

連想記憶 CNN を用いた ITS の構築に関する研究

難波 道弘

山梨英和大学人間文化学部

1. まえがき

ITS(Intelligent Tutoring System) では、学習者の理解状態をシステムが適切に診断し、フィードバックを行うことが重要となる。学習者の理解状態は多様であり、例えば理解できていないという場合であっても、その要因を含めて診断すれば、異なるフィードバックが必要となる [1]。そこで本研究では高い分類能力を有する連想記憶セルラニューラルネットワークを用いた ITS の設計・構築を行っている。

本稿では先行研究 [2] において連想記憶 CNN の設計を見直し、有用性を確認するための実験もあわせて行った。

2. 連想記憶 CNN

CNN はセルと呼ばれる単純なアナログ回路をマトリクス状に配置したものである。各セルは近傍セルとのみ結合しており、自身の内部状態は近傍セルの影響を受けながら微分方程式系で変化する。CNN では、記憶パターンはダイナミクスの漸近安定平衡点（以下、平衡点と記す）に対応している。各セルの状態は近傍セルの状態に影響を受けながら微分方程式系で変化する。システムの平衡点に収束する。すなわち、記憶パターンの自己想起機能を有している。

3. 連想記憶 CNN の設計

はじめに、学習者パターンの生成手法について述べる。問題 1 問に対する情報を表現するため、正誤を表すセル（正答セル：離散値）、解答時間を表すセル（時間セル：連続値）、マウスの移動距離を表すセル（マウスセル：連続値）および主観的確信度（確信度セル：離散値）の 4 種類のセルをそれぞれ 1 つずつ用意する。このセルの組を問題数分用意し、CNN を構成する。学

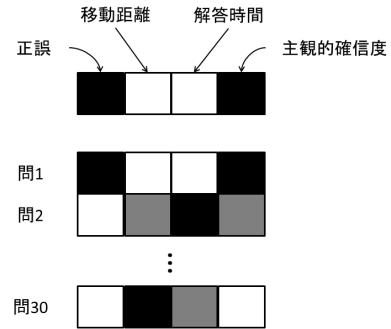


図 1: 学習者パターンの作成イメージ

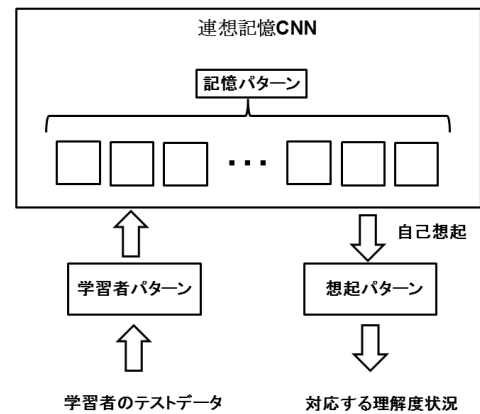


図 2: 連想記憶 CNN による診断の流れ

習者の解答結果パターンを作る際には、すべての値を -1 から $+1$ の間に変換しておく。図 1 はそのイメージである。

次に学習者の理解度状態に対応する記憶パターンを作る。本研究では事前知識や類型化ルールも参考にし、それぞれ数種類の状態を持つ「正答セル」(2種類)、「時間セル」(3種類)、「マウスセル」(3種類)および「確信度セル」(3種類)の組合せのうち、有効な 30 個の記憶パターンを設定した。これらのパターンは表 1 に示す有効な 5 種類の理解度状態と対応している。

図 2 に連想記憶 CNN による診断までの流れを示す。学習者の解答結果パターンを初期入力としてあらかじめ

Studies on ITS Using Cellular Neural Network for Associative Memory
 Michihiro NAMBA
 Faculty of Human Sciences and Cultural Studies, Yamanashi Eiiwa College

表 1: 理解度状況

ラベル	理解度
A	十分に理解できている
B	おおむね理解できている
C	ある程度理解できている
D	理解できているか疑わしい
E	理解できているとは言えない

め記憶したパターンを持つ連想記憶 CNN に与えると、ダイナミクスにより記憶したいずれかのパターンに想起することとなる（いずれのパターンにも想起しない場合もある）。想起パターンに対応している状態がその学習者の理解状態であると CNN が判断したということになる。

4. 実験

4.1 方法

有用性を確認するため、E-testing による実験を行った。内容は英語の四肢択一、問題数は全 30 問、内訳は 3 段階のレベルの問題各 10 問ずつとする。学習者は大学生 25 名である。学習者データから正誤、マウスの移動距離 (px)、解答時間 (s)、主観的確信度を抽出し、合計で 75 種類の学習者パターンを得た。

4.2 実験結果と考察

診断実験の結果を表 2 に示す。理解度 A~E にそれぞれ診断された学習者データから、各ラベルの個数、各指標の平均値を求めたものである。表中の単位は括弧内のものである。記憶パターンのいずれかを出力した割合（診断率）は 100% であり、先行研究 [2] の 89.3% と比較し、改善されたといえる。

次に表 2 の結果をもとに診断結果の妥当性について検討した。

A: 正答率、主観的確信度共に 5 つのラベルの中で最も高いことが分かる。全体平均と比べ、移動距離は少なく、解答時間も短いことから高い理解を有していると推測できる。

B: 移動距離、解答時間、主観的確信度の値は全体平均に近い値となっているが、正答率は平均以上の値を出力をしている点からおおむね理解していると考えられる。

表 2: 診断結果

	A	B	C	D	E	All
所属数	17	17	15	14	12	75
正答率	80.0	73.5	61.4	46.2	30.0	60.3
マウス	620.1	718.0	725.0	684.1	899.5	717.9
時間	9.2	12.2	16.4	13.6	14.6	13.6
確信度	8.4	6.2	5.0	6.0	3.3	6.0

C: 全体的に平均的な値を示しており、ある程度は理解していると考えられる。

D: 正答率は全体平均よりも低い値を出している。解答時間が C よりも短いため、内容を間違えて理解している可能性や勘で選んだ可能性がある。

E: 正答率は全体平均の約半分となっており、主観的確信度も低い。理解度は低いといえるが、理解できていないという認識はできていると考えられる。

5. むすび

本研究では先行研究 [2] において課題となっていた、連想記憶 CNN による診断能力の改善を図るべく、その設計を行った。記憶パターンの改良を行うことで診断率に改善が見られたことを実験により確認した。診断結果の妥当性を定量的に評価する手法についての検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 難波道弘, “3 値出力 CNN を用いた理解度診断システムの評価,” 日本教育工学会論文誌, Vol.35, Suppl., pp.133-136, 2011.
- [2] 三木啓至, 平川智恵, 難波道弘, “連想記憶 CNN を用いた E-learning システムの構築に関する研究,” 教育システム情報学会東海地区学生発表会予稿集 P1, 2015.

謝辞

本研究の一部は科研費（課題番号：25750091）の補助を受けて行われた。