

## 笑顔動画データベースを用いた顔動画の経年変化

山本 晋太郎† サフキン パーベル‡ 佐藤 優伍† 加藤 卓哉† 森島 繁生‡  
 † 早稲田大学 ‡ 早稲田大学理工学術院総合研究所 / JST ACCEL

## 1 はじめに

人間の顔は、加齢に伴い、しみやくすみ、皺の発生など様々な変化が生じる。そのため、行方不明者の捜索や、映画の登場人物の年齢変化表現など、現在の顔から老化時の顔を合成する技術には多くの需要がある。

Savkin ら<sup>[1]</sup>は、目標年代の人物の顔画像で、入力人物画像を再構築した。また、老化時の皺が表情皺の繰り返し運動に起因するという医学的知見<sup>[2]</sup>に基づき、入力人物の表情付き画像を用いることで本人の皺形状を考慮した。しかし、静止画をデータベースとして用いるため、動画に適用することができない。Garrido ら<sup>[3]</sup>は、入力動画の表情と類似するソース動画のフレームを用いることで、入力動画と同様の表情変化をする動画を合成した。しかし、入力人物の個人性については考慮されていないため、入力人物と異なる人物動画が出力される。

そこで本研究では、Savkin らの手法及び Garrido らの手法を参考に、目標年代の人物の類似表情を用いることにより、年齢変化時の顔動画の合成を行う。また、データベースの動画から得られる表情変化に伴う皺の濃さの変化を、入力動画の表情付きのフレームに濃さの変化を適用することで、皺形状の個人性を維持した目標年代の表情変化を実現する。図1に提案手法の流れを示す。

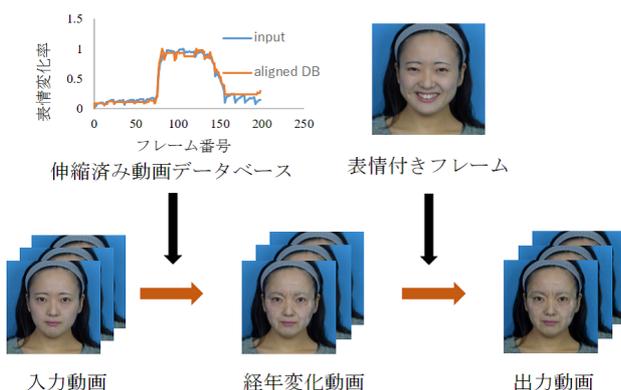
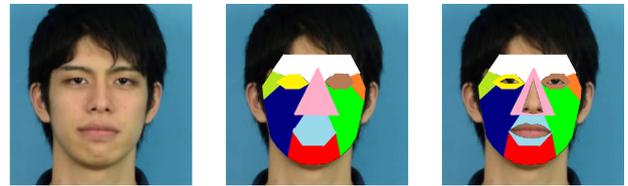


図1. 提案手法の流れ



(a) 対象人物 (b) 分割領域[4] (c) 合成領域

図2. 顔の領域分割

## 2 動画データベースの伸縮及び変形

入力動画と動画データベースの表情変化をフレーム単位で一致させるのは困難である。そこで、各動画の表情変化の順番のみ統一し、動画データベースの伸縮を行うことで、表情変化のタイミングを入力動画に一致させる。Garrido らは、両目、鼻及び口領域におけるLBP特徴量に基づき、入力動画のフレームを表情別にクラスタリングした。また、各表情クラスに対して表情が類似するフレームを1枚選択している。しかしながら、各表情クラス間での連続性が考慮されていない。そこで本研究では、動的時間伸縮法を用いてデータベースの動画伸縮を行う。具体的には、各動画の全フレームに対して初期フレームとのLBP特徴量の類似度を算出し、その類似度変化が入力動画と一致するように伸縮する。なお、本研究では、実験的に両目及び口領域のみに対して、LBP特徴量を抽出した。

次に、入力動画及び伸縮済み動画の各フレームの顔特徴点を検出する。そして、動画データベースの顔形状を入力動画に一致させるために、検出した顔特徴点を用いて、RBF補間により動画データベースの各フレームを入力動画の対応フレームに合わせて変形する。

## 3 テクスチャ合成

入力動画のテクスチャを、目標年代の人物のテクスチャで再構築することにより、年齢を変化させる。本研究では、顔をLarabee ら<sup>[4]</sup>が提案している方法より図2(b)のように顔画像を分割し、領域ごとに合成を行う。

各領域に使用される人物の選択のために、コスト関数を以下のように定義する。

$$E = \alpha d_{Lab} + \beta d_{HOG} + \gamma d_{wrinkle} \quad (1)$$

ここで、各項はLab色空間における画素値、HOG特徴量、皺形状の各領域中での類似度を表す。老化時の皺の発生原因の一つが表情皺であることから、表情変

†Facial Video Age Progression using Smiling Video Database

†Shintaro YAMAMOTO †Pavel SAVKIN †Yugo SATO †Takuya KATO ‡Shigeo MORISHIMA

†Waseda University

‡Waseda Research Institute for Science and Engineering / JST ACCEL

化時の皺は年齢に依らないと仮定する．この仮定の基、入力動画と動画データベースの表情付きのフレームを用いて、式(1)が最小となるデータベースの人物選択を行う．

式(1)により選択された人物を用いて、入力動画の各領域のテクスチャを合成する．対象人物の個人性を保持するために、目、鼻、口については合成を行わなかった(図2(b))．合成の際、入力動画の各フレームに対して、伸縮済み動画の対応するフレームを用いることにより、合成動画の連続性を保証する．

#### 4 表情皺の再構築

老化時の皺の発生が表情皺に起因することから、表情付きフレームにおいて、入力動画と出力動画の皺形状は一致することが望ましい．しかし、データベースに表情皺の形状が入力動画と完全に一致する人物が含まれる保証はない．そこで、入力動画の表情付きフレーム  $n_{max}$  における表情皺を、合成動画に再合成することで皺形状を本人のものと一致させる．

表情変化に伴い皺の深さは変化するため、表情皺をそのまま合成することはできない．そこで、 $n$  番目のフレームに対する皺を、 $n$  番目のフレームと  $n_{max}$  番目のフレームとのアルファブレンディングにより生成する．顔形状の変化を考慮するために、 $n_{max}$  番目のフレームは、 $n$  番目のフレームの顔形状と一致するように RBF 補間により変形した．また、ブレンド率の決定のために、動画データベースに対して、 $n$  番目のフレームと  $n_{max}$  番目のフレームの、皺領域の輝度値の差分を求め、アルファブレンディングにより生成された皺画像に関して、データベースに対して求めた輝度値の差分と一致するようにブレンド率を決定する．以上により生成された皺画像を、3章で合成した動画に再合成することにより、出力動画を得る．

#### 5 実験

データベースとして、UvA-Nemo Smile Database<sup>[5]</sup>を用いて実験を行った．各動画は無表情、笑顔、無表情という順に表情が変化する．なお、顔向きが正面の動画のみを使用し、眼鏡などの遮蔽が含まれる動画に関しては、遮蔽が存在する領域の合成には用いないようにした．表1に使用した動画の内訳を示す．

入力動画は20代女性、目標年代として60歳以上とした際の生成結果を図3に示す．図3に示す通り、笑顔の時の皺形状は保存されており、他の表情における皺の濃さは表情に応じて変化するという結果が得られた．

表1. 動画データベース内訳

年齢	男性	女性
20歳未満	13	18
20代	9	13
30代	10	12
40代	15	13
50代	6	8
60歳以上	4	5
合計	57	69

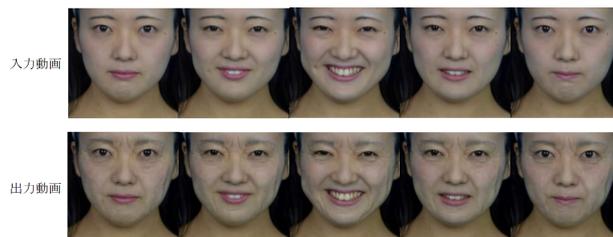


図3. 生成結果

#### 6 まとめと今後の課題

本研究では、動画データベースを用いることにより、入力動画の人物の経年変化顔の合成を行った．本手法により、老化時の表情変化を考慮した経年変化顔動画の合成することができた．しかし、入力動画と動画データベースに含まれる表情が一致していなければならないという問題がある．今後は、任意の表情に対応した手法を提案する予定である．

#### 謝辞

本研究の一部は、JST CREST 及び JST ACCEL の支援を受けた．

#### 参考文献

- [1] Pavel A Savkin, Daiki Kuwahara, Masahide Kawai, Takuya Kato, and Shigeo Morishima. Wrinkles individuality representing aging simulation. In *SIGGRAPH Asia 2015 Posters*, p. 37. ACM, 2015.
- [2] Gérald E Piérard, Isabelle Uhoda, and Claudine Piérard-Franchimont. From skin microrelief to wrinkles. an area ripe for investigation. *Journal of cosmetic dermatology*, Vol. 2, No. 1, pp. 21–28, 2003.
- [3] Pablo Garrido, Levi Valgaerts, Ole Rehmsen, Thorsten Thormahlen, Patrick Perez, and Christian Theobalt. Automatic face reenactment. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 4217–4224, 2014.
- [4] Wayne F Larrabee, K.H. Makielski, and Jenifer Henderson. *Surgical Anatomy of the Face*. LWW, second edition, 2003.
- [5] Hamdi Dibeklioglu, Albert Ali Salah, and Theo Gevers. Are you really smiling at me? spontaneous versus posed enjoyment smiles. In *European Conference on Computer Vision*, pp. 525–538. Springer, 2012.