



研究テーマ：ネットワークを経由した制御系のモニタリングと操作システムの研究開発

研究者：松尾 孝美

MATSUO Takami
(保健医療学部 教授)

【研究・開発の目的】

近年、制御対象とコントローラをネットワークにより結合させた制御系であるサイバー物理系の応用が進展しています。例えば、自動運転システムや遠隔操作ロボットなどがあります。サイバー物理系には装置の分散型配置、遠隔操、高度な統合が可能になるといった利点が存在する一方で、サイバー攻撃を受けるリスクが深刻化しています。このため、本研究では、サイバー物理システムへの攻撃検出・回避システムとそれに付随するリアルタイム計測制御技術の研究開発を行っています。

【研究・開発のきっかけ】

これまで、サイバー物理システムへの3種類の繰り返しリプレイ攻撃法（下表参照）を考案するとともに、検知システムの研究開発を行い、ロボカーを使った自動車の自動運転システムに実装しました。

リプレイ攻撃の種類	方法	攻撃性能
開ループ型	観測量を一定時間記録する。その後、フィードバックループを切り、記録した観測量を繰り返し再生する形でコントローラに入れる。	○
バイアス注入型	観測量を一定時間記録する。その後、フィードバック信号に、記録した観測量と目標値との差をとったものを繰り返し印加する。	×
内部モデル型	周期信号を発生させる内部モデルブロックをフィードバックループに挿入する。	◎

また、深層学習や制御工学におけるオブザーバ・カルマンフィルタを応用した心電図波形のモニタリングシステムの研究、風外乱の影響を抑えるドローンのリアルタイムフィードバック制御システムの研究を行ってきました。

現在、ネットワークの大容量・高速化に伴い、インターネットに接続されたIoT(Internet of Things)機器に対応したサイバー物理系の概念と計測制御技術の導入が求められています。

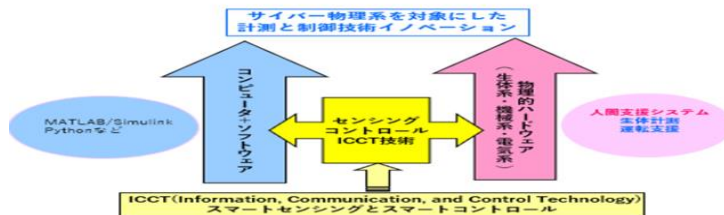
【研究・開発の概要】

ダヴィンチなどの医療用ロボティクスにおいてはマイクロテレオペレーションやスマートウォッチやスマートフォンを用いた遠隔体調管理システムなどが注目されています。さらに、ドライバーのバイタルデータをモニタリングし、体調不良などが生じた際の運転支援技術の構築の喫緊の課題となっています。これらの技術はネットワーク経由で行われることも多くなり、サイバー攻撃への対処も必要になっています。本研究では、これまでの研究成果をこれらの保健医療分野に応用した計測制御系のモニタリングと操作システムの開発研究を行っています。

【研究・開発の特色】

本研究は以下の点に特徴があります。

- 1) マイクロテレオペレーション：これまで考案している繰り返しリプレイ攻撃の深刻度の評価を行っています。さらに、サイバー攻撃やノイズの混入などの異常データをオブザーバ・カルマンフィルタにより検出および除去するシステムを研究中です。
- 2) 遠隔体調管理システム：リアプノフ指数およびリカレンスプロット画像の深層学習を用いて、監視データにおけるアーチファクトの検出および除去を研究中です。
- 3) ドライバーのバイタルデータのモニタリング：バイタルデータからサイバー攻撃やアーチファクトと実時間で区別するマルサス係数を用いたシステムを研究中です。



【今後の課題】

非線形解析と制御理論の保健医療分野の応用であるため、どの程度の効果が期待できるかは、今後の課題であり、効果が低い場合には、スーパーツイスティングアルゴリズムやリアルタイム最適化法などを適用する予定です。

【地域・企業へのメッセージ】

サイバー物理系は、保健医療分野へも変革をもたらしつつあります。これまでの研究成果を応用するとともに新たなアイデアを保健医療分野で構築するための知見をご教授いただけると幸いです。