

ビッグデータ解析に基づく学習百科事典からの難易度別 問題生成アルゴリズムの提案

門田 裕太郎[†] 佐藤 裕也^{††} 澤勢 一仁^{††} 延原 肇^{††}

[†]筑波大学 工学システム学類 ^{††}筑波大学 大学院システム情報工学研究科

1 はじめに

タブレット型 PC の急速な普及に伴い、小中学校における ICT 機器を積極的に導入した調べ学習授業が展開されるようになってきている.[1]このような ICT 機器を用いることで教員の教育負担の本質的な軽減をするため、本研究では、共同研究先である学研教育出版から提供されている学習百科事典[2]に基づき、自動的に復習用教材としての問題の生成を行うための枠組み、及びアルゴリズムを提案する。提案システムでは、学習百科事典の膨大な閲覧履歴としてのビッグデータを解析することで、システムのコールドスタート問題[3]を解決する。さらに運用後の利用履歴をオンラインでフィードバックすることで、各問題教材に適切な難易度を付与するためのアルゴリズムを提案する。

2 提案システム

提案システムでは、比較的単純な構造であるが、あらゆるジャンルに展開することのできる「組み合わせ問題」形式を取り扱う。より具体的には、国と首都の対応関係を解答させる問題を事例として取り扱う。(図 1)また、出題の元となるオンライン百科事典として、学研教育出版から提供されている学習百科事典(訳 18,000 語収録)を利用する。本百科事典に掲載されていた国は国際連合加盟国 193 ヶ国 + パチカン市国の合計 194 ヶ国である。

[閲覧解析によるコールドスタート問題の解決]

提案システムではまず、コールドスタート問題を解決するため、辞書の閲覧履歴としてのビッグデータ、2009 年 2 月から 2013 年 11 月までの利用分を解析することによって各項目のペ

ージビュー(以下 PV)を得る。PV が多いほど知名度が高く、難易度の低い項目であるという仮説を立てる。出題範囲の項目のうち最も多い PV を 100、最も低い PV を 0 とし正規化し、初期スコアとする。また、初期スコアごとに項目を難易度 1 から 5 のグループに分類する。

[運用後の難易度更新アルゴリズム]

閲覧履歴としてのビッグデータを解析することにより、コールドスタート問題は解決できるが、そこで設定した初期値が必ずしも人間の主観に適切とは限らない。そこで、実際に運用を開始した後、初期値をユーザの主観に合わせるための更新アルゴリズムを提案する。

各グループからそれぞれ 1 ヶ国ずつランダムに抽出し、問題として提示する。解答者は難易度が低いと感じた問題から着手するものとして、その解答順に着目する。解答順をスコアに変換し、初期スコアにフィードバックする。スコアが発散しないための措置として、スコアをその項目の出題数で割ったものを実際のスコアとして扱う。国 i に関する更新式を以下に示す。

国 i の更新前のスコア: $sb(i) \in \mathcal{R}_{\geq 0}$

更新後のスコア: $sa(i) \in \mathcal{R}_{> 0}$

解答順スコア: $o(i) \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

出題数: $n(i) \in \mathcal{N}$

初期バイアス: $e \in \mathcal{R}$, としたとき、

$$sa(i) = \frac{sb(i) + o(i)}{n(i) + e} \quad \dots \text{式①}$$

※ただし、実際の解答順と $o(i)$ は逆順

この操作を繰り返すことにより項目間の難易度関係が人間の主観に近づいていくことが期待できる。

オンライン百科事典からの自動問題生成に関する研究として大石ら[4]の研究があるが、本研究では人間の主観を難易度にフィードバックさせている点でこの研究とは異なる。

提案システムの問題生成からスコアフィードバックまでのフローチャートを以下に示す。

An algorithm of practice question generation based on online-encyclopedia and its usage history

[†] Yutaro KADOTA

^{††} Yuya SATO

^{††} Hajime NOBUHARA

University of Tsukuba, College of Engineering Systems ([†])

University of Tsukuba, Graduate School of Systems and Information Engineering (^{††})

1. 各ブロックから項目を抽出、問題として提示
 - 1.1 抽出された項目の出題数を+1
2. 解答順に応じてスコアを更新
 - 2.1 更新されたスコアを項目の出題数で割る
3. 更新したスコアに応じて項目を再グループピング
4. 1.に戻る

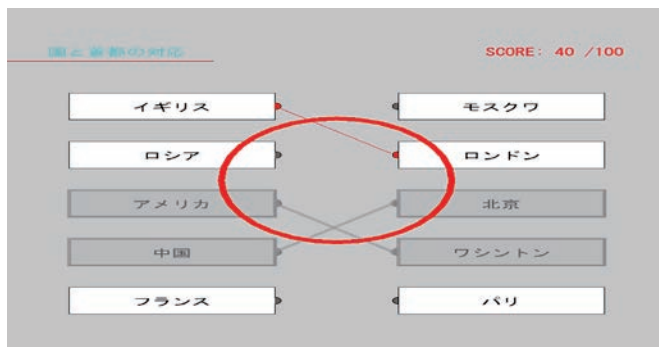


図1：提案システムにより自動生成された問題の一例

3 評価実験

提案アルゴリズムを Python および JavaScript により実装を行い、ウェブベースでの主観評価実験を行う。まず、PV を解析したところ、図2に示すように、べき乗則にしたがっていることが明らかになった。

次に、実装した提案システムをウェブ上で公開し、被験者約 20 人に対し 200 問の問題を自動生成して提示し、その解答順をフィードバックした。比較を容易にするため、各項目の出題数を 20 で初期化することによってスコアを 5~0 の範囲に収めた。

国をスコア降順にソートした際の国の位置の変化の一部を表 1, 2 に示す。

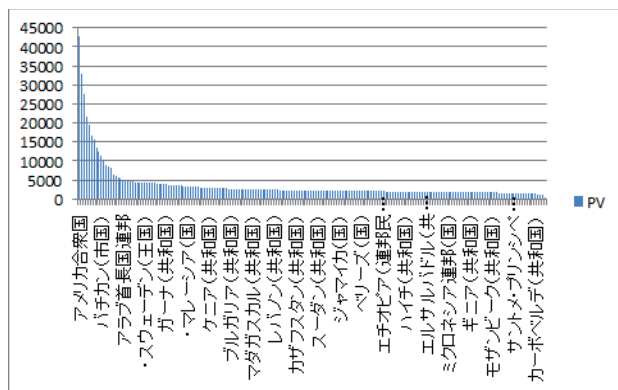


図2：各国のPVヒストグラム

表1：実験結果(難易度が易化した数例)

	初期位置	初期グループ	最終位置	最終グループ
ベルギー	52	2	38	1
バングラデシュ	98	3	42	2
カメルーン	128	4	90	3
バーレーン	189	5	107	3

表2：実験結果(難易度が難化した数例)

	初期位置	初期グループ	最終位置	最終グループ
ポーランド	35	1	78	3
ナウル	66	2	115	3
ソロモン諸島	94	3	145	4
ガボン	127	4	185	5

表2、表3により、一般に広く知られており難易度の低いと思われる国が易化し、逆に難易度が高いと思われる国が難化していることがわかる。アルゴリズムの適用によって、人間の主観に合わせて難易度関係が更新されたと確認できた。

4 おわりに

本論文では、オンライン百科事典からの自動問題生成において、ビッグデータとしての閲覧履歴の解析を用いたコールドスタート問題の解決および難易度更新を行うアルゴリズムを提案した。実験結果から人間の主観を解答順に置き換えたフィードバックは有効であることが確認された。

今後は国と首都の組み合わせ問題以外の問題や、出題範囲を単一グループに絞った細かな難易度順序決定システムの構築に取り組む予定である。

参考文献

- [1] 荒川区全小中学校にタブレット PC 導入 (<http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20131225-00000008-resemom-life>)
- [2] 学研キッズネット (<http://kids.gakken.co.jp/jiten/>)
- [3] 神寫敏弘 “推薦システムのアルゴリズム(1)~(3)” 人工知能学会誌, vol. 22, no6~vol. 23, no. 2 (2007-2008)
- [4] 大石裕介 “e-ラーニング用問題自動生成サービスの制作と評価”