

多言語資源活用のためのアプリケーション開発と 災害環境下での音声明瞭度の改善

堀 一成, 石島 悌†, 片桐 真子†, 平松 初珠†, 竹原 新‡
大阪大学 大学教育実践センター, 世界言語研究センター ‡,
大阪府立産業技術総合研究所 情報電子部 †

hori@cep.osaka-u.ac.jp, {ishijima, katagiri, hiramatsu}@tri-osaka.jp,
takehara@world-lang.osaka-u.ac.jp

1 はじめに

これまで、大阪大学と大阪府立産業技術総合研究所を中心とする多言語資源研究グループは、言語教育に役立つことを目的とした多言語平行資源や、災害救援に役立つことを目的とし、テキスト・ネイティブによる音声・非言語コミュニケーションの情報を含む動画などの多言語データ資源の構築を進めてきている [2]。

大規模災害が発生した際には、救援者の派遣や物資の調達など様々な面からの国際的支援が行われる。2011 年 3 月の東日本大震災において、諸外国から支援があり、2011 年のニュージーランドやトルコの地震など、海外で大規模災害が発生した際には、日本も救援活動に参加している。その救援現場では、言葉の壁が大きな問題となっている。

我々の多言語資源蓄積は、社会還元を意識した外国語教育の実践方法であると自負している。対象とする主な言語は、日本国内で教育される機会の少ない、LCTL (Less Commonly Taught Languages) であり、また得られた成果は、広く公開している。たとえば、ペルシア語やウルドゥー語などで作成した救援者のための語彙集をウェブサイトに公開し、救援者などから高い評価を受けている [4]。

災害救援のための言語データは、現実の災害現場で活用することを想定し、過酷な環境でも利用できる堅固なノート PC に搭載するためのアプリケーションも併せて開発している。当該 PC の画面サイズや操作性の制約のため、単に言語データを表示するだけでは災害現場で使いづらいものとなるため、情報提示方法に工夫が必要であり、そのための専用ソフトウェアを開発した。

また、当該 PC の内蔵スピーカーが貧弱であることから、音声データ提供方法にも工夫する必要があり、その研究も進展させた。蓄積した音声データが騒音下でどのように聴取されるかを調べるため、実験を行った。災害現場で想定される騒音をペルシア語音声データに重畳し、明瞭度を損なわないためには、どのような音声データ処理が適切なのかを検討した。

本報告では、多言語資源を災害現場で活用しやすくするための携帯端末用ソフトウェアの開発と、その音声データ明瞭度向上のための研究結果を紹介する。

2 アプリケーションの開発

2.1 アプリケーションの概要

本節では、携帯端末向けアプリケーションの開発成果を紹介する。開発したアプリケーションは、言語ごとに蓄積された語彙・会話文の一覧が画面に表示され、その中のデータを選択すると、指定言語（以下、現地語）の表記、発音、動画（音声）、画像を表示するものである。画面例を図 1 に示す。

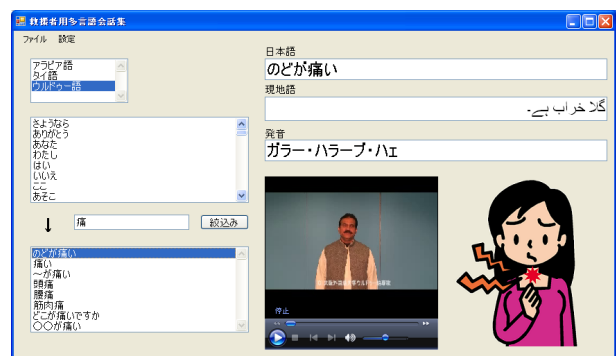


図 1 災害救援用言語データを表示する携帯端末用アプリケーションの画面

搭載端末は、被災地での利用を想定し、耐衝撃性を備えている Panasonic のタブブック CF-U1 を選択した。OS は、Windows Vista である。インターネットが利用できない環境を想定し、スタンドアロンで動作するアプリケーションとした。開発は、Microsoft Visual Basic 2008 Express Edition で行った。図 2 は、実際にアプリケーションをタブブックに搭載し、操作している状況の画像である。本アプリケーションでは、文



図 2 災害救援用言語データを表示している携帯端末

字情報だけでなく動画や画像も表示される点が、大きな特徴である。識字率の低い国もあるため、文字以外の情報を搭載することは非常に有用である。また、語彙・会話文の一部を入力すると、入力した文字が含まれるデータのみが選択欄に表示される絞り込み機能を実装している。これは、数多くの語彙・会話文からの選択作業の手間を省くためである。図 1 では、「痛」という文字が含まれる語彙・会話文の一覧を下側の選択欄に表示している。その他、新たな語彙の登録機能や、双方向コミュニケーションを図るために、日本語から現地語だけでなく、現地語から日本語を表示する基準語選択機能を実装した。

2.2 アプリケーションのウェブ化

東日本大震災においてインターネットの復旧が早かったため、インターネットが整備されている環境でもニーズがあると考え、上記アプリケーションのウェブ化を行った [1]。図 3 は、ウェブ化したアプリケーションである。対応ブラウザは、Internet Explorer 7,8 および Firefox 7,8,9 である。ウェブ化により一部の機能が利用できなくなる一方、データやプログラムをサーバで管理するため、データの追加やプログラムのバージョンアップが容易であるという利点がある。



図 3 災害救援用言語データを表示するウェブアプリケーションの画面

3 音声データ明瞭度向上のための聴取実験

3.1 目的

開発したアプリケーションを搭載した携帯端末から発信される音声データが、騒音環境下でどのように聴取されているのかを調べるため、聴取実験を行った。また、携帯端末の限られた音量の中で明瞭度を損なわないためには、音声データにどのような処理が適切なのかを検討し、騒々しい環境下においても、必要な情報が提供可能な音声データのありかたを検討した。

3.2 実験方法

背景騒音には、災害時の環境下のもので救急車のサイレン音とヘリコプター離陸音、身近な公共空間のものとして空港音（コンコース、アナウンスあり）の3種類をピックアップした。音源は日本建築学会の「建築と環境のサウンドライブラリ」を利用し、等価騒音レベル L_{Aeq} が 70dB 程度になるようあらかじめ調整した。オリジナルの背景騒音の音圧レベルとピーク周波数を表 1 に示す。

表 1 実験のために用意した音源の詳細

背景騒音	音圧レベル (dB)	ピーク周波数
ヘリコプター離陸音	81.4	63Hz
救急車サイレン音	104.7	1000Hz
空港（コンコース）	76.6	250Hz

3.3 音声データ

音声データは、多言語資源のうちペルシア語から日常的に用いられる単語の中で発音の似た 9 対 18 語を選び、ネイティブによる読み上げを防音室で録音した。

これらの音声データ 18 語を 5 秒間隔ランダムに配列し、実験用音声ファイルとした。音声ファイルの呈示レベルは、携帯端末に搭載された音声を無響室内で再生し、音量を最大に設定した状態で測定した時のレベル 58.6dB (正面、端末両手保持状態で保持者の額部分) を参考に調整した。また、音声ファイルの単語の聞き取りやすさを調べるために、オリジナルの音声データに対し、周波数 250Hz ~ 1kHz をかさ上げしたデータ (中域増) と 1.6kHz ~ 8kHz の帯域をかさ上げしたデータ (高域増) を用意し、各々を背景騒音とミキシングした。

3.4 実験手順

実験は、上述の 3 種類の背景騒音とミキシングした元発話データに対する音響処理 3 パターン (フラット、中域増、高域増) の合計 9 施行で行った。ヘッドホンを装着し、聞こえた単語を配布資料の語群から探し、その No を記入用紙に書いてもらった。このテストは満点が 18 点となる。

また、各データの聞きやすさについて 5 段階 (1 を最も聞きやすい、5 を最も聞きにくいとした) で主観評価してもらい、あわせて記入してもらった。本実験前に、音量調整用音 (1kHz 校正信号 70dB) を再生し、ヘッドホンからの音量を各自の聞き取りやすいレベルに調整させ、簡単な練習を行った。その際の様子を図 4 のようであった。



図 4 LL 教室において聴取実験を行っている様子

被験者の構成は、大阪大学の大学院生 2 名、教員 1 名 (竹原)、大阪大学外国語学部ペルシア語専攻学生 19 名の合計 22 名である。大学院生と教員については 2012 年 1 月 18 日に大阪大学箕面キャンパス内の研究室で、作成データ確認や予備実験として実施した。学生 19 名については、2012 年 1 月 20 日に、大阪大学豊中キャン

パス内の LL 教室で実施した。

3.5 実験結果の解析

実験結果の解析結果を述べる。まず、9 種類の音源に対する聞きとりテストの得点と、聞きやすさ主観評価値を全被験者 22 名で平均したものを算出した。その結果をグラフ化したものを図 5 に示す。グラフ中の記号

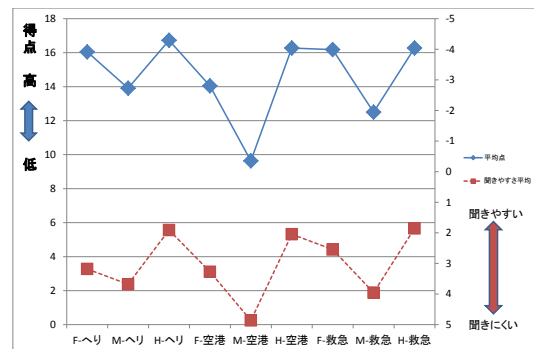


図 5 聴取実験の結果の平均値

F, M, H は、それぞれ処理無し (フラット)、中域増、高域増を表している。

次に、この音源ごとの平均値の差が有意なものであるかどうかの統計解析を行った。表 2 は、聞き取りテストの得点平均値について、音響処理の違いで有意な差があるか検定した結果である。検定の方法は、各データの母分散は異なると仮定した t 検定である、ウェルチ検定を採用している [3]。すべての解析で有意水準 $\alpha = 0.05$ としている。数値はすべて小数点以下 3 桁で丸め処理を行っている。

また、表 3 は、データの聞き取りやすさを被験者が主観評価した値の平均値について、音響処理の違いで有意な差があるか検定した結果である。検定の詳細は前表の場合と同じである。

この図および表の結果から、今回の実験結果に対して次のような考察が得られる。

1. 中域を増強する処理をおこなった音源は、いずれの騒音下でも他の音源と比べ得点・評価ともに有意に低く、処理がかえって明瞭度を悪化させてしまっているといえる。
2. 高域を増強する処理は、処理しない場合に比べ、得点や聞きやすさの向上が見られる場合もあるが、有意な差が無い場合もあり、現時点では顕著に明瞭度が向上するとはいいがたい。

表2 実験結果の有意性判定 (聞き取りテスト得点データ:18点満点)

		得点の平均値について		
		t	t 両側境界値	有意差
ヘリコプター騒音	フラットと中域増	4.620	2.020	有
	中域増と高域増	5.525	2.018	有
	フラットと高域増	1.415	2.021	—
救急車騒音	フラットと中域増	6.532	2.042	有
	中域増と高域増	6.335	2.030	有
	フラットと高域増	0.231	2.021	—
空港環境騒音	フラットと中域増	6.091	2.021	有
	中域増と高域増	9.904	2.028	有
	フラットと高域増	3.841	2.021	有

表3 実験結果の有意性判定 (音響データ聞きやすさについて)

		聞きやすさ主観評価の平均値について		
		t	t 両側境界値	有意差
ヘリコプター騒音	フラットと中域増	6.615	2.060	有
	中域増と高域増	11.155	2.060	有
	フラットと高域増	3.621	2.018	有
救急車騒音	フラットと中域増	3.759	2.032	有
	中域増と高域増	5.580	2.030	有
	フラットと高域増	1.383	2.018	—
空港環境騒音	フラットと中域増	2.280	2.026	有
	中域増と高域増	8.133	2.017	有
	フラットと高域増	4.387	2.021	有

4 おわりに

本稿では、蓄積した語彙・会話文を災害時に活用するための携帯端末向けのアプリケーション開発、およびそのウェブ化について報告した。また、蓄積した音声データが騒音下で有効に聴取されるための、信号処理方法を調べるための聴取実験結果を報告した。今回の実験内容に限っては、騒音下では中域を強調する処理は明瞭度を悪化させ、高域を強調する処理は明瞭度の向上の可能性があるということが判明した。

今後は、アプリケーション開発においては、災害現場における操作性の向上やスマートフォン対応などを進め、音声データ処理研究においては、対象言語の拡大、明瞭度向上法のさらなる研究、他デバイスへの対応法研究などを進めていきたいと考えている。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金 基盤研究 (B) 課題番号:19300047 『LCTL を含む多言語平行マルチメディア資源の構築と構造化方式の研究』(研究代表者:堀一成) と、同 挑戦的萌芽研究 課題番号:19652058 『災害救援者教育のための多言語会話文・語彙データベース構築に関する基礎的研究』(研究代表者:堀一成) を元に推進し、同 基盤研究 (B) 課題番号:22320103 『多言語会話文・語彙データベース構築と異文化交流におけるその活用に関する研究』(研究代表者:萬宮 健策) の補

助を受け研究を継続しているものである。

ネイティブとしてペルシア語発話データを提供し、実験にも参加して下さった、Fatemeh Babazadeh さん、データ整備や実験実施に協力し、やはり実験にも参加して下さった、番匠未来さん、貴重な学習時間を割いて実験に協力して下さった大阪大学外国語学部ペルシア語専攻のみなさんに謝意を表する。

参考文献

- [1] 平松初珠, 石島悌, 萬宮健策, 堀一成, 松本健二. 災害救援者教育用 Web アプリケーションの開発. 平成 23 年度大阪府立産業技術総合研究所研究発表会要旨集, pp. 56–57, 2011.
- [2] 堀一成, 竹原新, 上原順一, 小島一秀, 藤家洋昭, 萬宮健策. GDA に基づく統語情報付与 XML 化多言語平行資源の構築. 言語処理学会 第 17 回年次大会発表論文集, pp. 348–351, 2011.
- [3] 東京大学教養学部統計学教室編. 統計学入門. 東京大学出版会, 1991.
- [4] 山根聡. 災害救援者支援のための会話集等作成について. 大阪大学世界言語研究センター論集, 第 1 号, pp. 217–225, 2009.