

論文の内容の要旨

論文題目 3次元形状モデルのスペクトル分解とその応用
氏名 室谷 浩平

形に関連する物理量を解析するために、自然科学でよく用いられるスペクトルやエントロピーを形をもったものに適用する研究が進められている。本論文では、形を解析するという立場からスペクトルという定量化に注目するものである。

まず、時系列解析の一手法である基本 SSA アルゴリズムを形の解析に応用する。基本 SSA アルゴリズムは、時系列をスペクトル成分に分解するアルゴリズムであるが、これを3次元多角形メッシュに適用し、3次元多角形メッシュをスペクトル分解することに成功した。

次に、3次元多角形メッシュのスペクトル分解を電子透かしの埋め込みに応用した。電子透かしの埋め込みとは、対象となるデータに電子透かしと呼ばれる秘密情報を付加する技術のことである。電子透かしを埋め込むに当たって要求される要件は主に2つある。1つ目は、電子透かしの存在が、情報が隠される場所であるオリジナルデータの本来の目的を阻害しないことである。2つ目は、電子透かしはオリジナルデータから分離することは困難であるべきであるということである。電子透かしは、著作権の保護や個人認証などを目的に使われることが多いため、このような要件が求められる。スペクトル領域に秘密情報を埋め込むのがよいとされている理由は、スペクトル係数(周波数幅)が多少変化しても、人間の目では埋め込まれた秘密情報を感じ取ることが難しいからである。

基本 SSA は1次元系列に適用する手法であるので、3次元多角形メッシュにそのまま適用するのは必ずしも適切ではない。このことを反省して、次に、これをメッシュ間の接続構造を考慮した手法に拡張する。拡張の際には、基本 SSA アルゴリズムで満たされていた、固有値がパワースペクトルに、固有ベクトルが元の系列の周期関数になっているという性質は保存されている。

この拡張 SSA アルゴリズムを用いて3次元多角形メッシュをスペクトル分解する具体的な方法を構成し実験例を示す。更に、拡張 SSA を3次元多角形メッシュへの電子透かし埋め込みに応用する。実験を通して、拡張 SSA アルゴリズムを用いた電子透かし埋め込み法の性能についても考察する。

拡張 SSA の別の応用として、時系列を対象にした変化点検出を、空間モデルに対応したものに拡張する。この変化点検出法は、対象となる時系列の基準となる区間を、基本 SSA を用いてスペクトル分解することによって基準となる時系列を特徴付ける方法である。対象となるデータを空間に配置されたデータの場合に拡張して、拡張 SSA を用いて、基準となる空間領域のスペクトル分解を行うことによって、基準となる空間を特徴付けることができる。このようにして、空間モデルの変化点検出では、空間モデルのスペクトル分解が必要になるので、拡張 SSA を用いた空間モデルのスペクトル分解の提案する。

同様な拡張によって、時間方向と空間方向の両方に分布するデータのスペクトル分解法を構成することによって、時系列を対象にした変化点検出を、時空間モデルに対応したものに拡張することができる。

更に、空間2次元時間1次元のこのようなデータを従来の方でスペクトル分解しようとする、巨大な軌道行列になってしまい膨大な計算コストがかかってしまう。これを回避するために、空間方向のスペクトル分解は時間に依存しないという仮定を設けて、小さい計算コストで軌道行列を特異値分解する方法を提案する。

最後に、以上の成果をまとめ、今後の課題について論じる。