

# 混合ガウス分布モデルの区間計算判別回路における ダイナミックレンジの改善

Improvement of Dynamic Range for Interval Calculation Classifier of Gaussian Mixture Models

渡辺秀典  
Hidenori Watanabe

村松正吾  
Shogo Muramatsu

菊池久和  
Hisakazu Kikuchi

新潟大学 自然科学研究科 数理・情報電子工学専攻

Mathematics, Electronics and Information Engineering, Graduate School of Science and Technology, Niigata University

## 1 はじめに

防災やセキュリティのための監視システムとして、無線センサネットワークで構成されたパターン識別のシステムが注目されている。また、パターン識別処理に混合ガウス分布モデルを用いる手法がその高い柔軟性から広く研究されている。筆者らはこの処理の効率的実現法として区間計算法を提案した [1] [2]。これまでの研究では固定小数点数により初期判別回路を構成していたが、計算性能が不十分であることが確認された。これは主に固定小数点数のダイナミックレンジが狭いことに原因がある。そこで本研究では、ダイナミックレンジを広くできる浮動小数点数演算を用い、ダイナミックレンジのより広い判別回路を FPGA へ実装することを目的とする。

## 2 混合ガウス分布モデルの区間計算法

区間計算法は、真値を挟む区間を用いて識別対象のクラスを判別する。従来法では、ある入力  $x_0$  に対するクラス A, B の混合ガウス分布の真値を計算し、その大きさを比較する。図 1 に例を示す。従来法であるこの例のように片方のクラスの値が他のクラスの値より圧倒的に大きい場合、真値の計算は無駄となる。それに対し区間計算法は、まず簡単な計算から得られる区間を設定し、判別を行う。図 2 に例を示す。この処理を初期判別処理と呼ぶ。図 2 の例では、クラス B の下限値がクラス A の上限値より大きいため、クラス B と判別可能である。もし初期判別できなかった場合は、区間の精度を高める演算を行い、判別を行う。この処理を洗練化処理と呼ぶ。洗練化処理を無限に繰り返せば原理上真値に限りなく接近できる。

## 3 浮動小数点数演算の導入

判別器のダイナミックレンジを改善するため、本研究では判別器に IEEE754 の倍精度浮動小数点数演算を導入する。これは多くの処理系で採用されている標準規格であり、本構成においても十分なダイナミックレンジの確保を可能とする。

## 4 色判別回路の実装、実験および結果

ダイナミックレンジの影響を評価するため、色を判別する回路を浮動小数点数、固定小数点数でそれぞれ FPGA に実装した。色の判別を行うアルゴリズムには混合ガウス分布モデルの区間計算法の初期判別処理のみを用いた。回路の記述には VHDL を、開発環境には Xilinx 社 ISE10.1 を、FPGA には XC3S1600E を用いた。評価に用いた原画像を図 3(a) に、浮動小数点数演算の結果を図

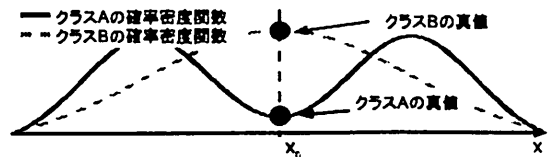


図 1 真の値を求めて判別する方法

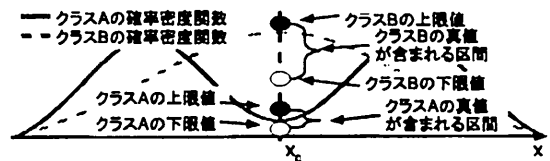


図 2 区間計算法



(a) 原画像 (b) 浮動小数点数 (c) 固定小数点数

図 3 色判別実験の結果

3(b) に、固定小数点数演算の結果を図 3(c) に示す。図 3(b),(c) の白い部分は初期判別できなかった部分を示している。浮動小数点数を用いた方が判別完了部分が明らかに多いことを確認できる。

## 5 おわりに

本研究では、浮動小数点数を用いた混合ガウス分布モデルの区間計算判別回路を FPGA に実装し、評価を行った。その結果ダイナミックレンジが改善された。今後は浮動小数点数表現における仮数部のビット幅および指数部のビット幅を変更し、計算性能への影響を評価する。

## 参考文献

- [1] 村松 正吾, 渡邊 勤, 渡辺 秀典, 『区間計算による混合ガウス分布モデルの効果的判別法』, 信学技報, vol. 107, no. 475, CAS2007-93, pp. 55-60, 2008 年 1 月
- [2] 武田 竜之介, 村松 正吾, 高橋 祐一郎, 渡辺 秀典, 菊池 久和, 『区間計算を用いた混合ガウス分布モデル判別器の LSI アーキテクチャ』, 第 21 回回路とシステム軽井沢ワークショップ, pp.167-170, 軽井沢, 2008 年 4 月