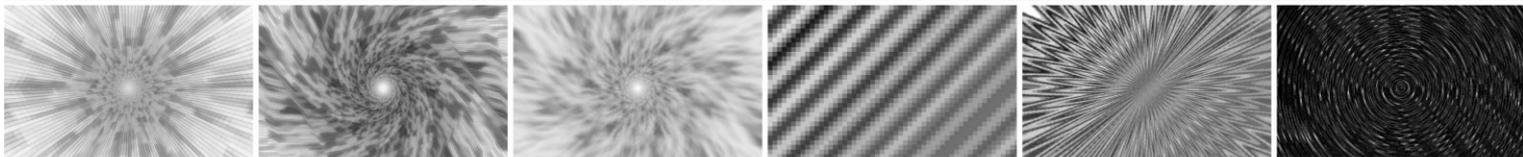


画像処理システムをFPGAで実現するか高速なCPUを使うか

# 画像処理のアルゴリズムとシステム設計技法 アルゴリズム編

昨今、画像処理アルゴリズムを実現する装置を開発するような場合、その処理をハードウェアで実現するかソフトウェアで実現するかは、システムを設計することに検討しているのが現状である。それは、ハードウェア回路として実装するFPGAデバイスや、ソフトウェアが動作するCPU環境などが日々進化しているからである。本稿では、これらのトレードオフを筆者がどのように悩み解決しているかを紹介する。

石井 均, 森本 昶豪



## 1. 画像処理を利用する産業分野

画像処理は、多くの産業分野に応用されている「パーツ」です。画像処理だけで製品を生み出すのは困難ですが、画像処理を加えることにより多くの製品に付加価値を加えられます。例えば、以下のような製品がそれぞれの産業分野で活躍しています。

### (a) 外観検査装置 (FA分野)

工場などの製品製造ラインにおいて、特定サンプルから異物やキズ、ムラ、良品とのパターン差異などを検査し、良品か欠陥品かの判定を行います。

### (b) 車載カメラ (自動車分野)

車庫入れのアシストや白線認識による運転をサポートしたり、物体を認識して事故を回避するために使用されてい

ます。また、事故の状況を記録するドライブ・レコーダなどにも利用されます。

### (c) セキュリティ (防犯)

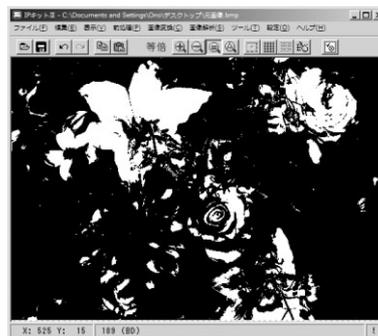
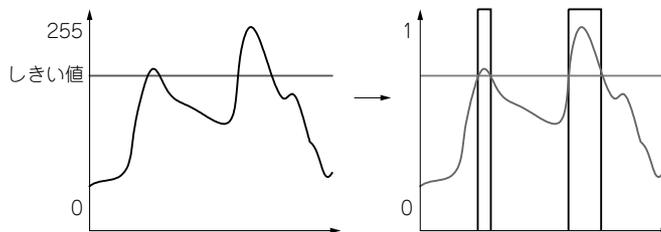
網膜認証や指紋認証などによる入退室管理、禁止区域への立ち入りの監視、状況に応じたメカ制御などの応用があります。セキュリティ系のシステムでは、高い検出・判別精度が必要になるため、動作環境などの条件を厳しく設定する場合も多くなります。

### (d) デジタル・カメラ (民生)

デジタル・カメラでは、人間が認識するイメージを再現するための画像処理用に使用されています。例えば、蛍光灯下での撮影と、晴天下での撮影を同じような色バランスに変更したり (AWB)、見栄えをよくするために発色を鮮やかにするなどです。そのほかの処理としては、自動フォーカス・コントロール、手ぶれ補正、顔認識 (表情認



(a) 原画



(b) 2値化後の画像

図1 2値化の例

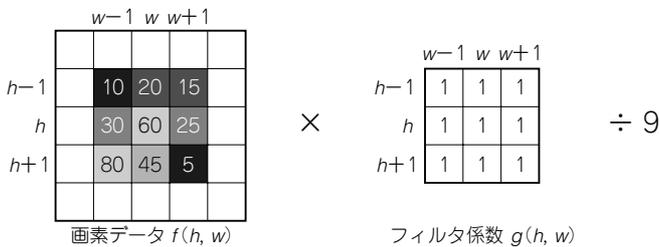
識) など、カメラ利用者の補助を行う機能を実現します。

## (e) カラー・コピー (OA分野)

カラー・コピーの良し悪しは、原稿との比較になります。原稿の中には網点と呼ばれる手法で印刷された部分や、文字のようにクッキリ出力することが望まれる部分、銀塩写真のように連続階調の部分と混在しています。これらを一様に処理することや、さらに倍率を変更できる機能により高い能力の判断回路が求められます。

## (f) 写真現像機 (そのほか)

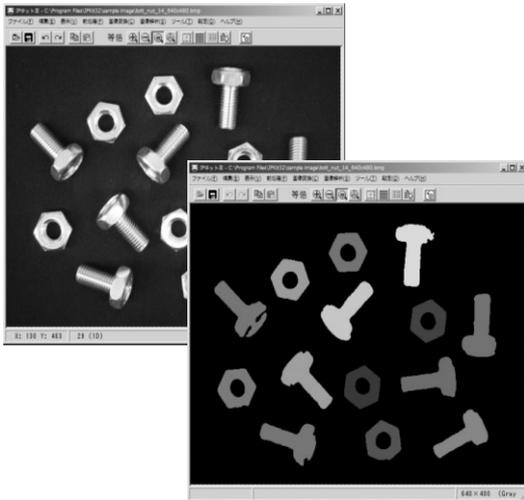
カラー・コピーと類似していますが、写真現像機では求められる処理が大きく異なります。それは「奇麗」の定義が異なるためです。写真は、ネガやデジタル・データとの比較はされません。ユーザは何と比較しているのでしょうか。それは、「脳の記憶」です。特に肌色が重要視され、写真の好みも個人差が出ます。「柔らかい」とか「硬い」と表現することもあります。



$$f(h, w) = f(h-1, w-1) \times g(h-1, w-1) + f(h-1, w+0) \times g(h-1, w+0) + \dots$$

$$= \{10 + 20 + 15 + 30 + 60 + 25 + 80 + 45 + 5\} / 9$$

$$= 32.222\dots$$



(a) 例1

## 2. 基礎的な画像処理の例

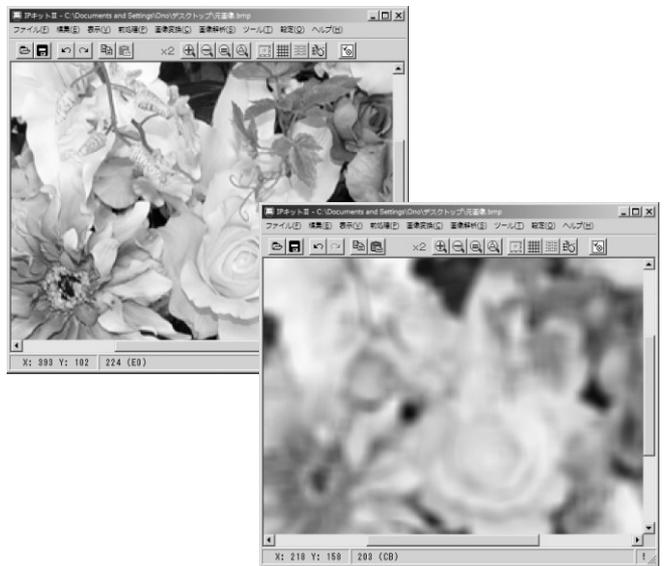
前述したように、分野ごとに特化した画像処理もありますが、各分野で共通する定石となる画像処理もあります。ここでは、この定石処理について並べます。これらの処理がどのような場面で有効かを考慮しながら理解を深めましょう。

### (a) 2値化

図1に示すように多値データを、あるしきい値で明るさを二分する処理を「2値化」と呼びます。最適な2値化しきい値を自動で設定する手法も多く研究されており、部分ごとにしきい値を変化させる方法もあります。

### (b) 空間フィルタ (ローパス・フィルタ, ハイパス・フィルタ)

入力される画像サイズ (ビデオ関連ではVGAで640×480、産業用の場合は8000×16000など) はさまざまです。処理に用いられるフィルタ・サイズは演算コストに左右されるため、機能の実現が前提であり、あまり大きなサイズの処理は少ないようです。図2の例では、入力サイズが5×5の画像に対し、注目画素を中心として、M×N (図2の場合、MもNも3) サイズの近傍画素を参照し、中心画素の濃度を変化させています。畳み込み積分 (コンボリューション) と呼ぶこともあります。



(b) 例2

図2 フィルタ処理の例