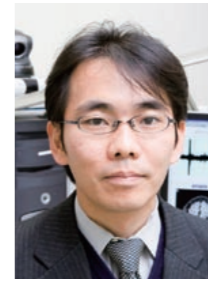


研究テーマ

逆問題の数理・計測・応用



奈良 高明
Takaaki NARA

研究概要

結果から原因を求める逆問題の手法を使って、さまざまな分野に応用

当研究室では、原因から結果を求める順問題とは逆に、結果から原因を求める逆問題のための、新しい解法の研究を進めている。逆問題には2つのポイントがあり、理論的な数理解法と、どのような物理量を測ったらその原因が突き止められるかといった計測手法の開発が重要になっている。当研究

室ではこの2点に着目して、さまざまな分野における逆問題に対して的確で効率的な解の提供を研究している。

まず、逆問題の主要な応用例として、当研究室で注力しているものに、脳波や脳磁場を使って脳内の活動源の箇所を特定する手法がある。例えば、てんかん患者は脳の問題箇所に過剰な電流が流れ、これが脳磁場を発生させる。それを測定して脳内の問題箇所を切除するといった処置を行う。既存の方法は非線形の最適化と呼ばれる、ランダムに決めた位置を初期解として、理論データと観測データの自乗誤差がなるべく小さくなるような問題箇所を見つけ出すといった手法が使われていた。しか

も、最初に与えた初期推定解の位置によっては、ローカルミニマムと呼ばれる誤った解を選んでしまう可能性がある。

そこで、当研究室が提案した「代数解法」という新しい手法では、問題の箇所をXY平面に投影し、代数方程式の根として問題の箇所を特定する。この手法を使うことで、測定データに基づいた正確な解が得られるほか、計算量も減少することから、リアルタイムに場所を推定することができる。さらに、ローカルミニマムに引っかかることはなく、常に正しい解が表示される。

なものがあがるが、対象に非接触で傷を検出できる手法として磁場を使った磁気探傷法が使われることが多い。これは磁化器を使って磁性体の製品を磁化すると、クラックがある箇所から磁場が漏れるという特性を利用して、それを磁気センサを使って判定するという手法だ。従来の磁気探傷の手法は、大型の磁気センサアレイを使ってスキャンを行い、磁場の最大値を探る方法であった。

当研究室では、少ないセンサでコンパクトなセンサを作ろうと考え、出来たのが、「フリーエコイル」だ。このコイルは時計回りと反時計回りの三日月状に巻いたコイルで、磁場の重み付き積分としてフリーエコイルを計ることによ

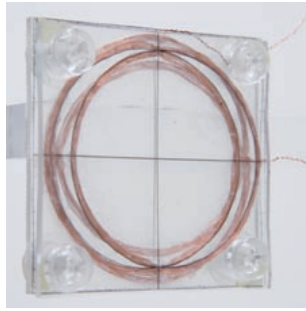
キーワード

逆問題、代数解法、脳磁場、非破壊検査、フリーエコイル、RFID

| | |
|--------|----------------------------|
| 所属 | 電気通信学部 知能機械工学科 |
| メンバー | 奈良 高明 准教授 |
| 所属学会 | 日本応用数学会、計測自動制御学会、IEEE、SIAM |
| E-mail | nara@mce.uec.ac.jp |

せるというものだ。これを使うことで、複雑なパラメータの設定を行わなくても、認識率の高い画像が作成できる。

逆問題以外にも、触覚ディスプレイと呼ばれる、遠隔地で触ったものを手元に再現するという装置の研究を行っている。これは、表面弾性波(SAW: Surface Acoustic Wave)を10MHz程度の超音波で振動させることによる触覚が得られることを利用し、これを時間的に変調することで、物体の触覚を表現するものだ。触覚を再現する手法だけでなく、指の触覚についても数値モデリングを行い、生理実験との対応から人間の指で触覚を生むのに皮膚と水平方向の刺激が重要であることを見つけ出し、触覚ディスプレイに応用している。

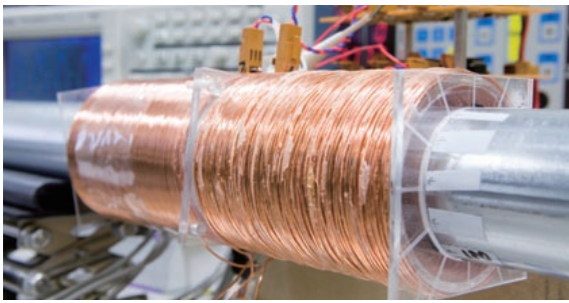


フリーエコイル

アドバンテージ

精度保証まで実現できる脳磁場逆問題手法

当研究室の研究は、単に逆問題を使って結果から原因を追究しているだけではなく、理論的に解を導き出すことが大きなアドバンテージだ。例えば、先ほどの脳磁場逆問題の場合、従来の解法ではノイズの影響を解に組み込んで考えることは難しい。ところが、当研究室で研究した手法を使えば、解の精度に対するノイズの影響を数値化できることから、理論的に精度保証を行うことができる。これは既存の手法とは大きく違うも

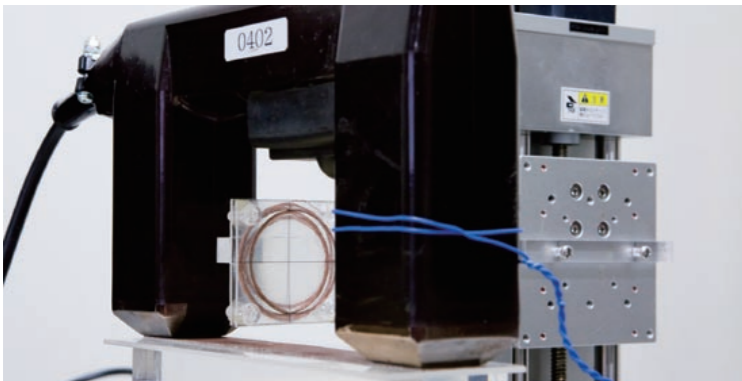


フリーエコイルを用いた漏洩磁束配管深傷装置

今後の展開

数理工学の美しい部分を大切にしていきたい

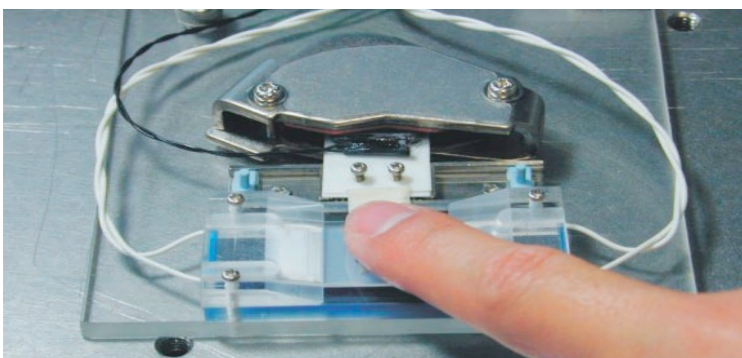
これからの役に立つものをつくっていききたいと思っているが、これは必ずしも今すぐ何かの役に立つ/立たないということではない。数理工学の世界では、特定の対象を決めてその対象のみに役立つものだけが重宝されるとい



銅板深傷装置

のではないからだ。

したがって、数学の世界でいう、対称性や双対性(そういつせい)や調和性などの美しい部分を大事にしていきたい。こういう価値観をもっと工学に導入することによって、今まで思いつかなかったような解を導き出すことができるようになる。このようなポリシーをもって、これからも数理工学に取り組みしていきたい。



弾性表面波触覚ディスプレイ



直接解法による脳内電流源の推定