

現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築
平成26年度採択研究代表者

H26 年度 実績報告書

岩田 覚

東京大学大学院情報理工学系研究科
教授

大規模複雑システムの最適モデリング手法の構築

§ 1. 研究実施体制

(1) 東大グループ

- ① 研究代表者: 岩田 覚 (東京大学大学院情報理工学系研究科, 教授)
- ② 研究項目
 - ・微分代数方程式モデルの最適化
 - ・統計的モデリングの最適化
 - ・大規模ネットワーク
 - ・生命現象の最適モデリング

§ 2. 研究実施の概要

モデル化は、数理的手法による現実の問題解決や現象の解明に不可欠な第一歩であるが、生命現象や社会現象の様に支配法則の不明確な対象を扱う際には、同じ現象に対しても多数のモデルが考えられる。本研究では、生命現象におけるネットワークや電力システム、交通システムを題材に、離散数学・最適化分野における最新の数理科学的知見を駆使して、多数のモデルの中から最も適切なものを効率的に選択する体系的な手法の創出を目指す。

例えば、微分代数方程式で記述される動的システムは、指数と呼ばれる特性量によって数値解法の難しさが特徴付けられている。同じ物理現象をモデル化した際にも変数の選び方や方程式の立て方によって指数は異なる。そこで、最小指数の微分代数方程式モデルを自動的に導出する手法を作ることが一つの目標となる。本年度は、次年度以降の研究の準備段階として、機械力学系において指数3の微分代数方程式が現れる仕組みを理解するとともに、Pantelidesによる指数減少法の最適性を考察した。

また、ネットワーク現象の解析で得られる大量のデータを処理する手法として注目を集めているテンソル分解に関する論文[※])を発表した。

テンソルの分解、特にCP分解は、テンソルデータの低ランク近似等において、基本的なツールである。CP分解は、ALS法(交代最小二乗法)により近似分解を求めるのが主流であるが、これには大きな行列の演算が必要で、大きなテンソルに対しては計算量が大きい難点がある。これを高速化する手法として、3階テンソルの場合に、巧妙なサイズ削減を用いたASD法が知られているが、サイズ削減が複雑な手順で実現されているため、動作が不安定で必ずしも誤差が減少しない欠点があった。

本論文では、ASDで導入されたサイズ削減のアイデアを、より自然かつ単純な形でALSに適用したアルゴリズムを提案している。このアルゴリズムは非常に単純なものであるが、誤差の単調減少性の意味でASDよりも優れており、また数値実験により、ASDと同様の高速性が担保されていることも示された。ASD同様、対象は3階テンソルに限定されるが、3階テンソルは実用上も多く現れるため、一定の実用性を備えたアルゴリズムであると期待される。

※T. Murakoshi and T. Matsuo, “A Fast Alternating Least Squares Method for Third-Order Tensors Based on a Compression Procedure,” *JSIAM Letters*, Vol. 7, pp. 5-8, 2015. (DOI: 10.14495/jsiaml.7.5)