

MGIO32-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 13:45-16:15

ニューラルネットワークを用いた電離圏トモグラフィの開発 Development of Ionospheric Tomography Using Neural Network

廣岡 伸治^{1*}, 服部克巳¹, 竹田辰興²

Shinji Hirooka^{1*}, Katsumi Hattori¹, Tatsuoki Takeda²

¹ 千葉大院・理, ² 電通大

¹Chiba Univ., ²Univ. of Electro-Communications

電離圏で生じる様々な物理現象のダイナミクスを研究する上で、電離圏電子密度の3次元分布を正確に推定することは重要である。近年ではGPS掩蔽観測によって全球的な電離圏電子密度の観測も行われるようになっているが、時空間分解能の面で制約が存在する。したがって、掩蔽観測データに加え、地上GPS受信機観測データをベースにした電離圏トモグラフィが電離圏ダイナミクスの研究には有効であると考えられる。

本研究ではMa et al. (2000, 2005)によって提案されたResidual Minimization Training Neural Network (RMTNN) アルゴリズムに注目し、電離圏トモグラフィアルゴリズムを開発し、その評価を行った。RMTNNは地上受信機データと、イオノゾンデによって観測される最大電子密度およびその位置データ(緯度、経度、高度)を入力とし、対象とする領域の3次元電子密度分布を推定する。比較的少数のデータから再構成できることが特徴である。Ma et al. (2005)は日本周辺において、シミュレーションと一部の実データについて満足できる再構成結果を得たが、電離圏擾乱時の再構成やGPS受信機数が少ない地域についての検証は十分とはいえない。

そこで我々は本手法の再構成精度について、プラズマバブルを模した擾乱パターンと、GPS受信機の数制限されるスマトラ島周辺について、シミュレーションと実際のGPSデータを用いて検証を行った。プラズマバブルモデルを用いたシミュレーションでは、極めて高い再構成精度が確認され、本手法の有効性が証明された。しかしながら、少数パスからの再構成では高度250 km以下の精度が低下する傾向が見られた。この電離圏下部の再構成精度を向上させるため、再構成領域下限(高度100 km)を電離圏モデル(NeQuick model)で拘束し、ニューラルネットワークの学習を実行したところ、電離圏下部だけでなく再構成領域全体の精度向上が確認された。講演では、以上の検証結果および改良点の詳細について報告する。

MG1032-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 13:45-16:15

GCPMとGPS-TECを利用したプラズマ圏電子密度分布モデルの構築

A model of the plasmaspheric density profile combined with the GCPM and its error-correction model using GPS-TEC

後藤 由貴^{1*}, 笠原 禎也¹

Yoshitaka Goto^{1*}, Yoshiya Kasahara¹

¹ 金沢大学

¹ Kanazawa University

The earth's plasmasphere is filled with relatively dense core plasmas which are predominantly provided from the ionosphere. A realistic plasmaspheric density model is useful for applications not only in plasma physics but also in engineering. The plasmasphere is, however, too vast to be probed by a single spacecraft. In order to construct the realistic model, an integration of observational knowledge is indispensable. Formerly, diffusive equilibrium models were generally used to represent plasmaspheric density profiles but the models were insufficient to deal with a variety of solar and geomagnetic activities. In recent years, several new density models, such as the global core plasma model (GCPM), the global plasmasphere ionosphere density (GPID) and the standard plasmasphere ionosphere model (SIM), were developed theoretically, semi-empirically or fully-empirically. These models are more reliable than the traditional diffusive equilibrium model but each model still has weaknesses. Among these models, the GCPM has an advantage in supporting continued improvements.

The final purpose of our study is to develop a realistic plasmaspheric density model by incorporating large data sets of VLF whistler dispersions obtained by the Akebono satellite and GPS-derived TECs provided by the International GNSS Service (IGS) into the GCPM. In the present study, we adopt a new representation for the density profile. That is, the profile is constructed by a combination of the GCPM and an additional model which represents GCPM errors. The combination model makes it possible to reflect the characteristics of the long-term observations to the profile without varying the parameters in the physical base model and it always provides spatially and temporally continuous distribution. By assuming smoothness prior to the errors in multi-dimensional parameter space of the GCPM, we first estimated equatorial error distribution in order that model-derived TECs agree with the observed ones. The equatorial density is the most important factor to reconstruct the whole plasmaspheric density profile in the GCPM. By using the GPS-TECs obtained from LEO (low earth orbit) satellites, we confirmed that the developed error-reduced GCPM accurately reconstructs plasmaspheric density profiles. The model profiles show larger seasonal variations and local-time dependences than the original GCPM.

キーワード: 電子密度モデル, GCPM, GPS-TEC

Keywords: electron density model, GCPM, GPS-TEC

MG1032-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 13:45-16:15

地殻変動データの線形・非線形混合インバージョン：モデルパラメータとハイパーパラメータのベイズ推定

Mixed linear-nonlinear inversion of crustal deformation data: Bayesian inference of model and hyperparameters

福田 淳一^{1*}, Kaj M. Johnson²

Jun'ichi Fukuda^{1*}, Kaj M. Johnson²

¹ 東京大学地震研究所, ²Indiana University

¹ERI, University of Tokyo, ²Indiana University

We present a unified theoretical framework and solution method for probabilistic, Bayesian inversions of crustal deformation data. The inversions involve multiple data sets with unknown relative weights, model parameters that are related linearly or nonlinearly through theoretic models to observations, prior information on model parameters, and regularization priors to stabilize underdetermined problems. To efficiently handle nonlinear inversions in which some of the model parameters are linearly related to the observations, this method combines both analytical least-squares solutions and a Markov chain Monte Carlo (MCMC) sampling technique. In this method, model parameters that are linearly and nonlinearly related to observations, relative weights of multiple data sets, and relative weights of prior information and regularization priors are determined in a unified Bayesian framework.

In this presentation, we define the mixed linear-nonlinear inverse problem, outline the theoretical basis for the method, provide a step-by-step algorithm for the inversion, validate the inversion method using synthetic data, and apply the method to real data sets. Our method can potentially be applied to high dimensional mixed linear-nonlinear inverse problems to which it is difficult to apply the MCMC methods to sample full posterior probability distributions due to high computational costs.

キーワード: インバージョン, マルコフ連鎖モンテカルロ法, 地殻変動

Keywords: inversion, Markov chain Monte Carlo, crustal deformation

MGIO32-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 13:45-16:15

連続性と非線形性を考慮したアンサンブル型データ同化の精度と有効性解析 Analysis of accuracy and effectiveness in ensemble-type data assimilation considering continuity and nonlinearity

中村 和幸^{1*}

Kazuyuki Nakamura^{1*}

¹ 明治大学

¹Meiji University

データ同化においては、シミュレーションモデル内の変数が観測によって修正される。この手続きによって不確かな初期・境界条件、未知パラメータの推定や予測のより良い精度を与えることが可能となる。我々は、データ同化の中でも、アンサンブルカルマンフィルタとスムーザ、アンサンブル4 DVAR、粒子フィルタとスムーザ、融合粒子フィルタのような確率分布を直接近似できるアンサンブル型データ同化の性質に焦点を当てて解析した。まず、数理的な解析により手法間の類似と相違を比較し、その長所と短所を与える。ついで、Lorenz 96 モデルを含む複数モデルの数値解析結果を与える。これらの結果から、アンサンブル型データ同化においては、空間的連続性と非線形性が重要な役割を果たしていることが示唆される。

キーワード: データ同化, アンサンブル近似, アンサンブルカルマンフィルタ, 粒子フィルタ

Keywords: data assimilation, ensemble approximation, ensemble Kalman filter, particle filter