

# 高専専攻科におけるテンソルデータ処理プログラミング教育の実践

山本 直樹

石田 明男

村上 純

熊本高等専門学校・電子情報システム工学系 熊本高等専門学校・リベラルアーツ系 熊本高等専門学校・電子情報システム工学系  
 naoki@kumamoto-nct.ac.jp ishida@kumamoto-nct.ac.jp jun@kumamoto-nct.ac.jp

## 要旨

本報告では、熊本高専専攻科の授業科目の中で実施されているテンソルデータ処理のプログラミング教育の実践事例について述べる。

### 1. はじめに

テンソルはデータ処理では多次元配列として利用される重要なデータ構造の1つであり、テンソル分解の形で、信号処理、数値線形代数、コンピュータビジョン、数値解析、データマイニング、グラフ解析、神経科学など幅広い分野で応用されている[1]。これまで我々は、テンソルデータ処理の理解支援のために立体パズルを用いたツールを開発してきている[2]。最近では、テンソルデータ処理を学習するための自学自習用教材も開発している[3]。本報告では、これまで開発されたツールおよび教材の利用も含めた、熊本高専専攻科の授業科目で実施されているテンソルデータ処理に関するプログラミング教育の実践事例について述べる。

### 2. テンソルデータ処理を実施する科目の概要

テンソルデータ処理を実施した科目は、本校専攻科電子情報システム工学専攻1年の後期選択科目の『データサイエンス』である。本科目では、最初にプログラミング言語の使い方に慣れるために行列演算などの基礎を行い、次に、機械学習の諸手法の学習が行われる。テンソルデータ処理は、本科目の最後の方の項目として実施された。この科目で使用するプログラミング言語は R であり、授業の進め方は、授業内容の説明後に R を用いて上記の内容の例題、ケーススタディに取り組む流れとなる。

### 3. テンソルデータ処理教育の実践事例

テンソルデータ処理の授業は、「高階テンソル」と「テンソル分解」の2回実施された。まず、1回目の「高階テンソル」の授業では、その概要や定義、テンソル用 R パッケージなどの説明が行われた後、学生達は行列表開、モ

ード積などの例題に取り組んだ。さらに、行列表開、モード積などの理解を深めるために、学生達は、我々が独自に開発したマクマホン立方体や立体パズルを利用した自学自習教材に取り組んだ。次に、2回目の「テンソル分解」の授業では、その概要、その分解の1つである高次特異値分解(HOSVD)[4]の定義やアルゴリズム、カラー画像およびカラー動画の HOSVD などについて説明が行われた後、学生達は基礎的な数値データの分解、応用的な画像・動画データの分解の例題に取り組んだ。

### 4. 授業の評価とまとめ

本稿では、テンソルデータ処理教育の実践事例について報告した。この教育では、教材や例題にマクマホン立方体、立体パズル、カラー画像・動画をを用いており、視覚的にも処理結果を確認しやすいという特徴がある。さらに、本授業後に行列表開、モード積、畳み込みに関する理解度の確認を筆記テストにより行い、全問正解の学生が約7割以上あることから概ね理解できているものと考えられる。また、HOSVD アルゴリズムの実装状況についてレポートにより確認したところ、約8割以上の学生が実装できていることが分かった。

## 参考文献

- [1] T. Kolda, B. Bader, "Tensor Decompositions and Applications," *SIAM Review*, Vol. 51, No. 3, pp. 455–500, 2009.
- [2] 山本直樹, 村上純, 石田明男, "テンソル分解プログラミングの理解支援のための立体パズルの利用," *SS2019 論文集*, pp.114-123, 2019.
- [3] 山本直樹, 石田明男, 大石信弘, 村上純, "マクマホン立方体を用いたテンソルデータ処理に関するデータサイエンス教育の試み," *熊本高専研究紀要*, Vol. 12, pp.45-48, 2021.
- [4] L. D. Lathauwer, B. D. Moor, J. Vandewalle, "A Multilinear Singular Value Decomposition," *SIAM J. Mat. Anal. Appl.*, Vol.21, No.4, pp.1253-1278, 2000.