

超解像度技術の機能検証ソフトウェア(案)

Advanced Algorithm & Systems

以下のソフトウェアモジュール並びにソフトウェアプログラムを製作する。

『①超解像動画モジュール群』

類似する複数枚の低解像度画像(縮小画像)を入力として、対象とする1枚の縮小画像を空間解像度の高い拡大画像に拡張して出力するもの。以下のモジュール群からなる。

- 『フレーム内解像度拡張モジュール』…MAP 推定法により、1枚の低解像度画像を高解像度画像に拡大するモジュール。
- 『動き予測モジュール』…動き予測を実施するモジュール。
 - 動き予測を実施する単位(ブロック)、動きデータのサンプル精度(実数精度も含む)並びに動き探索の範囲を任意の値に設定可能。
- 『フレーム間解像度拡張モジュール』…MAP 推定法により、複数枚の低解像度画像と画像間推定動き量を参照して対象低解像度画像を高解像度画像に拡大するモジュール。
 - 3種類以上の動き予測誤差信号モデルの設定方法を組み込む。

『②Image Analogies 超解像モジュール群』

空間解像度のみが異なる2枚の同一フレームの参照画像と、空間解像度の低い1枚の別フレームの画像を入力として、後者の画像を空間解像度の高い画像に拡張して出力するもの。以下のモジュール群からなる。

- 『Gaussian Pyramid モジュール』…画像のGaussian Pyramid を生成するモジュール。
- 『Approximate matching モジュール』… Approximate matching(approximate nearest neighbor search)を実施するモジュール。
- 『Coherence matching モジュール』…Coherence matching を実施するモジュール。
 - 『Approximate matching モジュール』『Coherence matching モジュール』については、トレーニング領域を任意の複数可能領域に設定可能。
- 『Image Analogies 超解像モジュール』…以上のモジュールを用いて、Image Analogies 技術により低解像度画像を高解像度画像に拡大するモジュール。
 - 輝度信号成分を用いてマッチング処理を実施できる。

『③超解像ソフトウェア』

上記①と②で生成したモジュールを用いて、低解像度画像により構成される低解像度のビデオシーケンスを、拡大画像により構成される高解像度ビデオシーケンスに拡張するソフトウェアプログラム。

- 様々な処理手順（モジュールの組み合わせ）について、画像縮小フィルタにて縮小化した画像により構成させる入力ビデオシーケンスを用いて動作試験を行う。

『④超解像技術試験ソフトウェア』

上記①と②の処理に用いるデータを高解像度ビデオシーケンスの原データと低解像度ビデオシーケンスから生成し符号化するソフトウェアモジュール（『試験データ生成モジュール』）と、復号データを用いて③の処理を実施するソフトウェアプログラム。

- 高解像度画像の原データを用いて①の『動き予測モジュール』により動き予測を実施する機能を有す。
- ①の『フレーム内解像度拡張モジュール』にて生成した高解像度画像を『動き予測モジュール』への入力として生成した動きデータと、高解像度画像の原データを動き予測モジュールへの入力として生成した動きデータとの差が大きい動きデータから優先的に選択・利用する機能により、高解像度画像の原データを用いて生成する動きデータの数を設定値に制限できる構成。

ベイズの定理について

『フレーム間解像度拡張モジュール』において、ベイズの定理に基づく最大事後確率推定法が重要な役割を果たす。ベイズの定理とは、18世紀に発表された確率論の定理で、迷惑メールの発見・分類などの作業の自動化といった情報工学上の情報ふり分けなどに利用できることが知られ、近年強い脚光を浴びるようになったものである。

ベイズの定理の主張は、以下のものである： B_1, B_2, \dots, B_n が互いに背反事象であり、 $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_n$ が全事象ならば、

$$P(B_i | A) = \frac{P(A | B_i)P(B_i)}{P(A)}$$

が成り立つ。

この定理が、『フレーム間解像度拡張モジュール』において以下のように用いられる。原画像 $f(x, y, t)$ (x, y は座標、 t は時間)はカメラなどの映像獲得装置で画像列 $g_l(m, n)$ (m, n は画素の座標)とデジタルデータ化される。さらに、動画圧縮によって低画質画像列 $y_l(m, n)$ と動きベクトルの列 $v_l(m, n)$ に変換される。さて、 $y = \{y_l(m, n)\}$ と $v = \{v_l(m, n)\}$ から元の原画像にできるだけ近い高画質画像 \hat{f} を得たい。本件では、この \hat{f} の第 k フレーム \hat{f}_k と第 k フレーム前後数フレームの間の \hat{f} における点の移動 \hat{d} を最大事後確率推定法 (MAP:Maximum A Posteriori Estimation)によって推定する。すなわち、

$$\hat{f}_k, \hat{d} = \arg \max_{f_k, d} \{P(f_k, d | y, v)\}$$

とする。ここに、 $\arg \max_{f_k, d} \{ \}$ は、 $\{ \}$ 内を最大にする f_k, d を表す。この式は、ベイズの定理により、

$$\arg \max_{f_k, d} \left\{ \frac{P(y, v | f_k, d) P(f_k, d)}{P(y, v)} \right\}$$

と変形できる。ここで、確率変数 f_k, d は独立であると仮定し、 $P(y, v)$ を省き、 $\{ \}$ 内の対数をとることにより、この式は

$$\arg \max_{f_k, d} \{ \log P(y, v | f_k, d) + \log P(f_k) + \log P(d) \}$$

となる。あとは、 $P(y, v | f_k, d), P(f_k), P(d)$ の確率分布モデルを設定すればよい。

超解像技術の機能検証ソフトウェア 構成図

『④超解像技術試験ソフトウェア』 ③にテストのためのデータ作成機能を付加したソフトウェアプログラム

『③超解像ソフトウェア』低解像度ビデオシーケンスから高解像度ビデオシーケンスを生成するソフトウェアプログラム

『①超解像動画モジュール群』

低解像度動画から、対象とする1枚の画像の高解像度画像を生成

『フレーム内解像度拡張モジュール』

1枚の低解像度画像を高解像度画像に拡大 (MAP 推定法)

『動き予測モジュール』

動き予測を実施

『フレーム間解像度拡張モジュール』

複数枚の低画像度画像と画像間推定動き量から高解像度画像を生成 (MAP 推定法)

『②Image Analogies 超解像モジュール群』

「手本 (Training pairs)」をもとに、低解像度画像から高解像度画像を生成 (Image Analogies による)

『Gaussian Pyramid モジュール』

Gaussian Pyramid の計算を実施

『Approximate matching モジュール』

Approximate matching (approximate nearest neighbor search) を実施

『Coherence matching モジュール』

Coherence matching を実施

『Image Analogies 超解像モジュール』

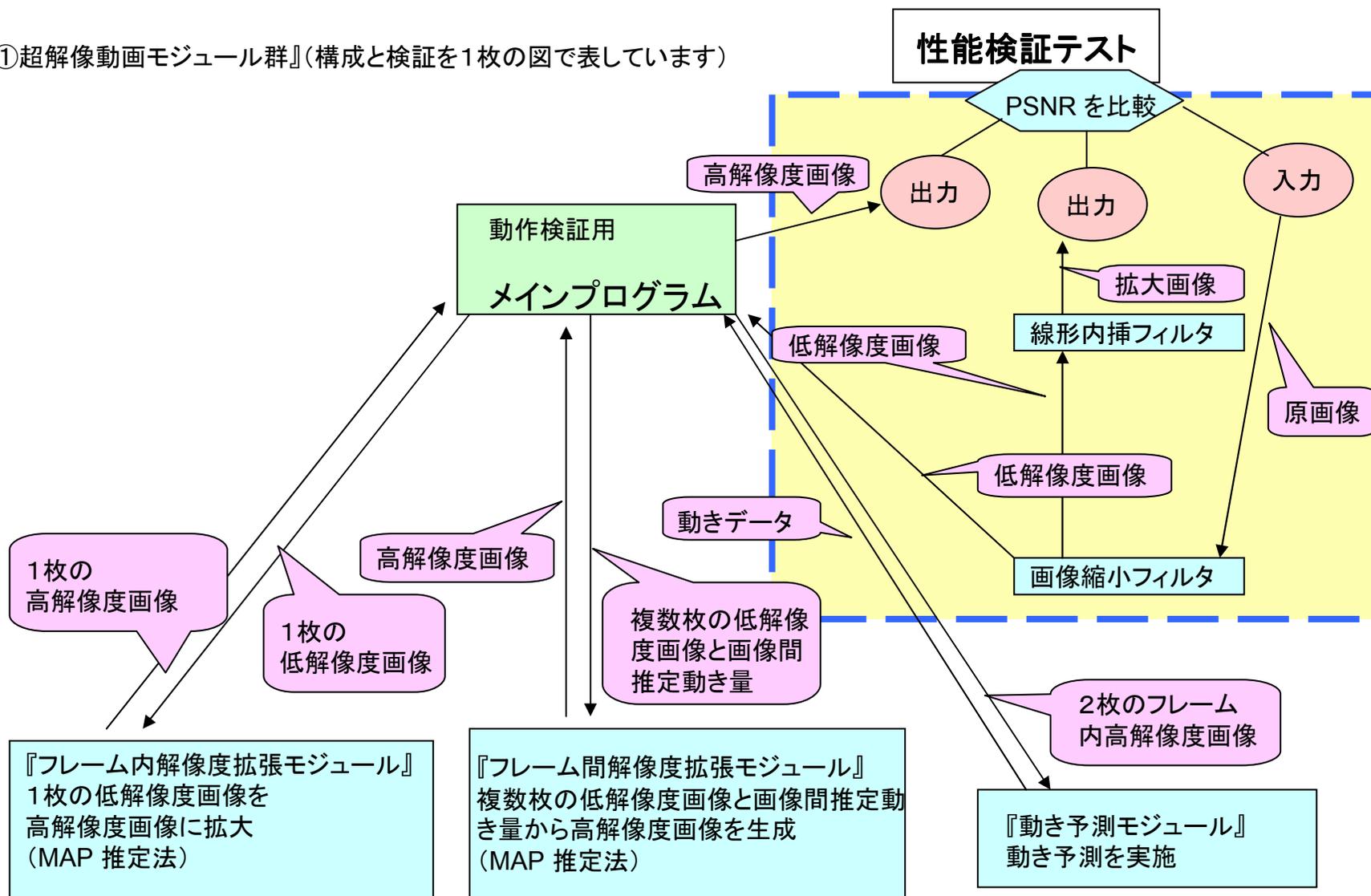
マッチング結果から高解像度画像を決定

『試験データ生成モジュール』

①②の処理に用いるデータを高解像度原データと低解像度ビデオシーケンスから生成するモジュール

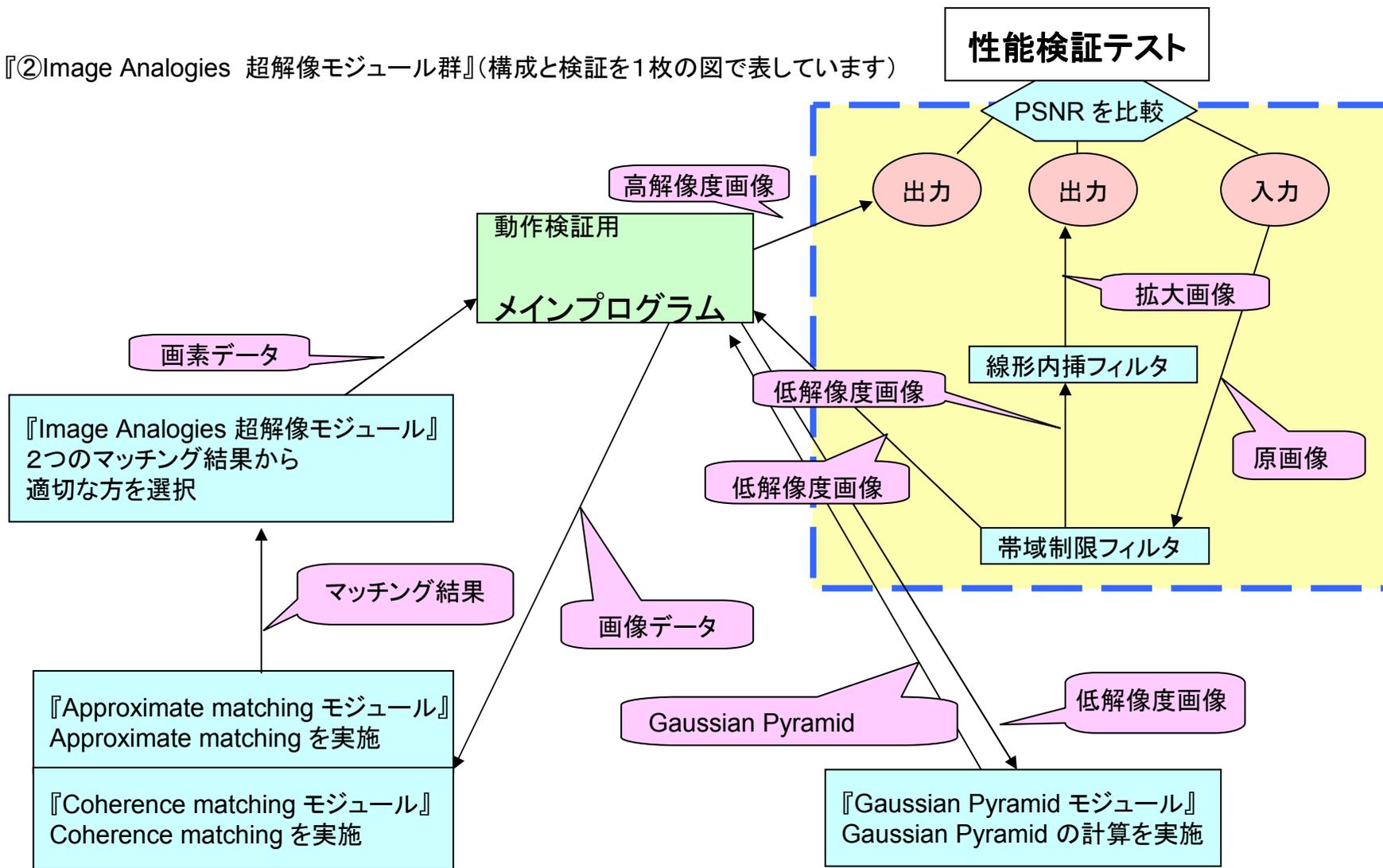
超解像技術の機能検証ソフトウェアの試作 ブロック図

『①超解像動画モジュール群』(構成と検証を1枚の図で表しています)



超解像技術の機能検証ソフトウェアの試作 ブロック図

『②Image Analogies 超解像モジュール群』(構成と検証を1枚の図で表しています)



超解像技術の機能検証ソフトウェアの試作 ブロック図

『③超解像ソフトウェア』(構成と検証を1枚の図で表しています)

