

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：51303

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01103

研究課題名（和文）医療福祉教育共用の言語機能訓練支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of language function training support system for medical, welfare and education

研究代表者

佐久間 実緒（SAKUMA, MIO）

仙台高等専門学校・総合工学科・准教授

研究者番号：70515139

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：言語聴覚士が失語症者の言語機能訓練で使用する教材の準備や管理にかかる負担を軽減するために、Androidタブレット端末用の言語機能訓練教材を開発してきた。この教材は、失語症者のリハビリテーションだけでなく、認知症のリハビリテーションや学習障害児の療育用学習にも共用できる。そこで、医療や教育の現場においてもこれらの教材を活用するために、言語機能訓練教材をクロスプラットフォーム化し、アプリ操作用コントローラおよび教材作成用Webアプリケーションを開発した。また、リハビリテーションや学習の集中度合いを評価する方法として、姿勢変化や瞬きの回数、視線の動きに着目し、それらの測定システムを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

言語機能訓練支援教材をクロスプラットフォーム化したことで、言語聴覚士などの支援実施者がリハビリテーションや学習を実施する環境に適した端末やパソコンを利用可能になった。また、言語聴覚士などのニーズを反映した教材とアプリ専用コントローラ、支援対象者に適した教材作成のための機能、リハビリテーションや学習の結果を管理する機能を開発し、支援対象者に適したリハビリテーションや学習を支援する言語機能訓練支援システムを実現した。さらに、姿勢変化、瞬きの回数、視線の動きを利用した集中度合いを測定するシステムの基礎を開発したことから、今後は、症状や障害に適した支援教材を選択する機能の開発に活用できる。

研究成果の概要（英文）： We have developed language training materials for Android tablet devices to reduce the burden on speech therapists to prepare and manage the materials use for language training of aphasics. This teaching material can be used not only for the rehabilitation of aphasics but also for the rehabilitation of dementia and the study of children with learning disabilities. Therefore, to utilize these teaching materials in the field of medical and education, we developed the cross-platform system, the controller of application, and the Web application for teaching material preparation. Also, as a method for evaluating the degree of concentration in rehabilitation and learning, we constructed a measurement system for the changes in posture, the number of blinks, and the movement of the gaze.

研究分野：教育工学

キーワード：言語聴覚士 失語症 言語機能訓練 タブレット端末 言語機能訓練教材 クロスプラットフォーム Webアプリケーション 言語機能訓練支援システム

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在の日本では、健康な高齢者だけでなく、疾患や障害を抱えた高齢者の数も増加傾向を示しており、これら的高齢者が自立して、自分らしい生活を送るための『生活の質の向上』への援助が求められている。高齢者に発症率の高い脳卒中などの脳血管障害は、半身不随だけでなく失語症も併発することが多い。失語症とは、大脳の言語中枢が損傷されることにより、一旦獲得した言語機能が低下し、言語によるコミュニケーションが著しく困難になる障害のことである。交通事故等による頭部外傷によっても失語症を発症するため、失語症患者は高齢者だけとは限らないが、患者の多くは高齢者が占める。障害の程度は患者によって異なり、考えや意思を言葉に変換しにくい、言われていることを理解するのが困難、読み書きが困難などといった症状がある。一般的に、発症前の言語機能を取り戻すことは困難であるが、継続的なリハビリテーション(以降、リハビリ)により、ある程度の言語機能が回復できる。失語症患者のリハビリを専門に行うのが言語聴覚士である。言語聴覚士は、患者の症状やライフスタイルを総合的に判断し、患者がその人らしく豊かな生活を送る方法を模索しながらリハビリを実施する。しかし、言語聴覚士がリハビリで使用する教材の多くが紙媒体であり、患者の症状に応じた教材の準備や管理・保存に労力を割いている現状がある。患者の趣味やライフスタイルに関連した絵カードや写真などの画像を使用すると、患者のリハビリへのモチベーションを高く保つ効果があるが、市販の教材にそれらの画像がない場合は、言語聴覚士が画像を自分で準備する必要がある。病院や老人介護保健施設などに勤務する言語聴覚士は、失語症のリハビリだけでなく、摂食・嚥下障害などの指導や助言を行っている場合も多いため、患者に合わせた質の高いリハビリを実施しようとすれば言語聴覚士の業務上の負担は極めて大きくなる。そのため、言語聴覚士が失語症患者に質の高いリハビリを提供しながら、他の業務を円滑に効率よく進めるには、リハビリにかかる負担の軽減を実現する言語聴覚士への技術的な支援が強く望まれている。

2. 研究の目的

本研究の先行研究において、言語聴覚士のリハビリにかかる作業負担軽減を実現する技術的支援として、言語聴覚士が紙媒体で実施しているリハビリ教材を電子化し、素材を患者毎に自由に追加・変更可能な Android タブレット端末用の言語機能訓練支援教材を開発した。これをワークショップ等において言語聴覚士、作業療法士、特別支援教育教員等に試用して頂いたところ、高い評価を得ることができ、認知症のリハビリや学習障害児の療育用支援教材として共用できることが分かった。一方で、iPad や Windows の端末にも対応させてほしい、アプリケーションの操作性を良くしてほしい、追加する教材を作成しやすくしてほしいという意見をいただいた。そこで、本研究では、医療福祉や教育現場において言語機能訓練支援教材の利便性を高めるために、教材改良と体系的な『言語機能訓練支援システム』の構築を目指して、教材を含めたシステムの「クロスプラットフォーム化」、アプリケーションの操作性を改善する「コントローラ」、教材作成を容易にするための「Web アプリケーション」の開発を目的とする。

3. 研究の方法

言語機能訓練支援教材の改良および言語機能訓練支援システムの仕様は、支援実施者である言語聴覚士、作業療法士、特別支援教育教員等からのアンケートまたは聞き取り調査を基にして設計し、実装後は支援実施者と定期的に情報交換を行い、搭載機能を見直した。システム構築後は、システムの使用感や操作性について、支援実施者への聞き取り調査により評価した。本研究で開発した言語機能訓練支援システムのイメージ図を Fig.1 に示す。

(1) システムのクロスプラットフォーム化

言語機能訓練支援システムは、リハビリアプリ、リハビリ結果を一括管理する記録確認アプリ、リハビリアプリの教材を作成・修正する問題作成アプリから構成する。リハビリアプリは、従来の紙媒体を用いるリハビリの流れと同様に動作させる。問題作成アプリは、ST が各患者に応じて問題の作成や修正を容易に行えるように、問題作成や修正の機能を搭載する。また、記録確認アプリは、リハビリアプリで記録された情報をまとめて表示し、正答率の経時変化のグラフ表示機能を搭載する。これらの機能を Android だけでなく、iOS および UniversalWindowsPlatform (UWP) にも対応させてクロスプラットフォーム化するために、C# および Xamarin.Forms により開発を行った。クロスプラットフォーム化にあたり、Model-View-ViewModel (MVVM) モデルを導入した。また、リハビリ結果などのデータおよびリハビリアプリに用いる画像の管理のために、データベースとして SQLite を導入した。

(2) アプリケーション専用コントローラの開発

本システムは、言語聴覚士が 1 台のタブレット端末だけでリハビリを実施可能であり、リハビリアプリを使用する場合には、失語症者と対面するか、隣に並んで操作することになる。リハビリアプリによっては、同じ操作を繰り返す必要があり、操作ボタンが多い場合には、言語聴覚士の手の動きが失語症者の視界を遮り、リハビリへの集中を妨げてしまうことがあるため、アプリを手元で簡単に操作するためのアプリ専用のコントローラを開発した。

コントローラには 8 つの押しボタンを取り付けて、リハビリアプリの操作ボタンのタップと同様の操作を実現し、状況に応じて有線接続と無線接続の切替可能な仕様とした。また、クロスプラットフォームに対応させるため、Human Interface Device (HID) の規格を導入して開発した。

(3) Web アプリケーションの開発

問題作成アプリによりタブレット端末上で失語症者ごとに問題を作成することができるが、作成した問題を端末間で引継ぐ機能を備えていない。そこで、ブラウザ上で利用でき、また端末間のデータ共有もしやすいWeb アプリケーション環境に着目し、問題を容易に作成するための教材作成用 Web アプリケーションを開発した。Web アプリは、Python、HTML、JavaScript、CSS により開発した。Web アプリケーションフレームワークとして Django を使い、画像のデータベース管理には SQLite を用いた。

(4) リハビリや学習への集中力測定方法の検討

言語機能訓練支援システムでは、リハビリ結果を記録確認アプリで自動保存し、経時変化を閲覧する機能を搭載しているが、リハビリ中の集中力を測定するための手法として、加速度センサを用いた姿勢変化の測定と、Web カメラによる瞬きの回数測定を導入した集中力測定システムの基礎設計を行った。また、失語症者が表示された問題や画像をどのような順番で見ているのかを確認するために、視線計測器を導入した視線計測システムの基礎設計を行った。

(5) システムの使用感評価

クロスプラットフォーム化した言語機能訓練支援システム、アプリ専用コントローラ、Web アプリケーション、視線計測機能について、言語聴覚士と作業療法士などに使用していただき、搭載機能や操作性について評価した。

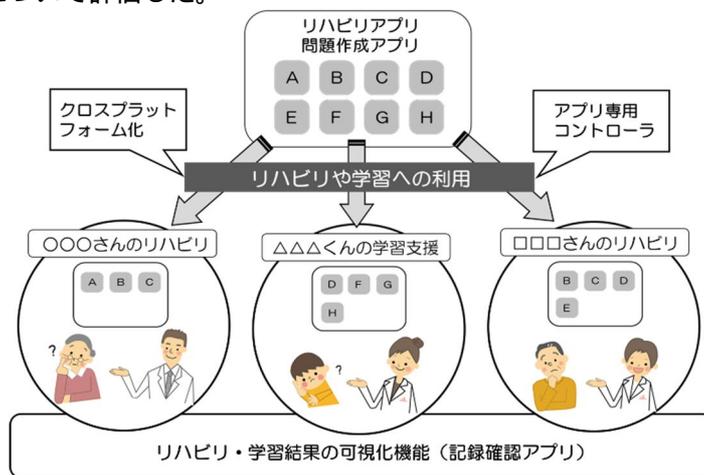


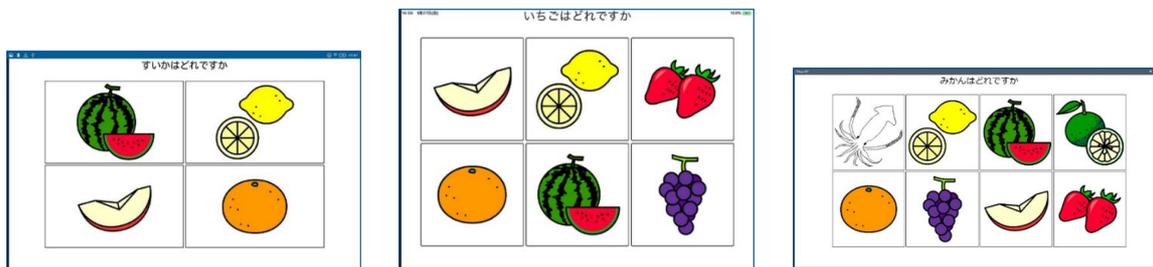
Fig.1 言語機能訓練支援システムのイメージ図

4. 研究成果

(1) アプリケーションのクロスプラットフォーム化

リハビリアプリとして、「絵カード」、「絵合わせ」、「計算」、「呼称」、「書字」、「長文」、「絵画配列」をクロスプラットフォームとして実装した。ここでは絵カードアプリについて報告する。Fig.2 に Android、iOS、UWP のタブレット端末における実装画面を示す。問題は 2 枚、4 枚、6 枚、8 枚の 4 種類を設定し、画像の表示位置は毎回ランダムに表示する。表示枚数が多いほど難易度が高くなるため、症状に合わせて難易度を選択できる。正誤判定、回答選択にかかった時間は、支援対象者毎にデータベースに保存され、記録確認アプリで確認できる。実装画面の画像には、ドロップレット・プロジェクト (Droplet Project: <http://droplet.ddo.jp/>) より、動作確認用のみとして使用させていただいた。記録確認アプリでは、結果の経時変化を確認するために、正答率、回答にかかった時間の平均を折れ線グラフで表示し、2 つの情報を 1 つの画面で確認できるように実装した (Fig.3)。問題作成アプリでは、計算アプリを除いた 6 種類のリハビリアプリについて問題作成機能を実装した。各リハビリアプリの問題は、データベースに保存し、編集と削除を可能にした。教材に使用する語句の入力の手間を省略するために、Fig.4 に示す単語辞書を実装した。本システムは、個人情報保護の観点からパスワード機能を搭載し、失語症者の個人情報は暗号化処理を行っている。

また、新規のリハビリアプリとして、Android 用の「漢字パズル」と「文章作成」を開発した。



(a) Android

(b) iOS

(c) UWP

Fig.2 絵カードの実装画面



Fig.3 記録確認アプリ (iOS)

単語を選択してください

並べ替え

語句	かな表記	漢字表記	英語表記
アザラン	あざらし	海豹	
アシカ	あしか	海熊	
アンス	あんず	杏	
イカ	いか	烏賊	
イチゴ	いちご	苺	strawberry
イチジク	いちじく	無花果	figs

終了

Fig.4 単語辞書 (UWP)

(2) アプリケーション専用のコントローラの開発

開発したアプリ専用コントローラを Fig.5 に示す。コントローラの制御部には、マイコンの PIC18F14K50 を用い、コントローラのボタンとマイコンは GPIO で通信させた。有線接続では、マイコンとタブレット端末間は USB HID Class で通信し、タブレット端末の OS に応じて、各メーカーから販売されている変換アダプタを用いた。無線接続では、マイコンとタブレット端末間は無線モジュール経由で Bluetooth HID Profile を用いた。マイコンのプログラムの実装には、Microchip 社純正の開発ツール MPLAB X IDE を使用して C 言語で開発し、コントローラの各ボタンにキーコードを設定することで、リハビリアプリの操作ボタンと対応させた。無線モジュールには Microchip 社の Bluetooth モジュール RN-42 を使用し、コントローラ外装部の設計には Autodesk 社の Fusion 360 を使用し、XYZ Printing 社のダヴィンチ Jr.1.0 Pro を用いて作製した。Android, iOS, UWP のタブレット端末で有線接続および無線接続による動作確認を行い、キーボードとして認識されることを確認した。



Fig.5 アプリ専用コントローラ (Android 端末)

(3) Web アプリケーションの開発

クロスプラットフォーム化したリハビリアプリの「絵カード」および「長文」について、教材作成用 Web アプリケーションを開発した。Fig.6 に絵カードの出題枚数 4 枚についての問題作成画面を示す。問題は、問題文と表示する画像を画像一覧から選択することで作成し、データベースに保存する。画像は「食べ物・飲み物」、「乗り物」、「生活・道具」などにカテゴリ分けして画像選択をしやすいようにした。マルチプラットフォーム化したリハビリアプリに対応させて、出題枚数 2 枚、4 枚、6 枚、8 枚用の問題作成機能を実装した。また、教材作成用 Web アプリで作成した教材を用いて、ブラウザ上でリハビリを実施できるように、簡易的にリハビリ用の機能を実装した。Fig.7 に出題枚数 4 枚の Web アプリの実装画面を示す。教材作成用 Web アプリで作成した問題をデータベースから取り出し、画像はランダムに配置して表示させている。また、正誤判定機能を実装することで、回答を再確認できるようにした。

Fig.8 に長文の問題表示画面を示す。長文の問題は、テキストファイルを読み込んで表示し、文字の大きさと太さを変更できるようにした。



Fig.6 絵カードの問題作成画面



Fig.7 絵カードの Web アプリケーション画面

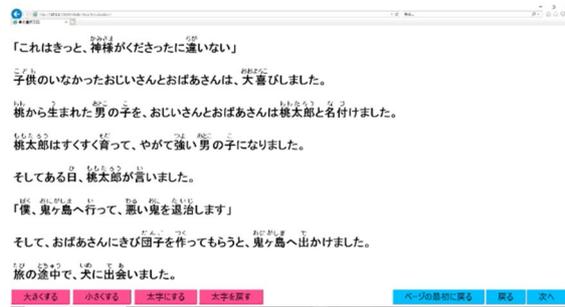


Fig.8 長文の Web アプリケーション画面

(4) リハビリや学習への集中力測定方法の検討

リハビリや学習への集中力を測定する手法として、姿勢の変化と瞬きの回数に着目し、それぞれを測定するためのシステムを構築した。姿勢の変化の測定のために、3軸加速度センサモジュール KXR94-2050、無線マイコンモジュール TWELITE DIP を用いて加速度測定回路を作製し、測定したデータを PC 内に記録するためのプログラムを Python により作成した。また、瞬きの回数を測定するためのシステムとして Web カメラによる画像処理プログラムを作成した。リハビリや学習中の対象者の顔を撮影した動画からコマ割り画像に分割して顔を検出し、顔の画像から検出した目に対して、EAR(eye aspect ratio)と呼ばれる瞼の開き具合の指標を用いて瞬きを自動的に判断し、動画全体に対して瞬きの回数をカウントするプログラムを python により作成した。目の検出には Python で使用可能な Dlib ライブラリと学習モデル「shape_predictor_68_face_landmarks.dat」を用いた。姿勢の変化と瞬きの回数は、同期して測定可能である。

リハビリ中の失語症者の視線位置を確認するために、視線計測器を導入した視線計測プログラムを C#および .NET Framework , Windows Presentation Foundation (WPF) を利用して開発した。

これらの測定をどのように言語機能訓練支援システムに組み込んでいくかについては、今後の検討事項である。

(5) システムの使用感評価

クロスプラットフォーム化した言語機能訓練支援システム、アプリ専用コントローラ、教材作成用 Web アプリを言語聴覚士および作業療法士に使用していただき、搭載機能と操作性について確認を行った。訓練教材等をクロスプラットフォーム化したことにより、「Android タブレット端末だけでなく iOS や Windows タブレット端末、ノートパソコンでも使用できることから、本システムを導入しやすい」、「単語辞書の実装により、問題を作成しやすい」という評価を頂いた。新規に開発した Android のリハビリアプリ「漢字」、「文章作成」については、ユーザビリティ評価の手法である NEM (Novice Expert ratio Method) 法により操作性について評価し、アプリ初心者に対する画面設計および操作性について問題がないことを確認した。

また、アプリ専用コントローラについては、「リハビリアプリの繰り返しの操作が容易になった」、「教材作成用 Web アプリについては、「画像がカテゴリ分けされていて問題作成がしやすい」、「対応する教材を増やしてほしい」との意見を頂いた。軽度の知的障害生徒に Android タブレット端末を貸与したところ、すべてのリハビリアプリの教材を自発的に学習した。生徒がタブレット操作に慣れていたこともあり、保護者からは「ゲーム感覚で取り組んでいた」との報告があったが、教材が生徒にとっては比較的容易な内容であったため、正答を記憶した後はアプリへの興味を失ったようである。そのため継続的な利用を促すため、利用者の状況に応じた問題を出題する機能を検討していく必要がある。

高齢者への評価はまだ十分に行えていないが、スマートフォンなどの普及によりタブレット画面を指で操作することには抵抗はないとの報告をいただいている。しかし、Web アプリによるリハビリにおいては、マウス操作が必要になるため、リハビリを実施する前にマウス操作を覚えるための練習が必要との指摘があった。今後はリハビリアプリに合わせたマウス操作練習用アプリの開発も進めていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小野重遥、齋藤 慧、佐久間実緒、與那嶺尚弘（仙台高専）
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムの開発 - クロスプラットフォーム化の実現と視線解析システムの改良 -
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤 慧、小野重遥、與那嶺尚弘、佐久間実緒（仙台高専）
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムにおけるアプリ操作作用コントローラの開発
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤大雅、北条直也、佐久間実緒、與那嶺尚弘（仙台高専）
2. 発表標題 失語症患者向けリハビリの効果測定に関する研究
3. 学会等名 Japan AT フォーラム 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤慎之祐（株式会社メンバーズ）、佐久間実緒、與那嶺尚弘（仙台高専）
2. 発表標題 失語症患者のリハビリテーション効果測定を目的とした視線解析システムの試作
3. 学会等名 電気関係学会北陸支部連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野重遥, 齋藤慧, 佐久間実緒, 與那嶺尚弘 (仙台大専)
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムの開発
3. 学会等名 Japan AT フォーラム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北条直也 (仙台大専)、加藤慎之祐 (株式会社メンバーズ)、佐久間実緒、與那嶺尚弘 (仙台大専)
2. 発表標題 視線検出技術を用いた失語症患者のためのリハビリテーション効果測定に関する研究
3. 学会等名 Japan AT フォーラム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 與那嶺尚弘、佐久間実緒 (仙台大専)、佐久間千恵 (医療法人金上仁友会 介護老人保健施設ゆうゆうホーム)
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムの開発とリハビリ環境改善の取り組み
3. 学会等名 日本福祉工学会 第2回九州支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野重遥, 齋藤慧, 與那嶺尚弘, 佐久間実緒 (仙台大専)
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムの開発—マルチプラットフォーム化の実現—
3. 学会等名 平成30年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤慧, 小野重遥, 與那嶺尚弘, 佐久間実緒 (仙台高専)
2. 発表標題 言語機能訓練支援システムの開発－インターフェースの検討－
3. 学会等名 平成30年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	與那嶺 尚弘 (YONAMINE TAKAHIRO) (00259805)	沖縄工業高等専門学校・メディア情報工学科・教授 (58001)	