

Weighted-Graph を利用した学習教材の構造化&系列化

1 G-4

藤井 誠 豊田 規人 富士 隆

学習情報通信システム研究所

〒069 北海道江別市西野幌45番地

E-mail: makoto@srl.co.jp, toyota@srl.co.jp, fuji@srl.co.jp

1. はじめに

本稿では、Weighted-Graph を利用して学習教材の構造化とクラスタリングを同時に実現するアルゴリズムを提案する。我々の手法は従来の教材構造化手法であるISM法の問題点であった強連結グラフの解決についてもある程度の成果を収めることが出来た。更に個々のクラスター間に上位-下位という関連性の概念を導入し、同一アルゴリズムを用いてクラスターに対するクラスタリングを繰り返すことによって、スーパークラスターの系列化を行い、学習教材の全体構造を容易に形成することが出来ることを示す。

2. 構造化&クラスタリングアルゴリズム

学習教材の構造化は、教える側の授業の企画・分析に必要であることはもちろん、学習者の授業内容の認知過程、つまりきの検知とその対処に役立つと言われている^[1]。今回我々が開発したアルゴリズムは、マトリックス上に展開した全学習教材(N)に対して、教師が教材2項間の関連度(上位-下位)を任意の整数値(1~n)で表したものに適用する。

重み付き隣接行列 $A = [a_{ij}^k]$ は各ユニット間の連結を表す行列である。教材 i と教材 j の関連度 R を

$$R^{ij} = \frac{\sum_k a_k^i a_k^j}{\sum_k \{(a_k^i)^2 + (a_k^j)^2 - a_k^i a_k^j\}}$$

で定義する。

Sequencing and Structuring of Instructional Materials based on Weighed Graph

Makoto Fujii, Norihito Toyota, Takashi Fuji,
Software Research Laboratory, 45 Nishi-Nopporo
Ebetsu-City Hokkaido 069 Japan

ポテンシャル: V

$$V(k) = \sum_{i=1}^N n^{N-i} a_k^i$$

クラスター内のレベル及びサイズ: L

$$L_i = \sum_{k, a_{ik} \neq 0} 1 - \sum_{k, a_{ki} \neq 0} 1$$

行と列の並び替え

<行>

- (1) 一列目との関連度 R を計算して、大きい項目から順に列を並べ替える。
- (2) 得られた行列に対して R を計算して三列以降をその大きい項目から順に列を並べ替える。
- (3) 以上を N-1 回繰り返す。

<列>

- (4) 列を一つのベクトルとみなし、値の大きい順に並び替える。

クラスタリング

教材が囲碁的に連結している部分(図1)を一つのクラスターとみなす。

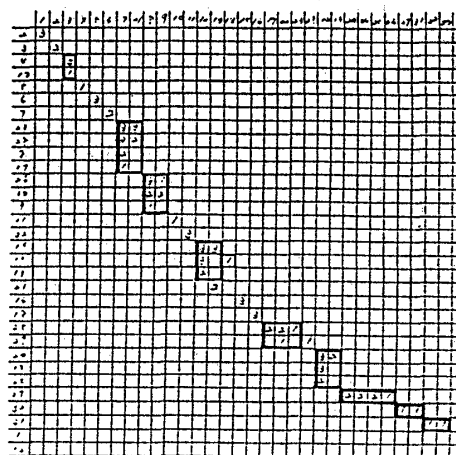


図1.教材のクラスタリング

3. スーパークラスターと系列化

我々が教材のクラスターリングを行う際の特徴で従来の手法と異なるのは、行・列それぞれ異なるアルゴリズムを用いている点である^{[2][3]}。これにより、一つの教材が複数のクラスターに存在することが可能となり、学習者はいろいろな角度（教材の組み合わせ）で学習出来るようになる。もう一つの利点は、この重複する教材を一定の基準（図2）に従って結び付けることで、自動的にクラスター間に上位-下位の関係付けが出来るということである。この関係をマトリックス上に展開して2のアルゴリズムで並べ替えると、クラスターのクラスターが出来上がる（図3）。この操作をクラスターが出来なくなるまで、つまりスーパークラスターが出来るまで（図4）繰り返す。

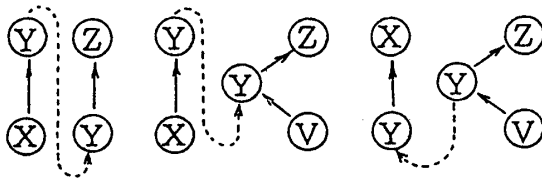


図2. 結び付けのルール

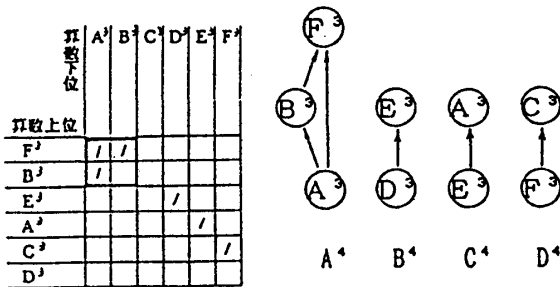


図3. クラスターのクラスターとその構造図

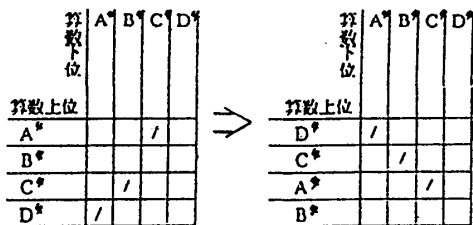


図4. スーパークラスター

一直線に並んだスーパークラスターを今度は逆の手順で分解することにより、教材の全体構造図を容易に作成することが出来る（図5）。

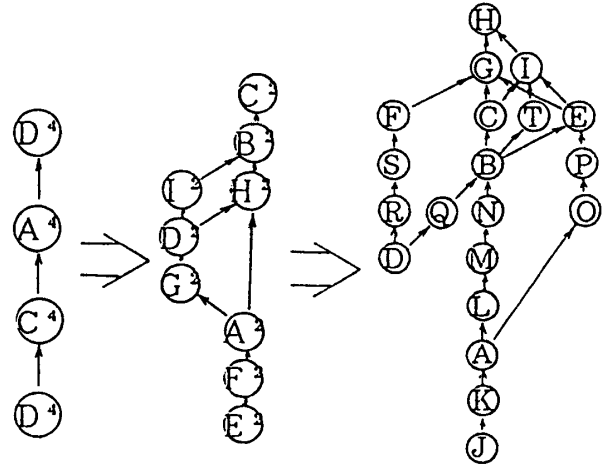


図5. スーパークラスターの分解

4. 小学校算数教育での適用

教材の構造化&系列化の事例として、今回「小学校算数・関数」に対して我々のアルゴリズムを適用した。次は、このアルゴリズムを自動化するためのシステム構築を進める。

5. おわりに

本稿では、Weighed-Graph を利用した教材の構造化及び系列化の手法を提案した。今後は関連度を表す整数値をより有効に活用して、教授方略に関する検討を進めるつもりである。

参考文献

- [1] 佐藤 隆博、ISM構造学習法、明治図書、東京 (1987)
- [2] 豊田 規人、藤井 誠、富士 隆、三枝 武男、“学習教材の構造化及びクラスターリング”平成7年電気学会全国大会(1995)
- [3] 豊田 規人、藤井 誠、富士 隆、三枝 武男、“学習教材の構造化及びクラスターリング”信学技法 Vol. 95 No. 95 ET95-40 (1995)