

構造力学自学自習アプリの開発

和歌山工業高等専門学校

正会員

○山田 幸

Hexagon

正会員

上野山 拓也

1. まえがき

力学は工学の各分野で非常に重要な学問の一つであり、土木工学では「三力」と呼ばれ、水理学、土質力学（地盤工学）、構造力学の3つの力学が必須になっている。そのうち、構造力学は記憶しておくべきことは限られており、「力のつり合い」を可能な限り利用して変形や部材力を求めていくことが可能である。その点で構造力学は他の力学に比べてはるかに学習が容易であると筆者らは考える。

その一方で、構造力学を苦手にするケースは多々見られ、筆者らが考える最も大きな原因は「力のつり合い」が理解できていないことであると考えられる。その他の理由も考えられないことはないが、極めて構造力学を苦手にしてしているのは、構造力学の入り口である「力のつり合い」が理解できていない、または、利用できないケースが大半であると考えられる。

本研究は、構造力学を習得する上で、キーポイントになる「力のつり合い」について、個人個人の苦手なパターンを認識して効率よく学習ができるアプリについて、深層学習の導入も視野に入れて開発を試みるものである。

2. アプリに用いたプログラミング言語と深層学習による得手、不得手の把握

(1) アプリに用いたプログラミング言語

本研究では、図-1 に示す4つの荷重に加えて、同図(c)の右下がりの等変分布（三角形分布）荷重、および、同図(d)の左回りの集中モーメント荷重が載荷された6パターンの単純ばりの支点反力 R_A を求めるアプリの開発を試みた。そして、深層学習を用いることで得手、不得手を判断できるかについて検討を行う。そのため、アプリの開発には深層学習や描画などのライブラリが充実している Python を利用することにした。

(2) 深層学習による得手、不得手の把握

深層学習には、Python のライブラリ中の Keras を用いその中の Sequential モデルを使用した。Sequential モデルの構造は図-2 に示すように入力層と出力層、そして、数層にわたる中間層から構成される。入力層、出力層ともに6ユニット（入出力数）で荷重パターン数と同じある。中間層は72ユニット、6層に設

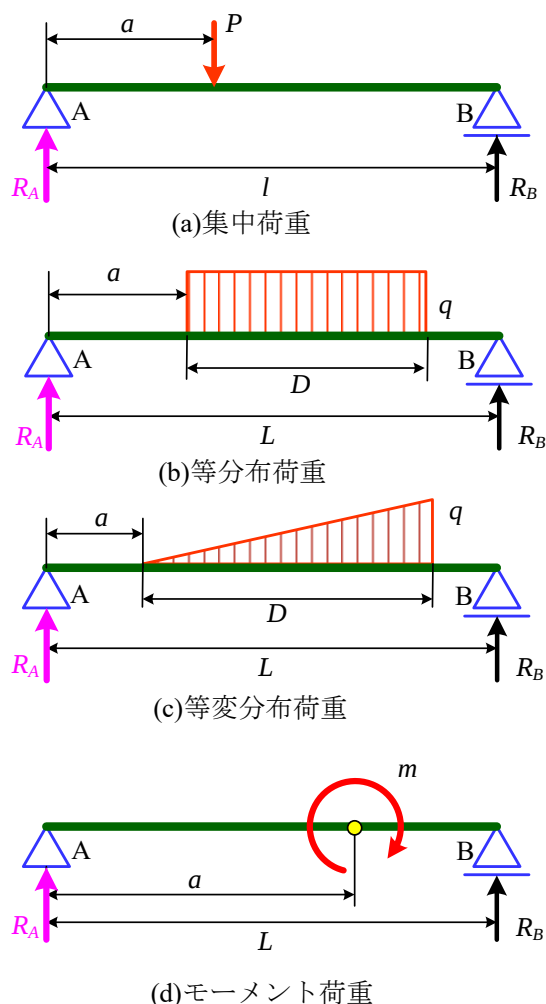


図-1 各種荷重の作用する単純ばり

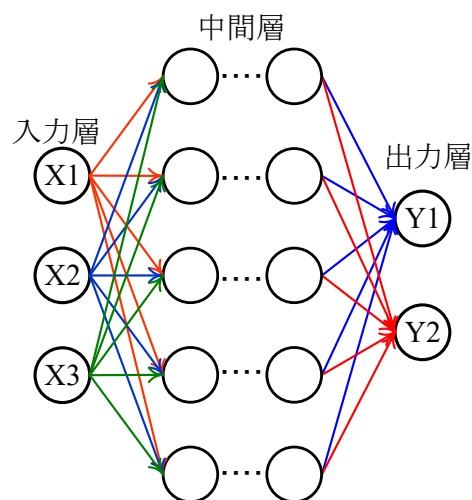


図-2 Sequential モデルの概略図

キーワード 構造力学, 力のつり合い, 深層学習

連絡先 〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島 77 TEL:0738-29-8456 FAX:0738-29-8469

定した.

(3) 各問題のスコアルール

本研究では各問題のスコア x_n のルールは以下のように行った.

$$x_n = I \times J \tag{1}$$

ここに、 I : 正誤判定のパラメータで正解の場合は 1, 不正解の場合は 0, J : 解答時間パラメータで解答時間が標準解答時間以内の場合は 1, それより長い場合は 0 である. なお, 標準解答時間は 10 名を対象にして求めた各問題ケースの解答時間中央値である.

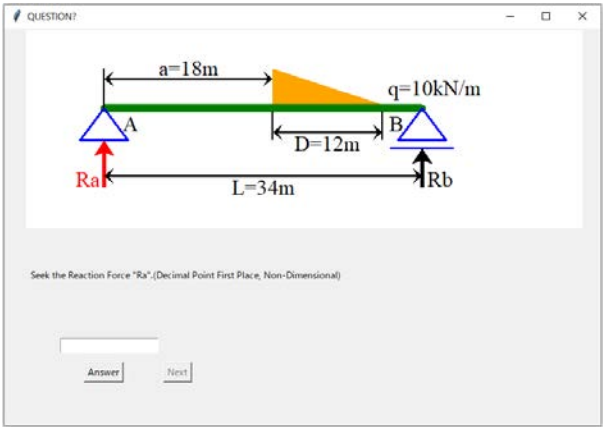


図-3 アプリの動作

3. 開発したアプリの動作と不得

表-1 3名の被験者の得手, 不得手の把握試行結果

手な問題の予測

(1) アプリの動作

今回開発したアプリを起動したときの動作の一部を図-3 に示す. アプリを起動すると問題が図とともに表示される. 問題のスパン等はランダムな数値が表示される. そして, 解答ボックスに解答し, 答えをチェックするプログラムである. 途中, 解答が間違っていた場合は, 間違いであることや解説のウィンドウが表示される. そして, これらの一連の流れは csv ファイルに記録され, 各問題のスコア付けも自動的に実行される. そして, 現在の設定ではランダムに出題される 30 問を解いた後, Sequential モデルを用いた苦手な問題の把握にデータが引き継がれる仕組みである.

得手 順位 被験者	1 位	2 位	3 位	4 位	5 位	6 位
1						
2						
3						

(2) 苦手な問題の把握と課題

深層学習により問題の得手, 不得手が把握できるかについて検証するために, 3 名がランダムに出題される 30 問の問題を解いて基礎データを収集した. その結果を表-1 に示す. 3 名の結果は 3 位と 4 位を境にして含まれている種類は同じである. したがって, Sequential モデルを用いて概ね得手, 不得手が把握できるのではないかと考える. なお, 31 問目以降に Sequential モデルのルーチンをプログラムに組み込んだところ 31 問目以降は最も苦手な問題 1 種類のみが繰り返し出題されてしまう不具合が残った.

4. まとめ

本研究は, 昨年度開発した自学自習アプリの改善とアプリから出力した解答データからの苦手な問題を予測可能か調べた. その結果, Sequential モデルを用いて 3 名の被験者に対して苦手問題の把握テストを行い, 得手, 不得手が概ね把握できることを示した. また, アプリ中に Sequential モデルのルーチンを組み込んだところ, 一度苦手と判断された問題のみが連続して出題されてしまう不具合が残った. この点と得手, 不得手予測手法についてはさらなる改善が必要であると言える.

参考文献

1)須藤秋良 : スッキリわかる Python による機械学習入門. 株式会社インプレス. 2020 年. 2)Aurelien Geron : scikit-learn, Keras, TensorFlow による実践機械学習 第 2 版, 2020 年 11 月. 3)Sinyblog : Keras の基本機能, Sequential モデル, Keras の使い方まとめ (入門者向け), <https://sinyblog.com/>, 2022 年 10 月閲覧.