

実時間における写実的な 3次元顔表情のクローニング

Real-Time and Realistic 3D Facial Expression Cloning

Samsung Advanced Institute of Technology,

Multimedia Lab

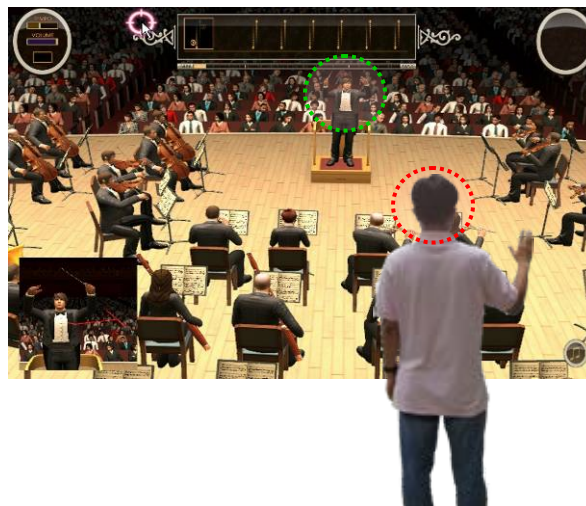
Jung-Bae Kim

September 10, 2010

■ 家庭内における3次元複合現実感 – リアルな3次元複合現実感



バーチャル・スポーツ

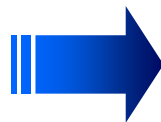


バーチャル・エンタテインメント



バーチャル・コマース

■ 目標:ユーザーのアバターに自然な表情のクローンを作成すること



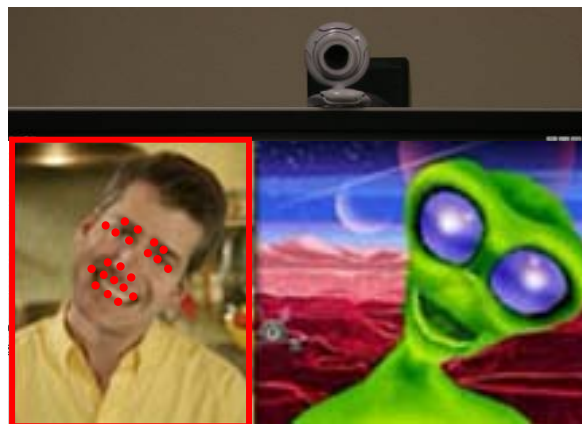
問題の定義: 従来のクローニング手法の限界

- 手法 1: 映画のCGで利用される高精度な表情のクローニング
→ 実時間の処理ができず、面倒



Vicon 社のモーションキャプチャ装置
(高価な赤外線カメラ12台が用いられる。顔には約100個の赤外線マーカーが貼り付けられる。内部ノイズの除去処理に数日かかる。)

- 手法 2: テレビ会議のための実時間での表情クローニング
→ 低精度

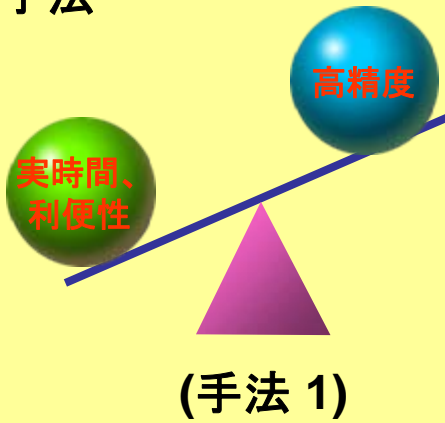


Logitech のテレビ会議S/W
(正面からの対称な表情)

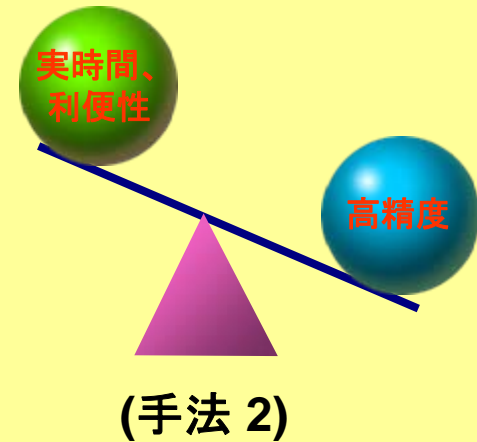
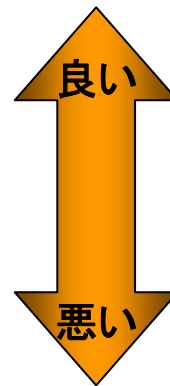
技術的矛盾



TC 1 : モーションキャプチャベースの手法



TC 2 : ビジョンベースの手法

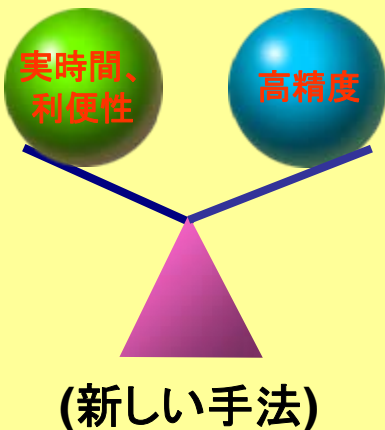


主 IFR



副 IFR

IFR = ビジョンベースの手法の利点
+ モーションキャプチャベースの手法の利点

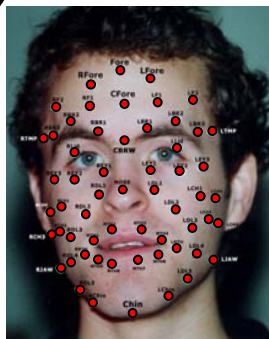


副-
IFR1

<顔> それ自体が行う
<表情制御ポイント上にマーカ-を置くか取り去る>

副-
IFR2

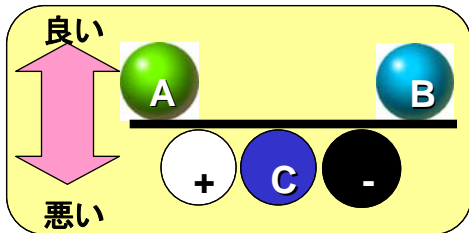
<システム> それ自体が決定する
<精度の度合い>



顔のマーカ-

- 存在する → **高精度:** ユーザー間の差異、3次元的な頭部の回転、表情の変化を追跡できるようにする。
- 存在しない → **実時間:** 後処理を必要としない。
利便性: カメラは1台だけ使用する。面倒なマーカ-を貼り付ける必要がない。

■ 物理的矛盾



<精度よく追跡する>ためには、
<変化に関する自由度>は **<大きく>** なければならない、
<実時間処理>のためには、
<変化に関する自由度>は **<小さく>** なければならない。

→ 変化に関する自由度: 別人物間の差異、同一人物における変化

(頭部の回転、表情)

■ 時間による分離

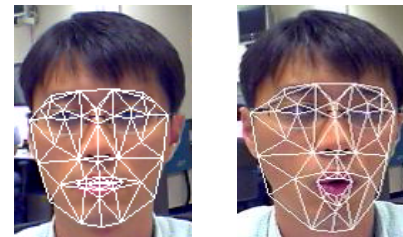
カラー画像



一般的な3次元顔モデルの
フィッティング

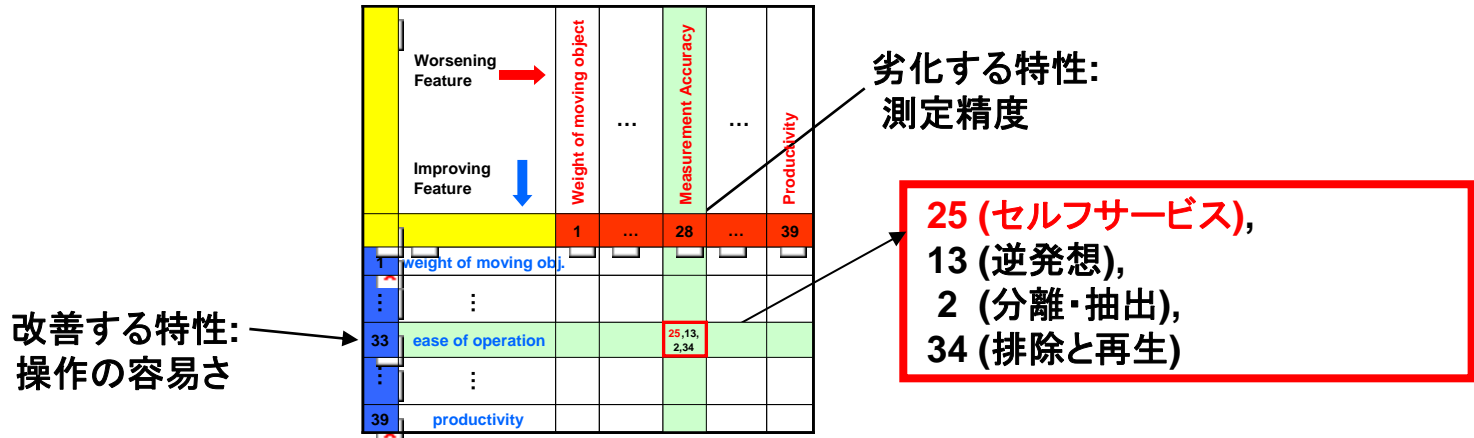


個人化された3次元表情モデルの追跡

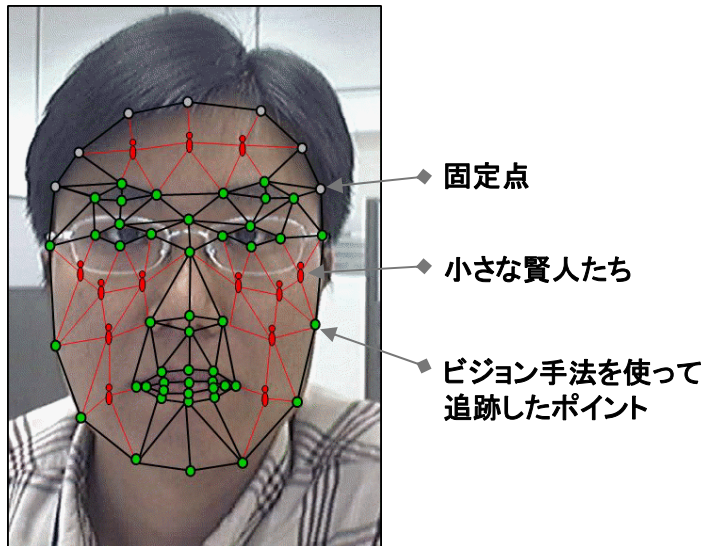


最初の段階においては、別人物間における差異だけを考慮し、
その後に、同一人物における変化を考える。

■ 矛盾マトリクスの利用



■ 発明原理 25 (セルフサービス), 小さな賢人たちモデル

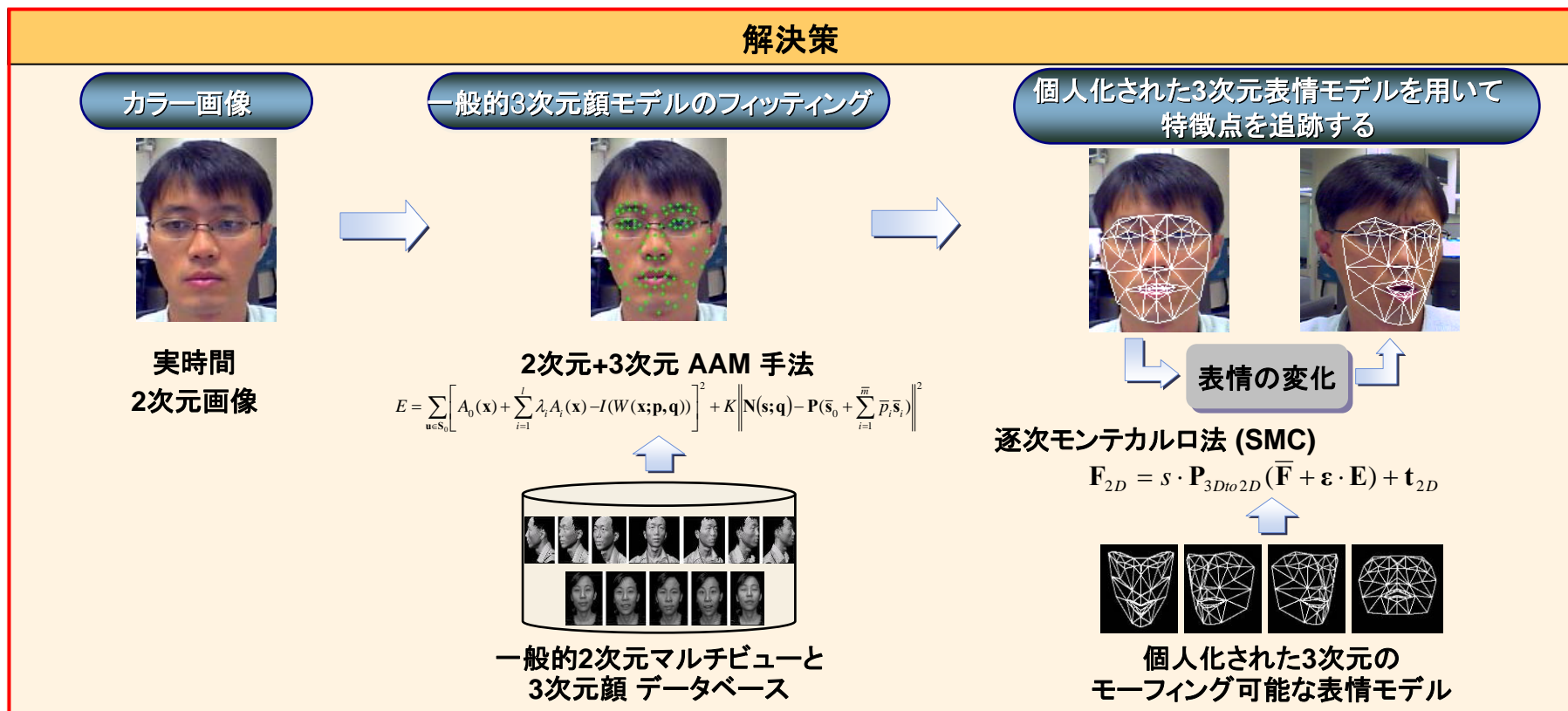
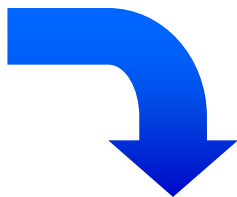
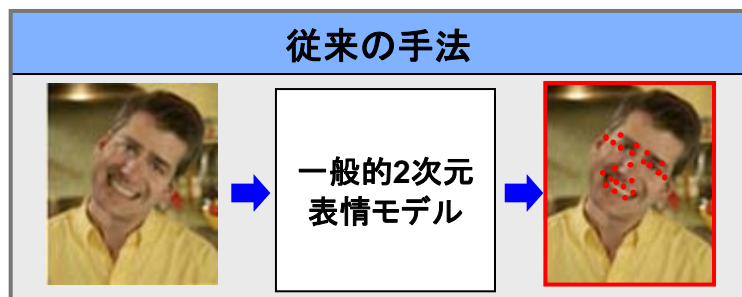


システムは、小さな賢人たち(筋モデル)を使って、額や頬に表情制御ポイントの動きを発生させる。

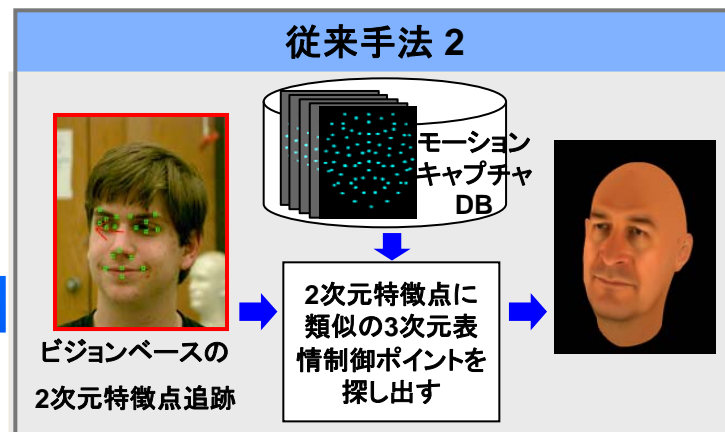
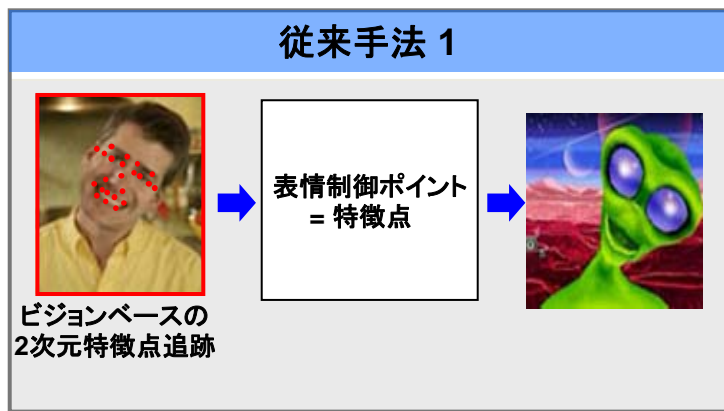


筋モデルは、モーションキャプチャデータに基づいてつくられる

解決策 (1/2): 個人化された3次元表情モデルを用いて特徴点を追跡する

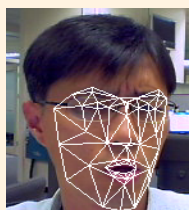


解決策 (2/2): ビジョンモデルと筋モデルに基づいて表情制御ポイント ポイントが発生させる



解決策

個人化された3次元表情モデルを用いて
特徴点を追跡する



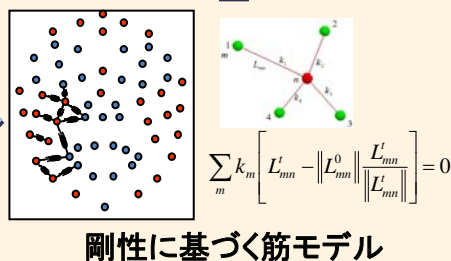
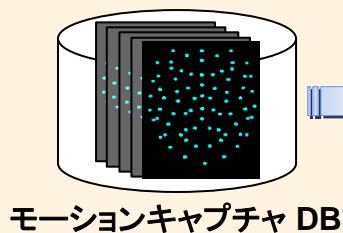
3次元特徴点

筋モデルに基づいて
表情制御ポイントが発生させる

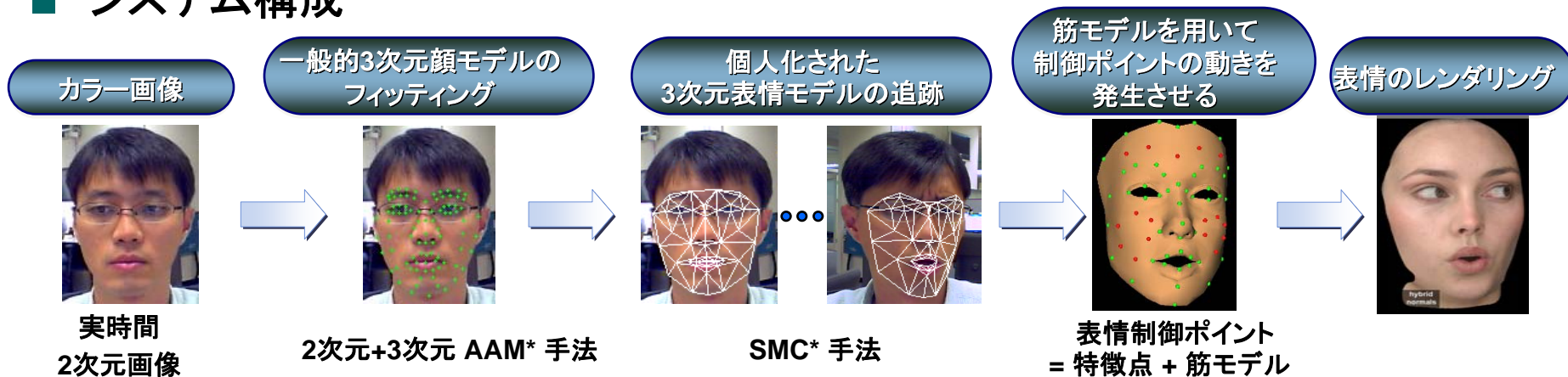
表情制御ポイント
= 特徴点 + 筋モデル

$$x'_n \approx \frac{\sum_m k_m \left(x'_m - \|L_{mn}^0\| \frac{L_{mn}^{l-1}}{\|L_{mn}^{l-1}\|} \right)}{\sum_m k_m}$$

表情のレンダリング



■ システム構成



■ Performance

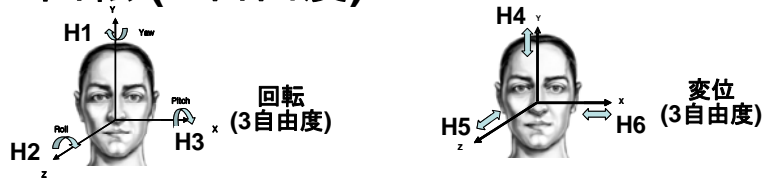
	モーションキャプチャベースの手法	カメラ1台のビジョンベースの手法	提案手法	
カメラの台数	≥ 7	1	1	} 利便性
顔に貼り付けるマーカーの数	≥ 70	0	0	
処理速度	オフライン	15fps	38.3fps	} 実時間
追跡可能な表情	すべての表情	対称な表情	すべての表情	} 高精度
頭部の回転角度	-90°~ 90° (3次元のポーズ)	-15°~ 15° (2次元のポーズ)	-90°~ 90° (3次元のポーズ)	
制御ポイントの数	≥ 60	22	75	

*AAM: Active Appearance Models, SMC : Sequential Monte Carlo Algorithm、逐次モンテカルロ法

■ 様々な表情変化 (12 動作単位)



■ 頭部の回転 (6 自由度)



■ 認識率: 90.5% (10 人、504 表情) @回転 $\leq \pm 90^\circ$; 処理時間 26.1ms @1024 \times 768 の画像

