MEMS スキャナ、産業分野に拡大するアプリケーション

井上 憲人

日本信号のMEMSスキャナ“ECOSCAN®”のアプリケーションは現在、鉄道のホームドア、エスカレータの混雑・転倒検知システムを初めとしてすでに130種を超える。現行製品をベースにした次世代製品を市場投入することで、アプリケーションの幅はさらに広がると期待されている。

電磁駆動方式

MEMSの駆動は、静電駆動方式が多く見られるが、日本信号は「電磁駆動方式」を採用している。この方式では、ネオジウムボロンを使って磁場を発生させる。電流を印可するとローレンツ力が発生し、これが駆動力になる。この方式は、東北大学江刺研究室と共同開発したもので、「駆動板上に形成された駆動コイルを流れる電流の方向と大きさにより、ローレンツ力は簡単に制御できる」[1]。

ECOSCANは、3D距離画像センサ“アンフィニソレイユFX8”の光走査部（TOF: time of flight）に使用されている。ビジョナリービジネスセンターMEMS事業推進部係長の山本大樹氏によると、3D距離画像センサ国内市場における日本信号のシェアは約77%（2013年）。

まずは、測距原理を見ておこう。ホームドアなどに組み込まれているアンフィニソレイユFX8には、MEMSスキャナ、光源、光学系、受光器（APD）（**図1**）、制御用ボードなどがアセンブリされている。

光源は、3スタックのハイパワー（10W）パルス半導体レーザ（波長870nm）。この光源とミラーとの関係についてMEMS事業推進部部長、猪俣宏明氏は、「普通のCWのレーザダイオードでは発光サイズは数μm程度だが、それに対して、ここで採用しているレーザは、縦方向が10μm、横方向が70μm。単位面積あたりの発光密度は変わらないで、出力を大きくするには、サイズを大きくする必要がある。ただ、発光サイズを大きくすると、ビームを絞りにくくなる。ここで採用しているミラーは、9×5㎜。そのサイズに光を一旦絞り、なおかつ遠方の対象物上でビームが広がらないような光学系が必要になる」と説明している。

ここで特徴的な点は、APD、ミラー、光路の関係。これらは外乱光の影響をうけにくいデザインにしている。図1から分かるように、ミラーで反射されたレーザ光は、対象物Aから反射されて同じ経路を通ってミラーに戻り、さらに光学系を通してAPDで受ける。この構成「同軸光学系」では、外乱光がAPDに入る可能性は極めて小さい。この光学系を採用したアンフィニソレイユFX8は、耐外乱光20万ルクス以上（保証値）を実現している。

130種のアプリケーション

ECOSCAN及びアンフィニソレイユFX8が実際にどのように使われているかをここで見ておこう。

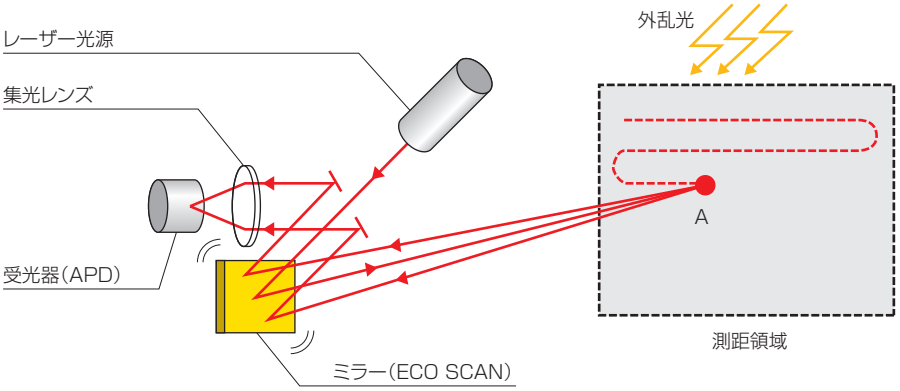

図1 アンフィニソレイユFX8は、TOF（time of flight）による測距技術とECOSCANによる光走査技術が融合して誕生。主な特長として次の点が挙げられる。近赤外パルスレーザを使用するアクティブ方式。2D ECOSCANでレーザを走査し、座標軸ごとの距離情報と光量値情報を高精度に取得。同軸光学系を採用し、世界トップの耐外乱光性能を実現。ECOSCANはパッケージングしないオープンデザイン。オープンにすることで空冷機能が働き、冷却用のファン不要。また、カバーガラスがないため、入力ビームの蹴られやパワー減衰もない。

ECOSCANのみの量産品は多い。これまでに約130種のデバイスが開発されている。距離や形を計測するスキャナ、レーザレーダ、ボディスキャナなどだ。一般の人がよく目にするものでは、ETCの車輌検知器、鉄道の駅ホームに設置されているホームドアに、日本信号の3D距離画像センサが実装されている。

ETCの車輌検知器は、レーザビームを放射して通過する車の長さ、高さを検出し、小型車、大型車の区別を認識する装置。MEMSタイプの光スキャナは、耐久性が高く、10年間屋外で連続駆動できることから、従来のモーター、ポリゴンミラータイプから置き換わった。ECOSCANは、低消費電力で発熱も小さく、ファンが不要であるので筐体も小さい。屋外設置も容易であると言う。

耐環境性、耐久性が高いことからアプリケーションの幅は広い。3D距離画像センサの優位性であるが「従来は、レーザを数本搭載した光電管が使われていた。それに対して、3D距離画像センサはエリア全域を見ることができる。ホームドアに入っているデバイスは、10年間連続稼働を保証している。早期に導入した駅では、すでに4年は連続稼働しているが、根本的な故障はゼロに近い。例えば故障、誤検出があると電車が緊急停止するシステムに直結しているので、そうしたことがあると電車が頻繁に止まることになる。しかし、現実の運用で電車が止まることはこれまでに起きてない」(山本氏)。

「ホームドア投資は巨額になるので、鉄道会社としては、ホームドアを導入したことでワンマン運転を目指す。光電管では、傘や鞄を挟んだまま発車することがあり、ワンマン運転を目指す。3Dで見ることによってそのような事故は防げる。2020年、東京オリンピックに向けて鉄道会社はホームドア導入を進める」(山本氏)。

この市場セグメントでの3D距離画像センサ需要は、今後一段と増加することになる。

この他、大阪駅のエスカレータに設置されている混雑・転倒検知システム、バスやモノレールに設置されている人数カウンタなどがある。

次期バージョン準備中

3D距離画像センサについては、「次期バージョンでは、通常の進化とハイスペックバージョンの両面から開発が進められている」(山本氏)。

通常の進化とは、文字通り通常の「小型、軽量化、省エネ、インテリジェンス」を追求する進化を指している。

現状の3D距離画像センサには、ミラー制御、TOFの時間計算処理など、8枚のボードが搭載されている。次期バージョンではASIC化が予定されている。「ASIC開発投資は巨額だが、製品は年間に4000～5000台出るので投資回収は可能」というのが同社の判断のようだ。またFPGAが担うロジック系は、マイコンベースの制御になる予定だ。猪俣氏は、この点について「ミラー制御は技術的に確立してきているのでマイコンでできる。現行は、FPGAに搭載したマイコンを使って、比較的軽いデータ処理を実行しているが、さらに重いデータ処理が必要なアプリケーションは、別体のマイコンボードを使っている。次期バージョンではMEMSミラー制御とアプリケーション処理をを一つのマイコンに統合する」と説明しており、次期バージョンでは制御回路の高集積化、低消費電力化は一段と進むものと考えられる。

一方、アンフィニソレイユFX8の重量は、仕様によると0.6kg。これは重量の半分程度を占めるアルミダイキャストの筐体を採用しているためであるが、これが樹脂化され、重量も0.3kg程度が予定されている。

ハイスペックバージョンでは長距離化が検討されている。現行製品の検知距離は最大20m。山本氏によると、現状の性能では、例えば車の自動走行用lidarには適さない。自動運転車両に3D距離画像センサを搭載するには、車輌前後の距離150～200m、横方向20～40mが必要とされている。「アイセイフ帯の長波長を使うとさらに高出力化できる。それに適した受光素子も必要になる。それらが揃えば、検知距離を数百メートルにできる」(山本氏)。光源と受光素子次第で、アプリケーションの幅を広げることができる、と言うのが山本氏の説明。自動車用途では、大きな視野(FOV)も必要になるが、この点については、「現行のスキャナのFOVは60°だが、光源を2個使用すればスキャン角は2倍になる」と同氏は語っており、この点も大きな障害にはならない。とは言え山本氏は、「自動運転の話もあるが、コスト的に下げるのは難しい」と見ているようで、「現状では、建機、農機の方に向いている。今後のターゲット市場では、ロボット、建機、農機に需要があると見ている。建機も、今後の建築需要増加にもかかわらず、建設労働者が不足しているので無人化の話は多い」と話している。

日本信号は、ハイスペックバージョンでは、検知距離を延ばし、農機、建機、あるいはヘリコプターやドローンに搭載してエリアを計測する計測用途も視野に入れている。

参考文献

(1) N.Asada et al., IEEE Transactions on Magnetics Vol.30, No.6, Nov 1994

LFWJ