

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：31302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00489

研究課題名(和文) スマートフォンの通話を利用した外国語会話訓練システムの開発と教育効果の検証

研究課題名(英文) Development, Operation and Evaluation of a Foreign Language Conversation Training System Using Smartphones

研究代表者

松本 章代 (MSTSUMOTO, Akiyo)

東北学院大学・教養学部・准教授

研究者番号：40413752

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：我々の提案する外国語会話訓練システム「Phone me!」は、指定日時に学習者のスマートフォン・携帯電話に電話をかけ、教員があらかじめ用意した音声データを自動再生するシステムである。電話を利用することにより、実践的な外国語会話のトレーニングを行えること、強制力がある(電話が否応なしにかかってくる)ので学習の継続し易さが期待できることが大きな特徴である。さらに、学習者の発話レベルに応じて配信する音声を自動で変化させる機能を追加した。本稿では、学習者の発話力レベル判定手法を提案し、運用実験について報告する。

研究成果の概要(英文)：For several years, we have developed a foreign language conversation training system using smartphones. As this paper describes, we propose a new system using Public Switched Telephone Network (PSTN) and report verification of the system effects for users' study continuity and learning effects using an evaluation experiment in which all students of a German language class participated. Furthermore, we propose a method to assess the conversational capabilities of each learner.

研究分野：学習支援システム

キーワード：知的学習支援システム 語学教育 スマートフォン 音声配信 動画配信 ビデオ通話 モバイル 携帯電話

1. 研究開始当初の背景

国内にいながら外国語会話を習得するための代表的な手段としては「スクールに行く」「ラジオや CD を聴く」などが挙げられる。外国語会話教室に通っている人は金銭面・時間面で恵まれ、それらを費やして学習する強い意志がある。それらに欠けると外国語会話教室に通うことは難しい。一方、ラジオや CD を聴き、外国語会話に必要なリスニング能力を鍛えるためには、毎日の訓練が欠かせない。しかし強い意志がないと目標に達成するまで継続し続けることは困難である。挫折してしまう人の中にも「本当はできるようになりたい」という人はいるはずである。また、聴く訓練だけでは、実際の会話において適切な間で返答を行うことは難しい。レスポンスの能力は、実際にネイティブと会話をしないとなかなか身につかないものである。

そこで我々は、強制的に継続可能で実践的な会話の練習ができるシステム「Phone me!」を提案する。本システムは、教員が指定した日時に学習者に電話をかけ、あらかじめ用意した音声データを聞かせるものである。実際の会話を想定して音声データには無音の返答時間（ポーズ）が含まれているものを使用することにより、会話における間の取り方、レスポンスのトレーニングが可能である。予期せぬ質問に即答することが要求される状況を多く経験させ、会話を養う。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「スマートフォン・携帯電話を用いて外国語による会話を練習させるシステム」を構築し、教育効果の検証を行うことである。

本システムは、指定日時に学習者に電話をかけ、教員があらかじめ用意した音声データを自動再生する。音声データには無音の返答時間（ポーズ）が含まれており、学習者は実際に応答しなくてはならない。その発話を録音し、さらに音声認識によってテキスト化する。これらの発話履歴から学習者の発話力を判断し、各学習者のレベルに応じた音声データが自動で選択配信されるような知的な学習支援システムを目指す。

実際の運用をとおして「毎日電話がかかってくることで継続的な学習に役立つか（学習をある程度強制できるか）」、「毎日練習していくうちに発話量は増加するか」「スムーズに応答できるようになっていくか」といった学習効果の観点から本システムの有効性を検討する。

3. 研究の方法

本研究は、システムの構築を行いつつ、研究期間の3年間にわたって運用実験をおこなった。

(1) システムの構築

本研究課題の申請時には、一般電話回線（PSTN）を用いた音声通話のみを想定していたが、スマートフォンの無料通話アプリを利用したビデオ通話も可能にした。

音声通話システム（サーバ）の構成

- OS: Windows 7 (+Cygwin)
 - 開発言語: Ruby 2.0.0 (cygwin)
 - 通話・SMS: Twilio API
 - フレームワーク (Twilio API 部分): Sinatra
 - Web サーバ (Sinatra 部分): WEBrick 1.3.1
 - Web サーバ (CGI 部分): Apache 2.2.22
- Twilio API とは、インターネット上のコンピュータから電話回線を用いた音声通話、SMS を制御するための API である。

本システムにおいては、Twilio API を用いて

- 発信
- 受話の検知
- 音声データの再生
- 録音
- 通話の切断
- テキスト (SMS) の配信

を行っている。なお、録音されたデータは、自動的に Twilio サーバに保存されるため、本システム側では通話ログから録音先の URL にリンクを張るだけで、教員・学習者に録音データを提供できる。

ビデオ通話システム（サーバ）の構成

- OS: Windows 7
- 開発言語: JavaScript (ハングアウト制御部分)
- ： Ruby 2.0.0 (CGI 部分)
- Google+ Hangouts API
- HiMacroEx
- Windows7 付属サウンドレコーダー
- Web サーバ: Apache 2.2.22

ハングアウトの制御部分には "Google+ Hangouts API" および "HiMacroEx" というマウスとキーボードの操作を記録、再生することができるソフトを利用している。

(2) システムの運用実験

実験目的

学習者に対して本システムを実際に運用し、継続的に利用することによる学習効果を検討する。「毎日電話がかかってくることで継続的な学習に役立つか（学習をある程度強制できるか）」、「毎日練習していくうちに発話量は増加するか」、「スムーズに応答できるようになっていくか」、「学習者自身が学習効果を実感できたか」の4つの観点から本システムの有効性を調査する。

なお、本システムは授業で習得するリスニングやレスポンス能力について、授業外で補完することを目的として導入される。

実験方法

東北学院大学教養学部言語文化学科2年生を対象とした科目「ドイツ語中級A」の受講

生 18 名(履修者 19 名 - 放棄 1 名)を対象に、2016 年 12 月 16 日から 4 週間、毎日 1 回電話をかける。電話に出られなかったときには 1 日 1 回に限り再配信を行うことができる。

配信データの内容(日本語訳)を図 1 に示す。なお、01~15 の番号は便宜上ふったものであり、実際の音声には含まれない。最初の 1 週間は 01~10 の 10 個の質問が、2 週目以降は 11~15 の中から選ばれた 1 つが追加されて 11 個の質問が配信される。また、3 週目以降は 01~10 の質問順がシャッフルされる。

01~06 は 5 秒間、07~10 は 10 秒間、11~15 は 30 秒間の回答時間が与えられる。なお、07~15 の回答時間内において、5 秒間無音が続いた場合には次の問題に進むようになっている。

こんにちは。シュテファン・ヴィルトです。
あなたにいくつか質問をします。ドイツ語で答えてくださいね。
01. お名前は何かですか?
02. 年齢はいくつですか?
03. どちらの出身ですか?
04. お住まいはどこですか?
05. 職業は何ですか?
06. 母語は何ですか?
07. 何を話せますか?
08. 趣味は何ですか?
09. スポーツはしますか?
10. 兄弟はいますか?
11. あなたのご家族について話してください。
12. 大学へはどうやって来ますか?
13. きょう何をしましたか?
14. 週末は何をしましたか?
15. 明日は何をする予定ですか?
きょうはこのへんで、それじゃまた明日。さようなら。

最初の1週間は無し
2週目以降は
この中から1つ

図 1 配信データの内容(日本語訳)

(3) レベル判定手法の提案

本研究における発話力の目標は「質問に対して意味が通じる応答ができること」と「できるだけたくさん話せること」と設定する。

まず、過去に本システムを運用して収集したドイツ語発話データを教師データとし、分析を行う。使用したデータは、以下の 5 つの質問に対する回答である。

・Erzählen Sie mir etwas über Ihre Familie.
(あなたのご家族について話してください)

・Wie kommen Sie jeden Tag zur Uni?
(大学へはどうやって来ますか)

・Was haben Sie heute gemacht?
(きょう何をしましたか)

・Was haben Sie am Wochenende gemacht?
(週末は何をしましたか)

・Was haben Sie morgen vor?
(明日は何をする予定ですか)

録音したデータを音声認識にかけ、テキスト化した 316 文に対しドイツ語教員が以下の基準で評価をつけた。この評価を目的変数とする。

(a) 質問の意味をまったく理解しておらず、答えとして評価できない。

(b) 質問の意味を理解しているかは不明であるが、なんとか答えようとしており、ドイツ語の綴りも一部正しい。

(c) かなり文法的間違いはあるが、質問の意味は理解していると思われる、何を言いたいかがある程度わかる文である。

(d) 少し文法の間違ひはあるが、質問への答えとしては意味の通る文である。

(e) 質問に対する答えとして完全に正しい文である。

重回帰分析によって有効な説明変数を解析したところ、以下の要素を説明変数に採用すると良いことが判明した。

- ・音声認識結果の単語数
- ・音声認識結果の信頼度
- ・音声認識結果の 1 語目が代名詞、2 語目が動詞になっているか

それを踏まえ、発話レベルを A~C の 3 段階で評価するアルゴリズムを考案した。まず、語学教員に基準となる語数・信頼度を設定してもらおう。今回、語数は A が 8 語以上、B が 4 語以上 8 語未満、C が 4 語未満とし、信頼度は 0.7 に設定した。各発話データごとにクラスを判定し、それを学生ごとにまとめて最も頻度が多かったものをその学生のレベルと判定する。各データのクラス判定の手順を以下に記す。

1) 1 語目が代名詞、かつ 2 語目が動詞になっているかどうかを判別し、該当する場合は 2) へ。該当しない場合はクラス判定を行わない。

2) 音声認識結果の語数と基準語数とを照らし合わせて ABC のクラスを分ける。

3) 音声認識結果の信頼度と基準とを比較して基準を下回った場合は、A クラスの基準語数を上回っていても B クラスと判定する。

4. 研究成果

(1) 構築したシステムの概要

本システムは、一般電話回線(PSTN)を用いた音声通話と、Google ハングアウトを用いたビデオ通話の 2 通りの配信方法を備えている。

本システムの主な機能とその意義について述べる。

➤ 音声/動画配信

教員が指定した日時に学習者のスマートフォンに電話をかけ、教員があらかじめ用意した音声/動画データを自動再生することが可能である。電話を利用することにより、実践的な外国語会話のトレーニングを行えること、強制力がある(電話が否応なしにかかってくる)ので学習の継続し易さが期待できる。

➤ 録音

学習者の発話は録音することが可能である。この録音データは学習履歴として教員・学習者本人の双方から参照できる。発話が記録されることにより、真剣に取り組ませる効果が期待できる。

➤ 再配信

電話がかかってきた際に都合が悪く出られなかった場合には、学習者がシステムに対して都合の良い日時を指定すると改めて電話がかかってくる仕組みになっている。この再配信も本配信(教員が指定した日時の配信)同様に費用(電話代)がかかるため、学

習者ごとに回数制限を設ける。

➤ テキスト配信

通話終了直後や学習者が電話に出ないまま発信をやめた直後などのタイミングにおいて、トランスクリプト（音声データを文字起こしたテキスト）など教員が用意したテキストを SMS で配信することが可能である。通話直後にトランスクリプトを配信すれば、学習者は聞き取れなかった部分を後から読んで確認することができる。電話に出なかった場合に、再配信への誘導メッセージを送るといった使い方も効果的である。

➤ ダウンロード配信

再配信は無制限に行うことができないため、本配信後はその音声データをダウンロードして聴くことができるようにしている。録音やテキスト配信はされないが、学習者は配信済み音声データを後から繰り返し聞くことが可能である。この機能により、本システムは電話によって発話の練習を強制する側面と自主的な復習をサポートする側面を併せ持っているといえる。

➤ 学習履歴

電話に出た／出ない、再配信やダウンロード配信を行った、といった学習履歴はすべて記録され、そのログは教員と学習者本人が閲覧可能となっている。

(2) 運用実験結果

取り組み率調査

実験期間 28 日間における、学習者人数の平均は 11.5 人/日、学習回数の平均は 17.8 回/人（うち 1 名は 0 回）であった。実験期間中の学習者割合の推移について、図 2 に示す。16 日目～20 日目の学習者割合が下がっているが、年の切り替わりの時期だったために再配信の際に配信日時の年の選択を誤って設定をした学生が多かったためである。全体として学習者数の推移は緩やかな下降傾向にとどまっている。このことから、毎日かかってくる電話がペースメーカーとなり、冬休み期間にしては継続的な学習が保たれたと考えられる。

発話量調査

毎日繰り返し練習するうちに、徐々に返答量が増えていくことが期待される。そこで、返答量を簡易的に定量化するため、録音データを音声認識にかけ、発話語数を求める。音声認識には Google Cloud Speech API を用いる。

各質問の返答ごとにすべて音声認識を行い、発話語数を計測したところ、1 つの質問あたりの全平均発話語数は 3.949 語であった。平均発話語数の推移を図 3 に示す。全体的な発話量は、緩やかな上昇傾向にあることが確認された。

レスポンスタイムの分析

本論文においてレスポンスタイムとは、学生の発話データにおける録音開始から発話開始までの間のことを指す。ここでは、シス

テムの継続的な利用によってレスポンスタイムが短縮していくかどうかを、学生ごとに分析する。

まず、1～10 問目の発話データについて、各質問に対するレスポンスタイムの推移を学生ごとに算出する（17 名分）。つぎに、レスポンスタイムに対して「ケンドールによるトレンドの検定」を行い、負のトレンドが認められるか（有意水準 0.05、片側検定）を調査する。

学生ごとに負のトレンドの有意差が認められたデータを「0」、認められなかったデータを「X」で表現したものを表 1 に示す。なお、「-」となっている部分はデータ数が少ないために検定ができなかったことを意味している。

表 1 から、全体における負のトレンドの有意差が認められたデータの割合は $91/(10 \times 17) = 53.5\%$ であることがわかる。また、質問の難易度に着目し 1～6、7～10 に分けて集計したところ、負のトレンドの有意差が認められた人数の平均がそれぞれ 10.2 人、7.5 人となった。このことから、難易度の易しい問題では配信を続けるうちに学生の理解が進み、レスポンスタイムの短縮が起きたことが推測できる。

アンケート調査

運用実験終了後、被験者に対し「28 日間のシステムによる学習をとおして、システム利用前と比べて『聞き取れるようになった』『話せるようになった』という実感は得られたか」という設問のアンケート調査を実施した。アンケートの集計結果を表 2 に示す。

ほとんどの学習者が 28 日間の中に、聞き取れるようになった、話せるようになったと実感していることがわかった。学習者にとって勉強の成果が感じられることは、学習意欲を継続するうえで重要であると考えられる。



図2 学習者割合の推移

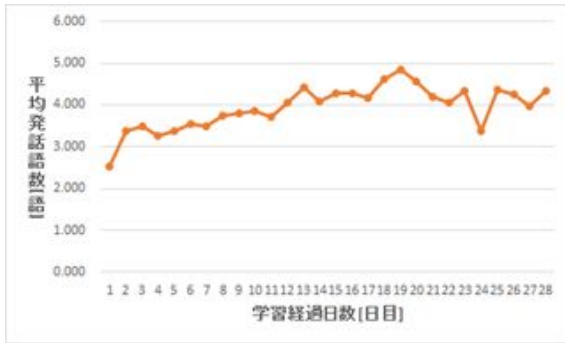


図3 平均発話語数の推移

表1 負のトレンドの有意差の有無

学生ID	各質問										計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	O	O	O	O	X	O	O	O	X	O	8
2	X	X	O	X	X	X	O	X	X	X	2
3	O	O	O	O	X	O	O	O	X	O	8
4	X	O	X	O	X	X	O	X	X	X	3
5	X	O	X	X	X	O	X	X	X	O	3
6	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O	9
7	X	X	O	O	X	O	X	X	X	X	3
8	X	O	X	O	X	O	X	X	X	O	4
9	O	X	X	X	X	X	O	X	-	X	2
10	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	5
11	O	O	O	O	X	O	X	O	X	X	6
12	X	O	O	X	O	X	O	X	O	X	5
13	O	O	X	O	O	X	O	O	O	X	7
14	X	X	O	O	O	O	O	X	X	X	5
15	O	O	O	O	X	O	O	X	O	O	8
16	X	O	O	O	O	X	O	O	X	O	7
17	O	O	X	X	O	X	X	O	O	O	6
計	9	13	11	12	7	9	10	7	5	8	91

表2 運用実験における学習効果についての実感

	ある	少し	ない	有効 回答数
聞く	37.5%	62.5%	0.0%	16
話す	18.8%	75.0%	6.3%	16

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

松本 章代: 外国語会話訓練システムの開発・運用および評価, 人間情報学研究, Vol.23, pp.27-36 (2018.03). 査読有

〔学会発表〕(計 7件)

松本 章代, 佐伯 啓: 外国語学習者の発話能力レベルに応じた会話訓練が可能なシステムの開発, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 144 回研究発表会 (2018.03).

松本 章代, 佐伯 啓: 外国語会話訓練を目的としたビデオ通話システムの開発, 情報処理学会第 79 回全国大会 (2017.03).

佐藤 勇貴, 松本 章代, 佐伯 啓: 外国語会話訓練システムの運用において収集した発話データの解析, 情報処理学会東北支部研究会 (2017.02).

松本 章代, 佐伯 啓: 外国語会話訓練を目的とした動画配信システムの構築, 教育システム情報学会 第 41 回全国大会 (2016.08).

松本 章代, 佐伯 啓: スマートフォン・携帯電話を利用した外国語会話訓練システムの開発, 情報処理学会第 78 回全国大会 (2016.03).

松本 章代, 蜂谷 僚哉, 佐伯 啓: 音声通話・SMS を利用した外国語会話訓練システムの構築と運用, 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 133 回研究発表会 (2016.02).

蜂谷 僚哉, 松本 章代, 佐伯 啓: 一般電話回線を用いた外国語会話訓練システムの改善および運用, 情報処理学会東北支部研究会 (2016.02).

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 章代 (MATSUMOTO, Akiyo)
東北学院大学・教養学部・准教授
研究者番号：40413752

(2) 研究分担者

佐伯 啓 (SAEKI, Kei)
東北学院大学・教養学部・教授
研究者番号：20221260