

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 19 日現在

機関番号：21401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K12420

研究課題名(和文)工学的手法を用いた英語リスニング教材における難易度自動判定の研究

研究課題名(英文) Research and development of an automatic judging system for determining the difficulty levels of English audio materials

研究代表者

岡崎 弘信 (OKAZAKI, Hironobu)

秋田県立大学・総合科学教育研究センター・教授

研究者番号：80405084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：ある任意のニュースを英語リスニング教材として使用するには、その難易度が学習者にとって適切かどうか判断しなければならない。本研究の目的は、我々がこれまで蓄積してきた膨大なリスニングデータを利用しながら人間が判定する感覚的難易度を工学的音響分析の手法を用いて自動判定することである。

以上を遂行するため、1. 基本英単語(中学英語レベル)のみで構成された180センテンスから日本人学習者の誤答傾向を分析した、2. 外国人被験者にとってのリスニング教材難易度を判定するために、データ収集用のサイトを構築した、3. 使用可能な音声認識エンジンの選定を試みた、4. 従来の音声認識エンジンと異なる手法の研究に着手した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来のレベル別教材は、あらかじめ用意された教材、つまりレディメイド教材であり、学習者の細かいニーズを満たすものではなかった。しかし、本研究により、任意の音声素材のリスニング難易度を自動判定するシステムが構築され、e-ラーニング用プログラムに組み込めれば、学習者のレベルだけでなく、趣味や嗜好といったモチベーションにかかわる部分までもカバーするオーダーメイド音声教材の自動提示が可能となるのである。

研究成果の概要(英文)：In order for a learner-selected news audio file to be used as English listening material, the difficulty level of the audio selection must first be determined. Then, its appropriateness as a listening material for a particular learner can be assessed. In this study, we aim to develop an automatic judging system that determines the difficulty levels of audio samples by using an acoustic analysis approach. This approach utilizes a large database of audio samples which was gathered previously.

To achieve this objective: 1. A diagnostic test composed of 180 sentences of mostly English words was given to Japanese learners to collect data on listening mistake tendencies. 2. A website to collect data on the difficulty levels of English learning materials for international students was constructed. 3. A model system for automatic judging was created and a recognition engine for the model was selected. 4. A voice-recognition engine which differs from current approaches was newly developed.

研究分野：教育工学

キーワード：e-ラーニング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々がこれまで科研費の助成を受けながら開発してきたリスニング用の e-ラーニングプログラム PLIMA(your Personal Listening Manager、図 1)は、学習者に対してリスニングが弱い理由を具体的に指摘し(たとえば「リエゾンと消える h が他の音素に比べてかなり聞き落とされている」など)、学習の必要性を納得させた上、弱点となるその因子を集中的に矯正することで、リスニング力の向上を図るプログラムである(映画英語教育学会第 1 回優秀論文賞受賞)。

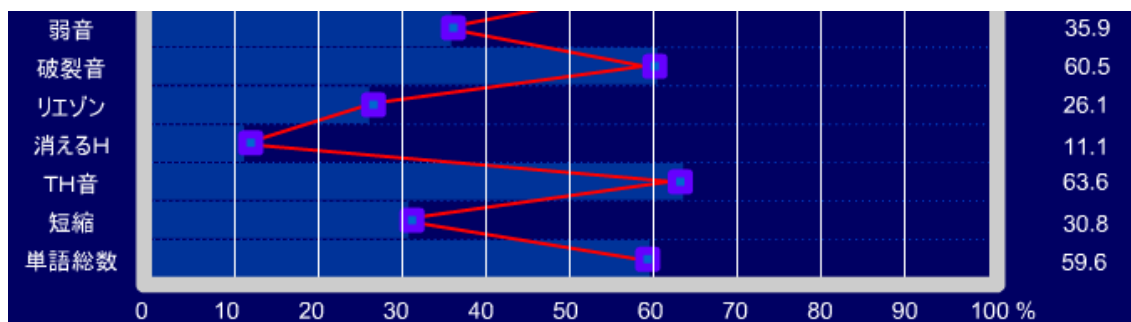


図 1 PLIMA の弱点分析の具体例

しかし、同じ「リエゾン」であっても聞き取れる音声と聞き取れない音声が存在するの事実であり、例えば学習者はどのレベルのリエゾンが聞き取れないのかを特定できれば学習効率はさらに増すはずである。

2. 研究の目的

ある任意のニュースを英語リスニング教材として使用するには、その難易度が学習者にとって適切かどうか判断しなければならないが、従来、話し方やスピードなどをどのように感じるかによって、授業を担当する教員、あるいは学習者自身が感覚的に判断することが多かった。昨今はコーパス言語学の視点を応用して語彙レベルを判定する方法も用いられているが、これはあくまでもテキストベースの話であり、音声自体の難易度を判定するものではない。

本研究の目的は、我々がこれまで蓄積してきた膨大なリスニングデータを利用しながら、人間が判定する感覚的難易度を工学的音響分析の手法を用いて自動判定し、そのシステムを e-ラーニングプログラムに応用することである。

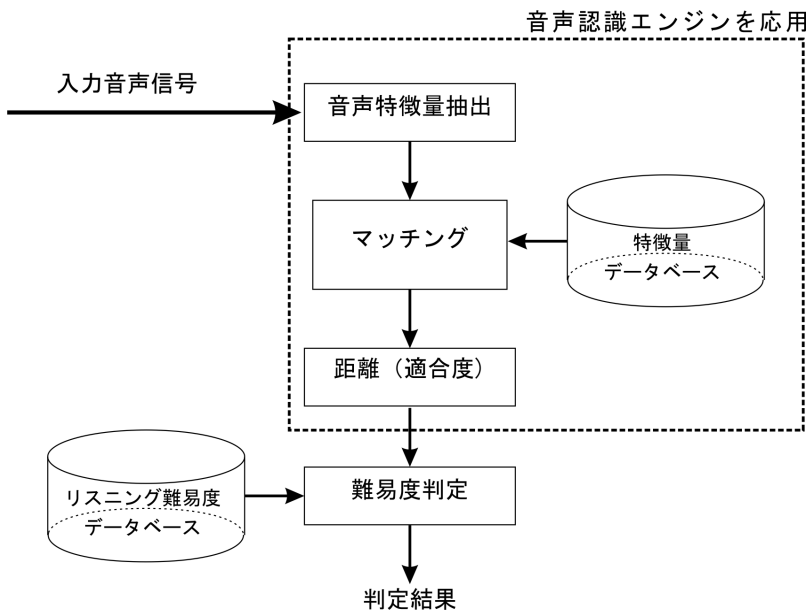
3. 研究の方法

一般に音声認識システムでは、多数の音声とそれを周波数分析などすることで得られる音声特徴量とが対応付けられたデータベースをあらかじめ学習させておき、未知の音声信号の特徴量とのマッチングによって認識処理を行っている。マッチングは、何らかの尺度で両特徴量との間の“距離”が最小となるものを選択することで実現される。

しかしながら、認識困難な音声が入力された場合、全体の中では最小であっても、距離としては大きめに算出されたり、候補が複数選出されたりすることが予想される。このことを踏まえると、英語音声リスニング難易度を音声特徴量の距離を用いることで判定できる可能性があるのではないかと我々は考えている。

そこで、本提案システムでは、音声認識エンジンの認識結果ではなく、その前段の距離の算出結果に基づき、リスニング難易度の自動判定の実現を目指すこととする。図 2 はその概念図であり、破線で囲まれた部分は一般的な音声認識エンジンの処理の概要である。音声認識エン

ジンとしては、先行研究が多く、Juliusのようなフリーのシステムも公開されていることから、



それらを利用することも可能である。一方、距離データと難易度の対応づけは本研究のオリジナルの内容であるので、新たにデータベースの構築が必要となる。

以上述べたような音声特徴量の抽出処理技術を応用した英語音声の判定システムはこれまで存在せず、本研究の課題がクリアされると、レディメイド教材のみならず、オーダーメイド

図2 英語音声のリスニング難易度判定処理の概念図

教材の新しい形--個々のレベルに合わせた任意素材の自動提示--をも可能としてくれるはずである。

4. 研究成果

図3は本研究に関わる実施例に係る英語のリスニング難易度判定装置の構成を示すブロック図である。

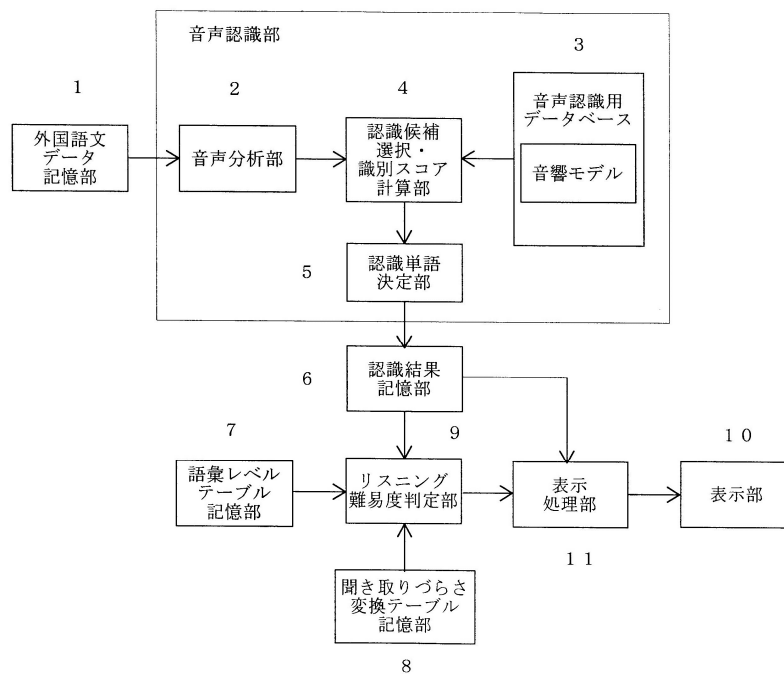


図3 リスニング難易度判定装置の構成

この装置は、音声認識技術を用いて英語の発音の聞きとり難さと相関の有る情報を得て英語のリスニング難易度の判定を行うようにしたものである。

図3中、1はインターネット経由でWebサイトから入手したり、DVD等のメディアから

読み出したニュース、映画等の任意の英語テキスト付音声データを記憶した外国語文データ記憶部、2は外国語文データ記憶部1から読み出した英語の音声データを入力して音声分析を行い音声の特徴抽出(例えばLPCケプストラム)を行う音声分析部、3は英語の音声認識に用いる単語別の標準音響モデル含む音声認識用データベースを記憶した音声認識用データベース記憶部、4は音声分析部2で抽出された音声の特徴情報に基づき音声認識用データベースを参照しながら単語単位で複数の認識候補の単語(認識仮説と呼ばれる)を選択し、各認識候補単語と標準音響モデルとの類似度を示す認識スコア(0~100までの数値をとる音響スコア。数値が大きい程、正しさが高い)をDPマッチング等の手法で計算する認識候補選択・認識スコア計算部、5は単語単位で認識候補の単語中の最も認識スコアの高い単語を認識単語として決定し認識スコアと組にして出力する認識単語決定部、6は認識単語決定部5から出力される(認識単語 W_i 、認識スコア RS_i)の組データ列を一時記憶する認識結果記憶部、7は単語別の語彙レベルを記憶した語彙レベルテーブル記憶部、8は認識スコアを複数の段階に分けた聞き取りづらさレベルに変換するための変換テーブルを記憶した聞き取りづらさ変換テーブル記憶部であり、例えば図2に示す如く変換テーブルが記憶されている。図4において、聞き取り

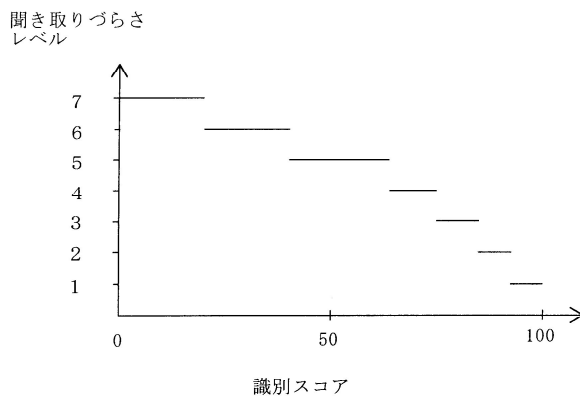


図4 聞き取りづらさレベル

りづらさレベルは数値が大きい程、聞き取りづらい。9は認識結果記憶部6に記憶された認識結果に基づき、語彙レベルテーブル記憶部7、聞き取りづらさ変換テーブル記憶部8などを参照してリスニング難易度を判定する判定部、10は聞き取りづらさレベルを用いた第1、第2のリスニング難易度 LN_1 、 LN_2 を求める。第1、第2のリスニング難易度 LN_1 、 LN_2 については後述する。

11は表示部、12は表示部11に第1、第2のリスニング難易度 LN_1 、 LN_2 、認識結果の英語テキストなどを表示させる表示処理部である。

次に上記した実施例の動作を説明する。なお、外国語文データ記憶部1には英語の任意のテキスト付音声データが記憶済みであるとする。音声分析部2は音声データを入力し、特徴抽出を行い特徴情報を認識候補選択・認識スコア計算部4へ出力する。認識候補選択・認識スコア計算部4は、特徴情報に基づき音声認識用データベース記憶部3を参照して単語単位で特徴情報に類似する認識候補の単語を選択し、認識スコアを計算する。ここでは、文頭の単語として認識候補の単語が w_{11} 、 w_{12} の二つ見付き、各々識別スコアが rs_{11} 、 rs_{12} であったとする。認識単語決定部5は文頭の単語の認識候補の内、一番大きな認識スコアの単語を認識単語 W_1 として決定し、認識結果記憶部6に最初の認識結果として(認識単語 W_1 、認識スコア RS_1)の組データを記憶させる。認識候補選択・認識スコア計算部4は、最初の認識結果に続く部分の音声特徴情報に基づき音声認識用データベース記憶部3を参照して2番目の単語の認識候補を選択し、認識スコアを計算する。認識単語決定部5は2番目の単語の認識候補の内、一番大きな認識スコアの単語を認識単語として決定し、認識結果記憶部6に2番目の認識結果として(認識単語 W_2 、認識スコア RS_2)の組データを追加記憶させる。以下、同

様の処理を音声データの最後まで繰り返す。この結果、認識結果記憶部 6 の記憶内容が図 3 の如くなったものとする。

W 1	RS 1
W 2	RS 2
⋮	⋮
W N	RS N

図 5 聞き取りづらさレベル

次に、リスニング難易度判定部 9 は、認識結果記憶部 6 に記憶された各認識単語と対をなす認識スコアを聞き取りづらさレベル変換テーブルを用いて聞き取りづらさレベルに変換し、各単語の聞き取りづらさレベルの総和 / 総語数の計算により第 1 のリスニング難易度 $L N 1$ (識別スコアによる難易度) を求める。また、各単語の語彙レベルの総和 / 総語数の計算をして従来と同様のテキストベースの難易度 $T N$ を求め、 $(a \cdot L N 1 + b \cdot T N)$ の重み付け加算の計算を行って、第 2 のリスニング難易度 $L N 2$ (識別スコアと語彙レベルを組み合わせた難易度) を求める。ただし、 a 、 b は、 $a + b = 1$ の関係を有する固定の重み付け係数である。

表示処理部 11 はリスニング難易度判定部 7 で求められた第 1、第 2 のリスニング難易度 $L N 1$ 、 $L N 2$ を表示部 10 に表示させ、また認識結果の単語列を表示させる。

この実施例によれば、音声データに対し音声認識処理を行って聞き取りづらさと相関関係を持つ識別スコアを測定し、識別スコアから変換した聞き取りづらさレベルを用いて、英語文のリスニング難易度を判定するようにしたので、文によって単語の発音が変わる場合でも、正確なリスニング難易度が判る。すなわち、第 1 のリスニング難易度 $L N 1$ によれば、音の聞き取りづらさから見た外国語文の難易度が判り、従来のテキストベースの難易度と比較して、より正確なリスニング難易度が判る。また、第 2 のリスニング難易度 $L N 2$ によれば、音の聞き取りづらさと、意味のわかりにくさの両方から見た外国語文の難易度が判り、これによっても、従来のテキストベースだけの難易度と比較して、より正確なリスニング難易度が判る。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

(1) Kido K、Hashimoto S、Fukuda E、Okazaki H 「Short-term Prediction of a Test Score Using the BP Method with Takens' Embedding Theorem in a Neural Network」『環太平洋大学研究紀要第 19 号』 2019 年 3 月、25 ~ 33 ページ (査読無)

〔学会発表〕(計 5 件)

(1) Hashimoto S 「Exploring the Digital Poster Frontier」JALT CUE SIG 25th Anniversary Conference、2018 年 9 月 16 日 (Rikkyo University)

(2) 岡崎弘信 「多様化する CALL」New Education Expo 2018、2018 年 6 月 7 日 (於 : 東京ファッションタウンビル)

(3) Hashimoto S 「Evaluation of student presentations using online feedback forms」Joint International Conference on ESP in Asia 2016: The 8th International Conference on ESP in Asia and The 3rd International Symposium on Innovative Teaching and Research in ESP、2016 年 8 月 21 日 (University of Electro-Communications)

(4) Fukuda E、Hashimoto S、Okazaki H 「Rejuvenating grammar instruction through narrative music videos」The 21st ATEM National Conference、2015 年 8 月 7 日 (Kyoto Women 's University)

(5) 岡崎弘信、新田晴彦、木戸和彦、橋本信一、福田衣里「オリジナル学習支援プログラム「映画英語リスニング・システム」のさらなる進化のために」映画英語教育学会第21回全国研究大会、2015年8月7日(於：京都女子大学)

〔産業財産権〕

取得状況(計1件)

名称：外国語の難易度判定装置

発明者：岡崎弘信、渡邊貫治、稲川敬介、新田晴彦、木戸和彦、福田衣里

権利者：岡崎弘信、福田衣里

種類：特許

番号：第6468584号

取得年：2019年

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

氏名：岡崎 弘信

ローマ字氏名：OKAZAKI Hironobu

所属研究機関名：秋田県立大学

部局名：総合科学教育研究センター

職名：教授

研究者番号(8桁)：80405084

(4) 研究分担者

氏名：木戸 和彦

ローマ字氏名：KIDO Kazuhiko

所属研究機関名：環太平洋大学

部局名：次世代教育学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：80599184

(2) 研究分担者

氏名：渡邊 貫治

ローマ字氏名：WATANABE Kanji

所属研究機関名：秋田県立大学

部局名：システム科学技術学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：20452998

(5) 研究分担者

氏名：福田 衣里

ローマ字氏名：FUKUDA Eri

所属研究機関名：中国学園大学

部局名：国際教養学部

職名：講師

研究者番号(8桁)：50617488

(3) 研究分担者

氏名：橋本 信一

ローマ字氏名：HASHIMOTO Shinichi

所属研究機関名：電気通信大学

部局名：情報理工学域

職名：特任准教授

研究者番号(8桁)：60350500