

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650090

研究課題名(和文) パターン認識を目的とした符号化撮像とその最適化

研究課題名(英文) Computational photography for pattern recognition and its optimization

研究代表者

岩村 雅一 (Iwamura, Masakazu)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80361129

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：文字や物体などを撮影してコンピュータで認識する機会が増えている。撮影した画像にぼけやぶれが生じることが少なくないため、このような劣化があっても問題なく認識できる方法が求められる。しかし、コンピュータでものを認識する研究では、画像にぼけやぶれが無いことが想定されることが多く、激しいぼけやぶれに対して頑健な認識方法はなかった。そこで本研究では、特にぼけに注目して、文字などが激しくぼけていても正しく認識できる方法を提案した。

研究成果の概要(英文)：It is getting common to capture characters and objects with a portable device and recognize them by a computer. Defocus and motion blur can happen on the captured images. Most recognition algorithms, however, are not designed to cope with images with them. In this research, we proposed methods that can recognize severely defocused patterns.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：パターン認識 符号化開口 コンピュータショナルフォトグラフィ ぼけ ぶれ

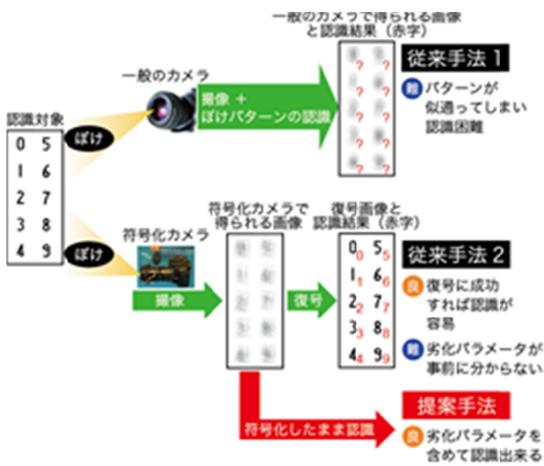


図 1：提案手法の位置付け
(ぼけた数字認識を例として)

1. 研究開始当初の背景

近年、小型撮像デバイスを用いてパターン認識を行う機会が増えている。代表例として、撮影した認識対象に対して物体認識や文字認識等を行い、関連する検索結果を提示する Google Goggles や、ウェアラブルカメラを用いた一人称ビジョン等が挙げられる。これらを実現する上で問題となるのが、撮像される画像に生じるぼけやぶれである。カメラで撮影した画像がぼけたりぶれたりすることは少なくない。特にウェアラブルカメラなどを使用した場合は顕著である。

しかし、パターン認識の認識アルゴリズムの研究では、認識対象の画像にぼけやぶれが無いことを想定することが多い。そのため、認識アルゴリズムの前提と実際の状況は大きく乖離しており、ぼけやぶれに頑健な認識方法が求められる。

この問題を克服する方法として、ぼけた画像の認識が考えられる(図 1：従来手法 1)。例えば SIFT 特徴量のようにあらかじめぼかした画像を学習することもできるし、生成モデルを使用してぼけた画像を大量に生成し、学習しておくこともできる。しかし、ぼけの程度が著しい画像は互いに炊事してしまうため、認識が難しい。例えば、図 2 (a)の「0」と「8」はぼけていないので区別は難しくないが、図 2 (b)のようにぼけてしまうと、区別するのは容易でない。したがって、この方法の有効性には本質的な限界がある。

別の解決策として、撮像の工夫が考えられる(図 1：従来手法 2)。符号化撮像(コンピュータシヨナル・フォトグラフィ)は、絞りや露光を符号化できる特殊な符号化カメラで撮像する方法である。この方法で撮影した画像は符号化されているため、一見情報が失われているように見えるが、計算機を使って復号化することで鮮明な画像を得ることができる。そのため、正しく復号化できれば、復号した画像の認識によってぼけやぶれを克服できると考えられる。しかし、正確な復号には対象物体のカメラから被写体までの

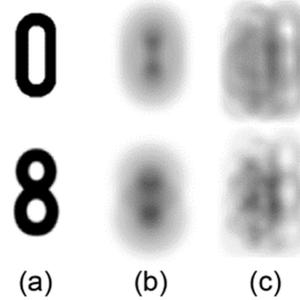


図 2：「0」と「8」の区別。(a)元画像、
(b)円形開口でぼかした画像、(c)符号化
開口でぼかした場合

距離(奥行)を正しく推定する必要がある等、必ずしも容易ではない。

2. 研究の目的

上記の問題を克服する方法として、本研究では符号化撮像によって得られた符号化画像を復号化せず、そのまま認識する方策を検討する(図 1：提案手法)。

以下、ぼけに限定して話を進める。

ぼけた画像を認識するためには、認識対象の奥行きを推定する必要がある。もし2枚以上の画像を使用することができるのであれば、ステレオ法などによって奥行きを推定することができるが、本研究では使用する画像を1枚のみに限定した場合について考える。そして、パターン認識を目的とすることを利用して、従来とは異なる奥行き推定法を検討する。パターン認識の認識対象であれば、識別器を学習するためにあらかじめ学習サンプルが得られているはずである。本研究では、これを利用する。

3. 研究の方法

本研究では、ぼけに頑健なパターン認識を実現すべく、2種類の研究を行った。

(1) テンプレートマッチングに基づく認識

テンプレートマッチングに基づく認識では、ぼけた認識対象の大きさ(スケール)が既知という条件でその奥行とクラス(文字認識であれば、字種)を同時に推定する方法を提案した。

この方法の基本的な考え方は、図 3 に示すように、各クラスのパターンを異なる奥行きで撮影したときの画像をシミュレーションによってあらかじめ作成し、データベースに登録しておき、それらの画像を認識対象の画像中から探し出すというものである。これを実現する最も単純な方法は、スライディングウィンドウ法と組み合わせたテンプレートマッチングである。

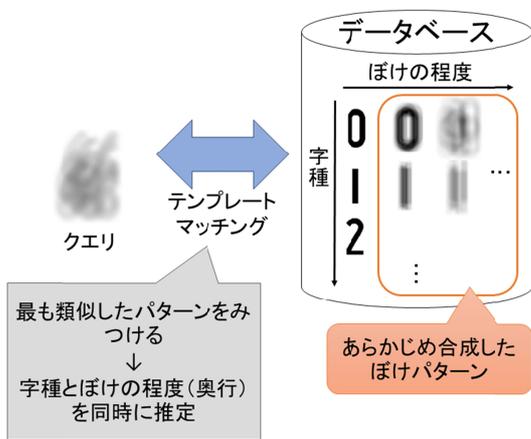


図 3：提案手法(1)：テンプレートマッチングに基づく方法

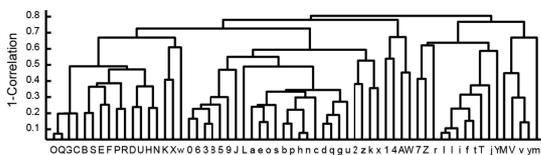


図 4：提案手法(1)の高速化のための合成クラス

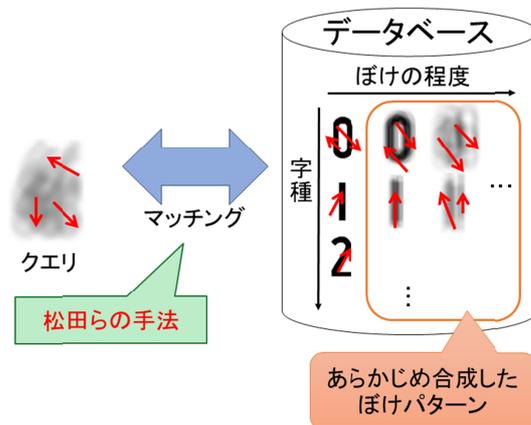


図 5：提案手法(2)：局所特徴量に基づく方法

ただし、この方法はデータベースに登録してあるパターン数(クラス数とぼけパターンの数の積)に比例した計算時間が必要となる。そのため、この計算時間を削減する方法を考案した。高速化は、字種と奥行を同時に推定するのではなく、別々に推定することによって実現する。まず奥行を推定し、その後各字種のぼけパターンのうち、その奥行のもののみを照合する。奥行きを求める際には、原理的に奥行き推定に適したパターンを用いる必要がある。そこで図4に示すデンドログラムを用いて合成クラスを作成することにより、推定精度を維持したまま計算時間を削減する。

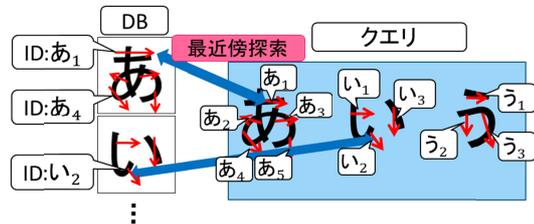


図 6：提案手法(2)で使用した松田らの手法の概要

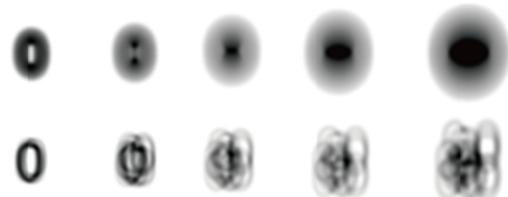


図 7：実験で用いた画像(「0」の場合)。上段：円形開口、下段：符号化開口。右に行くほど、ぼけの程度が大きい。

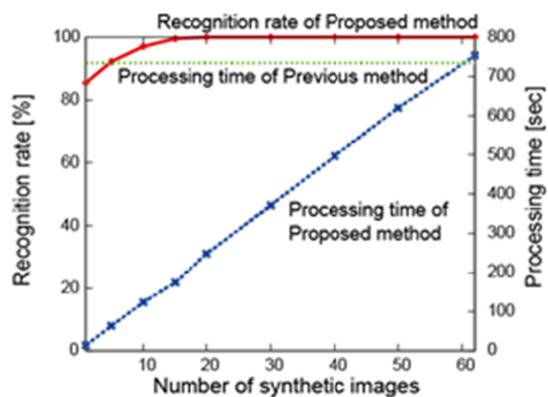


図 8：提案手法(1)の高速化。横軸：合成画像数、縦軸：平均認識率とクエリ1枚あたりの平均処理時間

(2) 局所特徴量に基づく認識

局所特徴量とは、画像の一部のみから計算される特徴量であり、物体認識によく用いられる。ここでは図5に示すように、局所特徴量の配置を利用して文字認識を実現する手法(松田らの手法、図6参照)をこの問題に適用することで、ぼけた認識対象の大きさ(スケール)が未知の場合でも認識できる方法を提案する。この方法は結果的に提案手法(1)よりも高速である。

4. 研究成果

(1) テンプレートマッチングに基づく認識

実験には、図7のように、円形開口(通常のカメラで撮像する場合)と符号化開口(符号化撮像する場合)でぼかした文字画像をシミュレートして作成した。テンプレートマッチングに基づく認識は、ぼけた文字でも認識

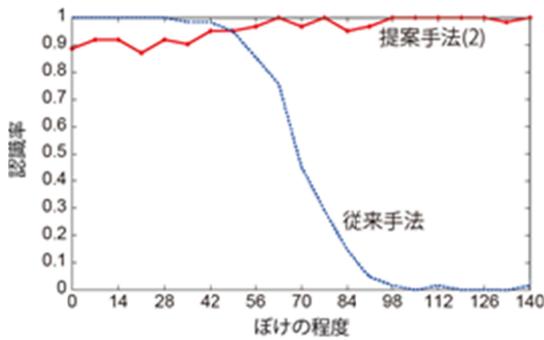


図 9：提案手法(2)の実験結果

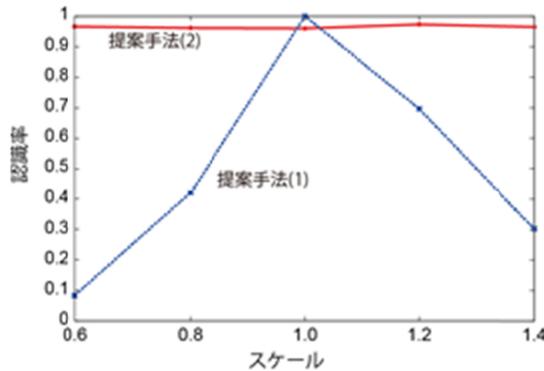


図 10：提案手法(2)の実験結果

率 100%を達成することができた。しかし、1文字当たり平均 700 秒以上の計算時間を要したため、字種と奥行を別々に推定することで高速化を図った。その結果、図 8 に示すように、認識率を 100%に保ったまま、計算時間を 1/3 程度に減らすことができた。

(2) 局所特徴量に基づく認識

図 9、10 に示すように、提案手法(2)は従来手法よりも高精度でぼけた文字を認識でき、さらに提案手法(1)とは異なり、スケール変化に頑健である。1文字当たりの計算時間を比べると、従来手法が 6 秒、提案手法(1) (高速化なし) が 100 秒に対して、提案手法(2)は 0.16 秒である。これらから、認識精度、計算時間の両方において、提案手法(2)の優位性が確認できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. Masakazu Iwamura, Masashi Imura, Shinsaku Hiura and Koichi Kise, Recognition of Defocused Patterns, IPSJ Trans. Computer Vision and Applications (CVA), 2014. Accepted.

〔学会発表〕(計 3 件)

1. 伊村 政志, 岩村 雅一, 日浦 慎作, 黄瀬 浩一, ピントのずれに頑健な文字認識手

法の高速化, 電子情報通信学会技術研究報告, 112, 385, PRMU2012-111, p.257 - 262, 2013 年 1 月 24 日

2. 伊村 政志, 岩村 雅一, 日浦 慎作, 黄瀬 浩一, ピントのずれに頑健な文字認識手法の提案, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2012), IS1-72, pp.1-8, 2012 年 8 月 6 日

3. 伊村 政志, 岩村 雅一, 日浦 慎作, 黄瀬 浩一, パターン認識に基づく制約を用いた符号化開口による文字認識, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), 2012-CVIM-182, 30, CVIM182, pp.1-7, 2012 年 5 月 23 日

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等: なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩村 雅一 (Iwamura, Masakazu)

大阪府立大学・大学大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 80361129

(2) 研究分担者

日浦 慎作 (Hiura, Shinsaku)

広島市立大学・情報科学研究科・教授

研究者番号: 40314405