

# 組み込みディープラーニングシステム、小売決済端末を自動化する

ジェームズ・キャロル

人工知能(AI)を活用すれば、バーコードなしでの商品検出によって、さらに正確なセルフでの会計を実現し、時間ともに拡大していく商品ポートフォリオにもこれまでよりも簡単に対応することができる。

Eコマースがますます台頭する中、あらゆる種類の小売店舗が競争力を維持するための手段を探さなければならない状況にある。その目的に向けて、組み込みビジョンやディープラーニングを手掛ける複数の企業が手を組み、自動小売決済及び在庫管理システムを開発した。瞬時の会計が可能で、レジ前列を短くするとともに、24時間年中無休での店舗営業を可能にする。

現行のセルフ会計は、おそらくバーコードを読み取って商品の検出と識別を行っており、最近では、色や種類などの特徴を利用して商品の特長を識別する、オブジェクト分類手法を採用するシステムも登場している。しかし、無制御の環境に導入する場合は、どちらの方法も堅牢ではない。人工知能(AI)を活用すれば、バーコードなしで

の商品検出によって、より正確にこの目的を果たし、時間ともに拡大していく商品ポートフォリオにもこれまでよりも簡単に対応することができる。

エッジAIとコンピュータビジョンソフトウェアを手掛ける、ギリシャのイリダ・ラブズ社(Irida Labs)は、類似の目標を掲げた定評あるハードウェア企業との提携によって、そうした共同開発を実現した。イリダ・ラブズ社の製品マーケティングスペシャリスト兼シニアコンピュータビジョンエンジニアのデメトリス・アナスタシオウ氏(Demetris Anastassiou)によると、この事例の主な目標は、低コストで低消費電力のスケラブルなシステムを構築することだったという(図1)。

「この応用事例の主要な目的であり、最も興味深い側面は、低消費電力のデ

バイスを使用して、ディープラーニング処理をリアルタイムに実行し、毎秒5フレームのリアルタイム参照を行うという事実だ」と、アナスタシオウ氏は述べた。

このシステムのプロトタイプが、ハノーバーメッセ(Hannover Messe)で初めて披露された。顧客は、食品や飲料などの商品をトレイに載せて、会計端末へと進み、トレイをスマート小売システムの下に配置する(図2)。独バスラー社(Basler)のMIPI CSI-2対応BCONを搭載してSマウントレンズを装備する「dart」カメラと、米オン・セミコンダクター社(ON Semiconductor)のCMOSイメージセンサ「AR1335」によって、トレイとその中身のビデオストリームが取得される。このカラーカメラは、13メガピクセルの画像を最大30fpsでキャプチャし、サイズはCSマウントを入れて29×29mm、重量はわずか15gである。

イリダ・ラブズ社の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に基づくソフトウェア「EV Lib」によって、識別・分類が行われ、顧客に対して価格が表示される。ソフトウェアとカメラは、独コンガテック社(Congatec)のSMA RC 2.0コンピュータ・オン・モジュール「SMX8」上で実行される。SMX8は、ARMの「Cortex-A72」、「Cortex-A53」、「Cortex-M4」プロセッサを搭載する、蘭NXPセミコンダクターズ社(NXP Semiconductors)のアプリケーションプロセッサ「i.MX 8M」をベースとしている。プロトタイプシステムには、



図1 図中のプロトタイプデバイスは、バスラー社のSマウントレンズ装備のMIPI CSI-2カメラ、NXPセミコンダクターズ社のアプリケーションプロセッサ「i.MX 8M」をベースとしたコンガテック社のSMARC 2.0コンピュータ・オン・モジュール「SMX8」、イリダ・ラブズ社のディープラーニングソフトウェアで構成されている。

固定のLED照明が使われているが、顧客向けの類似のソリューションでは、施設に設置されているアンビエント照明が、照明として利用されている。最も重要なことは、一貫した照明条件を与え、大きく変動することがないようにすることだと、アナスタシオウ氏は説明している。

スピードと性能の向上を目指したこのシステムの別のバージョンが、台湾メディアテック社 (Mediatek) と共同で開発されている。このシステムは、メディアテック社の AIoT (Artificial Intelligence of Things) 処理デバイス「i500」(MT8385) を活用している。i500 は、高性能なニューラルネットワークアクセラレーション機能を提供し、専用 AI プロセッサによって、さらに高速な処理と会計を求める顧客の需要に応えると、アナスタシオウ氏は述べた。

イリダ・ラブズ社は、同社のディープラーニングソフトウェアの実装において、ケースバイケースの柔軟なアプローチをとっている。同社は、機械学習の開発に「TensorFlow」や「PyTorch」などのよく知られたフレームワークを採用しつつ、「YOLO」や「MobileNet」といったネットワークも使用している。しかし同社は、機械学習と推論用の独自のフレームワークを保有しており、アナスタシオウ氏によると、どのオプションを選択するかは、個々のアプリケーションニーズによるという。

「この事例においては、『Amazon Go』店舗ほど複雑な処理は扱わないので、個々の実装の要件に合わせて対象範囲を絞った。例えば、ハノーバーメッセと Embedded World に出展したプロトタイプは、ドイツとオランダのケータリング業界で実際に使用されているものなので、システムは、それらの個々の店舗の在庫に基づいてトレイ



図2 顧客は、食品や飲料などの商品をトレイに載せて、会計端末へと進む。スマート小売システムによって瞬時に会計が行われるため、レジ前に並ぶ時間が短縮される。

ニングされている」と同氏は述べた。

このシステムの場合で、開発、最適化、トレーニングには数カ月を要し、在庫の各商品につき、必要な画像はせいぜい10枚程度だったという。

「広範な機械学習モデルと、特定用途向けに設計されたモデルの最大の違いは、後者には膨大なカタログが不要だということだ」と、アナスタシオウ氏は述べた。「例えば、リンゴと猫を区別する必要はない。猫がトレイに乗っていることはあり得ないので、リンゴが猫と異なることを示すための膨大な量の画像は必要ない」。

アナスタシオウ氏によると、イリダ・ラブズ社の秘訣は、広すぎる範囲に網を投げるのではなく、現実的な問題の解決を目指すことにあるという。

「今では、大学や大手ハイテク企業が提供するディープラーニングモデルを入手して、例えば、道路を横断する人間を検出するといった、特定のタスクに適用してみるということが、かな

り簡単に行えるが、堅牢性が得られずに、残念な結果に終わることが多い。その理由は、ビジョンアプリケーションごとに、要件は非常に特殊で、基盤のハードウェアは多種多様だということにある。このことを理解して設計ノウハウを確立すれば、実際の問題に対して他とは違う結果を達成することができる」と同氏は述べた。

「加えて、環境的条件は必ず異なる。常に太陽が照りつけて非常に明るいサハラ砂漠で歩く人々を識別するようにトレーニングされたシステムを、ノルウェーに実装して使用しようとしても、何の意味もない」と同氏は付け加えた。

また、システムの処理はすべてエッジで実行されるため、クラウドは不要である。

「このようなビジョンセンサシステムをクラウドに実装することは、実行時のデータ量を考えると意味をなさない。いずれにせよほとんどのケースにおいて、GDPR (EU 一般データ保護規則) の問題を考慮してデータを施設内にとどめるために、すべてをローカルに配置するべきである。このシステムは、できる限り簡単に使用及び更新できるように設計されており、小さな処理デバイスと小さな MIPI カメラを採用したのはそのためだ。システム全体が、多目的で拡張可能な、単一の統合された AIoT センサとなっており、特定用途のメタデータのみを生成する」と、アナスタシオウ氏は述べた。

同氏はさらに、「このシステムは、非常に限定された小さな領域で動作するため、ケータリング業界の機器に組み込むことができる。しかし、ガソリンスタンド、小型スーパーマーケット、雑貨店など、在庫数が少なく商品品目が管理可能な他の分野にも、このシステムを適用できる可能性がある」と続けた。