

# ☆ 委員会報告 ☆

## 自動運転技術の動向

論説委員会

自動車業界では100年に一度の大変革時代と言われている。「トヨタは通信大手ソフトバンクとともに新会社MONETを設立し、移動・物流・医療・飲食などのに関する需給最適化システムの構築を目指す、またUberに10億ドル共同出資」など、変革の動きが加速している。つまり、自動車メーカーにとっては、単に車を提供する時代から自動運転を基軸としたモビリティサービス MaaS (Mobility as a Service)を提供する時代へのパラダイムシフトが起きている。この時代を実現するハードウェアとして半導体が重要な役割を果たすことになるが、本報ではその半導体を中心に自動運転技術の動向を概観することにする。

### 自動運転開発状況

国内の乗用車とトラックメーカーのほとんどはADAS (Advanced Driver Assistance System)機能装備のモデルを商品化し始めている。つまり、障害物検知と自動ブレーキ、高速道路における前方車自動追従、車線逸脱防止、そして自動駐車機能だ。5段階にレベル分けされている自動運転機能(Encore第102号)のレベル2まではすでに商業化レベルに到達している状態だ。一方最近テレビコマーシャルにも出てくる自動運転はレベル3以上であり、より高度な技術が必要だけに自動車メーカー各社が開発にしのぎを削る激戦の場となっている。昨年末のCEATECではソフトバンクグループが幕張の会場周辺を周回する20kmで走る15人乗りレベル3ミニバスを走らせていた。またトヨタは今年夏「レクサス・モデルLS」やドライバー画像認識による自動運転モード切り替えAIを搭載したコンセプトカー「モデルLQ」を使い公道での一般人向け試乗会を催す。さらに、オリンピック選手村ではミニバスePalettを走らせる予定だ。

一方米国におけるレベル3以上の自動運転は商用化にかなり近づいている。TESLA社員の多くは、シリコンバレーFremontにある工場と自宅の間を、ほとんどハンドルを握らずに自社製の車で通勤をしている、という。またGoogle系のWaymo、UberそしてLyftは地域限定であるが、自動運転タクシーの提供を始めた。欧州ではベンツ、ボルボ、そしてBaiduも昨年からはレベル3以上の車を使い、公道での実証実験を始めている。

### 自動運転システム構成

図1にレベル3以上の自動運転システム構成を示す。外界情報取得には、カメラ、Raderやソナーだけではなく非金属材料認識のためにレーザ波長帯を使ったLidarを使う。取得された情報から画像認識技術を使って障害物や車線

などの認識を行うが、例えば車線自動変更を行うタイミングを決めるにはcm単位の誤差で自己位置を推定する技術が必要となる。そこでGPS衛星からの直接情報をベースにRTK(Real Time Kinematic)による補正を行う。つまり基準となる固定局において、同時に推定した位置と本来把握している自局の正確な位置との誤差を計算、車側はその情報を利用して自己位置補正を行うのである。また、トンネル内などGPS情報が得られにくい環境では、あらかじめ地図に埋め込んだ環境映像の特徴点と走行中のカメラ情報とを突き合わせて自己位置推定を行うSLAM (Simultaneous Location and Mapping)が用いられる。自動走行ロボットやドローンにおける自動運転も同様なシステム構成だ。いずれにせよシステムの要となる画像認識にはもちろんDNN(Deep Neural Net)を用いた推論機構を用いる。

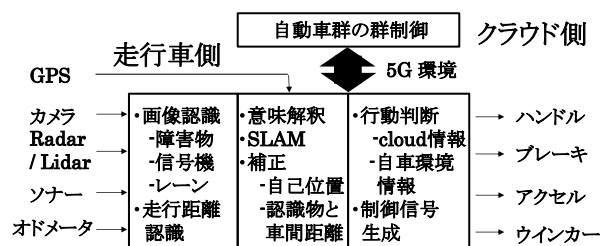


図1 自動運転システム構成

安全性を確保しながら膨大な数の車を自動運転させるには、クラウド側で群制御を行うことになるが、それには5G環境による情報通信技術、最適経路決定技術やAIを用いた安全性確保技術が必要となる。

また、自動運転車を開発するに当たって、実験車に搭乗したドライバーの生命に直結する事態が起りかねない。そこでNVIDIAが実現しているように、気象条件や道路状況など自動運転車を取り巻く最悪の環境をリアルタイムでシミュレーションし、疑似的な実証実験が行える技術も必要だ。

### 車載AIチップ

ここで、自動運転に必要な学習済みDNNニューラルネットワークをインプリメントすることの可能な車載AIチップをまとめておこう。CPUとしてはARM (RISC-Vも有力視され始めた)を持ち、データのベクトル演算つまり積和演算並列処理回路を具備することが一般化的だ。NVIDIAやXilinxが活躍しているが、既存のチップメーカー以外としてGoogleやTESLAが車載AI用専用チップの自主開発を始めている。

自動車メーカーが要求するレベル3以上の自動運転に関するAIチップ性能は「120Tops (每秒120兆回の8 bit 整数演算)以上で100ワット以下」と言われている。チップメーカーが

供給するものは、現在のところ「数十Topsで数十ワット」と公表されているが、汎用チップを使うのが故の限界であろうか。一方TESLAの専用チップHardware 3.0は144Topsを実現している。既存のチップメーカーも量産モデル車への展開に向けては、専用チップ化を進めることになると予想される。

### わが国における自動運転関連技術

わが国においても独自の技術が開発されているが、半導体関連からみて行こう。図2は科学技術振興機構のCRESTプロジェクトの成果で阪大橋本教授らが開発している「ビアスイッチ FPGA」である。メタル間の導通・非導通に関して、バリスタを用いた不揮発性のビアスイッチを用いた制御を行う。既存のSRAMタイプFPGAでは配線経路の決定にMOSトランジスタを使っているが、そのためにチップ面積が大きくなり、配線遅延とスイッチング消費電力増大が不可避である。その上MOSトランジスタにおける遅延と消費電力が加算される。「提案方式ではビアスイッチを用いることでチップサイズが縦横数分の一になり、その結果配線も含めた信号伝搬遅延と消費電力の大幅削減が可能となった」という。MOS Tr層において、積和演算回路の周辺にメモリを配置し、その間にユーザ論理を埋め込む構造となっている。

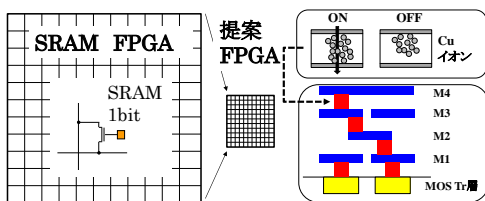


図2 ビアスイッチ FPGA

クラウド側で自動車の群制御を行う場合、相互の位置関係を考慮して最適経路を決定する必要がある。ここでは動的に変化する大規模な組み合わせ最適化問題を高速に解く処理が求められる。そこでデンソーはイジングコンピュータ(Encore 第104号)を用いた最適化アルゴリズムの研究に取り掛かっている。また富士通はデジタルアニーラという名称のイジングチップを開発しているが、ワーゲンとパートナーを組んで群制御の研究を進めているという。レベル3以上の車は、「移動するコンピュータ」という表現がふさわしい。そこには実際のコンピュータと同様にOSが必要となるが、前出のePalettでは名大発のベンチャー(株)ティアフォー(名古屋市、武田社長)のOSを採用している。また過疎地域などでの老人の移動手段として小型自動運転車の開発をしている(株)タジマモータ(東京都、田島社長)も同社のOSを選択している。

昨年末に開催されたCEATECや東京モーターショーでは、多岐にわたる数多くの自動運転関連技術が発表された。

「三菱電機からは悪天候でも車間周辺の状況を高精度で検知するセンシング技術、レダーテック社(東京、山口雅彦社長)からはモビリティ向けLidarプラットフォーム技術、日立からは前出の自動運転シミュレータ、NTTドコモからは5Gガラスアンテナ、パナソニックからは車室空間を必要に応じて容易にアレンジできるシステム、ISUZUからは故障対応システム(トラックから実時間で収集した故障診断情報をもとにクラウド側で故障原因の解析、交換部品を揃えて現場に直行)、そしてHINOからはドライバー画像認識による異常検出と路肩への自動誘導・停止システム、またJapanTaxiからはセルフレジ型マルチ決済端末の開発とその端末を使ったサイネージ広告事業や宅配便相乗り構想などだ。

また今年中に商用ベースの運用が始まる5Gであるが、内閣府は全国に存在する20万基の信号機を開放して5G基地局や情報発信局にする方針を打ち出しており、自動運転でも使用する通信インフラの整備が進められている。

### まとめ

レベル3以上の自動運転実証実験に関しては米国が一歩進んでいるが、わが国も着実に歩みを進めていることがわかる。ただ残念ながらDNN推論機能をインプリメントするAIチップの分野での大きな動きが聞こえてこない。量産モデル車では専用チップ化が必須、と先に述べたが、わが国半導体メーカーの技術力をもってすれば、専用チップ分野で躍進するチャンスが十分あると思われる。一昨年末にNEDO、東大、産総研はAIベンチャーに対して、EDAや各種IPを提供する「AIチップ設計拠点」を立ち上げているが、有効に機能するには大手半導体メーカーとAIベンチャーとの連携仕掛け作りを早急に進める必要もある。

2018年、内閣府はITS国家戦略として「自家用車における産業競争力の強化及び交通事故削減と交通渋滞緩和、ドライバー不足に対応する物流サービス、地方・高齢者向けの無人移動サービス」に関する実現目標を掲げており、実証実験や道路インフラなどを含めた詳細なロードマップを示している。これによると、「一般道ではレベル2まで、高速道路及び過疎地域ではレベル4までの自動運転を2025年までに実現する」ことになっているが、実際はぼ予定どおりに進んでいるように思える。だがこれに対応した半導体ロードマップは存在しない。産官学で至急ロードマップを作成し、着実に歩みを進めないと、国産車においてすら自動運転そしてAIに関する国産チップの採用が危ぶまれることになる。

ご意見を論説委員会 [ronsetsu@ssis.or.jp](mailto:ronsetsu@ssis.or.jp) までお寄せ下さい。

論説委員: 鈴木五郎(委員長) 渡壁弥一郎(副委員長) 井入正博 川端章夫 長尾繁雄 吉岡信行 野中敏夫(アドバイザー)