

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

三宅達也[†] 千秋義紀[†] 王坦[†] 橋本圭介[†]

[†]株式会社 東芝

1. はじめに

近年、画像認識技術はさまざまな製品に搭載されており、認識対象や性能要求は多様化している。画像認識は特徴量抽出や認識処理などの複数の処理で実現される。各処理にはさまざまなアルゴリズムが存在し、どのアルゴリズムの組合せが最適であるかは認識対象や性能要求によって異なる。このため画像認識ソフトウェアの開発においては、アルゴリズムを再利用可能な部品とし、アルゴリズムの組合せを自由に変更可能にすることが有効である。本論文では Pipes and Filters アーキテクチャパターンを適用することで、アルゴリズムの部品化を実現した画像認識プラットフォームに関して説明する。

2. アルゴリズムの部品化における問題

画像認識ソフトウェアにおけるアルゴリズムの組合せ変更にはさまざまなパターンがある。例えば、特徴量抽出アルゴリズムである Haar-like を検出率向上のため HOG に変更したり、速度性能の改善のため特徴量抽出の後処理として次元削減処理を追加したりする。このような組合せ変更柔軟に対応するため、各アルゴリズムを部品化する必要があるが、次の要因により容易ではない。

- ・ アルゴリズムの部品化を前提とした開発が行われていないため、アルゴリズム間が密結合となる傾向があり、特定のアルゴリズムだけを分離することが困難である。
- ・ 特徴量抽出などのアルゴリズムだけではなく、アルゴリズムを組み合わせる顔検出のような単純なアプリも部品化したいという要求があり、部品化の粒度が一定ではない。
- ・ 各アルゴリズムの入出力のデータ構造が異なるため、アルゴリズムを入れ替えたときにデータ変換処理を追加しなければ接続できない。

A Software Platform for Component Based Image Recognition System Development

Tatsuya Miyake[†], Yoshinori Senshu[†], Tan Wang[†], Keisuke Hashimoto[†]

[†]Toshiba Corporation

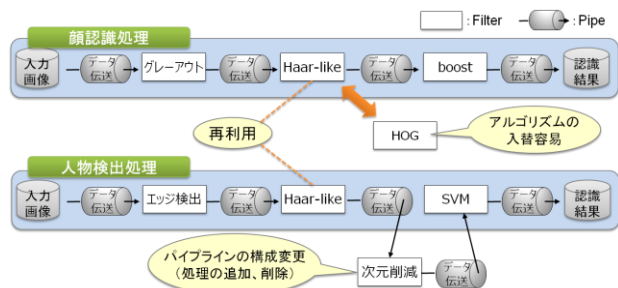


図 1: Pipes and Filters アーキテクチャ

3. 画像認識プラットフォーム

画像認識プラットフォームではさまざまなアルゴリズムを再利用可能な部品として実装し、部品を組み合わせることで多様な画像認識を実現する。画像認識プラットフォームは 2 節で説明したアルゴリズム部品化を阻害する要因に対処するため次の 3 つの特徴を持つ。

- ・ Pipes and Filters アーキテクチャ
- ・ 階層型 Pipes and Filters
- ・ データ構造の共通インターフェース

3.1. Pipes and Filters アーキテクチャ

画像認識処理を複数の内部処理に分けるため、プラットフォームのアーキテクチャには Pipes and Filters パターンを適用する。Pipes and Filters パターンでは処理全体を分割しシーケンシャルに実行する。図 1 に示すように、分割された各処理は Filter と呼ばれる要素として実装される。さらに、各 Filter を Pipe と呼ばれる要素で交互に接続することで処理全体を構築する。画像認識プラットフォームでは、特徴量抽出や認識処理などのアルゴリズムを Filter として実装する。1 つの Filter には 1 つのアルゴリズムのみを実装し、Filter の外部とのアクセスを入出力のような必要なものだけに限定する。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、部品として再利用することが可能になる。Pipe はアルゴリズム間のデータ伝送や、アルゴリズムを横断する機能をモジュール化するための機構を提供する。

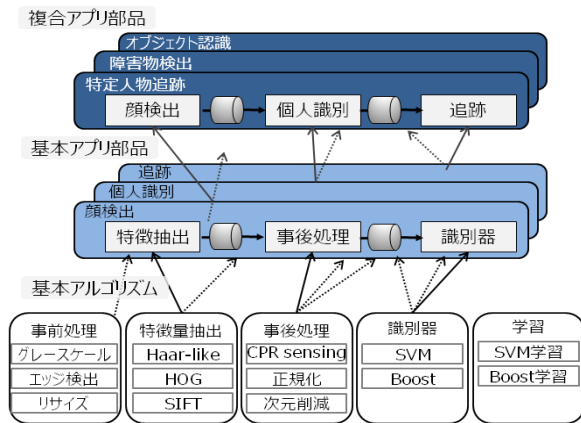


図 2: 階層型 Pipes and Filters

3.2. 階層型 Pipes and Filters

画像認識プラットフォームは図 2 に示すように次の 3 つの層で構成される。

基本アルゴリズム部品層 特徴量抽出やパターンマッチングなどの画像認識を実現するための基本的なアルゴリズムを部品化する層。

基本アプリ部品層 顔検出や物体認識などのように、基本アルゴリズム部品層の部品を組み合わせることで実現される単純な画像認識処理を部品化する層。基本アプリ層の部品は単体でもアプリとして使用できるが、より複雑な画像認識を実現するための部品としても利用できる。

複合アプリ部品層 特定人物の追跡などの複雑な画像認識は、顔検出、個人識別、追跡などの単純な画像認識処理を複数組み合わせることで実現される。複合アプリ部品層では基本アプリ部品を組み合わせることで、このような複雑な画像認識を実現する。

これらの階層それぞれに Pipes and Filters パターンが適用されており、上位層の処理は下位層の部品を Filter として処理を構築する。このように Pipes and Filters を階層適用することにより、画像認識を実現するための処理をさまざまな粒度で部品化している。

3.3. データ構造の共通インターフェース

2 節で述べたように、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、アルゴリズムを入れ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これらのデータを図 3 のようにカテゴリごとに分類した。同一カテゴリ内のデータであってもデータ構造は異なるが、共通のインターフェースを定義することで、データ変換処理を必要としないアルゴリズムの実装を実現した。例えば、画像系データには画像データ、画像データの

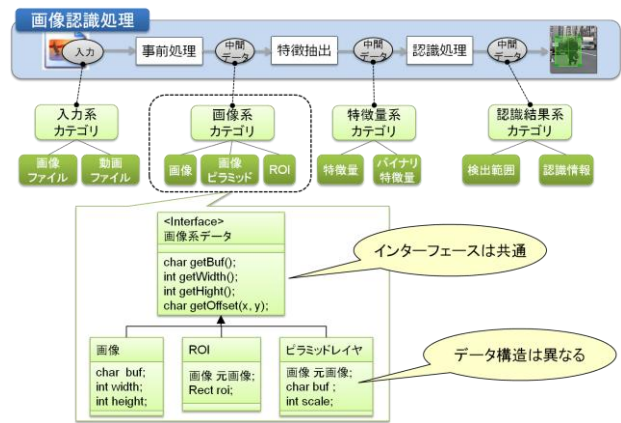


図 3: データ構造の共通インターフェース

部 (ROI), 画像ピラミッドのレイヤなどが存在するが、高さや幅、オフセットを取得するためのインターフェースはどのデータに対しても共通して定義することができる。

4. 適用対象

画像認識プラットフォームの利用シーンとして、研究などの技術開発、製品に搭載する画像認識処理のラピッドプロトタイピング、製品搭載を想定している。画像認識プログラムにおける品質特性として、技術開発やラピッドプロトタイピングでは変更容易性が重要であり、製品搭載においてはパフォーマンスが重要である。一般に 2 つの品質特性はトレードオフの関係にある。現状の画像認識プラットフォームは変更容易性を優先しており、技術開発やラピッドプロトタイピングの支援を主な目的としている。

5. まとめと今後の課題

画像認識プラットフォームでは Pipes and Filters アーキテクチャを適用することにより、アルゴリズムの部品化と部品の組合せによる画像認識プログラムの構築を実現した。画像認識プラットフォームを用いることにより多様な画像認識を低コストで実現することができる。今後は次の 2 点の実装を検討している。

- プラットフォームで提供するアルゴリズム部品の種類を充実させる。
- 計算能力の低い実行環境を想定し、パフォーマンスを向上させるための仕組みを開発する。

参考文献

- (1) “ソフトウェアアーキテクチャ ソフトウェア開発のためのパターン体系”, p.52-68, 近代科学社 (2000) .
- (2) “デジタル画像処理”, CG-ARTS 協会 (2006) .