

自動駐車システムにおける 評価技術開発の取組みについて

Development Effort of Evaluation Technology in Automatic Parking System

千藤 政夫
Masao SENDO

横田 信仁
Nobuhito YOKOTA

杉浦 慎一
Shinichi SUGIURA

高橋 晋
Susumu TAKAHASHI

要旨

昨今、自動車メーカー各社は自動運転実用化に向けて2020年を節目に動いており、年々自動化の範囲は拡大している。それらに伴って機能も複雑化の一途を辿り、センシング製品の開発においては、不具合要因を含む膨大な市場環境シーンを想定した評価を行い、市場品質を確保せねばならない。

本稿では、現在我々が取り組んでいる自動駐車システムにおける物標認識性能の評価について、評価プロセスのあるべき姿と、それらを実現させる評価技術開発の取組みを紹介する。

Abstract

Nowadays, every automotive manufacturer is working toward practical use of autonomous driving in 2020 as a milestone, and the range of automation is expanding year by year. Accordingly, functions of autonomous driving are becoming more complicated, and in the development of sensing products, it is necessary to perform an evaluation assuming a huge market environment scene including defect factors so as to ensure market quality.

This paper introduces an ideal evaluation process and development efforts of an evaluation technology to realize it for evaluation of the target recognition performance in the automatic parking system we are currently working on.

1. はじめに

2017年5月、日本において「官民ITS構想・ロードマップ2017」が公表された(図1)。今回の内容ではSAE (Society of Automotive Engineers) が定義する自動運転レベルを採用し、国際的な動きに追従する姿勢を見せている。既に、さまざまな自動車メーカーが2020年には自動運転車両(レベル3)をリリースすると発表しており、完全自動運転(レベル4)に対しては制度制定に向けた活動が、官民一体となり活発化している。運転支援システムが市場に出始めた頃は、「加速、減速、操舵」を部分

的にサポートする製品が主流であった。しかし、「支援」から「自動」への変化に伴い、さまざまな画像カメラ/ミリ波レーダなどセンサ数の増加、および検出範囲が拡大している中で、市場ではより高い安全性を求められている。この高い安全性を確保するためには、膨大な市場走行データの収集と高度な解析が必要である。この稿では、これら課題に対し効率的/効果的な評価プロセスの構築と評価技術開発の取組みについて、事例を交え紹介する。

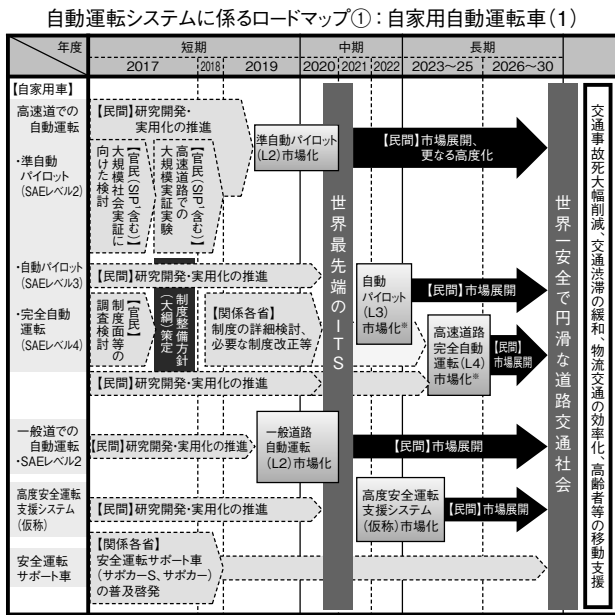


図1 自動運転システムに係るロードマップ

2. 自動運転技術と評価

当社では、センシング/HMI (Human Machine Interface) / テレマティクスといった幅広い分野で製品を世に送り出している。その中で、センシング分野においては自動運転を実現するための「目」となるセンサとして、ミリ波レーダーに加え、カメラを用いた物標認識技術の開発を進めている。これらは、センサ本体と認識アルゴリズムで構成されるが、当然のことながらより良い製品を開発するには、対象となるシステムの要求性能を理解すると共に、市場での使われ方を想定した開発が重要である。現在、我々は自動駐車システムのセンシング開発を行っているが、さまざまな駐車シーンに対応できる性能が求められている。「自動」を冠するシステムの性能確保においては、大手メーカーでは数百万キロに亘る市場走行や、大規模なシミュレーションによる評価環境を構築するといった動きが既にある。これは従来の製品評価規模を大きく上回るアプローチであり、今後も拡大の一途を辿る(図2)。世の中の動きから見ても、評価のあり方は抜本的な改革が求められていると言える。

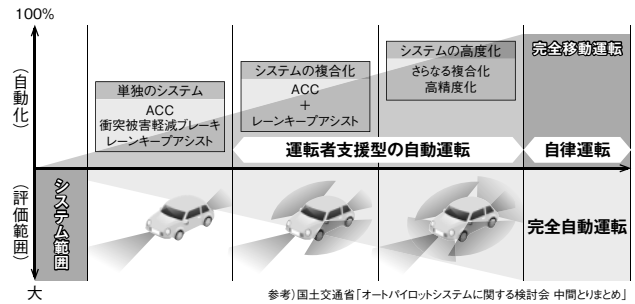


図2 自動化レベルにおける評価範囲

3. 評価プロセスのあるべき姿

我々が考える評価プロセスのあるべき姿としては①基本性能評価(ベンチ)②市場模擬評価(フィールド)③市場環境評価(市場)と定義した。

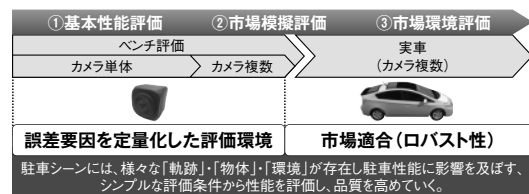


図3 製品評価プロセス

図3はカメラによる物標認識性能を評価する流れを示している。

①基本性能評価はカメラだけで限定的な環境(動きや明るさなど)で評価する。②市場模擬評価では、車両にカメラを搭載し、評価フィールドにて市場環境を模擬した評価を実施する。③市場環境評価では、実環境下(市場)で総合的な性能を評価する。

近年、センシング開発で問題になるのは、V字開発工程の最終段階で大きな問題が発覚することである。最終評価段階で基本設計に起因する問題が起きた場合、設計変更の範囲が拡大し、莫大な手戻りや開発遅延などが発生する。そこで我々は、最終段階で大きな問題が発生することのないように、前段階での評価(基本性能評価、市場模擬評価)において、図4にあるように、市場環境を想定した評価内容を前出しし、基本性能評価に織込むと共に、各段階での完成度指標を明確に定義し

た。また、市場環境評価においては、さまざまな市場環境を網羅した評価を実現させることをあるべき姿とした。

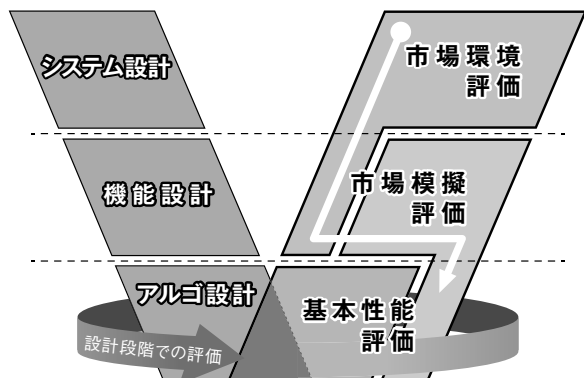


図4 評価のフロントローディング

4. 評価技術によるアプローチ

この評価プロセスを実現するために、現在取り組んでいる物標認識性能評価について説明する。評価は安全を第一として、製品機能を正しく判断するために、定量的かつ効率的な評価手法でなければならない。その為、各評価段階に合わせてさまざまな評価技術 / 設備 / ツール開発し、評価や解析を進めている。

①基本性能評価：画像による物標認識の方式自体が狙い通りに動作しているか、標準となるターゲットを使用して評価する。このフェーズでは認識性能において、認識の正解値と影響する誤差要因を定量化することが重要である。センサと認識対象物の位置関係が明確であれば、認識結果と比較することで正しく問題抽出ができる。そこで我々は、センサを動的に動かし車両軌跡を再現する装置を開発した(図5)。図6のように、X軸/Y軸方向に動作するフレームの交点にセンサを搭載する。この交点に θ 方向の回転機能を追加し、3軸を同時制御することで、車両に搭載されているセンサの動きを再現する。交点の位置は絶対座標で得られる為、原点と認識対象物の位置関係を把握しておけば、実際の位置関係と認識結果を比較できる。この装置を活用することで、設計成立性、ロバスト性の検証ができる。



図5 3軸評価設備

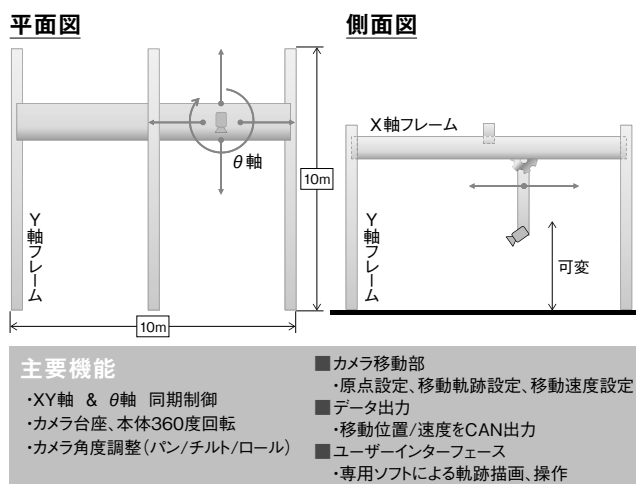


図6 3軸評価設備仕様

②市場模擬評価：このフェーズでは、カメラ搭載車と検知対象物を使用し、安全を確保した上で実環境での性能を確認する。その為、市場でのシステムの使われ方を想定した環境および走行パターンにて、安全かつ定量的な評価を行う必要がある。弊社では2017年にテストフィールドを新設した(図7)。このフィールドでは、市場に存在するさまざまな駐車枠を再現している。また、評価車両には高精度 GPS (Global Positioning System) ・LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) を搭載し検知対象物の実際の位置と検出結果を比較することで、評価を可能としている。

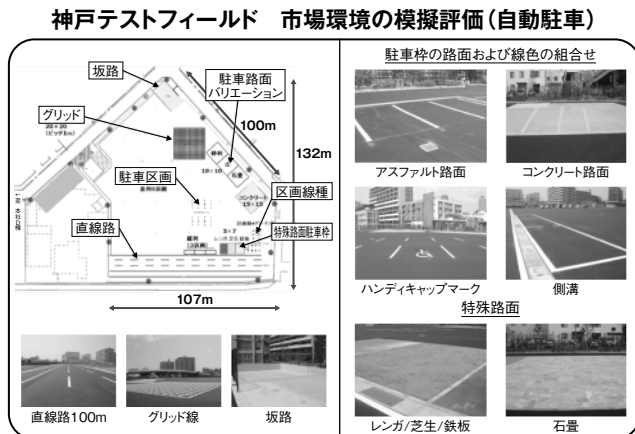


図7 自動駐車システム評価フィールド

③市場環境評価：このフェーズでは、実際の市場環境下での適合を行う。ここで課題となるのが、膨大なシーンが存在する市場環境下において、いかに誤差要因を含むシーンを網羅し、評価できるかがポイントになる。ここでは市場環境シーンの網羅性を上げ効率的に評価する取組みについて紹介する。

まず、過去の画像データなどを基にブレインストーミング手法を用いて市場に存在するであろう認識対象物、および認識に影響を与えるものを網羅的に抽出した。次に、抽出したものを種類別にグループ化する。これを便宜上「カタログ」とした。それぞれのカatalogに分類された認識対象物をオブジェクトとし、色や形、サイズをプロパティ、速度や軌跡など挙動があるものはメソッドと定義する。プロパティ/メソッドで定量的に表せるものはパラメータとして数値化している。

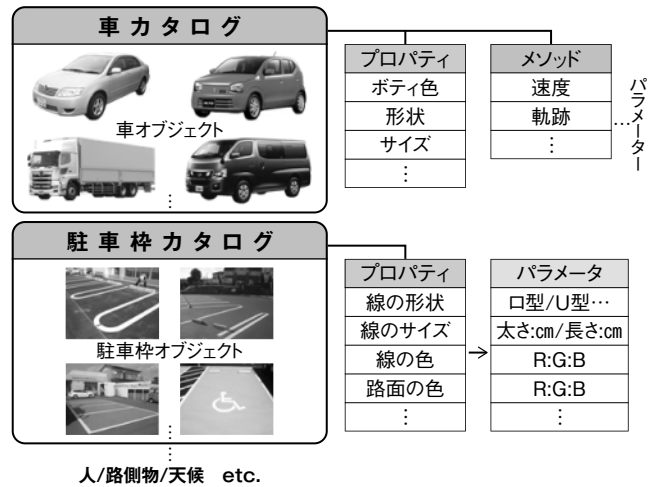


図8 オブジェクトの体系化例

例えば図8のように、車をオブジェクトとして見なすと、色や形、サイズはプロパティとして表すことができ、速度や軌跡など挙動はメソッドとして定義することで体系化する。各カタログのオブジェクトに対し、プロパティ/メソッド/パラメータを選択し、組み合わせることで図9にあるように評価シーンを作ることができる。

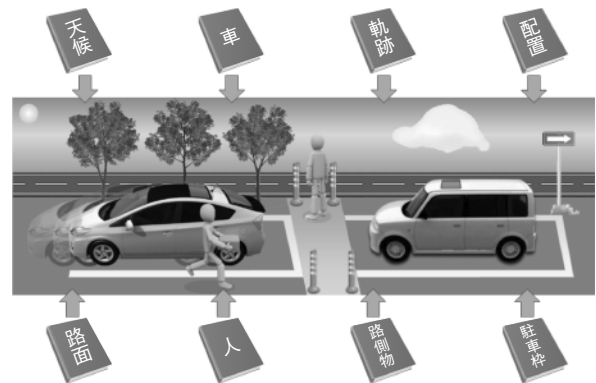


図9 カatalogによる評価シーン作成

全てのCatalogにあるオブジェクトを単純に組み合わせると膨大なパターン数となった。市場環境を自動で判断するシステムにおいては、これらシーンで品質が保たれていなければならない。しかし、この膨大な評価パターン全てを行うのは非現実的である。よって、難易度によるパラメータの絞込みを試みた。例えば駐車枠線の検知は、線と路面のコントラスト(輝度差)によってエッジを抽出し線分検出される。

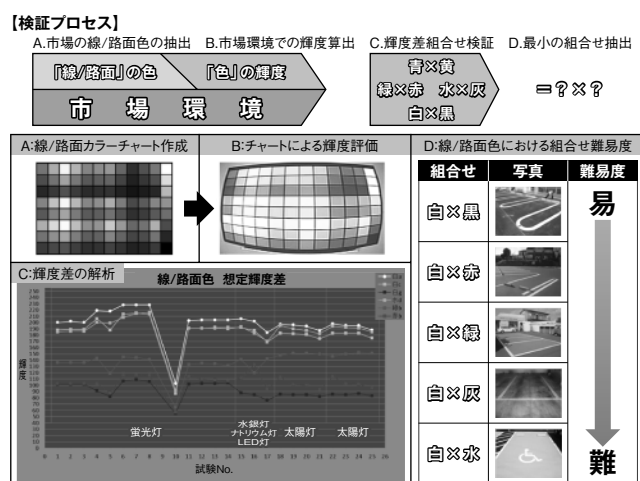


図 10 色評価による組合せ絞込み

図 10 にあるように、まず過去画像データや路面塗料色を調査しカラーチャートを作成した。次に市場環境を想定した各種照明 / 照度で輝度を計測する。計測した各色で輝度差が少ない組合せは、エッジ抽出が困難であることが判る。図 10 では白線を基準とした場合、水色の路面色は輝度差が最も小さく線分検出が困難であった。これらの組合せでエッジ抽出ができていれば、難易度の低い組合せは実施する必要がなく、色のプロパティ / パラメータについてはパターン数を減らすことができる。ほかのパラメータについてもこのような検証と絞込みを行い、効率的 / 効果的に評価を進めている。また、絞込みを経ても計測データは膨大になると予測される為、管理と運用も重要になる。管理 / 運用面では、データ解析およびシミュレーションを行うにあたり、さまざまな切り口でのデータ検索と、それらを高速に処理する仕組みが必要になる。その為、独自のデータベースを開発した。データベースアプリケーションは、PHP (Hypertext Preprocessor) +MySQL を採用し WEB ベースの GUI (Graphical User Interface) にすることで、管理者 / 使用者に負担なく作業を行なえる形態としている。NAS (Network Attached Storage) についてはデータ増加に伴ってデータアクセス速度が低下することは避けなければならない。それらを解消するために、増設時にシステム

のパフォーマンスを向上させやすいスケールアウト NAS を導入した (図 11)。



図 11 スケールアウト NAS

5. おわりに

自動駐車システム開発は、このような評価技術を活用し、効率的 / 効果的な評価を行なっている。今後の自動運転システムの開発においては、システムの高度化 / 複雑化に伴い評価範囲の拡大が予測される。我々はそれらに向けて品質が確保できるよう、実環境の評価だけでなく、バーチャル技術 / AI (Artificial Intelligence) の活用にも取り組んで行く。

・MySQLは、Oracle Corporationおよびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。

参考文献

- 1) 首相官邸:「官民 ITS 構想・ロードマップ」, pp.67, [2017]
- 2) 国土交通省:「オートパイロットシステムに関する検討会 中間とりまとめ」, [2013]

筆者紹介



千藤 政夫
せんだう まさお

VICT 技術本部
システム実験評価部



横田 信仁
よこた のぶひと

VICT 技術本部
システム実験評価部



杉浦 慎一
すぎaura しんいち

VICT 技術本部
システム実験評価部



高橋 晋
たかはし すすむ

VICT 技術本部
システム実験評価部