

高齢者向け学習支援システムのための UI プロトタイプ開発と実験

陸恣¹ 田村かおり¹ 岡本剛¹ 大井京²
島田敬士¹ 畑埜晃平¹ 山田政寛¹ 木實新一¹

概要: 高齢者向け学習支援システムのための UI は、利用者の操作負担の軽減及び不安感・抵抗感の解消を考慮した設計の必要がある。本研究はヒアリング調査での意見聴取に基づいて、タブレット2台の利用により機能を分散し、情報表示の階層数と操作の複雑度を削減して、タッチスクリーンで直感的操作できるような UI を提案する。提案した UI の初歩的実現と検討のため開発されたプロトタイプは、ユーザ実験で高齢者に試用してもらい、形成的評価及び改良のための意見聴取を行った。後続の改良と開発及び評価実験について考察と議論を行った。

Prototype Development and Experiment for Elderly-oriented Learning Support Systems

MIN LU¹ KAORI TAMURA¹ TSUYOSHI OKAMOTO¹ MISATO OI²
ATSUSHI SHIMADA³ KOHEI HATANO¹ MASANORI YAMADA¹
SHINICHI KNOMOMI¹

1. はじめに

今までの学習支援システムは、若い年齢層を対象にした応用が主流であるが、高齢者を対象とした拡張により、生涯学習等の学習活動を支援することが出来る[1]。しかし既存の学習支援システム UI を直接高齢者向けに適用することは難しい。高齢者の多くは、学習支援システムを利用するための ICT ツールに関するスキルのレベルが若いユーザと比べて低く、それらの UI や利用方法を学習するコストも比較的高い。2018年2月九州大学主催の高齢者向け講習会で、参加者が大学生向けの学習支援システムを使用する際に、基本的な使い方を理解できず、進まない場面が多々見られた。

高齢者向け学習支援システムの UI 開発は、高齢者の視覚・記憶力の衰退[2-4]などを考慮し、操作の負担を抑えるように設計する[5]と同時に、使いこなしていないツールに対する不安感と抵抗感を解消する必要もある。本研究では、複数デバイスの利用により機能を分散し、情報表示の階層数と操作の複雑度を削減して、直感的操作できるような UI を提案する。2018年8月に行った予備ヒアリング調査で収集した意見を参考にして、プロトタイプ開発を行った。提案した UI のフィージビリティの検証とプロトタイプのユ

ーザビリティ評価のため、2018年10月と2019年2月、ユーザ実験を2回開催した。評価データの分析および聴取した意見に基づいて、UI とプロトタイプの改良を行った。

2. UI の提案とプロトタイプ開発

2.1 予備ヒアリング調査

高齢者がタブレットなどの情報機器を利用する時に、不安になりやすい状況、及び操作の好み等の情報収集を目的として、2018年8月6日に4名の参加者（63歳から75歳）に対する予備ヒアリング調査を行った。参加者に情報機器の日常的利用状況に関するアンケート（Google Forms）をタブレットとタッチペンで回答してもらった。アンケートの回答に、選択・ドロップダウン・スクロール・文字入力などの基本的な操作が必要となるため、参加者が実際にタブレットを操作する様子も同時に観察した。調査において、表示画面の頻繁な切り替え及び一致しない情報表現は、UI デザインに避けるべきであるという方針を確認できた。典型的な例として、タブレットで文字を入力する際に表示されるソフトキーボードが画面表示のレイアウトを崩れる時、参加者が不安になる、という場面が多々観察された。

2.2 デュアルタブレット UI の提案

画面の頻繁な切り替え及び、階層数が多い画面や操作など、高齢者の不安感・抵抗感を起こしやすい場合を回避するため、本研究はデュアルタブレット UI を提案した。具体的には、連動した2つのタブレットの主画面を教材閲覧専用固定し、副画面は教材のプレビュー及びページ中のメモ

¹ 九州大学基幹教育院

Faculty of Arts and Science, Kyushu University

² 九州大学附属図書館付設教材開発センター

Innovation Center for Educational Resource, Kyushu University

³ 九州大学大学院システム情報科学研究院

Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

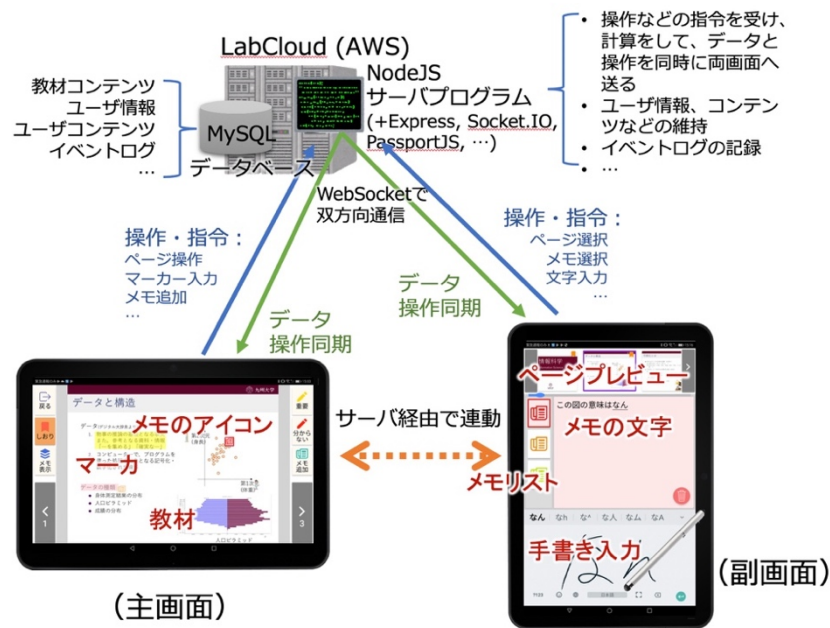


図1 提案したUIを実現するプロトタイプのシステム構成.

を表示とテキスト編集などの操作に限定したことで、教材閲覧の妨げをできるだけ減らすようにした。提案したUIの初歩的実現のため、本研究は九州大学が運用している教育支援システム M2B の教材閲覧機能を参照し、以下の改良による再デザインを行った。

- ボタンを教材表示画面領域の外に移動し、固定した場所に自動非表示しないように設定
- 1つのボタンに1つの機能のみ対応させるため、ボタンのドロップダウンメニューなどを複数ボタンに変更
- ボタンのサイズをできるだけ大きくして、機能を説明する文字を常に表示
- 鮮やかな色と変化でボタンが押されたことを表現
- 教材ページのプレビュー、プログレスバー、メモ表示と文字入力などの機能を副画面に移動
- 教材ページ上のメモのアイコンに色の序列を付与し、副画面で表示・編集されているメモとの対応関係を表示

タッチスクリーンに適応させるため、操作方法はもとのマウス・キーボード入力から指・タッチペン入力へ変更した。変更に伴い、手書き入力を主な文字方法に想定した。ただし、不安感を起こししやすい誤操作を避けるために、主画面でのジェスチャー操作の大部分（スワイプ、ピンチ、ドラッグ等）を無効に設定した。

2.3 プロトタイプ開発

提案したUIを実現・検証・評価のために、実際に使用可能なプロトタイプを開発した(図1)。初期プロトタイプでは、教材ページの表示・ページ巡り・ブックマーク・マー

カ・メモ入力など、教材閲覧のための最小限の機能を実現した。2つのタブレット間連動実現のため、アマゾンウェブサービス(AWS)で構築したサーバで、WebSocketによる双方向通信で操作とデータ同期の機能を開発した。入力したコンテンツの管理と操作ログの記録も、前述のサーバで行う。このサーバ経由の操作同期は、Wi-FiやBluetoothでのデバイス間の直接接続と比べて、遅延が大きいという弱点があるが、ハードウェアやソフトウェアの構成が異なるクライアントでも同期できるという利点もある。

UIプロトタイプのクライアントは、クロスプラットフォーム環境(Ionic Framework v3.9.2)で開発したモバイルアプリであり、実験用にHUAWEI MediaPad M3 Lite 10(Android 7.0)タブレットで実装した。

3. ユーザ実験による評価と意見聴取

UIプロトタイプの形成的評価と改良のため、ユーザ実験を2回行った。実験参加者はパソコンあるいはスマートフォンの使用経験があり、タブレットを用いた学習に興味がある高齢者に限定して募集した。2018年10月に実施した第1回目のユーザ実験にて、最初のプロトタイプのテストを実施した。テストで記録したデータ及び参加者からのフィードバック(意見・感想)を参考に、UIとプロトタイプの改良を行った。2019年2月に実施した第2回目のユーザ実験で改良版プロトタイプのテストを実施し、第1回目の結果と比較し、後続の改良と開発のために意見ヒアリングを行った。

3.1 第1回目ユーザ実験

本実験には、8名の高齢者(63歳から71歳、女性2名)が

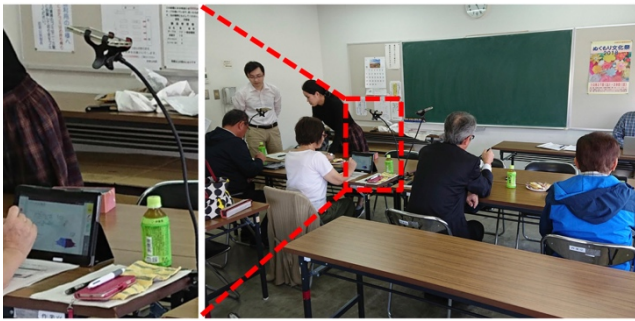


図2 第1回目ユーザ実験の様子。左の図は参加者がプロトタイプを操作する時の手元の動きを録画するための簡易的な装置（スマートフォンとスタンド）。

参加し、4人ずつのグループ毎で実験を実施した。図2は実験中の様子を示す。プロトタイプの使い方の簡単な紹介の後、各参加者はプロトタイプを2台のタブレットで使って、学習資料（「データ可視化」を簡単に紹介するスライド15枚）を自由に閲覧し、閲覧中にプロトタイプのマーカやメモなどの機能を利用するよう指示した。閲覧および機能利用にかかる時間は約20分に設定した。参加者がプロトタイプを操作する時の手元の動きを録画し、(図2)同時に操作ログもサーバに保存した。プロトタイプ試用後、システムユーザビリティスケール(SUS, 日本語訳版)と、提案したUIに関するアンケートに回答してもらった。さらに細かい感想と意見を聴取するために、最後にディスカッションを行った。

3.2 UIプロトタイプの改良

参加者の操作ログと操作時の録画を分析して、使い方に困った場面や誤操作しやすい箇所をマーク・集計して、以下のような発見や問題点を抽出した。

- 参加者にとって直感的でない操作が引っかかりやす

い。例えば、「教材画面に長押しによるメモの追加」や「ドラッグ操作で四角形を書くようなマーカ入力」など、何回試しても正確に操作できない場合が多かった。

- 高齢者にとって、高い操作精度を要求することが難しい。例えば、普通の「ボタンをタップする」操作でも、押す時間が長すぎたり、タップ中に少し移動したなどの操作により、ボタンが予想通り機能しない場合もあった。
- 無意識の誤操作は不安感を起こしやすいという傾向が見られた。例えば、タッチペンでテキストを入力する時、手首がアプリの画面やタブレットのシステムボタンに当たって、予想外の動きを起こした場面が多く見られた。

以上の問題点に対して、UIとプロトタイプの改良を行った。2回目のユーザ実験の前に実装した改良点は以下一部列挙する。

- 長押しが必要な操作をすべて再デザインした
- メモ追加の長押し操作を普通のタップに修正
- ボタン操作について、普通のタップと長押しのどちらでも認識するように修正
- 四角形を描くようなマーカ追加操作以外、水平や垂直方向の直線を引く時、一定の太さでマーカを入力する機能の追加
- マーカ・メモそれぞれに対する（長押しによる）削除機能を新規の「削除」ボタンにまとめ、簡単なタッチで選択・削除できるような機能を追加
- 無意識の誤操作を避けるためにタブレットのシステムボタンを非表示に設定
- 誤解しやすいボタンの文字を修正、例えば「戻る」ボタンをより明確な「ログイン画面へ」に修正した

表1 ユーザ実験後のアンケートの各質問（5段階評価、2回とも同じ質問のみ）に対する平均点数の比較

質問内容	1回目（両方参加）	2回目（両方参加）
全体的に機能や操作が分かりやすいと思いますか？	3.1 (3.3)	3.4 (3.3)
使う前に、抵抗感（難しそう、複雑そうなど）がありますか？	2.5 (2.0)	2.1 (1.8)
このようなアプリを使って勉強をすると、役に立つと思いますか？	4.0 (4.3)	4.1 (4.3)
このようなアプリを使って勉強をすると、楽しいと思いますか？	3.9 (4.3)	3.9 (4.0)
主画面と副画面の関係が分かりやすいと思いますか？	2.9 (2.5)	3.6 (3.3)
ページ操作が使いやすいと思いますか？	3.4 (3.5)	4.0 (4.3)
メモ用画面のページレビュー（下の図に赤枠で示した部分）は、役に立つと思いますか？	3.6 (3.8)	4.0 (4.0)
各ボタンの機能は、分かりやすいと思いますか？	3.5 (3.8)	3.3 (3.0)
マーカ機能は、使いやすいと思いますか？	3.3 (3.5)	3.4 (3.0)
メモ機能は、使いやすいと思いますか？	2.8 (2.8)	3.0 (3.3)
主画面と副画面にあるメモの表示とそれぞれの対応関係は、分かりやすいと思いますか？	3.3 (3.0)	3.0 (3.0)
副画面でのメモ・ふせん入力は、使いやすいと思いますか？	2.4 (1.8)	3.0 (2.8)
手書き入力は、使いやすいと思いますか？	2.8 (2.5)	3.4 (3.5)

上記の改良以外、参加者が要望した新しい機能も一部追加した。例えば、最後のページに辿り着いた時のフィードバック及び、主画面でのメモプレビュー、ピンチでの教材画面の拡大・縮小、ページ中の一点でなくページ全体へのメモ、などの機能を2回目のユーザ実験の前に実装した。

3.3 第2回目ユーザ実験

本実験には、7名の高齢者（64歳から75歳、女性2名）が参加した。その内、4名の参加者は1回目の実験にも参加していた。実験の内容と手順は1回目とほぼ同じだが、参加者が他の参加者へ与える影響を避けるために、グループ形式でなく、1人ずつで行った。

1回目の結果と比較すると、SUSの平均得点は50.9（100満点）から65.4に上昇した。2回とも参加した4人の平均得点は、45.0から66.9に上がった。アンケートによるほかの質問での評価も、全体的に1回目より評価の上昇が見られた（表1）。操作ログと録画から抽出した参加者が困った箇所とその要因の同定により、非直感的操作による問題解消につながった。しかしながら、操作精度や複雑度に関係する問題の一部については解決されなかった。

4. 議論

本研究ではユーザ実験の結果から提案したUIと実現したプロトタイプの見え方を示した。しかしながら、今後の改良及び新しい提案のために、高齢学習者の特徴と要求に対するより細かい解析と有効な評価手法の確立が必要である。実施した実験中の観察により、前述した問題点以外にもいくつかの考察・反省点が考えられる。

4.1 実験参加者行動の観察

以下の観察は、現段階では定量的・論理的でないが、後続の開発と改良に注意すべき事項であり、議論として列挙する。

以下の観察は、現段階では定量的に示すことはできないものの、後続の開発と改良に注意すべき事項であるため、議論として列挙する。

- 高齢者ユーザにとって、操作中の注意力の分配が難しい。例えば、手書き入力の場合、ユーザが「書いている字」・「認識結果の候補」・「入力した結果」3箇所に視線と注意力を配る必要があるが、すべての箇所に注意できた参加者は少なかった。
- ある操作から次の操作を続けて行う場合、アプリ画面の状況判断から手順を決定するのではなく、覚えた手順を優先する傾向がある。例えば、「マーカのボタンを押してからマーカを引く」という手順で、既に入力有効状態になっていることを確認せず、覚えた手順のとおりボタンを押してしまい、予想と異なる操作をしてしまう傾向が見られた。
- 確実な確認操作を求める傾向がある。例えば、文字入力後は入力内容が自動保存されるよう設定して

いたが、「保存」などのボタンを探す行動が多く見られた。

- うまく使えなかった機能は、使用回避する傾向がある。ヒアリング調査にて「失敗したら、何か壊れるかもしれない」のような不安感を示す意見が見られた。
- スマートフォン等を既に使いこなした参加者は、自分が慣れた操作を好む。例えば、設計で回避したジェスチャー（ピンチで拡大、スワイプで次のページへ）操作やキーボード入力に対する要望があった。

4.2 ユーザ実験に関する検討

今回実施したユーザ実験はあくまで現状理解を含む第一段階であり、UIの評価よりユーザ行動の観察と意見聴取の側面が強いものであった。今後の実験ではUIのユーザビリティと機能性向上のため、以下のような事項を今後検討すべきである。

- 高齢者向けUIの評価基準
- 提案した複数端末UIと従来の単画面UIを比較するための手法確立
- 定量的・客観的評価の手法導入

今回実施した実験では参加者が自由にプロトタイプを試用したため、参加者によって利用した機能と回数に顕著な差が見られた。客観的評価のために、今後は定量的なタスクの設定や、視線計測などの新たな評価手段の導入が必要である。

5. 今後の展開

現段階のプロトタイプは同じサイズの端末2台で実験したが、異なるサイズとタイプの複数端末で実験を行う可能性も考えられる。既にクロスプラットフォームで開発したため、今後様々な端末間での連携が展開可能である。実施した実験は自学ための学習支援を想定したが、対面式学習シナリオでの応用及び自学との相違点についても、将来の設計に考慮すべきである。本研究で行った高齢者向けUIの検討は既に運用されている大学生向け学習支援システムのUIの改良にも参考になる可能性があり、最終的には、多世代共創のための拡張性と柔軟性が高い学習支援システムへの貢献が期待できる。

謝辞

本研究はJST未来創造事業探索加速型「持続可能な社会の実現領域・労働人口減少を克服する」社会活動寿命”の延伸と人の生産性を高める「知」の拡張の実現」の助成を受けて行った。

参考文献

- [1] S. Konomi, K. Hatano, M. Inaba, M. Oi, T. Okamoto, F. Okubo, A. Shimada, J. Wang, M. Yamada, and Y. Yamada: Towards Supporting Multigenerational Co-creation and Social Activities: Extending

Learning Analytics Platforms and Beyond, International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions, Springer, pp. 82–91, 2018.

[2] J. M. Morris: User-Interface Design for Older Adults, *Interacting with Computers*, Vol. 6, No. 4, pp. 373–393, 1994.

[3] R. Leung, J. McGrenere, and P. Graf: Age-related differences in the initial usability of mobile device icons, *Behaviour & Information Technology*, Vol. 30, No. 5, pp. 629–642, 2011.

[4] M. S. Al-Razgan, H. S. Al-Khalifa, M. D. Al-Shahrani and H. H. AlAjmi: Touch-Based Mobile Phone Interface Guidelines and Design Recommendations for Elderly People: A Survey of the Literature, Springer Berlin Heidelberg, pp. 568–574, 2012.

[5] M. A. Farage, K. W. Miller, F. Ajayi and D. Hutchins: Design principles to accommodate older adults, *Global Journal of Health Science*, Vol. 4, No. 2, pp. 2–25, 2012.