

ニューラルネットワークを用いた地球磁気圏のL.W.の自動検出

Automatic detection of Langmuir Wave in the magnetosphere via a neural network

堤 康一郎 [1], # 村田 健史 [2], 松本 紘 [3]

Koichiro Tsutsumi [1], # Takeshi Murata [2], Hiroshi Matsumoto [3]

[1] 愛大・理・情報, [2] 愛大・工・情報, [3] 京大・超高層

[1] Computer Science Sci., Ehime Univ, [2] Computer Sci, Ehime Univ, [3] RASC, Kyoto Univ.

<http://sp.cs.ehime-u.ac.jp/>

本研究は、ニューラルネットワークのパターン認識の能力を利用し、人工衛星GEOTAILに搭載されたプラズマ波動観測器(PWI/SFA)により観測された波動データから、特有のスペクトル構造をもつLangmuir波(L.W.)の周波数の自動検出を試みたものである。L.W.を検出することにより、衛星近傍の電子プラズマ密度の情報を得ることができる。その結果、今回用いたデータに対しては、信頼性の高い結果が得られた。しかし、検出点に近いノイズや、連続的なノイズに対してはあまり有効ではなく、ノイズ除去のための手法の改良は今後の課題として挙げられる。

現在、情報処理の分野ではニューラルネットワークに関する研究がさかに行なわれ、数々の成果が得られている。その結果、ソフトウェア、ハードウェアによるエミュレーション、ニューラルネットワークのハードウェア化などの手段によりニューロコンピュータを実現し、種々のアナログ情報処理が実施されている。それらの中には、文字や数字のパターン認識、音声の分析や合成、そしていろいろな運動系の制御なども大きな成果が得られた仕事も含まれている。これらの研究により、ニューラルネットワークは実用段階にきている事が分かる。

本研究ではこのニューラルネットワークの技術を用い、プラズマ波動データの自動解析を行なった。近年、宇宙空間の知識を得るため、人工衛星に搭載される観測機器の性能が向上し、それにより観測されたデータは質・量ともに向上する傾向にある。しかし、得られたデータを地上へ一定時間において伝送できる量には限界がある。そのため、人工衛星において解析や圧縮などの処理を行なった後、データを伝送する技術が重要になりつつある。さらに衛星より伝送される観測データは次々に蓄積される。また、得られたデータから新たな現象を発見し、高精度のデータ解析を行なうためには、大量のデータを効率よく処理する方法が必要になる。すなわち、これからの人工衛星観測データの解析には、データの自動処理などの解析システムの構築が必要であるからである。

本研究では人工衛星GEOTAILから地球に送られてくるデータを解析し、そのデータからプラズマ密度の自動検出を目的とする。プラズマ密度の情報は、宇宙プラズマ物理の研究にとって重要な情報の一つである。GEOTAIL衛星においてプラズマ密度情報を直接もたらすのは、低エネルギー粒子観測班(LEP)である。LEPデータは、人工衛星の地球磁気圏での領域によってはプラズマ密度を正確に評価できないことがある。そこで、GEOTAIL/PWI/SFAよりプラズマ密度の評価を試みた。衛星近傍の電子プラズマ密度を反映している現象の一つとしてLangmuir Wave(L.W.)と呼ばれるプラズマ波動が存在する。L.W.のスペクトルは顕著なパターンを持つため、比較的容易に検出が可能であると期待される。そのため、本研究ではL.W.の周波数の自動検出を試みる。

応用できるニューラルネットワークには様々な種類のものが存在するが、本研究では階層型ニューラルネットワークの一手法であるBP(Back Propagation)法を用いた。これまで、プラズマ密度の読みとりは手動で行なわれていたため、パターンマッチングとしてのBP法の適用が有効であると考えられるためである。

本研究のL.W.検出の手順としては、次の通りである。まず、SFAデータはノイズを含んでいる場合が多いため、ノイズを取り除くための前処理をする。さらにニューラルネットワークに入力するためにデータに2値化処理を行なう。次に、ニューラルネットワークにL.W.検出のために学習を行う。ニューラルネットワークへの入力層のユニット数は、SFAデータのBand3(1.57~12.5kHz)とBand4(12.5~100kHz)のデータに対応させるため、Band3とBand4のデータ点数と等しい1256個とした。行なう学習は、実際に2値化されたデータを見て、多く現れているパターンを学習させた。出力としては、L.W.の検出点のみ1を、他は0を出力させるように学習を行なった。さらに、ニューラルネットワークに2値化処理を行なったデータを入力し、検出を行った。

以上の手続きにより、無造作に選んだ例に対して、学習を行なったニューラルネットワークを適用した。検出結果は、今回用いたデータに対しては信頼性の高い結果が得られた。しかし、SFAによるL.W.の観測は、限られたパターンによって表されるような単純なスペクトルを有しているわけではない。一般には様々な原因によるノイズが混在したスペクトル構造が存在している。したがって、観測される全データに対して有効な方法を見つけることは困難である。本研究で用いた手法も検出点に近いノイズや、連続的なノイズに対してはあまり有効ではなく、さらなるノイズ除去のための手法を検討中である。また、L.W.が観測されていない時刻でのプラズマ周波数の検出の手法の確立も今後の課題として挙げられる。