

AI 交通量計測技術

塚本 明利 渡辺 孝光
磯部 翔

近年の監視カメラシステムの普及に伴い、映像解析技術と組み合わせた状況把握や防犯などさまざまなソリューション事例が増加している。道路交通分野でも交通量計測や旅行時間計測、渋滞や事故の検知など各種システムが活用されている。

OKIでは、社会課題を解決するIoTシステムとして、特徴ある技術やソリューションを組み込んでさまざまなお客様のデジタル変革を支援している¹⁾。特徴あるセンシング技術の一つとして、従来から車両や人物を対象とした映像解析技術の開発にも注力し、道路交通分野に向けたセンシング技術応用製品として道路に設置した監視カメラの映像から交通量を計測する製品(映像トラフィックカウンター)も開発している²⁾。

近年のディープラーニング(深層学習)に代表されるAI映像解析の進展により、交差点などでの複雑な交通状況にも対応できるようになってきた。本稿ではOKIが開発した、AIによる映像解析を応用した交通量計測技術及び交通量計測システムへの搭載事例について述べる。

開発の背景

従来、さまざまな目的での交通量調査が行われ、出店候補地での調査など小規模なものから、全国規模で5年ごとに行われる「全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)」など大規模なものもある。交通量調査では一般的に、調査員が街頭で手動カウントするが、長時間にわたるため負担が大きく、調査地点ごとに複数人を常駐させる必要があることから人員の確保やコストが課題となっている。このため、交差点など道路を撮影した映像を解析することで交通量を自動的に計測できるシステムが求められている。

このようなシステムの普及には、設置・運用コストを低減することが求められる。例えば既設の監視カメラを活用することができれば導入工事などの費用を抑えることができ、設備の有効活用につながる。ただし監視カメラは必ずしも映像解析に適するよう設置されていないため、さまざまな撮影環境で安定して映像を解析できる技術が求められる。また、多くの地点で交通量を計測する場合、クラウドサー

バーで計測処理するためにはすべての映像をサーバーに送信するために通信コストがかさんでしまうという問題もある。

このような課題に対し、OKIはAI映像解析を応用して交通量計測技術を開発した。本技術は撮影環境の違いに対応して車両を検出・追跡でき、サーバーでも現地に設置した小型端末(エッジ端末)でも動作できるようにしている。従って、監視カメラ映像が集約されている拠点に処理用サーバーを設置して交通量を計測することで、既設の監視カメラ映像を活用することができる。またカメラを新規に設置する場合はカメラ付近にエッジ端末を設置して交通量を計測することで、カメラ映像の送出不必要となり通信コストやサーバーの処理量を削減できる。

AIによる映像解析

従来の映像解析は、映像から特徴となるもの(例えば背景画像との差分やエッジやコーナーなど明るさの変化がある位置)を抽出し、その分布を解析することで行われる。どのような特徴に着目するかは対象物に応じて個々に定める必要があり、その特徴を抽出する処理も必要である。特に、撮影環境(明るさなど)によって映像上での特徴の現われ方も異なるため、多様な対象物を夜間も含めて安定して解析することは非常に難易度の高い課題である。

一方、映像解析に用いられるAI技術の代表的なものとして、ディープラーニングを挙げることができる。ディープラーニングでは解析対象物が写っている多数の画像データに対して教師データを与えて学習することで、映像解析に必要なモデルを自動的に生成する。生成したモデルは図1に示すように入力画像に対する推論処理に利用される。

ディープラーニングでは学習に大量のデータが必要であって計算量も膨大であり、通常は大規模なサーバーを用いて時間をかけて行われる。このためOKIでは大規模な学習環境を構築し効率的に学習できるようにしている。一方、モデルを用いた推論処理は学習とは異なり計算量が少なく、さらにデバイスに最適なモデルを使用することでエッジ端末での推論処理もできるようになる。

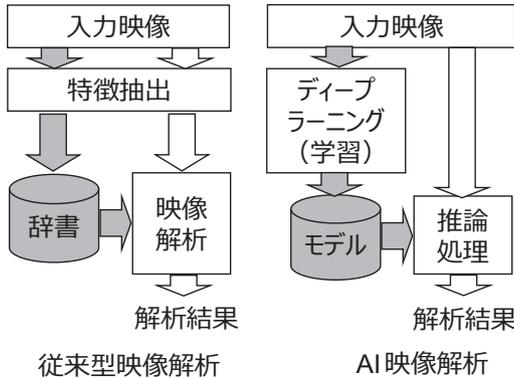


図1 従来型映像解析とAI映像解析での学習と解析(推論)の流れ

AI 交通量計測システム

OKIの映像トラフィックカウンター²⁾は、従来型の映像解析技術により高速道路などの交通量を計測するシステムである。このシステムは道路わきに設置した監視カメラの映像を解析することで、各レーンを走行する車両を大型/小型の車種に分類してカウントし、同時に速度を求めることができる。しかし直線路のみを対象としているため、交差点などでの複雑な車両の動きに対応できない課題があった。

このような課題に対し、AI映像解析を応用して開発した交通量計測技術では、ディープラーニングを適用することにより映像中の車両の見え方が変化しても車両を高精度に検出・追跡できるようになった。図2に示すように、従来は直線路での特定角度から見た車両の見え方だけの特徴として学習していたが、ディープラーニングを用いてさまざまな種類や向きの車両を学習することで、交差点に設定した計測線を通して車両の台数を計測することができるようになっている。

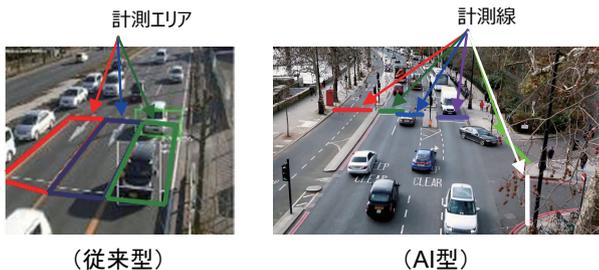


図2 交通量計測の様子

AI交通量計測システムは、AI映像解析を応用した交通量計測システムであり、ディープラーニング演算を行うデバイスに最適化されたモデルを利用することで、サーバー及びエッジ端末の両方で交通量をリアルタイムに計測できる。

*1) Intel, Movidius, Myriad, OpenVINO, Xeonは、アメリカ合衆国および/またはその他の国におけるIntel Corporationまたはその子会社の商標または登録商標です。

本システムではIntelから提供されているAIツールキット「Intel[®]*1) OpenVINO[™]*1) Toolkit」を用いて推論処理を実装した。OpenVINOは実行環境に搭載された演算装置に合わせてAI推論処理を最適化する機能を搭載しているため、本機能を利用することによりインテル製のCPUやAIアクセラレーターそれぞれに最適化した高速な推論処理ができる。

AI交通量計測システムは、推論処理の実装形態により図3に示すサーバー型及びエッジ型の構成ができる。以下、各構成のAI交通量計測システムを説明する。

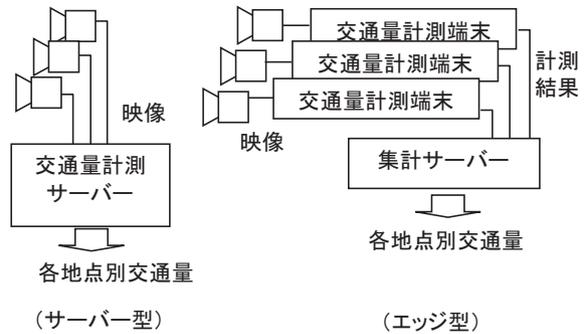


図3 AI交通量計測システム

(1) サーバー型システム

サーバー型システムを構成する交通量計測サーバーは複数台のカメラ映像が収容でき、コンテナ構成をとることにより、カメラ追加などのシステム変更を既存処理への影響を最小限に行うことができる。図4にソフトウェア構成を示す。サーバー型では1カメラに対して1コンテナの構成をとり、カメラを追加する場合は新しいコンテナを作成することでスケールアウトできる。またコンテナの差替えにより計測対象の追加や事象検知などの機能を追加できる。

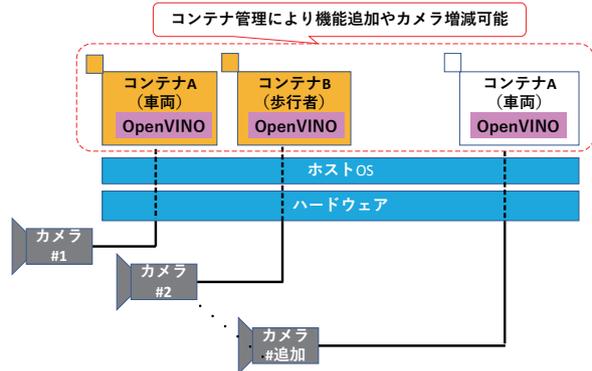


図4 サーバー型のソフトウェア構成

またサーバー型ではディープラーニングの推論処理をCPUに対し最適化することで、外付けGPUなどのアクセラレーターを必要としない安価なハードウェア構成でも動作できる。

ディープラーニングでの推論の精度は32ビットの浮動小数点数 (FP32) を8ビット表現 (INT8) の演算に置き換えても大きな精度低下を起こさないことが知られている³⁾。また最近のCPUでは複数のデータを1命令で処理できるSIMD (Single Instruction, Multiple Data) 命令が用意されているので、推論での畳込み演算などを高速に処理することにも活用されている。最新の第2世代Intel Xeon[®] スケーラブル・プロセッサではSIMD命令の一種であるAVX-512にディープラーニング演算のための拡張命令「Vector Neural Network Instruction⁴⁾ (VNNI)」が追加され、より高速なINT8での畳込み演算ができる。図5に示すように従来のAVX-512命令セットでは、INT8の畳込み演算に三つの命令を実行する必要があったが、新たに追加されたVNNIでは1命令で行なえるため推論処理が高速化できる。

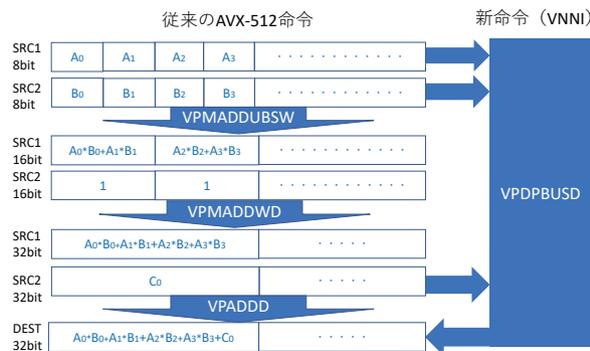


図5 AVX-512 命令セットを使ったINT8畳込み

OKIのAI交通量計測技術では、FP32で学習したモデルをIntel OpenVINO Toolkitを用いてINT8演算に変換し、新命令VNNIで演算することで外付けGPUのないサーバーでの推論処理を高速化している。

(2) エッジ型システム

エッジ型システムは、交通量計測端末にカメラ映像を入力して交通量を計測し、集計サーバーで各地点別交通量を集約管理できるシステムである。

交通量計測端末として、OKIが新たに開発したAIエッジコンピューター「AE2100」⁵⁾を適用できる。「AE2100」は、ニューラルネットワークの処理に特化したエッジ搭載用AI

アクセラレーター (Intel Movidius[™] Myriad[™] X VPU) を2個搭載できる。また、図6に示すとおり各デバイスを最適に制御 (非同期制御とマルチデバイス制御) することで、低消費電力で高い推論パフォーマンスをエッジ端末で実現している。

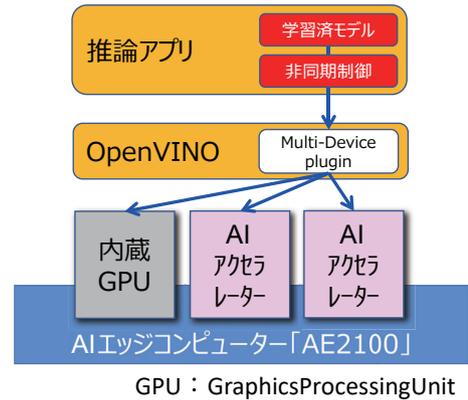


図6 エッジ端末 (AE2100) での最適化

AE2100が搭載するAIアクセラレーターの性能を最大限引き出すために、OpenVINOが提供する「Multi-Device plugin」機能を利用する。「Multi-Device plugin」機能は、推論処理を複数のデバイス (内蔵GPU及びAIアクセラレーター) に割り振ることで高速化を実現する機能である (図7)。

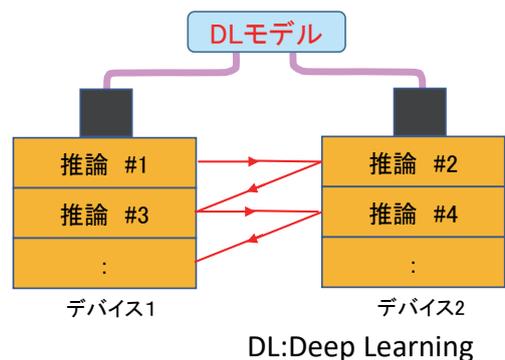


図7 Multi-Device plugin による最適化制御

「Multi-Device plugin」機能を有効に利用するには、非同期制御 (パイプライン処理) を実装する必要がある。パイプライン処理とは、あらかじめ複数の推論領域 (パイプライン) を確保し、推論処理を領域ごとに逐次行うことで並列実行させる方法である (図8)。

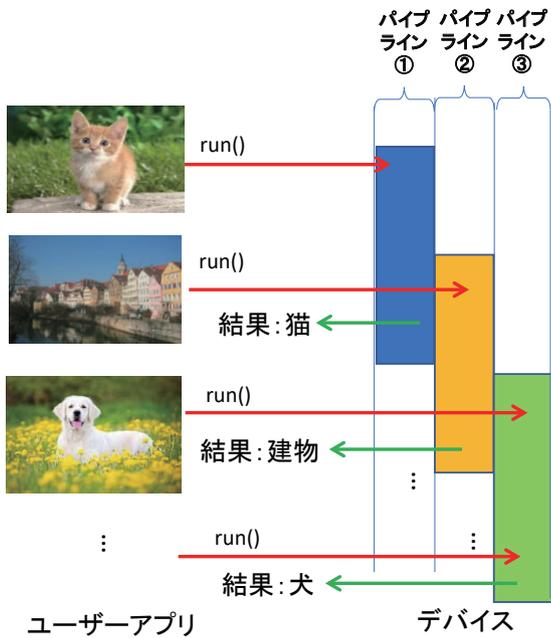


図8 パイプライン処理

これらの機能により、AE2100搭載のアクセラレーター（Myriad X 2個と内蔵GPU）の性能を最大限引出すことができ、CPU単体で処理させる場合に比べ最大で約25倍（推論モデルにGoogLeNet-v1 FP16モデル⁶⁾を用いた場合）の速度で推論処理が実行できる。

OKIのAI交通量計測技術は、AIアクセラレーターに対する非同期制御や「Multi-Device plugin」機能によるマルチデバイス制御により最適化され、AIエッジコンピューター上でリアルタイムに交通量を計測できる。

課題と今後の展開

これまで述べた通り、OKIのAI交通量計測技術は高価な外付けGPUを搭載しないサーバー上でもCPUで高速に動作でき、またエッジ端末上ではAIアクセラレーターを活用することで、リアルタイムに交差点などの交通量を計測できる。今後はAI交通量計測技術を発展させ、車両だけでなく通行者も計測対象とすることや、さらに速度計測や渋滞・逆走などの事象検知もできるようにすることで交通量計測の付加価値を高められるよう技術開発を進めていく。

参考文献

1) 中井敏久: デジタル変革を加速する技術とソリューション、OKIテクニカルレビュー第230号、Vol.84 No.2、pp.6-9、2017年12月

2) 渡辺孝弘・長島且佳: 社会インフラ事業における映像センシング技術、OKIテクニカルレビュー第228号、Vol.82 No.2、pp.20-23、2015年12月

3) Tim Dettmers : 8-BIT APPROXIMATIONS FOR PARALLELISM IN DEEPLARNING, ICLR 2016

4) Andres Rodriguez, Eden Segal, Etay Meiri, Evarist Fomenko, Young Jim Kim, Haihao Shen, and Barukh Ziv: Lower Numerical Precision Deep Learning Inference and Training, INTEL White Paper, Jan.2018, <https://software.intel.com/sites/default/files/managed/db/92/Lower-Numerical-Precision-Deep-Learning-Jan2018.pdf>

5) OKIプレスリリース 高速ディープラーニング推論処理をエッジで実現し、クラウドと連携するAIエッジコンピューター「AE2100」を販売開始、2019年10月3日

<https://www.oki.com/jp/press/2019/10/z19026.html>

6) BAIR/BVLC GoogLeNet Model: https://github.com/BVLC/caffe/tree/master/models/bvlc_googlenet

● 筆者紹介

塚本明利: Akitoshi Tsukamoto. 情報通信事業本部 基盤技術センター 先端技術開発部

渡辺孝光: Takamitsu Watanabe. 情報通信事業本部 基盤技術センター 先端技術開発部

磯部翔: Sho Isobe. 情報通信事業本部 基盤技術センター 先端技術開発部