RZ/A2M グループ
虹彩検出サンプルプログラム

要旨

本アプリケーションノートでは、虹彩認証の処理の一部である虹彩の検出を行う、虹彩検出サンプルプログラムについて説明します。

動作確認デバイス

RZ/A2M

目次

1. 概要 2
2. 動作確認条件 3
3. ファイル構成 5
4. サンプルプログラム解説 6
4.1 入出力仕様 7
4.1.1 入力仕様 7
4.1.2 出力仕様 7
4.2 簡易 ISP 9
4.2.1 自動露出補正(AE) 9
4.2.2 ベイヤーからグレイスケールへフォーマット変換 11
4.2.3 ノイズ除去 12
4.3 円検出 13
4.3.1 ラフ検出 13
4.3.2 ファイン検出 14
4.4 画像切り出し 15
4.5 メモリフットプリント 16
5. DRP Library 17
6. 参考ドキュメント 18
改訂記録 19

1. 概要

本サンプルプログラムは、カメラで撮影した顔の画像から、虹彩画像を ISO/IEC 19794-6:2011 注1 形式で切り出します。以下に特長を示します。

1. Simple ISP 注2 を用いて、屋内外問わず、周辺の明るさに影響されずに虹彩検出します。
2. 至近距離から目を撮影する必要がなく、顔全体を撮影した画像から虹彩検出します。
3. RZ/A2M 搭載の Dynamically Reconfigurable Processor(DRP)を利用して、リアルタイムに虹彩検出します。
4. 虹彩検出の結果は、ISO/IEC 19794-6:2011 に準拠しています。

【注】 1. バイオメトリクス登録、照合および識別システムのための虹彩画像をやり取りするためのフォーマットです。
2. DRP Library の Simple ISP 機能です。詳細は 4.2 簡易 ISP を参照してください。

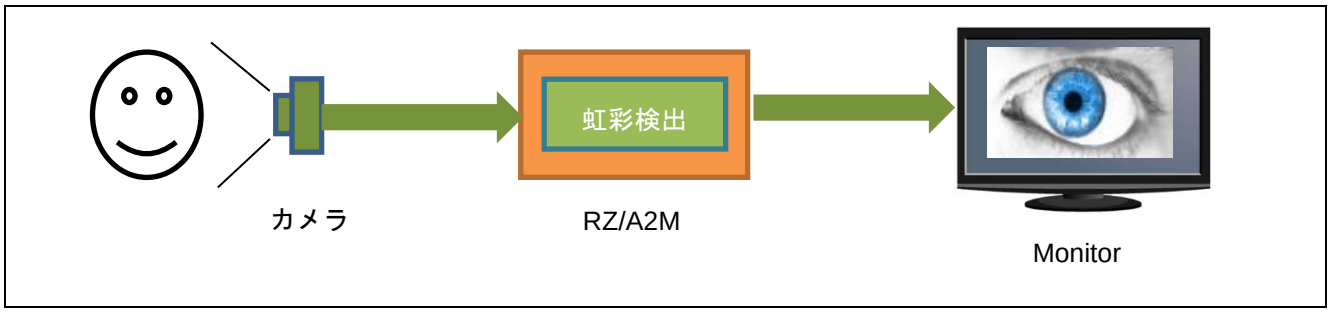


図 1.1　虹彩検出サンプルプログラムのシステム概要

本サンプルプログラムは、下記のようなクラウドと連携して個人を特定する、数億人規模の虹彩システムを想定しています。

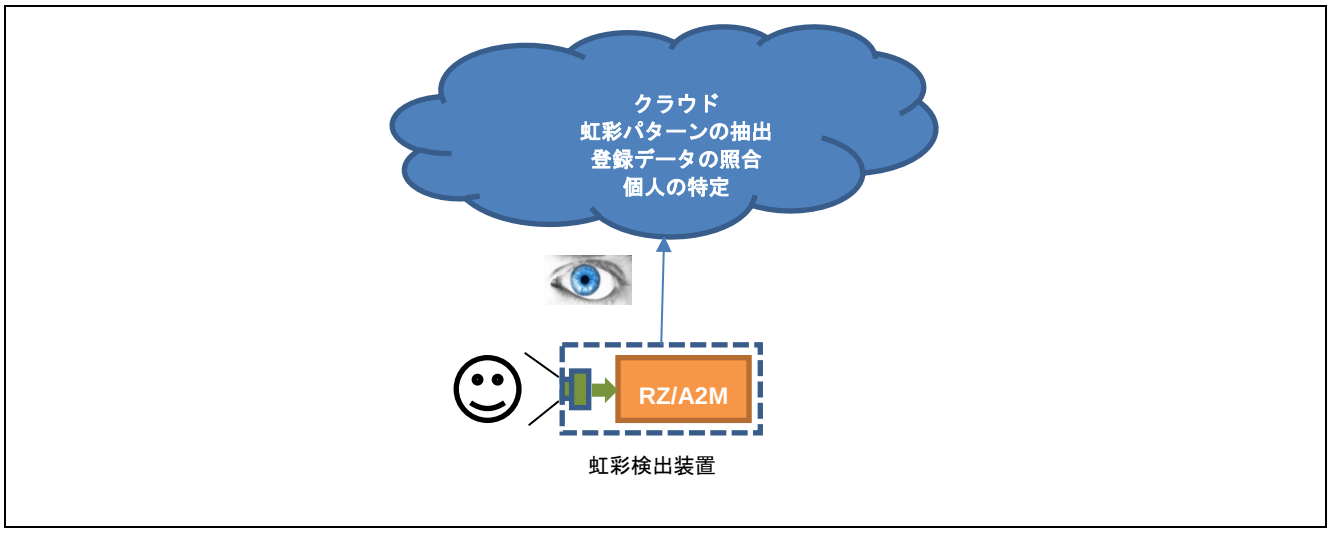


図 1.2　大規模虹彩認証システム

2.　動作確認条件

図 2.1 に本サンプルプログラムの動作確認環境を示します。DIP SW、ジャンパの設定は、リリースノートを参照してください。モニタの表示内容は、4.1.2 出力仕様を参照してください。

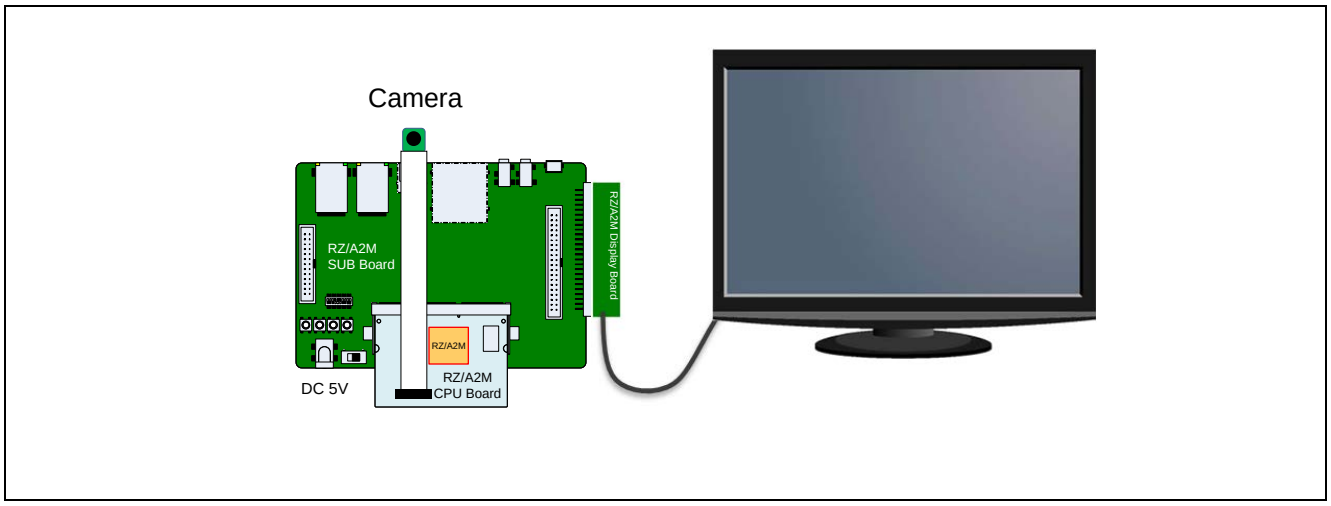


図 2.1　動作確認環境

本サンプルプログラムは、表 2-1 に示すカメラを使用することができます。カメラごとの接続方法に違いはありません。ソースコードの変更も必要ありません。

No.1 は、RZ/A2M Evaluation Board Kit に付属しているため、RZ/A2M Evaluation Board Kit を購入後、すぐにご利用いただけます。No.2 は、No.1 に比べ暗闇での虹彩検出に最適です。No.3 は、カメラから顔までの距離が、約 20cm の距離で虹彩を検出することができます。No.4 は No.3 に比べ、暗闇での虹彩検出に最適です。

表 2-1 使用可能カメラ一覧

No.	カメラ名	メーカー	カメラから 顔までの距離	その他
1	Raspberry Pi Camera V2	ラズベリーパイ財団	約 10～12cm	RZ/A2M Evaluation Board Kit に付属
2	Raspberry Pi NoIR Camera V2	ラズベリーパイ財団	約 10～12cm	No.1 の赤外線フィルタなし
3	B0102-V2 IMX219 カメラモジュール CS レンズ 2718 付き	Arducam	約 20 cm	-
4	B0153 IMX219 カメラモジュール CS レンズ 2718 付き	Arducam	約 20 cm	No.3 の赤外線フィルタなし

本サンプルプログラムは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2-2　動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RZ/A2M
動作周波数（注 1）	CPU クロック（Iφ）：528MHz 画像処理クロック（Gφ）：264MHz 内部バスクロック（Bφ）：132MHz 周辺クロック 1（P1φ）：66MHz 周辺クロック 0（P0φ）：33MHz QSPI0_SPCLK：66MHz CKIO：132MHz
動作電圧	電源電圧（I/O）：3.3V 電源電圧（1.8/3.3V 切替 I/O（PVcc_SPI））：3.3V 電源電圧（内部）：1.2V
統合開発環境	e2 studio （e2 studio の Version はリリースノートを参照してください）
C コンパイラ	GNU Arm Embedded Toolchain 6-2017-q2-update
	コンパイラオプション（ディレクトリパスの追加は除く） Release: -mcpu=cortex-a9 -march=armv7-a -marm -mlittle-endian -mfloat-abi=hard -mfpu=neon -mno-unaligned-access -O2 -ffunction-sections -fdata-sections -Wunused -Wuninitialized -Wall -Wextra -Wmissing-declarations -Wconversion -Wpointer-arith -Wpadded -Wshadow -Wlogical-op -Waggregate-return -Wfloat-equal -Wnull-dereference -Wmaybe-uninitialized -Wstack-usage=100 -fabi-version=0 Hardware Debug: -mcpu=cortex-a9 -march=armv7-a -marm -mlittle-endian -mfloat-abi=hard -mfpu=neon -mno-unaligned-access -Og -ffunction-sections -fdata-sections -Wunused -Wuninitialized -Wall -Wextra -Wmissing-declarations -Wconversion -Wpointer-arith -Wpadded -Wshadow -Wlogical-op -Waggregate-return -Wfloat-equal -Wnull-dereference -Wmaybe-uninitialized -g3 -Wstack-usage=100 -fabi-version=0
動作モード	ブートモード 3 （シリアルフラッシュブート 3.3V 品）
使用ボード	RZ/A2M CPU ボード　RTK7921053C00000BE RZ/A2M SUB ボード　RTK79210XXB00000BE RZ/A2M 評価ボード用ディスプレイ出力ボード RTK79210XXB00010BE
使用カメラ	IMX219 CMOS センサーを使用した Raspberry Pi 用のカメラ
使用モニタ	Full-WXGA(1366x768)解像度に対応したモニタ
使用デバイス （ボード上で使用する機能）	シリアルフラッシュメモリ（SPI マルチ I/O バス空間に接続） メーカー名：Macronix 社、型名：MX25L51245GXD HyperRAM™ 注 2（HyperRAM™ 空間に接続） 　メーカー名：Cypress 社、型名：S27KS0641DPBHI020

【注】 1. クロックモード 1（EXTAL 端子からの 24MHz のクロック入力）で使用時の動作周波数です。
2. HyperRAM™ は、サイプレスセミコンダクタ社の登録商標です。

3. ファイル構成

ファイル構成は、RZ/A2M グループ IRIS Package リリースノート(R01AN4584)を参照してください。

本サンプルプログラムには、以下のオープンソースソフトウェアが同梱されています。

表 3-1 同梱されているオープンソースソフトウェアー覧

名称	説明
FreeRTOS	MIT ライセンスで配布されているオープンソースのソフトウェアです。 MIT ライセンスについては、 https://opensource.org/licenses/mit-license.php を参照してください。 FreeRTOS は、組み込みマイコン向けのリアルタイムオペレーションシステムカーネルです。本サンプルプログラムでは、Kernel V10.0.0 を使用しています。FreeRTOS ソースコードの所在は、ファイル構成を参照してください。

4.　サンプルプログラム解説

本章では、虹彩検出に必要な処理、入出力仕様、メモリフットプリントについて説明します。

虹彩検出は簡易 ISP、円検出、画像切り出しの 3 つの処理で構成されています。カメラで撮影した顔の画像に対し、以下の処理を行っています。各処理の詳細は、4.2 簡易 ISP～4.4 画像切り出しを参照してください。

1. 簡易 ISP：虹彩検出の精度向上、ノイズによる虹彩の誤検出の防止のために、画質を改善します。
2. 円検出：入力画像内の円を検索することで、虹彩を検出します。
3. 画像の切り出し：検出した虹彩の画像を、ISO/IEC 19794-6:2011 形式で出力します。

図 4.1、図 4.2 に、本サンプルプログラムのシステムブロックと、フローチャートを示します。

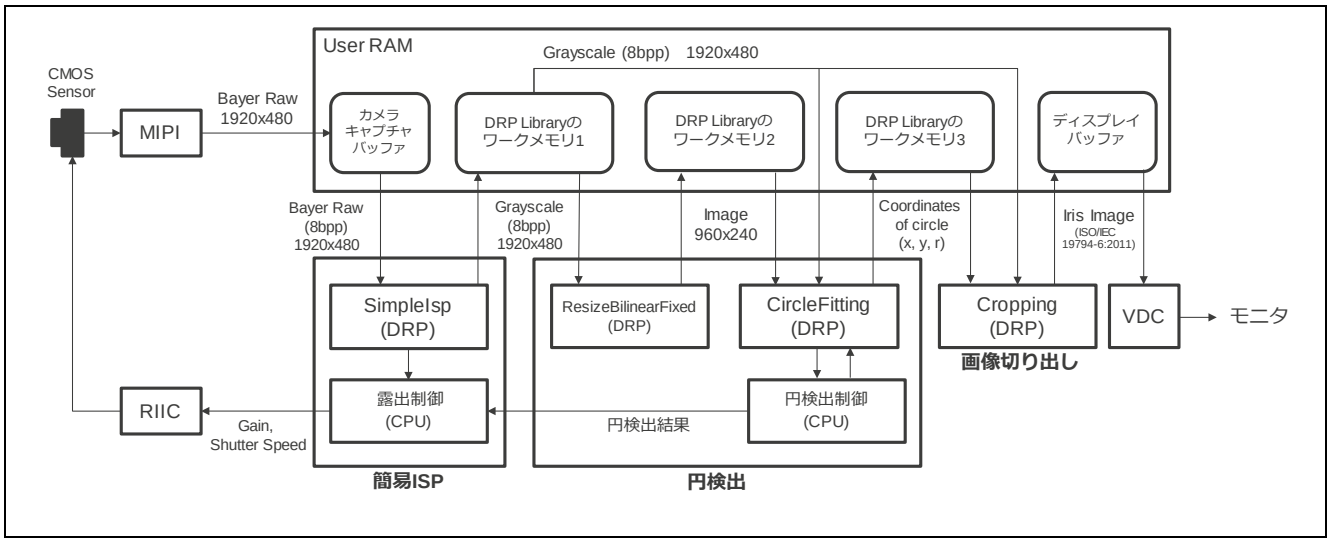


図 4.1　虹彩検出サンプルプログラムのシステムブロック

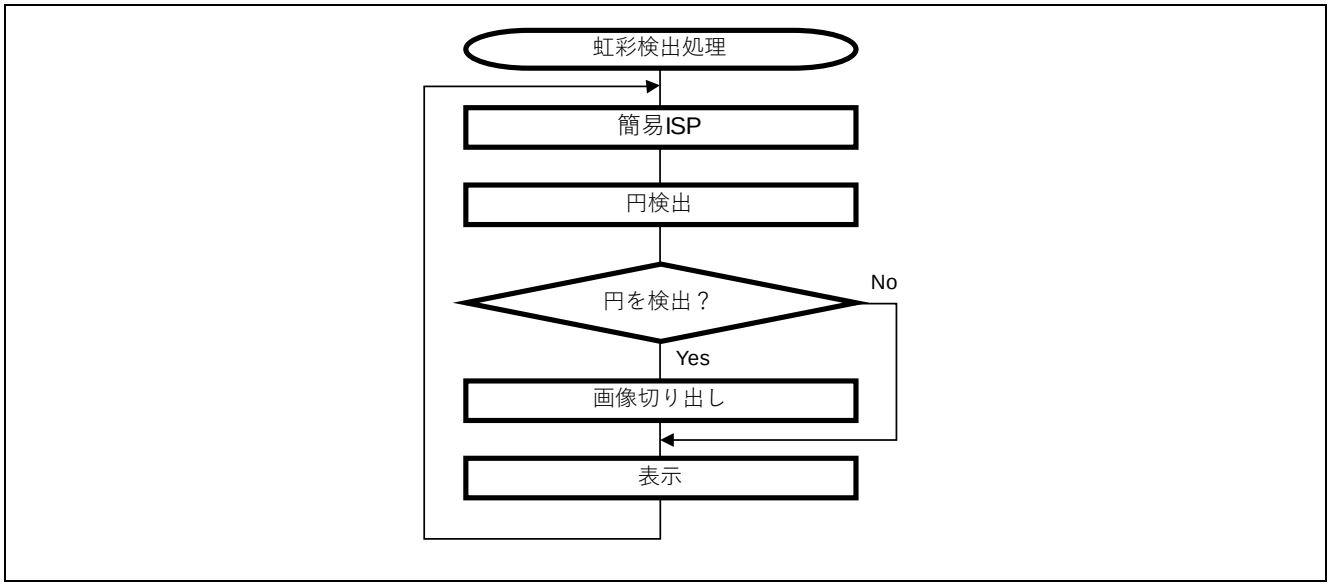


図 4.2　虹彩検出処理フローチャート

4.1　入出力仕様

4.1.1　入力仕様

表 4-1 に本サンプルプログラムのカメラ設定を示します。4.2.1 自動露出補正(AE)の ON/OFF は、RZ/A2M SUB ボードの SW3 を、押下することで切り替えることができます。

表 4-1　カメラ設定

入力画像フォーマット	ベイヤーフォーマット 8[bit per pixel]
画像キャプチャサイズ	1920×480
キャプチャフレームレート	4.2.1 自動露出補正(AE)によって、キャプチャフレームレートが 20～24fps の間で変動します。

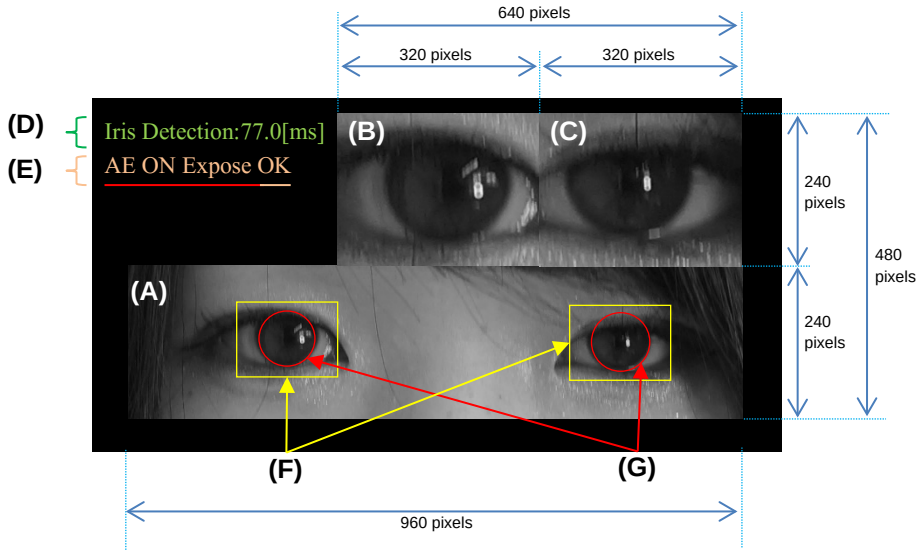
4.1.2　出力仕様

本サンプルプログラムは、虹彩画像を ISO/IEC 19794-6:2011 形式で出力します。虹彩画像は、モニタに表示します。表 4-2 に本サンプルプログラムで使用するモニタの出力を示します。

表 4-2　モニタ出力仕様

画像の解像度	1366×768
画像表示フレームレート	60 fps

図 4.3 にモニタの表示内容を示します。



【注】　モニタの 960×480 の範囲に出力されます。
(A)のように表示されるように顔の位置を調整してください。

図 4.3 虹彩検出結果の表示

(A) カメラで撮影した顔の画像を、縮小して表示します。
(B) 両目の虹彩を検出した場合、ISO/IEC 19794-6:2011 形式で切り出した左目画像を表示します。
(C) 両目の虹彩を検出した場合、ISO/IEC 19794-6:2011 形式で切り出した右目画像を表示します。
(D) 虹彩検出に要した時間(4.2 簡易 ISP～4.4 画像切り出し)を表示します。
(E) AE の ON/OFF と、明度を表示します。
(F) ISO/IEC 19794-6:2011 形式で切り出した右目、左目の箇所を示す枠線を表示します。
(G) 右目、左目の虹彩を示す枠線を表示します。

4.2　簡易 ISP

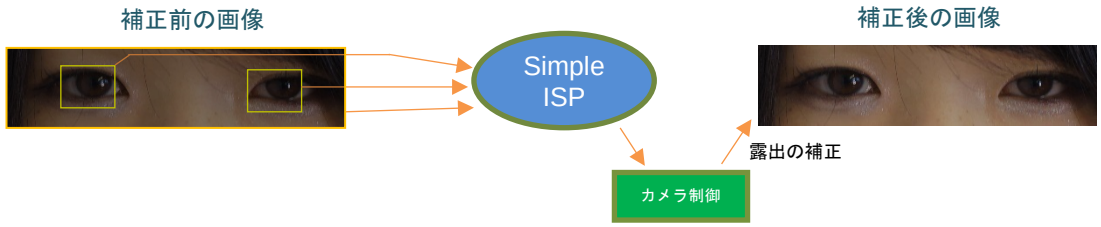
虹彩の検出精度向上、ノイズによる虹彩の誤検出の防止のために、画質を改善します。また、虹彩検出に色情報は不要なため、グレイスケールに変換します。

DRP Library の Simple ISP を使用して、以下の処理を行います。Simple ISP の詳細は、「DRP Library ユーザーズマニュアル(R01US0367)」を参照してください。

本章で説明する処理は、本サンプルプログラムのソースコード「r_bcd_main.c」ファイルの「sample_main」関数内のコメント「/* Function : Simple ISP(AE, Bayer to grayscale conversion, Noise reduction) */」以降に実装しています。

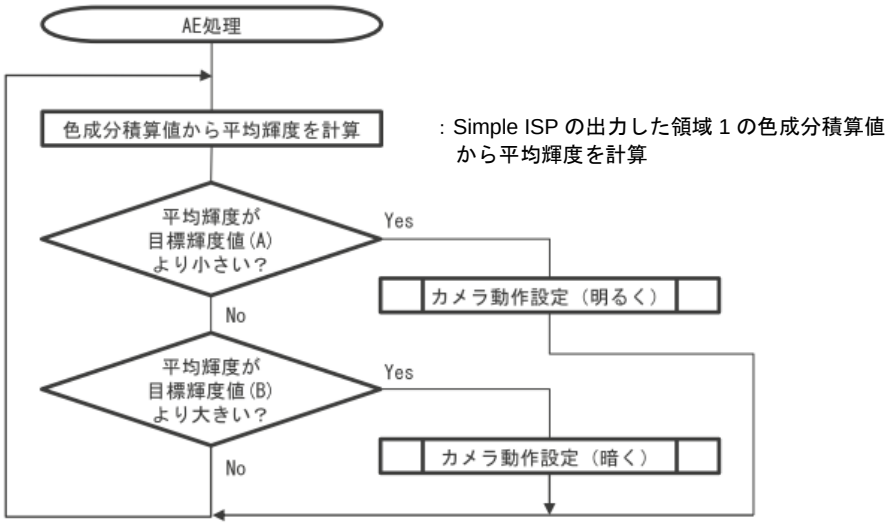
4.2.1　自動露出補正(AE)

Simple ISP の出力した色成分積算値を基に、カメラの露出（シャッター速度と、カメラゲイン調整）を補正します。カメラの露出制御は CPU で行います。カメラ制御の処理フローは、図 4.5、図 4.6、図 4.7 を参照してください。



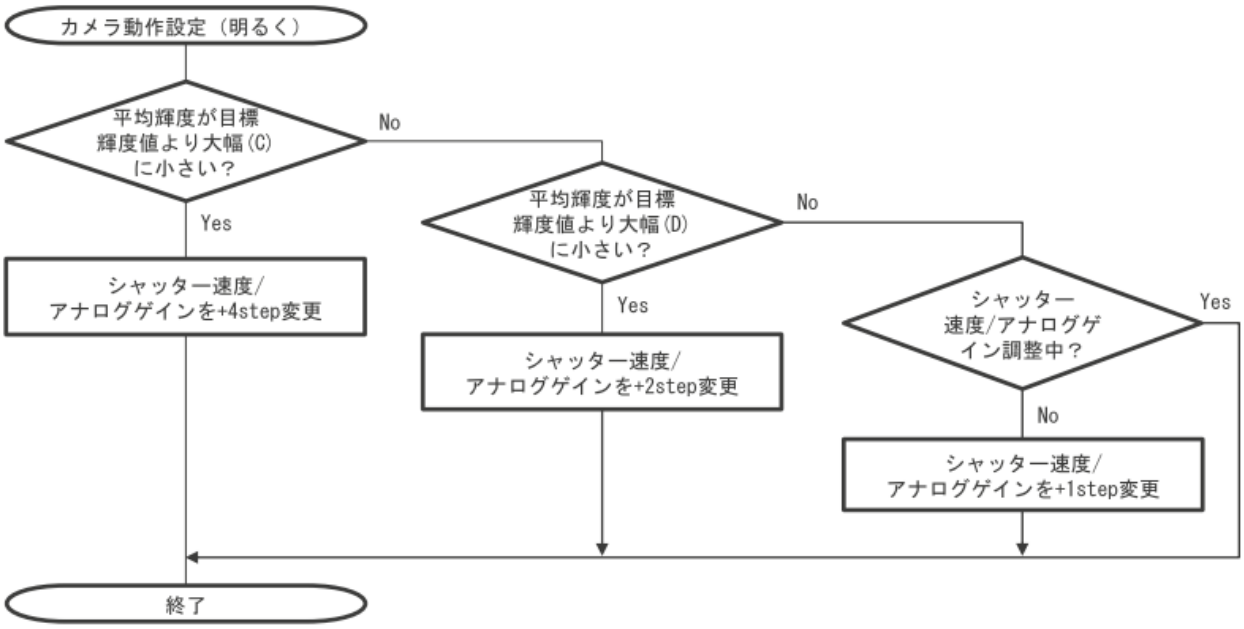
【注】　補正値の演算は、前回の虹彩の検出結果によって異なります。虹彩を検出した場合、前回の虹彩を検出した画像の左目、右目の範囲の明度を積算します。虹彩を検出しなかった場合は、全画面のみで明度を積算します。

図 4.4 明度積算処理



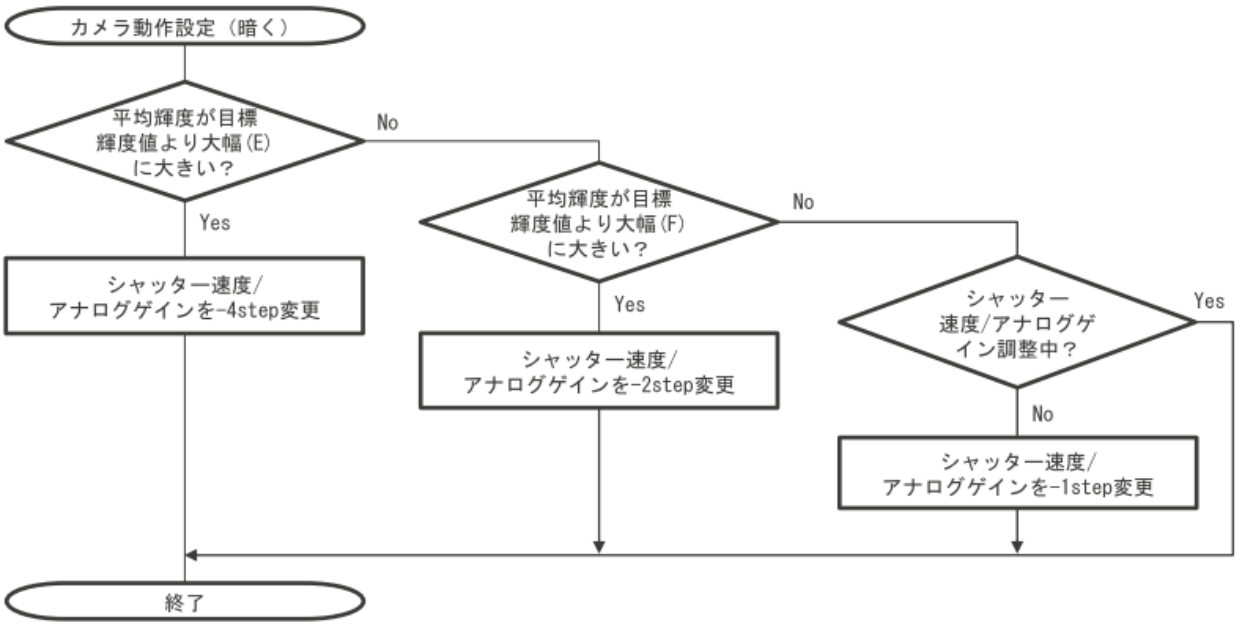
【注】　表 2-1 のカメラで虹彩検出に適した設定値(83)の±10 を、目標輝度値としています。
(A = 73, B = 93)

図 4.5　AE 処理フロー



【注】　C. 平均輝度値が目標輝度値より大きく下回った。(< 43)
　　D. 平均輝度値が目標輝度値より大きく下回った。(< 63)

図 4.6　カメラ動作設定(明るく) フローチャート



【注】　E. 平均輝度値が目標輝度値より大きく上回った。(> 123)
　　F. 平均輝度値が目標輝度値より大きく上回った。(> 103)

図 4.7　カメラ動作設定(暗く)フローチャート

4.2.2　ベイヤーからグレイスケールへフォーマット変換

Simple ISP を使い、入力画像をグレイスケールに変換します。

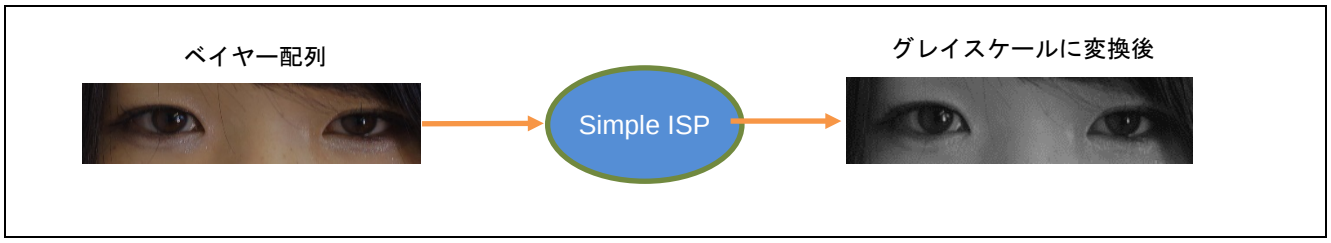


図 4.8 ベイヤーからグレイスケールへのフォーマット変換処理

4.2.3　ノイズ除去

Simple ISP で、4.2.2 ベイヤーからグレイスケールへフォーマット変換で生成したグレイスケールフォーマットの情報に対し、Median フィルタを使用したノイズ除去を行います。

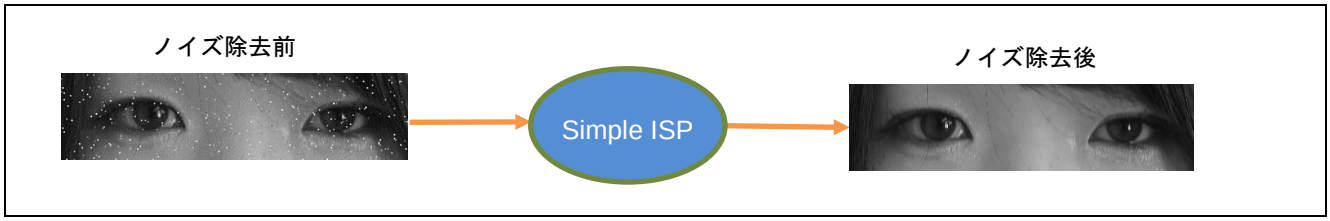


図 4.9 ノイズ除去処理

4.3　円検出

虹彩検出の処理を高速化するために、大まかな虹彩の位置を見つけるラフ検出と、正確な虹彩の位置を見つけるファイン検出の 2 つに分けて行います。

4.3.1　ラフ検出

ラフ検出は、サイズ縮小した画像に対し、円を検出します。サイズ縮小した画像はラフ検出のみで使用します。サイズ縮小は DRP Library の ResizeBilinearFixed で行います。ResizeBilinearFixed の詳細は、「DRP Library ユーザーズマニュアル(R01US0367)」を参照してください。

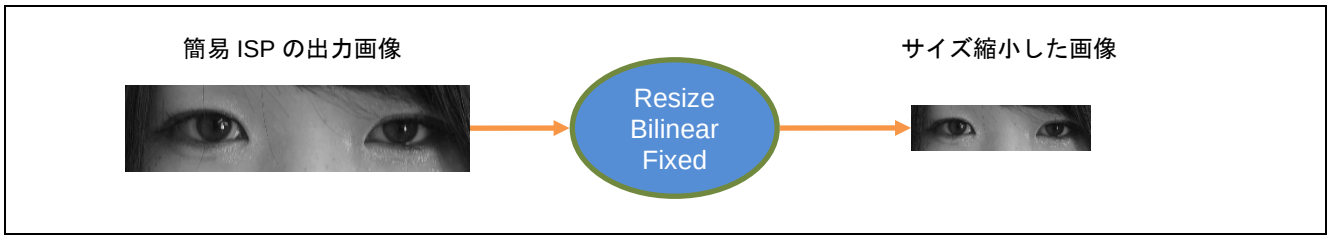


図 4.10 サイズ縮小処理

サイズ縮小した画像データから、図 4.11 で示すピンクの枠内に虹彩があるものと想定し、虹彩の検索範囲を絞ります。四角の位置は固定です。その後、DRP Library の CircleFitting で、絞った範囲に対し、粗い精度で円を検索します。CircleFitting の詳細は、DRP Library ユーザーズマニュアル(R01US0367)を参照してください。

本章で説明する処理は、本サンプルプログラムのソースコード「r_bcd_main.c」ファイルの「sample_main」関数内のコメント「/* Function : Rough circle detection */」以降に実装しています。

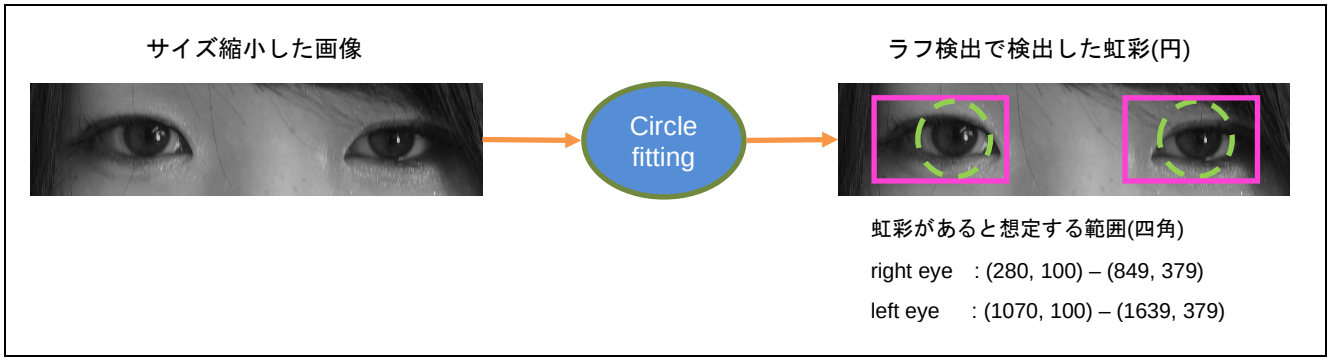


図 4.11 ラフ検出処理

4.3.2　ファイン検出

虹彩の位置を確定するために、ラフ検出した結果を基に DRP Library の CircleFitting で、細かい精度で円を検索します。CircleFitting の詳細は、DRP Library ユーザーズマニュアル(R01US0367)を参照してください。

本章で説明する処理は、本章で説明する処理は、本サンプルプログラムのソースコード「r_bcd_main.c」ファイルの「sample_main」関数内のコメント「/* Function : Fine circle detection */」以降に実装しています。

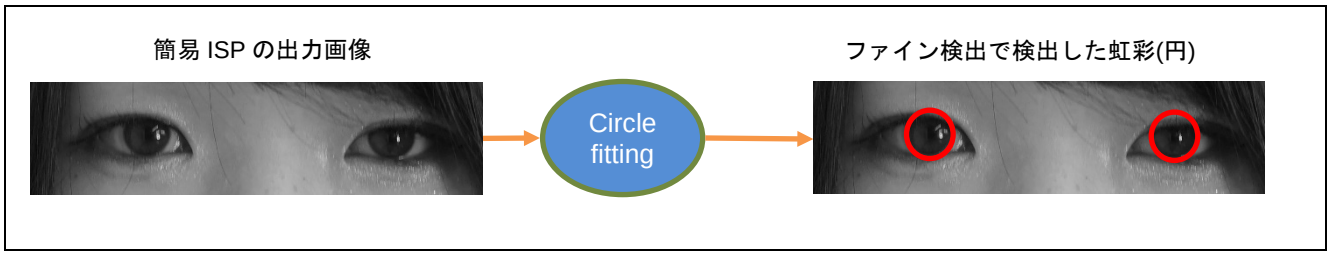


図 4.12 ファイン検出処理

4.4　画像切り出し

DRP Library の Cropping で、4.3.2 ファイン検出で検出した虹彩の座標を基に、4.2 簡易 ISP の出力画像から、虹彩を含む画像を ISO/IEC 19794-6:2011 準拠した形式で切り出します。

本章で説明する処理は、本章で説明する処理は、本サンプルプログラムのソースコード「r_bcd_main.c」ファイルの「sample_main」関数内のコメント「/* Function : Cropping */」以降に実装しています。

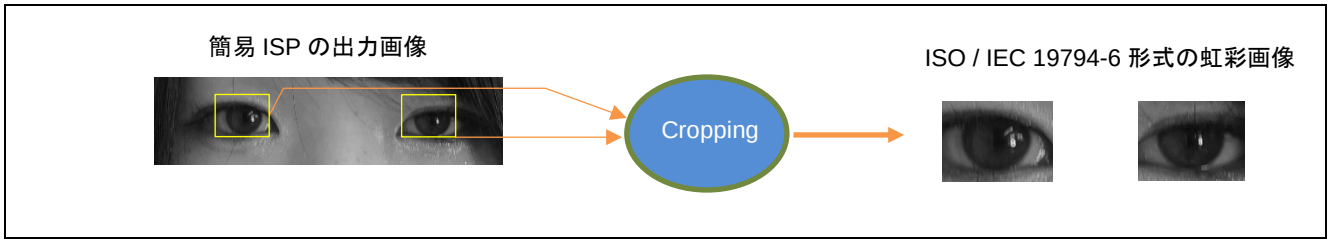


図 4.13 画像の切り出し

4.5 メモリフットプリント

メモリフットプリントは、RZ/A2M グループ IRIS Package リリースノート(R01AN4584)を参照してください。

5. DRP Library

本サンプルプログラムは、表 5-1 の DRP Library を用いて虹彩を検出します。DRP Library の仕様は、DRP Library ユーザーズマニュアル(R01US0367)を参照してください。

表 5-1　使用する DRP Library の機能一覧

機能名	用途
Simple ISP	AE に使用する補正値の算出、グレイスケールに変換、ノイズ除去。 4.2 簡易 ISP で使用しています。
ResizeBilinearFixed	画像の縮小。 4.3.1 ラフ検出で使用しています。
CircleFitting	虹彩の検出。 4.3.1 ラフ検出、4.3.2 ファイン検出で使用しています。
Cropping	ISO/IEC 19794-6:2011 に準拠した画像の切り出し。 4.4 画像切り出しで使用しています。

6. 参考ドキュメント

アプリケーションノート

RZ/A2M グループ RZ/A2M Software Core Package (R01AN5528)
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

ユーザーズマニュアル：ソフトウェア

RZ/A2M グループ DRP Driver ユーザーズマニュアル (R01US0355)
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

RZ/A2M グループ DRP Library ユーザーズマニュアル (R01US0367)
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RZ/A2M グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

RTK7921053C00000BE（RZ/A2M CPU ボード）ユーザーズマニュアル
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

RTK79210XXB00000BE（RZ/A2M SUB ボード）ユーザーズマニュアル
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

Arm Architecture Reference Manual ARMv7-A and ARMv7-R edition Issue C
（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm Cortex™-A9 Technical Reference Manual Revision: r4p1
（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm Generic Interrupt Controller Architecture Specification - Architecture version2.0
（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm CoreLink™ Level 2 Cache Controller L2C-310 Technical Reference Manual Revision: r3p3
（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

テクニカルアップデート／テクニカルニュース

（最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

ユーザーズマニュアル：統合開発

統合開発環境 e2 studio のユーザーズマニュアルは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2018/09/28	-	初版
1.01	2019/04/15	4	表 2-2　統合開発環境のバージョンを更新。ボード名を修正 コンパイラオプションを追加
		5	図 3.1 フォルダ構成を更新
1.10	2019/05/17	4	表 2-2 コンパイラオプション"-mthumb-interwork"を削除
		5	図 3.1 フォルダ構成を更新
1.11	2019/09/30	4	表 2-2　統合開発環境の記載を変更。
1.12	2019/12/17	5	図 3-1 フォルダ構成を削除
		16	4.5 メモリフットプリントを削除
1.13	2020/09/30	7	表 4-1 カメラ設定　キャプチャフレームレートの記載変更
		9,10	図 4-5、図 4-6、図 4-7　AE 処理フローを変更

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
3. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
5. クロックについて
   リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
8. 製品間の相違について
   型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

   標準水準：　コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

   高品質水準：輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1　2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

© 2020 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.