

GR-MANGOの紹介



自己紹介

名前：萩本良平(はぎもとりょうへい)

会社：ルネサスエレクトロニクス

- <https://os.mbed.com/users/RyoheiHagimoto/>

仕事：RZ/A関連のソフト開発

- GR-PEACH立ち上げ
- Mbedを利用したデモンストレーション開発
- Mbedソフトウェア開発 (2020年3月～)

ハードウェアについて



GR-MANGO

<https://os.mbed.com/platforms/Renesas-GR-MANGO/>

MPU: Renesas RZ/A2M

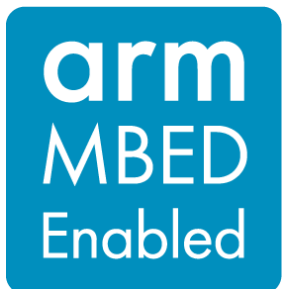
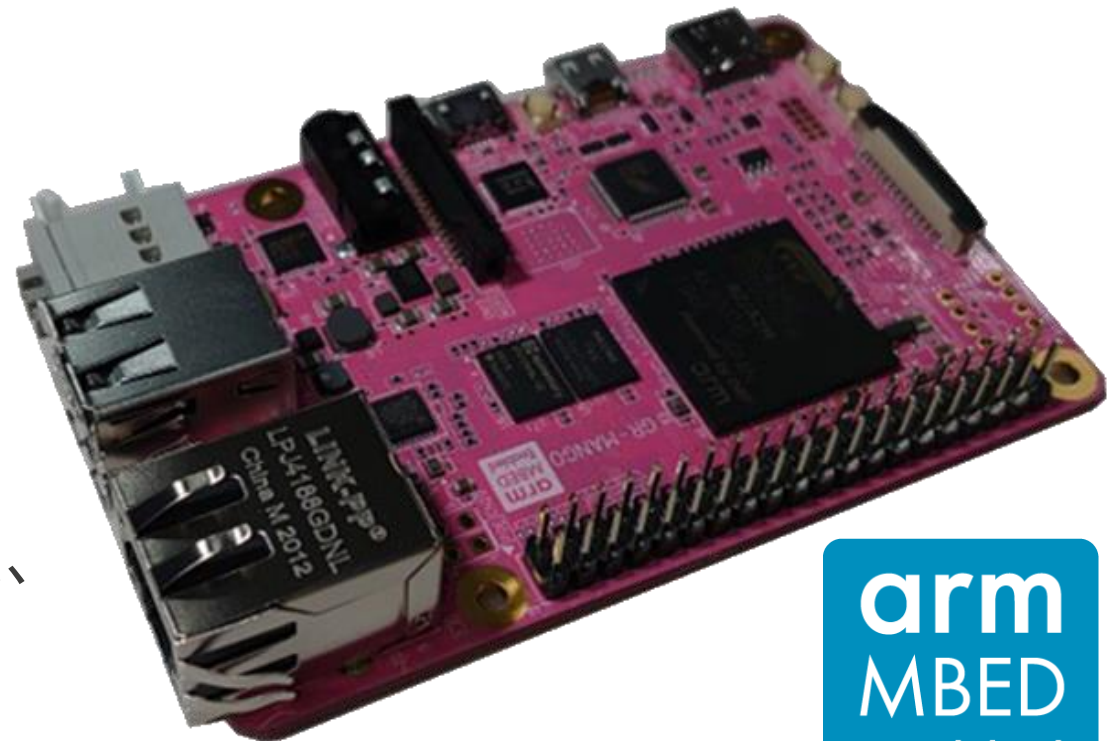
Cortex-A9@528MHz

ROM: Octa Flash 16MBytes

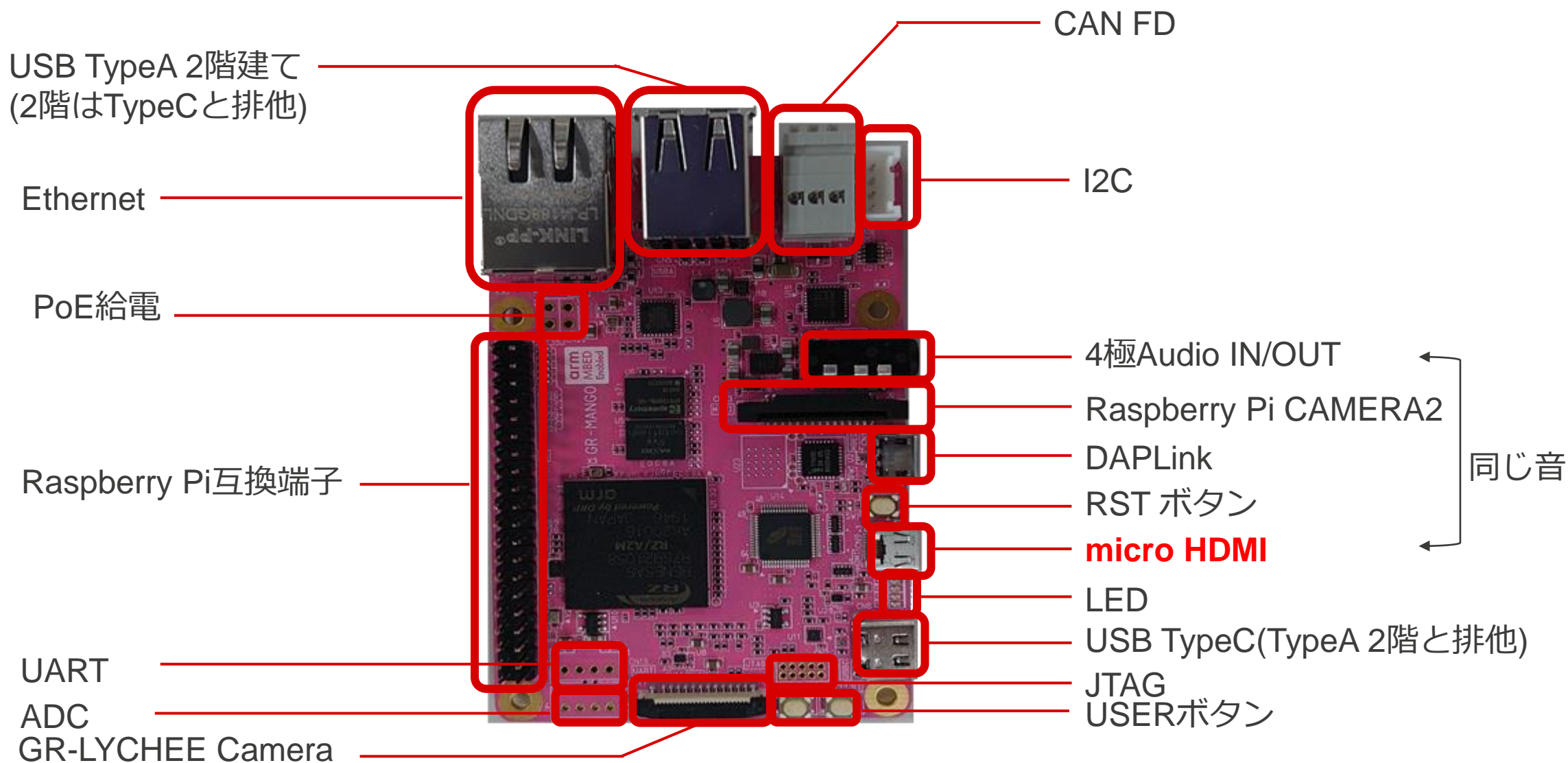
RAM: 内蔵 4MBytes

Octa RAM 16MBytes

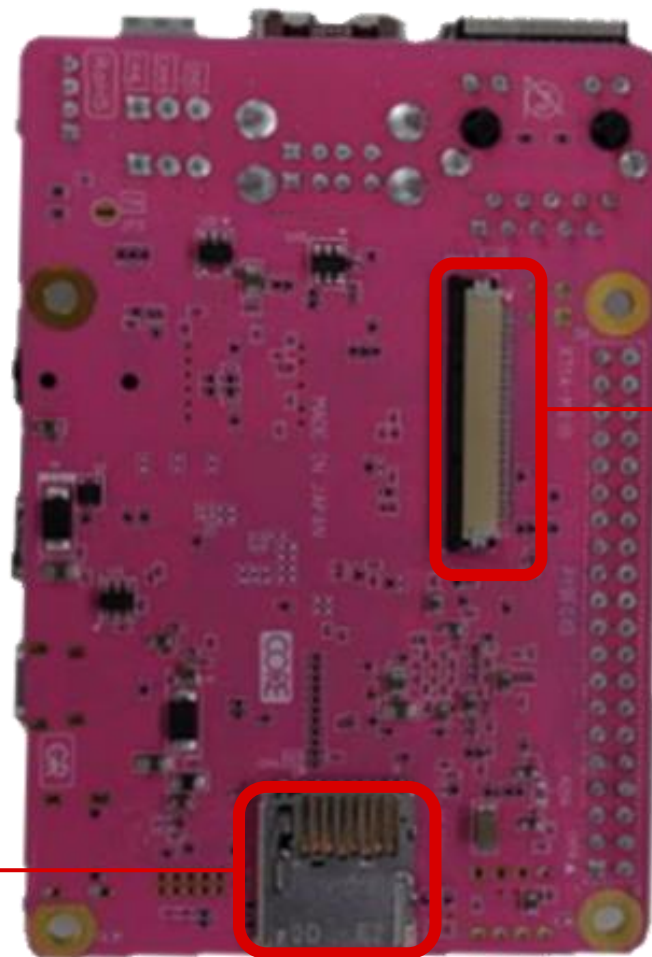
Raspberry Pi (4) 用のカメラやケース、
HAT等が使用可能



表面



裏面



LCD(40pin)
GR-LYCREEと同じ

microSD
SDIOも使えます

注：Mbed標準のSDドライバはSPI接続用のため、
ルネサス製専用ドライバをご利用ください

GR-MANGO搭載のRZ/A2Mとは？

動的再構成プロセッサDRPを搭載

- AIの高速化に必要な画像の前処理を従来のCPUに対して10倍以上の速度で実行
- お客様の製品開発にお使い頂けるDRPライブラリをルネサスから無償提供

4MBの大容量RAMを搭載

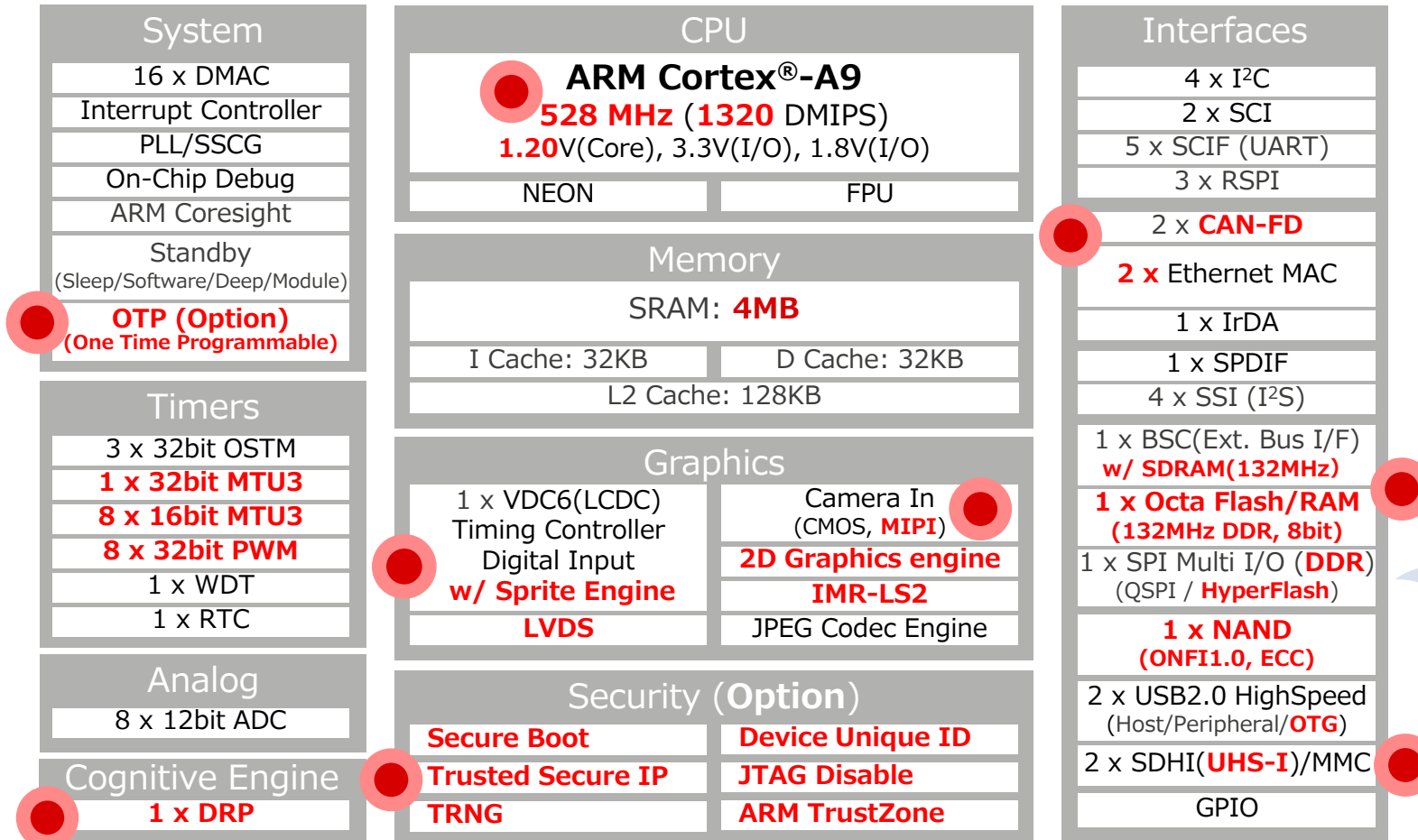
- 画像を使ったシステムにつきものの外付けDRAMを省略可能
- DRAM-IFによる設計トラブル防止、低消費電力、BOMコスト低減など
様々なメリットを提供

カメラ入力を使うアプリケーションのための様々な付加機能を搭載

- MIPI-CSIインターフェースを内蔵、入手しやすいMIPIカメラモジュールを使用可能
- 画像のゆがみをハードウェアで補正できる「ゆがみ補正エンジン IMR」を搭載（情報開示規制あり）

RZ/A2M のなかみ

ArmおよびCortexは、Arm Limited（またはその子会社）のEUまたはその他の国における登録商標です。



RZ/A2Mの強化ポイント

Package:

324pin BGA □ 19mm/0.8mm pitch
 272pin BGA □ 17mm/0.8mm pitch *
 256pin BGA □ 11mm/0.5mm pitch
 176pin BGA □ 13mm/0.8mm pitch

* 272pin BGA:
 256 pin + 16 thermal ball
 same function as 256pin BGA

端的にお伝えすると

- ・周波数が1.3倍
- ・汎用MPUでMIPI I/F搭載
- ・外付けSDRAM/バスクロックが2倍
- ・各種外付けメモリインタフェースを拡張
- ・SD I/F
 GR-PEACH時SPIのみ
 GR-MANGOはSDIO利用可能に！
- ・DRP Libraryで画像処理をサクサクに

動的再構成プロセッサ(DRP)について

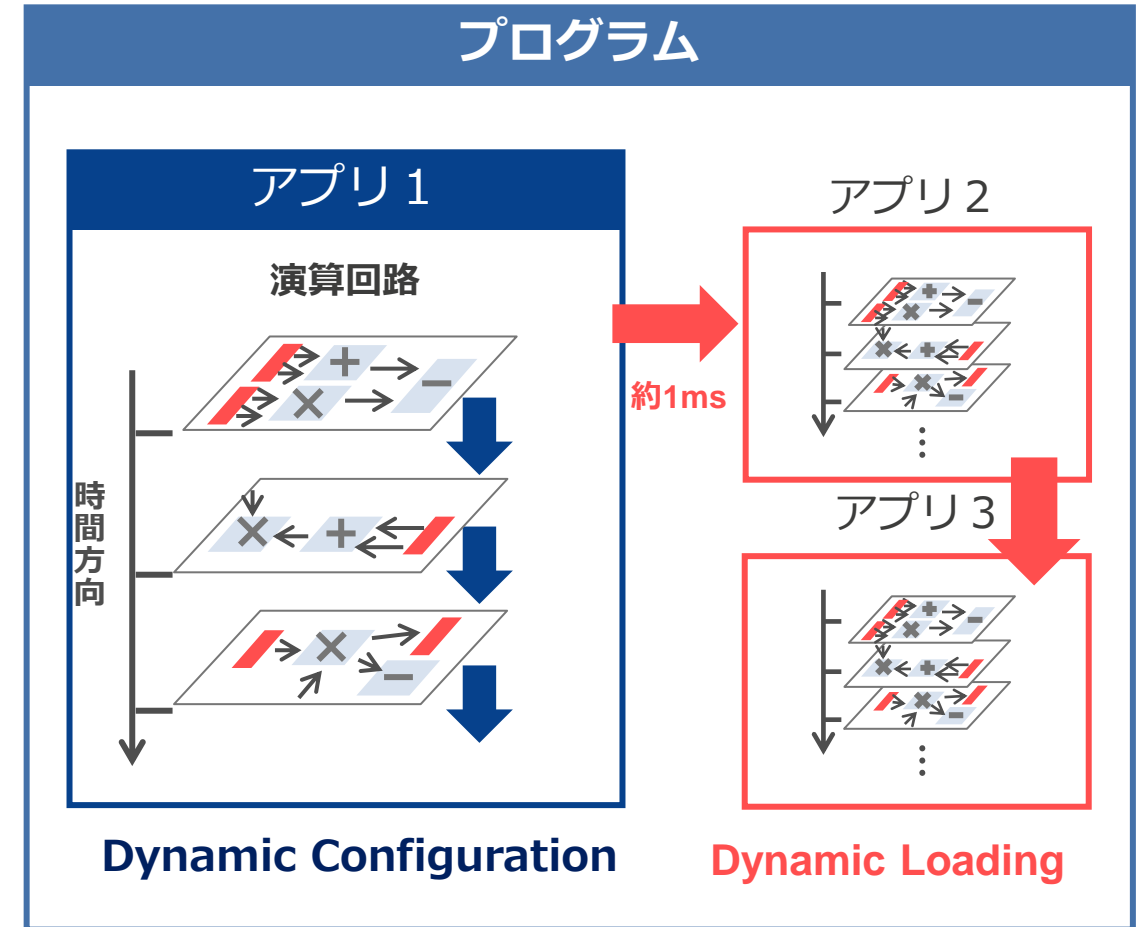


DRP（動的再構成プロセッサ）とは

動的再構成プロセッサ

DRP: Dynamically Reconfigurable Processor

- ハードウェア（演算回路）の構成を動的に変更することができるハードウェアIP
- **構成全体を高速(1ms程度)に入れ替えて複数のアプリケーションを動作させることも可能です（Dynamic Loading）**
- これが6つ搭載されており、並列処理による高速化や異なる処理の同時実行ができます。



<https://www.renesas.com/jp/ja/solutions/key-technology/drpf.html>

DRP と CPU処理の性能比較

画像のエッジ検出を行うアルゴリズム「Canny Edge Detection」を実行した場合のデモ

CPUによるソフトウェア処理

1フレームあたり**142ミリ秒必要**

CPU case about 142msec

Canny(CPU): 142.1[ms]

追従できず

DRP処理

1フレームあたり**10ミリ秒**

DRP case Fixed 10msec

Canny(DRP): 10.4[ms]

輪郭を追従

処理速度
10倍以上

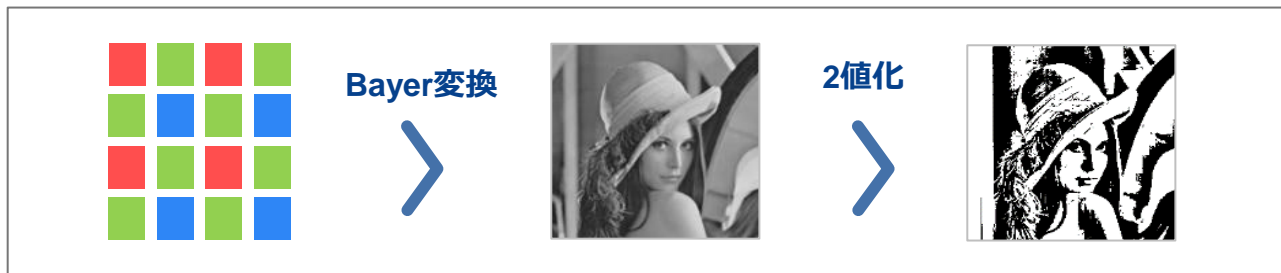
DRPライブラリ

DRPを使用するためのライブラリ

一般的なC言語のライブラリと同じように使用可能

カメラ画像処理用ライブラリ

MIPIから入力した画像データを**リアルタイム処理**するライブラリです。
色変換、ノイズ除去、画像加工等が含まれます。



画像認識用ライブラリ

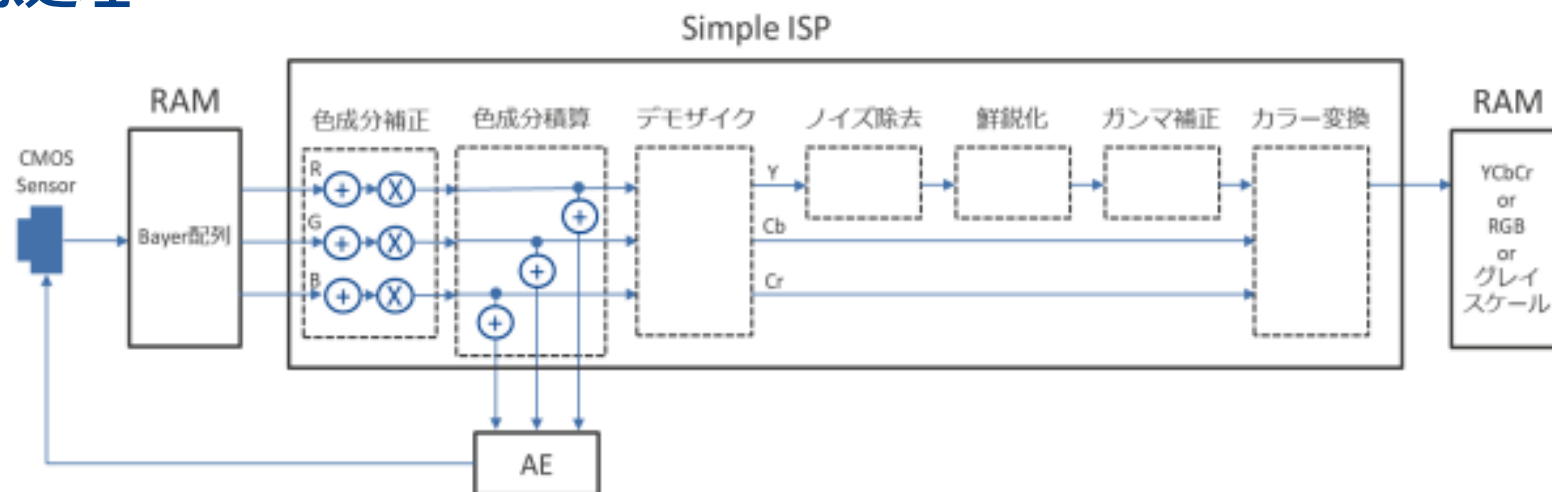
画像認識に必要な特徴検出や検出に必要なフィルター処理があります。



DRPライブラリ

Image processing 画像処理

Simple ISP



Simple ISPは一般的なISP(Image Signal Processor)機能を限定し、コンパクトに実装したライブラリです。色補正、色成分積算値抽出、デモザイク、ノイズ除去、鮮鋭化、ガンマ補正、色変換機能を統合したライブラリで、カメラから受信したRAWデータ（ベイヤーフォーマット画像）に対して簡易的なISP処理を行うことができます。**ISPを搭載していない廉価なCMOSセンサーをRZ/A2Mに接続することができ、システムコストの低減に貢献します。**

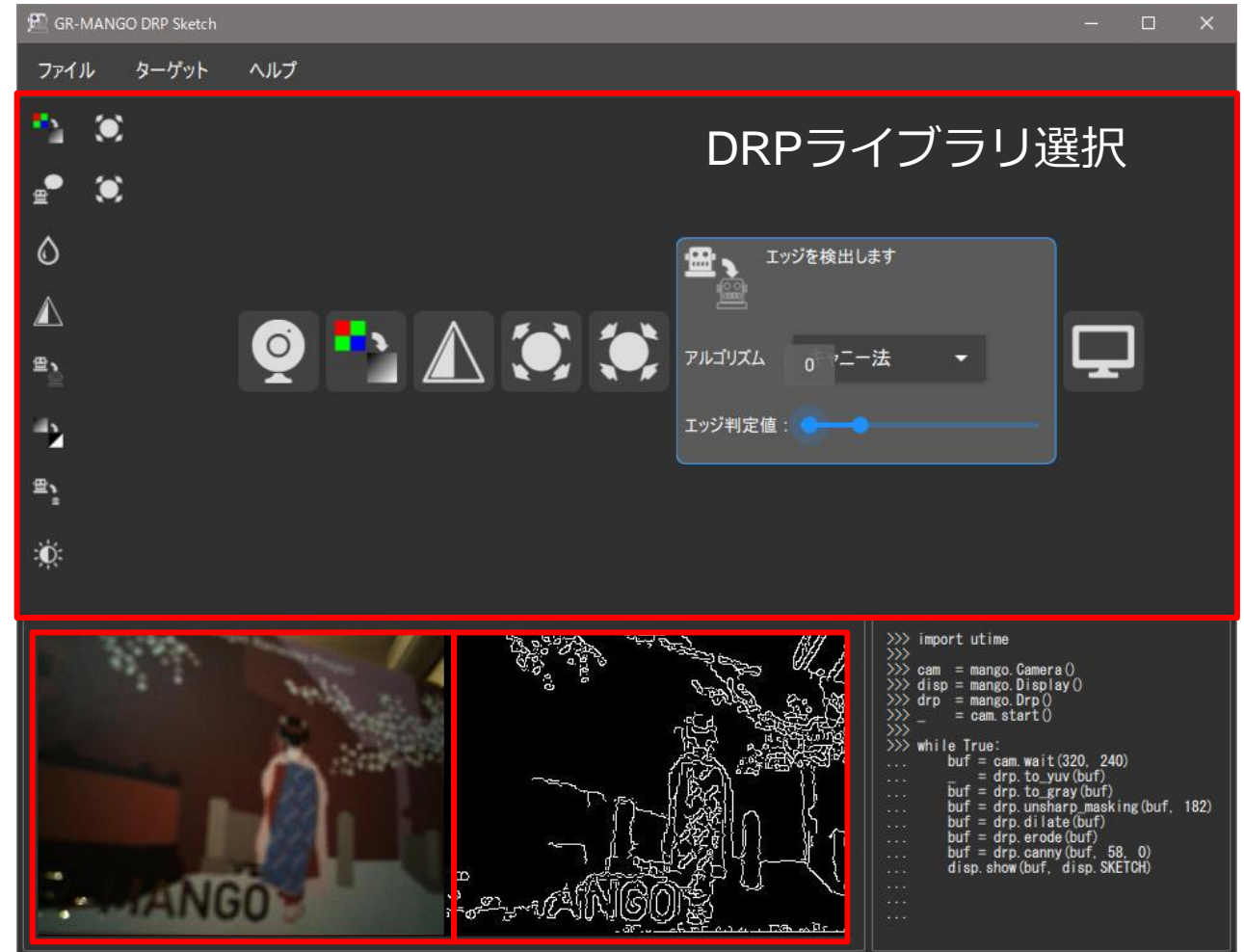
このライブラリをベースとして様々な機能を追加したSimple ISPをラインナップしています。

DRPスケッチ

■ お手軽にDRPの機能を試すツール

- GUIでDRPの処理を行う順番を決めるだけ
- 元画像と処理後の画像の比較ができます
- 製造元の(株)コア社より提供

https://www.core.co.jp/service/iot/gr-mango/dl/gr-mango_filesaver



元画像

加工後

DRPライブラリー一覧<1/2>

DRPライブラリーの一覧です。

カテゴリ	機能名	概要
Image processing	Simple ISP	簡易的なISPをパイプラインで処理します
	Simple ISP with object detection by color (HSV)	ターゲットとするオブジェクトの色成分を利用したオブジェクト検出を行うSimple ISPです
	Simple ISP with background subtraction	背景差分法により移動物体の抽出を行うSimple ISPです
	Simple ISP with object detection using sobel	複数のオブジェクトの中から複雑な輪郭を持つオブジェクトを抽出するSimple ISPです
	Simple ISP with distortion correction	樽型歪み補正を行うSimple ISPです
	Simple ISP with scaling and normalization(32bit)	AI推論の前処理（浮動小数点化、正規化、リサイズ）を行うSimple ISPです
	Simple ISP with color calibration and 3DNR	カラーマトリクス補正や3Dノイズリダクションにより、色再現性の高い画像を出力することに特化したSimple ISPです
Image transformation	Bayer2Grayscale	CMOSカメラからのRAWデータをグレースケールへ変換します
	Bayer2Rgb	CMOSカメラからのRAWデータをRGBカラーへ変換します
	Bayer2RgbColorCorrection	CMOSカメラからのRAWデータをRGBカラーへ変換します(色成分補正有)
	Argb2Grayscale	ARGBカラーからグレースケールへ変換します
	BinarizationFixed	画像を固定閾値(Threshold)で二値画像へ変換します
	BinarizationAdaptive	画像を周囲画像に合わせた動的閾値で二値画像へ変換します
	BinarizationAdaptiveBit	画像を周囲画像に合わせた動的閾値で二値画像へ変換します（ビット出力）
	GammaCorrection	画像全体をガンマ値により補正します
	Cropping	画像の一部を切り抜きます
	CroppingRgb	画像(RGB)の一部を切り抜きます
	ResizeBilinearFixed	画像のサイズを変更します(バイリニア法 倍率:2n倍)
	ResizeBilinearFixedRgb	画像(RGB)のサイズを変更します(バイリニア法 倍率:2n倍)
	ResizeBilinear	画像のサイズを変更します(バイリニア法 倍率:任意)
	ResizeNearest	画像のサイズを変更します(ニアレストネイバー法 倍率:任意)
	ImageRotate	画像を回転します
	Affine	画像の平行移動、線形変換を行います
	Remap	X,Y座標値マップデータを用いて画像変換を行います

DRPライブラリー一覧<2/2>

DRPライブラリーの一覧です。

カテゴリ	機能名	概要
Image filter	MedianBlur	画像のノイズを除去します (Noise reduction)
	GaussianBlur	画像を平滑化します (Smoothing)
	UnsharpMasking	画像を鮮鋭化します (Sharpening)
	Sobel	Sobelフィルタを使って輪郭を強調した画像を出力します
	Prewitt	Prewittフィルタを使って輪郭を強調した画像を出力します
	Laplacian	Laplacianフィルタを使って輪郭を強調した画像を出力します
	Dilate	画像の白い部分を膨張させます
	Erode	画像の白い部分を収縮させます
	Opening	収縮(Erode)のあとに膨張(Dilate)して、黒部分のノイズを除去します
	Closing	膨張(Dilate)のあとに収縮(Erode)して、白部分のノイズを除去します
Feature detection	CannyCalculate	Canny法を使って、画像の輪郭を検出します (演算)
	CannyHysteresis	Canny法を使って、画像の輪郭を検出します (演算結果からエッジ検出)
	CornerHarris	Chris Harrisの考案した手法で画像に含まれる頂点を検出します
	MinutiaeExtract	指紋認識で使用する指紋隆線の特徴点を抽出します
	MinutiaeDelete	指紋認識で使用する指紋隆線の特徴点を削除します
	CircleFitting	円を検出します
	FindContours	輪郭を検出し、その外接矩形を算出します
Histograms	Histogram	入力画像のヒストグラムを生成します
	HistogramNormalization	画像をヒストグラム正規化します
	HistogramNormalizationRgb	画像(RGB)をヒストグラム正規化します
Other	ReedSolomon	Reed-Solomon符号を用いた誤り訂正をします (原始多項式固定)
	ReedSolomonGf8	GF(28)のReed-Solomon符号を用いた誤り訂正をします
	Thinning	細線化した画像を出力します
	ImageMerging	分割して撮影された2枚のグレースケール画像をマージします

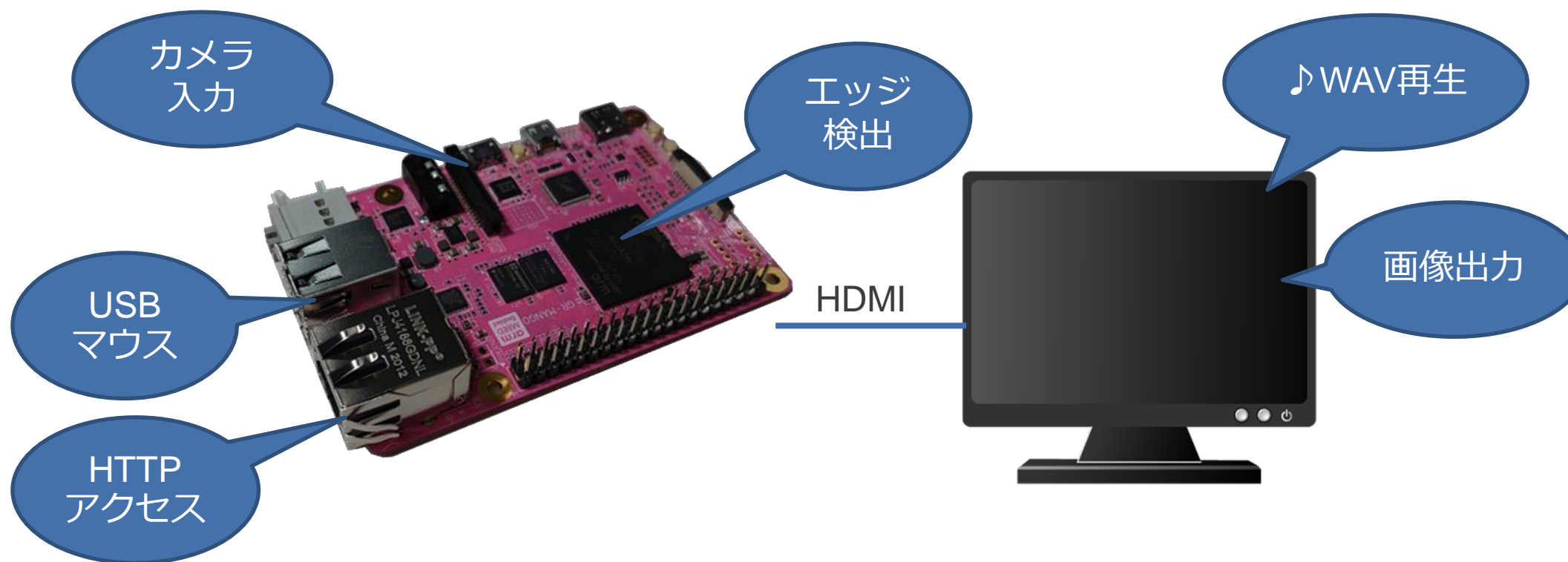
ソフトウェアについて



サンプルソフト

以下のサンプルコードを用意しています

https://os.mbed.com/teams/Renesas/code/RZ_A2M_Mbed_samples/



専用ライブラリ

サンプルソフトは、mbed-osで用意されたドライバの他に、専用ライブラリ([mbed-gr-libs](https://github.com/renesas-rz/mbed-gr-libs))を使用しております。(githubのrenesas-rzに引っ越ししました)

🔗 Mbed GRボード用ライブラリ mbed-gr-libs

GR-PEACH、GR-LYCHEE、GR-MANGOボード用のライブラリ群です。ライブラリには以下の機能が含まれます。

- カメラとLCDの接続
- USBメモリとSDカードの接続
- キャッシュ制御
- JPEG変換
- RGAライブラリ (GR-PEACHのみ)
- オーディオ再生
- USBホスト
- ESP32 ATコマンド用ライブラリ
- DisplayApp (USB接続でPCディスプレイに画像表示)
- ASCIIフォント
- SDカードの通信速度
- DRP (GR-MANGOのみ)

<https://github.com/renesas-rz/mbed-gr-libs>

開発環境

Mbedの基本的な開発環境に対応しております。

- Mbed CLI
- オンラインコンパイラ
- Mbed Studio

また、ルネサス製無償IDE「e2 studio」を用いて、コードデバッグが可能です。

<https://os.mbed.com/teams/Renesas/wiki/How-to-debug-with-e2-studio>

購入先・公式サイト

購入先

- 秋月電子(<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-15701/>)
- マルツ(<https://www.marutsu.co.jp/pc/i/2177370/>)
- Chip1stop(<https://www.chip1stop.com/view/dispDetail/DispDetail?partId=COR1-0000005>)

公式サイト

- Mbed (<https://os.mbed.com/platforms/Renesas-GR-MANGO/>)
- 株式会社コア(製造元) (<https://www.core.co.jp/service/iot/gr-mango>)
- ルネサス (<https://www.renesas.com/jp/ja/products/gadget-renesas/boards/gr-mango.html>)

ありがとうございました



なぜCPUより高速に処理できるか？

DRPライブラリ開発ツール

高位合成ツールでCソースから回路を生成

入力 (Cソース)

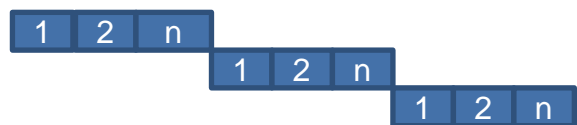
```
for (y=0;y<HIHGT y++)  
{  
  for (x=0; x<WIDTH; x++)  
  {  
    <画像処理>  
  }  
}
```

DRP開発
ツール

DRP回路
(ライブラリ)

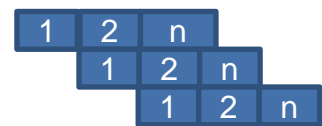


Process cycle



$n\text{-cycles} / \text{pixel}$

Process cycle



$1\text{cycles} / \text{pixel}$

パイプライン
回路を生成

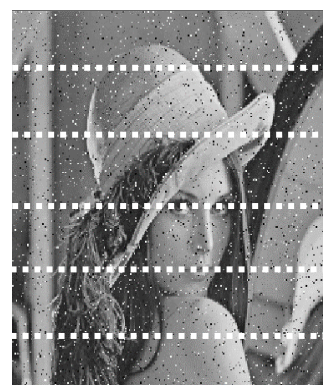
DRP HW構成

RZ/A2Mに搭載されるDRPは6つのタイルで構成されます。タイルはライブラリを配置する場所です。ライブラリを複数配置することで並列処理が可能です。
※使用タイル数はライブラリ毎に異なります

タイル

MedianBlur

1タイル
ライブラリ

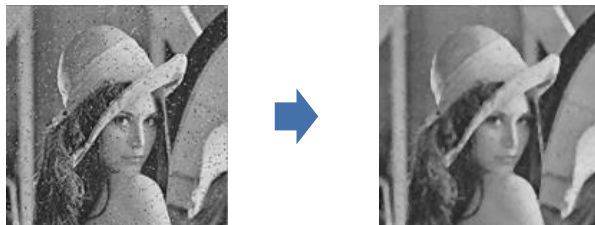


DRPライブラリ

Image filter 画像フィルタ

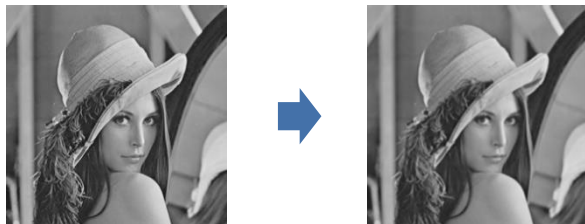
Median filter

メディアンフィルタ



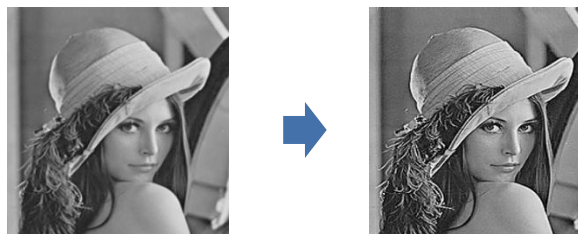
Gaussian filter

ガウシアンフィルタ



Unsharp masking

鮮鋭化フィルタ



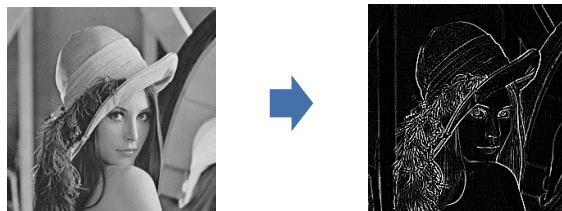
Sobel filter

ソーベルフィルタ



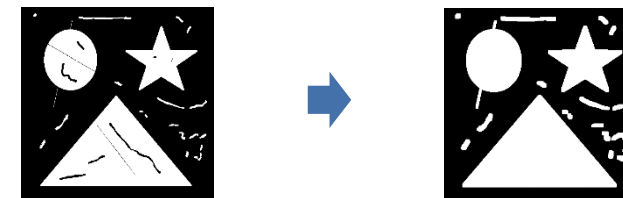
Laplacian filter

ラプラシアンフィルタ



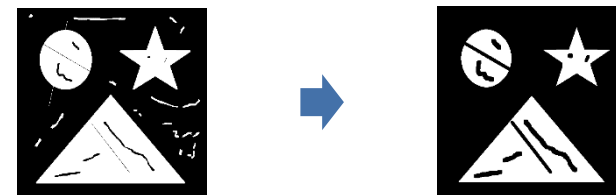
Dilate

膨張フィルタ



Erode

収縮フィルタ



DRPライブラリ

Image transformation 画像変換

Resize

画像サイズ変更



Affine

アフィン変換

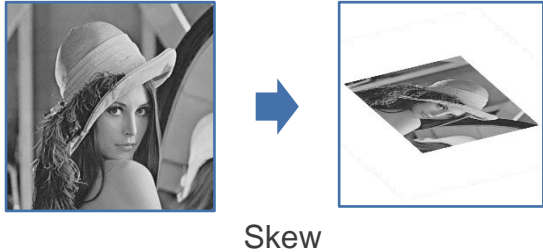
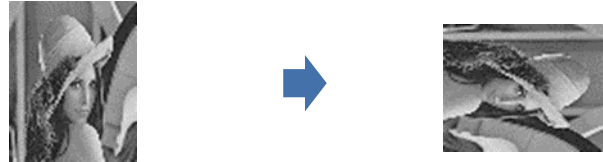


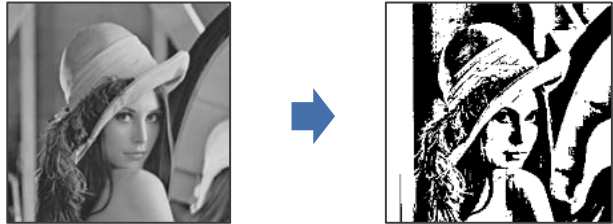
Image rotate

画像回転



Binarization (Adaptive)

二値化（動的閾値）



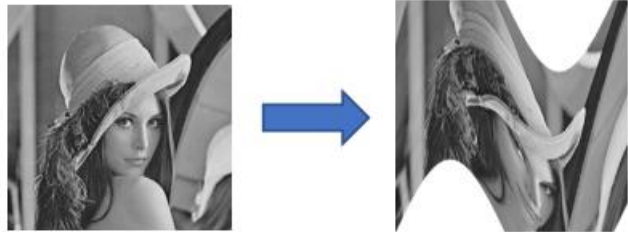
Binarization (Fixed)

二値化（固定閾値）



Remap

画像変形



Bayer to Grayscale

フォーマット変換



Bayer to RGB

フォーマット変換



DRPライブラリ

Feature detection 特徴検出

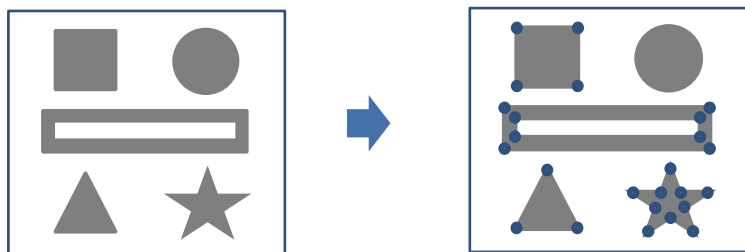
Canny edge detection

エッジ検出



Corner Harris detection

コーナー検出



Other その他

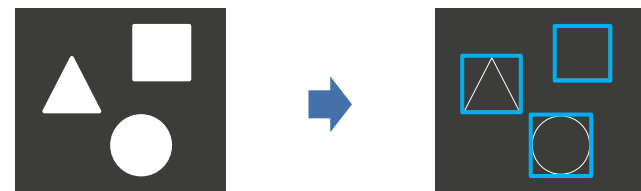
Thinning

細線化



Find Contours

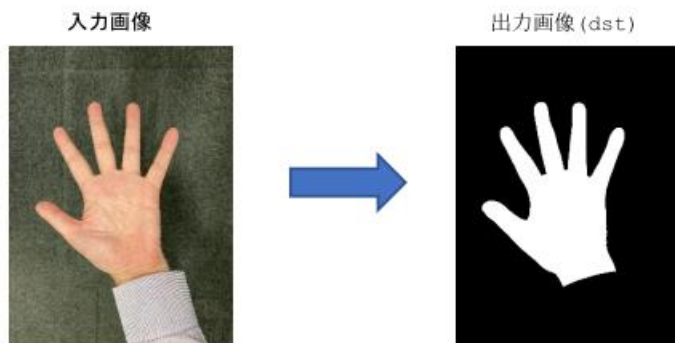
輪郭検出



DRPライブラリ

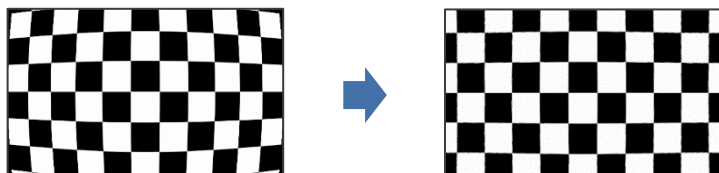
Simple ISP with object detection by color (HSV)

HSV色成分による物体検出



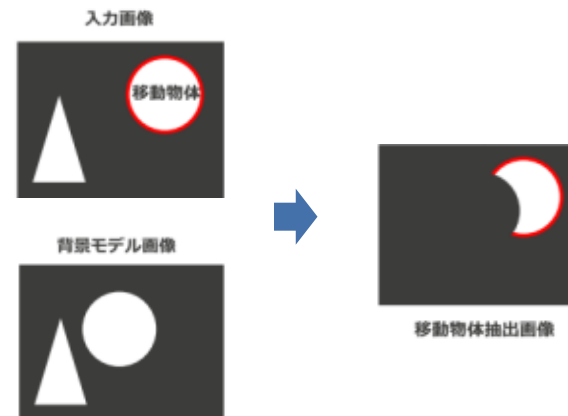
Simple ISP with distortion correction

樽型歪み補正



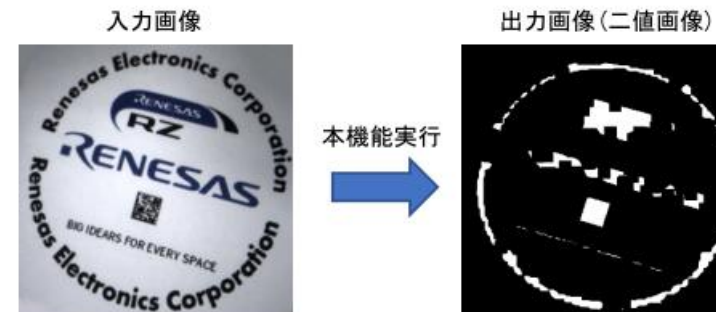
Simple ISP with background subtraction

背景差分法により入力画像と背景画像の差分を出力



Simple ISP with object detection using sobel

複雑な輪郭を持つ物体を検出する

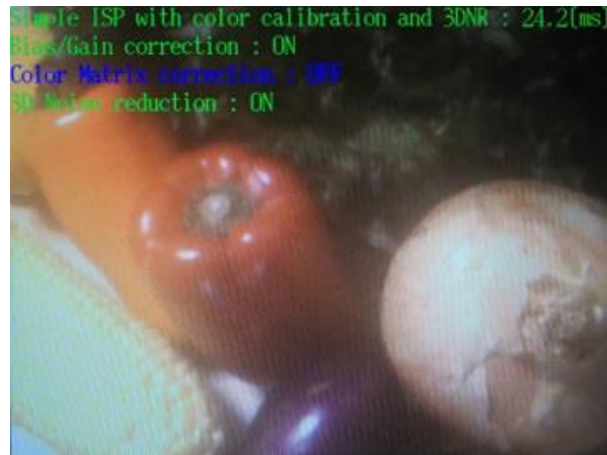


DRPライブラリ

Simple ISP with color calibration and 3DNR

カラーマトリクス色補正、
3D Noise Reduction

<Color Matrix Correction OFF>

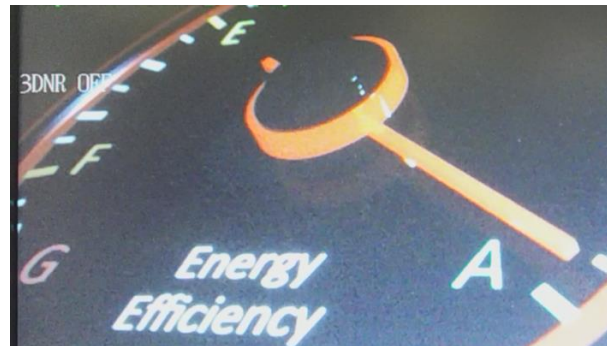


<Color Matrix Correction ON>

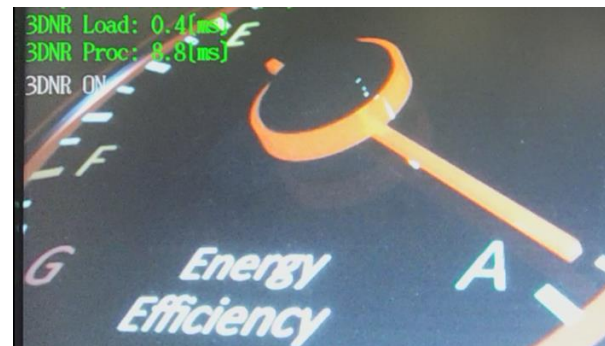


Color Matrix Correction :
CMOSセンサーの特性に合わせた
色補正を実現

<3DNR OFF>



<3DNR ON>



3D Noise Reduction :
連続する画像フレームを解析して時間
的ノイズを除去
単一フレームのみで空間ノイズを除去
する方法に比べて元画像の輪郭を維持
しやすい特徴