

ネットワークを利用した適応的な自己学習支援システムの開発

6 T-3

関 一也 齊藤 智也 岡本 敏雄

電気通信大学大学院 情報システム学研究所

1 はじめに

本研究では、①学習対象のカリキュラム情報/学習行動のモデル情報および学習者の学習ニーズ/履歴情報を考慮した教材データ系列化情報の生成機能 (教材データ系列化モジュール)、②教材データ系列化情報に基づいた学習ガイダンス機能 (ガイダンスモジュール)、を具備した適応的な自己学習支援システム: RapsodyII (Remote and Adaptive educational System Offering Dynamic communicative environment) を開発する。図 1 は、RapsodyII のシステム構成図である。本稿では、適応的なガイド機構の教材データ系列化モジュールについて述べる。

2 教材データ系列化モジュールの計算モデル

本研究では、教材データの系列化を多目的最適化問題として定式化する。すなわち、唯一の教授方略/戦略で教材データを系列化するのではなく、複数の方略/戦略を同時に適用する系列化手法である。

近年、遺伝的アルゴリズム (以下、GA と略す) を、多目的最適化問題に応用する研究が行われている。GA は多

点探索手法であるために、多目的最適化問題におけるパレート最適解 (集合) の探索に有効な手法と考えられる。教材データ系列化モジュールの実現には、多目的 GA を適用する。しかしながら多目的 GA では、①個体評価のための計算コストの増加、②個体集合の多様性の維持、における問題点が指摘されている。そこで本研究では、①②を解消するために分散 GA を併用する。分散 GA は、母集団を複数のサブ母集団に分割して、サブ母集団毎に独立した GA 操作を実行する (計算コストの軽減)。また、一定間隔で異なるサブ母集団間で個体を交換して、母集団の多様性を維持する。図 2 は、本研究で用いる計算モデルである。

3 適合度関数の構成

3.1 関連性を示す適合度関数

関連性は、関連する単元項目を優先して系列化する教授方略である。単元項目 X と単元項目 Y の関連度は、下記の条件によって与える。

$$R(X, Y) = \begin{cases} 0 \leq R_{XY} \leq 1 (X \neq Y, R_{XY} = R_{YX}) \\ 1 (X = Y) \end{cases}$$

関連性を示す適合度関数 (Relation(Cs)) は、R(X,Y) を用いて、以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} \text{Relation}(Cs) &= \sum_{i=1}^{L-1} R(LOM_i \rightarrow Taxon, LOM_{i+1} \rightarrow Taxon) \\ &= \frac{\sum_{i=1}^{L-1} R(LOM_i \rightarrow Taxon, LOM_{i+1} \rightarrow Taxon)}{L-1} \end{aligned}$$

Cs: 個体, L: 個体長, LOM: Cs に配置された教材データ
i: 個体上の教材データ の位置,
Taxon: 教材データの単元項目を示す属性

3.2 前提性を示す適合度関数

前提性は、ある単元項目を基準に、それよりも先に学習すべき単元項目を、優先的に前へ系列化するという教授方略である。単元項目 X に対する単元項目 Y の前提度は、下記の条件によって与える。

$$P(X, Y) = \begin{cases} 0 \leq P_{XY} \leq 1 (X \neq Y, P_{XY} \neq P_{YX}) \\ 0 (X = Y) \end{cases}$$

前提性を示す適合度関数 (Presupposition(Cs)) は、P(X,Y)

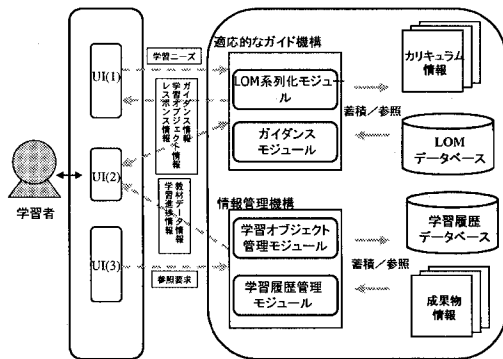


図 1 システム構成図

A Development of the Adaptive Self-Learning Support System via the Internet

Kazuya Seki, Tomoya Saito and Toshio Okamoto
Graduate School of Information Systems,
The University of Electro-Communications
1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo 182-8585, Japan

を用いて、以下のように定式化する。

$$\text{Presup position}(Cs) = \frac{\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{i-1} P(LOMi \rightarrow Taxon, LOMj \rightarrow Taxon)}{L(L-1)}$$

i, j : 個体上の教材データの位置

3.3 難易性を示す適合度関数

難易性は、易しい単元項目から徐々に難しい単元項目に展開する教授方略である。単元項目 X の難易度は、下記の条件式によって与える。

$$D(X) = \{0 < D_X \leq 1\}$$

難易性を示す適合度関数 (Difficulty(Cs)) は、D(X)を用いて、以下のように定式化される。

$$\text{Difficulty}(Cs) = \frac{\sum_{i=1}^L i \times D(LOMi \rightarrow Taxon)}{L(L+1)}$$

i : 個体上の教材データのの位置

3.4 学習行動の適切性を示す適合度関数

学習行動の適切性は、ある単元項目の学習を、コンピテンシーモデルに基づいて展開する教授戦略である。コンピテンシーモデルとは、学習行動の特性を行動プロセスと行動プロセス間の関係で示す系列図である。図2は、「情報の収集・整理」の学習に関するコンピテンシーモ

デルの一例である。系列図に示された関係構造は、下記の条件によって定義される。

$$\text{Act}(AX, AY) = \begin{cases} 1 & ((AX \rightarrow AY) \in \text{LearningFlow}) \\ 0 & ((AX \rightarrow AY) \notin \text{LearningFlow}) \end{cases}$$

LearningFlow: コンピテンシーモデルの関係構造
 $AX \rightarrow AY$: 行動プロセス(AX)から行動プロセス(AY)への移行

適切性を示す適合度関数 (Activity(Cs)) は、Act(AX,AY)を用いて、下記のように定式化される。定式化する際は、次の点を考慮している。評価対象の個体は、複数の単元項目に関する教材データが配置されている。また、本研究のコンピテンシーモデルは、ある単元項目の学習に必要な行動(学習)プロセスを規定する。したがって、学習行動の適切性の評価は、個体の中で関連性の強い単元項目の纏まりを求め、その纏まりに対して該当するコンピテンシーモデルを適用させる必要がある。具体的には、単元項目間の関連度(3.1節のR(X,Y))を用いて、関連度の低い遺伝子座から関連度の低い遺伝子座までを1つの単元項目に関連する教材データと見なして分割する。本研究では、分割された部分系列に対して、Activity(Cs)を適用させる。

Activity(Cs)

$$= \frac{\sum_{Cs_j \in Csp} \sum_{i=1}^{\text{length}(Cs_j)} A(LOMi \rightarrow \text{ActivityType}, LOMi+1 \rightarrow \text{Activity})}{L-1}$$

Csp: R(X,Y) によって分割され系列の部分系列

Cs_j: 適応度算出の対象となる部分系列

Length(Cs_j): 部分系列の長さ

4 まとめ

本稿では、適応的な自己学習支援システムを実現するための教材データ系列化モジュールについて述べた。本研究では、教材データの系列化を多目的最適化問題として定式化し、多目的GAと分散GAのハイブリッドな計算モデルによる系列化手法を実現する。現在、適応的な自己学習支援システム: RapsodyII の実装を進めている。

参考文献

[1] 関一也, 齊藤智也, 岡本敏雄: "インターネット環境における適応的な自己学習支援システムの開発-教材データ系列化の一手法-", 信学技報 ET2001-23~34, pp.15-22, 2001.
 [2] D.E.Goldberg: "Genetic Algorithms in search, optimization and machine learning", Addison-Wesley, 1989.
 [3] Reiko Tanase: "Distributed genetic algorithms", Proc.3rd International Conference on Genetic Algorithms, pp.434-439, 1989.

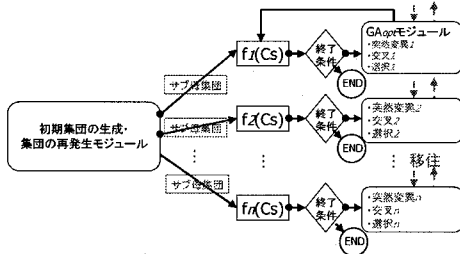


図2 計算モデル

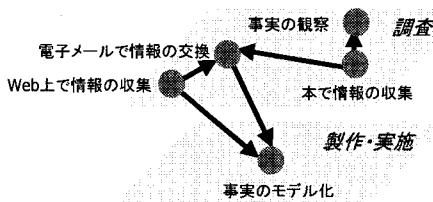


図3 コンピテンシーモデル

(例: 情報の収集・整理)