

も く じ

■開催日時：2018年9月29日（土） 13:00 - 16:00

於：高知大学 朝倉キャンパス（高知県高知市）

■テーマ：「センサデバイスを活用した学習支援システム・ツールの開発／一般」

- 1) Web 調べ学習における課題展開診断手法の評価 -----1
○太田 光一(日本生涯学習総合研究所), 佐藤 禎紀(電気通信大学),
柏原 昭博(電気通信大学), 長谷川 忍(北陸先端科学技術大学院大学), 鷹岡 亮(山口大学)
- 2) TVML を用いた出題問題選択に関する検討 -----9
○柏木 治美(神戸大学大学教育推進機構), 康 敏(神戸大学国際文化学研究科),
大月 一弘(神戸大学国際文化学研究科)
- 3) 学習習慣化及び促進支援のための学習見守りデバイスの設計-----13
○溝口 啓太(高知大学大学院), 三好 康夫(高知大学理工学部)
- 4) 作問学習における学習者の知識推定を精緻化するためのマルチモーダル情報の活用-----17
○千葉 直杜(香川大学大学院), 後藤田 中(香川大学), 林 敏浩(香川大学)
- 5) Improving learning through Artificial Neural Networks: Improving content quality
using student log data-----21
○Khalifa Sy(香川大学大学院), 後藤田 中(香川大学), 林 敏浩(香川大学)
- 6) 文字認識 API を用いた講義アーカイブ閲覧システムの設計 -----25
大西 淑雅, ○下井倉 慶紀, 山口 真之介, 近藤 秀樹, 西野 和典(九州工業大学)

Web 調べ学習における課題展開診断手法の評価

太田光一^{*1}, 佐藤 禎紀^{*2}, 柏原 昭博^{*2}, 長谷川 忍^{*3}, 鷹岡 亮^{*4}

^{*1} 日本生涯学習総合研究所 ^{*2} 電気通信大学

^{*3} 北陸先端科学技術大学院大学 ^{*4} 山口大学

Evaluation for Diagnosing Question Decomposition in Web-based Investigative Learning

Koichi Ota^{*1}, Yoshiki Sato^{*2}, Akihiro Kashihara^{*2}, Shinobu Hasegawa^{*3}, Ryo Takaoka^{*4}

^{*1} Japan Institute of Lifelong Learning ^{*2} The University of Electro-Communications

^{*3} Japan Advanced Institute of Science and Technology ^{*4} Yamaguchi University

Web 調べ学習では、学習課題について学ぶべき項目やその順序(学習シナリオ)を学習者自ら主体的に決める必要がある。しかし支援時に学習者の主体性を損ねずに学習シナリオの評価を行うことが難しいという問題があった。本研究では、DBpedia Japanese を用いて学習者の新たな課題への展開(課題展開)を診断することで、学習者の主体性を損ねない学習シナリオ診断手法を提案し、その有用性を評価する。

キーワード: Web 調べ学習, 課題展開, 学習シナリオ診断, LOD, 主体的学習

1. はじめに

近年の情報化社会では、21世紀型スキルと呼ばれる情報活用能力が重要視されている。それに伴い、教育現場における学習指導でのICT活用⁽¹⁾や主体的学習⁽²⁾が重要視されている。特にWebのような非構造かつ膨大なリソースが存在する空間での調べ学習は、学習シナリオ(学習項目や順序)が予め示されているテキスト教材での学習とは異なり、学習者が主体的に学習リソースを選択しながら、自らシナリオを作成する必要がある。21世紀型スキルの習得に適していると考えられる。こうしたWeb調べ学習では、学習課題について単にキーワード検索するだけでなく、Webリソースを用いて課題に対する知識構築と新たな課題を部分課題として課題展開を行うことで、課題に関連する項目を網羅的かつ体系的に学ぶことが期待される。

先行研究ではWeb調べ学習は知識構築と課題展開を同時に行う必要があるために学習者の学習プロセスが不鮮明になりやすいという問題から、Web調べ学習をモデル化し、モデルに沿った学びを可能とするシステム interactive Learning Scenario Builder(iLSB)を開発した⁽³⁾。本システムでは、学習者が学習シナリオ

を木構造で作成し、視覚化することで、Web調べ学習の足場形成を行い、より広くて深い学習シナリオの作成を促してきた。

一方、学習者が作成するシナリオは多様であるため学習シナリオの評価は難しい。学習者のシナリオは、解となる学習シナリオと比較することにより評価が可能であるが、解となる学習シナリオを定めることは難しく、また解となる学習シナリオを定めて評価したとしても、学習者の主体性を阻害する恐れがある。

このような問題に対して本研究では、Webにおいて関係しているデータをリンク付けし、それらをオープンデータとして公開するサービスである Linked Open Data (LOD)を用いて、LODにおける課題キーワード間の距離計算による関連度の算出と、課題キーワードの関連語句比較による類似度の算出により、課題を表すキーワード間の関係を判定条件に基づいて推定することで課題展開の診断を行う。この手法により学習者の主体性を維持しつつ学習シナリオの診断を行う。

また、学習シナリオ診断手法の評価実験を行った結果、課題展開診断手法の有効性がみられた。

2. Web 調べ学習

2.1 Web 調べ学習の特徴

Web 空間では、膨大なリソースから学習者が自由に学習リソースを選択できる。そのため、学習者は主体的かつ網羅的な学習が行える。このような Web 空間での調べ学習は、単に学習課題をキーワード検索するのではなく、Web を横断的に探索し、学習課題に関する知識構築を行うことで、課題について関連項目も含めて包括的に学ぶことである。しかし、Web 調べ学習では、テキスト教材のように学習シナリオは明示されていないため、学習者は知識構築と課題展開を同時並行に遂行する必要があり、その認知的負荷が大きいという問題があった。

2.2 Web 調べ学習モデル

前節で述べた問題に対し、筆者らの先行研究^④では Web 調べ学習モデルを考案し、そのモデルに沿ったシステムである iLSB(interactive Learning Scenario Builder)を開発して、Web 調べ学習における学習者の足場構築を行ってきた。

Web 調べ学習モデルは図 1 のように、Web リソース探索フェイズ、Navigational Learning フェイズ、学習シナリオ作成フェイズの 3 フェイズからなる。学習者はこの 3 フェイズを部分課題が展開されなくなるまで繰り返すことを想定している。それぞれのフェイズについて次節以降述べていく。

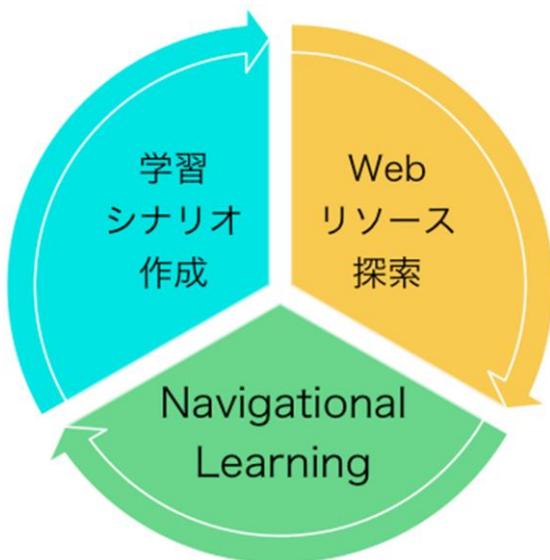


図 1 Web 調べ学習モデル

2.2.1 Web リソース探索フェイズ

Web リソース探索フェイズは、Web リソースから学習に用いる学習リソース群を収集・探索するフェイズである。

例として学習課題として「地球温暖化」について調べる場合を考える。そのとき、学習者は検索エンジンを介して「地球温暖化」を検索し、Web 空間を探索することで、「地球温暖化」を学ぶための学習リソース群を収集・探索する。

2.2.2 Navigational Learning フェイズ

Navigational Learning フェイズは、課題に対して知識構築を行うフェイズである。

収集した学習リソース群を探索することで課題について学習し、「温室効果ガス」のように学習した項目をキーワードとして分節化する。「温室効果ガス」と「二酸化炭素」のように関連あるキーワードには、関連付けを行い、知識の構築を行う。

2.2.3 学習シナリオ作成フェイズ

学習シナリオ作成フェイズは、構築した知識からさらに学ぶべき項目を部分課題として課題展開するフェイズである。

例えば「地球温暖化」について知識構築し、さらに「森林破壊」や「温室効果ガス」について学習を進めたい場合、それらを部分課題として展開し、「森林破壊」「温室効果ガス」についても Web 調べ学習モデルに沿って学習を進める。これを部分課題が生起されなくなるまで学習を繰り返し、Web 調べ学習を行う。最終的には木構造として図 2 のような学習シナリオが作成される。

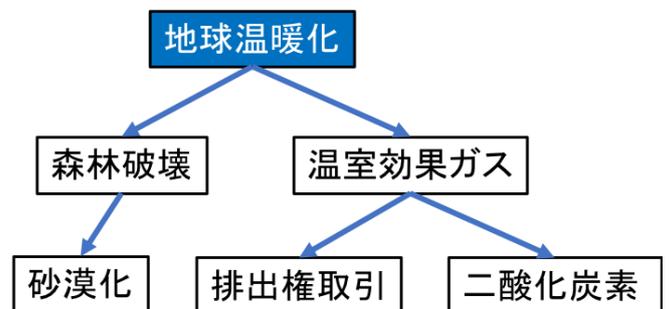


図 2 学習シナリオ例

2.3 学習シナリオ評価における問題点

学習者が前節で述べたモデルに沿って学習を進めても、学習シナリオの妥当性評価は学習者に委ねている

ため、必ずしも妥当な学習シナリオが作成されるとは限らない。そのため、学習シナリオを評価する必要があるが、作成される学習シナリオは学習者によって様々なため、評価に用いる解シナリオの用意が難しい。

また、解シナリオとの比較による評価は、学習者に解シナリオに沿った学習シナリオ作成を促すため、主体性を損ねる恐れがある。

2.4 LOD を用いた学習シナリオ診断

前節で述べた問題に対して本研究では、学習者の主体性を損なわずに学習シナリオを診断する手法を提案する。

学習者による課題展開に対して、LOD を用いて課題キーワード間の関連度や類似度の算出を行う。この2つの指標を判定条件に基づき学習者の課題展開を診断することで、学習者の主体性維持と学習シナリオの評価の両立を図る。

3. 学習シナリオ診断手法

本章では診断で用いる LOD およびそれを用いた学習者の学習シナリオ診断手法について述べる。

3.1 LOD

LOD(Linked Open Data)とは、関連データを相互にリンク付けし、それをオープンデータとして Web 上に再公開する仕組みである⁽⁴⁾。主な LOD として DBpedia や Freebase が挙げられ、その中でも本研究では Wikipedia の情報を自動抽出し日本語に対応した LOD である DBpedia Japanese を用いる。DBpedia Japanese は図3のような主語、述語、目的語の3つの構造体(トリプル)から成る RDF と呼ばれるデータ形式で構成されている。

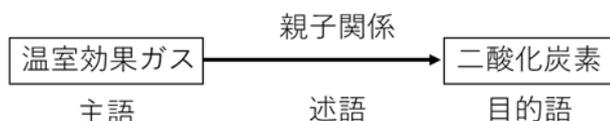


図3 RDF のデータ形式

呼ばれるデータベースで公開されており、RDF ストアに対して、RDF データを検索するためのクエリ言語である SPARQL を用いてクエリを送信することで、RDF データの抽出を行う。クエリ言語 SPARQL を用いることで、本研究ではキーワード間の関係の有無の判定や関連語句の抽出を行う。

例えば、図4左のように課題キーワード「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を知りたいとき、主語、目的語の部分に「温室効果ガス」と「二酸化炭素」を設定し、述語の有無を検索する SPARQL クエリを DBpedia Japanese に送信すると、DBpedia Japanese は「温室効果ガス」と「二酸化炭素」を含む RDF トリプルの述語を返す。こうしたクエリから述語数を数えることで、課題キーワード間の関連度を算出することができる。

また、図4右のように「温室効果ガス」と「二酸化炭素」のそれぞれに対して、リンクしている関連語句を検索する SPARQL クエリを DBpedia Japanese に送信すると、「化石燃料」や「京都議定書」などそれぞれの課題キーワードの関連語句を取り出せる。基本的に、これらの重複度から課題キーワード間の類似度を算出することができる。

以上のように求められた課題キーワード間の関連度と類似度から、課題展開の妥当性診断を行っていく。

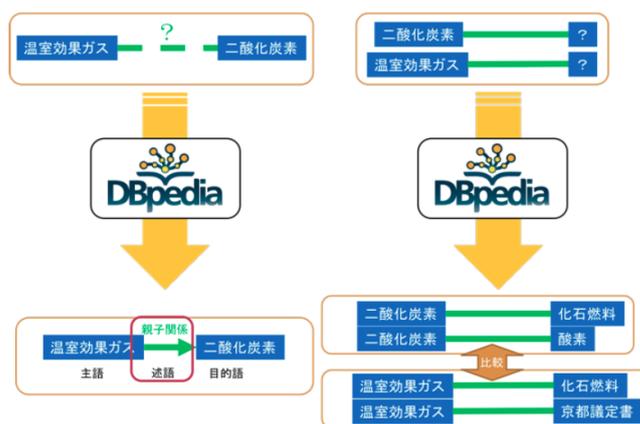


図4 SPARQL を用いた RDF データ取得イメージ

3.2 学習シナリオ診断の枠組み

本研究では Web ブラウザである Firefox のアドオンである iLSB の一機能として、学習者の学習シナリオの妥当性診断を行う。診断手順は図5の通りである。

学習者は iLSB を使用し、Web 調べ学習モデルに沿

RDF 形式のデータ(RDF データ)は RDF ストアと

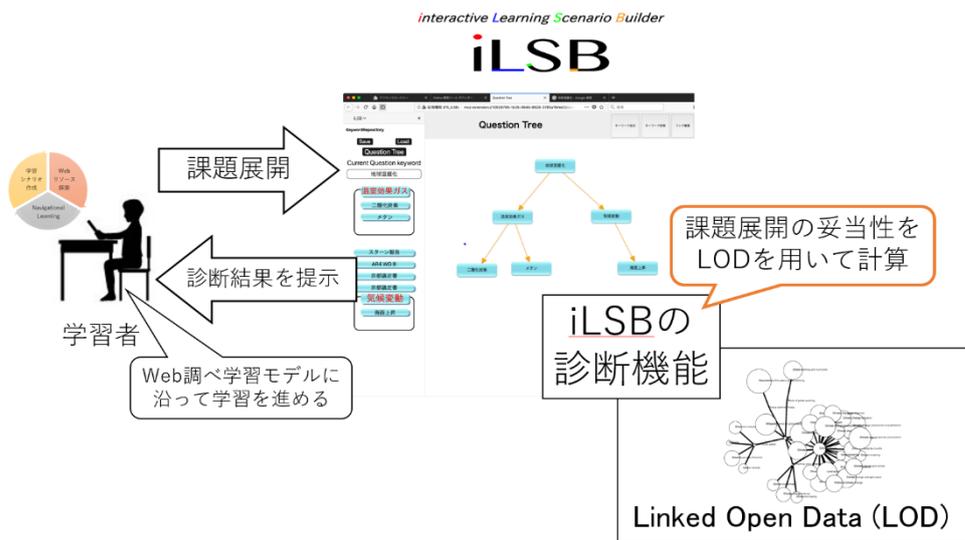


図5 学習シナリオ診断手順

って学習を進める。iLSB は、学習者が学習シナリオ作成フェイズで課題展開する時に学習シナリオの診断を行う。

iLSB は、課題キーワード間の関係の有無や関連語句を検索する SPARQL クエリを送信する。DBpedia Japanese は送信された SPARQL クエリの条件に合致する結果を返し、その結果から iLSB は課題キーワード間の関連度や類似度を算出する。算出した関連度や類似度に条件分岐を用いて診断を行う。診断結果は課題展開の妥当性が高い課題キーワード間の関係には妥当性高 (○)、課題展開の妥当性が低い課題キーワード間の関係には妥当性中 (△)、課題キーワード間の関係が DBpedia Japanese からは不明な場合は妥当性なし (?) の 3 段階で評価する。

また、診断は課題展開元 (親課題) と課題展開先との課題キーワード間 (局所的関係) に対してだけ行うのではなく、初期学習課題に沿った課題展開であるかということも考えた診断を行う。図 2 のように初期学習課題が「地球温暖化」であり、「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に課題展開した時を例にすると、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係だけを診断するのではなく、「地球温暖化」と「二酸化炭素」の関係も診断する。これにより、学習者が学習課題から逸脱した課題を課題展開していないかということも診断する。

このような診断手法により、学習者が Web 調べ学習遂行時において課題展開の妥当性を見直すきっかけを与え、より妥当な学習シナリオ作成支援を行う。

4. 学習シナリオ診断アルゴリズム

4.1 課題キーワード間の関連度

4.1.1 関連度算出方法

課題キーワード間の関連度は、DBpedia Japanese における 2 つの課題キーワード間の距離、およびキーワード間の経路数を求め、予め設定した閾値を基準に算出する。図 5 のように、「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に課題展開した時、「地球温暖化」と「二酸化炭素」の関係と、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を診断する必要があるが、ここでは「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を例に述べる。まず、DBpedia Japanese で「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に辿り着くまでに最短でいくつのリンクを辿るか (ステップ数)、また最短ステップ数で繋がれている経路の数 (経路数) を検索する。得られた結果をもとに、予め設定した閾値以上で関連が強いものには関連度高、閾値より低く関連が薄いと思われるものには関連度中、DBpedia Japanese から関連が不明、またはないと判定されるものには関連度なしの 3 段階で関連度を求める。なお関連度は、経路数よりも距離を表すステップ数を優先して判定する。

4.2 課題キーワード間の類似度

4.2.1 類似度算出方法

課題キーワード間の類似度の算出方法について述べる。まず各課題キーワードに対して DBpedia Japanese にリンクしている語句を関連語句として取

り出す。取り出した関連語句を単語に分割し、課題キーワードに対する関連語句の単語集合を作成する。作成した単語集合を Simpson 係数で比較し、集合の類似度を算出する。これを予め設定した閾値を基準に課題キーワード間の類似度を算出する。

図 2 のような、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の課題キーワード間の類似度の算出例に考える。まず、「京都議定書」など DBpedia Japanese において 1 ステップでリンクしている関連語句を抽出し、単語集合を作成する。例えば「京都議定書」が関連語句として抽出された場合、「京都」、「議定書」のように分割し、単語集合を作成する。作成された 2 つの課題キーワードに対して、集合の類似度を測る Simpson 係数を求め、予め設定した閾値以上のものには類似度高、閾値を上回らないがあまり値が低くもないものは類似度中、DBpedia Japanese からは類似しているか不明、または類似していないと判定されたものには類似度なしの 3 段階で算出する。

4.2.2 Simpson 係数

Simpson 係数は集合 X と Y に対して(1)式で求められる、自然言語処理などでよく用いられる 2 つの集合の類似度を測る指標である。

$$\text{Simpson}(X, Y) = \frac{|X \cap Y|}{\min(|X|, |Y|)} \quad (1)$$

集合の類似度を測る指標として、Jaccard 係数や Dice 係数といった指標があるが、これらは分母に X

と Y の和集合の要素数や X の要素数と Y の要素数の和を取るため、片方の集合の要素数が比較的大きい場合、集合が類似していても小さい値が出てしまうことがある。

Simpson 係数は 2 つの集合の最小値を分母に取っているため、そのようなことが生じず、また部分集合の関係であるときは結果が 1 となるため、本研究では Simpson 係数を用いることとした。

4.3 閾値設定

関連度および類似度をもとに診断を行うにあたり、閾値設定を行う必要がある。そこで、「地球温暖化」や「災害」といった実際のリソースを用いて、適切な閾値の検証を行った。

その結果を関連度および類似度について述べていく。

4.3.1 関連度の閾値設定

実際のリソースに対して関連度計算を行った結果、関連度が高いと思われる課題間のステップ数は、ほぼ 1 であったことから 1 ステップのものは全て関連度高と判断した。また、2 ステップで経路数は 70 を超えているキーワードはある程度みられ、それらの関連もある程度高いと思われるものが多くみられた。しかし、2 ステップで経路数が 30 以下になると学習課題に關係ないと思われるキーワードが増えてくることから 2 ステップで経路数 30 以上を関連度中、2 ステップで経路数 30 未満もしくは 3 ステップ以上のものを関連度なしと判断することが妥当であると思われる。

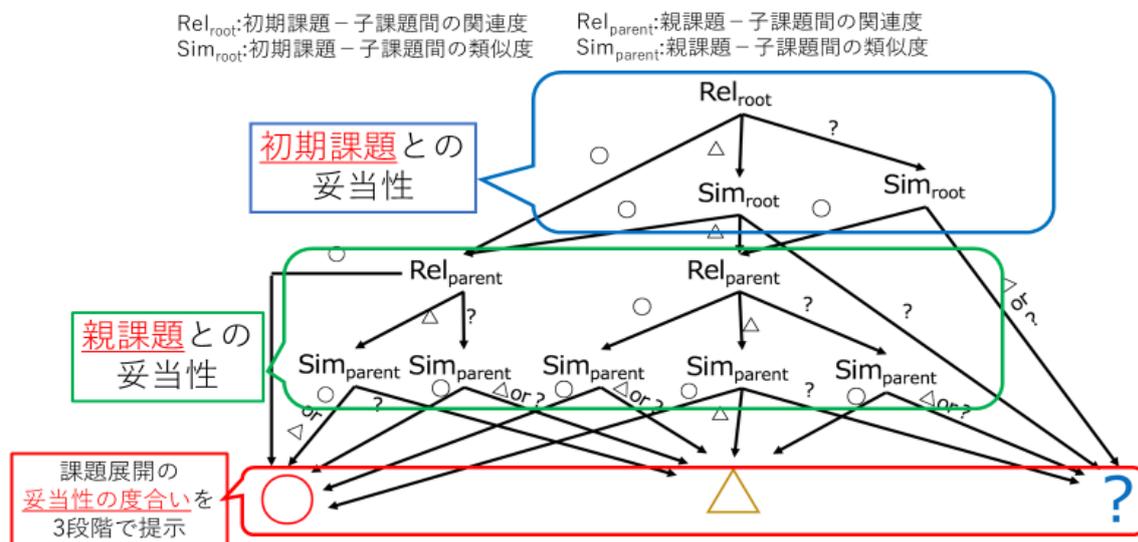


図 6 診断アルゴリズム

4.3.2 類似度の閾値設定

類似度に関しても、関連度と同様に検証を行った。類似度に関しては、関連が高いと思われるキーワード間の値は、30%以上であった。また、関連が薄いと思われるキーワード間の値は最大でも 23%であったため、20%から前後 10%単位で幅を想定し、30%以上を類似度高、10%以上 30%未満の類似度を類似度中、10%未満を類似度なしと判断することとした。

4.3.3 診断アルゴリズム

これまでの検証をふまえ、関連度および類似度という診断指標を用いた診断アルゴリズムについて考える。類似度は検証の結果、最小値は 30.7%、最大値は 24.9%で差が 5%程度しかない。それに対して関連度が高いと思われるキーワード間で経路数が最小のものは 2 ステップ 71 経路であるのに対し、関連が薄いキーワード間で最大のものは 2 ステップ 38 経路と差が大きく、関係の有無が明確にみられた。また、初期の学習課題を学ぶことが Web 調べ学習の目的であるため、局所的関係よりも初期課題との関係を優先すべきである。以上のことから本研究では、図 6 の関連度を優先したアルゴリズムで診断を行う。

5. 評価実験

本研究では、4 章で示したアルゴリズムの有効性検証のため、評価実験を行なった。本章ではその実験について述べる。

5.1 実験目的

本実験の目的は、提案アルゴリズムが学習者の実際に作成した学習シナリオに対してどの程度妥当な診断が行えるか検証することを目的として実験を行なった。

5.2 実験計画

5.2.1 実験条件

本実験では、学習者が作成した学習シナリオに対して、提案アルゴリズムでの課題展開の妥当性診断と人手による課題展開の妥当性診断を比較し、提案アルゴリズムの評価を行う。

人手による診断は、対象となるリソースごとに表 1 および表 2 のリソースを参考に、学習シナリオの課題展開に対して筆者ら 3 人が個々に○、△、? の 3 段階

表 1 人手による診断で用いた参考文献（裁判）

タイトル	URL
【もっと身近に！裁判所】 - 基礎知識や仕組みを確認！	http://www.courtjp.com/
裁判所ナビ pdf 裁判所	http://www.courts.go.jp/vcms_lf/H29navi.pdf
裁判って何？ 裁判とは 顧問弁護士 債務整理 裁判 プライム法律事務所	http://www.bright-lawoffice.com/saiban01.html
チャイルドページ：検察庁	http://www.kensatsu.go.jp/child/category_000006.html
裁判所 民事事件	http://www.courts.go.jp/saiban/syurui_minzi/index.html
国際司法裁判所pdf 国際連合	http://www.unic.or.jp/files/icj.pdf
裁判官弾劾裁判所公式サイト / トップページ	http://www.dangai.go.jp/
裁判の歴史 神奈川県弁護士会・港都総合法律事務所	http://www.court-law-office.gr.jp/?page_id=392

表 2 人手による診断で用いた参考文献（税）

タイトル	URL
私たちの生活と税 東京都主税局	http://www.tax.metro.tokyo.jp/school/school_chu2017.pdf
税の学習コーナー 国税庁	http://www.nta.go.jp/taxes/kids/index.htm
税金について学ぶ	http://www.agrilichter.com/post_35.html
税大講本 国税庁	https://www.nta.go.jp/about/organization/ntc/kohon/index.htm
関税のしくみ - 税関 Japan Customs	http://www.customs.go.jp/shiryo/kanzei_shikumi.htm
3-1.応用編 税金はいつからあるの？ わくわく市税教室	http://www.city.osaka.lg.jp/contents/wdu070/wakuwaku/what/what03_1.html

で診断を行なった。個々の診断結果を照合し、結果が一致したものはその結果を、異なったものは評価数の多い結果を、全員の評価が異なったものは、△とした。

アルゴリズムによる診断は図 6 のアルゴリズムを用いた。

5.2.2 被験者・学習課題・リソース

被験者は 9 名の理工系大学生・大学院生とした。また、被験者の事前知識の差があまりでないように、理工系大学生・大学院生になじみの薄いと思われる「裁判」「税」を学習課題に設定し、カウンターバランスをとって実験を行った。Web 調べ学習時に用いるリソース群は、事前に筆者らである程度信頼性の高そうなりソース群として、主に「.go.jp」を URL に含むものや Wikipedia に含まれるものを対象とした。対象の一覧

を表 3 に示す, それらリソース群を登録した google カスタムサーチと iLSB を用いて被験者に学習してもらった. なお, 実験にあたり, iLSB の基本的な使い方に関しては, 事前にレクチャーし, 使い方の練習を行っている.

表 3 Web 調べ学習時に用いるリソース群

裁判		税	
リソース名	URL	リソース名	URL
国のリソース	https://www.*.go.jp/	国のリソース	https://www.*.go.jp/
Wikipedia	https://ja.wikipedia.org/	Wikipedia	https://ja.wikipedia.org/
コトバンク	https://kotobank.jp/	コトバンク	https://kotobank.jp/
国際連合	http://www.unic.or.jp/	地方公共団体のリソース	https://www.*.lg.jp/
日本弁護士連合会	https://www.nichibenren.or.jp/	JT	https://www.jti.co.jp/
弁護士法人ラダーン	http://www.wakamatsulaw.com/	東京都主税局	http://www.tax.metro.tokyo.jp/
琥珀法律事務所	http://www.kohaku-law.com/	近畿税理士会吹田支部	http://www.kinzeisuita.com/
		eLTAX (地方税ポータルシステム)	http://www.eltax.jp/
		あすなろ学習室 (静岡総合教育センター)	http://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/

5.3 実験手順

以下のような設定のもとで, 各被験者に対して実験を行った. Step1 と Step2 との間は二日間空いており, その間に人手による課題展開の妥当性診断を行い, その結果を提案アルゴリズムでの課題展開の妥当性診断と比較している.

Step1 : iLSB を用いた Web 調べ学習

被験者に, google カスタムサーチと ILSB を用いて「裁判」「税」について Web 調べ学習を行ってもらった. 時間はそれぞれ 60 分を設定し, 60 分が経過したときもしくは学習者が十分に学んだと判断したときを学習終了とした.

Step2 : 課題展開の妥当性のインタビュー

被験者に, 自身の学習シナリオに関するインタビューを「裁判」「税」それぞれ 20 分ずつ行った. 内容は, 被験者の行った課題展開のうち, 人手・システムどちらも妥当ではないと診断した課題展開に関して行い, なぜそのような課題展開をしたのかという具体的な理由を聞いた. 説明できるかどうかで人手・システムどちらも妥当ではないと診断した内容の妥当性を検証する.

5.4 実験結果

表 4 に, 人手による妥当性診断の結果とシステムの診断結果をまとめたものを示す. 表 2 をみると, 全体の一致率は 59.4%であった. また, 再現率と適合率, F 値は表 5 に示す.

表 5 再現率と適合率, F 値

全体	再現率	適合率	F 値
妥当性高	68.4%	77.0%	0.72
妥当性中	18.0%	21.2%	0.19
妥当性なし	74.7%	55.4%	0.64

表 5 より F 値は, 妥当性高の時には 0.72, 妥当性なしの時には 0.64 と比較的高い値であった. 一方, 妥当性中に関しては 0.19 と, 妥当性高や妥当性中の時と比較して極端に低かった.

5.5 考察

実験結果から, 診断アルゴリズムは明らかに正しい, もしくは正しくないものに関しては正確に判定できるが, 曖昧なものに関しては正確な判定が難しいということがわかる. 実際に, Step2 でのインタビューをみると, 妥当ではないと判断された課題展開を行った理由として,

- ・知らなかったから.

表 4 人手による妥当性診断の結果とシステムの診断結果

全体の内訳		システムでの診断結果			
		妥当性高	妥当性中	妥当性なし	計
人手での診断結果	妥当性高	104	30	18	152
	妥当性中	23	11	27	61
	妥当性なし	8	11	56	75
	計	135	52	101	288

- ・興味があったから。
- ・ほかの面も学びたかったから

など、初期課題や親課題との関係を意識していないコメントばかりであった。このことから被験者の行った課題展開が初期課題や親課題との関係を考慮していないものであったため、システムとしても妥当ではないと判断したことが伺える。しかしながら妥当性中と判断しているものに関しては課題間の関係が正しいとも間違っているとも言えないものを表すため、最終的に展開する課題を修正するか否かは学習者に委ねている。そのため、この値が低くても、自分の課題展開に対するリフレクションへの影響は少ないと考えられる。

ここで、システムと人手に関してどちらかで妥当性中と判断されたものは「妥当性あり」とみなし、妥当性高とまとめることで、「妥当性なし」と「妥当性あり」の二段階に再集計した内訳を表 6 に示す。

表 6 再集計後の人手による妥当性診断の結果とシステムの診断結果

		システムでの診断結果		
		妥当性あり	妥当性なし	計
人手での診断結果	妥当性あり	168	45	213
	妥当性なし	19	56	75
	計	187	101	288

再集計の結果、全体の一致率は 77.8% になった。また、再現率、適合率、F 値に関しても表 7 に示す。

表 7 再集計後の再現率と適合率、F 値

全体	再現率	適合率	F 値
妥当性あり	78.9%	89.8%	0.84
妥当性なし	74.7%	55.4%	0.64

表 7 の結果をみると、妥当性ありと診断されたものについては、F 値が 0.84 であった。この結果から、提案アルゴリズムは学習者に対して、その妥当性のある課題展開を適切に示唆することができるということがわかる。

また、妥当性なしと診断されたものについて、再現率は 74.7%、適合率が 55.4% であった。再現率が 70% を超える値を示しているのに対して適合率が比較的低い値を示しているのは、DBpedia Japanese のリソー

ス不足によるものであると考えられる。これは他の LOD を用いることにより改善できるのではないかと考えられる。

6. 結論

本研究では、Web 調べ学習において、主体性の維持と学習者の学習シナリオの評価の両立が難しいという問題を解決するために、LOD を用いて学習者の課題展開の妥当性診断手法を提案した。そして学習者が作成した学習シナリオに対して妥当な診断が行えるか評価実験を行なった。

実験の結果、妥当性が高いもしくはないとされた課題展開の診断には有用性がみられたが、妥当性が中程度のものに関してはシステムで提供するにあたり、どのように提供すべきか議論の余地がみられる。しかしながら、妥当性の有無という観点でみると、学習者に対して有用な診断の提供が示唆されたことから、今後の課題として、診断精度向上の為のアルゴリズムや使用する LOD の再検討、およびシステム上でのより良い課題展開提示手法の検討があげられる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究 (B) (No.17H01992) の助成による。

参考文献

- (1) 第 5 章 初等中等教育における学習指導での ICT 活用：文部科学省
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1244851.htm
- (2) 幼稚園、小学校、中学校および特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)(中教審第 197 号)：文部科学省(平成 28 年 12 月 21 日)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo_0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf
- (3) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama: "Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web", Journal of information and systems in education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)
- (4) トム・ヒース, クリスチャン・バイツァー: Linked Data Web をグローバルなデータ空間にする仕組み (2013)

TVML を用いた出題問題選択に関する検討

柏木 治美^{*1}, 康 敏^{*2}, 大月 一弘^{*2}

*1 神戸大学大学教育推進機構 *2 神戸大学大学院国際文化学研究科

A Study on the Function of Selecting Questions Using TVML

Harumi KASHIWAGI^{*1}, Min KANG^{*2}, Kazuhiro OHTSUKI^{*2}

*1 Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University

*2 Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

In this study we develop a prototype application for the function of selecting questions using TVML (TV program Making Language) in order to support foreign language speaking activities. We consider selecting questions, based on the concept that learners tend to be empowered to make their own choices about how they learn materials. Learners are given opportunities to select questions by using the keyboard and external devices such as RFID (radio frequency identification) here. Through the trial use of the prototype function by two graduate course students, the following three points are mainly discussed: (1)A prototype function of selecting questions by using the keyboard; (2)A method of recording learners' response answers; (3)A possibility of developmental application of the prototype function.

キーワード: 問題選択, 会話練習, CG キャラクタ, TVML, 外国語活動

1. はじめに

グローバル化の進展の中でコミュニケーション能力の育成が求められ, 外国語教育においては「聞く・話す」技能が重視されている⁽¹⁾⁽²⁾. 一方, 外国語を「聞く・話す」ことのうち, 外国語を話す機会は限られるため, 外国語を口頭で練習する場が必要となる. また, 学習者の側では, よく知っている表現だが, いざ使うとなるととっさに出てこない場合が多くみられる.

本研究ではこれらの課題点を考慮して, 持っている言語知識 (knowledge of language) を活用する language use を重視した外国語スピーキングに関する学習支援に取り組んでいる. ここではその取り組みの1つとして, 練習するコンテンツが固定ではなく, 学習者が出題する問題を選択できるものを検討する.

学習において学習者は教えられるのではなく学びたいという思いがある⁽³⁾. 筆者も実践の中で経験したが, オンライン教材の実施にあたり, 学習者によっては決められた問題だけの実施ではコントロールされていると感じる学習者が見られた. 実施する問題は学習者が

選ぶなど, 必要以上にコントロールせず, もう少し学習者が選択する部分をつくることにより, 自身が学習に関わっている感覚が得られる⁽⁴⁾ことが望まれる. ただし, 学習がコントロールされていると感じる感覚は, 全員が同じように当てはまるわけではないため, 問題を選択する場合と固定問題で学習した場合で, 学習者によりどのような違いが生まれるのか, 学習者と問題出題の仕方の関係を探る必要がある.

本稿では, 上記目的のために TVML (TV program Making Language) によるコンテンツを用いて検討する. TVML は, コンピュータグラフィックス (以下, CG) キャラクタを用いてテレビ番組をまるまる 1 本記述できるテキストベースの言語⁽⁵⁾⁽⁶⁾であり, PC ソフトの TVML プレイヤー (TVML Player X) ⁽⁷⁾で再生することができる. 筆者らは外国語の会話練習やタスク活動に CG キャラクタを用いることを考え, TVML を取り入れたコミュニケーション活動環境⁽⁸⁾⁻⁽¹²⁾について取り組んできた. ここでは, TVML を取り入れ, イベントを起こすキー入力や外部デバイスを用いて途中

で出題問題を選択することを検討する。

2. 出題問題選択部分に関する試作

出題する問題については、問題のヴァリエーションを増やすため1問ずつ問題ファイルを分けることが考えられるが、ファイルが煩雑になる。また、外国語によるスピーキング活動を想定する場合に問題（会話）の流れを考えると、1つの問題ファイルを実行中に、途中でストーリーやシナリオに当たる会話の流れや内容を変更しやすくすれば、出題する問題（会話）は様々なものが提供できると考える。

ここでは、問題出題選択のためのアプリケーションとして、BASIC ライクなスクリプトで記述を行い、スクリプトの送出が可能なインタープリタを試作する。その中に TVML を制御するコマンドを追加する。試作するアプリケーションは、特に外部デバイスの利用を主な目的としており、RFID（radio frequency identification）などのセンサーデバイスからの情報により会話の流れや内容を変化させることを可能にするものを考える。なお、CG キャラクタの音声は合成音声を用いている。

図1および図2に示す例を用いて、会う時間を英語で相談する会話練習を取り上げる。図1において、CG キャラクタが合成音により「Let's decide what time we will meet.」と話した後、「1. 6時は?」「2. 3時のご都合は?」「3. 5時以降なら」「4. 午後はいつでも」といった4つの選択肢が画面上に表示される。



図1 画面例：出題問題選択

ここでキー入力により「2」を入力して「2. 3時のご

都合は?」を選択すると、「Is three o'clock convenient for you?」とCG キャラクタが問いかけてくる。続いて図2のように、「わかりました。ではその時にまたお会いしましょう。」といったレスポンスの日本語が画面に表示され、Recording モードが開始される。学習者は「Good. See you then.」等、表示された日本語を英語に直してその音声を録音する。発話が終わると自動的に録音が終了する。



図2 画面例：レスポンス解答の録音

3. 出題問題選択部分に関する考察

3.1 方法

大学院生2人による試作アプリケーションの試用を通して、今回はキー入力による出題問題の選択や録音等について検討考察を行う。大学院生2人は、会う時間を相談する際に使用する関連英語表現、および試作したアプリケーションの使い方について説明を受けた後、4つの選択肢（3で上述）について練習録音を行った。

3.2 考察

出題問題選択部分に関して、以下の3点：(1)キー入力による出題問題選択について(2)録音機能について(3)出題問題選択部分の利用展開について、を中心に考察する。

3.2.1 キー入力による出題問題選択について

キー入力により出題する問題が選択可能になったことにより、1つの場面の中で練習したい会話の流れを選択することが可能になった。さらに、外国語のスピーキング活動においては、場面によって様々な展開が考えられる。大学院生の試用においても、具体的に考

えられる展開を加えていくことができれば、より多様な展開に対応した練習が実現できる、といった意見が聞かれた。試作したアプリケーションをもとに、1つの場面の中で練習したい会話の流れを追加することも考えられる。

出題問題選択について、今回はキー入力により問題の選択を行ったが、キー入力だけでなく RFID 等の外部デバイスの情報を取り入れることを検討し、試作を進めている。現段階では、特定の RFID タグを選択すると、該当する RFID に関連づけられた画像や音声情報を表示する等、RFID に関連づけられた情報が取り込めるところまでを試作している。次の段階は、試作した RFID（外部デバイス）を用いて実験することを考えている。

3.2.2 録音機能について

録音機能については、会話をしている自然な状況に近づけるため、学習者が答える時間は固定の時間を設定せず、CG キャラクタが話し終わってレスポンスとなる日本語が表示された後、録音モードが始まり、学習者の発話が終われば、自動的に録音モードが終了する設定を準備した。しかし、大学院生の試用では、録音の開始と終了のタイミングがわかりづらかったという意見が聞かれた。そのため学習者側で録音開始・終了のタイミングを決められるよう、録音開始・終了ボタンの準備を今後検討していきたいと考える。

3.2.3 出題問題選択部分の利用展開について

今回は、学習者側が自習的に利用するコンテンツを準備したが、大学院生からは、今回のコンテンツを会話テストに利用したいといった意見が聞かれた。外国語検定試験における面接形式のスピーキングテストでは、面接委員と当該外国語でコミュニケーションを行う場合が多いが、面接委員によって発音やスピード、声の大きさが異なる場合がある。実際のコミュニケーションを考えると、こういった様々な条件に慣れていくことは重要であるが、その一方で、今回のコンテンツはテスト条件を同一にできる利点がある。今回のコンテンツをもとに、スピーキングテストの練習用コンテンツを考え、今後、採点者が採点した結果や評価を保存する部分を試作し、小テスト等の形で実施するスピーキングテストへの利用の可能性を探ってみたいと考える。

4. おわりに

本研究では、持っている言語知識を活用する language use を重視した外国語スピーキングに関する学習支援を目指している。本稿ではその取り組みの1つとして、練習するコンテンツが固定ではなく、学習者が出題する問題を選択できるものを考え、TVML による CG キャラクタを取り入れ、キー入力を用いて出題問題を選択することにより、途中でストーリーやシナリオに当たる会話の流れを変える問題出題選択部分を試作検討した。

その結果、キー入力を用いて出題問題の選択が可能になったことにより、1つの場面の中で会話の流れを選択することが可能になった。さらに、試作したアプリケーションをもとに、考えられる展開や会話の流れを加えていくことも考えられる。外国語のスピーキング活動において、場面により具体的に考えられる展開を加えていくことができれば、様々な展開に対応した練習が期待できる。

録音機能については、学習者の具体的な解答が録音でき、学習の過程を記録することにつながると考える。録音方法については、学習者側で録音開始・終了のタイミングを決められるよう、録音開始・終了ボタンの準備等を検討していくことが考えられる。

試作したアプリケーションについては、学習者側の自習利用だけでなく、スピーキングテストへの練習にも利用可能であることから、今後、採点者が採点を行い保存する部分を試作し、小テスト等の形で実施するスピーキングテストへの利用の可能性を探ってみたいと考える。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K02822 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 文部科学省: “今後の英語教育の改善・充実方策について 報告～グローバル化に対応した英語教育改革の五つの提言～”, 英語教育の在り方に関する有識者会議 (2014) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/102/houkoku/attach/1352464.htm

- (2018年8月16日確認)
- (2) Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: “English Education Reform Plan corresponding to Globalization” (2014)
http://www.mext.go.jp/en/news/topics/detail/_icsFiles/afiedfile/2014/01/23/1343591_1.pdf
(2018年8月16日確認)
- (3) Parker, K. L.: “Learner-Centered Pedagogy and the Fear of Losing Control”, Faculty Focus, February 23rd, 2015 (2015)
<https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/learner-centered-pedagogy-fear-losing-control/>
(2018年8月16日確認)
- (4) Weimer, M.: “Benefits of Giving Students Choices”, Faculty Focus, November 29th, 2017 (2017)
<https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-professor-blog/benefits-giving-students-choice-learn/>
(2018年8月16日確認)
- (5) Hayashi, M.: “TVML (TV program Making Language) - Automatic TV program generation from text-based script -”, Proceedings of Imagina '99, pp.119-133 (1999)
- (6) 林正樹: “テレビ番組記述言語 TVML の言語仕様と CG 記述方法”, 第 3 回知能情報メディアシンポジウム, pp.75-80 (1997)
- (7) TVML (TV program Making Language):
<http://www.nhk.or.jp/str1/tvml/index.html>
(2018年8月16日確認)
- (8) 柏木治美, 澁谷恵美, 康敏, 大月一弘: “3DCG キャラクタを取り入れた外国語会話練習システム環境の検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.30, No.3, pp.73-78 (2015)
- (9) 柏木治美, 澁谷恵美, 康敏, 大月一弘: “無線モジュールを用いた TVML による対話練習環境に関する検討”, 日本教育工学会研究報告, JSET 16-1, pp. 219-226 (2016)
- (10) 澁谷恵美, 康敏, 大月一弘, 柏木治美: “TVML コントローラ用ボタン登録支援ツールの検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.30, No.6, pp.63-68 (2016)
- (11) Shibuya, E., Kang, M., Ohtsuki, K. and Kashiwagi, H.: “A Basic Study on a Task-based Style Foreign Language Learning Environment Using RFID and a 3DCG Character”, Official Conference Proceedings of The Asian Conference on Society, Education & Technology 2016, pp.123-136 (2016)
- (12) 澁谷恵美, 康敏, 大月一弘, 柏木治美: “3DCG キャラクタを取り入れたコミュニケーション活動環境に関する研究—プロトタイプシステムの試作と小学生への試用—”, 神戸大学国際コミュニケーションセンター論集, Vol.13, pp.14-23 (2017)

学習習慣化及び促進支援のための 学習見守りデバイスの設計

溝口 啓太^{*1}, 三好 康夫^{*2}

^{*1} 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻情報科学分野

^{*2} 高知大学工学部情報科学科

Design of Device to Watch Over Learner for Supporting Development and Promotion of Learning Habit

Keita MIZOGUCHI^{*1}, Yasuo MIYOSHI^{*2}

^{*1} Graduate School of Humanities and Social Sciences, Kochi University

^{*2} Department of Information Science, Faculty of Science and Technology, Kochi University

概要：学習の習慣化支援及び促進支援を行うには、学習者の学習活動状況をシステムが正確に把握する必要がある。著者らは先行研究において、筆記音波形の画像を用いて、学習者の筆記状況を機械学習により8割程度の精度で識別する手法を開発した。本稿では、前述の手法や人感センサなどのセンサ類をスマートスピーカと組み合わせて、学習の習慣化支援及び促進支援を行う学習見守りデバイスの設計について述べる。

キーワード：学習習慣化支援, 学習促進支援, 学習見守り, IoT, スマートスピーカ

1. はじめに

親からの「勉強しなくていいの?」や「勉強したの?」というような声かけは、学習をそろそろ始める必要があると気付いていた子どもにとっては、モチベーションの低下につながりかねない。実際に学習を始めようとしていたかどうかに関わらず、親からの指摘に対しては「今やろうと思っていたのに」と反発しがちである。このように、親が子どもに学習に関する声かけを行うことは非常に難しい。そこで本研究では、親ではなく第三者の立場で声かけや学習活動の見守りを行う学習見守りデバイスの開発を目指している。

我々は、声かけを行う際には適切なタイミングと適切な言い方が重要であると考えており、それを学習見守りデバイスで実現するため、学習者の学習活動状況を正確に把握することを重要視している。我々は既に先行研究において、筆記音波形の画像を用いて学習者の筆記状況を推定する判定器の作成を行った。判定器

は、機械学習の手法を用いており、8割程度の精度で識別することができた⁽¹⁾。現在本研究では、この筆記状況推定手法とスマートスピーカを用いることにより、学習見守りデバイスの製作を進めている。本稿では、学習習慣化及び促進支援の現状や先行研究について述べ、前述したデバイスを作成するにあたり必要な機能などを考察した結果を示す。

2. 学習習慣化及び促進支援

我々は、学習見守りデバイスで声かけや学習活動の見守りを行うことにより、学習の習慣化と促進の支援につながると期待している。本研究では、学習習慣化を「学習計画を立て、計画で予定した時間に学習を始める習慣が身につくこと」と定義し、学習促進を「学習を開始した後、最後まで集中して学習を進められるように仕向けること」と定義する。つまり、学習習慣化支援は、学習者が学習活動を開始するための支援で

あり、学習促進支援は、学習者が学習活動をやりきるための支援ということになる。

学習を行ったことを学習者自身で記録することは、学習を習慣化させる上で有効な手段の1つである。しかし、学習者が自己申告で学習活動を記録するため、正確な学習時間の記録は期待できない。例えば、学習途中で学習とは別な活動をしていても、学習の開始時刻と終了時刻を記録しただけでは、実際の学習時間を正しく記録したとは言えない。また、学習の習慣が身についていない学習者は、学習活動を記録する習慣がそもそも身についていないかもしれない。

また、学習の促進支援を行うには、学習状態に応じて声かけなどを行う必要がある。例えば、筆記学習中の学習者の書く手が長い時間止まっていたら、「どうしたの？」のような声かけをシステムに行わせたい。そこでもし、学習とは別なことを行っていたら、「学習に戻りましょう」というように声かけを行い学習を促進させることができる。

以上から、本研究では、過去の学習状況や現在の学習状況を把握し、その情報をもとに適切に声かけできる学習見守りデバイスの実現を目指す。

3. 学習習慣化支援デバイスの先行事例

学習の習慣化を目的としたデバイスの関連研究としては、鶴岡らのクッション型デバイスを用いた自律学習促進システム⁽²⁾がある。このクッション型デバイスは、センシングされる学習者の着座姿勢を元に学習状況が算出され、遠隔地の学習者と共有する。また、学習者に遠隔地にいる相手の学習状況を LED の光で提示することができる。鶴岡らは、相手の学習状況を認識させることが、自分も学習しなければという学習意欲を促進する効果があることを確認している。

また、現在実用化されているものとして、見守りロボ Kibiro (<https://www.kibiro.com/>) を用いた家庭学習の促進という取り組みがある。これまでは、タブレットを用いた塾の学習指導を遠隔で行う際に、メンターがアプリの起動状況や電話をかけて生徒の学習状況を確認していたが、Kibiro のカメラによる映像を用いることでリアルタイムに確認できるようになったというものである。そのため、見守りロボだけで学習習慣

化支援を行っているのではなく、人（メンター）が見守りと支援を行うことを前提とした取り組みである。

4. システム設計

4.1 システム全体の構成と機能

我々の研究室では、学習習慣化支援の研究として、「ケイゾクサセテナー」というシステムの開発を行っている⁽³⁾。ケイゾクサセテナーでは、何か習慣化させたいと思っている人同士でエールを送り合うことと、その日に設定した目標を終えたことを記録し報告し合うことができる。本研究で開発する学習見守りデバイスを用いた学習習慣化・促進支援システムにおいても、ケイゾクサセテナーの枠組みを利用する。

図1のシステム全体の概略図に示すように、学習見守りデバイスのユーザとなる学習者は、小学生程度の子どもを想定しており、その場合は保護者が学習見守りデバイスの管理者となる。保護者は、ケイゾクサセテナーアプリを使用して学習見守りデバイスに必要な情報を登録しておくことで、直接監視していなくても子どもの学習状況の実態を確認することができる。また、過去の学習状況や現在の学習状況の情報をもとに、ファシリテータ・モジュールが、適切なタイミングと適切な言い方を判断して学習見守りデバイスに声かけを指示することで、学習見守りデバイスからの声かけを実現する。

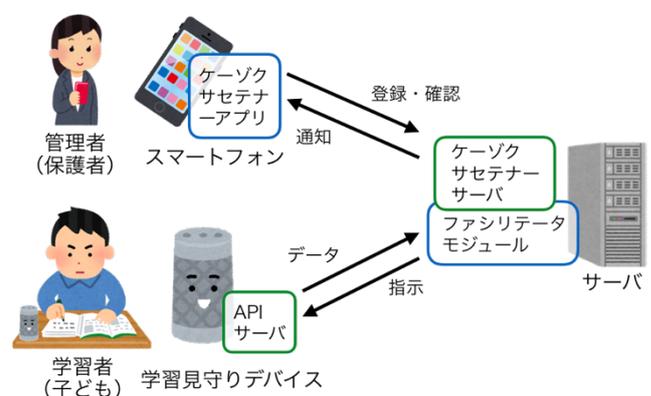


図1 システム全体の概略図

4.2 ファシリテータ・モジュールの役割

ファシリテータとは、自分自身は活動に参加することなく、中立的な立場から場を活性化させる役割を担う人のことである。例えば、アクティブラーニングにおける教師はファシリテータとして振る舞うが、学習

内容に対して直接的な指導を行わない。

学習見守りデバイスも、ファシリテータとして振る舞えるように、その振る舞いを計算するサーバのファシリテータ・モジュールからの指示に従って動作する。なお、ファシリテータ・モジュールの詳細設計はまだ行っていないため、本稿では詳細については省略する。

ファシリテータ・モジュールを実装することにより、学習見守りデバイスを用いた学習習慣化・促進支援システムは、次のような流れで支援を行うことができるようになる。

(1) 学習者特定

学習見守りデバイスに近づいてきた人物が学習者か判定を行う。

(2) 課題確認・スケジュール計画

学習者本人であれば、その日に行わなければならない課題を列挙させて確認させる。いつから(何時から)課題を開始する計画なのかについても確認させる。

(3) 学習始め・学習中

開始時刻になったら通知を行う。学習を開始後は学習状態の判断を行い、手が止まっているなどと感じら

れた場合は、声かけなどを行い学習に戻るように促す。

(4) 課題のチェック

学習が終了した際には、終わった課題などをカメラで撮影するなどして課題のチェックを行い、その後、親からのメッセージなどがあれば、それを通達する。

4.3 学習見守りデバイスの設計

学習習慣化支援システムであるケーゾクサセテナーでは、サーバは Django と Django REST Framework を用いて REST API サーバとして構築している。ここに学習見守りデバイスを加えて学習習慣化・促進支援システムとするためには、学習見守りデバイスはサーバ側からのリクエストや指示に対応できる API サーバとして動作させたい。また、子どもが使うことを想定していることから、スマートスピーカのように音声によるユーザインタフェース (VUI) を提供したい。そこで、学習見守りデバイスは、Raspberry Pi をスマートスピーカ (Google Home) にすることができる「AIY Voice Kit」(<https://aiyprojects.withgoogle.com/voice/>) を用いて開発する。

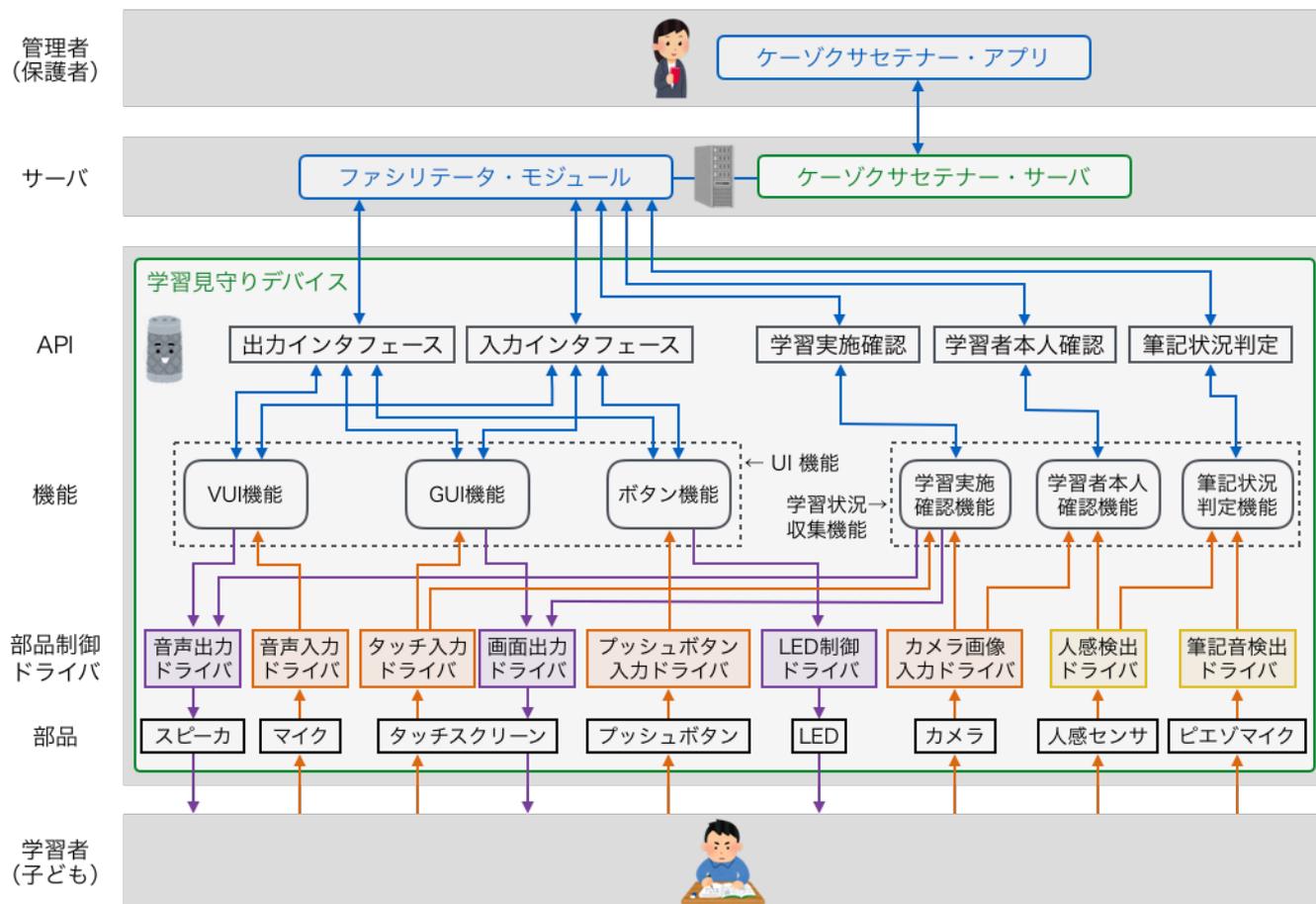


図 2 学習見守りデバイスの構成図

図2に示すように、学習見守りデバイスが提供するAPIに必要な機能は、UI機能と学習状況収集機能の2つに大別できる。

4.3.1 UI機能

UI機能は、学習見守りデバイスと学習者との間でやり取りを行わせるための機能である。以下の3種類のUIを提供する。

(1) VUI (Voice User Interface)

スピーカとマイクを用いて音声でやり取りを行うためのインタフェースを提供する。図2では省略しているが、Raspberry Piのネットワーク機能を利用して、Google Homeのスマートスピーカとして実現する。

(2) GUI (Graphical User Interface)

Raspberry Piにタッチスクリーンを接続し、GUIによるやり取りを行うためのインタフェースを提供する。

(3) プッシュボタン

AIY Voice Kitに含まれているLED付きのプッシュボタンを用いて、シンプルなやり取りを行うためのインタフェースを提供する。

4.3.2 学習状況収集機能

学習状況収集機能は、ファシリテータ・モジュールからの要求に対して、現在の学習者の学習状態を応答する機能である。以下の3種類を提供する。

(1) 学習者本人確認機能

人感センサを用いて人の存在を確認する。さらに、近くにいる人が学習者本人であるか、カメラ画像の画像認識により判断する。

(2) 筆記状況把握機能

人感センサで人の存在を検知できていれば、ピエゾ素子によるマイクで机上の筆記音を収録する。そして、筆記音の波形を画像化したものから筆記状況を判断する先行研究⁽¹⁾を用いて、筆記状態の判断を行う。ここでは、ピエゾ素子から得られた筆記音の信号を、USBオーディオインターフェイスを通してRaspberry PiのUSBからデータの入力を行う。音の1秒間の波形を画像化し、判別器にかけて筆記状況の判定を行う。先行研究の筆記状況判断プログラムをドライバ化してデバイスの機能として組み込むことで実現する。

(3) 課題確認機能

終えた課題をカメラで撮影して記録する機能である。学習者にカメラの指定範囲に課題を置かせ、撮影を行

う。これにより、課題が終わっていないのに終わったというような嘘の申告を防ぐことも期待できる。

5. おわりに

本稿では、過去の学習状況や現在の学習状態を把握し、その情報をもとに適切に声かけできる、学習見守りデバイスについて述べた。今後実装を行うには、ファシリテータ・モジュールの詳細な設計が必要となる。

一般的なスマートスピーカは、ユーザが発した「キーワード」に反応して音声聞き取りモードに切り替わることで利用可能となる。学習見守りデバイスでは、見守りデバイスの方から声かけを行えるようにする必要があるため、センサから得られた状態をキーワードの一種としてみなすようにするなど、実装時には工夫が必要である。

また、学習見守りデバイスは学習の習慣化・促進支援を行うためのものであるため、課題の問題の答えを聞かれて答えを全て教えてしまっただけでは、学習の見守りにはならない。スマートスピーカのように何でも答えようとしてはいけないことに注意しなければならない。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費17K01130の助成を受けた。

参考文献

- (1) 溝口啓太, 三好康夫: “学習習慣化支援のための机上ノイズ音から筆記状況を判定する手法の開発”, 2017年度JSiSE学生研究発表会(2018)
- (2) 鶴岡秀樹, 小山健太, 白樫陽太郎, 矢入郁子: “クッション型デバイスを用いた自律学習支援システムの提案”, 電子情報通信学会論文誌2017/1 Vol. J100-D, No.1, pp.36-46(2017)
- (3) Miyoshi, Y. and Okamoto, R.: “Encouraging Each Other in the Community Site for Habit Development”, Wong, L.-H. et al. (Eds.): Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education (ICCE2013), pp.292-294(2013)

作問学習における学習者の知識推定を精緻化するための マルチモーダル情報の活用

千葉 直杜, 後藤田 中, 林 敏浩
香川大学

Use of Multimodal Information to Improve Knowledge Estimation of Students in Question Posing Learning

Naoto CHIBA, Naka GOTODA, Toshihiro HAYASHI
Kagawa University

我々は、作問を通して個々の学習者に適応した基礎知識学習を支援する知的教育支援システム ASQ を開発している。ASQ は、作問の文脈を通じて学習者の知識状態を推定する。テキストベースによる作問や対話を通して得られるテキスト情報は、我々が常用している様な、表情や声の抑揚などの対話の緒となる非言語情報が不足しているため、深い知識推定を行うことが困難である。本稿では、取得したマルチモーダル情報に基づく学習者との対話による知識推定を精緻化する手法について述べる。

キーワード: e-Learning, 知的教育システム, 作問学習, マルチモーダル情報, 顔認識情報, 対話

1. はじめに

我々は、作問を通して個々の学習者に適応した基礎知識学習を支援する知的教育支援システム ASQ (Active S-Quiz) の開発を行っている⁽¹⁾。ASQ は、学習者主導による作問の文脈を取り入れることで、入力された作問情報や対話を通じて学習者の知識状態を推定する。しかし、現状の ASQ では、テキストベースによる作問や対話を行っているため、学習者の作問や対話からの言語情報に基づいた知識推定しか行っておらず、実際の対面授業で人間の教師が行っているような、学習者の表情や声の抑揚などの非言語情報を手がかりとした知識推定を行うことはできない。

そこで、学習者の知識状態をより深く推定し、個々の学習者に適応した教授支援を行うために、学習者の表情や声の抑揚などの非言語情報を活用することにより、知識推定を精緻化することを目指す。本稿では、学習者の動画コンテンツ視聴時の顔認識情報や、作問する際の音声情報などを取得し、それらの非言語情報を活用した対話を展開することにより、学習者の獲得知識について深く推定を行う手法について述べる。

2. 知的教育支援システム ASQ

2.1 ASQ の梗概

我々の開発している知的教育支援システム ASQ は、基礎知識学習を対象としている。ここでの基礎知識とは、様々な学習対象領域の学習において、「まずは覚える、知っておくべき」といった基礎となるべき知識とする。また、これらの基礎知識を、ある程度のまとまった単位で学習することを「基礎知識学習」と呼ぶ。

ASQ は、基礎知識学習を序盤・中盤・終盤の 3 段階に分割し、作問を通じて学習支援を行う。まず、学習の序盤では、学習者にはシステムからの誘導無しで、動画コンテンツを視聴して獲得した知識を用いて自由に多肢選択問題による作問を行ってもらい、入力された作問情報から学習者の知識状態を推定する。学習の中盤では、序盤で推定した知識状態を用いて、システム主導による作問誘導や、問題演習による基礎知識の補完及び誤り知識の修正を行う。学習の終盤では、ドリル&プラクティスを用いて既有知識の強化及び定着を行う。ASQ のシステム構成を図 1 に示す。

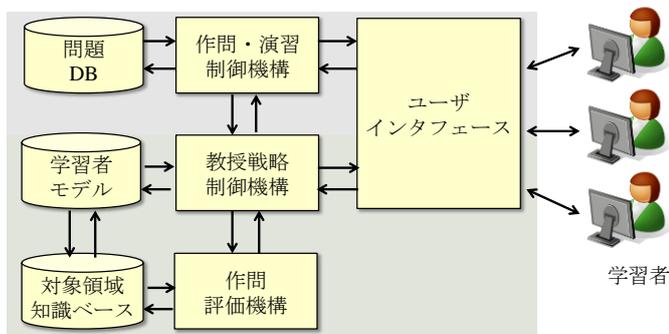


図 1 ASQ のシステム構成

2.2 テキストベースの作問情報に基づく知識推定

現状の ASQ は、学習者によって入力されたテキストベースによる作問情報を解析し、システムが保持している対象領域知識ベースとマッチングすることによって知識推定を行う⁽²⁾。学習者の作問情報に基づく知識推定の流れを図 2 に示す。

問題入力過程および利用知識の抽出過程では、学習者に“X の Y は何ですか？”の形式で作問を行ってもらい、テキスト入力された問題文を形態素解析することにより、学習者が作問に利用した知識を抽出する。

利用知識の同定過程では、学習者は作問を行う際に必ずしも正しい言葉を使うとは限らないため、表記ゆれや入力の誤りに対応するために、抽出した利用知識に類似する知識が対象領域知識ベースに存在するかをマッチングにより確認し、該当知識が 1 つ以上存在した場合には、学習者との対話を通じて同定を行う。

利用知識の正誤判定では、問題文入力後に正答と誤答 3 つをテキスト形式で入力してもらい、正答に入力された文字列が正答となり、誤答の全ての文字列が正答にならないければ、作成された問題は正しいと判断し、作問に利用した知識について既知であると推定する。

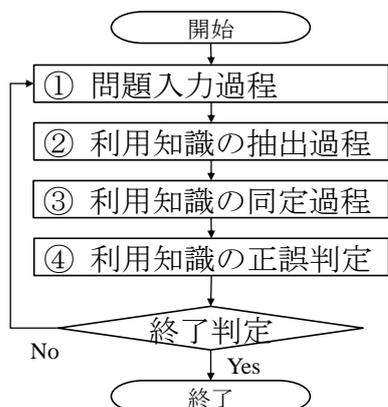


図 2 作問情報からの知識推定の流れ

3. マルチモーダル情報を活用した知識推定

テキストベースによる作問や対話では、反映されたテキスト情報から学習者の知識推定を行うが、未反映の獲得知識については推定できない。しかし、我々は普段から表情や音声などの様々な非言語情報を活用しながら対話を行っている。そこで、学習者の動画コンテンツ視聴時の顔認識情報や、作問や対話を行う際の音声情報などの非言語情報を取得し、それらの非言語情報を用いた対話を展開することで対話のアプローチ幅を広げることにより、さらに精緻な知識推定を行う。

3.1 動画視聴時の顔認識情報に基づく知識推定

テキストベースの作問情報からでは推定できない学習者の未反映の獲得知識を推定するために、マルチモーダル情報の一つとして、学習者が動画コンテンツを視聴している際に顔認識を行うことにより、学習者の動画コンテンツの視聴情報を取得する。ここでの視聴情報とは、動画コンテンツ再生時の顔の向きや表情などの情報とする。視聴情報を取得するために、Web カメラを用いて、動画コンテンツ視聴時の学習者の顔認識情報を取得し、得られた情報を用いて対話を行うことにより、未反映の獲得知識について推定を行う⁽³⁾。実際に顔認識を行っている様子を図 3 に示す。



図 3 顔認識の様子（被験者の掲載了解済み）

顔認識が成功している場合、学習者の顔は正面を向いており、動画コンテンツを視聴していたことから、そのシーンで説明されていた知識を獲得している可能性が高いと考えられる。そこで、視聴情報から獲得していると思われる知識の候補を抽出し、候補の中から

作問できそうな知識について学習者と対話を行うことにより確認し、未反映の獲得知識について推定を行う。

一方で、顔認識が長時間失敗している場合、学習者の顔が正面以外の方向を向いており、動画コンテンツを視聴していなかったことから、そのシーンで説明されていた知識は獲得できていない可能性があると考えられる。そこで、学習者との対話を通じて本当に見ていなかったか否かなどを確認することにより、当該知識については未獲得であると推定する。

3.2 動画視聴時の表情や姿勢情報に基づく知識推定

より多くのマルチモーダル情報を活用して深く知識推定を行うために、顔の向き情報以外にも、動画コンテンツ視聴時の学習者の表情や姿勢の情報についても取得を行う。例えば、動画コンテンツ視聴中に顔が正面を向いており動画を見ていた場合においても、困った表情や首を傾げるポーズが検出された場合、そのシーンで説明されていた知識については獲得できていない可能性が高いと考えられる。対話を通じてそれらの知識を十分に理解できていないことが確認できた場合、作問誘導ではなくドリル&プラクティスでの学習支援を検討している。姿勢認識を用いて首を傾げている様子を検出している例を図4に示す。

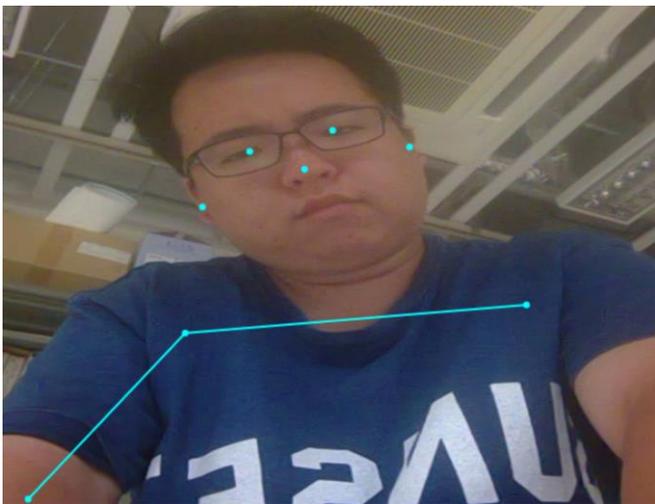


図4 姿勢認識の様子（被験者の掲載了解済み）

3.3 学習者の音声情報に基づく知識推定

我々は普段の対話において、音声からも非言語情報を多く取得している。そこで、学習者に作問を行ってもらう際などに、現状のテキスト入力ではなく、音声入力を用いることで、声の抑揚などの非言語情報を活

用した知識推定についても検討する。

例えば、作問誘導において、誘導した知識に対する作問が可能か否かを問う対話を行った際に、学習者の声から自信の有無を推測し、作問可能であると発言した場合でも、声の抑揚から自信の無さが読み取れた場合は理解度が低いと推定し、別の知識への作問誘導を検討している。また、発声間隔の情報を取得することにより、作問の際に発声までに時間がかかっている場合、作問できそうな知識について学習者が気づいていないと推定できると考える。

問題解答の際についても、正答を読み上げるまでに時間がかかっている場合や、声に自信が感じられない場合は、たとえ問題に正解していたとしても、学習者はその知識についてあまり理解できていない可能性があると考えられる。

4. まとめ

本稿では、学習者との対話を豊かにすることにより、学習者の知識をより深く推定することを目的とした、動画コンテンツの視聴情報や音声情報などのマルチモーダルな情報の活用手法について述べた。動画コンテンツ視聴時の顔認識情報や、作問や問題解答時の音声情報などを取得し、それらの非言語情報に基づく対話を展開することにより、学習者の知識状態をより精緻に推定する。今後の課題として、学習者との対話を行うためのより自然なインタラクションを行うことができるインタフェースについても検討する。

参考文献

- (1) 林敏浩, 千葉直杜, 後藤田中, 村井礼, 八重樫理人, 垂水浩幸: “作問学習を通じた知的教育システムの開発 – 作問誘導による学習支援–”, 教育システム情報学会 第41回全国大会, pp.197-198 (2016)
- (2) 千葉直杜, 後藤田中, 八重樫理人, 村井礼, 垂水浩幸, 林敏浩: “作問を通じた学習支援を行う e-Learning システムの開発 ~作問からの学習者の知識推定~”, 平成28年度電気関係学会四国支部連合大会 講演論文集, p.223 (2016)
- (3) 千葉直杜, 後藤田中, 林敏浩: “動画コンテンツ視聴情報に基づく学習者の獲得知識の推定”, 教育システム情報学会 2017年度学生研究発表会, pp.255-256 (2018)

Improving content quality using student log data

Khalifa SY, Naka GOTODA, Toshihiro HAYASHI
Kagawa University

In Senegal as many developing country it has become increasingly difficult for student to focus on learning, define goals, and work toward them. Designing tools to complete and reinforce their work has become necessary. The purpose of this research is to help design an e-learning complemented with neural network that will advise student depending on their current status. The users in the improvement of learning. To achieve these goals, we use the evaluation of the students' performance coupled with the workload they receive. The results produced are distributed between student and teacher to facilitate their work. This feedback can be used by teachers to identify parts of their course they should improve. Armed with that knowledge we hope that student can make better use of the time they have to prepare for the challenges ahead.

Keywords : E-learning, Neural networks, Performance evaluation, Intelligent Tutoring System, Workload

1. Introduction

In Senegal as many developing country it has become increasingly difficult for student to focus on learning, define goals, and work toward them. The current communication between the actors (students, teachers, and so on) of education is not sufficient to adapt to the ever changing world. Designing tools to complete and reinforce their work has become necessary.

The purpose of this research is to design an e-learning that will advise student. The e-learning must also support the students in eliminating the weaknesses they have in the subject they are studying. The main target of this system are high school student of developing countries. Through the support we can extract information that could be relevant to the users in the improvement of learning. On this specific subject a few approach were used. We referred to ⁽¹⁾ a paper that present a way to use artificial neural network with Moodle log data to predict student in situation to succeed in a subject. The article ⁽²⁾ explain a method using multilayer perceptron to predict student result in first year of university. This prediction allow then the university to take pre-emptive actions against the phenomenon. Here the input data comes from the student profile. I ⁽³⁾ combine web usage mining and classification to generate model useful for decision making in education.

In this system case the student go through N phase. First assessment, its goal is to measure prior knowledge that would increase the speed of knowledge acquisition. Secondly the student the student go through the learning phase. Studying subject by accessing a chapter and completing the assignment related to it. Third phase is result assessment. The progress of the student are analyses using an A.N.N. simultaneously the results are compared to other student's. This way it become possible to alter the content structure in order to facilitate learning. If a lesson is too difficult, the

lesson can be simplified through division by Key points. The student progress is regulated by policies that are triggered by the comparison of the student performance and the overall performance. Finally the most important change can be made available to content providers (teachers). To improve quality and efficiency. In the examples we use mathematics but the goal is for the system to be able to receive any Learning material that conform to the model described.

The expected result is to generate data that will help both student and teacher. First for the student find out how far are they from their goal and what is the shortest path toward it. Through the policies the student can find an optimal learning path. Secondly the teacher can create more useful material for the students. By getting feedback on what change make the material easier to use for the students. Though the cycle personalized content and material quality improvement we can improve learning conditions.

We also referred to ⁽⁴⁾ which gives a basic introduction of ANNs. Then ⁽⁵⁾ where the characteristics of ANNs are elaborated. To create a multi-layer perceptron (M.L.P.). A multi-layer-perceptron is a type of feed forward neural network.

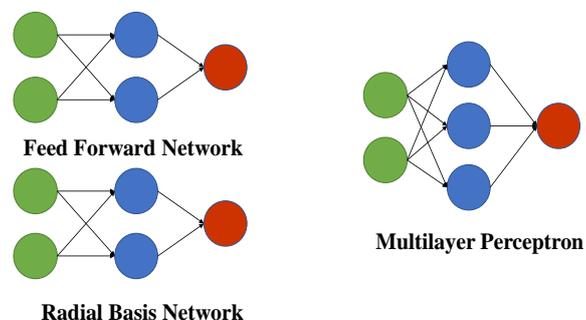


Figure 1 Feed Forward Networks

2. Learning control flow

2.1 Flow of the system.

For the given subjects

1. First the student will take an assessment
2. The student for each lesson complete a set of assignment dependent on a key point.
3. The progress of the student are compared to other student (Determine if the student need to put emphasis on the current point)
4. If a lesson is too difficult the lesson is simplified through division by Key point.
5. The result come out, the teacher get the data needed to update the material.
6. The training data is updated.

This is applied to a system where a subject has a set of lessons. Within the lessons there are the content and it is summarized by key points. To acquire the knowledge the student will have to solve a set of assignments.

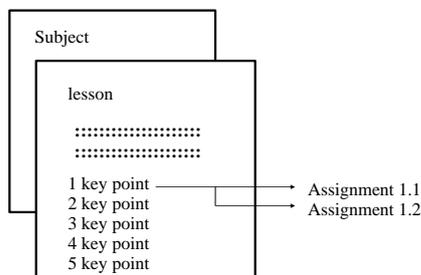


Figure 2 Format of the material

To start a subject the system give an assessment. The goal is to estimate how fast a student can advance.

2.2 The system configuration:

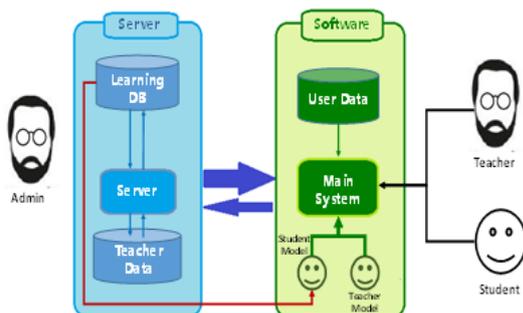


Figure 3 System configuration

In this system configuration, we have five different agents. Among them we have three real agents and two virtual agents.

Real agents:

- The admin is responsible for verifying that the user registered as a teacher is a really a teacher. Secondly the admin vetting the content supplied by the teacher.
- The teacher who is in charge of creating material for the student to use. Teachers can also review the performance of the student.

- The student who can study access the material review their record.

Virtual agent:

- The virtual teacher will receive the lesson published by teacher that no longer use the system.
- The virtual student is a model of the students' performances.

2.3 The neural network and its policies

Its purpose is to estimate the student situation compared to the norm. Which is overall results of the students in that subject. While trying to comprehend a lesson the students result depend on the prior knowledge they might have. The number of opportunities they have to apply the knowledge. So for these reasons the following simulation have been made:

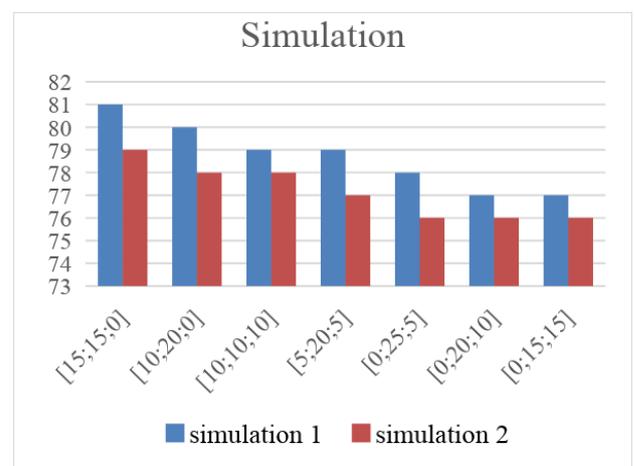


Figure 4 Performance of students depending on number of assignment and assessment score

The more assignment there are to more likely it is for students to understand the lesson.

Then the other influence on the student understanding is the workload. The time the student have to complete these assignment

Input data

- Assessment: Initial head start.
- Number of assignment
- Time: the time required by the student to complete a set

Output data

- Estimated Score

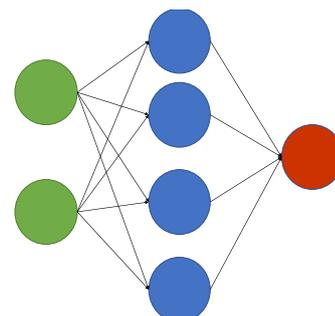


Figure 5 Multilayer perceptron used in this research.

To complement the network policies triggered by the network results are.

The number of assignments modifying the number of assignment make it easier for the student to understand. To make sure the student is not dissuaded to use the material the number of assignment to do for the student is maintained under six6 for one key point.

Simplification, this use the key point of each lesson to create sub lessons to divide a material into more manageable parts. For one lesson with eight key points we can separate into two lessons with four 4 key points. In the case two key point are interdependent since they cannot be separated they will stay in the same group or be their own group.

Lesson a	Lesson b
1.Key point	1.Key point
2.Key point	2.Key point
3.Key point	3.Key point
4.key point	4.key point
5.key point	5.key point

Figure 6 Illustration of simplification

Material update by the teacher allow to gradually address the flaws in the material. When the teacher review the student's record he will see which part of the lesson has the higher rate of failure. From then first check if the simplification has solved that problem. If so make the change permanent. In the case it didn't the teacher can propose a different solution or try solution that have been used before if they apply.

3 Expected result

For this research the data we focus on is log data from students' performance for the A.N.N. inputs. Through the support of the policies. The format of the log data we use is illustrated in Table 1.

Table 1 Format of the students log data

Id	stu_id	less_id	time	a_score	a_num	result
1	140	7	00:07:00	24	3	78
2	144	8	00:06:00	23	2	70
3	262	2	00:11:00	10	3	78
4	172	6	00:08:00	20	3	75

The id represent the following values:

- stu_id for student id
- less_id for lesson id
- time the student used to finish the assignment
- a_score for Assessment score
- a_num for the number of assignment the student must complete
- result the score of the student (percentage)

For the teacher when a large number of student

get stuck at the same problem this material will be marked as something that must change. First the teacher can know if simplification solve the issue. Otherwise he can implement other solutions.

By adjusting the complexity of the material, we can adjust the workload of the student to manageable level.

The student will get to quickly isolate the points that trouble them and resolve these issues.

4 Summary

In this paper, we described the e-Learning system with neural network for facilitating studies. By dividing the workload, facilitating student studies become possible to improve the learning environment. We hope that student will get the habit of managing their performance. As well as allowing the study material to improve over time

Currently we are developing NTE an e-learning coupled with artificial neural network (work in progress). At the network training phase.

References

- (1) "Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models" by M. Delgado Calvo-Flores, E. Gibaja Galindo, M. C. Pegalajar Jiménez, and O. Pérez Piñeiro.
- (2) Predicting students' results in higher education using a neural network" by Bogdan Oancea and Raluca Dragoescu and Stefan Ciucu (2013).
- (3) Web Usage Mining for Predicting Final Marks of Students That Use Moodle courses " by Cristobal Romero Pedro G. Espejo Amelia Zafra Jose Raul Romero Sebastian Ventura (2010)
- (4) "Basic of Artificial Neural Network" by Ms. Sonali. B. Maind, Ms. Priyanka Wankar (2014)
- (5) "A Comprehensive Study of Artificial Neural Networks" by Vidushi Sharma, Sachin Rai, Anurag Dev (2012)
- (6) Roger Marples, "Well-being as an aim of education". In Roger Marples(ed.), "The Aims of Education", pp.133-144, Routledge, London and New York(1999)
- (7) Neil T. Heffernan III, "Intelligent Tutoring Systems have Forgotten the Tutor: Adding a Cognitive Model of Human Tutors", School Of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh (2001)

文字認識 API を用いた講義アーカイブ閲覧システムの設計

大西 淑雅^{*1}, 下井倉 慶紀^{*2}, 山口 真之介^{*1}, 近藤 秀樹^{*1}, 西野 和典^{*3}
九州工業大学 ^{*1} 学習教育センター ^{*2} 情報工学部 ^{*3} 教養教育院

Design of Browsing System for Lecture Archived Video Using Character Recognition API

Yoshimasa OHNISHI^{*1}, Yoshiki Shimoikura^{*2}, Shin'nosuke Yamaguchi^{*1},
Hideki Kondo^{*1}, Kazunori NISHINO^{*3}

Kyushu Institute of Technology ^{*1} Learning and Teaching Center,
^{*2} Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, ^{*3} Institute of Liberal Arts

あらまし:我々は、市販の Web カメラとフリーウェアを用いた講義アーカイブシステムに関する研究開発を行っている。本稿では、LMS との連携を考慮した講義アーカイブ閲覧システムの検討について報告する。具体的には、Moodle やインターネットサービスで提供される API を用いることで、LMS 上における講義アーカイブ動画の閲覧環境の改善について報告を行う。

キーワード: Moodle, 文字認識, 講義アーカイブ, システム連携

1. はじめに

動画を用いた教材を提供するシステムとして、講義(授業)アーカイブシステムがあり、多くの研究開発や実践が行われている^(1~10)。講義アーカイブを受講生に提供する目的の多くは復習であると考えられるが、授業に参加できなかった学生への救済、教職員の FD の一環としての授業公開、翌年度以降の教育素材としての記録、などの利用も一般的である。

講義アーカイブは講義室の設備として、手軽に導入・実践できる半面、管理コストを削減するために、動画編集を行わないことが多い。しかし、講義の中でアーカイブに相応しくない部分も録画されることも多く、講義アーカイブを活用する上での課題の一つである。市販の講義アーカイブシステムの中には、スライドデータの変化を検知し、自動的にインデックスを付与するものもある。

我々は、録画側で対応する方法として、教員自身に録画制御行ってもらう方法⁽¹¹⁾といった試みを行ってきた。今回は、再生側において講義アーカイブの閲覧支援として、テキスト検出といったインターネットサービスを用いる方法について報告を行う。

2. 講義アーカイブシステムの概要

本学に導入されている講義アーカイブシステム(第2期:2015.3~)の構成を図1に示す。本システムは、ネットワークカメラとフリーウェア openRTSP⁽¹²⁾を用いたオリジナルシステム⁽¹³⁾であり、ストリーミングサーバに Adobe Media Server⁽¹⁴⁾または Wowza Streaming Engine⁽¹⁵⁾を用いる。

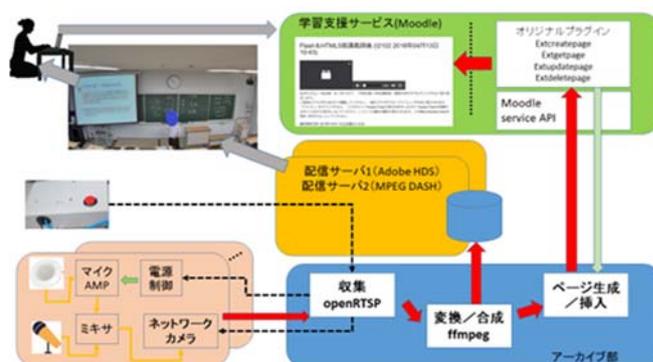


図 1 講義アーカイブシステムの概要

また、Learning Management System (LMS)との連携を重視し、該当コース内にあるスライドファイル(情報)との LMS 上での連携を検討してきた。具体的には、特定コース上に講義アーカイブの閲覧ページを自

動挿入^(16~18)することで録画終了後、数時間で自動公開できる機能を持つ。

表 1 2018 年度のアーカイブ例

科目名	日時 (時間)
科目 1 : アルゴリズム設計 S	毎週月曜日 4 時限, 金曜日 2 限 (4 月 6 日~6 月 1 日)
科目 2 : 離散アルゴリズム特論	毎週水曜日 2 時限, 金曜日 2 限 (6 月 8 日~7 月 27 日)
科目 3 : プログラミング	毎週月曜 3 限, 4 限, 5 限 (4 月 9 日~5 月 28 日) 毎週月曜 3 限, 4 限 (6 月 11 日~7 月 30 日)

2.1 アーカイブの事例

表 1 に 2018 年度前期のアーカイブ例を示す。科目 1 では、講義冒頭に「何人かの学生を指名し、黒板上で回答させる」といった演習時間が設定されているため、自作の制御装置⁽¹²⁾を講義室に設置した。教員が制御装置のボタンを操作することによって、講義アーカイブシステムを直接制御できるようになっている。科目 2 は大学院の科目であり、講義録画のみを行い、受講生への公開は行わなかった。そのため、制御装置は使用せず、時刻にあわせて録画の開始・終了をスケジュールした。科目 3 は PC を用いた演習付き講義であるが、前半は週 3 コマの進むため、学生の復習(救済)するために利用された。

2.2 再生方法

図 2 に示すように、「Flash&HTML5 講義録画」のようなアーカイブ名称のページが自動的に挿入される。利用者はこのページを開くことで、図 3 に示すような、再生ページが表示される。再生デバイスの自動判定は行っていないため、HTTP Dynamic Streaming⁽¹⁹⁾ と HTTP Live Streaming⁽²⁰⁾ の 2 種類のストリーミング再生コードを並べている。

再生プレーヤは標準的な、再生・停止・タイムライン・ボリューム・再生時間表示などが使用できる。しかし、先行研究や市販の講義アーカイブシステムのように、スライドの切り替わりを判定してインデックスを自動生成する機能はない。

2. 計算モデルと漸近記法 4/9

Flash & HTML5 版講義録画 (12102 2018年04月09日14:50)

計算モデルと漸近記法

計算モデルと漸近記法 (印刷用)



3. ソーティング I: アルゴリズムの正当性, 分割統治法 4/13

Flash & HTML5 版講義録画 (12102 2018年04月13日10:43)

ソーティング I: アルゴリズムの正当性, 分割統治法



図 2 講義アーカイブ閲覧ページの配置例 (コース上にリソースとして自動挿入)



図 3 講義アーカイブ閲覧ページの表示例

3. 閲覧システムの改善方針

講義アーカイブの閲覧に関する課題を解決するためには、講義ビデオの再生環境の改善が必要である。また、Flash Player を用いた閲覧ページは、インターネット環境の変化に合わせ MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP⁽²¹⁾ を用いた方法に変更することとした。以下、主な改善方針を示す。

- LMS(Moodle)との親和性を維持
- 閲覧者(学生)に対する利便性の向上
- 閲覧履歴の記録と再利用

本学の講義アーカイブシステム⁽¹³⁾は、フリーウェアを活用としたシステムであるため、アーカイブされた講義動画ファイルを、サーバ上で解析する仕組みの組み込みが比較的容易である。そこで、閲覧者に対する利便性の向上を目標に、再生環境において講義アーカイブ動画に対して、文字検索可能なインデックスを提供することにした。インデックス情報を動画データから生成するために、まず動画データから静止面データを作成し、インターネットサービス Google Cloud Vision API⁽²²⁾ を用いることにした。また、Google Cloud Speech-to-Text API⁽²³⁾ の活用も検討することにした。

3.1 講義ビデオの再生環境

Moodle との親和性を考慮すると、講義ビデオの再生環境は、コース内のリソース「ページ」として構築することが望ましい。一方、ビデオの閲覧と講義資料の参照は同時に行われることも多いため、コース内のリソース「ファイル」にも簡単な操作でアクセスすることが望ましい。

例えば、図 4 に示すように Moodle のウィンドウを並べて、左側に講義ビデオとインデックスボタン（図では 4 つの例）を配置し、右側にコース内の資料を連動して表示するなど考えられる。この場合のインデックスの静的生成は、他の研究と同様に、スライドの切り替わりを検知する必要がある。

また、閲覧者が講義ビデオを検索する方法として、検索ワードを入力できる仕組みを構築し、検索結果からインデックスを動的に生成する方法（図 5）も考えられる。この場合は講義ビデオの画像および音声から文字情報を生成し、文字情報のマッチング率を使ってインデックスを生成する。なお、Moodle コース上での、検索ワードの入力をどのように実現するかを検討する必要がある。その他にも、複数の閲覧者が講義ビデオを閲覧した箇所（タイムライン）をインデックスとして生成することも可能であると思われる。



図 4 リンクベースのインデックス表示案

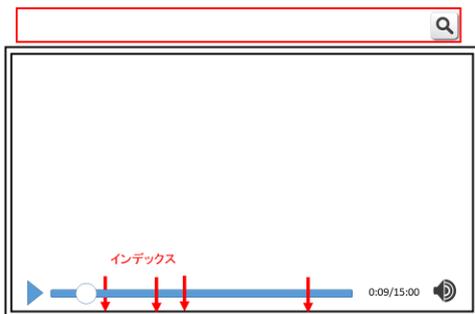


図 5 検索ボックスとインデックス表示案

3.2 静止画からのテキスト検出

Google Cloud Vision API は Google が提供している有償の画像分析サービスである。2018 年 8 月現在で、画像内のテキスト検出や画像内の顔検知など、合計 10 個の機能を利用できる。以下、PHP を用いた使い方を簡単に紹介する。

3.2.1 Google Cloud Vision API の利用

API を利用するために、以下の手順でプロジェクト作成と API の選択を行う。なお、必要に応じて API のアクセス制限を設定する。

1. 「Google Cloud Platform」でプロジェクト作成
2. 「API とサービス」を選択。API ライブラリから「Cloud Vision API」を選択し、API を有効化
3. 「API とサービス」を選択し、認証情報を作成

3.2.2 TEXT DETECTION 機能の呼び出し

Google Cloud Vision API では、リクエストとレスポンスの両方で JSON 形式を採用している。テキスト検出のドキュメント⁽²⁴⁾によると、プロトコルは図 6 に示す通りである。“image”には画像を指定し、“features”のタイプには "TEXT_DETECTION" を指定する。画像がローカルに格納されている場合、BASE64 エンコード文字列に変換した上で指定する。画像の指定方法には複数の方法を使用できる。なお、付録.1 に予備実験に使用した実験用 PHP コードを示す。



図 6 TEXT DETECTION プロトコル
<https://cloud.google.com/vision/docs/detecting-text?hl=ja#vision-text-detection-protocol> より引用

4. インデックスデータの生成

講義アーカイブの閲覧に必要なインデックスは、講義動画に記録された画像化された文字情報により生成されるものと、音声データにより生成されるものを組

み合わせる必要がある。本研究で対象としている講義動画には、スクリーンに投影されたスライドによる説明や板書による解説などを想定している。

4.1 スライドからのテキスト抽出

LMS との連携を前提としているため、講義動画内に登場するスライドデータは、LMS に登録されていると思われる。そこで、対象コース上のリソース情報を Moodle API⁽²⁵⁾ を用いて取得し、該当コース上のすべての PDF・PPT ファイルからキーワードとなり得るテキストデータの抽出をあらかじめ行う。

その上で、講義動画から静止画を生成し、Google Cloud Vision API を用いて、テキスト検出を行う。これら二つのデータを用いてインデックスの対象データを生成する。なお、講義動画からの静止画の生成間隔やその方法については、現在検討中である。

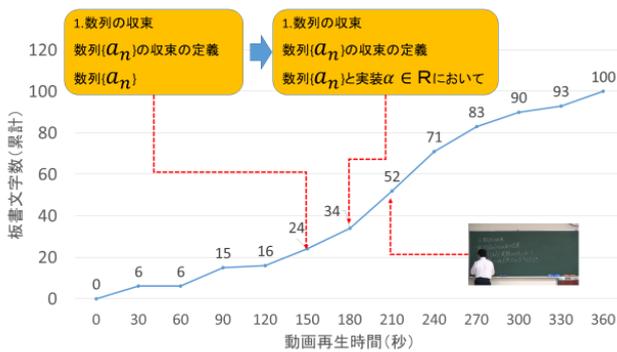


図 7 板書速度の調査結果

4.2 板書からのテキスト抽出

板書を中心とする講義動画の場合には、(a)板書をある程度終えて説明、(b)板書しながら説明、といった授業スタイルによって、静止画像の生成間隔が異なると思われる。そこで板書タイプの講義動画を実際に閲覧し板書速度を簡単に測定した。図 7 に結果を示す。

概ね 60 秒程度で、数行の板書文字に相当し、20～40 文字程度の情報が増えることがわかる。3～4 行の板書毎にテキスト検出をできればよいと思われる。そこで、静止画の動画分割の間隔は 90～120 秒程度でまずは検討することにした。なお、板書タイプの講義動画には、教授者自身が板書文字を隠すこともあるため、テキスト検出を複数回実施することで、文字情報の補間を行う必要があることがわかった。

5. 既存動画を用いた予備実験

予備実験では、ビデオカメラで板書タイプの講義を撮影した既存動画 (表 2) を用いた。FFmpeg を使って、動画から静止画を生成し、幾つかの静止画を Google Cloud Vision API に渡し処理をした。以下の例では、フレームレートを小さく設定 (0.1) することで、10 秒間隔で静止画ファイルを抽出できる。

- `ffmpeg -i 動画ファイル -ss 0 -t 7200 -r 0.1 静止画ファイル`

図 8 および図 9 に実験結果の一部を示す。図 8 は実験した中で最も認識率がよかったものである。オリジナルの板書とはかなりの差があるが、2～3 文字程度の単語レベルで、なんとか認識できそうである。

テキスト検出の認識率の向上には、解像度をあげる必要があるが、一方で Google Cloud Vision API に送信可能なサイズ上限やレスポンス時間を考慮する必要もある。なお、図 9 は認識率が悪い結果である。

表 2 予備実験に用いた既存動画

項目	サイズ
長さ	86 分
ファイルサイズ	約 2GB
解像度	1,920 x 1,080
フレームレート	29.97 フレーム/秒
ビットレート	3,328kbps

6. まとめ

本稿では、Moodle やストリーミングサーバに登録されたファイル (PDF 資料、スライド資料、動画など) より文字情報を抽出し、講義アーカイブシステムの再生機能の改善を検討した。講義動画ファイルからもある程度の文字情報を抽出し、スライド資料との連携に向けたキーワード検索による、インデックス生成が可能であることを確認した。なお、講義動画ファイルから音声データを抽出し Google Cloud Speech-to-Text API⁽²³⁾ にてテキスト検出も行ってみた。こちらもインデックスの元になるデータとして使えそうである。

なお、キーワード検索文字で静止画の場所を検索できても、その説明は静止画の前後付近の音声データに合わせて、インデックスの位置を再調整する必要があ

る。今後は、本検討結果を踏まえ、講義アーカイブ閲覧システムの実装を進めていく予定である。

参考文献

man-D $\forall n$ 数列(an)の収束の定義 $\forall n$ 敬列)(An)と実数(XER)h:n て表す. $\forall n$ 自然数 neNfBAR大きくした 25 (定理 11)数歹ソの,, $\forall n$ daX に収束す $\forall n$ 陳荷と, $\forall n$

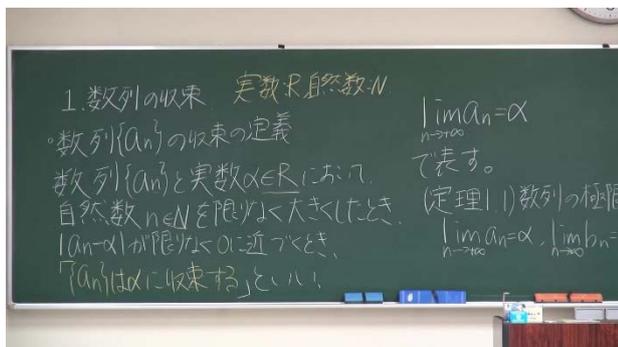


図 8 検出結果 1 (上) と静止画例 (下)
(1,920 x 1,080, 96dpi, 約 200KB)

1 2475%の有界(LAFR $\forall n$ イ 4 意の neN に対し, an 式が成 1 $\forall n$ (a ふ頂界でおと.. $\forall n$ (注意よると $\forall n$ は 1 み 35 $\forall n$ Cin $\forall n$ 田) $\forall n$ つ. $\forall n$ 田 $\forall n$ 11 齊チヨ-7 $\forall n$

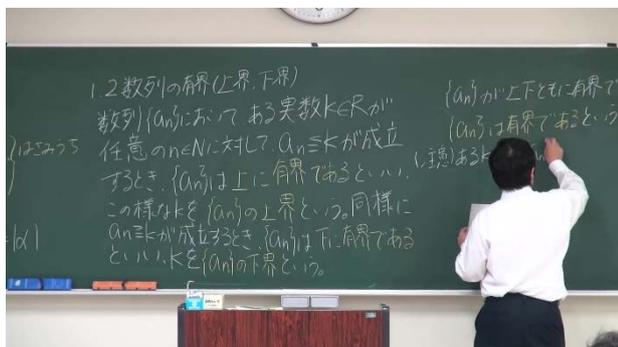


図 9 検出結果 2 (上) と静止画例 (下)
(1,920 x 1,080, 96dpi, 約 200KB)

謝辞

本稿では、豊坂裕樹先生の講義ビデオ⁽⁶⁾の一部を利用して頂いた。本研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究(C) JP16K01069, 基盤研究(C) JP16K01116 及び基盤研究(C) JP17K01136)の助成を受けた。

- (1) 市村 哲, 福井登志也, 井上亮文, 松下 温: “Web 学習用講義コンテンツを自動作成する板書講義収録システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.10, pp.2938-2946 (2006)
- (2) 永井孝幸: “ハイビジョンカメラと仮想カメラワークを用いた簡易な講義ビデオ撮影方式について”, 情報処理学会研究グループ報告, 第 9 回 CMS 研究発表会, pp.56-63 (2008)
- (3) Le Hieu Hanh, Thitiporn Lertrusdachakul, 渡部徹太郎, 横田治夫: “講義映像ビデオからダイジェスト自動作成のための重要シーン抽出手法の評価”, DEWS2008 E4-1
- (4) 山口真之介, 大西淑雅, 西野和典, 小林史典: “情報工学部における自動講義アーカイブシステムの試み”, 九州工業大学情報科学センター広報第 23 号(2011)
- (5) 川口雄一, 目時光紀, 小島洋一郎: “HTML5 によるストリーミング教材配信基盤の構築”, 大学 ICT 推進協議会 2012 年度年次大会予稿集, H4-2(2012)
- (6) Yamaguchi, S., Taenaka, Y., Toyosaka, Y., Yoshimasa, O., Nishino, K., & Fukumura, Y.: “The Distribution Method of the High Resolution Video for a Blackboard Based Lecture”, International Journal of Technology and Educational Marketing (IJTEM), 4(2), pp.28-42, doi:10.4018/ijtem.2014070103 (2014)
- (7) 吉良元, 長谷川忍: “大学院生の補完的学習環境としての講義アーカイブシステムの運用と分析”, 教育システム情報学会誌 Vol.32 No.1, pp.98-110 (2015)
- (8) 早稲田大学, Waseda Course Channel, <http://course-channel.waseda.jp/> (2018.8 参照)
- (9) 奈良先端科学技術大学院大学総合情報基盤センター学術情報サービスグループ: “講義アーカイブシステム 電子図書館システムの一つの可能性として, 大学図書館における先進的な取り組みの実践例”, No.16, 2 ページ, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/icsFiles/afieldfile/2015/08/31/1361413_16.pdf
- (10) 長谷川 忍, 小林弘彬: “講義アーカイブシステムにおけるホワイトボード領域の鮮明化”, 先進的学習科学と工学研究会, 人工知能学会, Vol.78, pp.30-33(2016)
- (11) 大西淑雅, 荒川等, 山口真之介, 近藤秀樹, 西野和典: “小型ハードウェア機器を用いた講義活動の記録システムの検討”, 第 41 回 JSiSE 全国大会, B2-4(2 ページ) (2016)

- (12) <http://live555.com/openRTSP/> (2018.8 参照)
- (13) 大西淑雅,山口真之介,西野和典:“フリーウェアを用いた講義アーカイブシステムの実現”, 大学 ICT 推進協議会 2015 年次大会, CDROM[3D3-3], 8 ページ(2015)
- (14) <https://www.adobe.com/jp/products/adobe-media-server-family.html>
- (15) <https://www.wowza.com/products/streaming-engine>
- (16) 大西淑雅, 福丸浩史, 林朗弘, 本田宏:“Moodle service API を用いたページ内容の自動挿入”, UeLA&TIES 合同フォーラム 2016 ポスタ発表, pp. 32-35 (2017)
- (17) 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典:“Moodle におけるリソース情報の自動追加の試み”, 第 42 回 JSiSE 全国大会インタラクティブ発表, pp. 315-316 (2017)
- (18) “ローカルプラグインの設計・開発”, <http://www.ltc.kyutech.ac.jp/center/research/ohnishi/> (2018.8 参照)
- (19) <https://www.adobe.com/jp/products/hds-dynamic-streaming/faq.html>(2018.8 参照)
- (20) <https://developer.apple.com/streaming/> (2018.8 参照)
- (21) <https://www.ite.or.jp/contents/keywords/1701keyword.pdf> (2018.8 参照)
- (22) <https://cloud.google.com/vision/> (2018.8 参照)
- (23) <https://cloud.google.com/speech-to-text/?hl=ja> (2018.8 参照)
- (24) <https://cloud.google.com/vision/docs/detecting-text?hl=ja> (2018.8 参照).
- (25) The Moodle Project : “Web service API functions”, https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions (2018.8 参照)
- (26) Yuta Arai : “Cloud Vision API の使い方まとめ” <https://syncer.jp/cloud-vision-api> (2018.8 参照)

付録.1 Google Cloud Vision API の TEXT DETECTION 機能の呼び出しテストに用いた PHP コードを以下に示す. 参考文献⁽²⁶⁾ からコードを一部引用し作成した.

```
<?php
$api_key = "xxxxxxxxx";
$image_path = "ファイル名";

$json = json_encode(
array(
    "requests" => array(// [
```

```
array(
    "image" => array(
        "content" =>
base64_encode( file_get_contents( $image_path ))
    ),
    "features" => array(// [
        array("type" => "TEXT_DETECTION"),
        array("maxResults" => 1)
    )// features[]
)
) // request[]
);
// リクエストを実行
$curl = curl_init();
curl_setopt( $curl, CURLOPT_URL,
"https://vision.googleapis.com/v1/images:annotate?key=" .
$api_key );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_HEADER, true );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_CUSTOMREQUEST,
"POST" );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_HTTPHEADER,
array("Content-Type: application/json" ) );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_SSL_VERIFYPEER,
false );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_RETURNTRANSFER,
true );
if( isset($referer) && !empty($referer) ) curl_setopt( $curl,
CURLOPT_REFERER, $referer );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_TIMEOUT, 15 );
curl_setopt( $curl, CURLOPT_POSTFIELDS, $json );
$res1 = curl_exec( $curl );
$res2 = curl_getinfo( $curl );
curl_close( $curl );
// 取得したデータ
$json = substr( $res1, $res2["header_size"] );
// 出力
print_r($json);
```