

1. はじめに

画像からコーナーを検出するには、局所領域の勾配情報に基づいた Harris のコーナー検出法 [1] や、決定木を用いて高速なコーナー検出が可能な Features from Accelerated Segment Test (FAST)[2] が用いられている。FAST は高速にコーナー点を検出できるが、テクスチャが複雑な自然領域においてコーナーらしい点を多く検出する問題がある。そこで、本研究ではコーナーらしい点のみを高速に検出するカスケード化した FAST を提案する。

2. FAST

FAST は注目画素 I_p とその周囲 16 画素の輝度 $I_{p \rightarrow x}$ を比較し、式 (1) により Brighter, Similar, Darker に分類する。

$$S_{p \rightarrow x} = \begin{cases} \text{Brighter} & I_p + t \leq I_{p \rightarrow x} \\ \text{Similar} & I_p - t < I_{p \rightarrow x} < I_p + t \\ \text{Darker} & I_{p \rightarrow x} \leq I_p - t \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 t はしきい値を表し、Brighter または Darker が 9 画素以上連続した場合に注目画素をコーナーとして定義する。この定義に従って、コーナーと非コーナーのラベルを与えた画素を入力として、機械学習により決定木を学習する。コーナー検出時は注目画素をトラバースルすることでコーナーであるかを判定する。

しかし、テクスチャが複雑な自然領域においてコーナーらしい点を多く検出する問題がある。そこで、自然領域から検出されるコーナーらしい点と人工物領域から検出されるコーナーらしい点の周囲の画素と注目画素の関係の傾向を調査する。図 1 の縦軸は周囲の画素値と注目画素の画素値の差分値、横軸は円周上の隣り合う画素の角度を示す。コーナーらしい点の周囲 20 画素、16 画素、12 画素の差分値は大きな値が連続し、同一の傾向があることがわかる。一方、コーナーらしい点の周囲の画素の差分値には、ばらつきがあることがわかる。

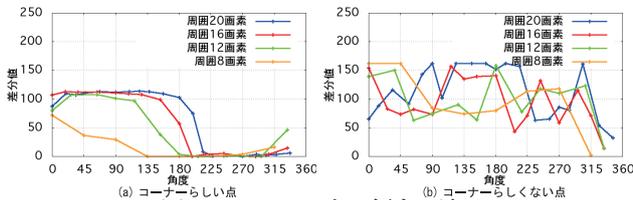


図 1: コーナー点の傾向の違い

3. Cascaded FAST

上記の調査に基づき、本研究では以下の 2 つの条件を用いたコーナー検出法を提案する。1 つ目は周囲 {20, 16, 12} 画素の Brighter または Darker の連続性による条件、2 つ目は周囲 {20, 16, 12} 画素のオリエンテーションの類似性による条件である。この 2 つの条件を用いて非コーナーの検出の抑制を実現する。

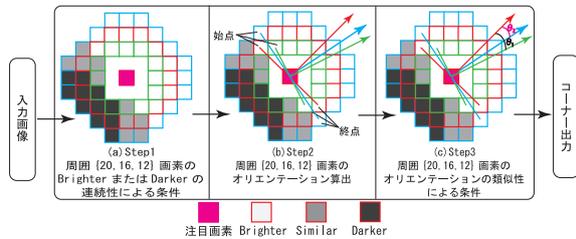


図 2: 提案手法の流れ

3.1. 提案手法の流れ

提案手法では Brighter または Darker の連続性とオリエンテーションの類似性を用いてコーナーらしい点のみを検出する。以下に提案手法の流れを述べる。

Step1: Brighter または Darker の連続性による条件

式 (1) により周囲 {20, 16, 12} 画素を式 Brighter, Similar, Darker に分類する (図 2(a))。Brighter または Darker がそれぞれ {11, 9, 6} 画素以上連続する場合に注目画素を

コーナー候補点とする。

Step2: オリエンテーションの算出

コーナー候補点に対して連続する Brighter または Darker の始点から終点までの角度を求める。その角度を 2 等分する方向をオリエンテーションとする (図 2(b))。

Step3: オリエンテーションの類似性による条件

周囲 16 画素のオリエンテーションと周囲 12 画素のオリエンテーションの角度 θ_1 、周囲 16 画素のオリエンテーションと周囲 20 画素のオリエンテーションの角度 θ_2 を求める (図 2(c))。 $\theta_1 \leq Th_1$ 、 $\theta_2 \leq Th_2$ の条件を満たす場合、注目画素をコーナーとして出力する。ここで、 Th_1 と Th_2 はしきい値を表し、周囲 {20, 12} 画素のオリエンテーションはそれぞれ分解能が異なるため、それぞれのしきい値を用いる。

3.2. カスケード化による高速化

提案手法では、周囲 16 画素を参照する決定木、周囲 12 画素を参照する決定木、周囲 20 画素を参照する決定木を生成し、3 つの決定木をカスケード状に並べることで高速化する。FAST と同様に決定木の学習は ID3 のアルゴリズムに従って決定木を学習する。

4. 評価実験

提案手法の有効性を評価実験により示す。

4.1. 実験概要

Harris のコーナー検出 (Harris) では、コーナーらしさをレスポンス値として出力する。これを適切なしきい値により処理して検出された点を真のコーナーとして、FAST と提案手法の F 値を比較する。実験に用いる画像は自然領域、人工物領域が含まれる画像 130 枚を使用し、全ての画像における F 値の平均を算出する。

4.2. 実験結果

コーナー数に対する F 値を図 4 に示す。図中の緑線は Harris の適切なしきい値を示す。コーナー数が 950 個のとき、提案手法は FAST より高い F 値となった。図 3 に各手法のコーナー検出結果を示す。FAST では自然領域から多くの非コーナーを検出しているが、提案手法では抑制しつつ、Harris と同じようなコーナー点のみを検出していることがわかる。次に各手法の処理時間の比較結果を表 1 に示す。提案手法の処理時間は Harris と比較すると約 11 倍高速であり、135fps でリアルタイム処理が可能である。



図 3: コーナーの検出結果

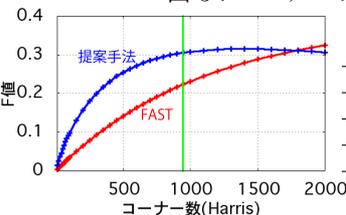


図 4: F 値による比較

表 1: 速度の比較

手法	処理時間 [ms]
Harris	81.1
FAST	4.5
提案手法	7.4

5. おわりに

提案手法では FAST をベースとし、周囲 {20, 16, 12} 画素の連続性とオリエンテーションの類似性を用いることで、コーナーらしい点のみを高速に検出することが可能である。今後は Cascaded FAST に適した学習法について検討する予定である。

参考文献

[1] C. Harris, et al., "A Combined Corner and Edge Detector", Proc. of Alvey Vision Conference, pp. 147-151, 1988.
 [2] E. Rosten, et al., "Machine Learning for High-speed Corner Detection", ECCV, pp. 430-443, 2006.