

ディクテーション方式英語学習支援システムの開発

神谷 泰弘, 望月 源, 奥村 学, 島津 明

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

e-mail: {kamiya, motizuki, oku, shimazu}@jaist.ac.jp

1 はじめに

ディクテーションとは、英文を聞き、それを正確に書き取ることである。英語学習法の一つに、このディクテーションにより英語力を高める学習法がある [2]。

多くの学習者は、ディクテーション英語学習を行う場合、カセットテープ等を使用し、ディクテーションをした結果を目で見て正解か不正解かを判断していると思われる。しかし、この一連の作業は、学習しづらく面倒な作業となっている。

本研究では、その様な面倒な作業を簡略化しスムーズに行える様に、ディクテーション方式英語学習支援システムを開発する。本システムでは、英文を音声で流し、学習者が聞き取った英文をシステムに入力すると、システムが自動採点をする仕組みになっている。また、本システムは現在ネットワークを利用した学習支援システム [3] で主流となっている WWW 上で行えるようにする。

これまでに提案されている、代表的な英語学習支援システムには次のようなものがある。

- ディクテーション形式で英語音声を読み、英文を穴埋めするシステム。
- コンピュータ上で、同じ様な発音の単語を二つ表示し、音声で発せられた単語はどちらかを選択させるシステム。
- ユーザがシステムに単語を発音し、学習者の発音の波形と正解の単語の波形を比べて、発音練習するシステム。
- 速読を練習でき、読み取るスピードを測定したり、英文表示のスピードを指定することによって読むべき速さを体験できるシステム。

しかし、本システムのように、ディクテーション形式で学習者に自由な入力を許し、正解英文と入力英

文を自動比較し「誤った箇所」と「誤りの種類」を一つ一つ指摘するシステムは存在しない。また、本システムは、英文音声簡単な操作で任意の単語から繰り返し聞くことができる。

2 システムの構成

本システムは、学習者とのやり取りを行うクライアント、出題と学習ログの保存をするサーバ、および、あらかじめ用意された英文データと音声データから構成される (図 1)。

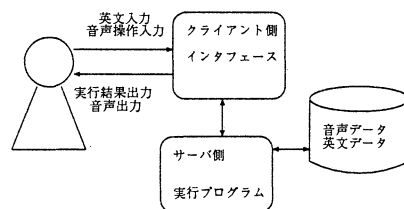


図 1: システムの構成

本システムを実現するために、5つのモジュールに分けて実装している。以下では、モジュールの種類とそれぞれの役割について簡単に説明する。

2.1 システムのモジュール

本システムは以下のモジュールからなる。

- 正解判定部
- 採点結果表示プログラム
- 音声処理部
- インタフェースプログラム
- アクセスログ保存プログラム

これらのモジュールを用いた処理の流れは、図 2 のようになる。本システムで行われる処理は、正解判定処理と音声処理の 2 つに分れる。

- 正解判定の一連の処理：

学習者がインタフェースに英文を入力し、採点ボタンを押すと、入力データが正解判定部に渡される。そして、正解文字列と比較される。最後に採点結果表示部で表示文字が作成され、インタフェースで表示される。

- 音声処理の一連の処理：

学習者が音声処理ボタン（「START」、「STOP」等）を押すと、音声処理部が音声データを取りだし処理を行う。

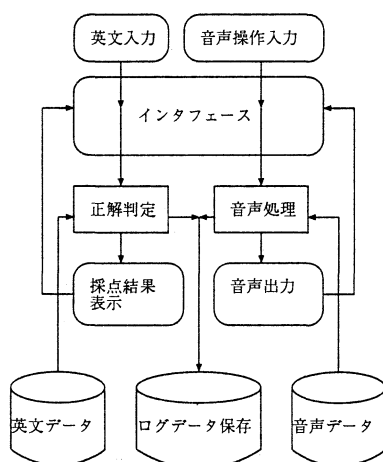


図 2: 処理の流れ

2.2 正解判定部

学習者が入力した英文の採点を行うモジュールである正解判定部について説明する。

2.2.1 正解判定法

学習者が入力した英文と正解英文の比較は DP マッチング法 [4] によって行う。正解文字列に余分な文字列が加わった入力文字列の場合、対応する文字列が入力されていない場合、入力文字列に並び替えのある場合を適切にマッチさせていく。このような文字

列の挿入、削除、置換を、文レベルと単語レベルのマッチングを考慮して解析する。

マッチングの方法は、単語レベルと文レベルの両方で行う事とする。最初に単語レベルでマッチングをしていく。そしてその結果を考慮しながら、文レベルでマッチングをしていく。単語レベルからマッチングを行うことにより、精度の高いマッチングが行える事となる。

2.2.2 DP マッチング (単語レベルの解析)

用いる漸化式

$$g_w(i, j) = \max\{g_w(i-1, j) + d_l(a_i, *), g_w(i-1, j-1) + d_l(a_i, b_j), g_w(i, j-1) + d_l(*, b_j)\}$$

$g_w(i, j)$ の値を再帰的に計算していき、単語 A の文字数 I と単語 B の文字数 J の $g_w(I, J)$ まで計算する。 $*$ は対応する文字がないことを意味する。

文字間の類似度 $d_l(a, b)$ を次のように定義する。

$a = b$ のとき 1

$a \neq b, a \neq *, b \neq *$ のとき 0

$a \neq b, a = *$ または $b = *$ のとき 0

例

単語の文字数をそれぞれ $I = 5, J = 6$ とする。

li ked は $g_w(5, 6) = 4$
looked

2.2.3 DP マッチング (文レベルの解析)

用いる漸化式

$$g_s(p, q) = \max\{g_s(p-1, q) + d_w(x_p, *), g_s(p-1, q-1) + d_w(x_p, y_q), g_s(p, q-1) + d_w(*, y_q)\}$$

用いる漸化式は単語レベルの式と同じである。しかし、用いるレベルが単語レベルではなく文レベルとなる。

$g_s(p, q)$ の値を再帰的に計算していき、文 X の単語数 P と文 Y の単語数 Q の $g_s(P, Q)$ まで計算する。 $*$ は対応する単語がないことを意味する。

単語間の類似度 $d_w(x_p, y_q)$ を次のように定義する。単語 x は I 文字、 y は J 文字からなるとする。

$$d_w(x_p, y_q) = \frac{g_w(I, J)}{I \text{ と } J \text{ の大きい方}}$$

例

文の単語数をそれぞれ $P = 7$ 、 $Q = 6$ とする。

You can make it to the train.
You can maic it the train.

この場合 $g_s(7, 6) = 5.5$

2.3 音声処理

音声処理部は JAVA を用いて作成した。本研究では、ただ、音声を流すだけではなく、少し前の単語に戻りたい場合や、先に進みたい場合なども対応できるようにになっている。この機能を実現するために、単語ごとに音声ファイルに分け処理を行う。処理を行うための操作は「再生ボタン」、「ストップボタン」、「単語戻り指定ボタン」、「単語戻り指定ボタン」、「単語進み指定ボタン」で行う。

2.4 インタフェース

インタフェースは図 3 に示すように WWW のブラウザを利用して JAVA によって実装されている。ブラウザに表示される主なオブジェクトは、学習者が英文を入力する「英文書き込み欄」、システムに採点をさせる「英文採点ボタン」、好きな英文を選択できる「英文選択ボタン」と、「START」、「STOP」等の音声処理ボタンである。操作はインタラクティブに行え、何度も繰り返し行える。

採点結果は、インタフェースに出力される。学習者の入力に誤りがある場合には、一つ一つ誤りの箇所と種類を指摘する。また、必要に応じて正解英文も参照できるようになっている。例えば、正解 You can make it to the train. に対して、学習者の入力した英文が You can maic it the train. の場合の採点結果は次のようになる。

3 単語目の [maic] が違います。

4,5 単語目の間に単語がありません。

2.5 出力ログ

本システムでは、学習者が操作したログを取れるようにし、教育者が学習者の動向を把握出来るようになっている。

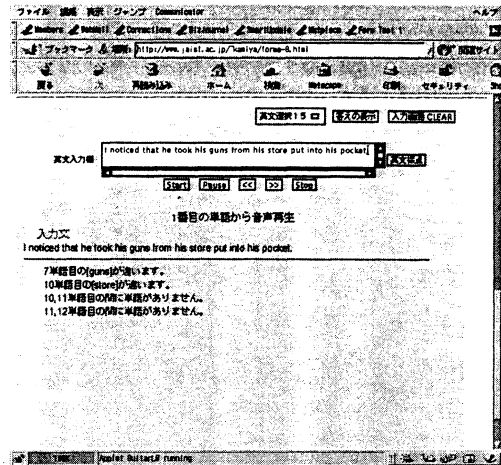


図 3: システムの画面

3 評価

本システムの評価を行うため、正解判定部の DP マッチングの精度と、人間の被験者によるシステム全体の主観的評価の二つの実験を行った。

3.1 DP マッチングの精度評価

3.1.1 実験方法

DP マッチングの評価実験は次のように行う。まず、正解に対し単語レベルと文字レベルの両方でランダムに挿入、削除、置換の誤りを発生させ評価用データを生成する。この時、変化データとしてどの様に变化させたか、誤りのパターンも同時に記録し DP マッチングの正解とする。

次に、作成した評価用データを DP マッチングプログラムに入力し、DP マッチングの出力データと変化データを比較する。もし、この二つのデータが一致していれば、DP マッチングプログラムは正確に計算したことになる。

3.1.2 評価用データ

今回の実験では、誤りの数を 1 から文の単語数の半分までの範囲で乱数で発生させる。

50 の英文から 1 文当たり 10 通りの評価用データを作成した。1 文の長さは、11 単語から 31 単語であ

り、平均は 17.5 単語である。全部で 500 文を生成プログラムで生成させ評価を行う事とした。

評価用データのすべての誤りの数は、1912 であり 1 文当り平均 3.8 個の誤りが含まれている事となる。誤りの種類は、「間違い (置換)」が 957、「余分 (挿入)」は 521 個、「無し (削除)」は 434 であった。

ランダムに誤りを発生させる時に、誤りを発生させる位置が重なった場合に、「間違い (置換)」を優先させる様にしたため、「間違い (置換)」の誤りが多くなった。

3.1.3 評価と考察

- 500 のデータで DP マッチングの結果と評価用データが完全一致した数は 424 (約 85 パーセント) であった。
- また、完全一致していなくても、人間の主観的判断で評価データと一致していると思えることの出来る場合が見られたため、それらを準正解とした。準正解を含めた正解の数は 500 文中 489 (97.8 パーセント) であった。

結果から今回の実験では、良い精度が得られたと言える。一般に 1 文中の誤りの数が増えると DP マッチングの精度は下がる。しかし、ディクテーション学習においては学習者が誤りの多い入力しか出来ない場合には、英文レベルを下げて学習し直した方が良い。そのため、今回の実験で用いた程度の誤りの数は妥当だと思われる。

3.2 システム全体の評価

3.2.1 実験方法

システム全体の評価実験では、実際に被験者にシステムを利用してディクテーション方式の学習をしてもらい、アンケート結果から評価を行う事とした。今回の被験者の人数は 10 人で、全員理系情報科学系の大学院生である。また、ディクテーションに用いた英文は 15 文であり、全員同じ英文を用いている。被験者には実験の前に、本研究とシステムの簡単な説明をした。システムを使用した後にアンケート (5 段階アンケートとフリーアンケート) に答えてもらった。アンケートの質問事項については、Vicente と Pain[1] を参考にして決めた。図 4 でそれらを示す。

1. 直観的に使い方が思い浮かびましたか？
2. システムの操作はスムーズに行うことが出来たか？
3. ボタンの配置は適切でしたか？
4. 音声再生時のスキップ、ポーズ、ストップ機能を使い果たしたか？
5. 英語音声は鮮明に聞こえましたか？
6. 正解参照機能は必要でしたか？
7. 入力誤りを指摘する採点結果の正確性には納得できましたか？
8. 採点結果の表示方法は分かりやすかったですか？
9. このシステムを使って楽しむことは出来たか？
10. このシステムの英語学習システムとしての有効性はどの位あると思いますか？
11. システムを使用してみて、総合的な満足度はどうですか？

図 4: アンケートの質問事項

3.2.2 評価と考察

評価結果は、質問項目 5 の音質に関するアンケートではあまり良い結果は得られなかったが、それ以外では 5 段階中、上位二番目以内の良い評価を得ることが出来た。音質の問題点は、JAVA で用いられている au 形式の音声ファイルの音質があまり良くないためだと思われる。音質は音声を流すデバイスやブラウザにも影響され、今後の技術進歩の向上次第で改善されるであろう。質問項目 2、6、8、10 の質問事項に対してはかなり良い結果が得られた。以上の結果から、本システムは学習支援システムとして有効であると言える。

4 おわりに

本システムでは、ディクテーションに的を絞って開発を進めてきた。その為、ディクテーションの採点で最も重要であるマッチングの解析結果は、限りなく 100 パーセントに近づけなければいけない。本システムでは、ある程度の評価は得られたが、まだ DP マッチング法には改良の余地が残されている。

参考文献

- [1] Angel de Vicente and Helen Pain. Motivation Diagnosis in Intelligent Tutoring Systems. In *International Conference, ITS'98*, pp. 88-95, 1998.
- [2] Roderick I. Nicolson and Angela J. Fawcett. Spelling Remediation for Dyslexic Children using the Self-spell Programs. In *4th International Conference, ICCAL'92*, pp. 503-515, 1992.
- [3] 仲林清, 細谷克美, 福原美三. ネットワーク時代における分散協調的学習支援. 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 3, pp. 368-372, 1995.
- [4] 浪平博人. 学習コンピュータアルゴリズム. 株式会社技術評論社, 1989.