

平成21年 5月11日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700642
 研究課題名（和文） 内容の更新に追従する e-Learning 教材アノテーションシステムに関する研究
 研究課題名（英文） A study of an annotation system for e-Learning materials which follows to updates of materials
 研究代表者
 國宗 永佳（Kunimune, Hisayoshi）
 信州大学・工学部・助教
 研究者番号：90377648

研究成果の概要：本研究課題では、e-Learning 教材に Web 上でアノテーションを行うシステムの開発を行った。本システムはサーバベースの Web アプリケーションとして動作し、通常の Web ブラウザ上から教材に書き込みを行い、他の学生や教員の書き込みを共有することができる。また、教材が更新された際には更新前の教材に付加した書き込みの適切な位置を推定し、位置を追従する機能を有している。本システムを用いた講義では、レポートの点数が有意に向上したという結果が得られ、書き込みの共有による非同期の議論に効果があることが分かった。また、書き込み位置の追従についても、実際の学習者が付加したもののうち、92.8%の書き込みの位置を正しい位置に追従することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,100,000	0	1,100,000
2007年度	1,500,000	0	1,500,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	210,000	3,510,000

研究分野：教育学

科研費の分科・細目：科学教育・教育学 教育学

キーワード：e-Learning, アノテーション, Web 教材, マルチメディア, 更新追従, 自然言語処理

1. 研究開始当初の背景

教育現場において、Web 技術を用いた教材である e-Learning 教材とこの教材を用いて実施される自学自習型の教育環境が注目されている。e-Learning 教材は、書籍による従来の教材と比べ図や動画等を用いたより効果的なマルチメディア教材の提供が可能であることと、必要に応じて頻繁にその内容を教員が更新可能である等優れた特徴を有している。

しかし、学生が e-Learning 教材により学習を行う際、従来の書籍による学習にはない困難さがある。通常教材を用いて学ぶ際、学生は教材にマーキングや書き込みをしたり、スケッチを書いたりする（アノテーション）等により、より深く視覚的に学ぶことが多い。ところが e-Learning 教材では、教材を紙に印刷することは教材のマルチメディア性が生かせなくなり、さらに頻繁に更新されることに対応出来ない等の問題があることか

ら、教材に書き込みながら学習理解を深めていく効果的な学習を e-Learning 教材では実現できないという問題が起きていた。

2. 研究の目的

本研究では背景で述べた e-Learning 教材による学習を行う際の問題点を解決するために、e-Learning 教材に Web 上でアノテーションを行うシステムの開発を目的とした。

ここで開発するシステムは次のような特徴をもつ。

- 各学生の書き込みは、学生毎に管理されている。
- 学生が指定した書き込みは他の学生にも公開できる。また、教員の書き込み等の公開も可能とする。
- e-Learning 教材を表示するウインドウのサイズが変わっても、書き込んだ場所が追従できるようにする。
- e-Learning 教材が更新され、その内容に変更があった場合も、書き込みは変更後の教材に追従するようにする。

3. 研究の方法

平成 18 年度には、書き込み（アノテーション）を行うシステムの実装を行う準備段階として、以下の検討を行った。

(1) 書き込みの種類を検討

e-Learning 教材に書き込む情報として、どのような種類の情報を対象とするかの検討を、実際の様々な教材について検討して決定する。考えられる書き込みとしては、文字へのマーキング、メモとして文字の挿入、数式の挿入、グラフィックの挿入に加え、音声等をメモとして挿入すること等が考えられる。また、検討に際しては、現在インターネット大学院・大学で学んでいる 200 名を超える学生にアンケート調査を行った。

(2) ユーザ管理、共有方法の検討

学生の書き込みは、サーバで管理する。この書き込みは学生毎に管理されるとともに、学生が許可することで他の学生にも書き込み情報を提供し、情報の共有も可能とする。さらに、教官が全学生を対象に補足的にメモを書き込むこともあり得る。このような書き込みのユーザ管理、共有管理を効率よく行う方法を、データベース技術の利用を中心に検討した。

以上の結果、書き込みの種類については、文字へのマーキング、メモとして文字の挿入を当初行うこととし、他に要望の大きい画像

への書き込みについては後に行うこととした。また、ユーザ管理・共有方法については、システムの試作を行い、適切な管理・共有が可能であることを確認した。

次いで、平成 19 年度には以下の研究を行った。

(1) 処理方式とユーザインタフェースの検討

平成 18 年度に検討した書き込みの種類とその書き込みを行う位置をユーザがどのように指定してサーバに伝えるか、その方式と具体的な実現方法を検討し、実際にプログラムを作成し実現した。

また、学生が画面上に表示し学習している e-Learning 教材にアノテーションを行う際に、位置を指定するためのユーザインタフェースには様々な実現方法があるが、それぞれ特性と制約が異なり、実際の実現方法の簡便さと適用可能なユーザ環境の自由度の大きさ、将来の拡張性などの観点から検討を行った。この検討結果に基づいて、アノテーションシステム運用サーバ上で実際にシステムを開発し、運用を行った。

(2) 利用環境によるシステムの検証

(1)で開発したシステムが、様々なユーザ・Web ブラウザの環境で利用可能であるかどうかを確認するために、検証用 PC(Windows, Linux, MacOS) を用いて、それぞれの環境下での動作を検証した。

以上の結果、処理方式については Web ブラウザ上の javascript を用いて、マウスのドラッグ操作によるマーキング・メモ書きを可能とした。また、その他機能についてもユーザインタフェースを検討の上実装した。その後、実際の授業において評価実験を行い、機能面・インタフェース面における有用性と問題点を明らかにし、問題点については改善を行った。

また、本システムは Windows, Linux, MacOS 全ての環境の上で動作する Web ブラウザである Firefox 上での動作を確認しており、上記の環境で動作する。ただし、Windows 上の標準 Web ブラウザである Internet Explorer や、MacOS 上の標準 Web ブラウザである Safari 上での本システムの動作には一部不具合があることも分かった。

最後に、平成 20 年度に以下の研究を行った。

(1) 書き込み位置追従手法

アノテーションの位置情報として、物理的な「何段落目の何文字目」という情報に加えて、アノテーションが付けられた文字列および、前後の名詞を含めた。

オリジナルの Web ページに更新があった場合、まず、キャッシュに残された更新前のページから、本来書き込みが付けられた段落の文字列を取得する。次に、取得した文字列と更新後の Web ページの各段落との類似度を算出し、最も高い類似度を持つ段落を書き込みが付けられていたであろう段落とする。最後にこの段落内にアノテーションが付けられた文字列と同じ文字列を探し、その前後の名詞の一致度からアノテーションの移動先として最適な位置を推定する。本手法の精度を確認するために行った実験においては、実際の学習者が更新前の Web ページ (11 ページ) に書き込んだアノテーションに対して、移動が必要となった 375 のアノテーションに対して、348(92.8%)のアノテーションを正しい位置に移動することができた。

また、正しく位置を推定できない場合に誤った位置に書き込みを移動することを防ぐために、推定が困難な状況ではユーザに書き込み位置の移動を委ねる機能を備えた。また、ユーザによる書き込み位置の移動を支援するための機能も備えた。

(2) 利用環境によるシステムの検証・改善

開発したシステムが、様々なユーザのもとで利用可能であるかどうかを確認するために、実際の講義において本システムを適用することによって、様々な環境下におけるシステムの動作を検証し、動作やユーザビリティに問題があればシステムの改善を行った。

以上の結果、本研究課題が目的とした Web ページ上の e-Learning 教材に対する書き込み、書き込んだマーク・メモの教員や他の学習者との共有、教材更新後の書き込み位置の追従を達成することができた。

また、ユーザインタフェースや機能面についても、実際のユーザの評価によりその有用性を認められた。さらに、多様な学習者が学習することを想定し、様々な PC 環境上での動作を目指したシステムを実装し、多く利用されている Windows, Linux, MacOS の上で動作するシステムを実現した。

本研究課題で開発したシステム Writable Web の動作画面を以下に示す。



図 1 教材に書き込みを行うページ(黄色地の部分がマークを付けた文字、緑地の部分がメモを付加した文字、ポップアップしているウインドウがメモの内容を示している)。

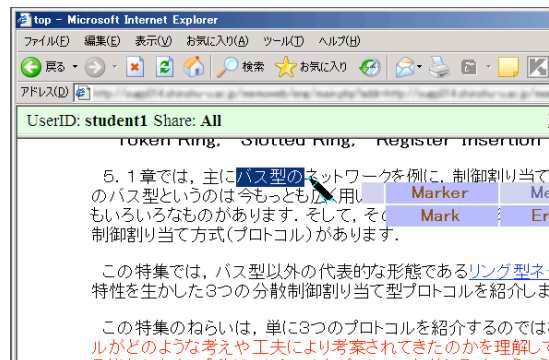


図 2 マーカの書き込みはマウスのドラッグ操作によって行う。

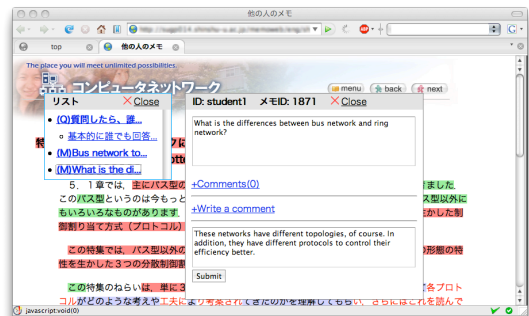


図 3 他者が書き込み共有したメモに対して、コメントを付けることができる(画面中央ポップアップウインドウの上半分が他者のメモ、下半分が書き込んでいるコメント)。



図 4 ユーザの書き込んだメモやコメントはスレッド形式で整理される（画面左中央のポップアップウィンドウ）。

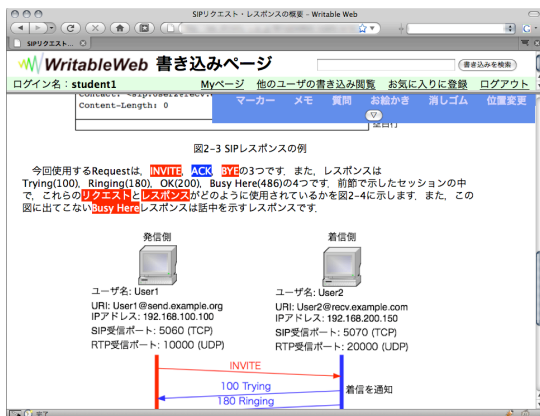


図 5 更新前の教材と書き込み

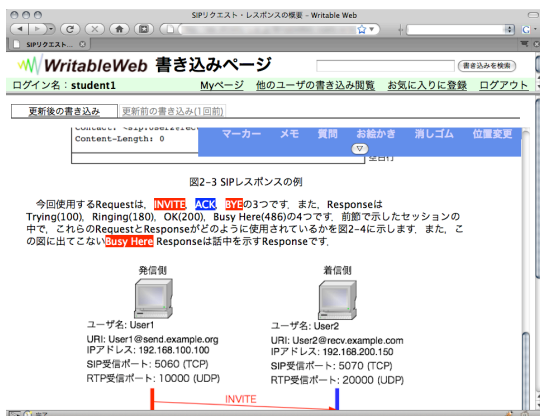


図 6 更新後の教材と書き込み. 図の上にある Busy Here という部分に付けられた書き込みは、それ以前の文字数が変化しているが正しく追従していることが分かる. 一方、その 1 行上に書き込まれていた赤いマーカ（リクエスト、レスポンスという部分）は正しく追従できないために、ユーザが正しい位置を判断する必要がある. 本システムではこのときの支援機能も有している.

4. 研究成果

本研究課題では、頻繁に更新が行われる Web 上の教材を用いて学習する際にも、従来の紙ベースでの学習と同様に学習効果を上げるアノテーションを行うことを可能とした。

従来のアノテーションシステムでは、教材の更新に対応することができなかったが、本システムでは教材の変更・更新に追従することを可能としている。また、紙媒体の教材へのアノテーションとは異なる特徴として、他の学習者や教員などの書き込みを共有することにより、協調的な学習を行うことを可能とした。これらの特色から得られた意義・成果は以下の通りである。

- (1) e-Learning 教材を、従来学ぶスタイルに近い方法で学ぶことにより、効果的に学ぶことができる。
- (2) 学ぶ中で気がついた事柄を、他の学習者・教員と共有する等、新しい協調学習が可能となる。

実際の授業における評価実験でも、本システムを用いて非同期の議論を行った学生のレポートの成績（平均点）が、本システムを用いていなかった前年の学生の成績に比べて、有意に向上したという結果を得ることができた。このことから、上に挙げた本システムの意義は達成されたものと考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- [1] Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Takeshi Takizawa, and Yasushi Fuwa : Development and evaluation of a web-based asynchronous discussion system on e-learning materials ; Int. J. of Advanced Intelligence Paradigms, Vol.1, No.2, pp.163-177, 2008. (査読有)

〔学会発表〕（計 14 件）

- [1] 滝澤武, 横山健造, 森浩寿, 國宗永佳, 新村正明, 不破泰 : 更新に対応可能な Web 教材への書き込み共有システム Writable Web ; 教育システム情報学会 2009 年春の学生研究発表会, 2009 年 3 月 6 日, 名古屋大学.
- [2] 横山健造, 滝澤武, 國宗永佳, 不破泰 : 更新に対応可能な Web 教材への書き込み共有システムの開発 ; 教育システム情報学会平成 20 年度第 4 回研究会, 2008 年 11 月 14 日, 和歌山大学.
- [3] 滝澤武, 横山健造, 國宗永佳, 不破泰 :

- Web 教材への書き込みの共有によるコミュニケーション機能の改善;教育システム情報学会平成20年度第3回研究会, 2008年10月4日, 香川大学.
- [4] Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Takeshi Takizawa, Takuya Hiramatsu, and Yasushi Fuwa: A Web-Based Asynchronous Discussion System and Its Evaluation ; 12th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2008), 2008年9月3日, クロアチア・ザグレブ. (査読有)
- [5] Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Takeshi Takizawa, Takuya Hiramatsu, and Yasushi Fuwa : An Asynchronous Discussion Tool on Web-Based Learning Materials ; 20th Annual World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2008), 2008年7月1日, オーストリア・ウィーン工科大学. (査読有)
- [6] 滝澤武, 横山健造, 平松卓也, 國宗永佳, 新村正明, 和崎克己, 不破泰: Web 教材書き込み共有システムにおけるユーザビリティの改善;教育システム情報学会第2回学生・院生研究発表会, 2008年3月8日, 名古屋大学.
- [7] 横山健造, 滝澤武, 平松卓也, 國宗永佳, 新村正明, 和崎克己, 不破泰: Web 教材への書き込みの共有によるコミュニケーション機能の検討;教育システム情報学会平成19年度第4回研究会, 2007年11月24日, 香川大学.
- [8] 横山健造, 滝澤武, 平松卓也, 國宗永佳, 新村正明, 和崎克己, 不破泰: 「メモが書ける Web ページ」システムの開発と評価;教育システム情報学会第32回全国大会, 2007年9月13日, 信州大学.
- [9] 國宗永佳, 横山健造, 新村正明, 不破泰: e-Learning 教材アノテーション共有システムの開発と評価;教育システム情報学会平成19年度第2回研究会, 2007年7月14日, 千歳科学技術大学.
- [10] Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Masaaki Niimura, and Yasushi Fuwa : An Annotation Sharing System for e-Learning Materials ; 19th Annual World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2007), 2007年6月26日, カナダ・バンクーバー. (査読有)
- [11] 國宗永佳, 横山健造, 新村正明, 不破泰: 「メモが書ける Web ページ」を実現するシステムの開発と評価;電子情報通信学会教育工学研究会, 2006年12月15日.
- [12] Hisayoshi Kunimune, Masaaki Niimura, Katsumi Wasaki, Yasushi Fuwa, Yasunari Shidama, and Yatsuka Nakamura : The Supporting System for Distant Learning Students of Shinshu University ; 10th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2006), 2006年10月11日, イギリス・ボーンマス. (査読有)
- [13] 國宗永佳, 新村正明, 不破泰: e-Learning 教材の更新に追隨するアノテーションシステムの提案;教育システム情報学会第31回全国大会, 2006年8月24日, 大阪経済大学.
- [14] 國宗永佳, 新村正明, 不破泰: 更新に追隨する e-Learning 教材アノテーションシステム;教育システム情報学会平成18年度第2回研究会, 2006年7月8日, 信州大学.

〔図書〕(計 1件)

- [1] 情報教育事典編集委員会(編)・國宗永佳ほか(著), 丸善: 情報教育事典; 2008年, pp.310-311.

〔その他〕

本研究の成果およびシステムについては, 以下の Web ページで公表している.

<http://ww.shinshu-u.ac.jp/>

また, 本研究で開発したシステムについて, 独立行政法人 メディア教育開発センター (NIME) が Web ページ上の記事「大学 e ラーニングの今 信州大学」で紹介している.

当該記事は以下の URL から参照することができる.

http://www.nime.ac.jp/activity/searching_now/sn_005_05.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

國宗 永佳 (Kunimune, Hisayoshi)

信州大学・工学部・助教

研究者番号: 90377648

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者