

ワイルドカードを用いた Random Ferns によるノイズに頑健な特徴表現

竹ノ内 信寛[†] 藤吉 弘亘^{††}

[†] 中部大学 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200

E-mail: [†]nt064@vision.cs.chubu.ac.jp, ^{††}hf@cs.chubu.ac.jp

あらまし 本研究では、ワイルドカードを用いた Random Ferns によるノイズに頑健な特徴表現を提案する。従来の学習ベースのキーポイント分類による特定物体認識手法は、予め多様な見えの画像を学習することで見えの変化に頑健な認識が可能である。その中でも Random Ferns は決定木の分岐を“0”と“1”のバイナリで表現することで、高精度かつ高速なキーポイント分類を実現している。しかし、Random Ferns のバイナリを利用した特徴表現は、画像ノイズの影響でビット反転が起こると精度の低下を招くことがある。そこで、本研究では、Random Ferns のバイナリに“0”と“1”を許容するワイルドカード(“*”)を導入し、画像ノイズによるビット反転を抑制する。これにより、ノイズに頑健な特徴表現が可能となる。評価実験より、“*”を用いた Random Ferns は画像ノイズによる認識精度の低下を低減し、通常の Random Ferns と比較して高精度な認識を実現した。

キーワード 特定物体認識, キーポイント分類, Random Ferns, ワイルドカード

A Noise-Robust Feature Representation by Random Ferns Using Wild-Card

Nobuhiro TAKENOUCHI[†] and Hironobu FUJIYOSHI^{††}

[†] Chubu University Matsumoto-cho 1200, Kasugai-shi, Aichi, 487-8501 Japan

E-mail: [†]nt064@vision.cs.chubu.ac.jp, ^{††}hf@cs.chubu.ac.jp

1. はじめに

高精度な特定物体認識を実現するためには、オクルージョンやカメラ視点の変動により起こる認識対象の見えの変化に対して頑健である必要がある。Ozuysal 等により提案された Random Ferns [1] は、予め多様な見えの画像を決定木を用いて学習することで、見えの変化に頑健な特定物体認識を実現した。しかし、Random Ferns におけるバイナリを用いた特徴表現は、認識対象の遮蔽やノイズによりビット反転が起こると認識が困難となる場合がある。そこで、本研究では Random Ferns より得られるバイナリに対してワイルドカードを適用することで、ノイズに頑健な特徴表現を可能にして高精度な認識を実現する。

2. 提案手法

本研究では、提案手法としてワイルドカードを用いた Random Ferns によるノイズに頑健な特徴表現を行う。Random Ferns は、従来の特定物体認識に用いられる Random Forests の決定木における分岐ノードを各階層で統一したノードを使用し、末端ノードまでの分岐を“0”と“1”のバイナリで表現する。これにより、ノードの親子関係を考慮する必要がないため

高速な処理が可能となる。本章では、Random Ferns および提案手法について説明する。

2.1 Random Ferns

Random Ferns における決定木の構築は、まず、テンプレート画像から特徴点検出法により、アフィン変化に頑健なキーポイントを I 個検出する。次に、検出したキーポイントを中心に 32×32 ピクセルのパッチ画像を作成し、網羅的にアフィン変化させることで各パッチ画像に対して約 15,000 枚の画像を生成する。最後に、生成したパッチ画像をキーポイントごとに同一のクラス $c_i (i=1, 2, \dots, I)$ とし、学習サンプルとすることで Random Ferns を学習する。Random Ferns は、各クラスの特徴を末端ノードまでの各ノードの出力(“0”と“1”のバイナリ)で表現して決定木を K 本構築する。各ノードは、パッチ画像中でランダムに選択した 2 点のピクセルにおける輝度値の大小関係により“0”または“1”を出力する。決定木の末端ノードには、各クラスの出力パターン b (バイナリコード)の頻度を表すヒストグラム $H_{k,c_i} = \{h_{k,c_i}(1), \dots, h_{k,c_i}(M)\}$ (M は出力パターン数, k は決定木番号)が格納されている。

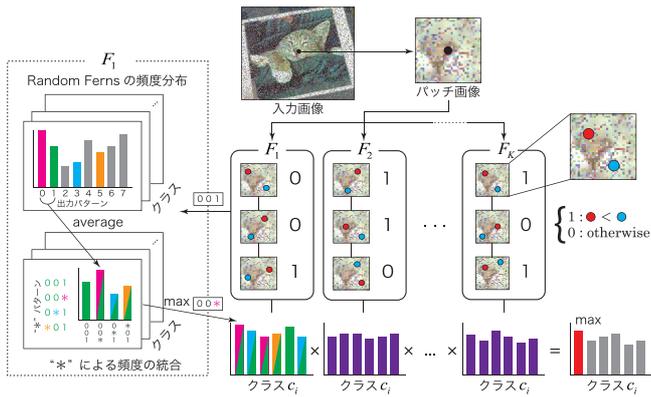


図1 “*”を用いた Random Ferns によるキーポイント分類

2.2 ワイルドカードの導入

Random Ferns は、キーポイントを中心としたパッチ画像を入力し、決定木ごとに出力されるバイナリコードによりキーポイントを分類する．このようなバイナリコードを用いた特徴表現は、ノイズ等の影響でパッチ画像の輝度値が変化し、取得されるバイナリコードにビット反転が発生した場合、認識精度が低下する問題がある．そこで、提案手法はパッチ画像から得られるバイナリコードにワイルドカード (“*”) を導入し、決定木の各ノードに対するビット反転を抑制する．

提案手法による “*” を用いた Random Ferns によるキーポイント分類の流れを図1に示す．提案手法は、学習により構築した Random Ferns にパッチ画像を入力し、決定木 k ごとにバイナリコード b を取得する．ここで、取得したバイナリコード b の各バイナリに対して “*” を適用したパターン b^* を考える．例えば図1の決定木 F_1 の場合、“*” パターンは $b^* = (001)_2, (00*)_2, (0*1)_2, (*01)_2$ がある．このとき、式(1)に示すように、“*” をバイナリコード b に導入した際に許容される複数の頻度 h_{k,c_i} は平均値を用いて p_k として統合する．

$$p_k(c_i, b^*) = \frac{1}{2^{f(b^*)}} \sum_{n=(00\dots0)_2}^{(11\dots1)_2} h_{k,c_i}(b^*) \delta[b^*, n] \quad (1)$$

ここで、 $f(b^*)$ は b^* に含まれる “*” の数を出力する関数である．また、 $\delta[\cdot]$ はクロネッカーのデルタ関数を表しており、2つの要素が一致する場合は1、それ以外は0を出力する関数である．式(1)により、ビット反転を考慮したノードのマスキングができる．この処理を全ての “*” を適用したパターン b^* から求める．最適な “*” によるマスキング位置は、式(2)に示すように全ての “*” パターン b^* の内、クラス c_i ごとに頻度 p_k の値が最大となる “*” パターンを採用する．

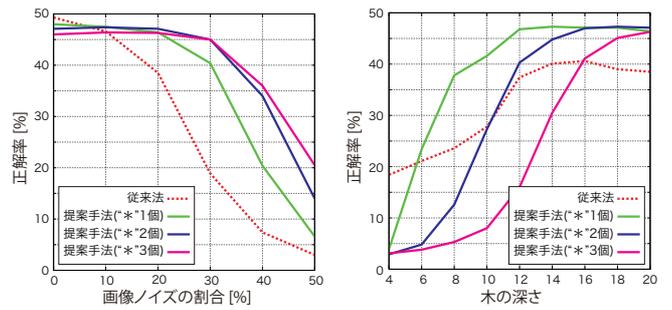
$$p'_k(c_i) = \max_{b^*} p_k(c_i, b^*) \quad (2)$$

そして、式(3)により各要素 p'_k を結合し、算出された頻度が最大となるクラス c_i に分類する．

$$\hat{c}_i = \operatorname{argmax}_{c_i} \prod_{k=1}^K p'_k(c_i) \quad (3)$$

3. 評価実験

提案手法の有効性を確認するため、ノイズを付加させた画像を用いて評価実験を行う．評価実験は、入力画像のキーポイントを分類し、(1) 画像ノイズの割合による認識精度、(2) 木の深さによる認識精度の比較を行う．各実験ではキーポイントは



(1) 画像ノイズの割合による認識精度の比較

(2) 木の深さによる認識精度の比較

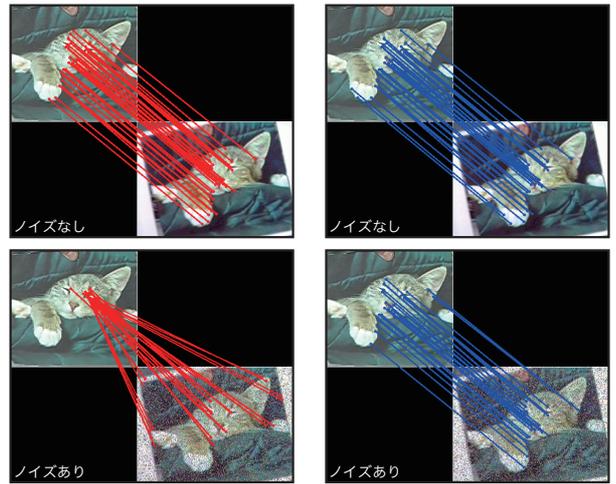


図2 実験結果
キーポイント分類によるマッチング結果

4. おわりに

本研究では、ワイルドカードを用いた Random Ferns によるノイズに頑健な特徴表現法を提案し、画像ノイズの影響による認識精度の低下を抑制し、高精度なキーポイント分類を実現した．今後は、物体検出等の問題に対して、提案手法の汎用性および有効性を確認する予定である．

評価実験の結果を図2に示す．(1)の実験結果では、提案手法は従来法と比較して画像ノイズの割合が増加した場合でも高い認識精度を維持できていることがわかる．(2)の実験結果では、提案手法は従来法と比較して決定木の深さが4以下の場合は認識精度は低下する．しかし、従来法においても高い認識精度が得られていない．従来法において最も高い認識精度のとき(深さ16)を比較すると、提案手法は従来法と比較して高精度な認識を実現している．マッチング結果からもわかるように、提案手法は従来法と比較して画像ノイズの影響による認識精度の低下を抑制できていることが確認できる．このことにより、提案手法によるワイルドカードを利用したバイナリのマスキングは、画像ノイズに対して頑健な特徴表現を可能にし、高精度なキーポイント分類を実現することができたといえる．

4. おわりに

本研究では、ワイルドカードを用いた Random Ferns によるノイズに頑健な特徴表現法を提案し、画像ノイズの影響による認識精度の低下を抑制し、高精度なキーポイント分類を実現した．今後は、物体検出等の問題に対して、提案手法の汎用性および有効性を確認する予定である．

文献

- [1] M. Ozuysal, M. Calonder, V. Lepetit, P. Fua, “Fast Keypoint Recognition using Random Ferns” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 32, Nr. 3, pp. 448 - 461, 2010.