

画像認識技術の製品搭載を加速するソフトウェアプラットフォーム

Software Platform to Accelerate Installation of Image Recognition Technologies in Products

三宅 達也

川上 高志

橋本 圭介

■ MIYAKE Tatsuya

■ KAWAKAMI Takashi

■ HASHIMOTO Keisuke

画像認識技術は、様々な製品への適用が進んでいるが、その専門知識を持った開発者は限られており、製品適用を加速するうえで課題になっている。

東芝は、この課題を解決するための一つの方法として、画像認識技術のソフトウェアプラットフォームを開発した。当社独自の先進アルゴリズムを再利用可能な部品ライブラリとして整備し、部品を組み合わせることにより画像認識ソフトウェアを開発できる。また、認識対象に最適なアルゴリズムの組合せを選定する機能を自動化した。これらにより、画像認識技術の専門家だけでなく、製品搭載ソフトウェアを効率的に開発することが可能になった。

Although image recognition technologies have recently been applied to a broad range of products, the time required for product application is a significant issue due to the shortage of developers with sophisticated expertise in this field.

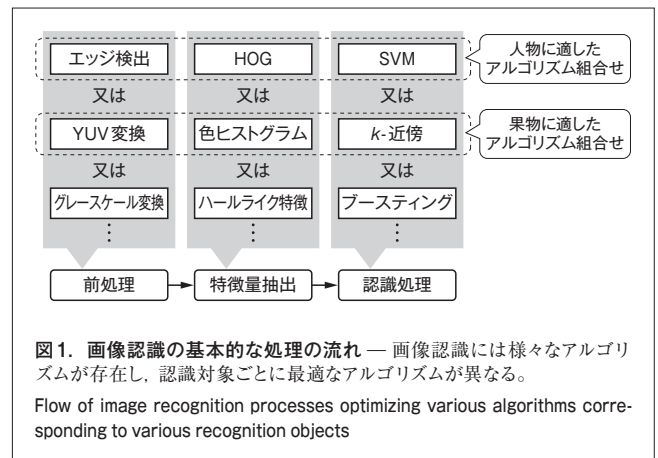
As a solution to this issue, Toshiba has developed a software platform with reusable component libraries including its proprietary advanced image recognition algorithms. This software platform provides functions that make it possible to easily design software by selecting and combining components, as well as functions to automatically determine the optimal combination of algorithms corresponding to various recognition objects, allowing even inexperienced developers to develop image recognition applications efficiently.

1 まえがき

近年、画像認識技術は様々な製品に搭載されており、技術の高度化に伴って応用範囲が拡大している。東芝グループは、車載機器や、ネットワークカメラ、POS（販売時点情報管理）端末など多岐にわたる製品で、画像認識技術による付加価値の向上を実現しており、適用製品のいっそうの拡大に向けた技術開発を進めている。

一方、画像認識ソフトウェアの開発は、画像認識技術の専門知識を持たない一般のソフトウェア開発者にとって難易度の高いものとなっている。画像認識処理は様々なアルゴリズムの組合せで実現されるが、認識対象によって最適な組合せが異なるため、最適な組合せを決めるには画像認識の専門的な知識が必要になる。また、専門知識を持った技術者にとっても、様々な組合せの認識処理を実装して性能評価し、最適構成を見つけ出す作業に掛かる工数が大きい。

東芝は、このような課題を解決するため、画像認識ソフトウェアの製品搭載を容易にするためのソフトウェアプラットフォーム（以下、画像認識プラットフォームと呼ぶ）を開発した。当社独自のアルゴリズムと一般的なアルゴリズムを再利用可能な部品ライブラリとして蓄積し、更に、アルゴリズムの組合せ候補を自動で生成し最適な組合せを探索することができるアルゴリズム構成最適化機能を提供できる。これにより、最適な画像認識ソフトウェアを短期間で開発できるようになった。



2 画像認識技術の概要とソフトウェア開発での課題

画像認識は、図1に示すように、前処理や、特徴量抽出、認識処理など複数の処理を組み合わせることで実現される。各処理には様々なアルゴリズムが存在し、認識対象ごとに最適なアルゴリズムの組合せは異なる。例えば図1に示したように、人物の識別にはエッジ検出、HOG (Histograms of Oriented Gradients)、及びSVM (Support Vector Machine) のアルゴリズムの組合せが適しているが、果物の識別にはYUV (Y: 輝度, U: 青との色差, V: 赤との色差) 変換、色ヒストグラム、及びk-近傍のアルゴリズムの組合せが適している。

このように認識対象に適したアルゴリズム構成は、様々なアルゴリズムの組合せを試行し認識性能を比較することで決定される。また、各アルゴリズムには様々なパラメータが存在し、パラメータの最適値もアルゴリズム構成と同様に、認識対象に応じて異なる。このため、認識対象に適したアルゴリズムとそのパラメータの値を決定するには、複数の認識処理を実装し各認識処理に対して様々なパラメータ値を使って評価する必要があるため、多大な工数が掛かることが課題となっていた。画像認識技術の専門的な知識があれば、有効性が高いと予測される組合せを優先的に評価することで工数削減も可能になるが、一般のソフトウェア開発者にとっては困難である。

3 画像認識プラットフォームの概要

2章で述べた課題を解決するため、当社は画像認識技術の専門知識を持たないソフトウェア開発者でも効率的な開発が可能になる画像認識プラットフォームを開発した。

画像認識プラットフォームの主な特長は、次のとおりである。この章では、これらを実現するための仕組みについて述べる。

- (1) 専門家が開発した豊富で先進的なアルゴリズム部品群
- (2) アルゴリズムの組合せを容易に変更できるアーキテクチャ
- (3) プラットフォームのアーキテクチャやAPI (Application Programming Interface) 仕様を把握していなくても、簡単に画像認識処理を開発できる簡易記述言語
- (4) 手作業では評価しきれない数のアルゴリズムの組合せを自動的に評価する仕組み

3.1 画像認識プラットフォームのアーキテクチャ

アルゴリズムの部品化や組替えは、以下で述べる三つの特徴により実現した。

3.1.1 アーキテクチャパターンPipes and Filtersの適用

画像認識では、前処理→特徴量抽出→認識処理のように、シーケンシャルな処理の実行が基本形になっている。このため、プラットフォームのアーキテクチャには、このような構造を実現するのに適したアーキテクチャパターンであるPipes and Filtersを適用した。図2に示すように、特徴量抽出や認識処理などのアルゴリズムをフィルタとして実装し、各フィルタをパイプと呼ばれる要素で連結することで処理全体を構築している。一つのフィルタには一つのアルゴリズムだけを実装し、外部とのアクセスは入出力など必要最低限に限定した。これにより、アルゴリズムの実装が他のアルゴリズムの実装から分離され、部品としての再利用性を向上させている。

3.1.2 データ構造の共通化

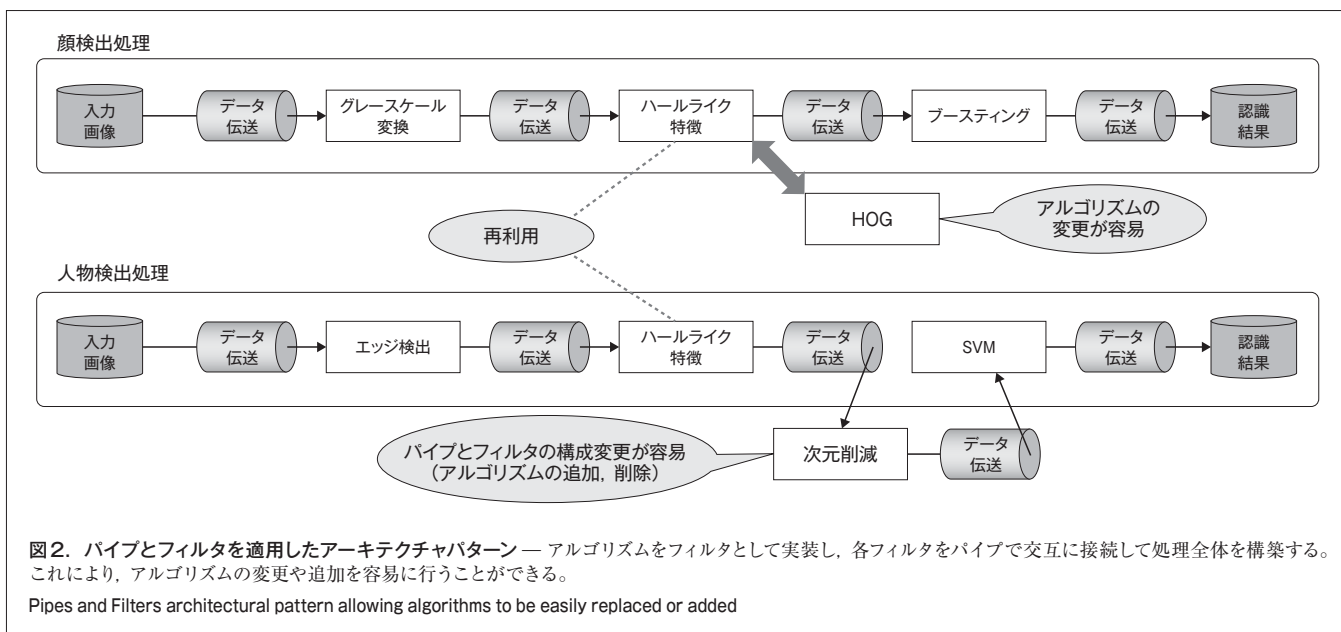
一般に、アルゴリズムごとに入出力データのデータ構造が異なるため、アルゴリズムを組み替えるとデータ変換処理を追加する必要がある。

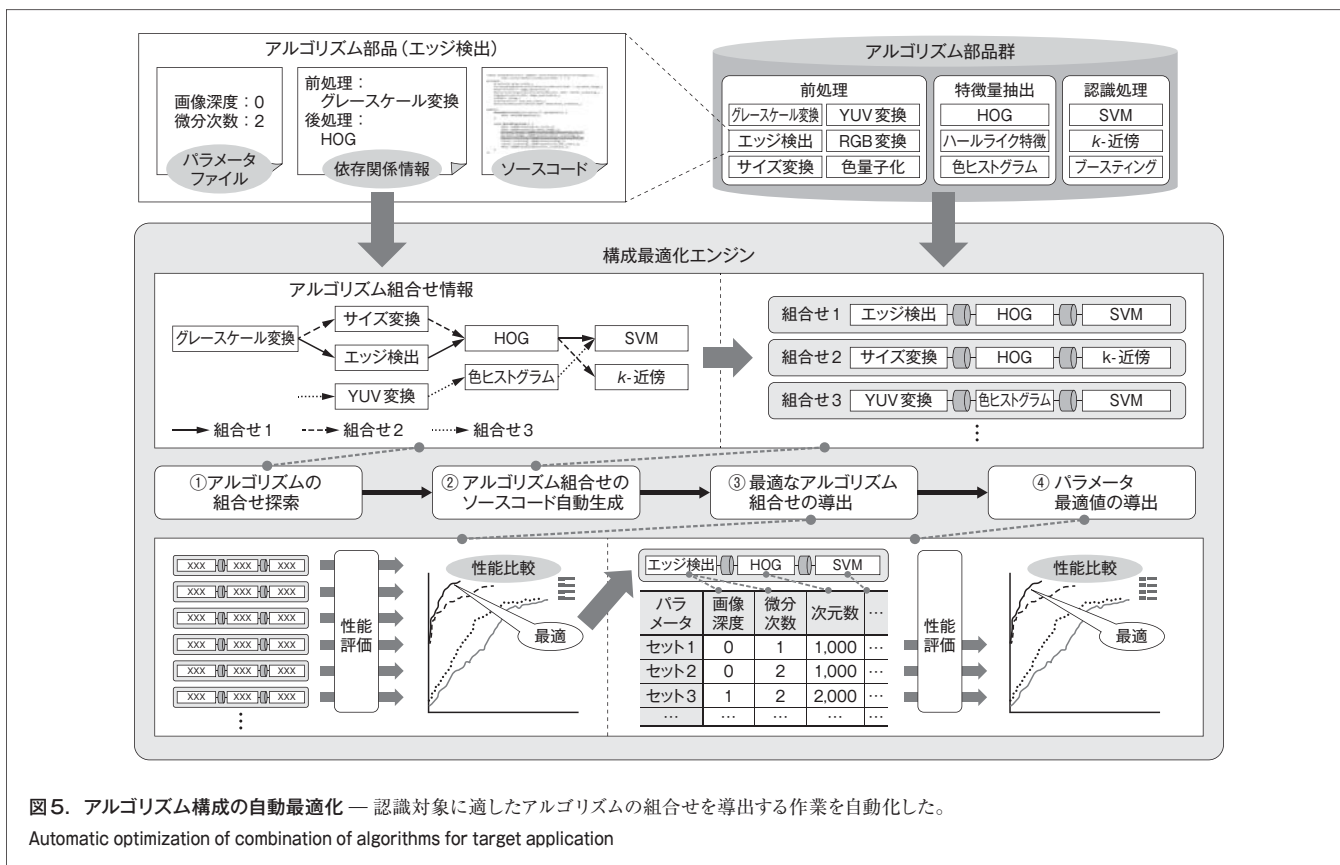
画像認識プラットフォームでは、様々なアルゴリズムの入出力データをいくつかのカテゴリーに分類し、カテゴリーごとの共通インタフェースを定義した。例えば、画像系データのカテゴリーには画像データや、画像データのROI (部分矩形 (くけい) 領域)、画像ピラミッドのレイヤなどが存在するが、画像の高さや幅、画像データまでの相対距離を取得するためのインタフェースは、どのデータに対しても共通して定義できる。

このように定義した共通インタフェースをアルゴリズム内での入出力データへのアクセスに利用することで、アルゴリズム組替え時に構造の異なるデータが入力される場合でも、データ変換処理を追加する必要がなくなる。

3.1.3 補助機能とアルゴリズムの分離

画像認識ソフトウェアの開発では、各アルゴリズムが意図したとおりの処理を行っているかを確認したり、各アルゴリズムの処理速度を計





を解析し統合することでアルゴリズム組合せ情報を生成する。このアルゴリズム組合せ情報を用いることにより、プラットフォームが提供するアルゴリズム部品で実現可能な組合せを全て洗い出すことができる。

3.3.2 アルゴリズム組合せのソースコード自動生成 (②)

アルゴリズム組合せ情報には、組合せを構成するアルゴリズムの種類と実行順序に関する情報が含まれている。この情報から、画像認識処理の簡易記述言語表現を自動生成する。更に3.2節で述べたように、簡易記述言語表現からソースコードを自動生成できる。

3.3.3 最適なアルゴリズム組合せの導出 (③)

自動生成されたソースコードを実行し、開発者が指定する評価用データと評価ロジックを用いて性能を評価する。性能評価結果を比較することで最適なアルゴリズムの組合せを導出する。画像認識プラットフォームでは、典型的な評価ロジックであるROC (Receiver Operating Characteristic: 受信者操作特性)やDET (Detection Error Tradeoff: 検出エラートレードオフ)などを性能評価部品として提供している。性能評価部品はアルゴリズム部品と同一のインターフェースで実装されているため、アルゴリズム部品と同様に必要に応じて自由に変更できる。

3.3.4 パラメータ最適値の導出 (④)

画像認識プラットフォームのアルゴリズム部品は、各アルゴリズムの全てのパラ

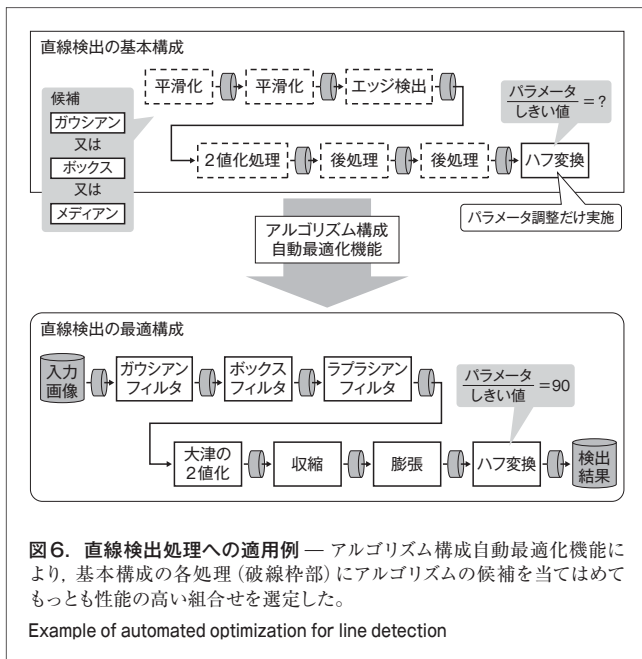
メータを外部ファイルに共通の記述形式で定義している。このため、手順③で導出されたアルゴリズムの組合せで、外部ファイルに設定されたパラメータ値を自動的に書き替え、様々なパラメータ値の組合せで性能を評価することにより、アルゴリズムの組合せだけでなく、パラメータについても最適な値を導出できる。

4 画像認識プラットフォームの適用事例

撮影した画像からターゲットの直線部分を検出する処理を実現するためのアルゴリズム検討に、画像認識プラットフォームを適用し評価した結果を以下に述べる。

直線検出処理の基本構成(図6の上側)では、平滑化フィルタによる画像平滑化、エッジ検出、2値化処理、及び膨張、収縮などの後処理を行った後、ハフ変換で直線を検出する。この基本構成に対して、アルゴリズム構成自動最適化機能により最適な組合せを選定した。今回、平滑化フィルタ5種、エッジ検出5種、2値化処理3種、及び後処理3種のアルゴリズムを対象とした。

この場合、アルゴリズムの組合せ候補数は6,696通りとなり、これらの組合せに対して性能自動計測を行った。更に、この結果の上位10件のアルゴリズム構成に対してパラメータの最適化を実施し、1件につき5,500通り、総計55,000通りの組



合せの中から最適なパラメータの組合せを選定した。一連の選定処理は、一般のパソコンを用いて26分で完了した。これにより得られた最適な組合せを図6の下側に示す。この選定結果は、画像認識技術の専門家を交えて検証した結果、今回のターゲットである直線検出処理に対して最適な構成であることを確認した。

これだけの数の組合せを性能評価する場合、従来、各組合せの認識処理の実装に多大な工数が掛かることから、画像認識技術の専門家の知見に基づいて有効性の高い組合せだけ性能評価するなどの工夫が必要であった。しかし、アルゴリズム構成自動最適化機能を利用することにより、全ての組合せでの性能評価を、手間を掛けずに短時間で実行できることが実証された。これにより、専門知識を持たない開発者でも、最適なアルゴリズム構成を容易に選定することが可能になった。

5 あとがき

画像認識ソフトウェアの開発を効率化する画像認識プラットフォームを開発し、製品開発への適用を開始した。画像認識技術の専門家でなくても、製品搭載ソフトウェアを効率よく開発することが可能になった。

今後は、画像認識プラットフォームで提供するアルゴリズム部品の種類の充実や、アルゴリズム構成自動最適化機能の機能強化などにより、画像認識技術を応用した製品のソフトウェア開発の更なる効率向上を図っていく。

文献

- (1) 三宅達也 他. “アルゴリズムの部品化を実現する画像認識プラットフォーム”. 情報処理学会第76回全国大会. 東京. 2014-03, 情報処理学会. 2014, p.2-63-2-64.
- (2) 千秋義紀 他. “画像認識アルゴリズム組合せ最適化のための性能自動評価手法”. 情報処理学会第76回全国大会. 東京. 2014-03, 情報処理学会. 2014, p.2-65-2-66.



三宅 達也 MIYAKE Tatsuya

ソフトウェア技術センター プラットフォーム開発部。
 画像認識プラットフォームの研究・開発に従事。情報処理学会
 会員。

Corporate Software Engineering Center



川上 高志 KAWAKAMI Takashi

ソフトウェア技術センター プラットフォーム開発部。
 画像認識プラットフォームの研究・開発に従事。

Corporate Software Engineering Center



橋本 圭介 HASHIMOTO Keisuke

ソフトウェア技術センター プラットフォーム開発部グループ長。
 画像認識プラットフォームの研究・開発に従事。情報処理学会
 会員。

Corporate Software Engineering Center