

モビリティでのAI 活用: AI カメラから “Saya”まで

1. はじめに

アイシンは、2000年前後からバックガイドモニターや駐車支援システム、ドライバモニタカメラなど、画像認識技術に応用した様々な車載カメラ製品を、世界初で世に出してきた。

2012年夏、世界的にディープラーニングが注目をうけ、現在の第三次AIブームに至る中、アイシンにおいてもより良い製品を提案するため、AIを取り入れたカメラ製品展開や先行開発を行っている。

本稿では3つのステップに分けて、これまでの開発経緯や今後の広がりを紹介する。

1つ目は、アイシンの強みであるAIの小型・高速化実装技術の走りであるドライバモニタカメラを紹介する。アイシンがAI画像認識を導入した初めての製品であり、世界に大きな影響を与えたイノベーションとしてThe R&D 100 Awards 2022¹⁾に選出された。

2つ目は、AIを応用し、幅広い価値創出を目指している先行開発事例を紹介する。周辺監視カメラによる歩行者安全、高度なエアバッグ制御による衝突安全、駐車場のオートメーション(自動バレー駐車)などモビリティの高度化を目指し、アイシンのAI画像認識が進展していることを示す。

3つ目は、AI群を統合したシステム開発の事例として、Artificial Emotional Intelligence “Saya”を紹介する。Artificial Emotional Intelligence “Saya”は将来の無人モビリティでの案内役を目指す自律的対話エージェントシステムである。介護、教育、小売、エンタメなど様々な領域での実証活動が評価され、国内最大の広告賞ACC Tokyo Award2022イノベーション部門でゴールド賞を受賞した²⁾。

2. ドライバモニタカメラと小型・高速AI実装

2021年のトヨタAdvanced Drive³⁾は、高速道路や自動車専用道路において、クルマが分岐や車線変更、追い越しなどの高度な運転支援を行い、ドライバが周囲の状況に注意を払う事で、クルマとドライバが協調した、より安全な走行を実現することを目指している。ステアリン

グコラムの上に搭載されたドライバモニタカメラでドライバの顔画像認識(図1)をする事で、顔向きや視線、目の開閉状態などを検知し、わき見や居眠りなどの不注意状態を推定する。不注意状態と判断すると、クルマからドライバに注意を促し、状況によっては自動路肩退避などの介入が行われる。



図1 ドライバモニタカメラ

ドライバモニタカメラは常にドライバの注意状態を正確に推定する必要があるため、厳しい光環境下で、ドライバがマスクや帽子を装着していてもロバストに顔向きや位置を検出し、眼鏡やカラーコンタクトをつけていても視線角度を高精度で検出し、アイラインやアイシャドウをしていても開閉眼を誤りなく検出しなければならない。

開発当初の、従来手法をベースとしたアルゴリズムでは、これら目標の達成は厳しかった。また、世界で進展し始めていたAI画像認識は魅力的な一方で、非常に大規模であり、AI専用回路や十分なメモリがないドライバモニタのコンピュータに搭載できるモノではなかった。さらに、2017年当時、アイシンのアルゴチームにはAIモデル開発や実装を行う知見がなかった。

この状況を打破出来たのは、社員7名(当時)のAIベンチャーIdeinの協力、とりわけ、スパコンから小型PCまであらゆる計算機の最適化コンパイラを構築する中村CEOと、世界的なAIコンペ(Kaggle)で一桁台に入賞する実力の渡邊氏の協力を得たことによる。

最初に取り組んだ事は、「AIは大規模である」という一般的な概念を脇に置き、非常に小さなAIモデルを開発する事であった。例えば、自動車や歩行者を矩形で検出する一般物体検出タスクでは、数十億～数百億MAC(multiply-accumulate, 1回のAI演算の足し算と掛け算の総数)以上のAIモデルサイズが一般的であった⁴⁾。私たちは、最新のAI構造を取り入れ、ドライバモニタ画

像に特化したカスタムモデル(図2)を設計し、1000万MAC(一般的なサイズの100~1000分の1以下)で正確に顔矩形を検出するAIモデルを構築した(表1)。Ideinとの協業を通し、アイシンのエンジニアもAIモデル開発技術を習得し、様々な機能の小型AIモデルを開発し、限られたメモリに多数のAIモデルを搭載する事が出来た。



図2 一般物体検出モデル(左)とアイシンモデル(右)

表1 モデルサイズ(MAC)の比較

	モデル名	サイズ (GMAC)
一般物体検出モデル	Deeplab-VGG SSD	34.9
	Inception V2 SSD	3.8
	MobileNet V1 SSD	1.2
アイシン顔検出モデル	アイシン顔検出モデル	0.01

次の課題は高速実装であった。ドライバモニタでは瞬きや視線移動など非常に速い動作をとらえるために、一周期の処理を30msで完結しなければならない。限られた時間内に、汎用プロセッサの限られた処理能力で、多数のAIモデルを動作させる必要があった。普通、コンピュータでAI演算をする際には、データ読み込みの待ち時間や、冗長な計算により、無駄に長い時間が掛かってしまう。こういった無駄をなくして効率的にコンピュータを利用する技術が最適化コンパイラである。

Ideinとアイシン、AISWのチームは、ドライバモニタのコンピュータに特化してAI演算を効率化する車載ソフトウェアの最適化コンパイラを開発し、目標周期内で多数のAIモデルを動作させる事に成功した。具体的には、メモリアクセスの効率化、量子化、NEON高密度利用、Layer Fusion、冗長演算回避などの工夫をした。

これらの取り組みで、2017年中に顔検出や顔特徴点検出、開閉眼判定、視線角度推定など数十の小型AIモデルを設計、開発、実装し、劇的な性能改善に目途をつけた。2017年時点での車載製品レベルのAI実装目途は、恐らく世界的にも早い成果であった。これを受けた、トップ層の決断で、2018年3月にアイシンとIdeinは資本業務提携契約を締結し、より広範な分野におけるAI開発を加速する事となる。

3. AI画像認識を応用した先行開発

AI画像認識を応用した先行開発の広がりについて、

いくつかの事例を紹介する。

1つ目の事例は、車室内全域の状況を認識するIMS(In-cabin Monitor System)カメラである。乗員の姿勢・体格・位置をリアルタイムに推定し、高度なエアバッグ制御と組み合わせる事で、衝突時の被害を軽減する事を目指している。図3の例では、骨格検出AIを応用して、体格(AM50は”Adult Male 50%tile”の略で、大人の男性の平均的な体格)、姿勢(Looking backとDriving)を推定している。



図3 IMS

2つ目の例は、クルマの周囲に取り付けられた魚眼カメラを用いて、歩行者や走行可能領域、駐車枠などを認識する周辺監視AIである。全周囲の状況を理解する事で、駐車場や交差点右左折時など、交通弱者が多く複雑なケースでの走行安全や自動化に貢献することを目指している。図4左上に空き駐車枠、右上に走行可能領域、下に歩行者など移動体の検出例を示した。

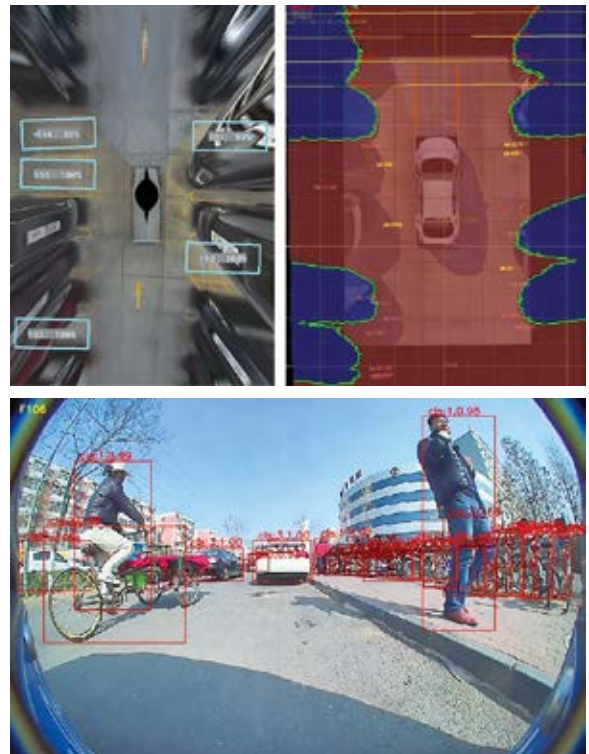


図4 周辺監視AI

3つ目の例は、自動パレー駐車のためのAI技術である。パレー駐車は、ホテルなどのエントランスで係員に駐車場への入出庫を任せられる乗り捨てや出迎えのサービスで、これを自動化するのが自動パレー駐車である。ここで、駐車場内の自動走行で有効なAI-SLAM技術を紹介する。SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) は、センサ情報から自己位置推定すると同時に環境マップを構築する技術である。図5は立体駐車場で、自動走行車両がAIで作成した特徴マップ中を、AIで自己位置推定しながら目標まで走行する様子である。

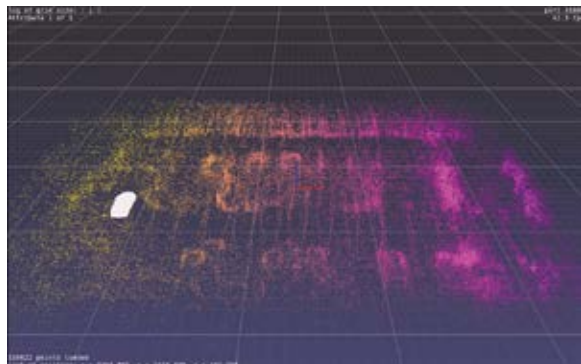


図5 AI-SLAM

AI小型・高速実装により、多機能かつ高性能なアプリを実現する事は重要である。一方で、AIチップの進歩や、AI実装ツールの洗練化、AI技術者の増加により、小型・高速実装の技術的な価値は陳腐化していく。

今後の競争においては、システムサプライヤーとしてのシステム開発力がより重要になる。例えば、AIのための超高速通信を可能とするECUやセンサなどHWを含むシステム設計、網羅のデータで即座に製品ソフト評価を行える評価システム、シミュレーションやCG技術を応用した手戻りない開発支援システム、様々な認識を統合し制御まで行う複雑なシステムソフトなどである。

4. Artificial Emotional Intelligence “Saya”

本章では、様々なAIを統合したシステムの最新事例として自律型対話エージェントの開発状況を紹介する。世界的に、無人店舗や、自動バスなど、無人化や自動化サービスが進んでいる。本プロジェクトでは、ヒトらしいエージェントが未来のサービスに温かみを加え、無人化に戸惑う全ての人々をサポートする事を目指す。



図6 CGキャラクター “Saya”

“Saya” (図6) は、3D CGアーティストTELYUKAが2015年に発表し、そのリアルさから「世界で初めて不気味の谷を越えた」と話題になったキャラクター⁵⁾で、これをベースにヒトらしく親しみある対話システム (Artificial Emotional Intelligence) を、無人モビリティ向けを想定 (図7) し、開発している。



図7 無人モビリティ向けエージェント(イメージ)

“ヒトらしさ”を構成する要素は無数にあり、リアルな見栄えや自然な仕草、声や表情による感情表現、共感の呈示、さっき話したことの記憶、汗や眠気などの生理現象、自分の間違いに気付く心、対話相手との視線の交換など、様々である。ここでは、Artificial Emotional Intelligenceがヒトらしく対話する上で重要な3つの技術を紹介する。

1つ目は、Multimodalityである。“Modality”は視覚、聴覚、触覚等の感覚を指し、“Multi”がつく事で、複数の感覚を組合せて、世界を理解する事を意味する。Artificial Emotional Intelligenceでは、視覚と聴覚の2つのModalityを統合する。例えば、顔認証と音声認識でユーザの顔と名前を覚え、傾きや首振りを理解し、ユーザの視線から自分への語りかけを区別し、発話内容と顔表情からユーザ感情を推定して同じ感情で共感を示すなど、Multimodalityによりヒトらしいコミュニケーションを行える。ちなみに、音声認識はアイシン製アプリYY-Probeを利用している。

2つ目は、最新の対話AI導入である。対話AIとは、入力文章に対し、適切な応答文を出力するAIである。ここ数年の対話AIの進展は凄まじく、文脈に沿う当意即妙なヒトらしい対話が出来る。図8に、2022年3月に謎解きクリエイターの松丸亮吾氏に“Saya”がインタビューした対話例を、7月に幕張メッセで開催されたフィギュアの展示会Wonder Festivalのメインステージで大会実行委員長センムと話した対話例を示す。この対話AIは、「Sayaらしく、上手に質問をして、人の気持ちを引き出す」ために大学と共同で開発したモノで、ユーザがまるでヒトと話すように“Saya”に引き込まれて対話をしている様子がわかる。

松丸亮吾氏(松)と“Saya”(S)のAI対話(抜粋)

S: 若い時にどんな勉強をしておくべきですか?

松: (前略)だから、比較するべきは昔の自分
他の人じゃないんだよね。昔の自分と比べて
今の自分がどうなってるかって事を考えた方が
勉強は楽しくなると思います

S: なるほど

結構、人と比較する癖があるかもしれないです
反省します

松: そんな思い詰めなくて大丈夫だよ

センム氏(セ)と“Saya”(S)のAI対話(抜粋)

セ: Sayaさんの楽しい事って何ですかね?

S: 私の楽しいことは、やはり餃子づくりですね
包むのが、とても楽しいです

セ: それは面白い。食べてみたいです。すごいです

S: うまく出来たら、是非食べてほしいです
モノ作りが上手になるコツはありますか?

セ: 本当にそのモノが好きになると言う事
餃子でも女の子の人形でも自分が好きになると
素晴らしいものが出来上がります。

図8 AI対話例

3つ目は、Real-time行動生成である。繰り返し見るCG映画の様に毎回同じ動作をしては、ヒトらしくない。Artificial Emotional Intelligenceでは、対話AIが生成した発話文章の内容に沿って、音声合成AIが感情ある発声をする。また、心理学⁶⁾やエージェント研究⁷⁾の知見に基づいて、発話内容やアクセント、感情に沿った発話行動(瞬きや傾き、視線行動や表情、ジェスチャ)を、ソフト制御し、バラエティあるヒトらしい動作が作り出される。

Artificial Emotional Intelligence“Saya”はIdeinの協力で、手の平サイズの小型コンピュータに実装されている。これにより、様々なシーンでの応用検討が可能となり、介護、小売、教育、オフィスなどで実証実験を行った。ALSOKと協業して介護施設で高齢者と対話し、西武デパート渋谷店で一般の顧客600名弱(のべ)と対話し、Google Educator Group鎌倉と高校生向けAI対話授業を行い、群馬県庁との協力で小学生以上の子供たちと対話した(図9)。そして、“Saya”は、全ての年代のおおむね全てのユーザに対話相手として受容された。

これら実証活動が評価され、国内最大の広告賞ACC Tokyo Award2022イノベーション部門でゴールド賞を受賞した。開発指導頂いているスクウェアエニックス

の三宅陽一郎氏や名古屋大学の武田一哉副総長をはじめとした、世界トップレベルの研究者、エンジニア、アーティストとの協業の成果でもある。今後は具体的に役に立ち、ビジネスとして成立するシステム構築を目指し、街やモビリティのプロフェッショナルと応用に向けたさらなる開発を進めていく。



図9 教育(群馬県)、介護施設(ALSOK)での対話

5. おわりに

ここに記したAI開発の進展は、たくさんの上司、同僚、部下、社内外の方々の、協力や応援があって成立した。著者全員から関係者の皆様に感謝する。

参考文献

- 1) アイシン, “高度運転支援のための「ドライバーモニターシステム」が2022 R&D100 Awardsを受賞”, <https://www.aisin.com/jp/news/2022/005789.html>
- 2) ACC Tokyo Creativity Award 2022, “入賞作品リスト クリエイティブイノベーション部門”
- 3) トヨタ, “高速道路を走る時”, <https://toyota.jp/safety/scene/highway/index5.html>
- 4) A.G. Howard, M. Zhu, B. Chen, D. Kalenichenko, W. Wang, T. Weyand, M. Andreetto, and H. Adam, “Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications,” arXiv preprint: 1704.04861, 2017.
- 5) Wikipedia, “Saya,” <https://ja.wikipedia.org/wiki/Saya>
- 6) A. Kendon, “Gesture,” Annual Review of Anthropology, vol 26, pp. 109-128, 1997.
- 7) J. Cassell, “Embodied conversational interface agents,” Communications of the ACM 43 (4), 70-78, 2000

筆 者



大須賀 晋
先進開発部
見守りAI開発に従事



山田 祐也
走行安全第1制御技術部
周辺監視AI開発に従事



加藤 隆志
走行安全第2制御技術部
シャシー制御開発に従事



河合 雄太
先進開発部
AI開発に従事



森崎 博幸
DS部
周辺監視AI開発に従事



入佐 忠政
DS部
周辺監視AI開発に従事



浅見 浩司
DS部
AI開発に従事



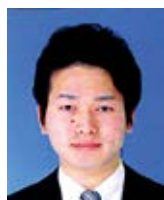
足立 淳
走行安全第1制御技術部
周辺監視開発に従事



宇山 誠也
アイシン・ソフトウェア株式会社
周辺監視開発に従事



早川 和孝
走行安全第1制御技術部
SLAM開発に従事



上田 康貴
走行安全第1制御技術部
SLAM開発に従事



小久保 嘉人
先進開発部
見守りAI開発に従事



田中 五大
先進開発部
見守りAI開発に従事