

対話型 e-Learning システムの開発

峯脇さやか[†] 嶋田和孝[‡] 遠藤勉[‡]

[†]弓削商船高等専門学校情報工学科 [‡]九州工業大学情報工学部

1 はじめに

現在, 多くの場面で e-Learning が使われている. ほとんどの大学や高専は, 授業の補完的な学習や, ネット授業を実施している. 企業では, 社員研修に e-Learning が導入されており, 個人向けでは, 資格習得のための講座や, 中高生が学力向上のために利用する通信教育や学習塾で e-Learning システムやコンテンツが提供されている. また, 教育機関, 企業, 教育ビジネスに向けた e-Learning のシステムやコンテンツを提供する企業は多数存在し, e-Learning の市場規模は, 1,000 億円を超える大規模なものである.

高専では, 全国の高専で連携して IT 教育を行う「高専 IT 教育コンソーシアム¹」を展開しており, 創造性豊かな実践的技術者育成のための e-Learning プログラム²の開発が現代 GP で採用されるなど, e-Learning を用いた IT 教育が盛んである. 業務の IT 化が進み, 多くの行政や企業において, IT 人材の育成や確保への取組が盛んな中, 本校情報工学科では, 高度な IT 人材を多く輩出すべく, 情報処理技術者試験対策のための e-Learning コンテンツを導入など, 学生へ質の高い教育を提供している.

IT 人材に求められるのは, IT に関する知識や技術だけでなく, コミュニケーション能力が重要である. IT 関係に限らず, 多くの様々な企業では, コミュニケーション能力の高い学生を多く採用したいという傾向がみられる. しかし, 本校には, コミュニケーション能力が低い学生が多く, 特に, 自分の意見を的確に伝えることが非常に苦手で, 何を質問したいのかも自分自身でよく理解していない学生が多い. また, IT 人材にとって必要な能力の一種である Excel 関数を用いた計算やプログラミングが苦手な学生も多い.

本研究では, 学生が, システムに質問しながら, e-Learning コンテンツに取り組むというタスクを想定した音声対話システムを提案する. 学生が本システムを使用することにより, 学力 (IT に関する知識や技術), 質問する力 (コミュニケーション力), 学習意欲の向上を目指す. 本研究のアイデアは, 学習意欲があれば, 学力の向上につながり, 学力が向上すれば学習意欲を維持できる. また, 質問する力があれば, 教師に適切な質問ができ, 教師からのアドバイスのによって, 問題解決でき, 学習意欲の維持や向上につながる, というものである.

音声対話システムの質は, 音声発話理解の精度が大きく貢献する. しかし, 本研究では, 学生の質問する力の向上が目的の 1 つなので, あらかじめシステムに登録された発話でない, システムが理解で

きないようにしている. 質問するときの言い回しを身に付けることで, 質問する力の向上をねらう. 本システムにおける対話制御は, XML 形式で記述した対話スクリプトで行う. 対話スクリプトには, 学生からの想定される質問パターンと対話の流れに関する知識を定義している. 音声認識は不特定話者に対応した AmiVoice SP³を使用し, 発話理解は, 対話スクリプトに定義されている質問パターンとの簡単な文字列のマッチングで発話理解とする. システムの出力は, 応答文の表示と音声による出力である.

多くの e-Learning 研究は, コンテンツ開発に関する研究であるが, 本研究は, 既存のコンテンツを利用し, 開発は行わないものである.

以下, 2 では, e-Learning の現状, および, e-Learning 研究について述べる. 3 では, 提案システムについて述べる. 4 では, 評価実験とその考察を行う. 最後に, 5 でまとめる.

2 e-Learning の現状

2.1 e-Learning の問題点と解決のための工夫

多くの教育機関, 企業, あるいは, 個人で e-Learning は利用されている. 日本イーラーニングコンソーシアム⁴によると, e-Learning には以下のメリットがあると述べている.

- 講師の質の違いに学習者が影響されない
- 個々の学習進捗状況に合わせて, 何度でも繰り返し学習ができる
- 学習者の理解度に合ったきめ細かな学習の設定ができる
- 最新の内容を早く, 安価に配信できる
- 多くの学習者に同一の教材を一律に提供することができる
- 職場を離れずに学習できるので, 集合研修より時間・間接コストの削減ができる

e-Learning を授業で使用する場合, 教育効果の高さから, 対面式の講義と e-Learning による自己学習を組み合わせた Blended Learning という学習形態が多く取り入れられている.

一般的に, e-Learning を利用した学習は, 独りでの自己学習である非同期型学習を指していることが多く, ベンダーも, 非同期型学習のコンテンツを提供している. 非同期型学習に対して, リアルタイムで行われる双方向システムを用いた学習形態を同期型学習という.

非同期型学習では, 自分のペースで学習できる反面, 学習意欲の低い学習者の学習を維持するのが難しいという問題がある. 学習者の学習意欲の向上,

¹ <http://www.kosen-it.jp/>

² e-Learning 創造性教育コース <http://kosen-e.jp/>

³ <http://onsei-ninshiki.jp/>

⁴ <http://www.elc.or.jp/>

維持のための取り組みとして、チューターによる学習に関する指導やサポートや、メンターによる精神面のサポートが、学習維持に大きな役割を果たしている。チューターやメンターは、メールやインターネット掲示板などを利用して学習者をサポートする。

2.2 e-Learning 研究

e-Learning の研究は、近年、非常に注目されている比較的新しい研究分野である。主に、教材コンテンツの開発に関するものや、e-Learning の運用に関するものが研究されている。他には、e-Learning を導入するためのネットワークインフラに関するもの、ウェブ会議システムや e-Learning の操作環境など情報開示環境に関するもの、チューターやメンターが学習者へ効果的なサポートを提供するメンタリングシステムに関するなど、研究分野は様々である。特に、2.1 で述べた問題の解決のため、メンタリングシステムに関する研究[1][2][3][4]は、最近特に注目されている分野であり、既に、メンタリング機能を導入した e-Learning システム[5]が提供されている。

ユーザがシステムに質問しながら与えられた学習教材に取り組むというタスクを想定した音声対話システムは多数存在するが、対話機能を備えた e-Learning システムに関する研究はあまりない。文献[6]では、3D-CG アニメーションを仮想教師として登場させ、学習者が仮想教師と対話しながら自学自習することを目標とした e-Learning システムについて述べている。さらに、e-Learning コンテンツは Web 形式のものが多いため、対話機能を備えたコンテンツの制作は困難であると指摘している。文献[7]は、音声対話ではないが、状況に応じて変化する対話を通じて、学習者が敬語を学習する e-Learning システムについて述べている。文献[7]では、e-Learning システムを使用する学習者の自発的な自然の音声を録音し、音響分析の結果が、学習状態の理解度を把握ための手段となりえるかについて述べている。

3 システム

本研究で提案するシステムは、学生が、システムに質問しながら e-Learning コンテンツに取り組むことを想定した音声対話システムである。既存の e-Learning のコンテンツを使用するので、本研究は、e-Learning コンテンツを開発するという立場ではない。

本稿では、著者が担当している情報工学科 1 年の情報工学実験で実施している Excel 関数の演習課題を e-Learning コンテンツとして使用する。本システムで想定するタスクは、学生が、システムに質問しながら、Excel 関数の演習課題を解くというものである。

本システムにおける対話制御は、対話スクリプトを用いている。対話スクリプトには、対話の流れに関する知識や、ユーザからの想定される質問などの情報を定義しており、XML 形式で記述している。入力は、音声入力で、音声認識は AmiVoice SP を使用する。出力は、応答文の表示と応答音声の再生である。

```
<state id="0" name="initial">
  <initiative value="system" />
  <utterance id="0" turn="system" value="演習何番がわかりませんか?" sound_file="0.wav">
  <input id="0" value="演習 1 番" next_state_id="e01" />
  <input id="1" value="演習 2 番" next_state_id="e02" />
  :
  :
  <input id="26" type="exception" next_state_id="er01" />
</utterance>
</state>
```

図 1 初期状態

```
<state id="e01" name="system_request">
  <initiative value="system" />
  <utterance id="0" turn="system" value="括弧何番がわかりませんか?" sound_file="1.wav">
  <input id="0" value="2 番" next_state_id="e01n02" />
  <input id="1" value="3 番" next_state_id="e01n03" />
  <input id="2" type="exception" next_state_id="er01" />
</utterance>
</state>
```

図 2 システム要求

3.1 対話スクリプト

学生が Excel 関数の演習課題に取り組んでいる際の学生と教師の質問応答のやり取りを分析し、対話の流れを状態遷移でモデル化した。本研究では、以下に述べる 5 つの状態を定義した。

初期状態 (initial)

対話開始の状態である。システムが、ユーザに対して、どの演習問題について質問したいのか要求する。input タグは、ユーザからの想定される発話パターンと、次にどの状態に遷移するかを定義している。ユーザが、定義されていない質問を行った場合や、音声認識誤りが起こった場合には、例外処理を行うようにしている。初期状態の XML 記述を図 1 に示す。

システム要求 (system_request)

システムが、ユーザに対して、演習問題中のどの小問題について質問したいのか要求するときの状態である。定義は、初期状態と同じである。システム要求の XML 記述を図 2 に示す。

ユーザ質問 (user_question)

ユーザが、システムに対して、問題の解法や、使用する関数の使い方を質問し、システムから解法のヒントを得るときの状態である。pattern タグで、ユーザからの想定される質問パターン定義している。output タグでは、出力内容を定義している。ユーザが、定義されていない質問を行った場合や、音声認識誤りが起こった場合には、例外処理を行うように

```

<state id="e01n02s02" name="user_question">
<initiative value="user" />
<utterance id="0" turn="user">
<pattern id="0" value="どの関数を使えばいいかわからない" />
<pattern id="1" value="どの関数を使えばいいのかわからない" />
:
:
<output id="0" value="合計が14以上なら好感度の欄に「大」と表示させたいので、合計を求めるSUM関数、条件を設定するIF関数を使用します。" sound_file="e01n02s02_i0.wav" next_state_id="0" />
</utterance>
<utterance id="1" turn="user">
<pattern id="0" value="IF関数の使い方がわからない" />
:
:
<output id="1" value="論理式に条件入力を行い、真の場合「大」と入力し、偽の場合は「」にする。" sound_file="e01n02s02_i1.wav" next_state_id="0" />
</utterance>
<utterance id="2" turn="user" type="exception" next_state_id="e01n02er" />
</state>

```

図3 ユーザ質問

```

<state id="e01n02" name="change_initiative">
<initiative value="system" />
<utterance id="0" turn="system" value="質問をどうぞ。" sound_file="2.wav" next_state_id="e01n02s02" />
</state>

```

図4 主導権交代

```

<state id="e01n02er" name="error">
<initiative value="system" />
<utterance id="0" turn="system" value="この質問は受け付けていません。「関数」または「関数の使い方」について質問してください。" sound_file="er/e01n02er.wav" next_state_id="e01n02" />
</state>

```

図5 エラー出力

している。ユーザ質問のXML記述を図3に示す。

主導権交代 (change_initiative)

システムがユーザに要求した演習課題の番号を得られた場合、ユーザの質問を受け付けるようにするため、対話の主導権を交代する。この状態は、システム出力のみで、ユーザ入力を受け付けない。主導権交代のXML記述を図4に示す。

エラー出力 (error)

ユーザが、定義されていない質問を行った場合や、音声認識誤りが起こった場合の例外処理について記述している。入力しなすか、受付可能な質問をするようユーザに促す。主導権交代の同様に、システムの出力のみの状態である。エラー出力のXML記述を図5に示す。

3.2 対話処理過程

本システムでは、混合主導スタイルを採用している。対話開始時はシステム主導で、ユーザがシステムの要求を満たした場合、ユーザに主導権が移動する。どちらの主導権においても、ユーザの入力が不十分だった場合、一旦、システム主導で例外処理のメッセージを出力し、例外処理が行われる前の主導権に戻る。

対話処理過程について述べる。まず、初期状態において、システムは、演習課題の問題番号を入力するようユーザに要求する。ユーザは、質問したい演習課題の問題番号を発話する。システムは、音声認識の結果と、対話スクリプトに記述されているユーザからの想定される発話パターンとの文字列のパターンマッチングを行う。マッチング成功の場合、システム要求に遷移し、失敗の場合、エラー出力に遷移する。

システム要求に遷移されると、システムは、演習課題の小問題の番号を入力するようユーザに要求する。処理過程は初期状態の場合と同じで、ユーザ発話のスクリプトに定義された発話とマッチした場合は、主導権交代へ遷移し、マッチしなかった場合はエラー出力へ遷移する。

主導権交代に遷移した時点で、システムは、質問される演習課題の番号を保持している。ユーザに質問するよう促す出力をし、ユーザ質問へ遷移する。

ユーザ質問では、まず、ユーザが質問し、システムは、音声認識の結果と、対話スクリプトに記述されているユーザからの想定される質問パターンとのマッチングを行う。マッチング成功の場合、システムは、解法のヒントなどを応答し、初期状態へ遷移する。失敗の場合、エラー出力へ遷移し、再度、質問するよう促す。

エラー出力は、音声認識結果と、スクリプトに定義されているユーザの発話（質問）パターンとがマッチしなかった場合に遷移される。この状態では、何らかのメッセージを出力した後、エラー出力に遷移される前の状態に戻る。

4 実験と考察

提案システムを実装し、評価実験を行った。被験者は、本校情報工学科1年生6名である。システムを使用してもらった後、評価アンケートを行った。本研究では、学生が提案システムを使用することによって、学力（ITに関する知識や技術）、質問する力（コミュニケーション力）、学習意欲の向上を目指している。評価アンケートは、学習意欲および学力の向上に関するもの、当該学生の質問する力に関するもの、システムに関するもので構成した。

質問1	1人で学習する場合と、システムのサポートで学習する場合では、どちらの方が、学習意欲がわきますか？
	<ul style="list-style-type: none"> • 1人で学習する 0名 • システムのサポートがある 6名 • どちらでもない 0名
質問2	1人で学習する場合と、システムのサポートで学習する場合では、どちらの方が、成績が向上すると思いますか？
	<ul style="list-style-type: none"> • 1人で学習する 0名 • システムのサポートがある 5名 • どちらでもない 1名
質問3	質問3 わからないところを、質問するのは苦手ですか？
	<ul style="list-style-type: none"> • 苦手 3名 • 苦手でない 2名 • どちらでもない 1名
質問4	教官に質問する場合、いつもどのように質問していますか？
	<ul style="list-style-type: none"> • 「ここがわかりません」(質問3:苦手) • わからない問題の番号を指して、何を何でかけたり割ったりすればよいかを聞く(質問3:苦手でない), 他
質問5	システムを使い続けると、質問する力がつくと思いますか？
	<ul style="list-style-type: none"> • 思う 6名 • 思わない 0名 • どちらでもない 0名
質問6	システムを使ってみての感想はどうですか？
	<ul style="list-style-type: none"> (良かったところ) 話すだけで入力されたところ, 他 (悪かったところ) 読み取りが少し悪かった, 理解する言葉の少なさ, 他 (追加してほしい機能) 例をあげて説明してほしい, 女の人の声で説明してもらいたい, エラーが出た時の直し方, 他

図6 評価アンケートの項目と集計結果 (被験者数: 6名)

評価アンケートの項目と集計結果を図6に示す。評価アンケートの結果について考察する。質問1, 2の結果より、システムのサポートがあることで、学習意欲が向上し、学力の向上が期待できるとの自己評価が多数を占めた。システムのサポートにより、孤独感が薄れ、いつでも質問の回答が得られることに因るものと考えられる。質問3, 4では、学生自身の質問する力について調査した。質問することが苦手な学生は、質問の内容が漠然としているのに対して、質問することが苦手でない学生の質問内容は、明確である。質問5では、全員が、システムを使い続けることで質問する力が身に付くと思うとの結果を得た。本システムは、決められた言い回ししか理解できないので、質問の基本パターンを覚え、適宜応用することで、質問力の向上が期待できると考えられる。質問7では、システムを利用してみての感想を自由に記述してもらった。キーボードを使った文字入力よりも、音声入力であることが好評だった。しかし、音声認識誤りがしばしば起こるため、使いづらいとの意見があった。本研究で使用しているAmiVoice SPは、不特定話者に対応した音声認識であるが、ユーザ登録し、音響学習することで、認識精度の向上が可能である。

5 おわりに

学生がシステムに質問しながら e-Learning コンテンツに取り組む対話型 e-Learning システムについて述べた。本システムにおける対話の制御は、対話スクリプトを使用する。対話スクリプトには、対話の状態遷移、主導権の交代、学生からの想定される質問などを定義しており、システムは、対話スクリプトに定義されている質問パターンしか受け付け

ることができない。本システムにより、e-Learning を使う際の学習意欲の維持・向上、それに伴う学力の向上、さらに、システムとの対話で質問する力を学生自身が身に付けることを目指す。

本稿で扱った e-Learning コンテンツは、Excel 関数の演習課題だったが、様々なコンテンツに対応できるように、対話スクリプト生成の枠組みについて検討していきたい。

参考文献

- [1] 玉城, 桑原, 山田, 武藤, 志村: ヒューマンインタラクションを重視した e-Learning の技術動向, 電子情報通信学会誌 86(11), pp. 826-833, 2003
- [2] 松田, 本名, 加藤: eメンタリングガイドラインの形成とその評価, 日本教育工学会論文誌 29(3), pp.239-250, 2005
- [3] 西谷, 樋山, 桑原: 誤答駆動型リアルタイムメンタリングシステム~多人教授業におけるリアルタイム演習支援~, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集 4(4), pp.325-327, 2005
- [4] 後藤, 塩野, 安間, 岡本: 学習履歴データを基にした自動メンタリングシステムの開発, 教育システム情報学会第33回全国大会講演論文集, pp.172-173, 2008
- [5] 日本ユニシス, ニュースリリース, 2003
http://www.unisys.co.jp/news/nr_100324_renandi.html
- [6] グルン, 新藤, 松田: 3D-CG アニメーションを用いた対話型 e-Learning システムの開発と教材制作技法に関する研究, 第8回情報科学技術フォーラム (FIT2009) 講演論文集, 第3分冊, pp.575-578, 2009
- [7] 岩下, 岩切: 状況に応じた対話による敬語学習システム, 日本知能情報ファジィ学会誌, 知能と情報, Vol.20 No.5, pp.709-719, 2008
- [8] 戸上, 飯田: eラーニング・システムにおける学習者発声の音響的な特徴分析, 日本音響学会 2007年春季研究発表会講演論文集 1-8-16, pp.223-224, 2007