

決定木を用いた距離画像からの多クラスエッジ検出

金子 将也*, 長谷川 昂宏, 山内 悠嗣, 山下 隆義, 藤吉 弘亘 (中部大学)

Multiclass Edge Detection by Decision Tree from Depth Image

Masaya Kaneko, Takahiro Hasegawa, Yuji Yamauchi, Takayoshi Yamashita, Hironobu Fujiyoshi (Chubu University)

1. はじめに

距離画像におけるエッジは、各画素ごとに法線ベクトルを算出し隣接する画素のコサイン類似度を算出することにより検出することができる。しかし、距離画像におけるエッジには、物体と背景の境界であるジャンプエッジ、物体の面と面の境界である凸ルーフエッジ、凹ルーフエッジの3種類が存在する。この3種類のエッジと平面を分類する手法としてリングオペレータが提案されている(1)。リングオペレータは、距離画像からリング状に抽出した画素値を周期 2π の周期関数としてフーリエ変換し、振幅スペクトルをしきい値処理することにより、3種類のエッジと平面を分類する。しかし、距離画像の各画素に対してフーリエ変換を施すため、処理時間を要するという問題がある。そこで、本研究では決定木を導入した距離画像の高速なエッジ検出法を提案する。

2. 提案手法

本研究では、リングオペレータによるエッジ検出問題に決定木を導入し、分類問題として高速化する。決定木には、一般的に使用される二分木と、分岐数を増やして深さを浅くすることでより高速な処理ができる三分木を使用する。

2.1. 二分木を用いたエッジ検出

まず、注目画素の距離値 D_p とその周囲32画素の距離値 $D_{p \rightarrow x}$ を、式(1)によりFar, Nearの2値にした特徴ベクトルを抽出する。

$$S_{p \rightarrow x} = \begin{cases} Far & D_p + t \leq D_{p \rightarrow x} \\ Near & D_{p \rightarrow x} \leq D_p - t \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $S_{p \rightarrow x}$ は二値化した円上の画素を、 t はしきい値を表す。次に、この二値化した32次元の特徴ベクトルを入力として二分木による決定木を構築する。学習に用いるサンプルは、CGで生成した距離画像に、リングオペレータを適用し、面、ジャンプ、凸ルーフ、凹ルーフのエッジに分類した結果を正解ラベルとして用いる。エッジ検出時は、決定木をトラバースして辿り着いたリーフノードにより、平面と3種類のエッジに判定する。

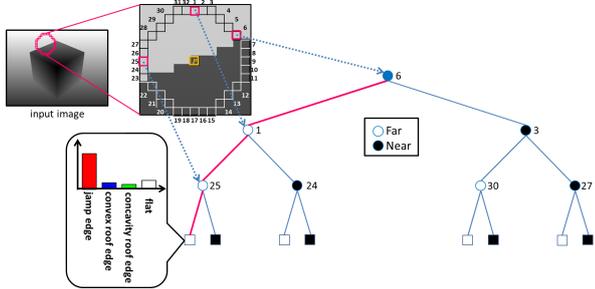


Fig. 1 Edge detection by the decision tree

2.2. 三分木を用いたエッジ検出

二分木の分岐数を増やすことにより木の深さを浅くし高速化する三分木を用いる。二分木と同様に、注目画素の距離値 D_p とその周囲32画素の距離値 $D_{p \rightarrow x}$ を、式(2)によりFar, Similar, Nearの3値にした特徴ベクトルを抽出する。

$$S_{p \rightarrow x} = \begin{cases} Far & D_p + t \leq D_{p \rightarrow x} \\ Similar & D_p - t < D_{p \rightarrow x} < D_p + t \\ Near & D_{p \rightarrow x} \leq D_p - t \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $S_{p \rightarrow x}$ は三値化した円上の画素を、 t はしきい値を表す。次に、この三値化した32次元の特徴ベクトルを入力として三分木による決定木を構築する。学習に用いるサンプルは、CGで生成した距離画像に、リングオペレータを適用し、面、ジャンプ、凸、凹のエッジに分類した結果を正解ラベルとして用いる。エッジ検出時は、決定木をトラバースして辿り着いたリーフノードにより、平面と3種類のエッジに判定する。

3. 評価実験

CGで生成した距離画像にラベル付けした結果を真値とし、エッジ検出結果が何画素一致しているかを評価する。図2は各手法におけるエッジ検出結果を示す。各ラベルの色は、平面が白、ジャンプエッジが赤、凸ルーフエッジが青、凹ルーフエッジが緑である。

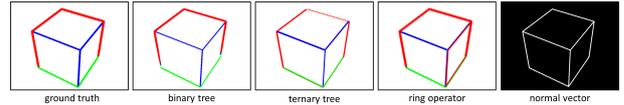


Fig. 2 Edge detection examples for CG

提案手法と従来法(リングオペレータ)の各ラベルにおける精度とVGAサイズの距離画像における処理時間を表1に示す。表1より、提案手法は従来法と同等以上の精度で処理速度を20倍高速化することができた。

Table 1 Evaluation of processing time and accuracy

	検出精度 [%]				処理時間 [msec]
	ジャンプ	凸ルーフ	凹ルーフ	平均	
二分木	98.5	97.5	97.4	98.3	35.0
三分木	98.8	98.0	97.9	98.5	31.7
リング	98.3	68.5	61.9	82.1	683.2
法線	-	-	-	85.4	61.5

また、図3にTOFカメラにより取得した距離画像に対するエッジ検出結果を示す。TOFカメラの距離画像にはノイズを含むため、平面の領域にノイズによる誤検出が発生しているが、ジャンプエッジ、凸ルーフエッジ、凹ルーフエッジを検出できていることがわかる。

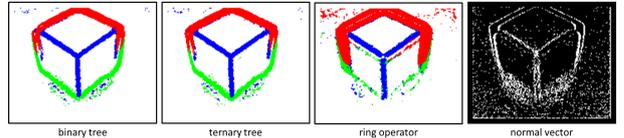


Fig. 3 Edge detection examples for TOF camera

4. おわりに

提案手法では、リングオペレータに決定木を導入して高速なエッジ検出法を示した。従来法と比較して精度と処理時間を向上させることができた。今後は、距離画像におけるノイズへの対処法と物体の構造理解への応用について検討する。

文献

- (1) 松田文男, 仁田武志, 井口征士, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 6, No. 31, pp. 17-24, 1982.