

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月21日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700808

研究課題名（和文）Web コンテンツ上でのアノテーション共有による学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of a Learning Support System which Allows to Write and Share Annotations on Web Contents

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（和文）：

本研究課題では、Web 教材に対して直接書き込みを行い、書き込み箇所や書き込み内容を学習者間で共有できるシステム“Writable Web”について、改善を行った。主な改善内容は、教材更新時の書き込み位置推定機能の高速化、書き込みに対するコメント付加機能による教材上でのコミュニケーション機能の実現、多数のユーザの書き込みを整理した上で、学習に役立つ書き込みを提示する機能の実現である。

研究成果の概要（英文）：

This work improves a system called as “Writable Web,” which allows its users to write and share markers and memos (annotations) directly on Web-based materials. The improved system estimates the location of annotations on updated materials faster than the former system. The system also offers its users a function to communicate with other users on memos attached on the materials and to organize the shared annotations to show the users useful information.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，教育工学

キーワード：e-ラーニング，アノテーション，WBT，グループ学習

1. 研究開始当初の背景

現在、多数の教育機関で e-Learning による学習環境を提供している。それらの多くは予習・復習や自学自習のために、Web 上のコンテンツとして教材を配信し、自宅や遠隔地での学習を可能としている。また、教育機関が提供する教材以外にも、学習時に参考にすることができる Web コンテンツは非常に多

い。

紙媒体の教材と比較して、Web コンテンツには動画や音声、アニメーション等のマルチメディアコンテンツを含むことができ、また、必要に応じて随時内容の更新が可能であるといった利点がある。一方、紙媒体の教材では文字や図に対してメモやマーカなどのアノテーションを書き込むことによって、要点

を整理し、効率よく学習を行うことができる。そのため、Web 上の e-Learning 教材を用いる学習者の多くは、教材を印刷し、その上に書き込みを行い学習を行っている。しかし、印刷した場合にはマルチメディアコンテンツを利用することができず、教材が更新された場合にも更新前の教材を用いて学習することになるため、Web コンテンツの利点を十分に生かすことができない。

Web コンテンツの利点を生かすとともに、紙媒体の教材と同様に書き込みを行うために、Web コンテンツ上に書き込みを行うためのシステムが開発されている。しかし、これらのシステムは Web コンテンツへの書き込みを、教材の表示サイズを固定し、同じサイズの描画用レイヤを重ねて表示することによって実現しているため、専用の Web ブラウザを必要としている。また、Web コンテンツが更新された際には、文字や図の位置が更新前のコンテンツとは異なるため、書き込みの位置が更新前に意図していた位置からずれてしまうという問題がある（問題点 1）。

また、Web 上の e-Learning 教材を用いた学習環境の多くは、学習者相互及び教授者・学習者間のコミュニケーションを図るために、電子掲示板などを設けている。しかし、掲示板などは教材と離れたページに設置されているため、教授者や学習者が教材上のある箇所について議論や質問を行うためには、掲示板で教材の箇所を「○章の○段落目の○○という箇所」のように位置を指定した上で、教材と掲示板とを交互に参照する必要がある。このことは、円滑に議論や質問を行うことの妨げとなっている（問題点 2）。

これまで、本研究課題の代表者は Web コンテンツ上に直接メモやマークを書き込むことができるシステム“Writable Web”を開発してきた。本システムは Web サーバ上で動作する Web アプリケーションとして実装されており、ユーザは一般的に用いられている Web ブラウザ上で、Web コンテンツ上に直接書き込みを行うことができる。また、本システムではサーバ上に全ての書き込みを保持することによって、同システムのユーザ間で他のユーザの書き込みを閲覧することができる。さらに、本システムでは Web コンテンツ内の文字列について形態素解析を行い、書き込みがつけられた文字列の前後の名詞を保持することによって、修正前に意図していた書き込みの位置を推定し、書き込みの位置を意図していたと思われる位置に追従させる。

実際に更新が行われた Web コンテンツと、学習者が学習を行いながら行った書き込みとを用いて行った実験の結果、本システムは書き込みが行われた箇所以外の変更を伴う軽微な更新については、高い精度で正しく書

き込み位置を推定することが分かった。しかし、書き込みが行われた箇所自体やその周辺に大幅な変更があった場合には、正しい位置を推定することができないことも明らかとなった。

2. 研究の目的

本研究課題ではこれまで開発を行ってきた“Writable Web”について、問題点 1 を解決するために、Web コンテンツ更新時の書き込み位置推定手法に形態素解析を用いた自然言語処理を導入することによって、現状では追従することのできない変更に対しても位置を推定することを可能とする。また、コンテンツの大幅な変更によって、更新前に書き込みを行った箇所がなくなってしまった場合や、位置の推定に失敗してしまった場合に対応するために、コンテンツ作成者やユーザによって書き込み位置の修正を行うための機能を設ける。これらの機能によって、位置推定の精度を高めるとともに、推定に失敗した場合においても書き込み位置が意図した位置からずれてしまうことを防ぐことができる。

また、問題点 2 を解決するために、本システムの他のユーザが書き込んだメモを基に、直接 Web コンテンツ上で質問に対する解答や議論を行うことを可能とするコメント付与機能を設ける。コメント付与機能では、各コメントをスレッドにまとめることによって、それぞれのコメントがどのコメントについて付与されたものかを明確にし、円滑なコミュニケーションを支援する。さらに、コンテンツ上での議論を活性化するために、ユーザが書き込んだメモやコメントの履歴を提示する機能、メモ・コメントに対して他のユーザが付与したコメントの履歴を提示する機能、ユーザが書き込んだ箇所の文字列と同じ文字列及び類似した文字列に対して書き込まれたメモ・コメントを提示する機能、別の箇所に書き込まれたメモ・コメント間のリンク機能などを設ける。

以上の機能を本システムに追加することによって、問題点 1 および問題点 2 の解決を図る。さらに、本システムを実際の学習の場において試用することによって、各機能によって得られる効果や使いやすさ(ユーザビリティ)についての評価を行い、実際の学習に供するための改善を行う。

3. 研究の方法

従来用いていた書き込み位置推定手法では、更新前の書き込みが付けられた段落と更新後の各段落の類似度を、n-gram を用いた手法によって算出し、類似度が最も高かった更新後の段落を、書き込みがあった段落であると推定する。その後、推定された段落内に、

更新前に書き込みを付けた文字列と同じ文字列を探し、さらに、その前後の名詞が更新前のものと一致するかによって、書き込み位置の推定を行う。この手法では、段落の入れ替えや軽微な変更については高い精度で推定を行うことができるが、例えば、書き込み位置の文字列に変化があった場合については推定の精度が極めて低くなる。

この問題点を解決するために、ある程度の文字列の変更を許容する手法を考案した。本手法では、数値の変更などの文章の意味に影響を及ぼさない修正については同一視するようにすることにしたため、推定精度の向上を実現した。

【コメント付与機能】

コメント付与機能を実現するためには、それぞれのメモに付与されたコメントの内容だけでなく、各コメントの親子関係やコメント作成者のユーザ情報、時刻なども保持する必要がある。また、コメントの入力と閲覧を行うためのユーザインターフェースについても検討を行う必要がある。現在のシステムでは、他のユーザが書き込んだアノテーションを閲覧する機能を提供しているが、多くのユーザが同一のページに多数書き込みを行った際に、非常に閲覧しづらい状態になることを明らかにしてきた。そのため、閲覧時にユーザ別に絞り込みを行うなど、学習者への提示方法について検討し開発した。

【書き込み位置推定手法】

上述した書き込み位置推定手法を本システムに導入するために開発した。書き込み位置の推定と書き込みの移動は、ユーザが Web コンテンツにアクセスする際に行う方法と、定期的に Web コンテンツの更新状況を調査し更新があった場合に行う方法が考えられる。いずれの場合にもユーザ数や書き込みが行われているコンテンツ数、書き込みの総数が処理時間に影響するため、これらの影響について分析を行った。その結果、短時間で書き込み位置の推定を行うことができることが分かったため、ユーザのアクセスがあったときに随時書き込み位置の推定と書き込みの移動を行うことにした。

【コミュニケーション支援機能の開発】

コンテンツ上でのコミュニケーションを活性化するための、コミュニケーション支援機能の開発を行った。コミュニケーション支援のためには、ユーザが書き込んだメモやコメントの履歴を提示する機能、メモ・コメントに対して他のユーザが付与したコメントの履歴を提示する機能を実装した。また、学習者に対して、自身と書き込み場所が類似している学習者や、類似していない学習者のア

ノテーションを提示することによって、他の学習者の学習方法の傾向を含めて提示する機能について開発した。

4. 研究成果

本研究課題において開発している書き込み共有システム“Writable Web”では、更新後の Web ページにおける書き込み位置と対応する文字列の位置を推定するために、更新前後の Web ページの比較を行っている。比較をする際、各段落間の類似度を計算することによって対応する段落を推定した後に、その段落内の適切な文字列を推定するという 2 段階に分けた処理を行っている。

この中で、対応する段落の推定にかかる処理時間が位置推定処理にかかる時間の大部分を占めていることが明らかとなったため、段落推定にかかる処理時間の軽減を目指したアルゴリズムの改良を行い、従来のおよそ 1/30 まで短縮した。また、これにより、全体の推定処理時間も 1/15 程度に短縮することを実現した。処理時間はユーザ数や書き込みが行われているコンテンツ数、書き込みの総数が処理時間によって大きく変わるため、これらの影響について分析を行った。分析結果に基づいて、処理時間を短縮するための前処理を導入することで十分に短い時間で推定処理を行うことが確認できたため、書き込みを行った時点でリアルタイムに推定処理を行う実装を行った。

コメント付与機能については、ソーシャルタギング機能および重要箇所の強調機能を新たに開発することにより、従来システムでは閲覧しづらい状態になっていた他者の書き込みを整理された形で学習者に提示することを実現した。その他に、ユーザが様々な Web コンテンツに対して付与したアノテーションを集約し、そのユーザの学習方法の傾向を提示する機能についても検討を行った。

また、コンテンツ上でのコミュニケーションを活性化するためのコミュニケーション支援機能について、その拡充を行った。具体的には、メモ・コメントに対して他のユーザが付与したコメントの履歴を提示する機能、自身と書き込み場所が類似している・類似していない学習者のアノテーションを提示することにより他の学習者の学習方法の傾向を含めて提示する機能について開発を行った。

改良したシステムを用いて、学生 97 名と教員 1 名による評価実験も行った。この結果より、本システムが提供する、Web ページへのメモ等の書き込み機能や書き込みの共有・コメント付与によるコミュニケーション機能の有用性が高く評価されていることも確認することができた。この実験後に行ったアンケート調査の結果に基づき、ユーザイン

ターフェースをはじめとするシステムのさらなる改善を行った。

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, Takeshi Takizawa, and Yasushi Fuwa : Implementation and evaluation of a method for realigning annotations in updated web-based materials ; Intelligent Decision Technologies, 4, (4), pp.261-267, Aug. 2010, 査読有

[学会発表] (計9件)

- ① 権田裕治, 富永裕貴, 小林慶太, 國宗永佳, 新村正明, 不破泰 : Web ページに対する書き込みが付加された文字列を用いた各利用者に適した書き込みの推薦手法 ; 電子情報通信学会教育工学研究会, 2012. 3. 10, 香川高専.
- ② 富永裕貴, 権田裕治, 小林慶太, 國宗永佳 : 教材に対する書き込み間の類似度を用いた学習者への関連情報の提示手法 ; 2012 年春教育システム情報学会学生研究発表会, 2012. 3. 9, 信州大学.
- ③ 小林慶太, 権田裕治, 富永裕貴, 國宗永佳, 新村正明 : Web 教材書き込み共有システムにおける更新追随機能の追随精度の向上 ; 2012 年春教育システム情報学会学生研究発表会, 2012. 3. 9, 信州大学.
- ④ 権田裕治, 富永裕貴, 國宗永佳, 新村正明, 不破泰 : Web 教材書き込み共有システムにおける学習者の書き込みを活用した教材上の重要な箇所の強調手法 ; 2011 年春教育システム情報学会学生研究発表会, 2011. 3. 9, 金沢大学.
- ⑤ 富永裕貴, 権田裕治, 國宗永佳, 新村正明, 不破泰 : Web 教材書き込み共有システムにおける他者視点の発見支援機能の提案 ; 2011 年春教育システム情報学会学生研究発表会発表会, 2011. 3. 9, 金沢大学.
- ⑥ Hisayoshi Kunimune, Yuuji Gonda, Yuuki Tominaga, and Masaaki Niimura : Improvement of an Annotation Sharing System on Web-Based Materials to Activate Discussions ; 14th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering System (KES 2010), 2010. 9. 9, イギリス・カーディフ.
- ⑦ 滝澤武, 権田裕治, 富永裕貴, 國宗永

佳, 新村正明, 不破泰 : Web 教材への書き込み共有システムにおける更新追随処理の改善と評価 ; 電子情報通信学会教育工学研究会, 2009. 12. 11, 琉球大学.

- ⑧ Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Takeshi Takizawa, and Yasushi Fuwa : A Following Method of Annotations on Updated Contents and Its Evaluation ; 13th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering System (KES 2009), 2009. 9. 30, チリ・サンチャゴ.
- ⑨ Hisayoshi Kunimune, Kenzou Yokoyama, Takeshi Takizawa, and Yasushi Fuwa : Annotation Sharing System for Web-based Learning Materials and Method for Realigning Annotations in Updated Materials ; 21st Annual World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2009), 2009. 6. 26, アメリカ・ホノルル.

[その他]

ホームページ等

<http://security.cs.shinshu-u.ac.jp/Contents/ja/introduction/investigation-kunimune>

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