

# 小学生を対象としたメッセージ推敲のためのキーワード提示システム

須田 幸次<sup>†,††</sup> 永田 亮<sup>†</sup> 掛川 淳一<sup>†</sup> 森広浩一郎<sup>†</sup> 正司 和彦<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 兵庫教育大学 <sup>††</sup> 神戸市立下畑台小学校

E-mail: †{m05321b,rnagata,akegawa,mori,showji}@hyogo-u.ac.jp

## 1. はじめに

指導要領の改定に伴い、小学校でも Web ページの作成や掲示板への書き込みなどの情報発信に関する教育が盛んに行われている。安藤ら [1] は、小学生のインターネット使用量のうち Web ページ作成が上位を占めていることを報告しており、授業での取り組みが反映されていると分析している。また、情報発信に関する教材も様々なものが作成されており (教材 [2] など)、小学校における情報発信に関する教育への関心の高さが伺える。

このような背景を受け、須田ら [5] は、小学生を対象とした情報発信に関する学習を支援するシステムを提案している。このシステムでは、児童は自分が読んだ本について「おすすめメッセージ」と呼ばれる本の推薦文をブログの記事として情報発信する。小学校 5 年生を対象とした実践の結果、児童は積極的に学習に取り組み、頻繁に情報発信を行うことが確認されている。

一方で、須田ら [5] は、児童が発信する情報の質に大きな問題が残されていることも報告している。児童は内容がほとんどない情報を発信する傾向が非常に強い。典型例として“おもしろいです。”や“楽しい本です。”などが挙げられる。理想的には、本の概要や面白い点など情報の受け手にとって価値のある情報が発信されるべきである。

この問題に対する直接的なアプローチとして、教師が情報発信の内容を指導することが考えられる。児童一人一人に対して、情報発信のお手本を提示する指導である。しかしながら、この方法は、個別に指導を行うため、教師への負担が大きい。既に述べたように、児童は頻繁に情報発信を行うため、この方法の実施は非常に困難である。更に、お手本を提示するだけでは、十分な学習効果が得られないことが予想される。最悪の場合、児童が提示された例を単に書き写すという活動に終わってしまう。より高い学習効果をあげるためには、児童が、キーワードとなる適切な語を選定し、受け手に対して価値のある情報となるよう情報発信の内容を推敲することが重要である。

そこで、本論文では、キーワードを提示することで、発信内容の推敲を児童に促す学習支援システムを提案する。例えば、「桃太郎」を読んで“おもしろい。”と発信した児童に対して、キーワード「桃、きびだんご、鬼」などを提示するシステムである。提案システムにより、児童は、(1) 適切なキー

ワードの選択、(2) キーワードからの本の内容の思い出し、(3) 「おすすめメッセージ」の推敲の三種類の活動を行うことになり、高い学習効果が期待できる。提案システムは、本のタイトルと児童が作成した「おすすめメッセージ」に合わせて、キーワードの提示を行う。また、提案システムは、提示の候補となるキーワードの収集も行う。したがって、キーワード提示に係る教師への負担は無く、多数の児童が頻繁に情報発信する環境でも学習支援が可能となる。

以下、2. で、提案システムの基本アイデアを述べる。3. で、提案システムの詳細を説明する。4. で、提案システムを利用した評価実験について述べ、その結果を考察する。

## 2. 基本アイデア

提案システムは、ブログを利用した学習支援システム [5] 上に実装される。学習支援システム [5] は、児童が選択した本のタイトルや著者などの書誌情報を自動的にブログの記事として記入する (本のタイトルが、記事のタイトルとなる) (注 1)。読書後、児童は、その本の「おすすめメッセージ」をブログの記事に記入する。例えば、「桃太郎」を読んで、“おもしろい話です。”と書いたとする。このとき、提案システムは、本のタイトル、及び「おすすめメッセージ」中の単語を基に、適当なキーワードを児童に提示し、「おすすめメッセージ」の推敲を促す。児童は、提示されたキーワードから適切なキーワードを選択し「おすすめメッセージ」を推敲する。最終的に、推敲した「おすすめメッセージ」の発信を行う。児童は、この活動を繰り返すことで情報発信の学習を行う。

提示するキーワードの候補は、過去に発信された全児童の記事から自動的に収集する。収集のための知識源は、記事のタイトル (本のタイトルでもある) と「おすすめメッセージ」である。更に、学習支援システム [5] では、本の帯情報も利用可能であるため知識源とする (注 2)。帯情報とは、本の帯に書かれた宣伝文のことである。ただし、帯情報が取得できない本に関しては利用しない。同一の本を、複数の児童が読む

(注 1): 本研究では、神戸市立中央図書館 (<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/57/070/welcome.html>) の協力により、インターネット経由で書誌情報を得ている。このサービスは、神戸市内の公立小学校・中学校であれば受け取ることができる。このサービスが受けられない場合でも、一般の業者から書誌情報を安価に購入することができる。

(注 2): 帯情報についても、神戸市立中央図書館の協力を得ている。なお、帯情報も書誌情報として安価に購入可能である。

可能性があるため、「おすすめメッセージ」も一冊の本に対して複数存在することがある。また、「おすすめメッセージが」が未記入の記事もある。したがって、1つの知識源は、本のタイトル、0以上の「おすすめメッセージ」、0または1つの帯情報から成る。以下では、この知識源から自動収集されたキーワード候補を登録した辞書を、キーワード辞書と呼ぶことにする。

提案システムは、各キーワード候補に対してスコアを計算し、そのスコアに基づいてキーワードの提示を行う。スコアの直感的な解釈は、

$$\text{スコア} = \text{重要度} \times \text{関連度} \quad (1)$$

で、与えられる。すなわち、重要度も関連度も高いキーワード候補が高いスコアを得ることになる。重要度とは、キーワードとしての適切さを表す。例えば、「本」という語は、大部分の本に出現するため適切なキーワードとはいえない。一方、「きびだんご」という語は、特定の本のみ出現し、本を特徴付ける重要度の高いキーワードといえる。また、関連度とは、「おすすめメッセージ」とキーワード候補との関連の度合いである。例えば、「西遊記」について「おすすめメッセージ」を記述する際に、「鬼、桃」などを提示しても関連度が低い良いキーワードとはいえない。「西遊記」に対しては、関連度が高い「石、悟空」などを提示すべきである。

重要度と関連度の定量化には、様々な手法が考えられるが、提案システムでは、次の二点を考慮して定量化を行う。第一に、単純な手法であることを重視する。提案システムは、主に小学校で使用されることを考慮すると、それほど高性能でない計算機上に安価に実装できる必要がある。また、システムに対する有効なフィードバックを教師から得るためには、単純な手法であることが好ましい。第二に、必ずしも高い精度でキーワードを提示する必要はないことが挙げられる。なぜなら、たとえ不適切なキーワードが含まれて提示されたとしても、その中から適切なキーワードを選択するという児童の学習活動に繋がるからである。

以上が、提案システムの基本アイデアである。次章で、提案システムの詳細について述べる。

### 3. 提案システム

#### 3.1 キーワードのスコア計算

スコアの計算方法を定式化するため次の記号を導入する。 $N$ 個の知識源  $B_1, B_2, \dots, B_N$  が与えられており、これらの知識源から全部で  $M$  個のキーワード候補  $w_1, w_2, \dots, w_M$  が得られたとする（本章では、特に断わらない限り、この知識源を単に本と呼ぶ）。また、キーワード候補  $w_i$  を含む本の数を  $n_i$  で表す。

いま、ある児童が「おすすめメッセージ」を書き、その本文またはタイトルに単語  $w_j$  が出現したとする。このとき、

キーワード候補  $w_i$  と  $w_j$  との関連度を相互情報量

$$r(w_i, w_j) = \log \frac{P(w_i, w_j)}{P(w_i)P(w_j)} \quad (2)$$

で定義する。ただし、 $P(w_i)$  と  $P(w_i, w_j)$  は、それぞれ  $w_i$  の生起確率と  $w_i$  と  $w_j$  の共起確率とする。生起確率と共起確率は、知識源である本の集合から推定する。次に、キーワード候補  $w_i$  の重要度を IDF

$$a(w_i) = \log \frac{N}{n_i} \quad (3)$$

で定義する<sup>(注3)</sup>。更に、式(1)、式(2)、式(3)を用いて、「おすすめメッセージ」、またはそのタイトルに単語  $w_j$  が出現したときのキーワード候補  $w_i$  のスコアを、

$$s(w_i, w_j) = a(w_i) \times r(w_i, w_j) \quad (4)$$

で定義する。式(4)の1つの解釈として、「おすすめメッセージ」に出現した単語  $w_j$  が、スコア（確信度） $s(w_i, w_j)$  で、キーワード候補  $w_i$  を推薦すると考えることができる。

一般に、「おすすめメッセージ」とそのタイトル中には、複数の単語が出現する。したがって、それらの単語から計算される全ての  $s(w_i, w_j)$  を考慮して、キーワードを提示する必要がある。そこで、提案システムでは、 $s(w_i, w_j)$  の重みつき和をとり最終的なスコアとする。重みは、キーワード候補の推薦元となる単語  $w_j$  の重要度とする。すなわち、推薦元となる単語が重要であるほど、最終的なスコアに対する影響が大きいとする。以上より、最終的なスコアを、

$$S(w_i) = \sum_{w_j \in W} o(w_j) a(w_j) s(w_i, w_j) \quad (5)$$

で計算する。ただし、 $W$  は対象とする「おすすめメッセージ」及びそのタイトル中に出現したキーワード候補の集合を表す。また、 $o(w_j)$  は、 $w_j$  の本中での出現頻度を表す。

提案システムでは、「おすすめメッセージ」のタイトル（すなわち、児童が読んだ本のタイトル）中の単語を優先的に提示するため、タイトル中の単語には高いスコアを与える。具体的には、タイトル中のキーワード候補  $w_i$  に対しては、

$$S(w_i) = \sum_{w_j \in W} o(w_j) a(w_j) s(w_i, w_j) + \alpha \quad (6)$$

で、スコアの計算を行う。ただし、 $\alpha$  は、タイトル中の単語に対する優先度を決定するパラメータである。また、タイトル中の単語でキーワード辞書に登録されていない単語（ここでは  $t$  とする）については、

$$S(t) = \alpha \quad (7)$$

(注3)：関連度と重要度の解釈を容易にするため、 $0 \leq r(w_i, w_j) \leq 1$ 、 $0 \leq a(w_i) \leq 1$  となるよう正規化を行う。なお、正規化してもキーワード候補間の重要度・関連度の大小関係は変わらない

で、スコアを計算する。提案システムでは、4. で述べる予備実験の結果から  $\alpha = 0.3$  とする（以下で述べるシステムのパラメータについても、この予備実験の結果を基に決定した）。

以上が、提案システムで用いるキーワード候補のスコア計算方法である。重要度と関連度の定量化には、上述の方法以外にも様々な方法が考えられる。例えば、重要度として IDF を用いたが、IDF だけでも RIDF [6] など様々なバリエーションがある。関連度についても、語の類似度 [3] などを利用できる。これらの手法は、提案システムに比べ、複雑な計算を要したり統語情報を利用したりするため、より高い精度でキーワードの提示が行えると予想される。しかしながら、提案システムでは、2. で述べた設計思想に基づき、比較的単純な手法で重要度と関連度を定量化する。

### 3.2 キーワード辞書の自動構築

キーワード辞書の自動構築は、次の 3 ステップから成る：

(i) キーワード候補の抽出, (ii) スコア計算, (iii) キーワード候補の保存。

(i) では、本の集合からキーワード候補を抽出する。まず、形態素解析を用いて、知識源である本を単語に分割する。本論文では、形態素解析ツール「茶筌」[4] を用いる。次に、分割した語から、品詞が、名詞-一般, 名詞-サ変接続, 名詞-形容動詞語幹, 名詞-副詞可能, 名詞-固有名詞のいずれかである語をキーワード候補として抽出する。品詞情報も「茶筌」の出力を利用する。ただし、連続するカタカナは、連結し 1 つのキーワード候補として扱う。また、一文字のひらがな、カタカナ、記号からなる語は抽出の対象外とする。更に、低頻度なキーワード候補では、得られる統計量の信頼性が低い。ため、頻度 3 以下の語はキーワード候補から除外する。

(ii) では、式 (4) を用いてスコアの計算を行う。スコアの計算は、キーワード候補の全ての組み合わせについて行う。

(iii) で、キーワード候補を保存してキーワード辞書を構築する。また、推薦元となる単語、その語の重要度、スコアも保存する。

### 3.3 キーワードの提示による学習支援

キーワードの提示による学習支援は、次の 3 ステップから成る：(1) 「おすすめメッセージ」からの単語の抽出, (2) スコアの計算, (3) キーワードと学習支援メッセージの提示。

(1) では、児童が書いた「おすすめメッセージ」及びそのタイトルから単語を抽出する。抽出方法は、3.2 のステップ (i) と同様である。ただし、頻度 3 以下の単語も抽出する。

(2) で、抽出した単語に基づき、キーワード候補の最終的なスコアを計算する。最終的なスコアの計算に必要な情報は、キーワード辞書に登録されたものを利用する。キーワード辞書に登録されていないキーワード候補、推薦元の単語については重要度及びスコアを 0 と見なす。

(3) では、計算したスコアに基づきキーワードを提示し、

学習を支援する。スコアの高い順に、キーワード候補を 3 つ提示する。ただし、「おすすめメッセージに」に既に含まれる語は提示の対象とはしない。また、パラメータ  $\alpha$  よりスコアが低い語も対象としない。キーワードと共に「おすすめメッセージ」の推敲を促すシステムメッセージを提示し学習を支援する。例えば、「桃太郎」を読んで「楽しい本です。」と書いた児童に、キーワード「桃、鬼、島」と共に、システムメッセージ『これらのキーワードを使って、おすすめメッセージを書き直してみよう。』を提示して推敲を促す。その結果を受けて、児童は推敲を行う。複数回の推敲が行えるように、推敲した「おすすめメッセージ」に対しても、再度 (1) ~ (3) の手順を行いキーワードの提示を行う。どの時点で推敲を終了するかは、児童の判断に任せることとする。

## 4. 評価実験

本章では、提案システムを評価するために実施した実験について述べる。評価は、キーワードの提示精度と「おすすめメッセージ」の質の変化との二点について行った。

### 4.1 実験条件

神戸市立 X 小学校 5 年生 (3 学級 98 名) を対象として、提案システムの評価を行った。各学級 3 限 (1 限=45 分) のべ 9 限の実践を行った。各学級とも、提案システムのベースとなる学習支援システム [5] を事前に 8 限使用した。

### 4.2 実験手順

まず、キーワード辞書を構築した。学習環境システム [5] の事前 8 限の使用から得られたデータを知識源とした。

次に、予備実験を行った。予備実験は、各学級 1 限のべ 3 限実施した。予備実験の主な目的は、3. で説明したパラメータの調整である。また、児童に提案システムの使用方法を説明した。更に、提示されたキーワードを基に「おすすめメッセージ」を推敲する実演も行った。

予備実験後、本実験を実施した。評価用に、ブログの記事 ID、書き換え前の「おすすめメッセージ」、本のタイトル、提示したキーワード、書き換え後の「おすすめメッセージ」、書き換えた時間を一組の情報としてログとして記録した。

最後に、キーワード提示の精度と「おすすめメッセージ」の質の変化を評価した。キーワード提示の精度は、第一著者と第二著者が人手で評価した。提示したキーワードに対して、「適切」、「不適切」、「どちらともいえない」のいずれかで評価した。ただし、「書き換えた時間」以外は同一であるログ中のキーワードに対しては一度のみ評価した。評価尺度は、「適切」と判断されたキーワード数を評価数で除した精度を用いた。また、評価者間での一致度を見るため  $k$  値も計算した。「おすすめメッセージ」の質の変化の評価では、第一著者を含む小学校教諭 2 名を評価者とした。書き換えの前後の「おすすめメッセージ」をペアとして本のタイトルと共に評価者に提示し、どちらのほうが本を推薦する文章として優れているかを評価した。

るか判定してもらった。ただし、複数回書き換えが行われている場合は、書き換え前と最後の書き換え結果をペアにして提示した。

### 4.3 評価結果と考察

表 1 に、キーワード提示精度の評価結果を示す。表 1 中の“Title”、“General”、“Total”は、それぞれタイトルから得られたキーワード、タイトル以外から得られたキーワード、全てのキーワードを対象にしたときの精度を意味する。

表 1 から、提案システムは、高い精度でキーワードを提示できたことがわかる。特に、タイトルから得られたキーワードの精度は高い。タイトル以外から得られたキーワードについても高い精度を達成しており、全体の精度は、65%を越えている。このことは、システムが提示する 3 つのキーワードのうち、平均的に 2 つは適切なものであるということの意味する。言い換えると、児童は提示されたキーワードから、適切なキーワード 2 つを選び出し、「おすすめメッセージ」を推敲することになる。評価者間の一致度を表す  $k$  値は 0.440 となり、中程度の一致度を示した。

次に、「おすすめメッセージ」の質の変化に対する評価について述べる。実験中に、131 の情報発信が行われ、そのうち 29 の記事 (22%) について「おすすめメッセージ」の書き換えが行われた。一見この数値は低く見えるが、授業時間が 45 分であることを考慮すると妥当な数字であると考えられる。45 分の間に、児童は本の選択、読書、「おすすめメッセージ」の記述、「おすすめメッセージ」の発信、提示されたキーワードを利用した「おすすめメッセージ」の推敲、再発信の全てを行わなければならない。更に、児童三人あたり一台のパソコンを利用していたことも考慮しなければならない。

一方で、書き換えが行われた「おすすめメッセージ」については、目覚しい改善が見られた。書き換え前の「おすすめメッセージ」は平均 19.9 文字であったのに対し、書き換え後は、平均 35.7 文字まで増加した (有意水準 99% で有意, paired  $t$ -test)。このことは、提示したキーワードの大部分が 2 文字～3 文字から成ることを考慮すると、児童は提示されたキーワードだけでなく、自分自身の言葉を加えて「おすすめメッセージ」を推敲していることがわかる。質的評価でも、一番目の評価者は、26 の「おすすめメッセージ」のうち 21 が書き換え後のほうが良いと評価した (残り 3 つについては、同程度良いと評価した)。同様に、二番目の評価者は、23 のうち 22 が書き換え後のほうが良いと評価した (残り 6 つは、同程度良いと評価した)。したがって、のべの改善率は、88% (43/49) となる。実際、児童は、提示されたキーワードから適切なものを選択して、「おすすめメッセージ」をより良いものに書き換えていた。例えば、「西遊記」を読んで「いやーすごい。かっこいいです。」と書いた児童は、キーワード「石、悟、絶対」から「石」と「悟」を選択し、「石か

表 1: キーワードの提示精度

Subject	Title	General	Total
A	0.912	0.697	0.719
B	0.912	0.555	0.592
A&B	0.912	0.626	0.656

Number of keywords evaluated: 645

Kappa coefficient: 0.440

ら生まれた悟空さてどうなる。”と書き換えていた。この例は、語の分割誤り (「悟空」→「悟」, 「空」) を、児童が適切に修復したことも示している。

## 5. おわりに

本論文では、キーワードの提示により、情報発信の学習を支援するシステムを提案した。実験の結果、次の 3 点が確認できた。第一に、比較的単純な手法でも十分な精度でキーワードを提示できる。第二に、キーワードの適応的な提示には、情報発信の質を高める学習効果がある。第三に、学習効果を挙げるためには、必ずしも高い精度でキーワードを提示する必要はない。

今後の課題として、より頻繁に「おすすめメッセージ」の書き換えが行われるように、キーワードの提示方法を改良することが挙げられる。また、提案システムを利用した指導方法の改善も挙げられる。

## 謝 辞

本研究にあたって、書誌データを提供いただいた神戸市立中央図書館に感謝いたします。また、評価実験に協力いただいた大田市立大田小学校、有馬知佳子教諭に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 安藤玲子, 高比良美詠子, 坂元 章, “小学校のインターネット使用量と情報活用の実践力との因果関係,” 日本教育工学会論文誌, vol.28 Suppl., pp.65-68, Mar. 2004.
- [2] <http://www.japet.or.jp/idea/index.cfm>
- [3] D. Lin, ‘Automatic retrieval and clustering of similar words,’ Proc. 17th international Conf. on for Computational Linguistics, vol.2, pp.764-774, Montreal, Canada, Aug. 1998.
- [4] 松本裕治, “形態素解析システム「茶筌」,” 情報処理, vol.41, no.11, pp.1208-1214, Nov. 2000.
- [5] 須田幸次, 森広浩一郎, 永田 亮, 正司和彦, 掛川淳一 “小学校における図書をテーマにしたブログを用いた情報活用能力育成,” 日本教育工学会第 22 回全国大会講演論文集, pp.763-764, Nov. 2006.
- [6] M. Yamamoto and K.W Church, “Using suffix arrays to compute term frequency and document frequency for all substrings in a corpus,” Proc. of 6th Workshop on Very Large Corpora, pp.28-37, Montreal, Canada, Aug. 1998.