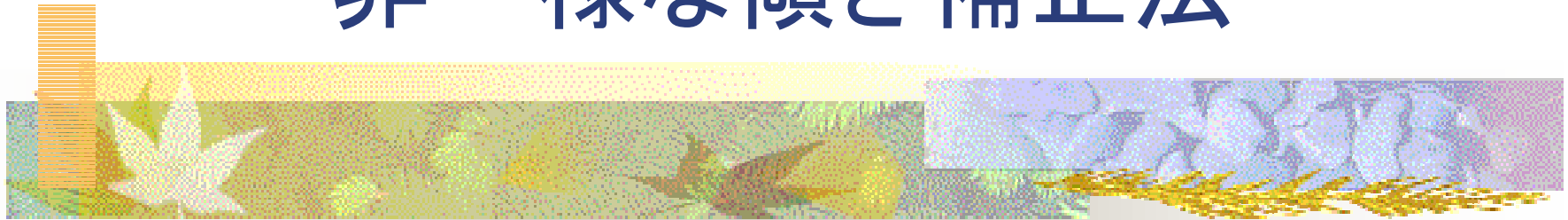


# 手書き文字列の 非一様な傾き補正法



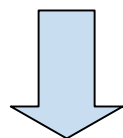
九州大学大学院

○平英二 石田敏之 内田誠一 迫江博昭

# 1. 文字列の傾き補正

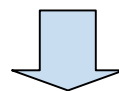


day

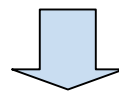


day

文字の傾きは切り出し処理  
および認識処理に悪影響



傾き補正

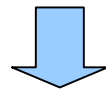


認識精度向上

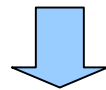
## 2. 従来の文字列の傾き補正法 (1)



縦ストロークの傾きは  
文字の傾きを反映



縦ストロークを抽出

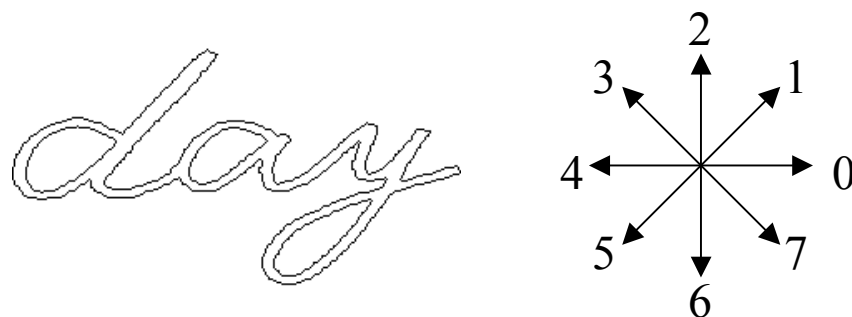


平均傾きを推定

(Bozinovic and Srihari, 1989)

### 3. 従来の文字列の傾き補正法 (2)

画像の輪郭線のチェーンコードを利用

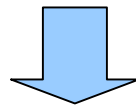


⇒チェーンコードの方向情報から  
文字列の平均傾きを推定

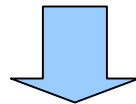
(Kimura, Shridhar and Chen, 1993)

## 4. 従来法の考え方

文字列内の構成文字はある一定の傾きで傾いていると仮定



文字列の平均傾きを推定



文字列全体を一様に補正

## 5. 従来法の問題点

一様に傾いているとは限らない

*day*



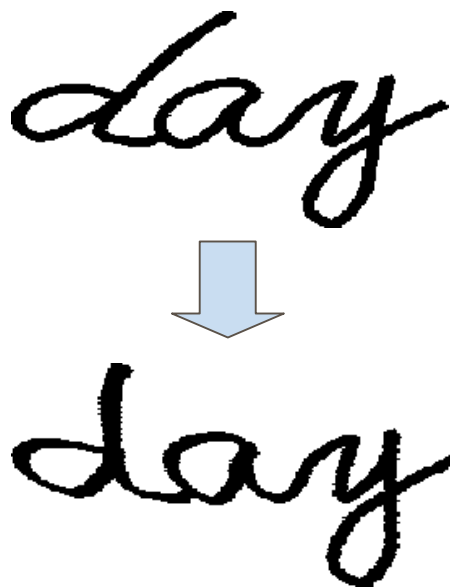
一様な傾き補正

*day*

傾きが残ったり, 逆に傾いたりすることがある

## 6. 本研究の目的

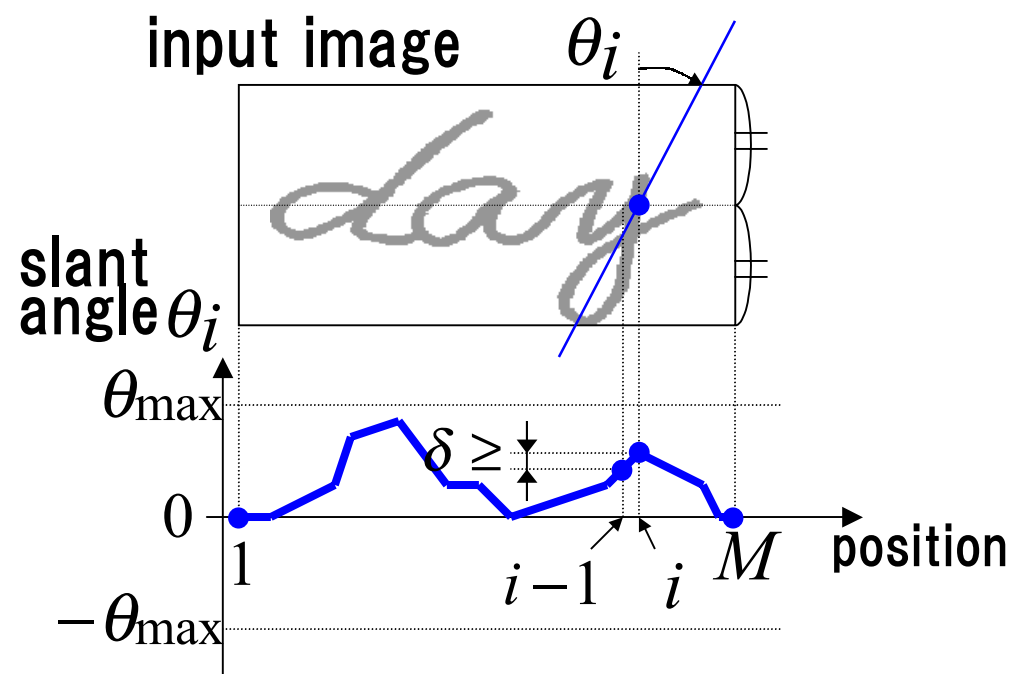
文字列内の構成文字ごとに傾きが異なる場合でも  
補正できる**非一様な傾き補正法**の提案



The diagram illustrates the correction of a cursive word. At the top, the word "day" is written in a cursive style where the letters have varying slants. A blue arrow points downwards to the same word "day", which is now written in a more uniform, upright cursive style, demonstrating the result of the proposed correction method.

# 7. 非一様な傾き補正法

局所傾き角  $\theta_i$  の最適推定問題



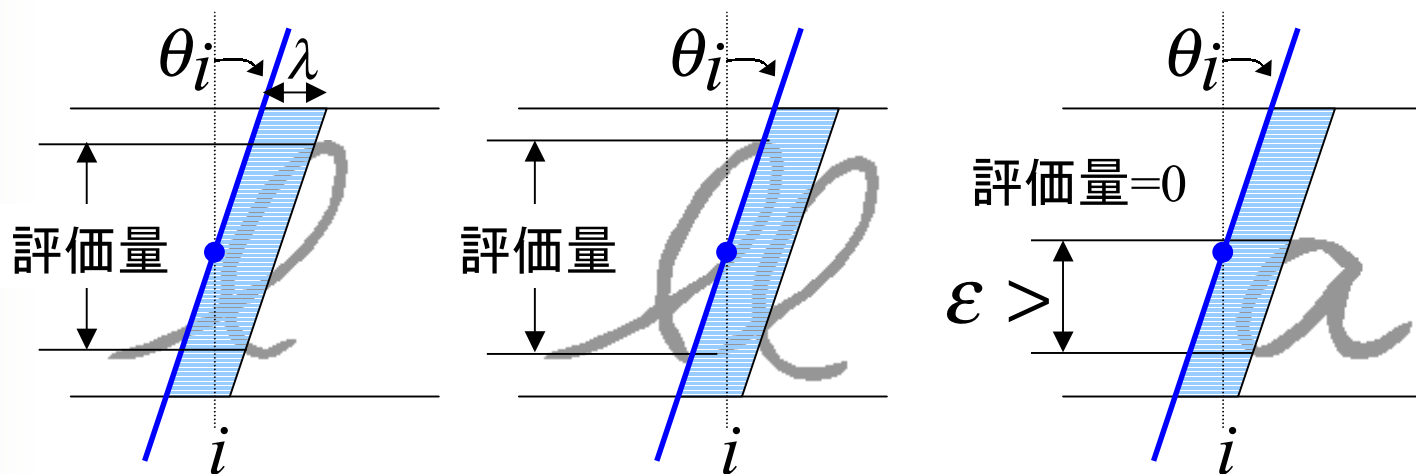
最適推定は  $\theta_1, \dots, \theta_i, \dots, \theta_M$  の妥当性を測る  
評価関数の最大化により行なう





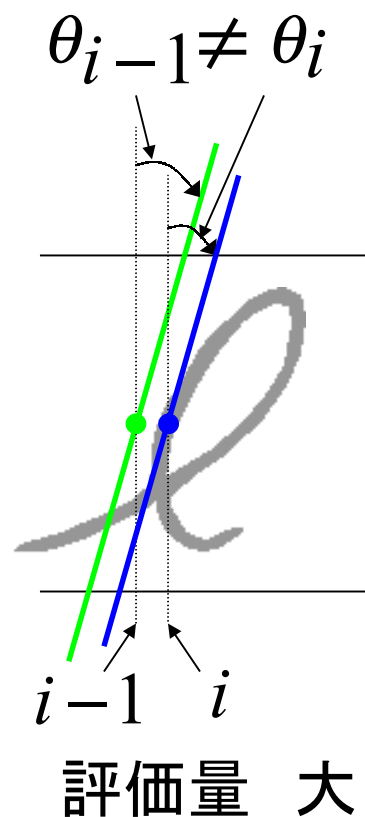
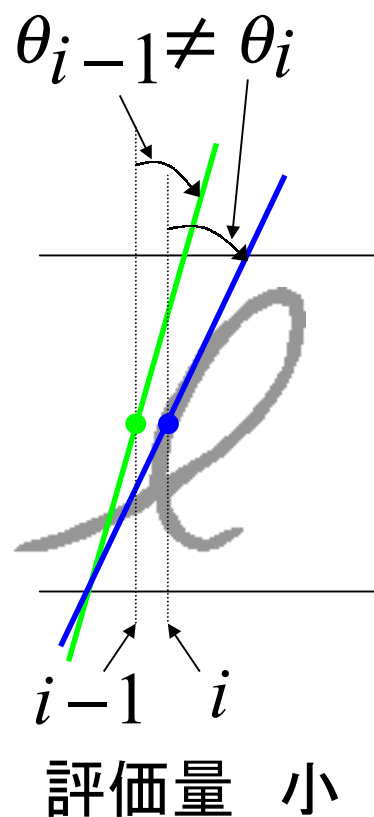
## 9. 評価量(1) - $\theta_i$ の妥当性-

←長い縦ストロークの傾きを重要視



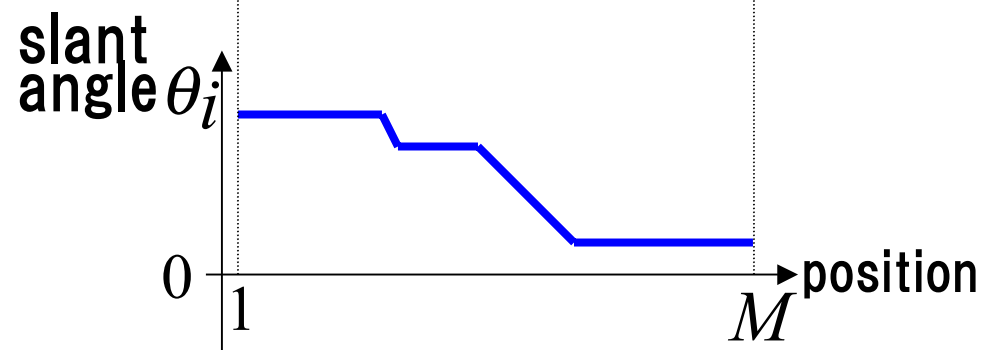
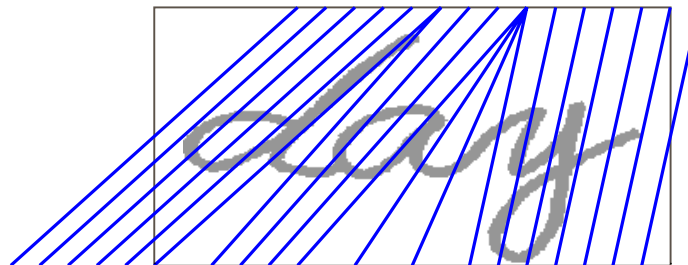
# 10. 評価量(2)

—  $\theta_i$ と $\theta_{i-1}$ の連続性—

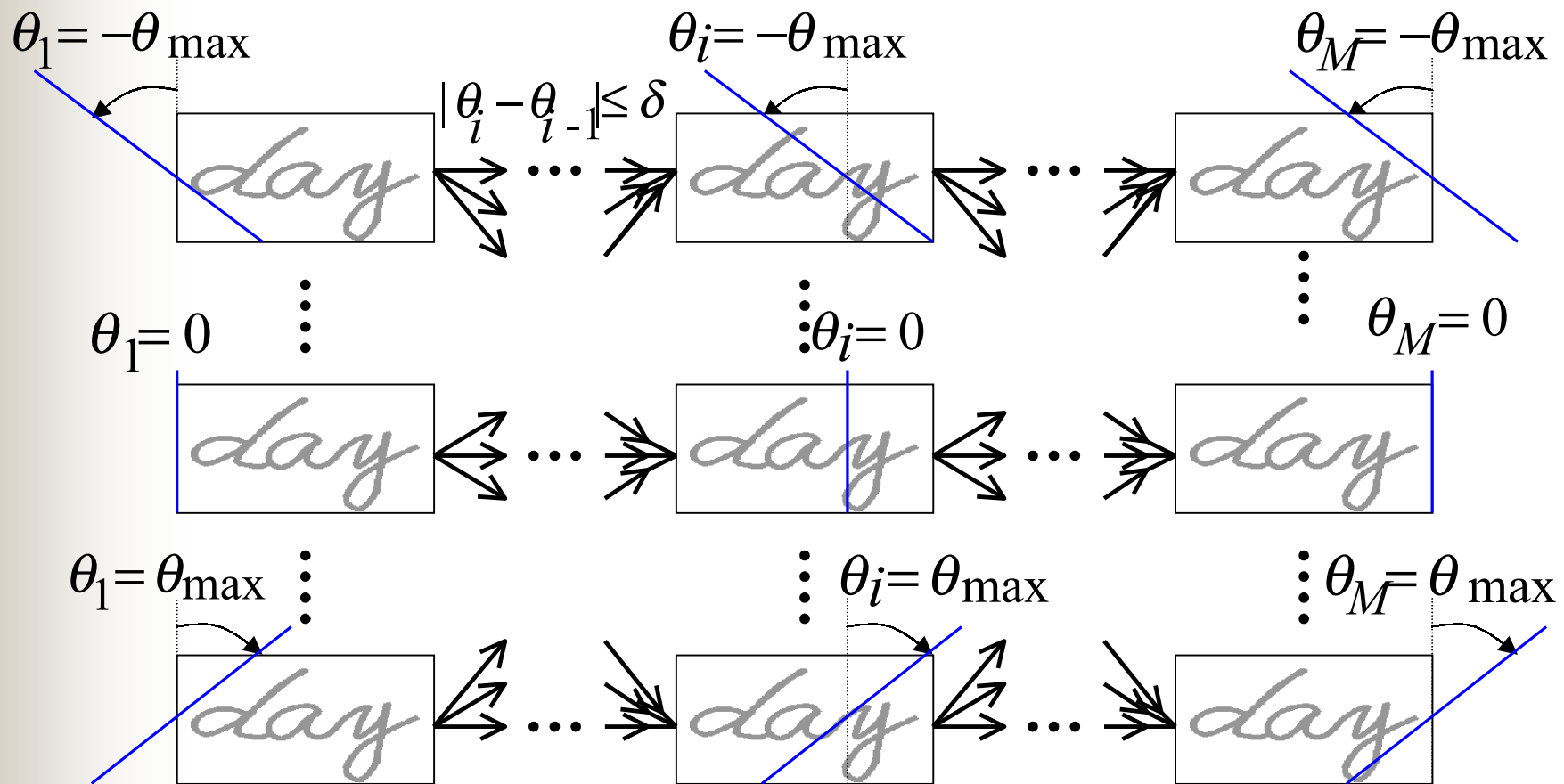


⇒傾き角を近傍に伝播

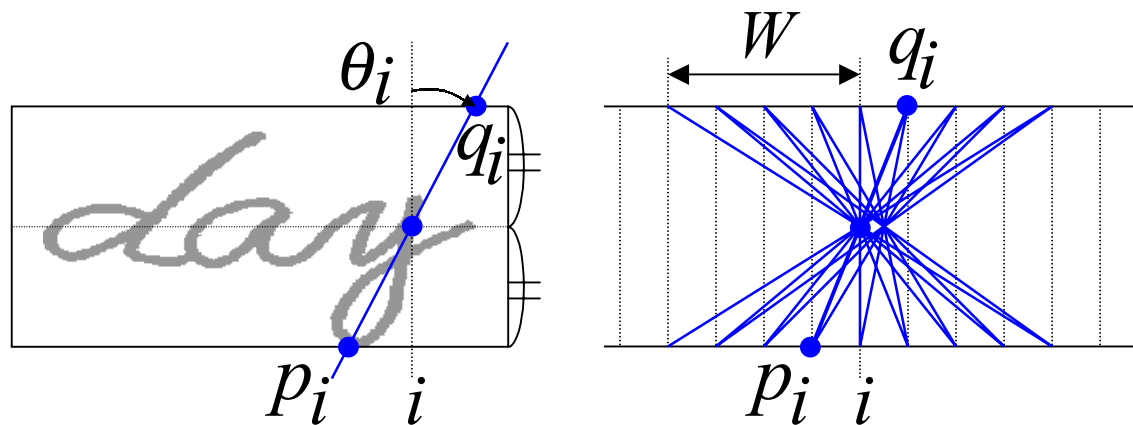
# 11. 最適推定



# 12. 動的計画法 (DP) による解法



# 13. 傾き角の離散化



$$|\theta_i - \theta_{i-1}| \leq \delta \quad \rightarrow \quad p_{i-1} \leq p_i, \quad q_{i-1} \leq q_i$$

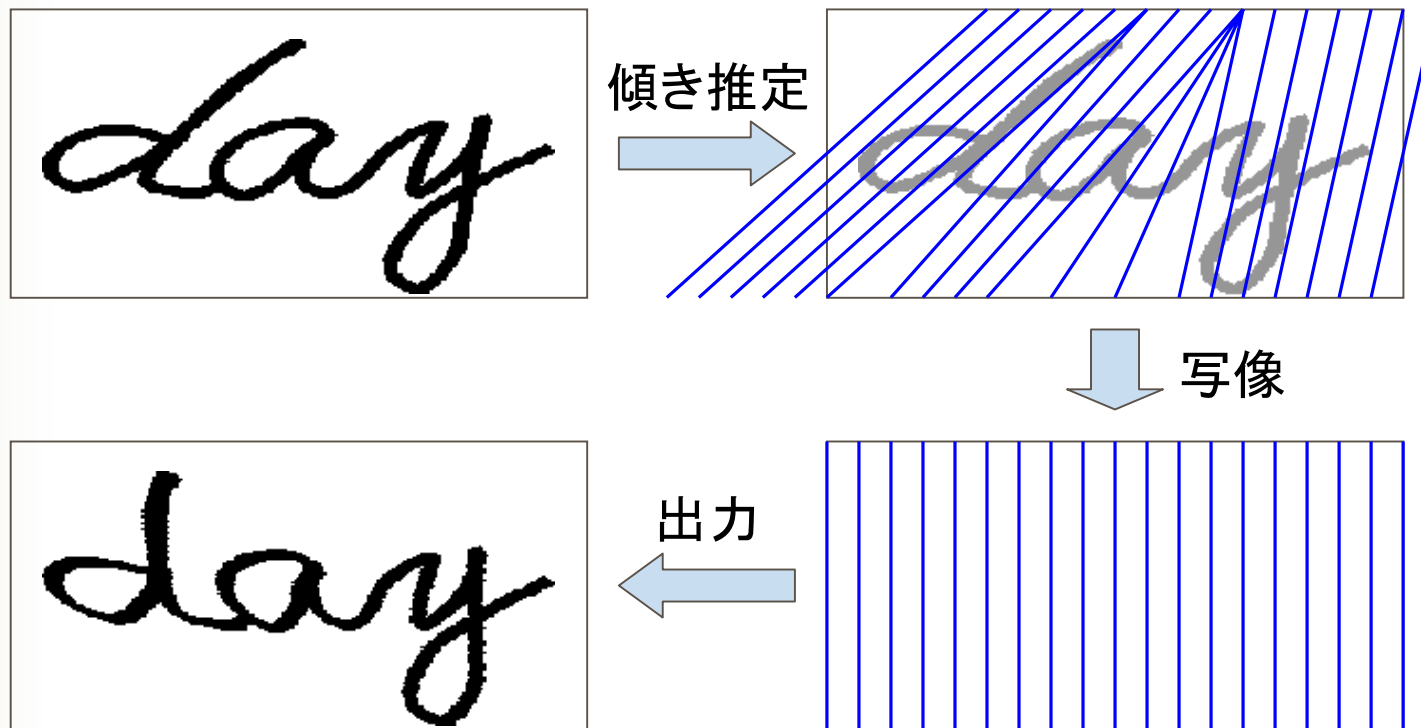


## 14. 計算量

画像サイズ $M \times N$ , 最大傾きを表すパラメータ $W$ におけるDPアルゴリズムの計算量:  $O(MNW)$

画像サイズ $256 \times 64$ ,  $W=63$ における  
計算時間: 650ms (Pentium III, 500MHz)

# 15. 傾き補正処理







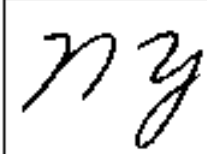








## 16. 定性的評価実験

本手法および一様な傾き補正法を  
手書き文字列に適用した結果の比較

対象: CEDAR CDROM-1  
(city and state words)

## 17. 結果例(1)

## 18. 結果例(2)

<u>Buffalo</u>	RONKS	TN
<u>Buffalo</u>	RONKS	TN
<u>Buffalo</u>	RONKS	TN

## 19. 結果例(3)

Saginaw	ny	Texas
Saginaw	ny	Texas
Saginaw	ny	Texas

## 20. 定量的評価実験

人為的に傾けた活字英単語画像の局所傾き角の理論値と本手法および一様な傾き補正法による推定値の平均2乗誤差の測定

対象: 活字英単語画像

(Kentucky, California, Memphis, New York, Texas)

Kentucky  
*Kentucky*  
Kentucky

## 21. 結果(平均2乗誤差)

### ●一定傾きで傾けた画像



入力画像	Kentucky	California	Memphis	New York	Texas
一様な傾き補正法	0	0	0	0	0
非一様な傾き補正法	0.188	0.007	0.337	8.47	6.66

( $\times 10^{-3}$ )

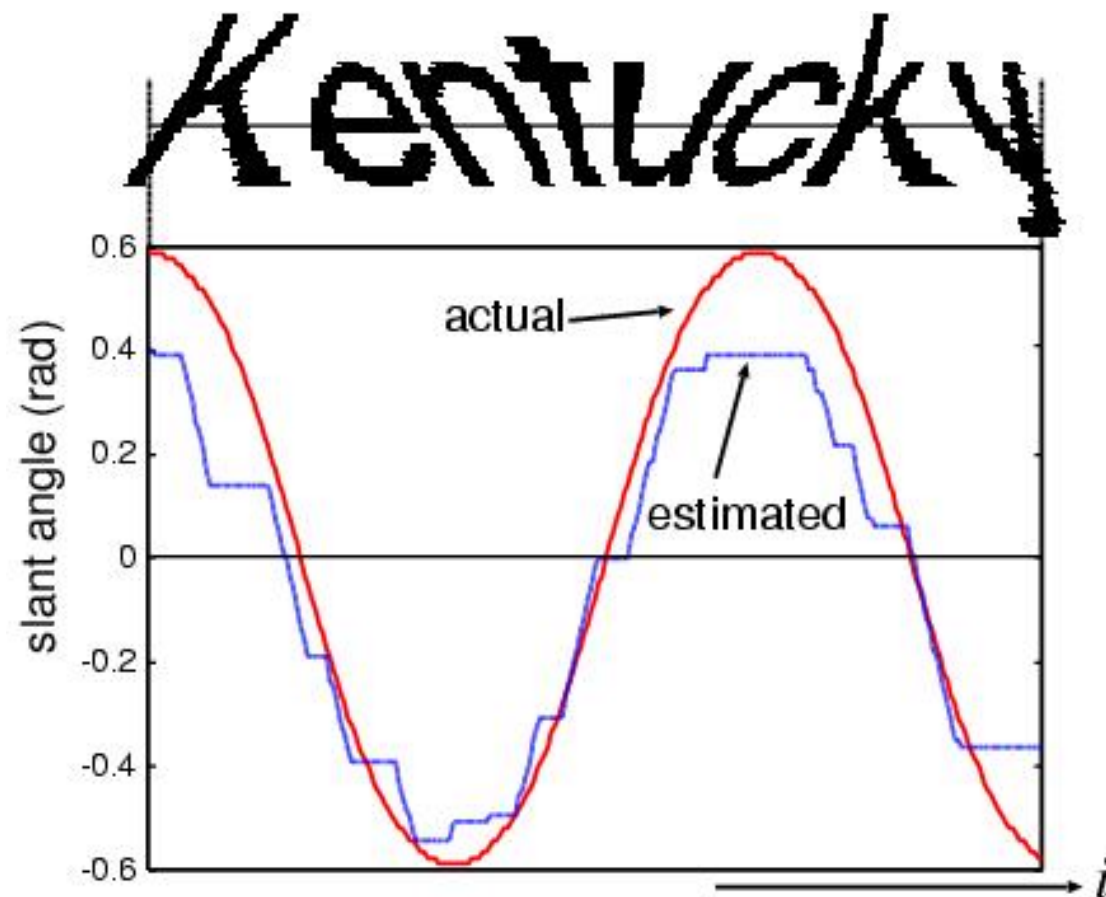
### ●正弦関数に従って傾き角を変えながら傾けた画像



入力画像	Kentucky	California	Memphis	New York	Texas
一様な傾き補正法	427	537	286	185	186
非一様な傾き補正法	18.3	169	41.5	110	152

( $\times 10^{-3}$ )

## 22. 結果（理論値と推定値）





## 23. まとめ

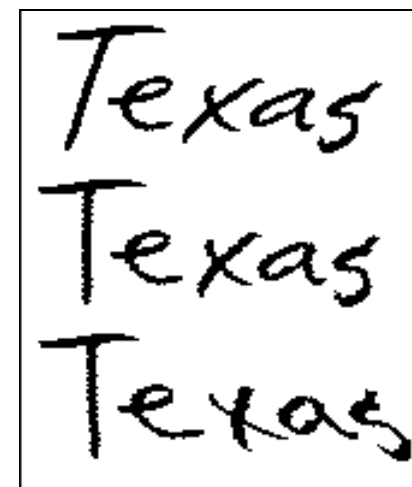
- 手書き文字列認識において問題となる構成文字の傾きを**非一様**に補正する手法を提案
- 一様な傾き補正法との比較実験を行ない、本手法の有効性を確認した



## 24. 今後の課題

### 補正過多の問題の解決

- 評価関数の改良
- 前処理としては扱わず、  
認識処理の過程で同時に  
傾き補正処理を行なう認識  
システムへの組み込み



# 比較対象とする一様な傾き補正法

