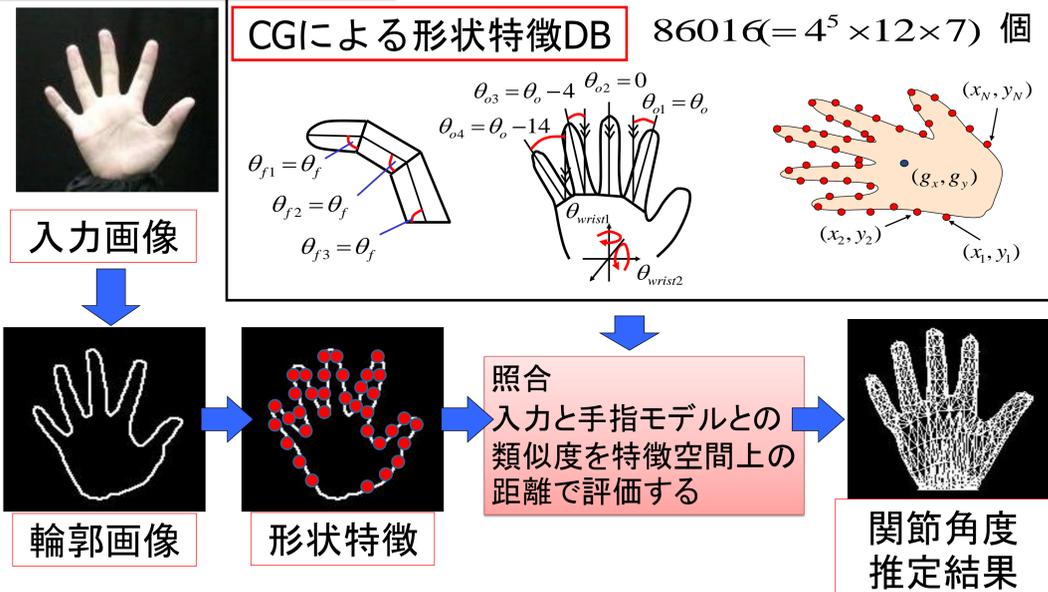


1. 研究背景・目的

- 手指は自己隠蔽や向きによって見えが大きく変化するため画像を用いた手指を使ったジェスチャ認識は困難
- 二次元の見えから三次元手指姿勢が推定出来れば非接触ジェスチャインタフェースに利用できる

2. 認識処理の概要



3. 既存研究の問題点

- 手指姿勢は自由度が高いため関節角度の推定には非常に多くの典型姿勢を用意する必要がある。
- 典型姿勢の数を抑えつつ精度を維持するためには入力輪郭の微小変形やサンプル点の位置ずれの補正も含むロバストな詳細照合処理が必要となる。

単に詳細照合を行うと典型姿勢の多さのために計算コストが高く、実時間処理が難しい。

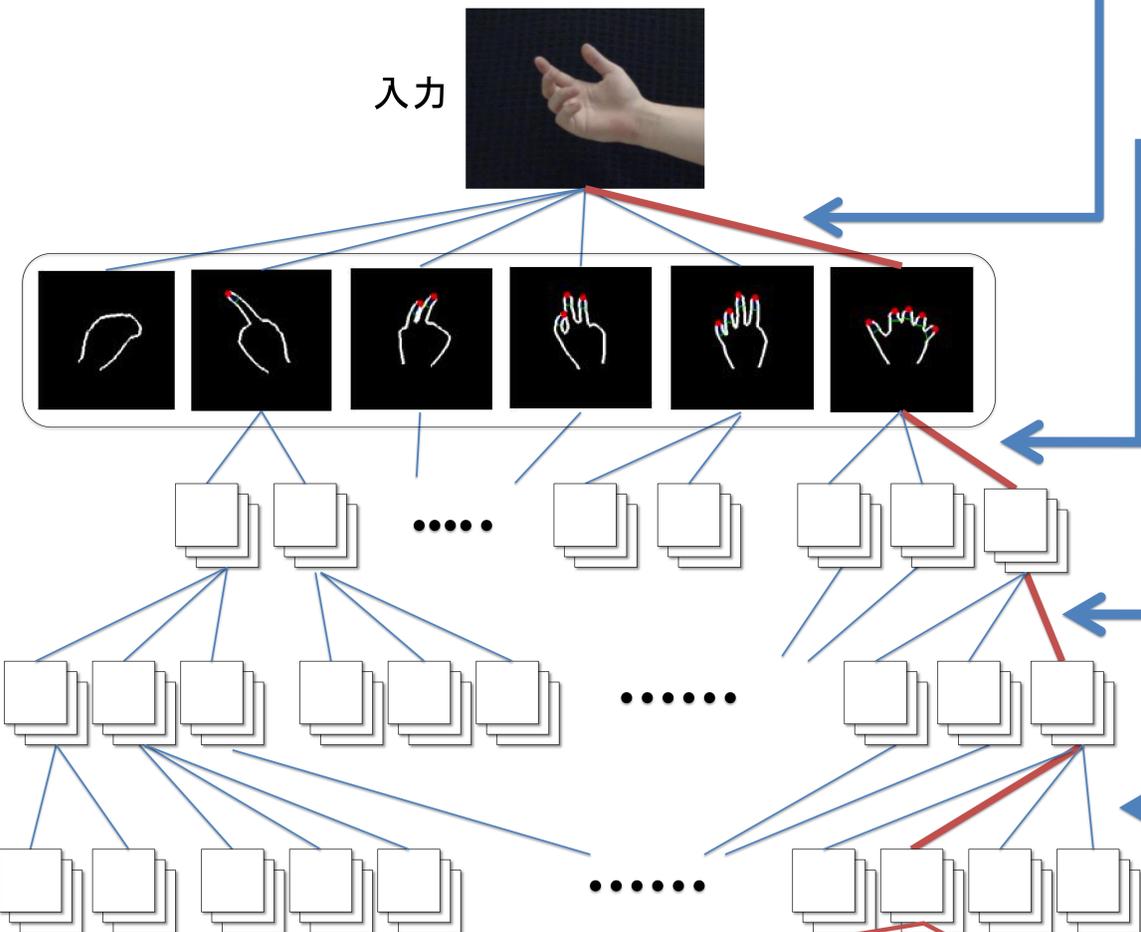
PCクラスタ (Core2 Extreme(4コア) × 4台): 4fps (全86016姿勢)
 Core2Quad 2.4GHz(1コア): 0.18fps
 Core2Quad 2.4GHz(4コア): 0.37fps

→ 詳細照合の対象となる姿勢数を減らす

4. 分類木を用いた姿勢探索の効率化

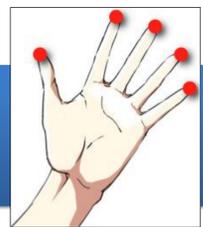
ヒューリスティックに決定した特徴を用いて分類木を構成した。

各階層で用いる特徴を変えながら入力との距離最小のノードを選択して候補姿勢を絞り込む。

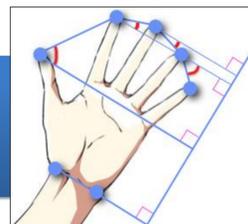


各階層で用いる特徴

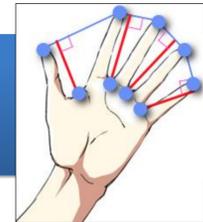
第1階層 凸点数(0~5個)



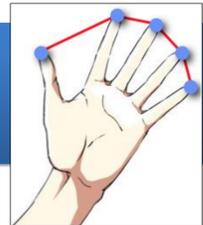
第2階層 凸点間の相対位置 (方向成分)



第3階層 凹の深さ



第4階層 凸点間の相対位置 (距離成分)



各ノードで特徴が混合ガウス分布に従うと仮定して教師無しクラスタリングを行う。クラスタ数はMDL基準により選択する

詳細照合

絞り込まれた候補典型姿勢のそれぞれについて今井らの手法[1]により入力の微小変形にロバストな距離を求め距離最小の典型姿勢を認識結果とする。

- 手順1. 典型姿勢の輪郭サンプル点と近くなるよう、入力輪郭上のサンプル点をずらして補正する。
- 手順2. 典型姿勢の関節角度を微小変形したときの輪郭形状変化を考慮したマハラノビス距離を求める。

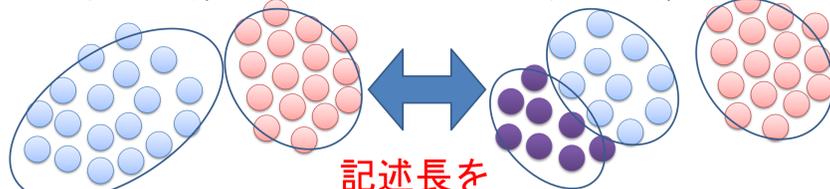
[1] 今井 章博(大阪大), 島田 伸敬, 白井 良明(立命館大), "輪郭の変形の学習による3-D手指姿勢の認識", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J88-D-II No.8 pp.1643-1651, 2005.

Minimum Description Length (MDL)

クラスタの一致度と複雑さを考慮して最適なクラスタ数を得ることができる

クラスタ数: 2

クラスタ数: 3



一致度は低いが分布は単純

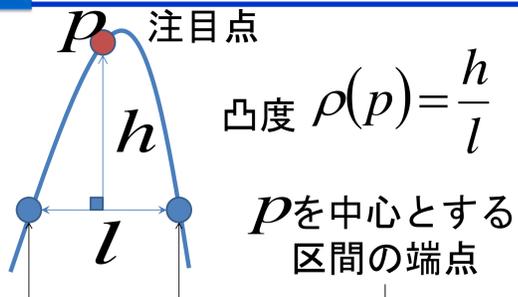
記述長を基に選択

分布は複雑だが一致度は高い

5.凸点数検出

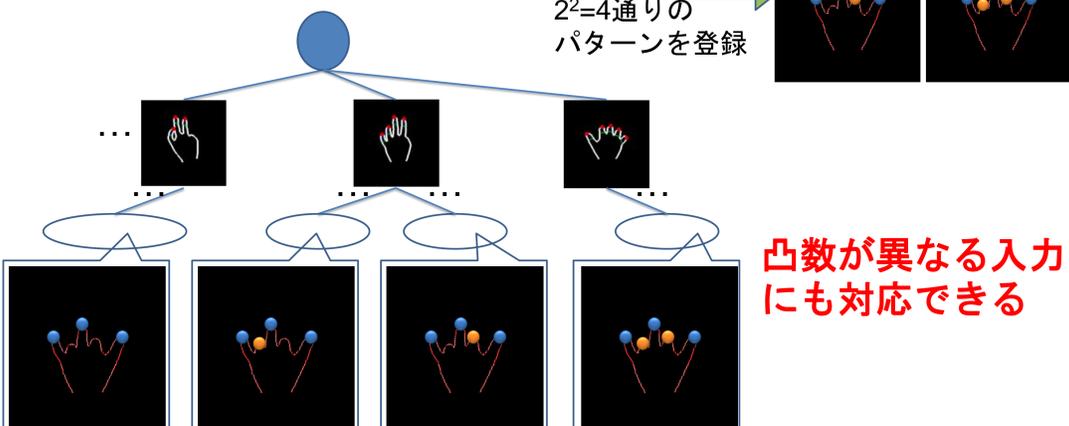
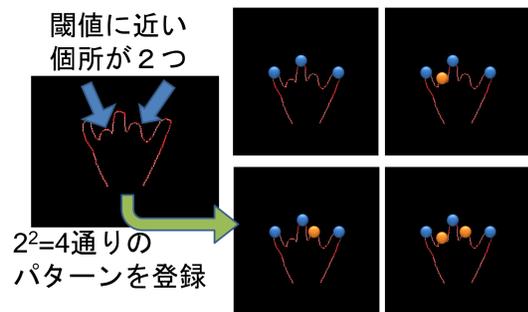
1.固定閾値での木生成

ρ が極大となる点を求め極大値の大きいものから最大5つをとり、 $\theta_0 < \rho$ となる点を凸とする。



2.凸数のあいまいさを考慮した典型姿勢配分

閾値に近いを持つ点それぞれについて凸/非凸の場合を考えすべてのパターンを登録する。



6.動きの連続性を考慮した動きのフィルタリング

手形状の変化は連続的なので、過去フレームの候補を利用して現在のフレームの候補推定精度を高めることができる[2].

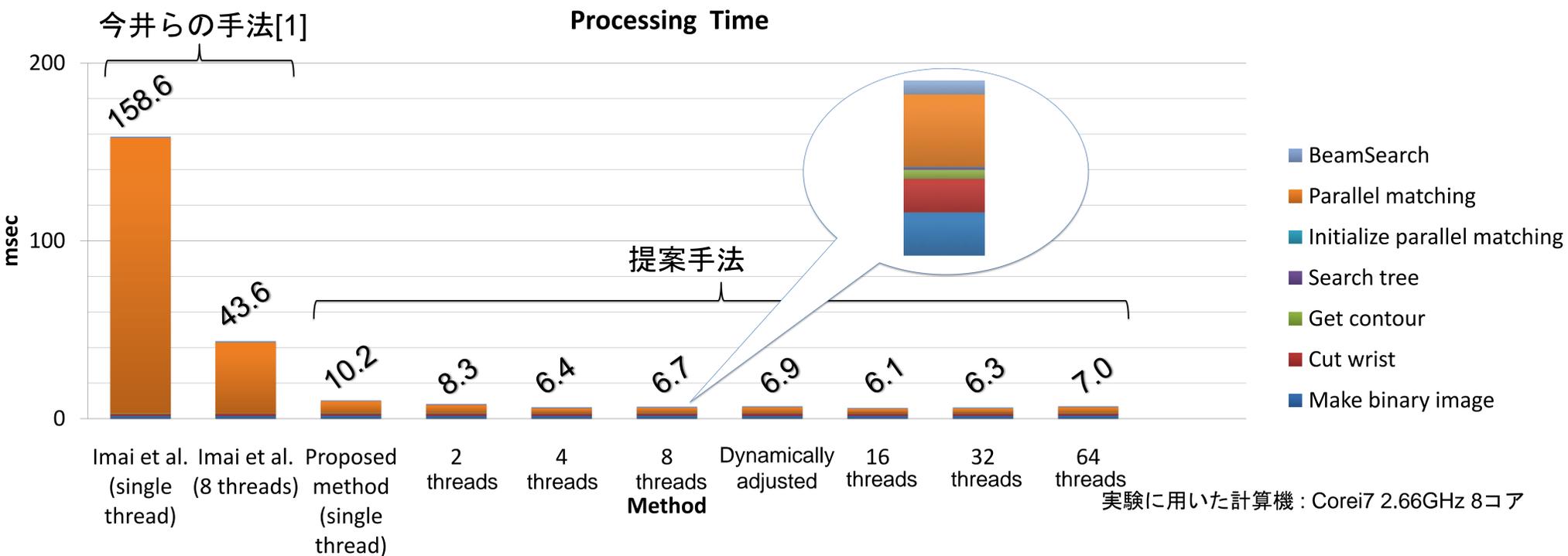


現在フレームでの第1候補を連続変形しても過去フレームで一致度の高い候補とつながらないため、過去に関してより一致する第2候補を採用している。

[2] 藤本 光一, 島田 伸敬, 白井 良明, "見えの学習と動きの連続性を考慮した並列探索による高速3次元手指姿勢推定システム", 電子情報通信学会2008年総合大会, 情報・システムソサイエティ誌 2008年総合大会特別号 学生ポスターセッション, 北九州, pp.123, Mar.2008

7.実験結果

計算時間



86016姿勢のCG画像を用いて木構造を生成した.今井らの手法[1]では姿勢推定時に最大で86016回の照合が必要であったが,分類木を用いることで認識時の照合回数を減らすことができる.

姿勢推定

- 実際の人の手を入力し主観的に評価 → 76.5%
- 学習に用いたモデルを入力 → 100%
- 学習に用いたものとは少し異なる関節角度を用いて生成したCGモデルを入力

[1]今井 章博(大阪大), 島田 伸敬, 白井 良明(立命館大), "輪郭の変形の学習による3-D手指姿勢の認識", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J88-D-II No.8 pp.1643-1651, 2005.

量子化間隔に対する変化幅	最近傍のモデルと認識した割合	
	掌が正面を向く場合	全姿勢
1/2	48.6%	27.4%
1/4	61.2%	46.2%
1/8	74.2%	61.3%
1/16	81.8%	72.6%
1/32	100.0%	100.0%

9.今後の課題

- CGによる見えを多数生成して木構造のどこで誤識別されているかを調べ,必要なノードを追加する処理を導入すれば誤認識を削減できる.
- 現在は関節角度を基準に選択している典型姿勢を輪郭の見えの違いを考慮して選択すればより高精度な認識が可能となる.