

自動採点機能付外国語学習支援システム「天神」とその運用

田中久美子†

石田英敬‡

† 東京大学 情報基盤センター

‡ 東京大学大学院 情報学環

要旨

語学学習を web 上で支援するツール天神を紹介する。教員が用意したさまざまな問題に対し学生が解答を入力して学習を行なう一方で、教員は学生の学習の進捗状況や達成度を管理・評価する。語彙、文法、作文のほか、リスニングなどマルチメディアにも対応している。また、自動採点機能を備えており、教員の負荷を減らすと共に、解答入力後ただちに自動採点の結果が学生に提示され、学生による自学自習を促進する点に本システムの特徴がある。本稿では、システムの全容を紹介し、1 学期間の初等フランス語の授業における運用例を紹介する。

A Web-Based Language Learning System with Automatic Evaluation -A Classroom Experience-

Kumiko TANAKA-Ishii†

Hidetaka Ishida‡

†Information Technology Center, University of Tokyo

‡Interfaculty Initiative in Informatics Studies, University of Tokyo

Abstract

We report on Tenjin, a web-based system supporting foreign language education. It provides an integrated environment enabling students to solve assignments and teachers to evaluate them. Tenjin automatically evaluates assignments at the time when they are submitted by students, which helps students to study individually and improve the quality of their final submission. We describe the design of Tenjin and report our classroom experience using it with a class in 2003.

1 はじめに

情報技術が日常に浸透し、大学教育においてもさまざまな電子化が進んでいる。本稿では、中でも語学教育を題材として、学生の自学自習を支援するweb上のシステムを論じる。

語学教育においては、語彙や例文を反復させる必要がある上、マルチメディア教材などを用いて教育効果を向上させることができるなど、電子化に向いている側面が多々ある。このため、これまでもさまざまな教育上の自動化が考えられている。LLS(Language Learning System)や各教育機関におけるLL教室は代表的なものであり、教室において、発音練習や語彙や文法の反復学習の支援を行なう。現在では、web上のシステムとして、商業用のサイト[2][1]などがあるほか、研究上も作文から会話まで、特に英語を中心として、実にさまざまな提案がなされている[3][6][4]。特に、web上でフォームなどを用いた英語学習サイトとしての試み[8]、自動採点としては構文解析に基づく試み[9]がある。

これら過去の研究と比べると、本稿で提案する天神システムは、

- 多言語に対応していること
- webを利用したシステムであること
- 自動採点機能があること

の機能を合わせ持つという特徴がある。本稿では天神を紹介した上で、教育現場でこれを運用した結果を報告する。

第一著者は、webを利用した支援システムを用いてプログラミング言語の教育を行っている[7]。そこでの経験では、webを用いた教育上のシステムは、自学自習を促進する機能を内在する。ここで問題となるのは、学生に、いかにしてフィードバックを与えるかという点である。むろん、選択式などを用いることにより、自動評価を促進することができるが、語学の教育においては、やはり記述式の解答が重要となる。つまり、記述式解答の自動評価の方法がwebに基づく語学教育の効果を引き出す上で一つの鍵となる。また、webを利用したシステムを教育現場で用いると、学生と教員のコミュニケーションも促進する。その結果として、レポートが以前に増して提出されることになり、教員からしてみれば評価に要する時間が長くなってしまいう傾向にある。この意味でも、自動評価は重要である。一方で、学生にとっては、自分の解答に対して自動採点による

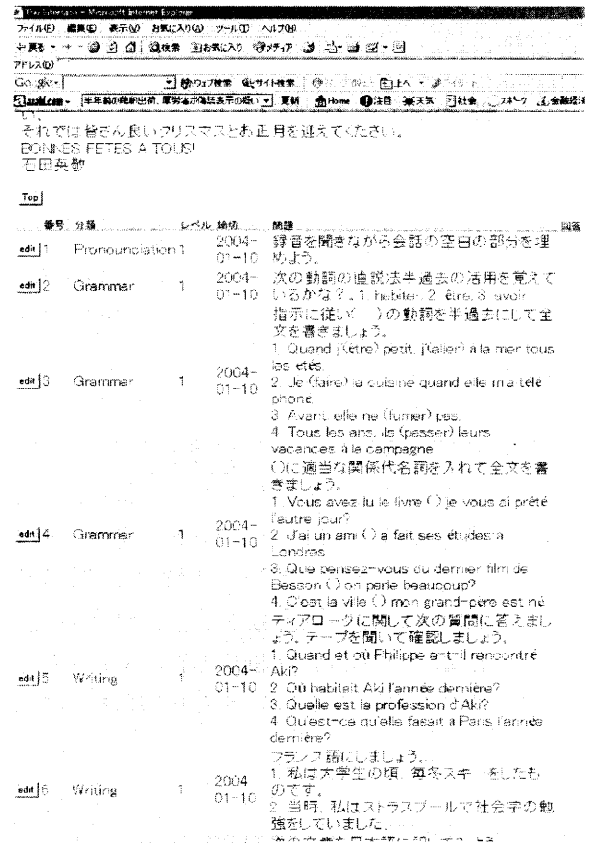


図 1: 学生のページ-問題一覧

機械的な評価が行なわれた場合の教育効果は必ずしも明らかとはなっていない。

本稿では、まず天神について説明を行なう。その上で、簡単な自動評価方法を試みたので、それについて説明する。システムを2003年度冬学期の大学1年生に対して行なった運用結果を報告する。

2 天神システムの概要

2.1 全貌

天神システムは、ApacheによるWebサーバの上でRuby言語で記述されたCGIスクリプトを用い、SQLサーバにアクセスしながら動作する。天神の主な機能は次の2つに集約される:

データベースへのアクセス: 問題、学生の解答、採

括弧内の動詞を活用させて空欄を完成させなさい。空欄の記号は日本語で書まなさい。

1. Et tu ne pas de passer le matin?

2. Hier, tu as coché à quelle heure? Tu n'as pas bien dormi ce soir.

3. Pourquoi est-ce que tu n'as pas fait ce soir?

4. Je ne sais pas de ne pas de rien.

5. Tu ne dois pas être si fatigué ce soir. Repose toi un peu.

None

1. Est-ce que je _____ ce soir?

2. Hier, tu _____ à quelle heure? Tu n'as pas bien dormi ce soir.

3. Pourquoi _____ ce soir?

4. Je ne sais pas de ne pas de rien.

5. Tu ne dois pas être si fatigué ce soir. _____ un peu.

図 2: 学生のページ:解答記入

番号: 4

分類: [Gimme]

評価方法: [ScAutomatCv]

レベル: [1]

更新日: 2003-12-14 12:48:29 15:12:04 09

締切: 2003-12-21

関連リンク:

問題:

1. Pourquoi est-ce que tu n'as pas fait ce soir?

2. Hier, tu as coché à quelle heure? Tu n'as pas bien dormi ce soir.

3. Comment est-ce que tu es ce soir?

4. Pourquoi est-ce que tu n'as pas fait ce soir?

フォーマット:

1. Je _____ ce soir.

2. Hier, tu _____ à quelle heure? Tu n'as pas bien dormi ce soir.

3. Comment est-ce que tu es ce soir?

4. Pourquoi est-ce que tu n'as pas fait ce soir?

回答:

1. Je _____ ce soir.

2. Hier, tu _____ à quelle heure? Tu n'as pas bien dormi ce soir.

3. Comment est-ce que tu es ce soir?

4. Pourquoi est-ce que tu n'as pas fait ce soir?

関連問題: [None]

ファイル: [upload]

図 4: 教員のページ:問題作成のページ

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 5 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 6 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 7 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 8 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 9 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

図 3: 教員のページ:学生の進捗確認

点結果、個人情報などをデータベース内に格納、取得する。

インターフェース:ユーザと必要なインタラクションを行ないつつ、データベースから得たデータを整形して表示する。

天神システムは Apache、SQL サーバ、Ruby が動作する環境であれば、簡単に移植を行なうことが可能である。

2.2 使用例

天神では管理者、学生、教員、TA という 4 種類のユーザを想定している。特に、学生と教員が主なユーザであるので、それぞれの場合に関して天神の動作を説明する。

2.3 学生の場合

学生は天神上で、主に問題の解答を行なう。天神にアクセスしパスワード認証を行なうと、各回の授

業につき、課題一覧が表示される。図 1 には、§4.1 で述べる授業の 1 回分の宿題 6 間が表示されている。解答を行なう問題をボタンにより選択すると、問題の詳細と、解答を記入する空欄が表示される。図 2 には、空欄に動詞を適切に変化させて記入し、さらに日本語による訳を入力する問題が、示されている。

学生が解答を提出すると、問題によっては自動採点が行なわれ、誤りの箇所に関するヒントが表示される。その指摘に応じて、学生は自学自習を行なう(自動評価 §3 でより詳しく論じる)。

2.4 教員の場合

教員は、天神を用いて、学生の解答の確認・採点と、問題の作成を行う。まず、学生の解答の採点に関しては、学生ごとの進捗表に基づいて行う。例えば、図 3 はある回の宿題に関する進捗表である。問題が 9 題出されたので、横軸に 9 問、縦軸に学生が示され(学生番号は消去してある)、表となっている。一つの升目には学生が解答を行なったか否か(左)と、採点が済んでいるか否か(右)が示されている。この表から各学生の個別問題の採点画面へ進むことができる。採点画面では、自動評価の採点不備の訂正を行い、また、マニュアル採点問題についてはすべて手で採点を行なう。採点は、評点と文章によるもの両方で行なう。

教員による問題作成は、図 4 に示す画面で行う。これまでの全問題をふまえて、新しく問題を登録する。登録事項としては、図上から順に、

- 問題番号

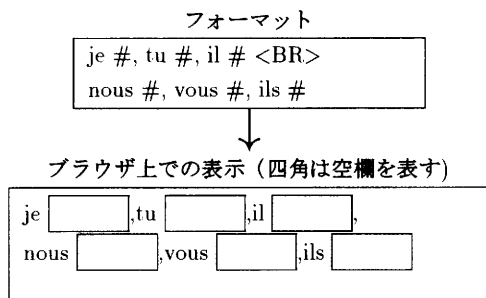


図 5: フォーマット例

- 分類 (発音、語彙、文法、作文、読解、メディア)
- 評価方法 (自動、半自動、マニュアル)
- 難易度 (1 易～7 難)
- 締め切り日
- 関連リンク (URL)
- 問題文
- フォーマット
- 関連問題番号
- 関連ファイル

がある。ここで、「フォーマット」とは、学生の解答欄の設計のことをいう。天神上では、学生による解答は、現状ではテキストに限定されている。とすると、学生の解答としては、「解答用の空欄」を自在に作る事ができれば、それで十分である。そこで、#マークを「空欄」を表すものとして、HTML と合わせて用いることで、空欄を整形する。一例として動詞の活用のためのフォーマットを図 5 に示す。数字用空欄として#s、1 行空欄として#l、段落用空欄として#h なども用意されている。

「関連リンク」や「関連問題」は、指定を行うと、学生の画面から関連ページや、関連する問題ページへクリックによりジャンプできるようになる。

また「関連ファイル」は、特にマルチメディアファイルを参照した課題を出題する際に利用することが多い。教員は事前に必要な音声ファイルやビデオファイルを作成し、ファイルをアップロードする。

2.5 多言語への対応

語学学習の電子化の一つの問題は、特殊文字の入力と表示の問題である。特に、日本語での教育の場合には、日本語と他の言語のフォントを混合して用いる必要があるため、本問題はやっかいである。

表 1: 特殊記号の入力 (フランス語、小文字の例)

| 文字 | ユーザ入力 | 文字 | ユーザ入力 |
|----|-------|----|-------|
| á | a' | ù | u' |
| à | a" | ë | e" |
| ç | c_ | î | i_ |
| é | e' | ï | i" |
| è | e" | ô | o" |

この問題を解決する方法には、二つの方法が考えられる。

- Unicode を用いる。
- 特殊記法を用いる。

前者の場合、多くの言語で天神システムを用いることができる一方で、Unicode を入力するための IME ソフトウェアをユーザのマシンにインストールする必要がある。これは、インストールなどに慣れていないユーザや、自分の計算機を持っていないユーザに場合に問題となるほか、計算機センターなど、設定に制限が加えられている環境下では、実質的に勉強できないことになってしまう。

一方で、後者については、ユーザが記法を覚える必要があるほか、天神内で各種の変換を行わなければならない。

いずれの方式も一長一短であるが、天神では、まずは西欧諸語を対象に考えていたため、後者の方式を用いている。たとえば、フランス語であれば、解答欄に表 1 第 2、4 列に示す文字列を入力すると、HTML のコマンドに変換されて第 1、3 列に示すアクセント文字が表示される。この方式で、現在天神システムは、英語、日本語以外に、仏語、西語、独語に対応している。とはいえ、ロシア語、中国語などにも応用を考える場合には、Unicode を用いた方法を併用する必要が出てくるであろう。

3 自動採点の試み

学生による解答は、現在のところは、テキストに限定している。本節では、天神内で行っている簡単な自動採点の方法を報告する。

現状では、採点の方法は、§2.4 に述べたように、自動、半自動、マニュアルの 3 つがある。自動は完全マッチによる採点を指し、半自動は単語集合の差分による採点を指す。いずれも、教員が事前に用意した正解文字列と、学生の解答を比較することによ

表 2: 問題に関する統計

| 問題の分類 | | | | | | 難易度 | | 採点方法 | | |
|-------|----|----|----|----|------|------|------|------|-----|-------|
| 発音 | 文法 | 語彙 | 作文 | 読解 | メディア | 復習問題 | 応用問題 | 自動 | 半自動 | マニュアル |
| 6 | 22 | 2 | 10 | 5 | 5 | 49 | 6 | 27 | 17 | 11 |

り行う。

自動採点は、文字列を基本とした評価である。まず、教員の正解内には、正規表現に類する記述を含めることができる。学生の解答に対して空白の連続やストップワードなど適宜処理した上で、教員の正解とマッチさせる。この機能により、語彙、文法問題など、特に正解が数個に限定されるものは、すべて採点できる。採点は、マッチすれば○、マッチしなければ×とし、空欄ごとに○か×かを学生に示す。

半自動採点は、単語を基本単位とした評価である。日本語については、形態素解析 [5] を用いて単語に分解した上で、以下の処理を行う。教員の正解単語集合を T 、学生の回答の単語集合を S としたとき、 C を T と S の共通集合、 $|A|$ を集合 A の要素数とすると、

$$pr = \frac{|C|}{|S|} \quad (1)$$

$$rc = \frac{|C|}{|T|} \quad (2)$$

を計算し、 pr と rc の調和平均を 5 段階評価に換算した値を評価値としている。

さらに、 B を A の部分集合として、 $A-B$ で、 2 集合の差分を表すものとする。学生には、

- $S-C$: 学生の解答に存在して、正解には存在しない単語の集合
- $|T-C|$: 正解に存在して、学生の解答に存在しない単語の数

を解答提出時に示すことによりフィードバックを行なう。差分がまったくない場合には、Perfect を表示するものとした。本手法は、あくまで半自動とし、教員が採点結果をチェックして、間違っているものは訂正するものとした。

二つの評価方法の他にも動的計画法などによる方法もあるであろう。また、本方法の範囲では、より自由度が高い自己紹介や要約などの問題への対応には限界がある。自然言語処理を用い、今後はより詳細な評価方法を検討したい。

4 評価

4.1 運用例

2003 年度の冬学期間、理科 II・III 類の大学 1 年生のフランス語の選択クラスで、天神の運用を行なっている。夏学期に一通りフランス語の文法を学んだ学生に対して、引き続きフランス語の語彙や文法を深く学ぶクラスである。1 回の授業は 90 分であり、現在 48 名が受講している。担当教員は第二著者であり、他に TA を 2 名配している。

授業の復習および応用問題が、天神を用いて毎回出題される。現在のところ、授業は 10 回程度行われ、そのうち 7 回について天神上での宿題が出された。毎回 4 ~ 10 題であり、計 55 題の問題をすでに学生はこなしている。問題は問題集に載っているような一般的な文法、語彙、翻訳の他に、応用問題として、新聞記事の要約、流行歌の内容の要約、絵画に関するフランス語サイトのページを読んだ感想、歌のディクテーションなど多岐にわたる。問題に関する簡単な統計を表 2 を示す。

学生は、授業外の時間にこれら宿題に解答する。6 名を除いて高速なネットワークにつながる計算機環境を自宅に保有している。このため、ほとんどの場合に自宅での解答がなされた。計算機を持っていない学生は、本学の計算機センターにおいて解答を行なう。

4.2 自動採点の自学自習への効果

まず、自動採点の効果について検証する。すべての問題を手で評価すると、 $48 \times 55 = 2640$ 題を評価する必要がある。これを 1 人の教員と TA で手分けするのは大変であるため、教員の観点では、自動評価は役に立っている。

自動評価により、学生は解答提出後、すぐにフィードバックを得ることができる。誤りをその場ですぐさま指摘することにより、インタラクティブ性が高まり、学生はゲーム感覚で完答を目指すようになる傾向があることが見受けられる。このことは、解答

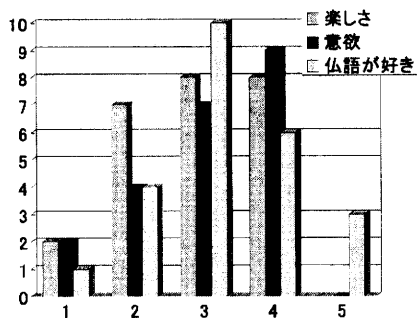


図 6: 学生による評価:天神の仏語学習上の効果 (楽しさ、意欲、仏語の好感度)

回数を観察することでも調べることができる。一般に、解答回数は、学生の性格に依存する。よく考えてから出す人は少ないし、とにかく出してみる学生は、多くなる。しかし、一般には難しい問題ほど正解になかなかたどりつけないため、何回も出すことになる。この点、自動評価は比較的可易しい問題、マニュアル評価は比較的可しい問題、半自動はその中間くらいである。実際、応用問題の多くは、マニュアル評価方法が採用されている。

この点について、天神での学生の動向を観察すると、自動採点よりも、半自動採点の方が提出回数が多い。しかし、マニュアル採点問題の提出回数は、半自動採点結果のそれよりも少なかった。マニュアル評価は、数日のちに TA が採点を行っている場合もある。しかし、解答を訂正することもなくそのままになってしまうことも多々見られた。すなわち、問題を解く意欲があるときに、即フィードバックを返すことにより、自学自習が促進することが観察された。

4.3 学生による天神の評価

学生の平均提出率は、85.9%であった。うち、1題も解答しない学生が6名いたため、これらの学生を除くと、平均で96.8%の解答率で残り42人が解答しており、選択授業であるにも関わらず、学生の授業への関心の高さが伺える。

学生に対しては、天神についてのアンケート調査を行った。アンケートは5段階評価による天神の印象と、記述式のアンケートによるものがある。まず、5段階評価では、

| |
|--|
| <p>良い点</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 音楽ファイルは楽しい、文化にふれられた ● 勉強するようになった、ごまかしがきかない、自分でやらざるをえない ● 提出が楽、いつでも出せる、リラックスして勉強できる ● 解答がすぐにチェックされる、正解になるまでやらされる |
| <p>改良点</p> <ul style="list-style-type: none"> ● アクサン入力に面倒である、ブラウザによって動作が異なる、正しくアクセントが表示されない ● 自動評価が間違っているのか自分が間違っているのかわからない、なぜ Perfect にならないのか数時間考えた、完全マッチはやめてほしい。 ● センターの計算機環境が天神には不適切である、ダイアルアップであるため、メディアのダウンロードに時間がかかる ● 問題の変更などを自動連絡してほしい |

図 7: アンケート結果

- 天神用いて楽しく勉強できたか (1つまらない～5楽しい)
- 天神を用いて勉学の意欲が増したか (1失われた～5増した)
- 天神を用いて仏語が好きになったか (1嫌い～5好き)

について調査した。結果を図6に示す。1～2を解答した数人は、計算機環境上の問題が見られる学生が含まれる。概して学生の評価はポジティブな印象に偏ってはいるものの、さらに詳しく評価を行なうために、記述式のアンケートを分析した。

記述式では、天神の「良い点」と「改良点」を解答してもらった。26名からの解答があり、その主なものを多い順に図7にまとめてある。良い点については、何とんでもメディア教材への関心の高さが伺える。特に歌の問題は好評であった。語学の学習においては、文法や語彙など語学だけにどまらず、背景の文化に触れることにより、学習意欲が高まることがよく現れている。「良い点」の意外な解答として、第二番目の「勉強するようになった」というものが挙がった。レポートの提出と異なり、天神は認証を行っており、また提出時刻も記録していることから、不正の防止に多少はつながる。した

がって、学生は自分で地道に問題を入力して提出せざるを得ないため、このような感想が出たものと考えられる。嫌いでも仕方がないからやるのであっても、勉強するようになることは喜ばしいことといえよう。第三番目の解答は、webシステムを用いることの利点そのまま挙がっている。第四番目としては、自動評価に関して、前向きな評価を得た。

一方で、改良すべき点としては、重大な問題が顕著に3つ挙がっている。第一は、外国語処理上の課題である。入力面が面倒である点は、Unicodeを用いるともっと面倒になってしまうため、解決には苦慮する感想である。ただ、現状では、システムが古いブラウザに対応しきれておらず、その点については改良の余地がある。さらに、現状では文章全体を入力し終わって、初めて特殊文字が表示される。今後はかな漢字変換のように、入力すると即HTMLに変換して表示されるものへと改良することにより、学生の印象も変化すると考えられる。

第二は、自動評価の問題である。完全マッチについては、教員の解答として正規表現に類する解答を記述することができること述べたが (§3 参照)、実際は正規表現はほとんど使われなかった。すなわち学生は、一意の解を提出しないと○がもらえないことから、不満が多かった。また、半自動については、現在の評価関数では、評価が高めに出してしまう傾向があり、高い評価を得て、あっさり提出をやめた学生が見られることから、適切な評価が自学自習に大切であることがわかった。

第三として、デジタルディバイドの問題がある。計算機環境を自宅に持っていない学生については、天神を用いた課題は全面的に不評で、第二著者に電子メールで訴状が届くほどであった。また、計算機を持っていたとしても、ネットワーク環境が整っていない学生についても同様で、通常は好評のメディアの問題が、こういった学生には不評に終わっている。理系の学生であっても、1割強の学生が計算機環境を持っていないことから、今後さまざまな分野の学生への応用については、悩むところである。

いずれにせよ、天神を用いると、教員が学生の進捗を細かく管理することが可能となり、また、教員と学生の対話も天神上で進むため、概して、学生は意欲を持って勉学に臨む様子がうかがえた。このことから、天神の一つの目的は達成されている。

5 結論

本稿では、語学学習を web 上で支援するツール「天神」について述べた。本システムは web 上のシステムで、教員が用意したさまざまな問題を学生が解くことにより、学生は自習を行なうと共に、教員は学生の学習状況を管理することができる。本システムは、語彙、文法、作文など以外に、マルチメディア教材にも対応することができる。また、自動採点機能を備えており、教員の負荷を減らすと共に、学生による自学自習を促進する点の一つの特徴を持っている。

2003年度の冬学期における運用を通して、マルチメディア教材への学生の関心の高さが伺えると共に、自動採点の有効性が示された。同時に、学生の計算機環境の差に起因する問題も浮かびあがった。

参考文献

- [1] ChineseOn.Net. Internet home page of Chineseon.net., 2003. <http://www.chineseon.net/>.
- [2] BBC Language Learning. Home page of bbc language learning, 2003. <http://www.bbc.co.uk/language/>.
- [3] 河合和久, 山田泰史, and 大岩元. 語学教育 CAI システム:L-TUTOR について. 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 1989.
- [4] 山本秀樹, 甲斐郷子, 大里真理子, 椎野野, 沢山ゆかり, and 加藤正明. 英会話教育用 ICAI システムの構築について. 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 1988.
- [5] 松本裕治 他. 日本語形態素解析システム「茶筌」使用説明書, 1997. 奈良先端科学技術大学院大学 Technical Report.
- [6] 中川聖一, Allan A.Reyes, 鈴木秀之, and 谷口泰広. 音声認識技術を利用した英会話 CAI システム. 情報処理学会論文誌, 38(08), 1997.
- [7] 田中久美子, 寛一彦, and 武市正人. 闇魔: Web インターフェースを用いたプログラミング教育支援システム. In 情報教育研究会論文集, 2002.
- [8] 藤井論, 飯島睦美, 岩田淳, and 服部真弓. WWW を用いた英語学習支援システムの開発. 情報処理学会グローバルウェア研究会, 1998.
- [9] 武田紀子. 英作文学習支援システムの作成. 情報処理学会自然言語処理研究会, 2000.