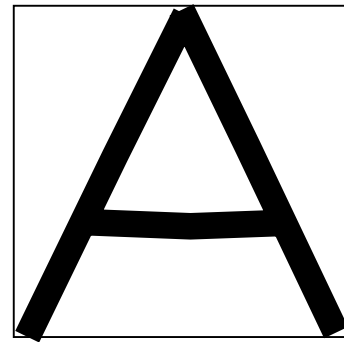

手書き文字の固有変形の抽出と 認識処理での利用

九州大学大学院システム情報科学研究所

○内田誠一, M.A. Ronee, 迫江博昭

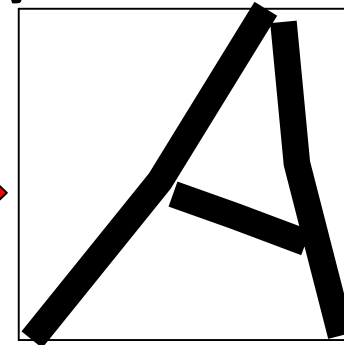
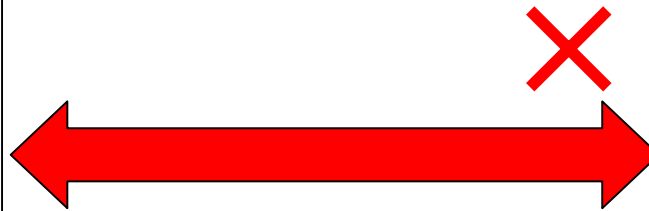
文字認識における弾性マッチングの利用

■ 単純なマッチング



標準パターン

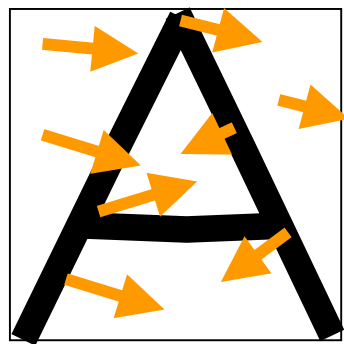
相違度高い



入力パターン

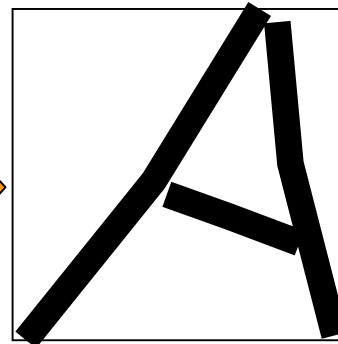
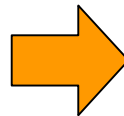
■ 弾性マッチング

変位場 v

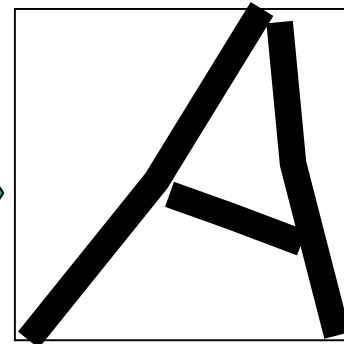
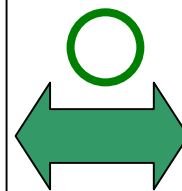


標準パターン

相違度低い

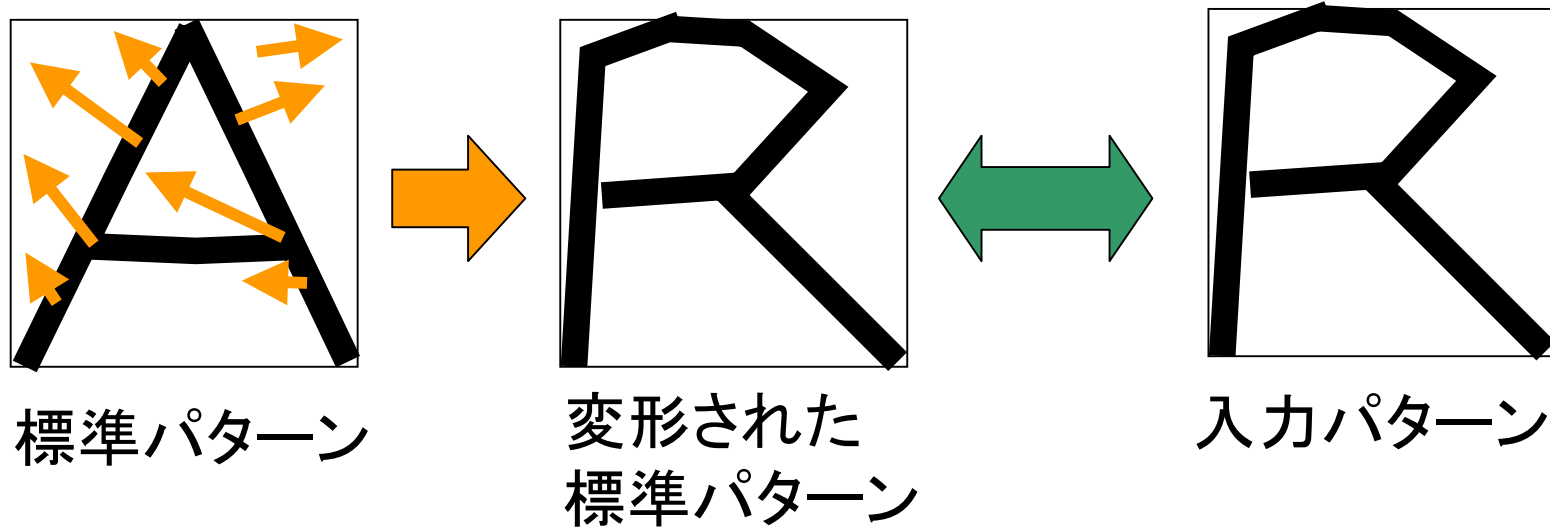


変形された標準パターン



入力パターン

過変形の問題

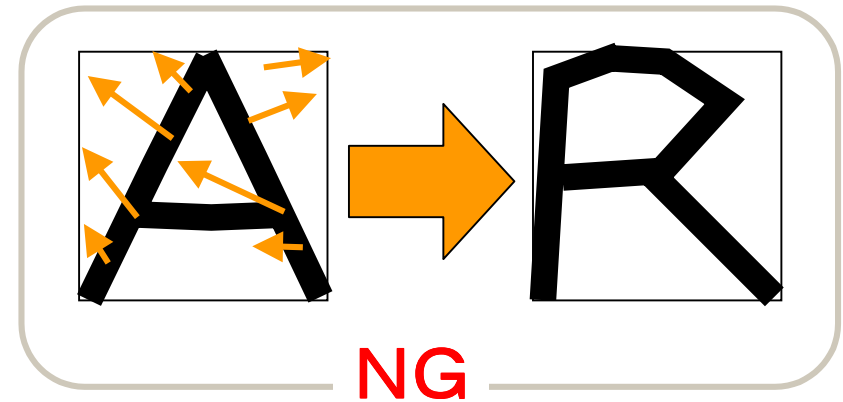
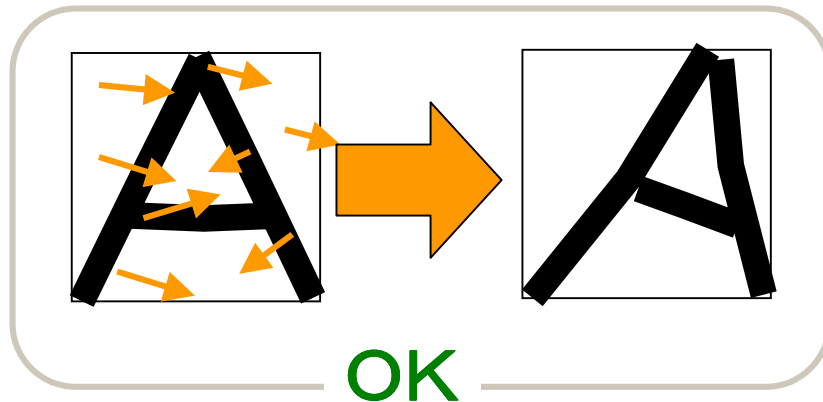


入力「R」を「A」と誤認識

本研究の目的



文字種固有の変形特性の利用による
過変形の排除



本研究の課題

- どのように固有変形特性を抽出するか？
- 認識処理において
どのように固有変形特性を利用するか？



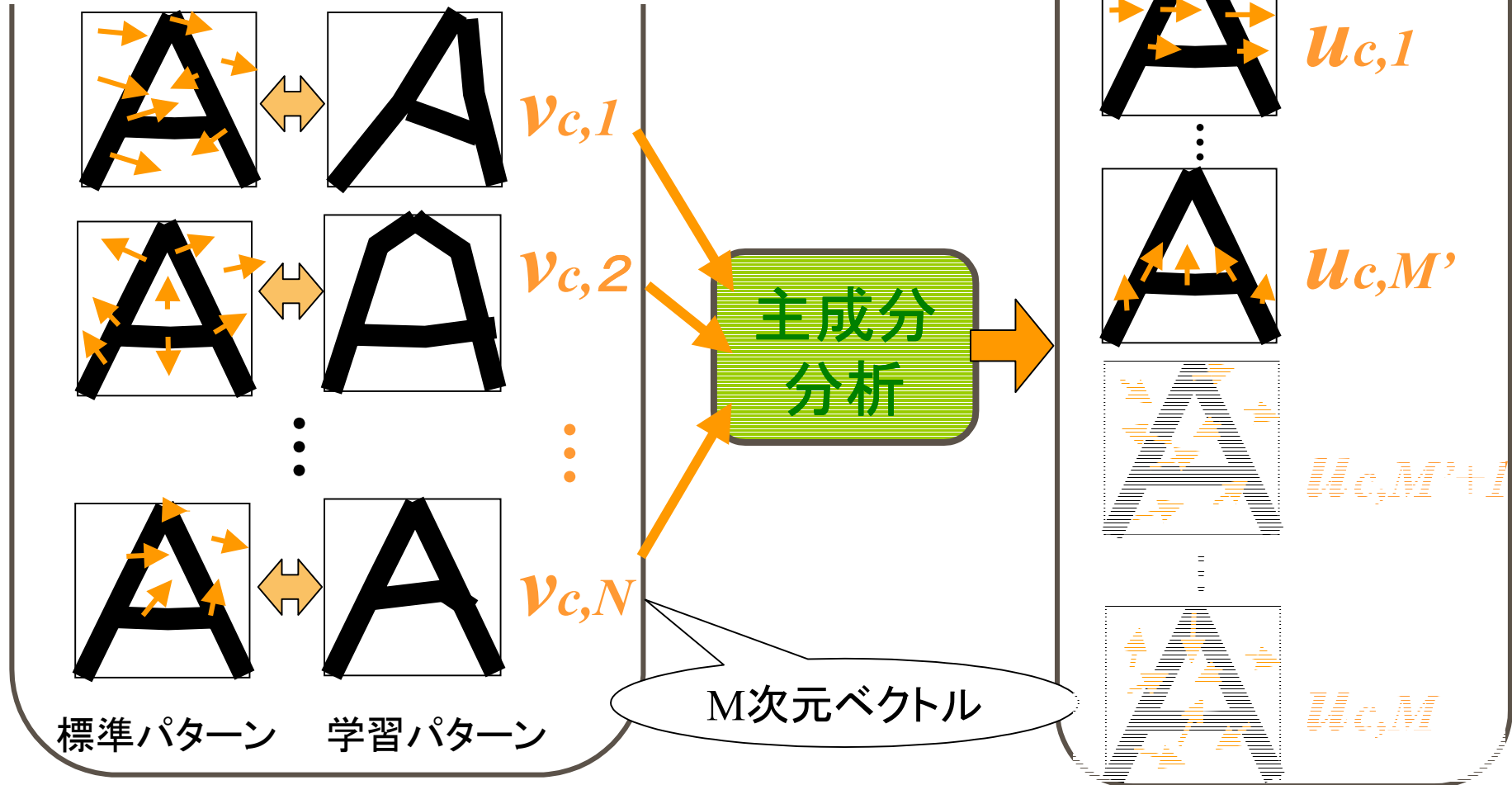
固有変形特性の抽出

基本的方針

- 弾性マッチングによる変位場の自動採集
- 統計的手法(主成分分析)による固有変形方向の推定

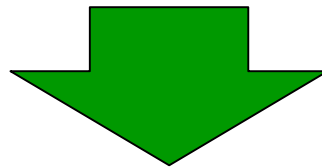
具体的な方法

弾性マッチングによる
カテゴリ c の変位場の採集



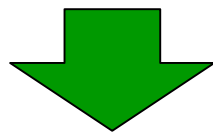
固有変形抽出実験で用いたデータ

英大文字(ETL6: 600サンプル × 26カテゴリ)



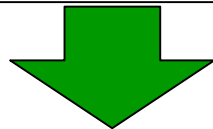
前処理

大きさ線形正規化、方向特徴抽出、縮小(→20×20)

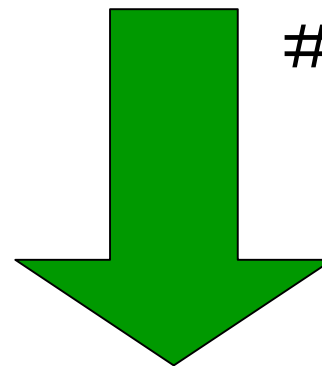


#1~100

単純平均



標準パターン

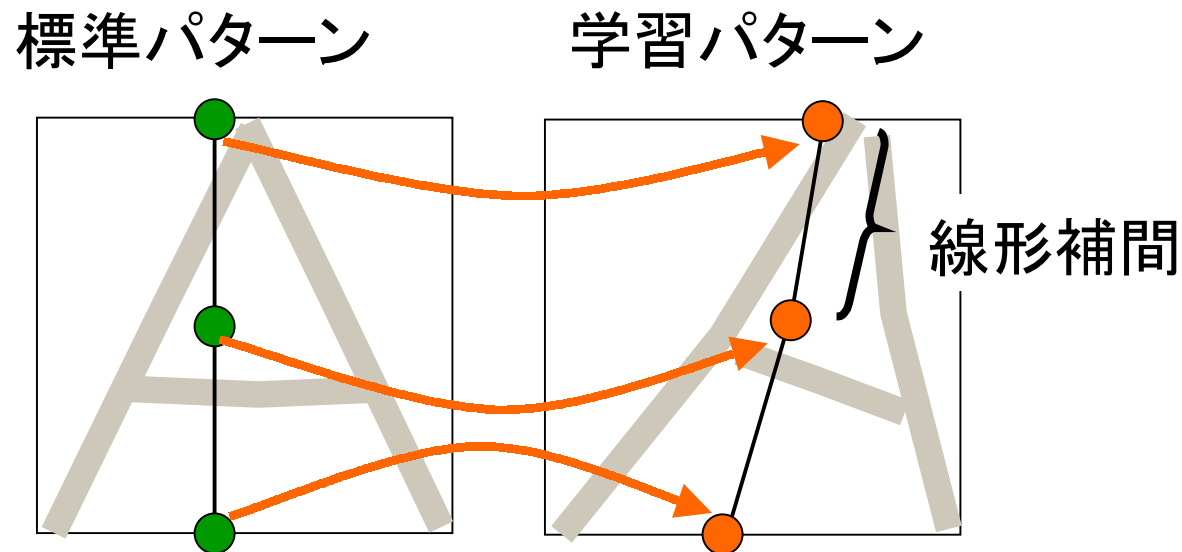


#101~600

学習パターン

実験で用いた弾性マッチング法

- 区分線形2次元ワープ法[内田-迫江:2000]を利用

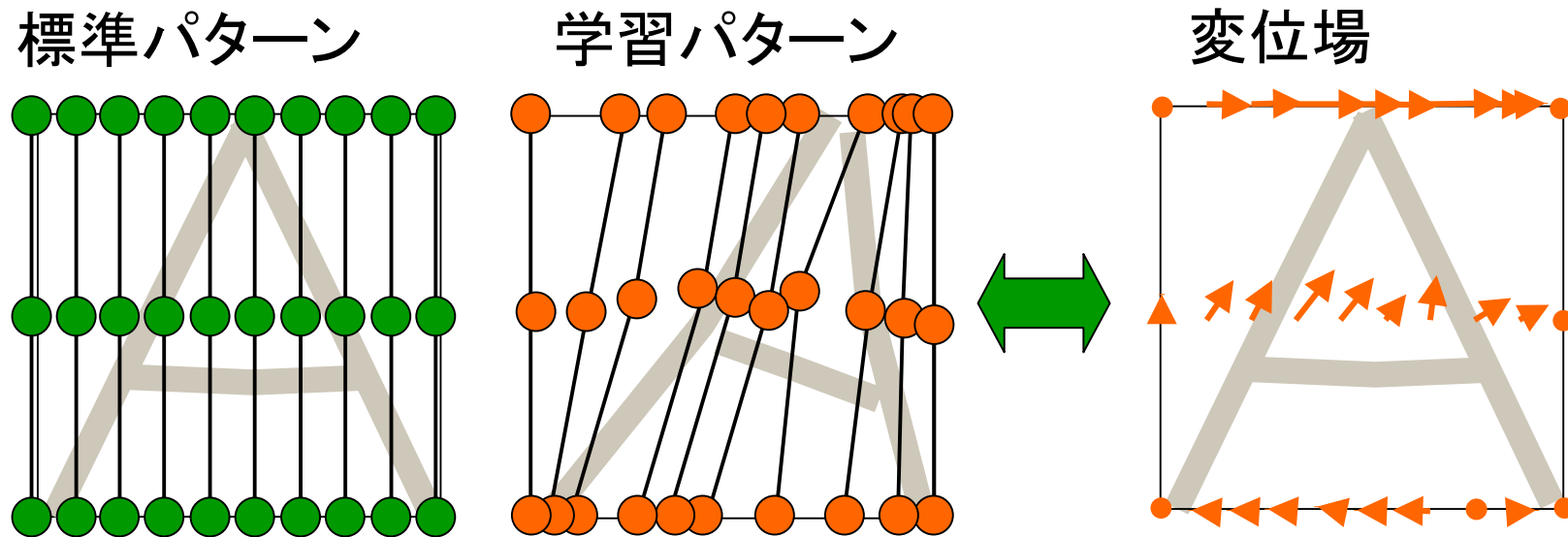


- 特徴

- 少ない制御点で全体の変位場を近似
- 変位場の最適性が保証(動的計画法に基づくため)

実験で用いた弾性マッチング法

■ 区分線形2次元ワープ法[内田-迫江:2000]を利用

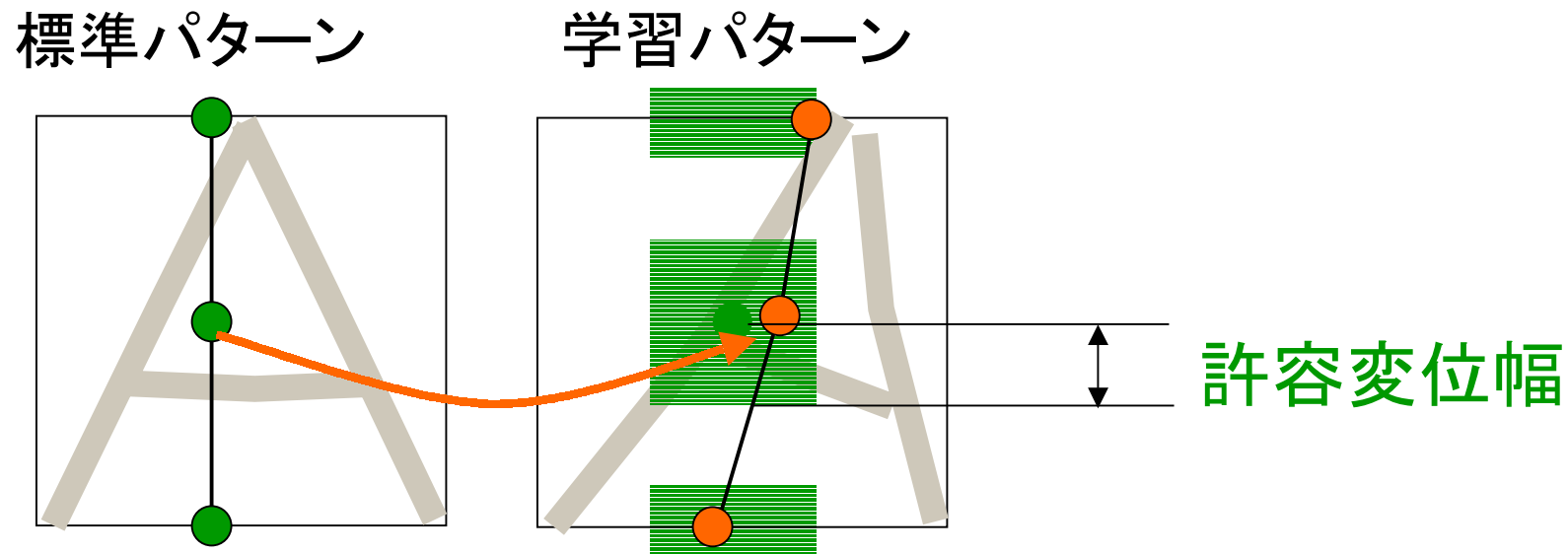


■ 特徴

- 少ない制御点で全体の変位場を近似
- 変位場の最適性が保証(動的計画法に基づくため)

実験で用いた弾性マッチング法

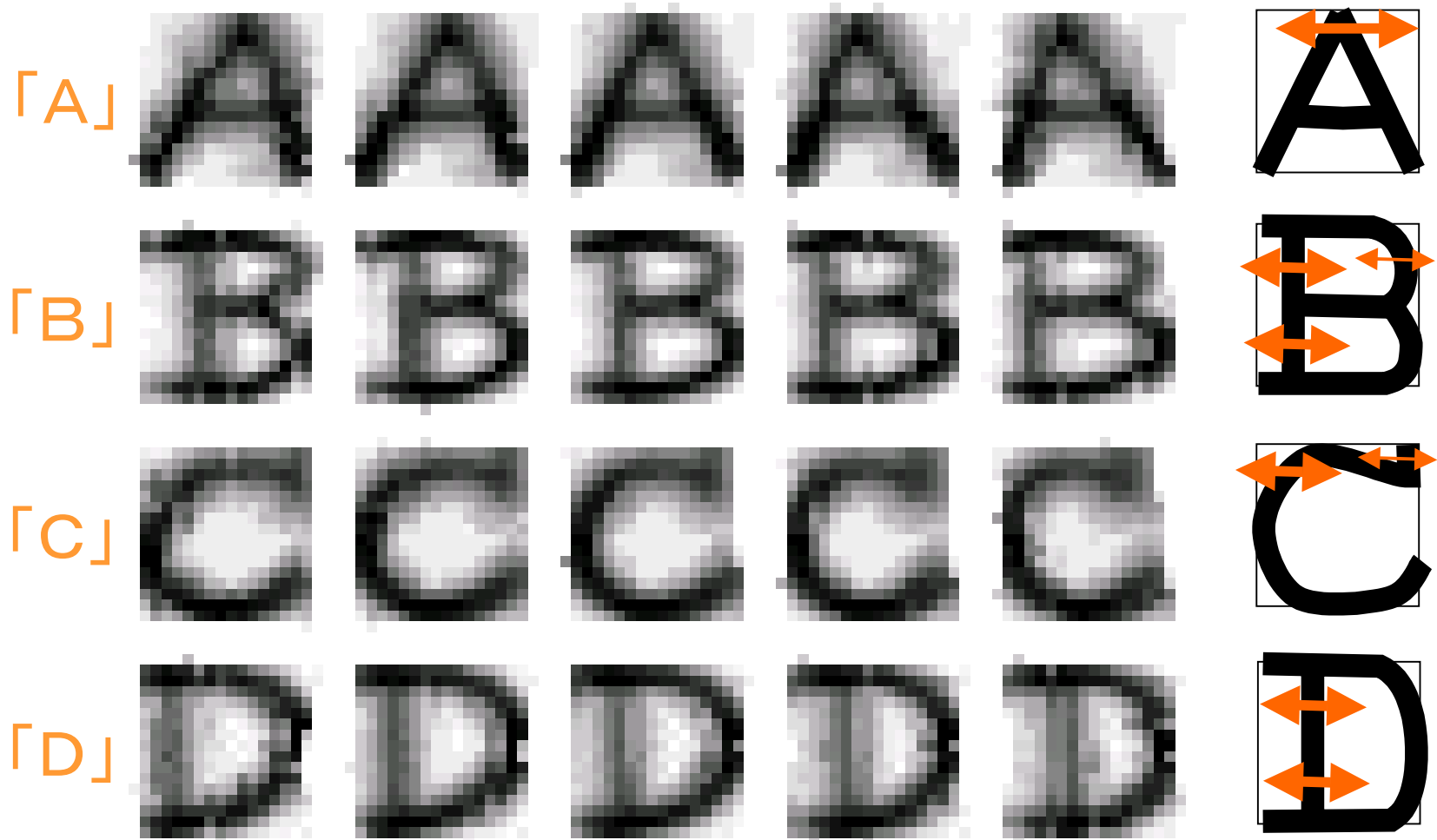
- 区分線形2次元ワープ法[内田-迫江:2000]を利用



- 特徴

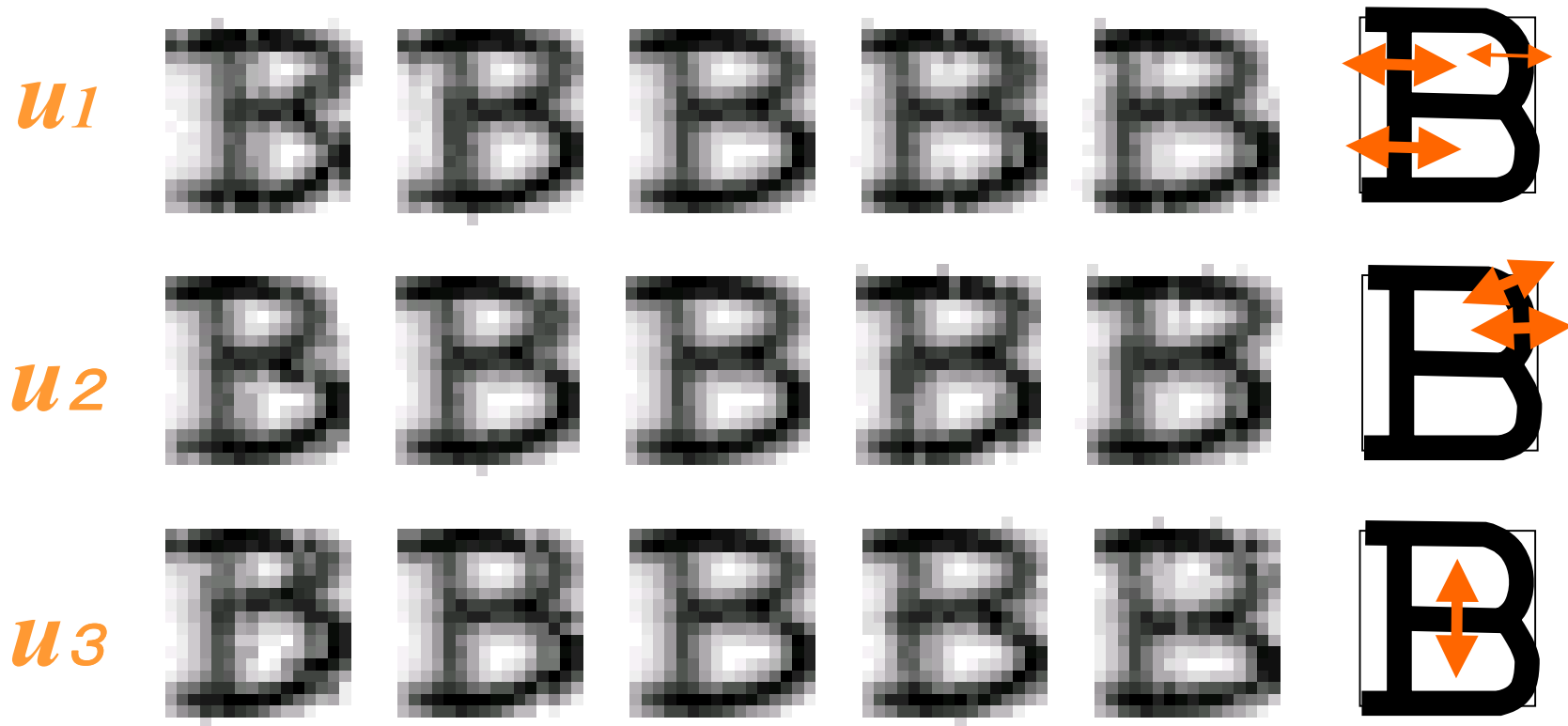
- 少ない制御点で全体の変位場を近似
- 変位場の最適性が保証(動的計画法に基づくため)

抽出された第1固有変形



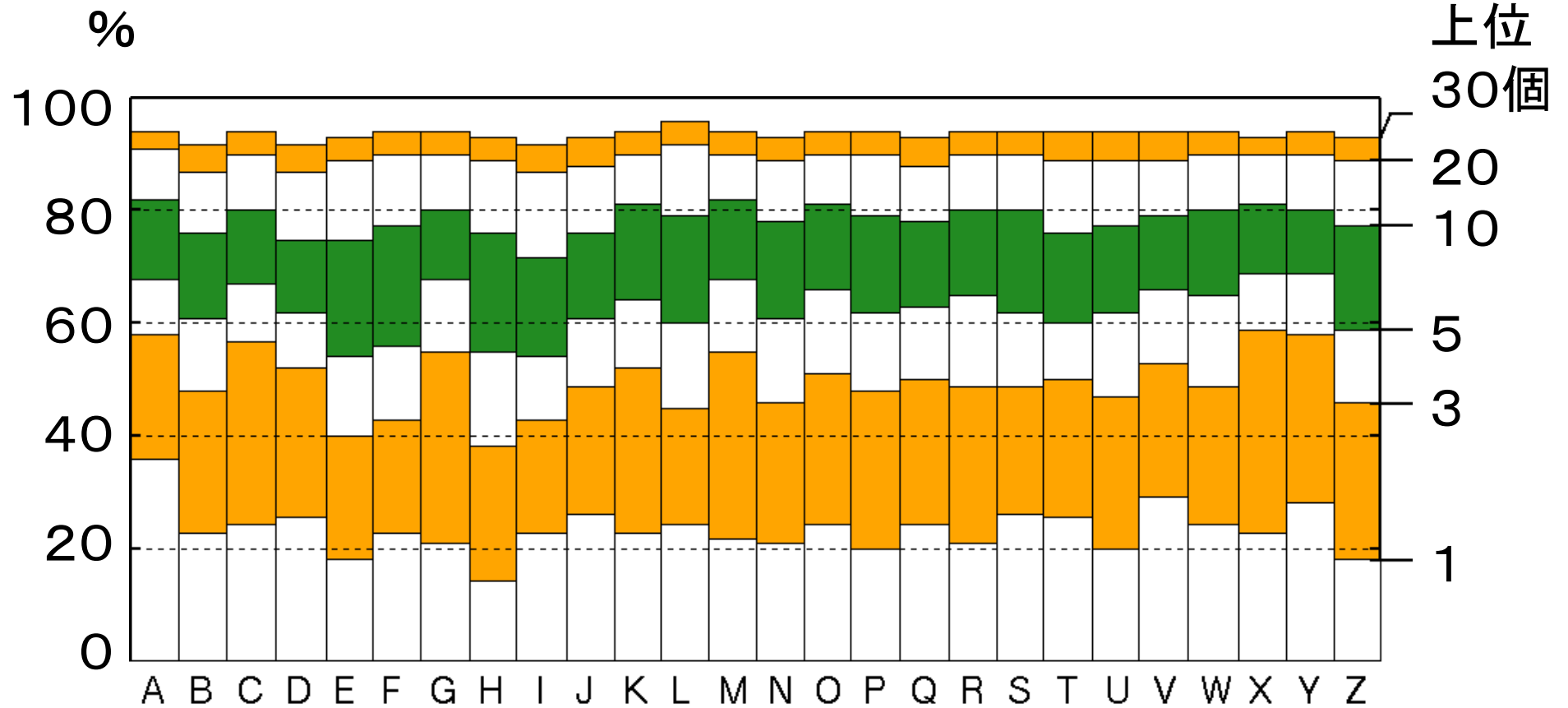
負方向に作用 ← ± 0 → 正方向に作用
(標準形)

「B」の第1～第3固有変形



負方向に作用 ← ± 0 → 正方向に作用
(標準形)

累積寄与率



固有変形特性の 認識処理における利用

基本的方針

入力-標準間で弾性マッチング

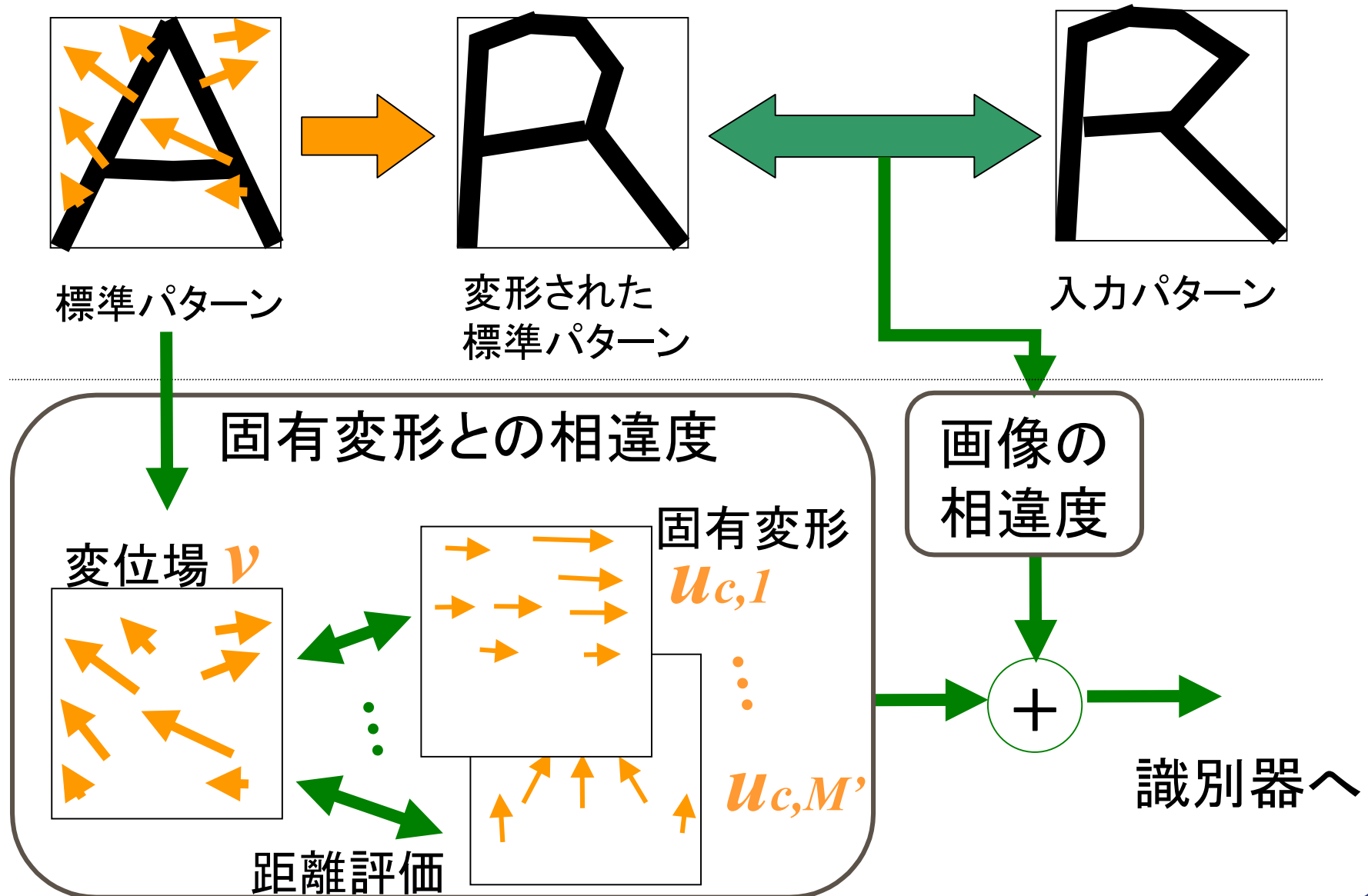


その際の変位場が
固有変形と大きく異なる



過変形の可能性大

具体的な方法



マハラノビス距離による相違度評価

固有変形との相違度：

$$\sum_{m=1}^M \frac{1}{\lambda_{c,m}} \langle \mathbf{v} - \overline{\mathbf{v}}_c, \mathbf{u}_{c,m} \rangle$$

\mathbf{v} : 弾性マッチングにより求めた
標準パターンと入力パターン間の変位場
(すなわち評価すべき対象)

c : カテゴリ

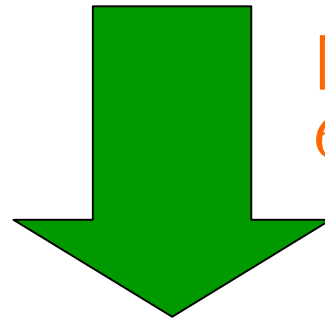
m : 固有変形(固有ベクトル)番号

$\mathbf{u}_{c,m}$: 固有変形ベクトル

$\lambda_{c,m}$: 寄与率

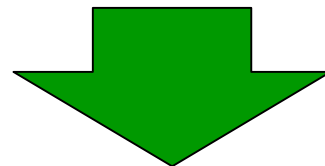
認識対象データ

英大文字(ETL6: 500サンプル × 26カテゴリ)



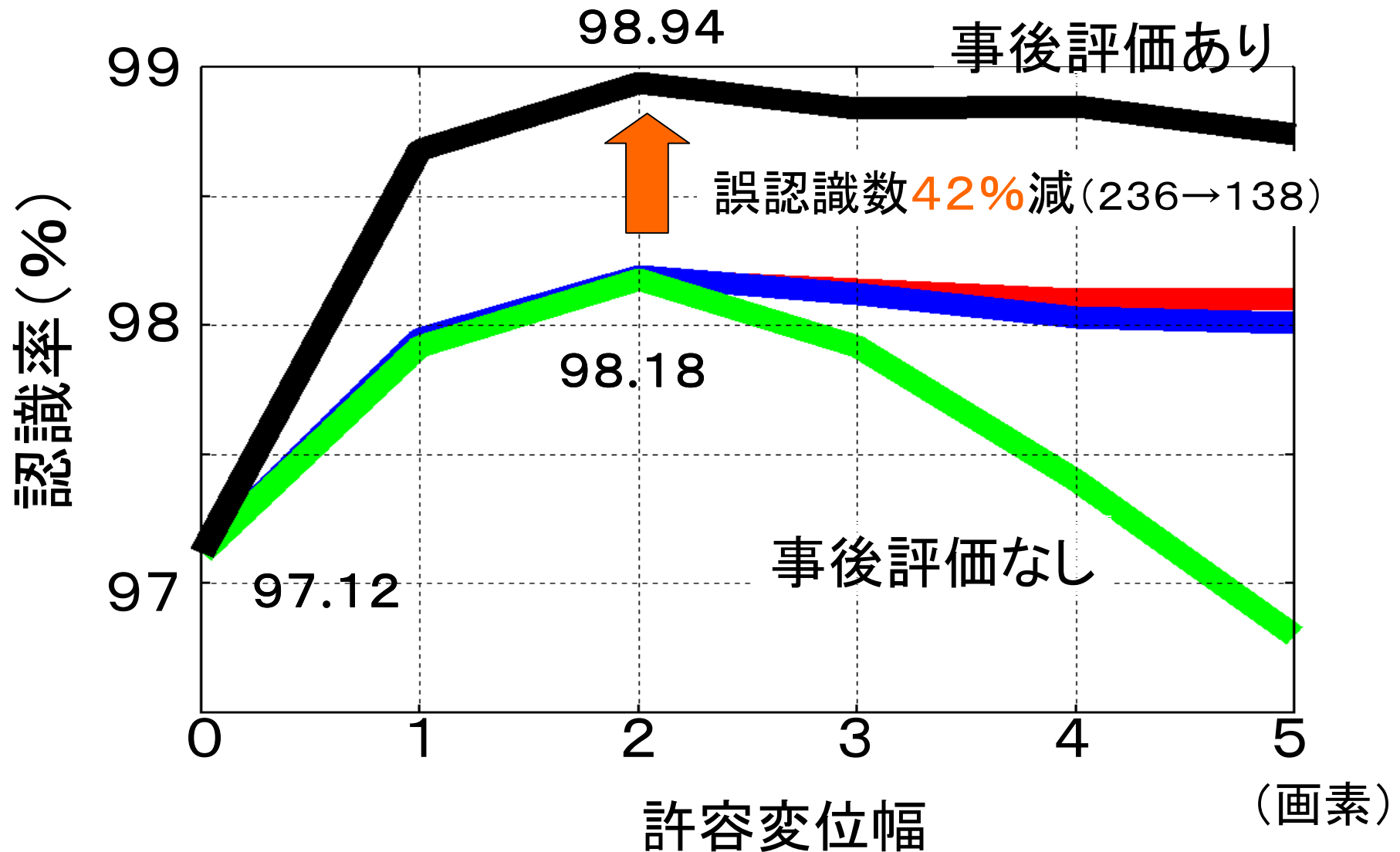
固有変形抽出時の
600サンプルとの重複なし

前処理
大きさ線形正規化、方向特徴抽出、縮小(→20×20)

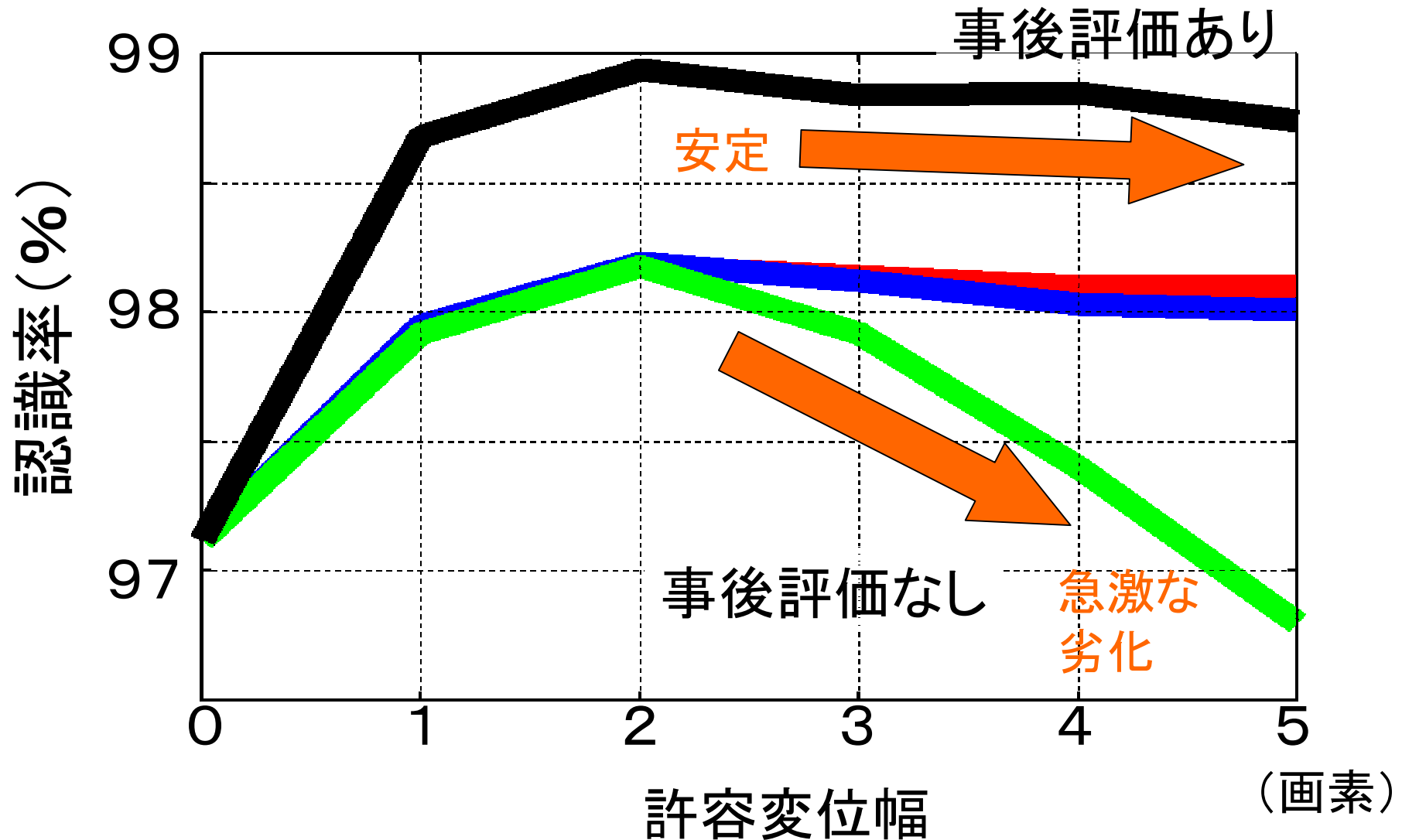


認識用テストパターン

最高認識率の比較



許容変位幅の変化の影響



カテゴリ別に見た改善効果

■ 減少が顕著だった誤認識パターン

■ 「M」→「H」 : 30→13

■ 「Z」→「I」 : 18→7

■ 「N」→「V」 : 7→0

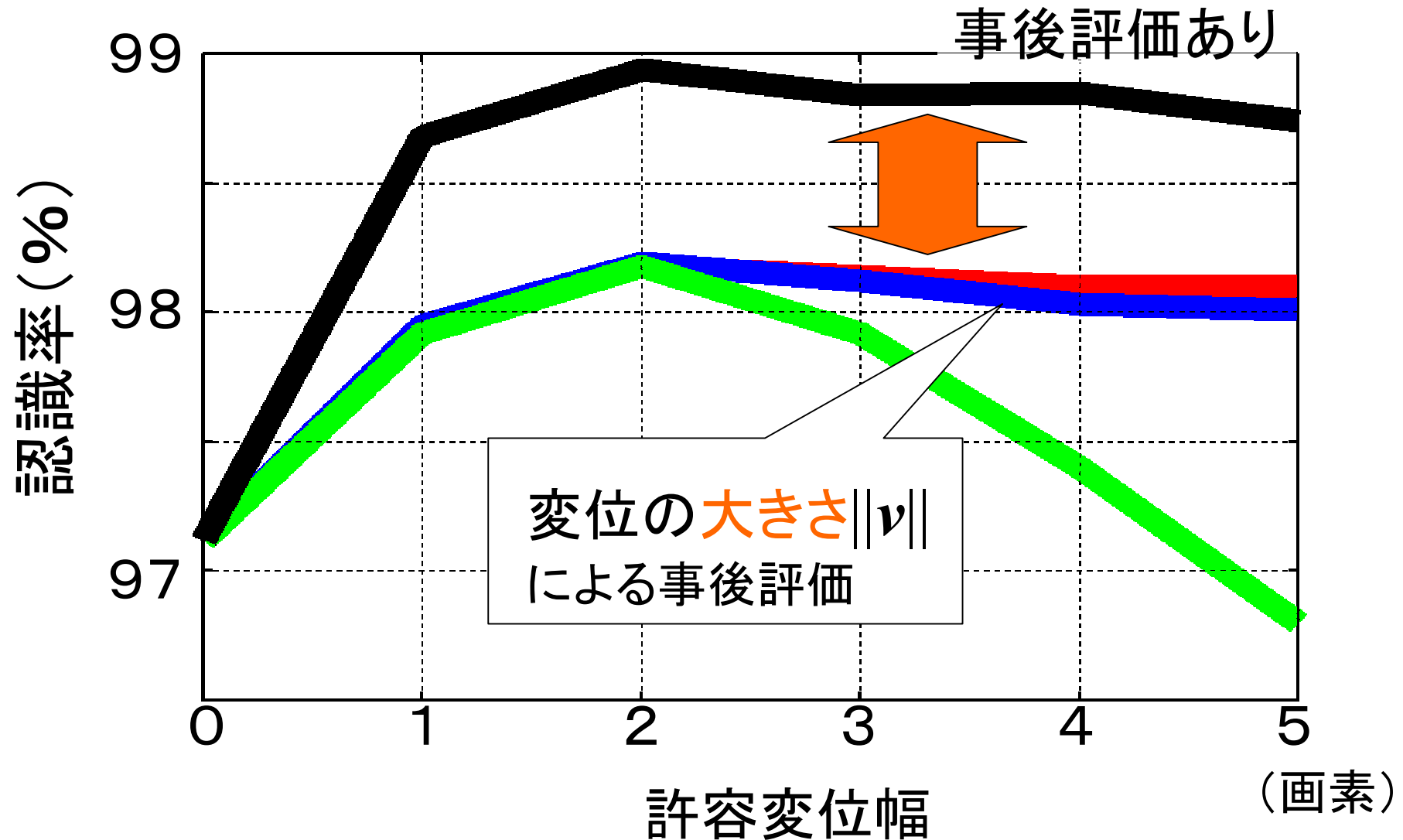
■ 「F」→「P」 : 6→1

※増加(=改悪)は散発的

■ cf. 文献[Ronee, et al]

『「M」→「H」の誤認識については過変形が主たる要因である』

変形の方法を考慮しない場合との比較



まとめと今後の課題

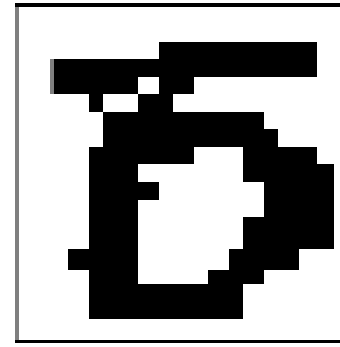
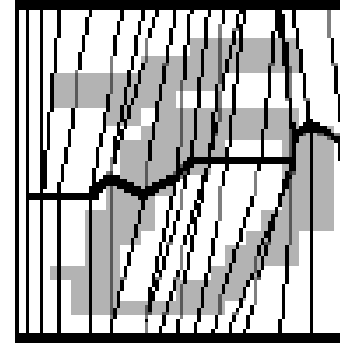
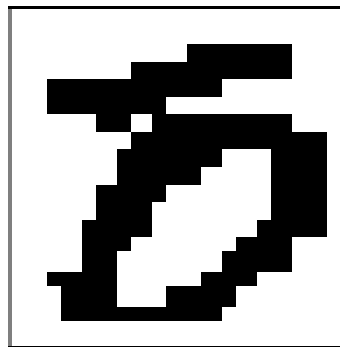
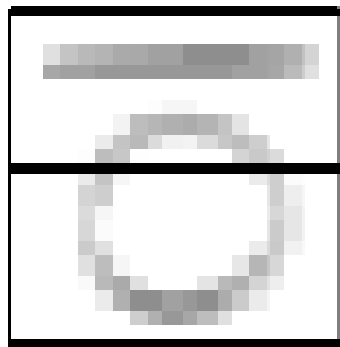
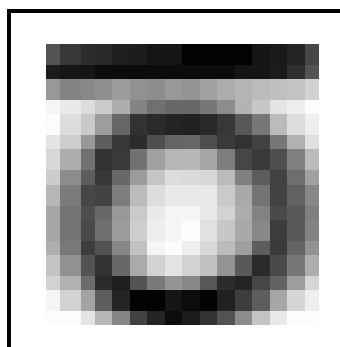
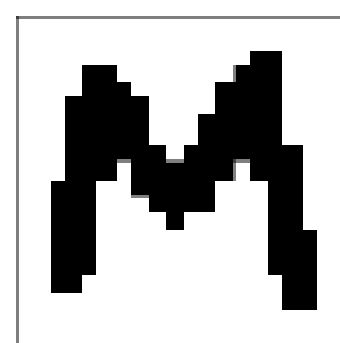
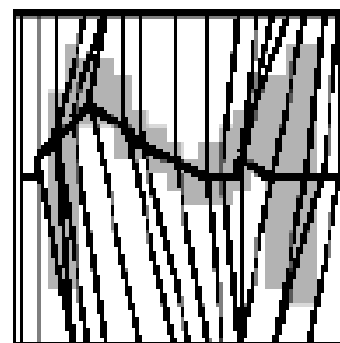
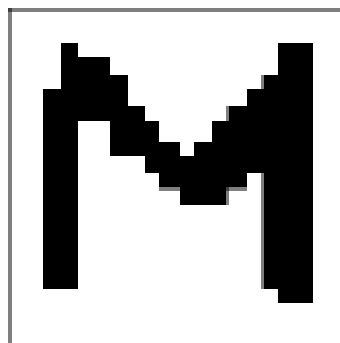
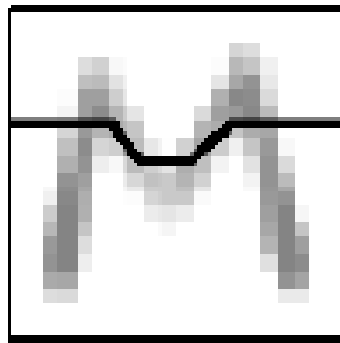
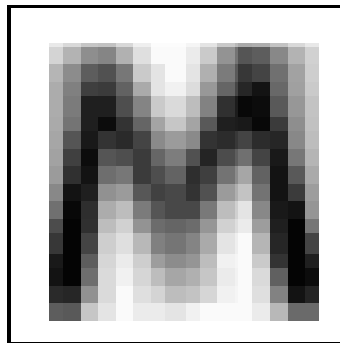
■まとめ

- 文字固有の変形特性の抽出法
- 認識処理における利用法
- 過変形回避効果を確認

■今後の課題

- 他の弾性マッチング法の利用による固有変形の変化の観察
- より変形の大きな文字データへの適用
- 事後処理以外の利用形態の検討

区分線形2次元ワープの例



reference

A

pivots on

A

input

B

warp on

B

warped

B

given

results