

教授項目の系列化問題への遺伝的アルゴリズムの適用と評価

3 B-1

松本 剛

岡本 敏雄

電気通信大学大学院情報システム学研究科

1 まえがき

教育工学の分野において、知的CAIやマルチメディアによる教授学習支援、協調的学習支援など、情報通信技術による人間の教授・学習活動を工学的視点から支援しようとする研究が盛んに行われている。一方、こうした授業や学習環境そのものを支援する研究の他に、授業における教授者の意思決定など、授業の設計段階における支援も考えられる。教授者が、より効果的な授業を行うには、この準備(設計)が非常に重要であり、これが授業設計(Instructional-Design)である。授業設計は、教授者が授業を構成する項目の配置やその指導方法、評価などを予め設計する行為である。

本研究の対象は、このような設計過程の支援のうち、教授項目の配置[注 1]に限定する。項目の配置は、多くの教授者が教材の内容から指導方法、評価方法を考えて授業を設計していくことからわかるように、他の設計行為に対し強く影響を及ぼす為、それ自体、系列化問題と呼ばれて授業設計の主要な研究テーマとなっている[沼野 76]、[赤堀 91]、[竹谷 92]。

2 教授項目の系列化に対する

GAがもたらす効果

従来、提案されている教授項目の系列化手法の多くは、ある教授項目に対し、その次に配置すべき教授項目を決定する際に、何らかの選択基準やアルゴリズムを用いるというアプローチである。従って、全ての教授項目間に関する関係や順序に関して完全かつ明示的な知識が与えられた状態を前提にしたアプローチである。

本研究では、こうした先行研究のアプローチに対し、様々な角度から教授項目系列への知識の取り込みをはかる。本手法では以下に述べる4つの遺伝的アルゴリズムの特徴に着目したシステムを提案する。

2.1. 教授者の意図の遺伝的オペレータへの取り込みによる効果

本研究では、現実の教授者も行うと考えられる操作の一部を遺伝的オペレータに組み込むことを試みた。即ち、教授

者の意図や知識を評価関数以外にも、遺伝的オペレータにも加える。従って、これらの遺伝的オペレータが繰り返し適用されることで、明示的ではないが、それらが教授項目系列の一部に取り込まれていくと考える[松本 96b]。

2.2. 自由な評価関数の設定による効果

従来、提案されてきた系列化手法の多くは、教授項目の系列生成過程において、様々な制約を解くというアプローチをとる。しかしながら、教授者が持っていると考えられる個々の授業観や経験からくる漠然とした指導順序を系列に反映させようとする場合、それを制約として解くといった方法は必ずしも有効ではない。むしろ、問題によっては、「制約を解く」のではなく「制約を与える」といった行為の方が遥かに楽な場合も多い。

この「制約を与える」といった行為がGAでは「評価関数の設定」にあたる。このGAの特徴は「問題を評価する機構(評価関数)」と「遺伝的オペレータによる系列の改善を行う機構(遺伝的オペレータ)」が分離されている点にある。その為、従来の手法が、制約の一部を変化させただけで、その手法が有効でなくなる場合が多いのに対し、GAは評価関数の変更のみで済む場合が多く、問題に対し自由な評価関数の設定が行える。本研究ではこの自由に設定できる評価関数の特徴を用い、問題に対して局所的にわかっている知識や先行研究の成果を用いることが可能である。

2.3. 確率的な演算のもたらす効果

GAの確率的な演算効果の1つに局所解からの脱出の可能性がある。しかし、これ以外にも以下に述べる効果があると考えられる。

エキスパートシステムや手続き型のドメイン依存アルゴリズムは、解の正当性(最適)の保証やその診断、説明ができる点で有効であると言える。これらの効果は、システムを用いるユーザにとって非常に有益な情報である。一方、GAを用いる本手法では系列生成の動作そのものは明確に記述されていない為、生成された系列の保証や説明づけを行うのは困難である。

しかしながら、GAのような確率依存のアルゴリズムにおいても、解(系列)において意味のある部分とない部分を分離することは可能である。即ち、違った条件のもとでの繰り返しから、必然な部分と偶然を見つめることができる。従って、この解において必然的な部分を系列の特徴としてユーザに提示する。

Applying and Evaluation Genetic Algorithm to Automatic Generation of Sequencing Teaching Items

Tsuyoshi MATSUMOTO, Toshio OKAMOTO

The Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications

1-5-1 Chofugaoka, Chofu-City, Tokyo 182 JAPAN

[注 1] 学習者に対し、教授者がどのような順番で、教授する内容を提示するかの問題。この順番には個々の教授者の経験や授業観が反映される。

2.4. リアルタイムな性質がもたらす効果

GAは複数の解候補の組合せを絶えず保持して、その組合せから新たな解候補を生成していく。即ち、GAは解空間の情報を遺伝子の形で蓄積できるアルゴリズムであり、集団内に常(リアルタイム)にユーザにとって何らかの意味のある解が保持されている。従って、系列生成過程でも随時、ユーザに解を提示することができる。2.3節で述べた特徴を用いて、ユーザの意図を系列生成過程で段階的に取り込むといった手法が考えられる。本手法では、GAの探索過程のある一定世代間ごとに、ユーザにとって好ましくない特徴を選ばせ、そうした系列の評価値を下げることで個々の教授者の教授観を反映した生成していく。

3. 実装図

図1は2章で述べた各々の効果を取り込んだシステムの実装図である。本システムは以下の4つのモジュールとインタフェースにより構成される[松本96a]。

GAモジュール

コード表現された教授項目の系列に対し、選択・交叉・突然変異の遺伝的操作を加える。

GA制御モジュール

GAモジュールの遺伝的オペレータの制御、教授者の意図を反映した多様なタイプの系列を生成する為の評価値の修正操作を行う。

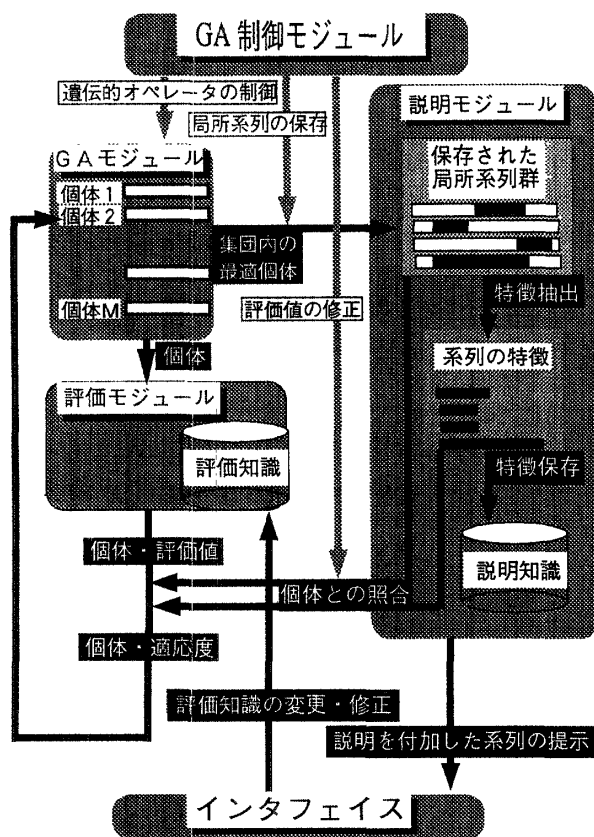


図1 実装図

評価モジュール

教授項目の系列を評価知識により評価する。

説明モジュール

生成された教授項目の系列に対し、その特徴を付加する。

インタフェース

ユーザに、システムが生成した教授項目の系列や特徴を可視化して提示する。

システムは、ある複数の教授項目をシステムの具備する知識と、ユーザの教授項目系列における漠然とした教授観を段階的な取り込みにより教授項目の系列を生成し、それをユーザに提示する。具体的には、教授項目の系列に対し、系列評価の知識とGAの操作のサイクルを繰り返しながら系列を改善していく。また同時に、系列生成過程では、系列内の漠然とした「教授項目のまとまり」や「教授項目の位置」に関してユーザの意図を段階的に取り入れる。以後、予め定めた世代上限数を越えるか、ユーザがシステムに探索の停止を指示するまでシステムにおける系列の生成は続けられる。

4. まとめ

遺伝的オペレータを利用した教授者の意図の取り込みや、段階的に教授者の意見を取り入れるといった本手法のアプローチは、CAIにおける個々の学習者の学習状況に応じたコースアウトラインの決定にも応用が可能である。また、授業設計支援エキスパートシステムの抱えるルールといった形での知識抽出の問題点を本手法で補うことで、より個々の教授者の教授観を反映させた系列の生成が可能と考えられる。

◆ 参考文献 ◆

- [Goldberg89] Goldberg, D.E.: Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley (1989).
- [坂無 95] 坂無 英徳, 鈴木 恵二, 嘉数 侑昇: フィルタリングGAによる多峰性関数の最適化. 情報処理学会論文誌 Vol.36 No.8 pp.1800-1808 (1995).
- [小坪 90] 小坪 成一, 須貝 廣雄, 平田 廣則: 遺伝子要素を取り入れた改良型アニーリング法によるブロック配置手法 (1990), 電子情報通信学会論文誌 Vol. J73-A No.1 pp.87-94.
- [山村 92] 山村 雅幸, 小野 貴久, 小林 重信: 形質の遺伝を重視した遺伝的アルゴリズムに基づく巡回セールスマン問題の解法, 人工知能学会誌 Vol.7 No.6 pp.1049-1059 (1992).
- [沼野 76] 沼野 一男: 授業の設計入門, 国土社 (1976).
- [赤堀 91] 赤堀 侃司: 中学校数学を事例にした学習課題の系列化, 日本教育工学会誌 Vol.15 No.2 pp.57-71 (1991).
- [竹谷 92] 竹谷 誠: 関連度をもつ課題の系列化法, 電子情報通信学会論文誌A Vol. J75-A No.3 pp.624-632 (1992).
- [松本 96a] 松本 剛, 岡本 敏雄: 遺伝的アルゴリズムを用いた教授項目の系列化(3), 人工知能学会全国大会(第10回)論文集 pp.617-620 (1996).
- [松本 96b] 松本 剛, 岡本 敏雄: 教授項目の系列化問題への遺伝的アルゴリズムの適用による効果, 日本教育工学会全国大会(第12回)論文集 pp.401-402 (1996).