

連想記憶 CNN を用いた E-learning システムの構築に関する研究

Studies on Constructing E-learning System with Associative Cellular Neural Network

三木 啓至[†] 平川 智恵[†] 難波 道弘[†]
 Hiroyuki MIKI[†] Tomoe HIRAKAWA[†] Michihiro NAMBA[†]
 山梨英和大学人間文化学部[†]
 Faculty of Humanities, Yamanashi Eiwa College[†]
 E-mail:namba@yamanashi-eiwa.ac.jp

あらまし：学習者の理解度を推定し、適切なフィードバックを行うことは ITS を構築するうえで重要な要素である。学習者情報には種々のあいまい情報が含まれているため、本研究ではそのデータ分類に有効とされる連想記憶セルラニューラルネットワーク (CNN) を用いる。システムを設計・構築したうえで、E-testing における学習者情報（正誤、マウスの移動距離、解答時間、主観的確信度）に基づく CNN による理解状態の推定実験を行い、その有用性を確認する。

キーワード：E-learning, 理解度診断, 移動距離, 主観的確信度, 3 値出力セルラニューラルネットワーク

1. まえがき

教師不在型 E-learning システムでは、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。そこで本研究では先行研究 [1] に加え、さらに学習者特性が現れる指標として主観的確信度とマウスの移動距離をとり入れる。また有用性を確認するための実験もあわせて行った。

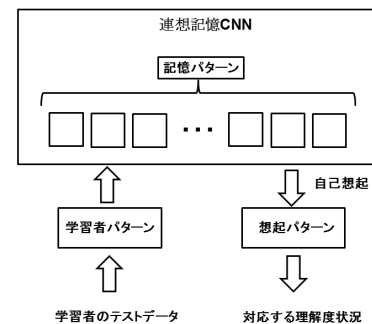


図 1: 理解度推定部

2. 連想記憶 T-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. 理解度推定のための連想記憶 CNN の設計

図 1 に、構築するシステムの中の、E-learning 連想記憶 CNN による理解度推定部を示す。

はじめに、解答結果パターンを連想記憶 CNN で表現するための手法について述べる。はじめに、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。

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 21 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 種類の理解状態と対応している。

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

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

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、Web テスト形式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。問題を解答してもらうことにより、被験者から正誤、マウスの移動距離 (px)、解答時間 (s)、主観的確信度のデータの収集を行う。合計で 75 個の学習者パターンが得られる。

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 89.3%であった。

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 A と同様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。

C：正答率は全体平均を上回っているが、その他の指標では悪い値を出している。正解率は比較的高いが、

表 2: 診断結果

	A	B	C	D	E	All
所属数	18	15	14	7	13	75
正答率	77.2	76.0	65.0	48.6	33.8	57.2
マウス	443.5	686.0	722.3	701.8	797.0	699.5
時間	8.81	14.05	16.83	13.56	13.17	13.78
確信度	8.3	6.6	5.1	6.3	4.1	5.8

時間をかけてマウスを動かしていることがわかるため、問題に対して悩んだ可能性がある。

D：正答率以外の指標はラベル B の値に酷似している。正答率は全体平均よりも低い値を出している。B と似た出力をしているが正答率が低いため、内容を間違えて理解している可能性がある。

E：正答率は全体平均のおよそ半分の値となっている。移動距離の値は 5 つのラベルの中で最も多い。しかし、解答時間は平均時間と比べてあまり変わらないため、悩んだが決めきれなかった可能性がある。

5. むすび

本研究では、学習者特性が現れる指標として主観的確信度とマウスの移動距離を取り入れ、理解度診断に有用であるかを確認した。

今回の実験により、従来の指標に加え、より詳細な解答情報を取得することができたため、理解度診断に有用であることが示唆された。また、記憶パターンの改良を行うことで診断率を向上させるとともに、診断結果の妥当性を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.

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。