数値解析・最適化工学特論　課題２

提出日：2024/07/30

M223303

井口実紅

1. 入力画像を次の相似変換によって変換した出力画像から回転角度θとスケールパラメ

ータsをガウス・ニュートン法によって推定しなさい。

以下の項目について検討しなさい。

1. 初期値を変えたときの収束の仕方の違い

2. 入力画像を変えたときの推定精度の違い

3. その他、独自に考えた検討項目

以下にガウス・ニュートン法のアルゴリズムを示す。

1. θとsの初期値を適当に与える。
2. 画像I’に対して平滑微分画像、を作成する。平滑微分画像はガウシアンフィルタ で平滑化し、その画像に対しx軸方向、y軸方向で微分することにより、得ることができる。
3. Jのθに対する1階微分と2階微分を計算する

ガウス・ニュートン法で最小化する式

1階微分

２階微分

このとき

と置くと、、は以下のように求められる。

1. Jのsに対する1階微分と2階微分を計算する

1階微分

２階微分

、は以下のように求められる。

1. Jのθとsでの微分を計算する
2. (Δθ, Δs)を次のように計算する
3. θ ← θ + Δθ、s ← s + Δsとして収束するまで繰り返す。

実験

以下の3点について検討を行う。

1. 初期値を変えたときの収束の仕方の違い

2. 入力画像を変えたときの推定精度の違い

3. 入力画像のサイズを変えたときの推定精度の違い

1. 初期値を変えたときの収束の仕方の違い

入力画像を図1に、入力画像をθ＝30、s=0.7で相似変換した際の出力画像を図２に示す。画像サイズは双方1080×1080である。

猫を抱いているレッサーパンダ

中程度の精度で自動的に生成された説明

図1　入力画像　　　　　　　　　　　　　図2　出力画像

これらの画像を用い回転角度θとスケールパラメータsの推定をガウス・ニュートン法により行った。今回はループ回数を100として実験を行う。

θの初期値を０、sの初期値を１としたときのループごとのθ推定値の様子を図3、ｓ推定値の様子を図4に示す。

グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

図3　θ=0、s=1の際のθ推定値の推移

グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

図4　θ=0、s=1の際のsの推定値の推移

　ループ回数が100回目の時点でθ=13.62932、ｓ＝0.703209となった。ｓの値は真値に非常に近しいが、θの値は真値からかなり離れている。これは、θ推定がまだ収束していないためだと考えられる。

　次にθの初期値を20、ｓの初期値を0.5としたときのループごとのθ推定値の様子を図５、ｓ推定値の様子を図6に示す。

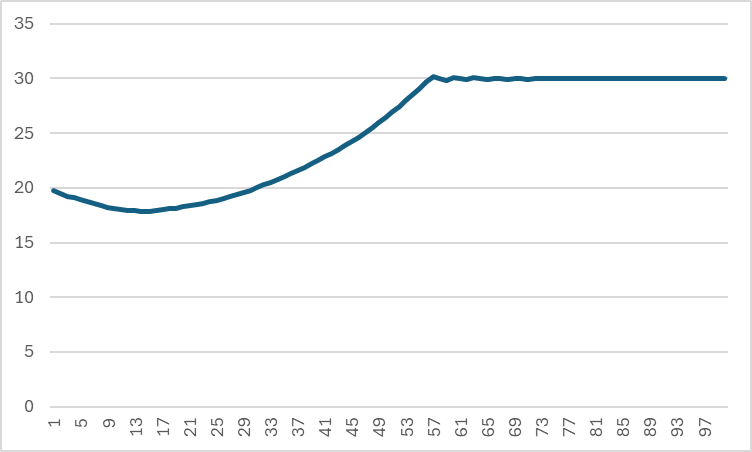


図5　θ=20、s=0.5の際のθ推定値の推移

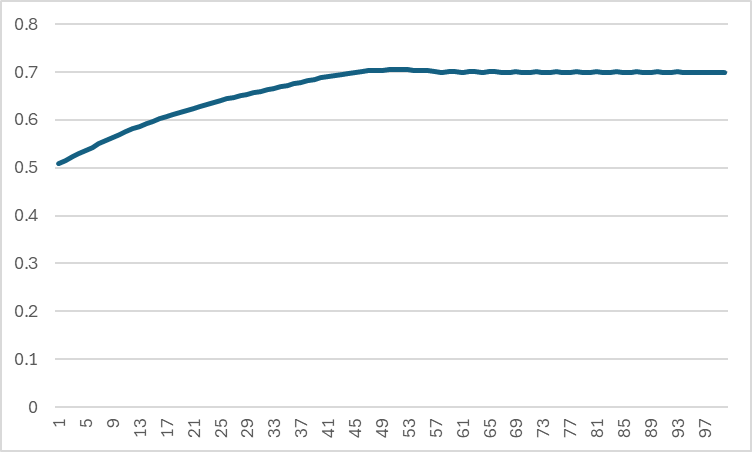


図6　θ=20、s=0.5の際のs推定値の推移

ループ回数が100回目の時点でθ=30.00498、ｓ＝0.699834となった。θ、sの双方ともに真値に近しい値で収束していることが確認できる。θの初期値を20としたため、初期値から真値の値が近づきループが100回の間に収束することができたのだと考えられる。

1. 入力画像を変えたときの推定精度の違い

入力画像を図1に、入力画像をθ＝30、s=0.7で相似変換した際の出力画像を図２に示す。画像サイズは双方1080×1080である。

桟橋の上に置かれたボート

中程度の精度で自動的に生成された説明文字の書かれた紙

中程度の精度で自動的に生成された説明

図7　入力画像　　　　　　　　　　　　　図8　出力画像

　実験1と同様にループ回数を100として実験を行った。θの初期値を０、sの初期値を１とした。ループごとのθ推定値の様子を図9、ｓ推定値の様子を図10に示す。

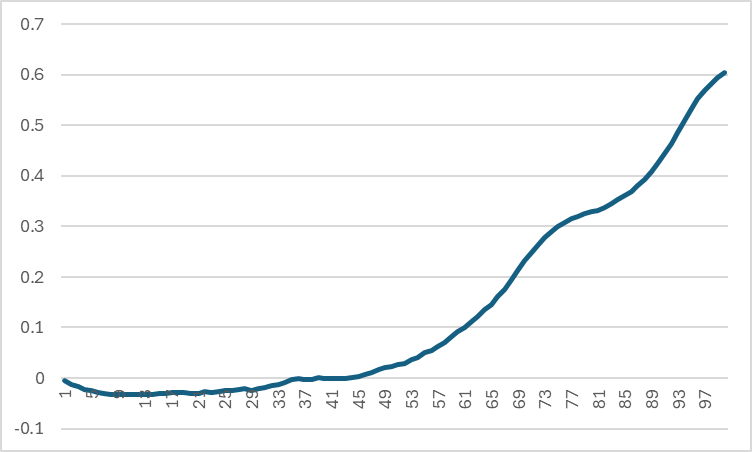


図9　入力画像を変更した際のθ推定値の推移

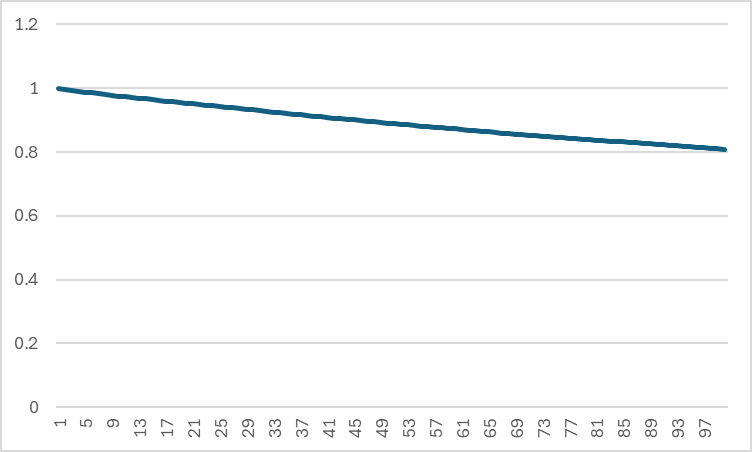


図10　入力画像を変更した際のs推定値の推移

ループ回数が100回目の時点でθ=0.603901、ｓ＝0.80861となった。θ、s双方ともに収束していないことが確認できる。これは、画像が変わることにより、特徴が大きく変化したため、元のアルゴリズムが期待する特徴との一致が難しくなり、最適化がうまくいかなくなったのではないかと考えられる。

1. 入力画像のサイズを変えたときの推定精度の違い

入力画像を図11に、入力画像をθ＝30、s=0.7で相似変換した際の出力画像を図1２に示す。画像サイズは双方250×250である。

動物, 猫, 哺乳類, 座る が含まれている画像

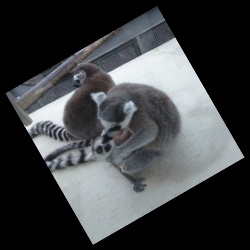
自動的に生成された説明

　　　　　図11　入力画像　　　　　　　　　　図12　出力画像

実験1と同様にループ回数を100として実験を行った。θの初期値を０、sの初期値を１とした。ループごとのθ推定値の様子を図13、ｓ推定値の様子を図14に示す。

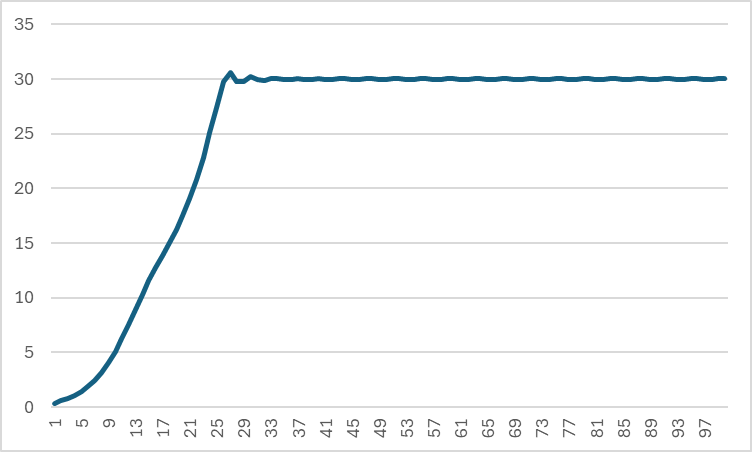


図13　画像サイズを変更した際のθ推定値の推移

図14　画像サイズを変更した際のs推定値の推移

ループ回数が100回目の時点でθ=30.00918、ｓ＝0.699464となった。θ、sの双方ともに真値に近しい値で収束していることが確認できる。また、実験１の結果と比較して、早い段階で収束しており、計算時間も非常に短い時間で終了した。これは、画像のサイズが小さくなることで、処理しなければならないピクセルの数が減少し、各反復で必要な計算の総量が大幅に減少したためだと考えられる。