

## 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 18 日現在

機関番号：20103

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700800

研究課題名（和文）高等教育における可視化マップを介したインタラクティブなレポート採点支援環境の構築

研究課題名（英文）Developing interactive environment using visualization technique for term paper grading in higher education

研究代表者

椿本 弥生（TSUBAKIMOTO MIO）

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・講師

研究者番号：40508397

研究成果の概要（和文）：

大学教育現場で実際に活用可能なレポート採点支援システムの構築と評価を行った。システムは複数の文書内容の類似度を散布図状に可視化する。人間の採点者は散布図から評価に精査が必要な文書を選択・閲覧・評価し、何度でも評価を修正できる。評価結果を CSV 形式で得ることもできる。システムの計算の正確さを評価したところ、文書内容の類似度や類似度を可視化するための座標位置の計算機能が正常に動作していることが確認された。

研究成果の概要（英文）：

The author has already developed and evaluated a term paper grading assistance map. The prototype system was designed to visualize scores graded for term papers assigned to a class at the university level or the equivalent. The map is a new visualization technique to show the amount of words, word use, and content similarities among texts. According to the prototype, This paper introduces development of an assistance map using singular value decomposition technique for grading term papers and formative evaluation results about some technical viewpoints. Consequently, the results about accurate calculation and processing limitation were revealed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

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：(1)高等教育 (2)レポート採点 (3)可視化 (4)メディアの活用 (5)システム開発 (6)自然言語処理 (7)系列効果 (8)情報編集

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 日本の高等教育機関におけるレポート採点の現状

学校教育における「書く教育」の重視(文部科学省文化審議会答申 2004)や「批判的思考力の育成」(Ennis 1985; Haopern 1996 など)

ど)が叫ばれて久しく、これらは高等教育においても最重要課題の1つに位置づけられている(大河内 2002; 望月ら 2007 など)。以上の状況をふまえて、高等教育の現場では、教師(以下、「採点者」)が学生の文章(以下、「レポート」)を採点する機会や量が従来よりも増加してきている(大野木 1994)。また、

採点者の 90%は学生にレポート課題を課す(長坂ら 2001; 椿本ら 2008)ことから、レポート採点は採点者にとって非常に身近で物理的負担の大きい作業であり、負担の軽減が望まれている。一方、大量のレポートを採点する際に、採点者の採点基準が次第に変化し、評定値の分散が大になるという心理的負担も指摘されている (Klein 2002)。

以上のように、高等教育におけるレポート採点では、物理的・心理的負担を軽減するために、その採点手法の改善が強く求められている。

## (2) 文章内容の類似度を可視化するレポート採点支援

米国 ETS® (Educational Testing Service) の「e-rater」や石岡 (2004) による作文自動採点システム「Jess」に利用されている潜在意味分析 (Latent Semantic Analysis; LSA) (Deerwester et al. 1990 他) は、単語や文章内容を多次元ベクトル空間で表現可能なベクトル空間法の一つである。LSA を応用することで、レポート内容の類似度に基づいたクラスタを作成することが可能である。椿本・赤堀 (2007) と椿本・柳澤・赤堀 (2007) は、レポート内容で分類されたクラスタごとにレポート採点を行うことで、採点者の「採点基準のぶれ」が有意に低減することや、採点効率が向上することを示した。このように、文章分類・可視化技術をレポート採点に応用することで、採点者の心理的・物理的問題解決の可能性が強く示唆される一方で、これらの技術は文書分類研究にのみ活発に利用され、文章採点研究への応用は非常に少ないのが現状である。

一方、津森ら (2003) は学生がデジタルデータで提出する大量のレポートを自動採点するシステムを提案し、採点の効率化を図っている。しかし、自動採点という言わば「力業」から導かれる採点結果は、人間の採点者が持つ「学生の『教育』を指向した採点基準」に必ずしも沿うとは限らない。以上の考えから、完全な自動採点ではなく、機械 (システム) と人間 (採点者) が相互に協力し、インタラクティブに採点を行うブレンディッドな採点手法の開発が急務である。

椿本ら (2007, 2010) は、システムと採点者が共同して大量のレポートに「教育的な」採点を付与するレポート採点支援システム (試行版) をすでに開発している (図 1)。各レポート文書は散布図状に点として可視化されている。システムが提供するマップは、(1) 文書が原点から離れるほど、重要な単語 (キーワード) を多く含むレポートが布置される、(2) 原点からの単語ベクトルの方向に沿って文書が配置される、というアルゴリズムに基づく。さらに、(3) レポート文書 (点)

をクリックすると、画面上で当該レポートの全文を参照できる、という機能も実装している。また、単語の布置に関しては、「当該レポートにとって重要な単語 (キーワード) を利用したレポート内容の推測」に役立つよう、原点からの方向性を強調して表示している。

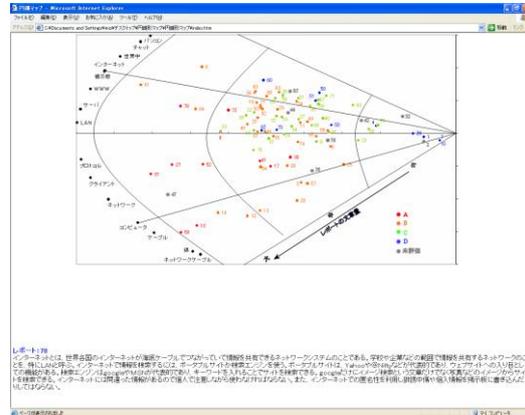


図 1 レポート採点支援システム (プロトタイプ)

## 2. 研究の目的

本研究では、プロトタイプのレポート採点支援システムの機能や効果をふまえて、高等教育場面で実用可能なシステムを作成する。また、作成したシステムの計算機能等の評価を行い、システムが正確に動作しているかを確認する。

## 3. 研究の方法

### (1) 平成 22 年度

まず、レポート採点支援システムの機能の追加開発と実装を行う。追加する機能は (1) レポートファイルのアップロード機能、(2) 対話的なレポート採点機能、(3) 評定値を何度も修正できる機能、(4) 修正された評定値に基づいてレポートの布置を変化させる機能、(5) 評定結果のダウンロード機能、である。

### (2) 平成 23 年度

平成 22 年度に開発したシステムを用いて、実際に高等教育機関で実施・収集されたレポートデータを用いたレポート採点実験を行い、本システムが高い信頼性をもって支援可能なレポート出題形式と評価項目を明らかにし、システムのレポート採点に対する信頼性と妥当性の範囲を検討する。また、本研究で開発した採点環境のユーザビリティを確認するための最終評価実験を実施する。実験後には研究成果をまとめ、口頭発表と論文執筆 及びレポート採点支援システムの無償一般公開を行い、成果を社会に還元する。

#### 4. 研究成果

##### (1) システム開発

本システムの入力データおよび、解析に用いたプログラミング言語とソフトウェアは以下のとおりであった。

##### <入力>

- ・レポートのテキストファイル
- ・評価結果 csv ファイル
- ・主要単語情報 csv ファイル
- ・単語出現頻度行列ファイル

##### <出力>

- ・円錐型マップ
- ・評価結果 csv ファイル
- ・主要単語情報 csv ファイル

##### <使用ツール>

- ・Visual C++ 2008 Express Edition
- ・茶釜 ver.2.3.3
- ・KH coder
- ・KH coder コマンドのバッチファイル
- ・CLAPACK 3.1.1

次に、本システムのコアとなる機能を以下に列挙する。

##### ・レポート本文閲覧機能

マップ上の点をクリックすると、レポートファイルがオープンする。なお、閲覧時に、任意に設定した文字数での改行表示が可能。

##### ・評価値修正機能

マップ上のレポート番号をクリックし、評価値を変更すると、点とレポート番号の色が評価値に対応する色に変わり、レポート番号の後ろに評価値が付加される。

##### ・評価結果ダウンロード機能

マップ画面上の csv 出力ボタンをクリックすると、評価結果と主要単語情報が csv ファイルで出力される。

##### ・評価結果アップロード機能

マップ画面上の csv 入力ボタンをクリックすると評価結果と主要単語情報の csv ファイルが読み込まれ、円錐型マップが表示される。

##### ・評価値設定機能

フォーム上で評価値を入力して、評価値設定ボタンをクリックすることで、任意の評価値を設定できる。

##### ・類似文書発見機能

マップ画面上の類似文書発見チェックボックスをチェックを入れると、コサイン類似度が任意の値以上の2点では、レポート番号が赤掛けで表示される。

##### ・マップサイズ変更機能

ウィンドウのサイズを変更すると、それに応じて、円錐型マップのサイズも変更される。

以上の機能を実現させるシステム構成(図2)および実際のシステム画面(図3)を示す。

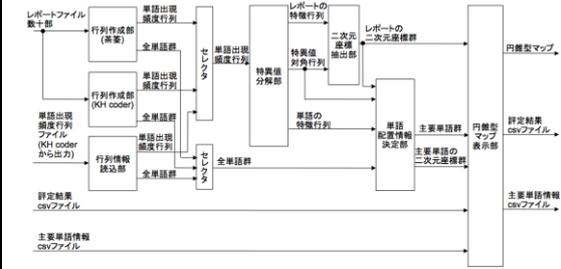


図2 システム構成図

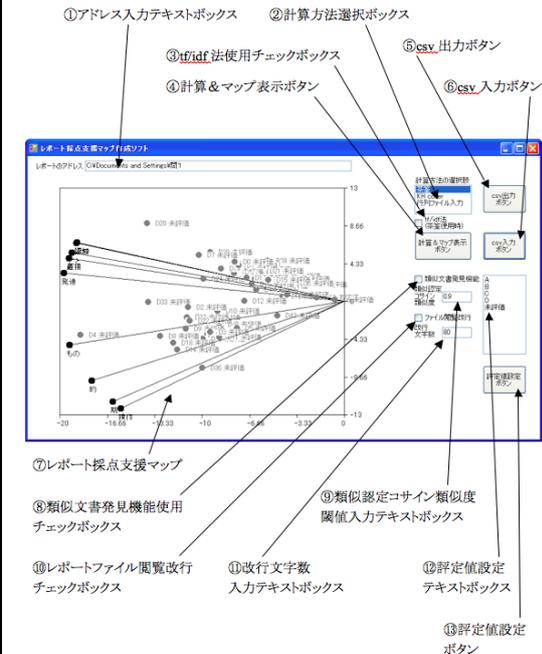


図3 レポート採点支援システム

##### (2) 技術的評価

##### <評価1>

目的: CLAPACK に入っている特異値分解の関数 dgesvd\_の動作確認

方法: Deerwester, et al(1990)の Appendix に記載されている行列 X に対して、CLAPACK の関数 dgesvd\_で特異値分解を行い、分解後の行列 T0, S0, D0 について、計算結果と論文記載の結果を比較する。

結果: 特異値対角行列 S0 では値が一致していた。一方、単語の特徴行列 T0 では 1, 7~9 列目で値が±反転しており、レポートの特徴行列 D0 でも 1, 7~9 列目で値が±反転していた。結果を図4に示す。

考察: T0 と D0 の何列かにおいて値が±反転しているが、列番号が一致しているため、二次元マップ上におけるレポートの二次元座標と主要単語の二次元座標との相対的な比較では問題ないと考えられる。

##### <評価2>

目的: 本プログラム搭載の二次元座標抽出部の動作確認

行列	計算	論文
T <sub>0</sub>	-0.22 -0.11 0.29 -0.41 -0.11 -0.34 0.52 -0.06 -0.41 -0.2 0.07 0.14 -0.66 0.26 0.6 0.07 0.01 0.11 -0.24 0.04 -0.16 -0.59 -0.11 -0.25 0.3 -0.06 -0.49 -0.4 0.06 -0.54 0.11 0.33 0.38 0 0 0.01 0.54 -0.17 0.36 0.33 -0.16 -0.21 0.17 -0.03 0.27 0.27 0.11 0.48 0.07 0.08 0.17 0.28 0.02 0.06 0.27 0.11 -0.43 0.07 0.08 -0.17 0.28 -0.02 -0.05 -0.3 -0.14 0.23 0.19 0.11 0.27 0.03 0.02 0.17 -0.21 0.27 -0.18 -0.03 -0.54 0.08 0.07 0.04 0.58 0.21 0.49 0.23 0.02 0.69 -0.39 0.29 0.35 0.23 -0.04 0.82 0.22 0 -0.07 0.11 -0.16 0.88 0.23 -0.03 0.45 0.14 -0.01 -0.3 0.28 -0.34 -0.88 0.16	0.22 -0.11 0.29 -0.41 -0.11 -0.34 0.52 -0.06 -0.41 0.20 -0.07 0.14 -0.55 0.28 0.50 -0.07 -0.01 -0.11 0.24 0.04 -0.16 -0.39 -0.11 -0.25 -0.30 0.06 0.49 0.40 0.06 -0.34 0.10 0.33 0.38 0.00 0.00 0.01 0.64 -0.17 0.36 0.33 -0.16 -0.21 -0.17 0.03 0.27 0.27 0.11 -0.43 0.07 0.08 -0.17 0.28 -0.02 -0.05 0.27 0.11 -0.43 0.07 0.08 -0.17 0.28 -0.02 -0.05 0.30 -0.14 0.33 0.19 0.11 0.27 0.03 -0.02 -0.17 0.21 0.27 -0.18 -0.03 -0.54 0.08 -0.47 -0.04 -0.58 0.01 0.49 0.23 0.03 0.39 -0.39 -0.29 0.25 -0.23 0.04 0.82 0.22 0.00 -0.07 0.11 0.16 -0.88 0.23 0.03 0.45 0.14 -0.01 -0.30 0.28 0.34 0.88 0.18
S <sub>0</sub>	3.34 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2.54 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2.95 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1.64 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1.5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1.31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.85 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.56 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.36	3.34 2.54 2.35 1.64 1.50 1.31 0.85 0.56 0.36
D <sub>0</sub>	-0.2 -0.06 0.11 -0.95 0.05 -0.08 -0.13 0.01 0.06 -0.61 0.17 -0.05 -0.03 -0.21 -0.28 0.43 -0.08 -0.24 -0.46 -0.13 0.21 0.08 0.36 0.12 0.24 -0.01 -0.02 -0.54 -0.23 0.57 0.27 -0.21 -0.37 -0.25 0.02 0.06 -0.28 0.11 -0.81 0.15 0.33 0.03 -0.67 0.06 0.36 0 0.19 0.11 0.02 0.38 -0.3 0.34 -0.45 0.82 -0.01 0.44 0.19 0.02 0.35 -0.21 0.15 0.76 -0.02 -0.02 0.62 0.25 0.01 0.15 0 -0.25 -0.45 -0.52 -0.06 0.53 0.00 -0.02 -0.6 0.36 -0.04 0.07 0.45	0.20 -0.06 0.11 -0.95 0.05 -0.08 0.18 -0.01 -0.06 0.61 0.17 -0.30 -0.03 -0.21 -0.26 -0.43 0.05 0.24 0.46 -0.03 0.21 0.04 0.38 0.12 -0.24 0.01 0.02 0.54 -0.23 0.57 0.27 -0.21 -0.37 0.26 -0.02 -0.08 0.28 0.11 -0.51 0.15 0.33 0.03 0.67 -0.06 -0.26 0.00 0.19 0.10 0.02 0.39 -0.30 -0.34 0.45 -0.82 0.01 0.44 0.19 0.02 0.35 -0.21 -0.15 -0.76 -0.02 0.02 0.62 0.25 0.01 0.15 0.00 0.25 0.45 0.52 0.08 0.53 0.08 -0.03 -0.60 0.36 -0.04 -0.07 -0.45

図4 行列計算の結果

方法：Deerwester, et al (1990)のTABLE 2に記載されている単語出現頻度行列に対して、本プログラムにて二次元座標抽出を行い、その結果と論文記載の出力結果を比較する。  
 結果：Deerwester, et al (1990)による入力行列を図5に、同論文における2次元座標抽出結果を図6に、本システムにおける抽出結果を図7に示す。

Terms	Documents								
	c1	c2	c3	c4	c5	m1	m2	m3	m4
human	1	0	0	1	0	0	0	0	0
interface	1	0	1	0	0	0	0	0	0
computer	1	1	0	0	0	0	0	0	0
user	0	1	1	0	1	0	0	0	0
system	0	1	1	2	0	0	0	0	0
response	0	1	0	0	1	0	0	0	0
time	0	1	0	0	1	0	0	0	0
EPS	0	0	1	1	0	0	0	0	0
survey	0	1	0	0	0	0	0	0	1
trees	0	0	0	0	0	1	1	1	0
graph	0	0	0	0	0	0	1	1	1
minors	0	0	0	0	0	0	0	1	1

図5 入力行列

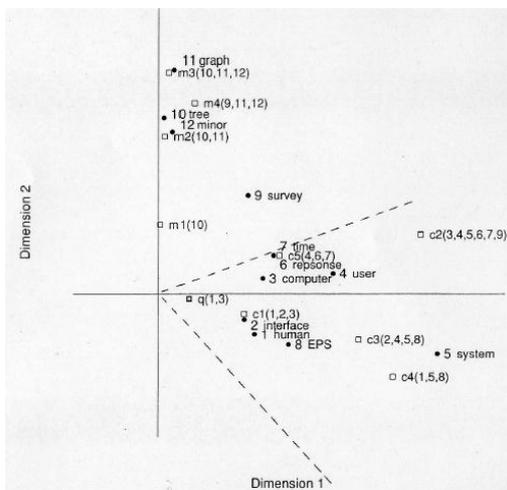


図6 Deerwester, et al (1990)の2次元座標

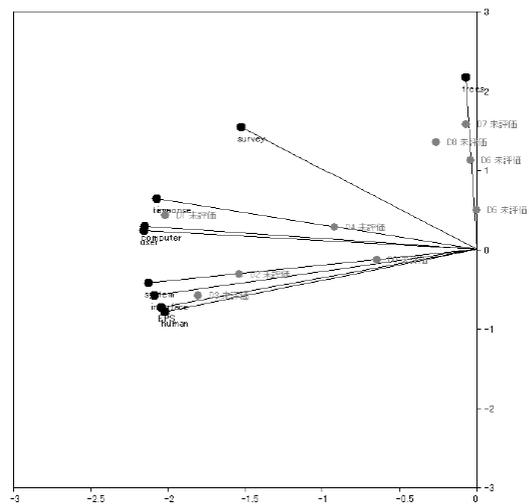


図7 本システムによる2次元座標

Deerwester, et al (1990)の図とシステムによる結果とを比較したところ、システムによる図のDimension1が反転していることが明らかになった。一方、二次元座標分布の傾向は一致していた。  
 考察：論文に二次元座標の数値データが記載されていないため、グラフ上の傾向比較のみであるが、Dimension1が反転していることを除いては、計算結果と論文結果は一致していると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 椿本弥生, 柳沢昌義, 赤堀侃司 (2010) 出題形式や評価項目がレポート採点支援マップの可視化結果に及ぼす影響, 日本教育工学会論文誌, Vol. 33(4), pp. 459-465. 【査読有】

〔学会発表〕(計11件)

- ① TSUBAKIMOTO, M. Development and Technical Evaluation an Interactive Environment for Term Paper Grading Support System in Higher Education. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education (E-Learn Conference) Proceedings, pp. 966-972 【査読有】 (Honolulu, Hawaii, USA 2011年10月18日)
- ② TSUBAKIMOTO, M. Designing an Interactive and Visual Environment for Term Paper Grading Support System in Higher Education, The 18th International Conference on Computers in Education, pp. 95-97 【査読有】

(Putrajaya, Malaysia 2010 年 12 月 1 日)

- ③ 望月俊男, 椿本弥生, 読解支援システム eJournalPlus を使った知識構築活動の支援 (日本教育心理学会第 52 会総会自主シンポジウム「大学生のレポートライティング教育の実践・研究の現状と課題」(課題番号: J011)), 日本教育心理学会第 52 回総会論文集, pp. 114-115. (早稲田大学早稲田キャンパス, 2010 年 8 月 27 日)

[その他]

ホームページ等

<http://www.mio-lab.net>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

椿本 弥生 (TSUBAKIMOTO MIO)

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・講師

研究者番号: 40508397