

環境型語学用知的C A I システム

山本秀樹† 田川忠道† 下畑光夫† 平山輝‡

大場克哉‡‡ 井谷浩二‡‡ 浅野雅代†† 瀬戸美枝††

† 沖電気工業(株) †† (株)沖テクノシステムズラボラトリ

‡ 大阪ガス(株) ‡‡ (株)オージー情報システム総研

本論文では、音声認識を使って会話シミュレーションに基づいた教育を行なう環境型語学教育用知的C A I システムの教授方法とシステムの構成について述べる。まず、学習者のレベルについて考察し、対象とする学習者のレベルに沿った教材の概念構造と会話シミュレーションに基づく教授方法を提案した。さらに音声認識システムを使ったシステムの構成と知識表現について提案する。本システムは、音声入力が可能のため会話の臨場感が高くなっている。教材知識及び教授知識は、実際の発話文に近い形式の知識表現を採用したために、教材の拡張を従来のシステムと比較して容易に行うことができる。

An Environment-Oriented ICAI System for Conversational English

Hideki Yamamoto† Tadamichi Tagawa† Mitsuo Shimohata† Hikaru Hirayama‡

Katsuya Oba‡‡ Koji Itani‡‡ Masayo Asano†† Mie Seto††

† Oki Electric Ind. Co. †† Oki Technosystems Laboratory, Inc.

‡ Osaka Gas Co. ‡‡ Osaka Gas Information System Research Institute

This paper describes the tutoring method and the architecture of an environment-oriented intelligent tutoring system for conversational English. The system provides students with a simulated conversation by using of a speech recognition system. To design an effective system, we analyze the learning process of the student, and propose the conceptual architecture of the courseware of the system. We design the knowledge representation on the basis of this architecture and implement the system. This architecture is proper to represent the student level, the utterance knowledge of conversation, the relationship between the domain knowledge and the pedagogical knowledge.

1 はじめに

学習者を実際に外国人の英会話の先生と会話しているような環境におくことを目的とした語学教育用の環境型知的CAIシステムでは、学習者が音声で会話文を入力できることは重要である。しかしながら、従来のシステム [1, 2, 3] は、音声入力については十分考慮されておらず、キーボードからの入力を想定したものが主であるため、開発者が期待するほどの臨場感を学習者に提供できていない。

またこれらのシステムは、これからシステムを使って学習しようとしている場面の状況を十分に理解した学習者やある程度の作文能力のある学習者を対象としている。従って、システムは、場面の状況を理解できていない学習者や、その場面における典型的な会話を習得できていない学習者に適さないものとなっている。

そこで、本論文では会話の場面での様々な状況の理解、典型的な会話の習得、および応用力の養成を目的とした、音声を使った会話シミュレーション機能を有するシステム [4] について述べる。

2 システムの教育方法

本章では、会話シミュレーションを使った英会話学習システムで扱う教材について考察し、その考察をもとにした教育方法について述べる。

2.1 教材知識の概念構造

学習者がある会話の場面において、状況に応じた適切な発話ができるようになるためには、文法的な語学知識だけでは不十分であることが多い。ある場面で適切な会話を行なうためには、その場面における様々な状況の展開に関する知識や、状況に合った適切な表現について十分な知識を持つとともに、単なる知識だけでなく、会話の状況の変化に即応できる柔軟性(いわゆる慣れ)も身につけておく必要がある。

このような見地から、会話シミュレーションを

使ったシステムによって学習者に会話能力を習得させるための過程を以下のように段階的に考えることができる。

1. ある場面において考えられる主な状況の候補を知識として与える。(例えば、「相手が不在の場合」、「電話中の場合」など。)
2. 会話相手の状況やその発話に応じ、自分の目的を達成するための手段を知識として与える。(例えば、「不在ならば伝言を残す」など。)
3. 上記で与えたそれぞれの状況において、適切な発話文を知識として与え、定着させる。
4. それぞれの状況において適切な種々の表現を用いた発話文を知識として与え、定着させる。

このような考察を基にした会話シミュレーションを使ったシステムの教材知識の概念構造を図1に示す。図において Goal Layer は、「電話で面談の予約を取る」や「ホテルのフロントで部屋の予約をする」といった会話の場面の設定であり、教材の種類に対応する。Story Layer は、設定された場面における話題の一つの展開(以下ストーリーと呼ぶ)を示すものである。その下に位置する Strategy Layer は各ストーリーを構成する場面の列を定義するレイヤであり、場面の列は「許可を依頼する」とか「挨拶をする」、「申し入れを受ける」といった一種の発話内行為で表す。

Utterance Layer には、Strategy Layer の発話内行為を具現化する実際の発話文の集合が定義される。実際の会話を考えると、異なるストーリー間で同じ文の集合が使われることもある。このような場合、図に示すように Utterance Layer のノードは複数の Strategy Layer のノードから参照される。Utterance Layer の各ノードで定義される発話文には、意味は同じであるが表現が異なる文、例えば、フォーマリティの異なる文、難易度の異なる文、あるいは誤りを含んだ文などが含まれる。

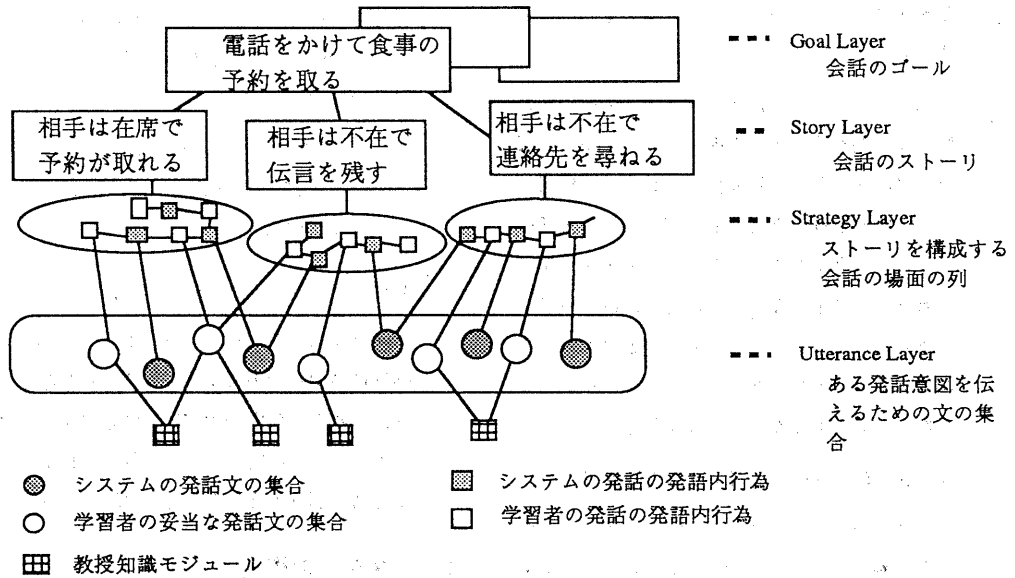


図 1: 会話シミュレーションのための教材の概念構造

2.2 教育方法の概要

上記の教材知識の概念構造に基づいた教材による学習の流れを図 2 に示す。

(1) ビデオを使ったストーリーの理解とその理解度の確認

ストーリーの選択: システムは、学習者に対してある場面で考えられる代表的な幾つかのストーリーを提示する。学習者はその中から自分が学習したいストーリーを選択する。

ストーリーの理解と確認: 学習者は、選択したストーリーを収録したビデオを見ることによって、場面の状況(登場人物の名前や必要な電話番号、約束の日時など)を理解(記憶)する。ビデオで使われる発話文が聞きとれない場合は、学習者は、英文または日本語のヘルプ情報を見ることができる。場面の状況に関する練習問題を解くことによって、学習者は、ストーリーの理解度を確認する。

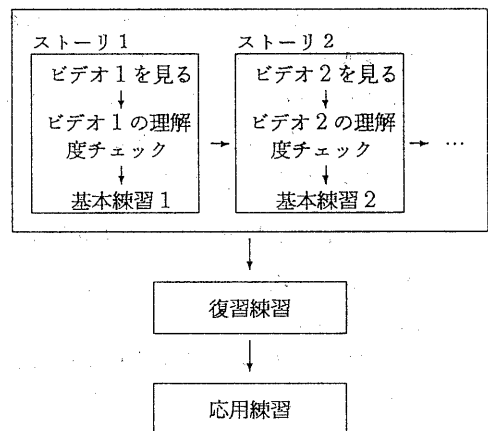


図 2: 環境型語学用知的 C A I システムを使った学習の流れ

(2) ビデオ通りの会話シミュレーションを行なう基本練習

学習者は、上記の学習ステップでストーリーを理解したと判断すると基本練習に進む。基本練習は、発話文の記憶の定着化を目的とした練習である。学習者は、あたかもビデオの中の会話相手と実際に会話をするように、ビデオを見ながら音声で会話を行なう。学習者は、自分の発話内容についてヒントを見ることができる。学習者はヒントを見なくてもスムーズに会話が行なえるようになるまでこの練習を行なう。

(3) システムがストーリーを選択する復習練習

上記2つの学習ステップを、全てのストーリーに対して繰り返し、ビデオに出てくる発話文を十分暗記したと学習者が自分で判断すると、次は復習練習に進む。復習練習は、ビデオに収録されたストーリー通りの会話練習を行なうという点で基本練習と同じであるが、どのストーリーの会話練習を行なうかをシステムが選択し、学習者にそれを提示しないという点が異なる。従って、学習者はシステムの発話を正しく聞きとり、聞きとった内容からどのストーリーを練習しているかを判断し、適切な受け答えをする必要がある。この練習によって、先の学習ステップでの達成度を再度確認できる。

(4) ビデオにない表現を用いて行なう応用練習

応用練習は、実際の会話を行なう状況に近い雰囲気や学習者をおくことで、上記の学習ステップで暗記した記憶をより柔軟な知識として定着させることを目的としている。応用練習における会話のストーリーは、(1)で用いるビデオに収録されたものと似たものであるが、以下の点が異なる。

(a) システムからの発話文は、ビデオの発話文と意味的には同じであるが、構文や単語が異なることがある。

(b) システムからの発話文は、約束の時間など細かい点で意味的にビデオの発話と異なることがある。

(c) 学習者が、ビデオに収録された文と異なる表現を取った場合も、システムはそれに追従する。

(5) 会話シミュレーション以外の教育方法

システムは、会話シミュレーション機能の他、会話練習中に学習者が犯した誤りに対応して呼び出される語彙学習や穴埋め問題等による文法学習といった機能を持つ。これらの機能により学習者の弱点に応じた教育が可能になる。

3 システムの構成

第2章で述べた教育機能を実現するシステムの構成を図3に示す。本システムは、音声認識部、入力文解析部、教材知識の推論エンジン、および教授知識の推論エンジンの4つのモジュールと教材・教授知識ベース、ルールメモリ、および学習者モデルからなる。

音声認識部は、学習者の音声入力を処理するモジュールであり、文献[5]の不特定話者、連続音声認識システムを用いている。音声認識部は、あらかじめ教材作成者が作成した有限状態文法から生成できる文の中で、入力された音声と最も一致度の高い文とその一致度を出力する。入力文解析部には、キーボード入力の場合は、学習者の入力した入力文が、音声入力の場合は、音声認識部の出力文が入力される。入力文解析部は、入力された文が図1の Utterance Layer のどのノードに含まれている文かを決定する。教材知識の推論エンジンは、教材・教授知識ベースと入力文解析部からの出力を使って4.1で述べる教材知識を推論する。教材知識の推論エンジンは、教材実行中に実行すべき教授知識をルールメモリに蓄積する。教授知識の推論エンジンは、定期的にルールメモリの中を調べ、実行できる

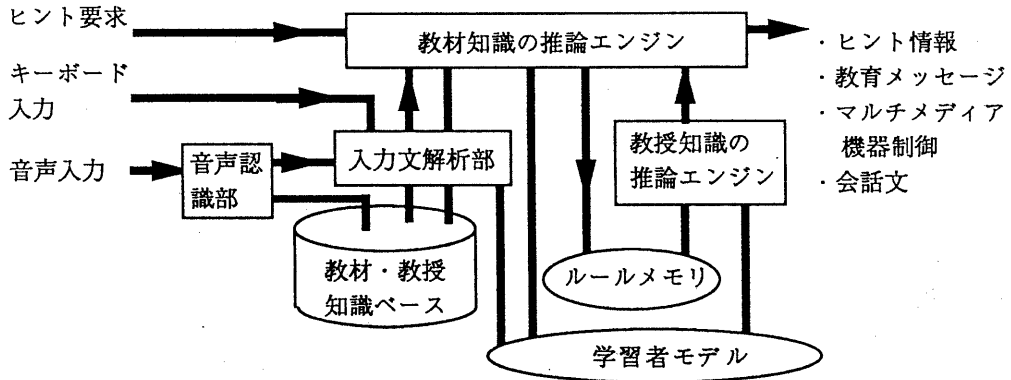


図 3: 環境型語学用知的CAIシステムの構成

ルールがあれば実行する。学習者モデルについては4.2で述べる。

4 知識表現

本章では、第2章で述べた教材構造および教育方法を実現するための知識表現について述べる。

4.1 教材知識

一般に知的CAIの教材知識は、教育しようとする領域の問題を解決するための知識であり、また知的CAIシステムが学習者に伝達する対象となる知識である。本システムは英会話を対象としているので、会話文それ自身や会話のストーリーが学習者に伝達する対象となる知識といえる。

そこで、本システムでは、教材知識を、会話の場面における学習者の発話文とそれに関連したデータ(マルチメディアデータなど)、システムの発話文とそれに関連したデータ、及びこれら2種類の知識をつないで会話のストーリーを形成するための知識から構成する。具体的には、学習者の発話文を中心とした情報の集まりを学習者ノード、システムの発話文を中心とした情報の集まりをパートナーノードと呼ぶ。学習者ノード及びパートナーノードの形式の概

表 1: 学習者ノードの形式

項目	内容
Node_ID	ノード番号
Input_Sentences	学習者が入力すべき文の集合に関するデータ
L_Rules	パートナーノードを決定するためのルール
Hints	学習者に提示する次の学習者の発話に関するヒント

表 2: パートナーノードの形式

項目	内容
Node_ID	ノード番号
Output_Sentences	システムが発話する文の集合と文に対応した動画、静止画、録音音声の情報
Help	学習者の要求に応じて提示するシステムの発話に関する説明
P_Rules	学習者ノードを決定するためのルール

略をそれぞれ表1, 2に示す. 学習者ノードの Input_Sentences は, 音声認識部に与える有限状態文法に似た形式で記述する. 会話のストーリーは, 学習者ノードとパートナーノードをリンクでつなぐことによって表す. このシステムでは, 会話のストーリー全体は, 図4に示すように, 木構造として表現できるものとして扱う.

教材知識の推論エンジンは, 会話シミュレーションを実現するために, (1) 入力文解析部から学習者の入力発話文を含む学習者ノードIDを受けとる, (2) 受けとった学習者ノードIDが実行中のストーリーのノードIDでないときは, ストーリーの誤りを学習者モデル(4.2参照)に記録し, 教授知識の推論エンジンを起動する, (3) 受けとった学習者ノードIDが実行中のストーリーのノードIDならばその学習者ノードからリンクをたどって次のパートナーノードを決定する, (4) システムの発話を出力する, ことを繰り返す.

4.2 学習者モデル

2.2で述べた会話シミュレーションのモードにかかわらず, 学習者のレベルを判別し教育的指導を行なうために, システムは, 単語や文法の誤り[1], 言語機能に関する誤り[3], 会話のストーリーの誤り[1], 学習者がシステムに対して要求するヒントの内容と頻度, を扱う. 表3に本システムが扱う言語機能の誤りの一部を, 表4に言語機能以外の誤りの一部を示す. 本システムでは学習者のレベルを表3, 4などに示した変数に代入される値(数値)によって表現する. この変数名は, 教材作成者が教材毎に設定する教育目標に柔軟に対応するため教材作成者が追加できるようになっている.

4.3 教授知識

学習者がキーボードを使って入力した場合, システムは, 構文解析のルールセットに誤り発見のためのルールを追加しておきそれを使って文法誤りを発

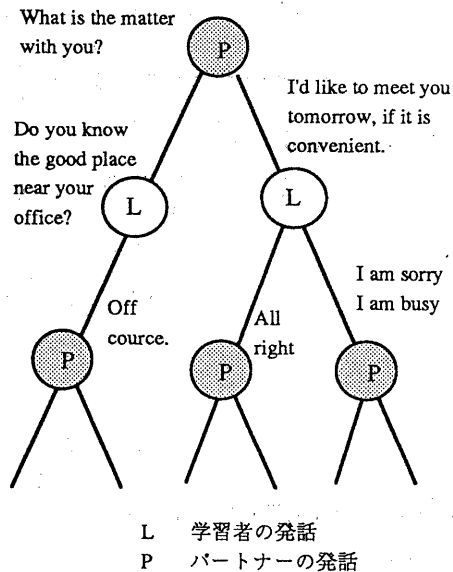


図4: 会話の木構造

見する[1]. 学習者が音声で入力した場合は, 音声認識部に与える有限状態文法の中に文法誤り発見のためのルールを追加しておき, それによって誤りを発見する. このバグ知識によって起動されるルールは, 教授知識モジュールとよばれ, 図1に示すように Utterance Layer のノードと結合するように, 学習者ノードの Input_Sentences の中に入れられている.

本システムの教授知識にはこの他に4.2で述べた学習者のレベルを表す変数の値がある閾値を越えた時に他の変数の値を変えたり学習者に教育的指導を行なったりするための知識や, 学習者ノードおよびパートナーノードに記述されている会話の流れを変更するための知識がある(表1のL-Rulesや表2のP-Rule参照)

5 実現例

電話をかけて面談の予約を取るという教材を例にとり実現例を説明する. この教材では, 会話の

表 3: 言語機能の習得状況を示す変数

変数名	意味
reserve_judgement	態度を保留する
expect	自分の期待を表明する
anxious	自分の不安を表明する
preference	自分の好き嫌いを表明する
apologize	相手に陳謝する
thank	相手に感謝する
greeting	相手に挨拶をする

表 4: 言語機能以外の誤り

変数名	意味
spelling_error	スペル誤り
pronunciation_error	発音誤り
miss_order_subject	主語の位置が正しくない
verb_illegal_clause	この動詞は節を目的語としてとらない
verb_lack_clause	この動詞は節を目的語としてとる

- ・相手と直接話し、約束をする
- ・外出中の相手に伝言を残す
- ・外出先の電話番号を尋ねる
- ・BCD社に間違い電話をかける
- ・使われていない番号をまわす
- ・一般家庭に間違い電話をかける

図 5: ストーリの選択

ゴールを、「電話をかけて面談の予約を取ること」とし、このゴールに関する会話を学習するためのストーリーとして、図 5 に示す会話の場面を用意している。図 6 に学習者の入力を受けつけるための学習者ノードの Input_Sentences の知識の一部を示す。この中で、(1)、(2)、(3) は、学習者の発話の中の誤りを発見するためのバグ知識である。(1) ~ (3) の誤りが発見された時は、それぞれ電話の応対で自己紹介が欠けた場合の教授知識モジュール (MissingIntro)、相手の名前前の呼び方を誤った場合の教授知識モジュール (UsageHisName)、名前前の

```

_s -> _GREETING _INTRODUCTION
  | _GREETING {remedy(MissingIntro);} ... (1)
  ;
_GREETING -> good afternoon _John
  ;
_John -> Mr. John Doe
  | John Doe {remedy(UsageHisName);} ... (2)
  ;
_INTRODUCTION -> _PRO _NAME _COMPANY
  ;
_PRO -> this is
  | my name is {remedy(UsageMyName);} ... (3)
  ;
_NAME -> taro tanaka
  ;
_COMPANY -> of xyz
  ;

```

図 6: 学習者ノードの Input_Sentence の知識例

告知方を誤った場合の教授知識モジュール (UsageMyName) が起動される。図 7 は、学習者が電話をかけて面談の予約をとるという設定で、図 6 の教材を使った場合の会話例である。学習者の入力 (6) に対して、システムは UsageHisName を使った指導 (7) および UsageMyName を使った指導 (8) を行っている。

6 おわりに

本論文では、会話の場面の理解、典型的な会話の習得、および応用能力の養成を目的とした環境型語学教育用知的 CAI システムについて述べた。本システムは、英語の基本事項は習得しているが典型的な場面の英語による会話を習得できていない学習者を対象としたため、会話のシミュレーションのための知識表現は、会話の場面の遷移をできるだけそのまま記述できるような形式をとった。また本システムは、音声認識システムと結合したことで会話の臨場感を高めることができた。

本システムの教材知識は、従来のシステムと比較すると形式が簡単になっているので、知識を増やす

System:	ABC Company. May I help you?	… (4)
Learner:	I would like to speak to Mr. John Doe please.	… (5)
System:	Hold on, please.	
System:	Hello.	
Learner:	Good afternoon John Doe. My name is Taro Tanaka of XYZ.	… (6)
	・名前には, Mr. をつけましょう	… (7)
	・電話の会話では, This is を使います 例えば, “This is Taro Tanaka” のようにいいます.	… (8)
System:	Hello Mr. Tanaka. What can I do for you?	… (9)

図 7: 会話例

ことが容易であると考えられる。今後は、知識ベースの拡張、知識獲得のための方式の検討を行なっていく。

謝辞: 本システムの開発にあたり熱心に御討論いただいた三重大学椎野教授に感謝する。

参考文献

- [1] 山本ほか: 会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的C A Iシステムの構成, 情報処理学会論文誌, Vol.30, No.7, pp. 908-917 (1989).
- [2] 山本ほか: 語学訓練用知的C A Iシステムにおける学習者の意図の把握と会話制御方式, 情報処理学会論文誌, Vol.31, No.6, pp. 849-860 (1990).
- [3] 甲斐ほか: Communicative Approach に基づく英会話 I C A Iシステムの実現法, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 13-2 (1990).
- [4] 山本ほか: 音声入力可能な英会話用知的C A Iシステム, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET-

91-107(1991).

- [5] 平山, 平島: 不特定話者, 連続音声認識システムの開発とその応用, International Symposium “Computer World ’91,” pp. 189-196 (1991).