex 形式の文書をコンパイルし、pdf の作成を行う

5. 実験

晴眼者 10 人に対して、PC の画面を隠し、既存の手法での入力および提案手法での入力を用いてアビリンピック [5] において使用されている問題を解くという実験を行った。図 4 の文書を以下の指示に従って整形するという問題であり、その結果図 5 というように回答をすることができるかを問う。

- (1) 発信日を平成 29 年 3 月 10 日として一番最初の右側に挿入
- (2) お客様の名前を左側に寄せる
- (3) 発信者の所属と氏名を右側に寄せる
- (4) 表題を 14 ポイント (マークアップでは 120%) に変更した上で太字にし中央に配置
- (5) 敬具を文書の最後に右寄せて追加
- (6) 記書き文の営業日、定休日の 2 つの項目に対して数字の段落番号を設定

5 人を A 群とし、Word →提案手法の順で実験を行い、残りの 5 人を B 群とし、提案手法→Word の順で実験を行った。この際、今回の改善対象である「PC 内部の状態の変換の効率化および操作フェイズにおける探索の必要性の低下」を特に比較するため、目隠し入力における学習コストとなるタッチタイピング、コマンドや操作の暗記をしないで進められる形式で設計を行った。手順は以下のとおりである。

- (1) Word における文章入力および編集の手法の練習 (各

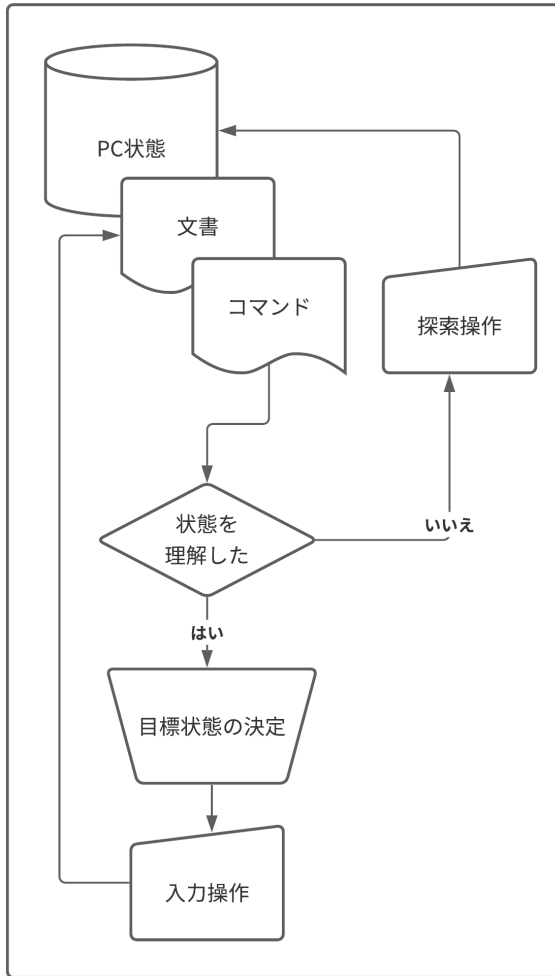


図 3 提案手法を用いた文章の入力タスクにおける作業のフロー

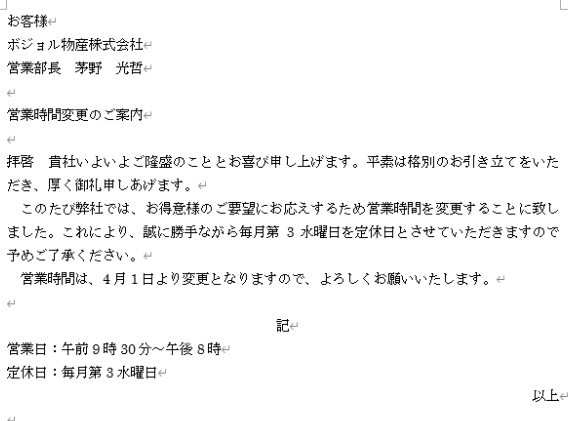


図 4 回答用紙

- コマンドを1度ずつ)
- (2) 本研究の提案手法による文章入力および編集の手法の練習 (各コマンドを1度ずつ)
- (3) 本実験において行うタスクの説明 (問題文および課題の提示)

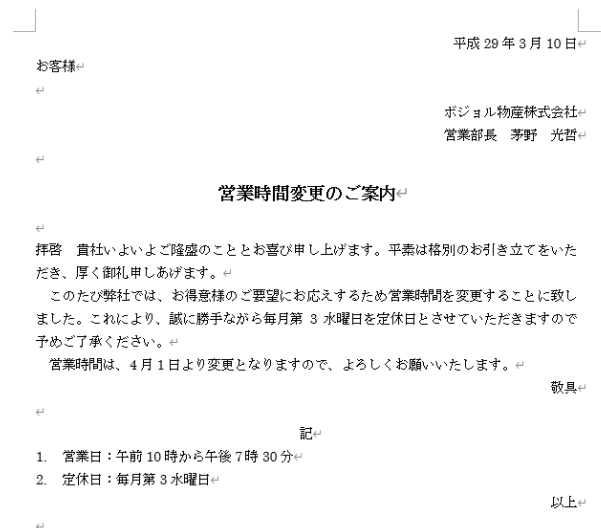


図 5 模範解答

(4) タスクの実行 (マニュアルを手元に置き、画面を隠した状態で行う)

(5) 感想聴取

本研究において、習得コストおよびタッチタイピングの能力については調査の対象では無いため、画面のみを隠し、マニュアル、キーボードは見ながら入力できる環境にて実験を行っている。また、実験に際して、ミスタイピングの回数の計測を行うため、画面録画、およびカメラによる入力風景の録画、各課題における時間の計測を行った。

6. 結果

6.1 タスク遂行時間

タスク遂行までにかかった時間をタスクごとに以下に示す。短縮時間の平均は Word でかかった時間-提案手法でかかった時間を短縮時間とし、その平均を取ったものである。この値が正であるとタイムが短縮されていたことがわかる。

6.1.1 A 群

表 1 A 群におけるタスク完了までの時間

課題番号	Word	提案手法	短縮時間の平均
1	4:39	1:45	2:53
2	3:30	1:35	1:54
3	2:14	1:46	0:26
4	2:59	1:26	1:32
5	2:47	1:21	1:25
6	4:53	1:20	3:32

6.1.2 B 群

表 2 B 群におけるタスク完了までの時間

課題番号	Word	提案手法	短縮時間の平均
1	5:08	4:20	-0:48
2	2:03	2:24	0:20
3	1:14	2:12	0:57
4	1:36	2:58	1:21
5	2:15	1:23	-0:52
6	4:55	3:12	-1:43

6.2 タスク遂行精度

タスク遂行精度は 5 人中何人がそのタスクに成功していたかで示す。

表 3 A 群におけるタスク遂行精度

課題番号	Word	提案手法
1	3	2
2	5	5
3	3	5
4	2	5
5	2	2
6	3	5

表 4 B 群におけるタスク遂行精度

課題番号	Word	提案手法
1	3	3
2	5	5
3	3	5
4	2	5
5	3	3
6	5	2

6.3 感想聴取

多かった感想を以下に示す。

- 入力の切り替え(全角/半角)の操作で戸惑ってしまった
- Word の仕様で下の行に移動した際のカーソルの位置が分からず、どうしたら良いか分からなかった

7. 考察

7.1 タスク遂行時間

A 群ではすべての課題, B 群では 2,3,4 番目の課題において改善が見られた。2,3,4 番目の課題は入力を伴わない文字を選択して文字の種類(右寄せ, 左寄せなど)を選択する課題であり, これらについては提案手法の入力方法が文書修正作業において時間短縮につながっているということが示された。1,5 番目の課題は文字入力および変換が必要となる課題であり, これらの課題は後に実行した手法の方が短い結果となっているため, 提案手法が時間短縮につながっているかどうかの判断を行うことが出来なかった。今後の実験では, 文字入力に関して精通している人物で実験を行うか, 文字入力の練習時間を多く取る必要があると

いう知見を得た。また, 6 番は Word においてはショートカットを覚えていれば文章中のどの場所においてもショートカットを押せば完了するタスクであるため, 提案手法の”/1”を文頭にタイピングする作業の方が文頭を探し出さなければならない分時間がかかる結果となった。これらを改善するためには, 提案手法専用の次の行に移動すると自動的に文頭に戻るクライアントを用意する必要があると考えられる。

7.2 タスク遂行精度

A 群ではすべての課題, B 群では 6 番以外の課題において改善が見られ, 概ねの課題において提案手法がタスク遂行精度の改善に寄与するということが示された。タスク遂行時間の項でも触れたが, 6 番の課題では, 文頭を探し出す作業があり, その際に 3 文字目にコマンドが書かれている等のミスが目立った。

8. まとめ

本研究では, 視覚障がい者の就労支援として用いられている GUI をスクリーンリーダーによって音声情報へと変換する手法での文字入力操作における問題点についてまとめ, それらを改善したマークアップ言語を用いたアプローチの提案および開発を行った。目隠しをした健常者 10 名に対して, アビリンピックの文章修正の課題における作業効率を計測した結果, 文章入力を伴わない課題において, 入力時間の改善が, すべての課題において誤操作率の改善が見られた。本研究は今後, マークアップ言語の改善および専用クライアントの開発を行った後, 普段からスクリーンリーダーを用いている視覚障がい者の方々にご協力いただき, 再度実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 調査研究報告 no.149.indd. <https://www.nivr.jeed.go.jp/research/report/houkoku/p8ocur000000n4j-att/houkoku149.pdf>. (Accessed on 06/24/2021).
- [2] Pc-talker neo, neo plus のご案内. <https://www.aok-net.com/news/pctkneonews.html>. (Accessed on 06/24/2021).
- [3] 小山智史, 野島秀夫, 太田茂. 視覚障害者に対応する計算機インタフェース. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 72, No. 1, pp. 185-192, 1989.
- [4] 東海林以展, 古川雅子, 森田和行, 森田裕介. 視覚障がい者のウェブアクセシビリティに配慮した入力フォームの検討. 日本教育工学会論文誌, Vol. 40, No. Suppl., pp. 73-76, 2017.
- [5] 全国障害者技能競技大会(全国アビリンピック)|独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構. <https://www.jeed.go.jp/disability/activity/abilympics/index.html>. (Accessed on 06/24/2021).