

つまずき検出に基づくスマートフォン文字入力練習支援システム

A Learning Support System for Text Entry based on Error Detection

萩谷 俊幸† 堀内俊治† 矢崎智基† 加藤 恒夫‡
Toshiyuki Hagiya Toshiharu Horiuchi Tomonori Yazaki Tsuneo Kato

1. はじめに

近年、スマートフォンに興味を示している高齢者が増加している。しかしながらスマートフォンは操作が複雑であり、その中でも文字入力は特に複雑な操作の一つであるため独学での習熟が難しい。そのため周囲からの支援が必要な場合も少なくないが、必ずしもそのような環境にあるとは限らない。解決策の一つとして、スマートフォンがユーザの操作のつまずきを検出し、次の操作をアドバイスすることで支援する方法が挙げられる。本報告では、文字練習アプリケーションにおいて、複数のユーザのログデータからつまずきパターン識別器を構築し、同識別器を用いて識別したつまずきパターンに対し音声・テキスト・アニメーションによりアドバイス提示を行う手法を提案し、その評価を行う。

2. 従来研究

テキスト入力をより容易にするため、ユーザやユーザコンテキストに合わせてキー検知領域を動的に変形させることで誤入力を低減させる方法や[1]、予測変換と文字列訂正を動的に変化させることで適切な候補単語提示を行うといった方法が提案されている[2]。これらの研究は、ある程度の入力スキルのあるユーザに対しては有効である。しかしながら、初心者、特にシニアユーザは、次にすべき操作がわからないといった問題があるとの報告や[3]、またシニアユーザのスマートフォン操作の習熟においてはインタラクティブなインストラクションが最も有効であるとの報告がある[4]。スマートフォン操作上でインタラクティブなチュートリアルを作成する研究は近年多く見られるが[5][6]、文字入力については見られない。

3. 提案手法

本研究の特徴は、スマートフォンの文字入力練習アプリケーション上で、ユーザの入力操作のつまずきを検出して、次にすべき操作のアドバイスを提示することである。図1の提案手法概要図に沿って手法を説明する。まず、入力情報と提示文の入力を基につまずき検出を行う。つまずきパターン識別器は、ユーザ実験で取得するログデータから抽出される特徴ベクトルを基に構築される。次に、識別されたつまずきに対して、アドバイスを生成する。アドバイスは、ユーザ実験中に効果的だと判断されたアドバイス内容を基に、音声・テキスト・指のアニメーションにより提示される。

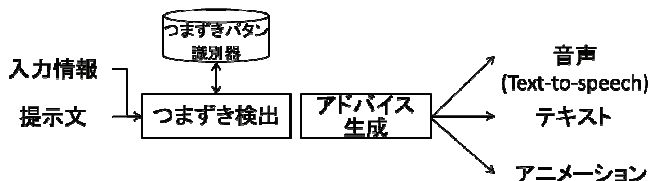


図1 提案手法概要図



(a)アプリケーションレイアウト (b)アドバイス提示イメージ

図2 画面イメージ図

表1 観察されたつまずきに関する操作

	ER ₁ (%)	ER ₂ (%)
同じ子音の文字の連続入力	27.1	86.7
文字の確定	17.3	63.3
候補単語の選択	15.2	90.0
キーボードの切り替え	15.0	50.0
前の文字の消去	12.7	26.7
小文字への変換	9.4	20.0
記号の入力	5.0	40.0
濁点・半濁点の入力	4.6	43.3
平均	14.6	47.6

4. システム構築のためのユーザ実験

本節では、ユーザ実験からつまずきを取得し、システムを構築するプロセスについて述べる。

4.1 データ収集

シニアユーザがスマートフォンの文字入力においてどのようなつまずきを起こすのかを調査するため実験を行った。実験参加者 30 名(60~83 歳、男女各 15 名、右利き 26 名)に、座った状態で 12 キー配列のトグル入力を用いて、図2(a)に示すアプリケーションで提示文通りに文字入力をしてもらった。実験中は、チュータが 1 名付き添い、実験参加者がアドバイスを求めた時や、操作につまずいているとチュータが判断した時に、次の操作のアドバイスがなされた。提示文は独自に収集した日常会話に関する E メールコーパス約 3 万文から選ばれた 12 文(平均文字列 26.1 文字)を使用し、端末は、Samsung Galaxy S3 (Android4.1.2, 4.8inch)を用いた。入力中は、Android タッチイベントと文字列情報のログが端末内に記録され、端末画面を俯瞰するように置かれたビデオカメラで動画情報が記録された。

4.2 ユーザ実験結果

実際のつまずきと、入力中に起こりうるつまずきはログとビデオを基に、3 人のアノテータによりラベル付けされ、2 人以上によりラベル付けされたものを採用した。類似したつまずき毎にカテゴリ分類したもののうち出現頻度が上位 8 種のつまずきを表 1 に示す。つまずき率は 2 種類定義され、ER₁ は「入力中に起こりうるつまずき機会に対して実際につまずいた割合」の全被験者の平均、ER₂ は「一度

†株式会社 KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc.

‡同志社大学, Doshisha University

でもつまづいた被験者の割合”を意味する。結果を見ると、前の文字の消去、小文字への変換のように直近の文字に対する操作についてのつまづきは、両つまづき率とも平均以下の値を示している。一方、候補単語の選択のように、前の文字列との関係や文脈を見て判断する必要がある操作のつまづきは出現頻度の上位を占めた。

4.3 システム構築

まず、前項で取得したログデータを基にシステム構築を行う。つまづき検出は“つまづき検出”と“つまづきパターン識別”の 2 段階で行う。取得したデータ 30 人分のタッチ間隔時間の平均を μ_t 、標準偏差 σ_t とすると、操作していない時間が $\mu_t + 2\sigma_t$ 以上経過した場合につまづき検出と判定し、つまづきパターン識別が行われる。つまづきパターン識別器は、入力情報と提示文から得られる特徴ベクトルと、つまづきパターンごとに付与されたラベルを基に学習される。特徴ベクトルは、“最後の入力文字 ID”、“キーボード ID”、“提示文と入力文との差分があるか否かの 2 値”、“候補単語が、次に入力すべき提示文と前方一致するか否かの 2 値”を含む 10 次元を用いた。これらを基に、決定木 C4.5、SVM、ナイーブベイズの 3 種の識別器に対し、ユーザ単位での 30 fold Cross Validation で評価したところ 94.2%、93.8%、92.6%を示した。これより以後識別器として C4.5 を用いることにした。

一方、各つまづきに対して、ユーザ実験中に効果的だと判断されたアドバイス内容を基にアドバイス文章を作成し、システムがつまづきを検出した時に、図 2(b) のように音声とテキストにより操作内容を提示し、指形状のアニメーションで操作位置を提示するように実装をした。

5. システム評価

本節では、端末に実装した提案システムの評価について述べる。

5.1 実験方法

提案システムの評価のため 24 名 (60~83 歳、男女各 12 名、右利き 19 名) が実験に参加した。実験参加者には、座った状態で 12 キー配列のトグル入力を用いて、図 2 (a) に示すアプリケーション上で提示された文章通りに文字入力をしてもらった。実験参加者は 3 群に分けられ、12 名が提案システムを用い(グループ A)、6 名が提案システムと同じアドバイスをを行うチュータのサポート(グループ B)、残りの 6 名は統制をとらずにアドバイスするチュータのサポート(グループ C)の基、入力をした。入力文は 4 節で述べた E メールコーパスから選ばれた 12 文(平均文字数 16.5)を用いた。それ以外は前節と同一の条件下で入力を行った。

5.2 実験結果

“入力速度(WPM(Words per minute))”と、“入力中に起こりうるつまづき機会に対して実際につまづいた割合(ER_1)”の二つの指標を用いて評価を行う。入力フェーズ毎の WPM を示す図 3 を見ると、全グループにおいて徐々に入力速度が向上していることが確認できる。3 グループ間で Anova 検定を行うとどのフェーズにおいても有意な差は見られなかった。しかしながら、最初の 5 文と最後の 5 文との比較により得られる WPM 向上率を比較すると、グループ A は 17.2%、グループ B は 17.5%、グループ C は 35.5%を示し、提案システムであるグループ A とグループ C では大きな差が生じた。これはグループ A では複数の要因により起こったつまづきに対しても一つ一つずつしか対応できないため、そのようなつまづきが起こった際の訂正に時間を要したためと考えられる。一方、フェーズ毎の ER_1 を示す図 4 を見

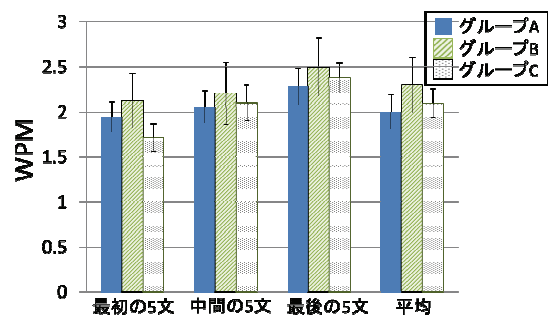


図 3 フェーズ毎の入力速度

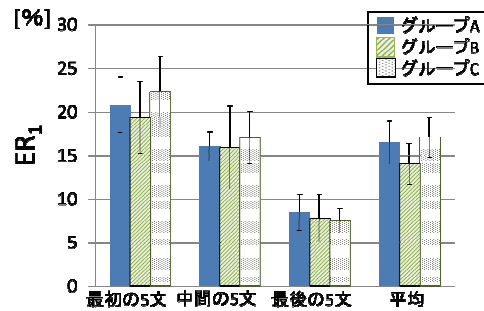


図 4 フェーズ毎のつまづき割合

ると、WPM と同様に ER_1 は全グループにおいて徐々に低減していることが確認でき、3 グループ間で Anova 検定を行うとどのフェーズにおいても有意な差は見られなかった。最初の 5 文と最後の 5 文とを比較した ER_1 の減少率を比較すると、グループ A は 59.1%、グループ B は 59.8%、グループ C は 66.4%を示し、WPM の場合と比べると大きな差が生じなかった。これは、ある時間内に覚えられる操作には限りがあるため、ある一定数の操作についてはつまづきが見られたためと考えられる。以上より、提案システムを使った場合でも、入力速度とつまづき割合は人間のチュータによるサポートを受けた場合と類似した結果を示したことから、概して提案システムはシニアユーザに効果的だと考えられる。

6. おわりに

本報告では、スマートフォンの文字練習アプリケーションにおいて、複数のユーザのログからつまづきパターン識別器を作成し、同識別器を用いて識別したつまづきに対し音声合成・テキスト・アニメーションによりアドバイス提示を行う手法を提案し、評価を行った。その結果、24 名のシニアユーザに対して、練習序盤と終盤を比較したところ、入力速度が 17.2%向上し、つまづき割合が 59.1%低減した。この結果は、人間のチュータと同程度の向上率を示しており、提案システムはシニアユーザに対して効果的だと考えられる。今後は、自由文入力についての適用を行う予定である。

参考文献

- [1] Asela Gunawardana et al, “Usability Guided Key-Target Resizing for Soft Keyboards”, IUI 2010. ACM, 111–118.
- [2] Xiaojun. Bi et al, “Both Complete and Correct? Multi-Objective Optimization of Touchscreen Keyboard”, CHI 2014
- [3] Hugo Nicolau et al, “Elderly text-entry performance on touchscreens”, ACCESS 2012
- [4] Wendy A. Rogers et al, “A survey of automatic teller machine usage across the adult lifespan”, In Hum Factors 1996
- [5] Cheng-Yao Wang et al, “EverTutor: Automatically Creating Interactive Guided Tutorials on Smartphones by User Demonstration.”, CHI 2014.
- [6] Caitlin Kelleher et al, “Stencils-based tutorials: Design and evaluation”, CHI 2005.