

修士論文の和文要旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科 情報・通信工学専攻 博士前期課程		
氏名	張 淋	学籍番号	1131078
論文題目	中国語初心者向け単語発音学習システム CStudy の提案と評価		
要旨	<p>中国語の初心者の単語発音学習にとって、より快適なインタラクションを実現し、正しい発音ができるようにサポートする発音支援システム「CStudy」を提案、実装し、その評価を行う。</p> <p>中国語を教えているレッスンにおいて、学習者の学習興味を改善するために、教師はさまざまな教育方法を採用しているが、すべての発音に対してチェックをすることはもちろん非現実的である。また、電子辞書や翻訳ツールなどには発音機能を持つものが多いが、初心者の発音のサポートは少ない。語学を学習するためには、このような現状を改善することが非常に重要である。自習しやすい機能を提供することで、発音を個別に支援するシステムが必要である。</p> <p>Cstudy では提示された単語に対して学習者が発音し、その発音を分析して、正しい発音とペンインの一致度を比較・表示するとともに、正しい発音との波形比較を示す。間違った発音をした場合は、その違いを発声部位のアニメで示し、どう直せば良いかを指導する。Cstudy はウェブ上のサーバ・クライアントシステムであり、多人数での協調使用が可能である。単語発音練習でも他人の発声評価状況を表示することで、協調した学習を支援している。</p> <p>評価実験の結果、CStudy は自習しやすい機能で語学の学習活動の支援をしつつ、協同的に学ぶ環境を提供できることが分かった。また、学習活動を可視化させることができるため、従来の学習方法に比べ初心者の負担は軽減される。</p>		

平成24年度修士論文

中国語初心者向け単語発音学習システム
CStudyの提案と評価

電気通信大学大学院 情報理工学研究科
情報・通信工学専攻 コンピュータサイエンスコース
角田HI* 研究室

指導教員: 角田 博保(*Hiroyasu Kakuda*)

中山 泰一(*Yasuichi Nakayama*)

学籍番号: 1131078 / 張 淋(*Zhang Lin*)

提出日: 平成25 年1 月25 日(金)

概要

中国語の初心者の単語発音学習にとって、より快適なインタラクションを実現し、正しい発音ができるようにサポートする発音支援システム「CStudy」を提案、実装し、その評価を行う。

中国語を教えているレッスンにおいて、学習者の学習興味を改善するために、教師はさまざまな教育方法を採用しているが、すべての発音に対してチェックをすることはもちろん非現実的である。また、電子辞書や翻訳ツールなどには発音機能を持つものが多いが、初心者の発音のサポートは少ない。語学を学習するためには、このような現状を改善することが非常に重要である。自習しやすい機能を提供することで、発音を個別に支援するシステムが必要である。

Cstudy では提示された単語に対して学習者が発音し、その発音を分析して、正しい発音とピンインの一致度を比較・表示するとともに、正しい発音との波形比較を示す。間違った発音をした場合は、その違いを発声部位のアニメで示し、どう直せば良いかを指導する。Cstudy はウェブ上のサーバ・クライアントシステムであり、多人数での協調使用が可能である。単語発音練習でも他人の発声評価状況を表示することで、協調した学習を支援している。

評価実験の結果、CStudy は自習しやすい機能で語学の学習活動の支援をしつつ、協同的に学ぶ環境を提供できることが分かった。また、学習活動を可視化させることができるため、従来の学習方法に比べ初心者の負担は軽減される。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	関連研究	2
2.1	中国語マスター	2
2.2	中国語三昧 DS	2
2.3	Nuance Dragon Naturally Speaking	3
2.4	Voice Action 音声認識ソフト	3
第3章	提案手法	4
3.1	設計方針	4
3.2	システム概要	4
3.2.1	単語の選択	4
3.2.2	音声の入力	4
3.2.3	データ分析と採点	4
3.2.4	評価支援	4
3.2.5	情報シェア	5
第4章	外部仕様	6
4.1	単語選択機能	6
4.2	音声機能	7
4.3	データ分析と採点機能	7
4.4	評価支援機能	9
4.5	情報シェア機能	10
第5章	内部仕様	12
5.1	概要	12
5.2	クライアント仕様	12
5.2.1	構成ページ	12
5.3	サーバ仕様	13
5.3.1	データベース	13
第6章	実験	14

6.1 実験概要	14
6.2 被験者	14
6.3 実験内容	14
6.3.1 タスク概要.....	14
6.3.2 準備日のタスク	14
6.3.3 学習日のタスク	14
第7章 実験結果	15
7.1 結果	15
7.2 アンケート結果	17
7.3 自由記述から得られた結果.....	17
第8章 考察	18
8.1 評価機能の考察	18
8.2 情報シェア機能の考察.....	18
第9章 展望	19
9.1 追加機能	19
9.2 デバイス上での運用.....	19
9.3 単語種類	19
第10章 終わりに	20
参考文献	21
謝辞	22
付録A 実験アンケート	23

図目次

図 2.1: 中国語マスター	2
図 2.2: 中国語三昧 DS	2
図 2.3: Nuance Dragon Naturally Speaking	3
図 2.4: Voice Action 音声認識ソフト	3
図 3.1: システム概念図	5
図 4.1: CStudy システム	6
図 4.2 単語選択と発音を聞く	6
図 4.3: 単語【照相】の情報	7
図 4.4: 音声入力	7
図 4.5: 正確な発音	8
図 4.6: 間違った発音	8
図 4.7: 初心者の発音と標準的発音の比較.....	9
図 4.8: 「iang」間違ったピンイン.....	10
図 4.9: 「ian」標準的なピンイン.....	10
図 4.10: 掲示板で「iang」と「ian」との違いをシェアする	11
図 5.1: 構成図	12

表目次

表 4.1: 実行例	8
表 7.1: 被験者 1	15
表 7.2: 被験者 2	16
表 7.3: アンケート結果	17

第1章 はじめに

近年、中国語を教えているレッスンにおいて、学習者の学習興味を改善するために、教師はさまざまな教育方法を採用しているが、初心者はそれぞれが個々の知覚を持っており、時間と教師のエネルギーから言っても、すべての発音に対してチェックをすることはもちろん非現実的であろう[1].

従って、語学を学習するため、自習しやすい機能を提供することで、このような現状を改善することが非常に重要である。発音学習について現状の例を示す。

1. 電子辞書や翻訳ツールなどには発音機能を持つものが多いが、初心者の発音のサポートは少ない。

2. 中国語の講義は多いが、話すこと、聞くこと、書くことなどの自習がしにくい。

3. 語学ツールのフリガナでの発音は間違っている場合が多い。

4. 中国語の音節は 58 個ある。

- 声母（頭子音）：23 個
- 韻母：35 個

音の高さが異なる声調がある[2]（4 種類）。

- ー（1）
- /（2）
- √（3）
- \（4）

単語の数が約 8 万個[3]あり、声調が違うと同じ音節でも意味が違ってくる。そこで、発音を個別に支援するシステムが必要である。

そこで、本研究においては、初心者は学習過程と成果を見ることで互いに学び合うことを支援するとともに、学習活動の把握を支援し、適切な評価を行えるようにする発音支援システム「CStudy」を提案、実装し、その評価を行う。以下の 4 点を実現する。

- 正しい発音ができるようにサポートする。
- 学習効率と学習効果を向上させる。
- ウェブベースシステムとして、一般的に利用可能にする。
- 他の初心者と協調して学習できるようにする。

本研究では、自習しやすい環境を提供することを目指す。以下、3 章提案手法、4 章外部仕様、5 章内部仕様、6 章実験、7 章結果、8 章考察、9 章展望、10 章終わりにと記す。

第2章 関連研究

2.1 中国語マスター

中国語発音判定エンジンを搭載したソフトウェアである[4].

- 聞く, 話す, 見る, 書くなどの多彩な機能で楽しみながら学べる.
- 基礎から応用まで学びやすい, 充実したカリキュラム.



図 2.1: 中国語マスター

2.2 中国語三昧 DS

声調認識できるソフトウェアである[5].

DS 内蔵マイクに向かって発声すると自分の声の高低がグラフで表示される. そして, お手本のグラフと発音, 自分のグラフと発音と比べながら正しい発音が身につくように練習することができます.



図 2.2: 中国語三昧 DS

2.3 Nuance Dragon Naturally Speaking

簡単な音声コマンドで、ファイルの作成、電子メールの送信、会議日程の設定、アプリケーションの起動や終了、フォルダの開閉、ウィンドウの切替え、文書の保存と変換などが、これまで以上に素早く行える。さらに Facebook, Twitter などの多数のウェブサービスと直接連携し、インターネット上の情報の検索を声で行うことができる[6].



図 2.3: Nuance Dragon Naturally Speaking

2.4 Voice Action 音声認識ソフト

Google の音声検索アプリ[7]を拡張する機能である。

「Voice Action」で可能なのは、音声だけでテキストメッセージを送信できたり、カーナビの音声操作、音楽の検索、テキストメモなど様々なことが可能になっている。

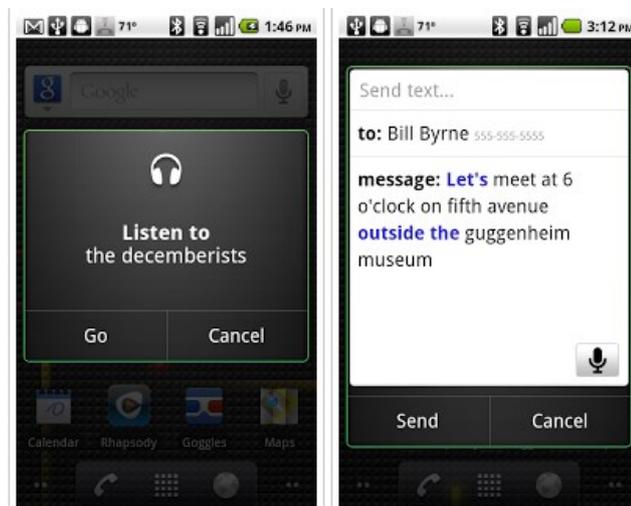


図 2.4: Voice Action 音声認識ソフト

第3章 提案手法

3.1 設計方針

初心者の発音について、効率的な学習をさせるため、情報の整理・分析ステップにおける初心者の活動と自動評価を支援することを考え、発音支援システム CStudy を提案する。中国語の初心者における単語発音学習のため、より快適なインタラクションを実現する。このシステムの設計方針を以下に示す。

- ウェブアプリケーションである。
- 発音の比較結果を表示する。
- ピンインと声調を同時に評価することができる。
- 学習意欲の継続。
- アニメーションによる発音の支援。
- 他の初心者と協調学習。
 - ピンインの発音や間違えやすい声調などの情報をシェアすることができる。

3.2 システム概要

単語集、音声データ分析と採点、メモ機能、情報シェアなどの機能がある。

3.2.1 単語の選択

学習記録を行うために、初心者は CStudy システムにログインし、好きな単語を単語集から選択する。

3.2.2 音声の入力

単語集から選択した単語のピンインにしたがって発音し、音声処理をしながら、分析を行う。

3.2.3 データ分析と採点

データ分析をしながら、学習過程と結果が可視化される。常に学習成果を繰り返し、学習の効果を得ることが出来る。

3.2.4 評価支援

初心者が行った操作を常に記録し続ける。その記録を利用することで、初心者の学習活動を追跡することが出来る。

この機能によって、初心者の発音を調整し、学習活動を正確に把握でき、適切な学習評価を行えるようになる。また、口のジェスチャを見ながら、口の動き方法も分かるようになる。

3.2.5 情報シェア

初心者は自身の練習記録をシェアし、CStudyに登録した他の初心者と共有し、リアルタイムで協調学習することができる。

ピンインの発音や間違いやすい声調などの情報をシェアすることができる。図 3.1 はシステムの概念図を示す。

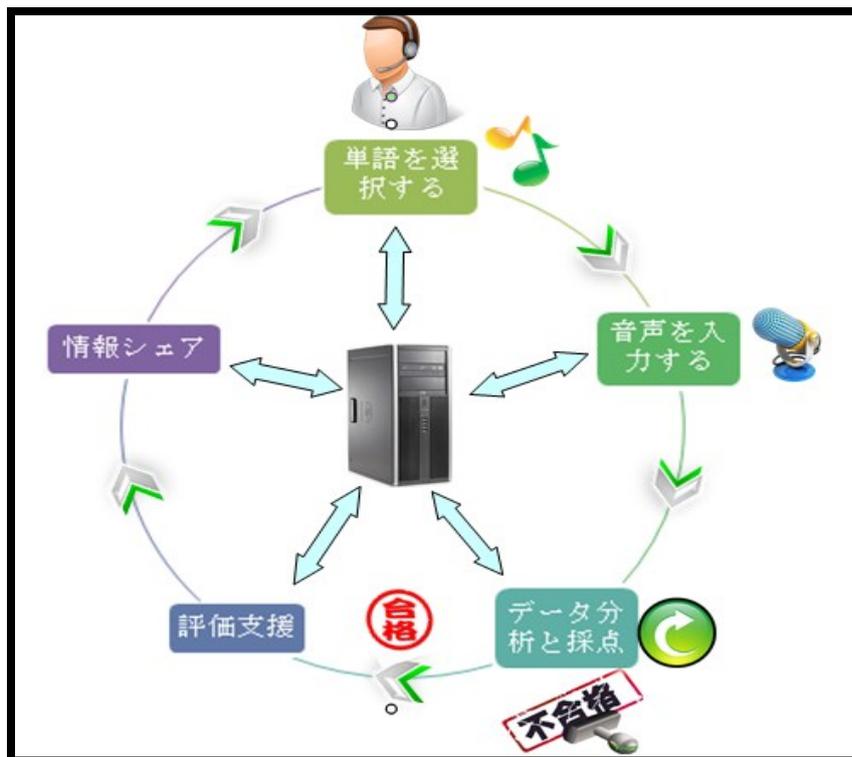


図 3.1: システム概念図

第4章 外部仕様

CStudy はネットワーク接続された計算機を用いて行う単語発音の学習するため、Web アプリケーションとして作成されている(図 4.1)。これによりユーザは専用のソフトを必要とせず、一般的な Web ブラウザを使用できる環境であればどこからでも、システムを利用することができる。ユーザは web ブラウザ上の CStudy クライアントを利用し、システムにログインした後、マイホームページへ移行し、学習活動を始める。



図 4.1: CStudy システム

4.1 単語選択機能

好きな単語を単語集から選択し、その単語の標準的な発音を聞く (図 4.2)。



図 4.2 単語選択と発音を聞く

以下は単語【照相】【zhao(4) xiang(4)】の発音を例として、示す。

- ステップ1：被験者は単語「照相」(図 4.3) を選択し、その標準的な発音を聞く。

中国語	日本語	ピンイン(声調)
照相	カメラ	zhao(4) xiang(4)

図 4.3: 単語【照相】の情報

4.2 音声機能

単語集から選択した単語のピンインにしたがって発音し、音声処理をしながら、分析を行う。

- ステップ2：ピンインによって、音声を入力する(図 4.4)。



図 4.4: 音声入力

4.3 データ分析と採点機能

データ分析をしながら、学習過程と結果が可視化され、学習の効果を得ることが出来る。標準的な発音と初心者の発音の評価基準(合格するまで以下を繰り返し練習)：

- 波形の比較(フーリエ変換後の解析)で、声調の評価を行う。
 - 最高採点は1(発音が一番似てる)
 - 評価が0.9以上の場合：合格
- ピンインのアルファベット数と声調の出力数で評価を行う。
 - 90点以上の場合：合格
 - 評価公式については以下の通り：

$$\frac{\text{正解ピンインアルファベット数} + \text{正解声調数}}{\text{ピンインアルファベット数} + \text{声調数}} \times 100$$

表 4.1: 実行例

和訳	漢字 ピンイン(声調)	音声波形の比較 による採点	ピンインと声調 に関する採点
好き	喜欢 xi (3) huan (1) ⇔ xi (<u>1</u>) <u>feng</u> (1)	0.83	75
出現	出现 chu (1) xian (4) ⇔ <u>zhu</u> (1) xian (<u>1</u>)	0.91 (合格)	90 (合格)
洋服	服装 fu (2) zhuang (1)	0.96 (合格)	100 (合格)

※下線部分が間違っただピンインと声調

- ステップ3 : Google 音声認識[7]の機能により, 漢字とピンインを出力し, その出力結果を採点アルゴリズムで採点される.
 - ケース1 : 正確な発音 (図 4.5)
 - ケース2 : 間違っただ発音 (図 4.6)



図 4.5: 正確な発音

採点公式による採点 : 100 点になる (合格).



図 4.6: 間違っただ発音

採点公式による採点 : 90.9 点になる (合格).

以下は初心者が間違った発音の波形と標準的な発音の波形との比較[8] (図 4.7).

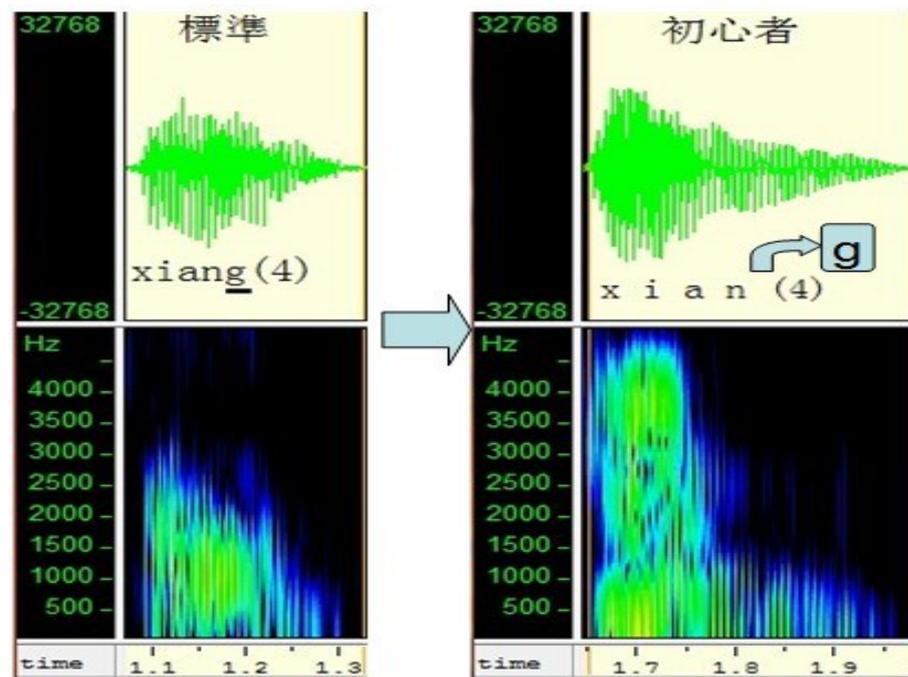


図 4.7: 初心者の発音と標準的発音の比較

4.4 評価支援機能

初心者が行った操作は常に記録し続ける。その記録を利用することで、初心者の学習活動を追跡することが出来る。

この機能によって、初心者の発音を調整し、学習活動を正確に把握でき、適切な学習評価を行えるようになる。また、口のジェスチャ (図 4.8) (図 4.9) [9]を見ながら、口の動き方も分かるようになる。

- ステップ 4 : 評価支援機能により、初心者にサポートさせる。
 - 間違ったピンインの口ジェスチャを表示する。
 - 気流の流れ方向と量、口の動き方がリアルタイムでサポートできる。

以下は「iang」と「ian」との比較する図である（図 4.8）（図 4.9）.

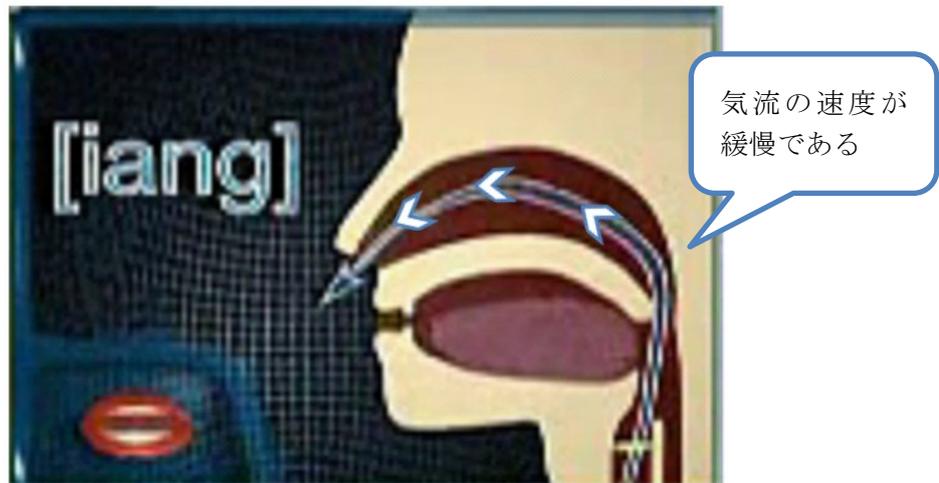


図 4.8: 「iang」間違ったピンイン



図 4.9: 「ian」標準的なピンイン

4.5 情報シェア機能

初心者は自身の練習記録をシェアし、CStudyに登録した他の初心者と共有し、リアルタイムで協調学習をすることができる。

ピンインの発音や間違いやすい声調などの情報をシェアすることができる。

- ステップ5：情報シェア機能により、初心者間が協調学習することができる（図4.10）.

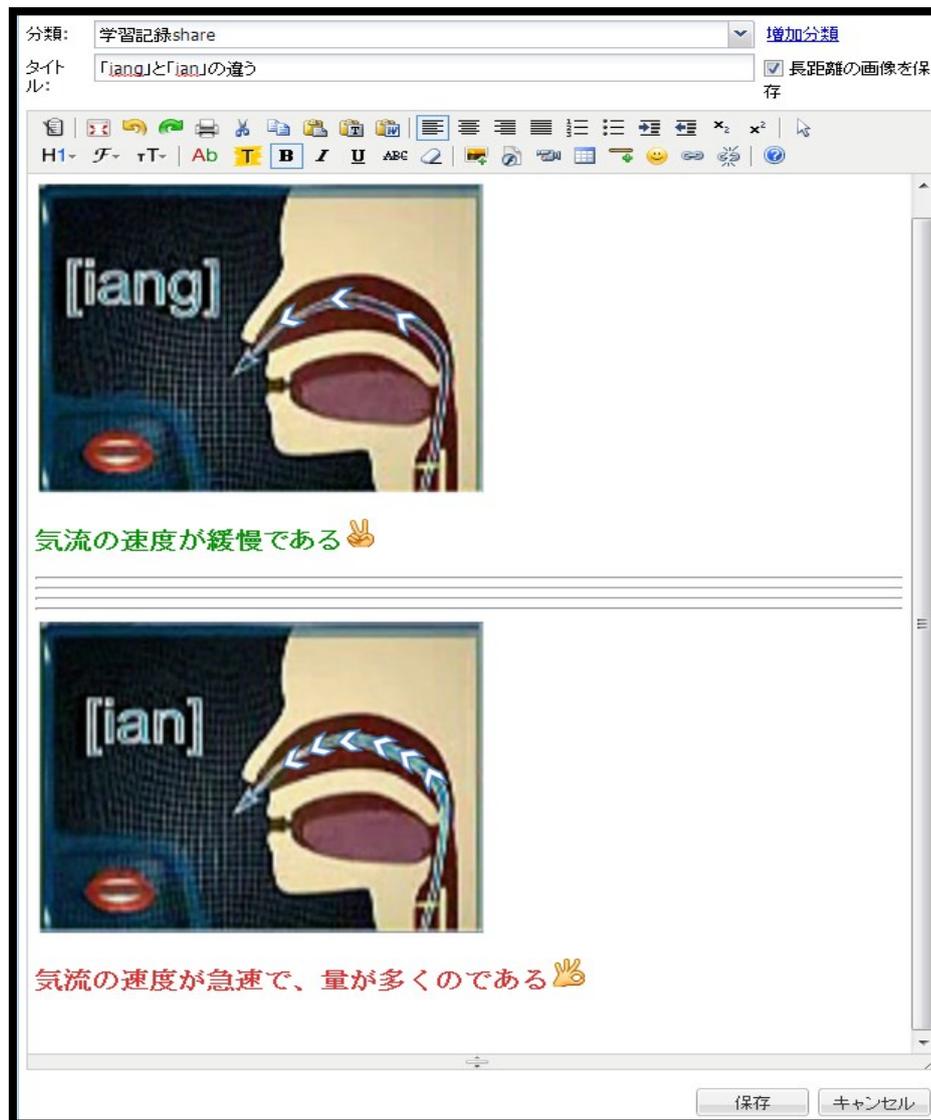


図 4.10: 掲示板で「iang」と「ian」との違いをシェアする

第5章 内部仕様

5.1 概要

図 5.1 のように，CStudy はクライアントとサーバで構成される．ブラウザ上でクライアントを動かす，サーバと通信を行う．クライアント側の機能は単語の発音を聞く，利用者の発音，学習結果採点の表示，情報シェアなどを行う．サーバ上には音声データなどの置き場やプロジェクト，利用者などを管理するデータベースを構築する．

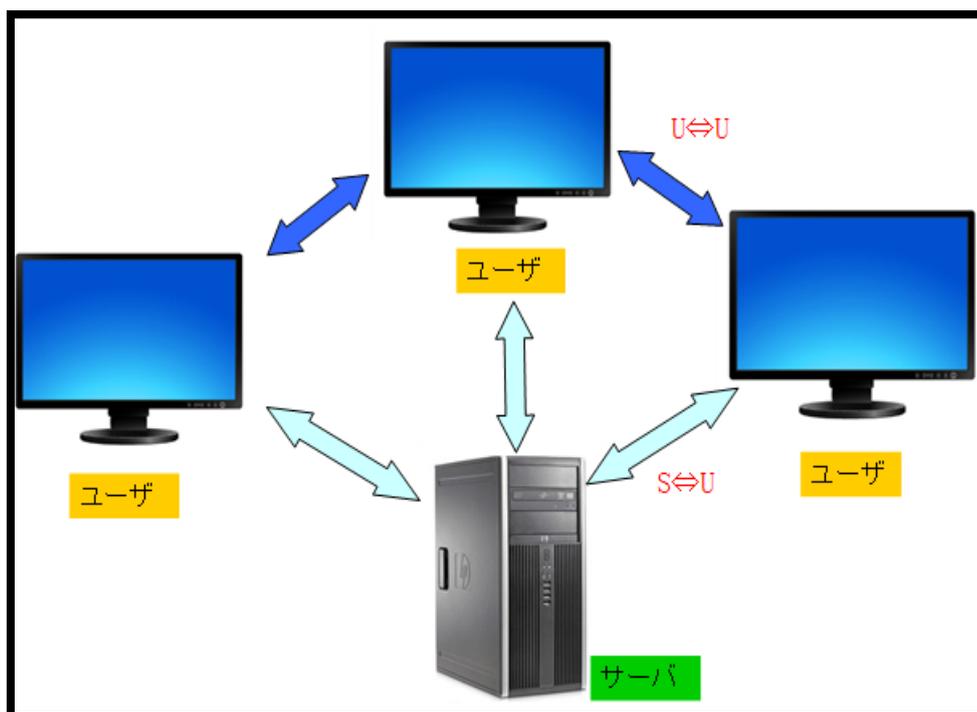


図 5.1: 構成図

5.2 クライアント仕様

クライアント側は HTML ， JavaScript によって記述した．

5.2.1 構成ページ

下記のファイルから構成した．

- googlehonyaku. jsp
ピンインと声調認識するためのページ．
- login. jsp
ログインページ．

- index.jsp
利用者ホームページ.

5.3 サーバ仕様

サーバ側は Apache, Tomcat, MySQL, Java サーブレットを組み合わせで構築された.

5.3.1 データベース

MySQL を利用してデータベースを構築した.

- user : ユーザの実体である.
 - id : 主キー, ユーザ ID を表す.
 - name : ユーザの名前を表す.
 - type : ユーザが Admin か利用者であるかを表す.
 - pwd : ユーザのログインパスワードを表す.
- pinin : 標準的な単語発音データである.
 - id : 主キー, 単語の ID を表す.
 - name : 単語の名前を表す.

第6章 実験

前章で述べた，提案手法の有用性を評価するため，標準的発音の波形と初心者の発音の波形における比較実験を実施した．本章では，実施概要，システムおよび実験手順について述べる．

6.1 実験概要

初心者はウェブブラウザ上で作成されたクライアントシステムを利用し，自身の学習活動が把握でき，適切な評価を行えるようにする．また，他者の学習過程と成果を見ることで互いに学び合うことを支援する．

実験後にアンケートを行い主観的評価を得る．

6.2 被験者

- 男性2名（大学院生）
- 被験者は全員中国語が話せない（初心者）

6.3 実験内容

6.3.1 タスク概要

被験者2名を中国語ピンインの発音という学習をさせた．

6.3.2 準備日のタスク

被験者間のコミュニケーションを行なって，CStudyの利用方法とタスクの説明を行った．

6.3.3 学習日のタスク

- 1コースの学習は10分間程度とした．
 - 1コースは2セッションを行った．
 - 1セッションで20個単語を学習した．
 - 1個単語の録音時間の制限が2秒と限る．
 - ◇ 被験者は必ず限定時間以内に単語の発音をすること．
- 学習が終了した時点で被験者全てにアンケートを課した．また，アンケートの後にアンケートに関するインタビューを行った．

第7章 実験結果

7.1 結果

20単語[10]の発音実験を被験者に対して行った。

- 一 単語の構成：1漢字（4個），2漢字（14個），3漢字（2個）

表 7.1: 被験者 1

	和訳	単語	ピンイン（声調）	結果		文字数採点
1	科	科	ke (1)	ca		0点
2	学	学	xue (2)	10		0点
3	事	事	shi (4)	44		0点
4	業	业	ye (4)	燕	yan	50点
5	洋服	服装	fu (2) zhuang(1)	◎		100点
6	好き	喜欢	xi (3) huan (1)	西风	xi feng	75点
7	情報	信息	xin (4) xi (1)	◎		100点
8	電気	电器	dian (4) qi (1)	bmc		0点
9	地図	地图	di (4) tu (2)	◎		100点
10	出現	出现	chu (1) xian (4)	诛仙	zhu xian	90点
11	バナナ	香蕉	xiang (1) jiao (1)	◎		100点
12	真面目	认真	ren (4) zhen (1)	深圳	shen zhen	56点
13	主に	主要	zhu (3) yao (4)	New york		0点
14	効果	作用	zuo (4) yong (4)	◎		100点
15	影響	影响	ying (3) xiang (3)	音响	yin xiang	82点
16	機能	机能	ji (1) neng (2)	丽江	li jiang	38点
17	漢字	汉字	han (4) zi (4)	◎		100点
18	辞書	词典	ci (2) dian (3)	浙江	zhe jiang	13点
19	カメラ	照相机	zhao (4) xiang (4) ji (1)	◎		100点
20	冷蔵庫	电冰箱	dian (4) bing (1) xiang (1)	◎		100点

・平均点：1204 / 20 = 60.2 点

表 7.2: 被験者 2

	和訳	単語	ピンイン (声調)	結果		文字数採点
1	科	科	ke (1)	com	com	0 点
2	学	学	xue (2)	4s	4s	0 点
3	事	事	shi (4)	许	xu	0 点
4	業	业	ye (4)	音乐	yin yue	0 点
5	洋服	服装	fu (2) zhuang(1)	◎		100 点
6	好き	喜欢	xi (3) huan (1)	西方	xi fang	75 点
7	情報	信息	xin (4) xi (1)	◎		100 点
8	電気	电器	dian (4) qi (1)	天气	tian qi	75 点
9	地図	地图	di (4) tu (2)	◎		100 点
10	出現	出现	chu (1) xian (4)	诛仙	zhu xian	90 点
11	バナナ	香蕉	xiang (1) jiao (1)	◎		100 点
12	真面目	认真	ren (4) zhen (1)	人间	ren jian	44 点
13	主に	主要	zhu (3) yao (4)	只要	zhi yao	88 点
14	効果	作用	zuo (4) yong (4)	◎		100 点
15	影響	影响	ying (3) xiang (3)	音响	yin xiang	82 点
16	機能	机能	ji (1) neng (2)	技能	ji neng	88 点
17	漢字	汉字	han (4) zi (4)	◎		100 点
18	辞書	词典	ci (2) dian (3)	字典	zi dian	75 点
19	カメラ	照相机	zhao (4) xiang (4) ji (1)	◎		100 点
20	冷蔵庫	电冰箱	dian (4) bing (1) xiang (1)	◎		100 点

・平均点 : 1517 点 / 20 個 = 75.85 点

採点の結果によって、平均点は 60.2 点、75.85 点であり、初心者の達成度合いの尺度として使えらると思える。

7.2 アンケート結果

実験後のアンケートで、下記の項目について、良し悪しの5段階リッカート評価(表 7.3)と、その理由を文章記述で得た。

- 操作する時の良し悪し.
- 従来型の発音ソフトと比べた時の良し悪し.
- 採点と評価機能.
- 評価支援機能.
- 情報シェア機能.

表 7.3: アンケート結果

	評価項目	被験者 1	被験者 2
1	操作する時の良し悪し	3	4
2	従来型の発音ソフトと比べた時の良し悪し	4	4
3	採点と評価機能	4	3
4	評価支援機能	3	3
5	情報シェア機能	3	4

7.3 自由記述から得られた結果

掲示板の代わりに被験者間リアルタイムコミュニケーションできるような機能が CStudy に欲しいと考えていた。利用者の学習結果は共有し、ランキングが見えるような機能が CStudy に欲しいと考えていた。

第8章 考察

8.1 評価機能の考察

評価機能の良さとして、評価を与えられることで学習意欲と学習効率が向上することができると考えている。しかし、評価機能に追加して欲しい機能として、評価の行われた時刻を表示する機能と考えている。

8.2 情報シェア機能の考察

掲示板を使うことで、共有された情報を持つ人は有益な情報を生み出したことを評価することができ、その情報を共有した人は他人の学習活動をよく確認していたということを評価できる。

第9章 展望

9.1 追加機能

追加してほしい機能があるので、それらの機能を実装し、使いやすい学習環境と音声認識採点のアルゴリズムを改善し、その評価も併せて行いたいと考えている。

また、学習記録などの情報によって、利用者の学習結果のランキング順位をリアルタイムで表示する機能と考えている。

9.2 デバイス上での運用

ウェブ上だけでなく携帯アプリに対応させ、より多く場所が使えるようにしたいと考えている。

9.3 単語種類

日常生活、仕事場や旅行などの単語集の分類を細かくしたいと考えている。

第10章 終わりに

中国語初心者向け単語発音学習システム CStudy を提案し、実装、評価した。CStudy とは、ウェブ上で中国語単語の発音学習を支援することを目的としたシステムである。発音学習は【標準的な単語の音声を聞く】【利用者の発音】【評価分析】【結果のサポート】【情報シェア】の5ステップから構成されることを考案した。

評価実験の結果から、CStudy を用いることで、単語の発音学習を進める上で有用であるということが示された。また、利用者は学習活動把握を支援するために、掲示板のコミュニケーション機能を提案した。これにより、さらなる学習効率の向上が見込まれる。

今後の展開としては、実験によって挙げられたインターフェースや機能の改良により、使い勝手や利便性を向上させ、さらなる評価、改善を行う。それとともに、長期に渡る実際の Web 上での使用を通して、改善していくと考えている。

参考文献

- [1] マルチメディア Web ベース中国語学習, 尹明, 藤田真一, 楊達, 成田誠之助, CIEC(コンピュータ利用教育学会), (2002).
- [2] 漢語拼音方案, 中国文字改革委員会, (1958).
- [3] 漢語大辞書, 徐仲舒, (1990).
- [4] 中国語マスターソフトウェア, グローバル科学文化出版, (2012).
- [5] 中国語三昧 DS, Gakken Education Publishing Co., Ltd, (2011).
- [6] Dragon Naturally Speaking, Nuance Communications, Inc, (1982).
- [7] Voice Action(Voice Search), Google Inc, (2011).
- [8] Wavesurfer software, Kungliga Tekniska Högskolan(KTH), <http://www.speech.kth.se/wavesurfer/>
- [9] ピンイン発音図形, <http://wenku.baidu.com/view/20b7190702020740be1e9b9e.html>
- [10] 楽々中国語統合ソフト, オムロンソフトウェア株式会社, (2001).

謝辞

二年間に渡り，御指導いただきました電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・通信工学専攻の角田博保先生，赤池英夫先生を始め，実験に快く協力していただいた研究室の方々に心から感謝を申し上げます。

付録 A 実験アンケート