

調査・分析レポート

Critical and Emerging Technologies List (9)

輸送・保安に関わるセンシング技術

テクニカルライター 井上 孝司

アメリカ政府が2022年2月にリリースした「Critical and Emerging Technologies List」で取り上げている技術分野に、「Advanced and Networked Sensing and Signature Management」という項目がある。そこで挙げられている個別の技術分野には、以下のものがある。

- Payloads, sensors, and instruments
- Sensor processing and data fusion
- Adaptive optics
- Remote sensing of the Earth
- Signature management
- Nuclear materials detection and characterization
- Chemical weapons detection and characterization
- Biological weapons detection and characterization
- Emerging pathogens detection and characterization
- Transportation-sector sensing
- Security-sector sensing
- Health-sector sensing
- Energy-sector sensing
- Building-sector sensing
- Environmental-sector sensing

今回は、これらのうち10番目の「Transportation-sector sensing」と11番目の「Security-sector sensing」に関する話を取り上げる。

■ 輸送分野のセンシングは3種類が考えられる

まず「Transportation-sector sensing」、つまり「輸送分野におけるセンシング技術」だが、こちらは2種類に大別できると考えられる。つまり、輸送の手段として使用する各種ヴィークル自体を対象とするセンシング技術の活用、それと、それらヴィークルの動向に関わるセンシング技術である。

ヴィークル自体を対象とするセンシング技術は、たとえばヴィークルを構成する各種機器を対象とする「動作状況・運用状況の把握」「故障の発生を検知」「故障の発生を予防」「寿命管理」「技術開発」といった分野で利用できる。

各種ヴィークルの搭載機器をコンピュータ制御する事例、ネットワーク化する事例が増加しているが、これは動作状況をセンシングする観点からいってもメリットがある。制御指令の送付、あるいは制御に必要な情報の取得に際して発生する、ソフトウェアの入出力データを利用できるためである。機械的に動くものをセンシングするためには、何かしらのセンシング手段を追加しなければならない。

一方、ヴィークルの動向に関わるセンシング技術とは、個々のヴィークルについて位置、進路あるいは針路、速力などといったデータを得ることを指している。分かりやすい応用事例でいうと、航空管制や道路交通情報の把握が挙げられよう。

このほか、搭載する人や貨物に関するセンシングという話もある。たとえば、貨物輸送用のコンテナにRFIDを取り付けて、中身や発地・着地を容易に把握できるようにする類の話である。大量の貨物を効率よくさばく手段としてRFIDが威力を発揮した事例としては、2003年のイラク戦争において米軍の物資輸送と交付を効率化した件が挙げられる。

もっとも、RFIDの活用は発展中の新興技術というよりも、すでに多くの実績がある技術である。そのため、本稿では割愛する。

■ ヴィークルそのものを対象とするセンシング技術の例

たとえば電気自動車であれば、蓄電池の電圧や残量、走行用電動機の回転数の変動など、動作に関わるさまざまなデータを収集できる。また、ステアリングがワイヤ化されれば、ステアリング操作に関するデータも収集できる。

そうしたデータと、加減速・走行速度・旋回・動揺などといった車両運動に関わるデータを突き合わせることで、車両の動きと機器の動作の相関をとれる理屈となる。ここでは、データの収集もさることながら、集めたデータを解析・活用する部分のノウハウこそが重要である。

その種のデータ収集を技術開発に応用した事例としては、JR東海が東海道・山陽新幹線の車両を対象として導入している状態監視技術の応用が挙げられる。

たとえば、「N700A」を対象としてブレーキの動作に関するデータを集めて、地震発生時の非常停止に要する制動距離短縮につなげた。まず、16両編成で64本ある車軸について個別に、非常制動をかけたときの回転数の変動を調べて、滑走・空転の有無を把握した。そのデータに基づき、滑走や空転が発生しやすい車軸は制動力を抑制する一方で、その分の制動力を滑走や空転が少ない車軸に振り向けることで、全体としての滑走や空転を抑えて、より短い距離で止められるようにした。その成果が「N700S」の地震ブレーキに反映されており、地震発生時の緊急停止に要する距離を短縮する成果を挙げている。

この場合、電動台車であれば走行用の動力源となる主電動機の回転数を知ることが、センシングの手

段となる。両先頭車は動力源を持たない付随車だが、走行速度を車輪の回転数によって知るための速度発電機が車軸に付いていれば、同様に回転数のセンシングが可能である。

構造材の破損が重大事故に直結する航空機の分野では、機体構造材を対象とするセンシングの事例がある。

特に機体構造材に対して大きな負荷がかかる戦闘機では、機体構造材にゲージを取り付けて、激しい機動飛行を行ったときに構造材にかかる負荷を計測している。これは、累積した負荷のデータに基づいて厳密な寿命管理を行うのが目的である。単純に飛行時間の長短だけを見るのではなく、実際に個別の機体・個別の部位にかかった負荷を計測することで、より緻密な寿命管理が可能になり、機体の寿命を延ばしている。

これは構造材そのものの状態を直接見るのではなく、構造材にかかった負荷をセンシングの手段としているから、どちらかという間接的な状態監視といえる。

それに対して、機体構造材をカメラで見張り、表面の状態変化を映像として取得することで、破壊あるいは破壊の兆候を把握する事例もある。こちらは、直接的な状態監視といえるだろう。

そして、こういった映像が得られたら破壊、あるいは破壊の兆候と見なすかというところで、人工知能(AI: Artificial Intelligence)や機械学習(ML: Machine Learning)が関わってくる。つまり「表面にこんな模様が現れたら破壊の兆候」「表面がこんな風に変色したら破壊の兆候」といったことが分かるわけだ。この技術は、機体構造材だけでなく機械の配管など、さまざまな分野で応用できる。

■ センシングとネットワークと遠隔監視

こうしたセンシングによって得られたデータを、個々のヴィークルの内部で溜め込んでおいて、後日に取り出すだけでも相応の有用性はある。しかし、得られたデータをリアルタイムで通信回線を通じて送り出すようにすれば、機器などの動作状態を遠隔監視できるので、さらなる有用性が期待できる。

ことに、自動化・省力化が進んでいる商船の分野では、エンジンを初めとする主要機器の動作を遠隔監視するメリットは大きい。もちろん、乗組員が自己の経験に基づいてトラブルに対処することも可能だ。しかし、搭載機器のメーカーが多くの自社製品から得た多様なデータを集約・分析することで得られる知見があれば、さらなる有用性を期待できる。船社 A が経験していない事象を、船社 B は経験している、といったことは十分に起こり得るからだ。

また、もしも可能であれば、遠隔監視だけでなく遠隔対処もあり得よう。機器を物理的にいじる作業は遠隔では実現不可能だが、設定の変更や、ソフトウェアによる指令を遠隔操作で代行するような話であれば、遠隔でも実行可能である。

こうした遠隔監視・遠隔対処を実現しようとする、信頼性と安全性が高い、不正侵入されないネットワークとコンピュータ・システムが不可欠なものとなる。これは、IoT(Internet on Things) 分野の全般にいえることでもある。

■ ヴィークルの動向に関するセンシング

ヴィークルの動向把握は、外部の手段を用いるものと、内部の手段を用いるものがある。

外部の手段を用いる典型例は道路交通情報の把握で、道路上に設置した超音波センサーを用いて通過車両の有無や動きを知り、それを「渋滞情報」という形にしている。一方、内部の手段を用いる典型例としては、航空機におけるポジション・レポートが挙げられる。操縦士が無線で管制官に対して、「何時何分に〇〇地点に到達」と報告、そのデータを集積することで機体の動向を把握するものだ。ただし、機体側で航法を誤っていると、正確なデータにならない危険性がある。

こうした状況を一変させたのが、GPS(Global Positioning System) に代表される、各種 GNSS(Global Navigation Satellite System) の出現であったといえよう。

GNSS は、陸上ではカーナビゲーションシステムという形で多用されており、メーカーによっては自社製品の利用者から位置情報を集めて「道路交通情報」として提供している。空の上では、緯度・経度・高度の三次元測位が可能となる GNSS の利点を活

かして、その位置情報を無線で放送する ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast) として活用している。ADS-B の受信機があれば、データを受信した各機の位置を正確に把握して、リアルタイムで追跡できる。

ところが、GNSS にはちょっとした問題がある。GNSS が軍事分野で多用されるようになり、それが軍事的優位につながる場面が多くなったのを受けて、GNSS の妨害装置を開発・配備する事例が出てきたのだ。ことに、ロシアや中国といった国は、アメリカの軍事的優位を削ぐ手段のひとつとして GNSS 妨害を重視している。

こうしたデバイスが実際に使われると、GNSS を活用している民間分野にも累が及ぶ事態は避けられない。実際、ウクライナにおける紛争に関連して、ロシアの近隣空域でそうした問題が起きていると報じられたことがある。GNSS を用いたポジション・レポートの信頼性が低下するようなことにでもなれば、これは空の安全に直結する問題となる。

■ スマートフォンと位置情報収集

GNSS による不特定多数の位置情報収集も現実のものとなった。それはもちろんスマートフォンを活用したもので、個々の端末が持つ GNSS 受信機で得た位置情報を、移動体通信網に載せて送信する仕組みだ。そのデータを集約することで、「この地域からは GNSS の位置情報が多く送信されてきているので人が多い、あるいは道路が混んでいる」と判断、そのデータを地図上に表示する。おそらく、多くのユーザーは、自分がそうした仕組みのお先棒を担いでいるとは意識していない。

もちろん、これは渋滞回避などの場面で有用性を発揮しているのだが、同時に「この辺の地域に某国軍の兵隊が集まっているらしい」といった類の情報につながることもある。ただし、それが無意識に行われた結果としての事実か、それとも意図的に行われた欺瞞目的のものかを判断するのは難しい。ともあれ、GNSS 受信機を内蔵するスマートフォンの存在が、国家安全保障にも関わって来ていることには留意するべきであろう。