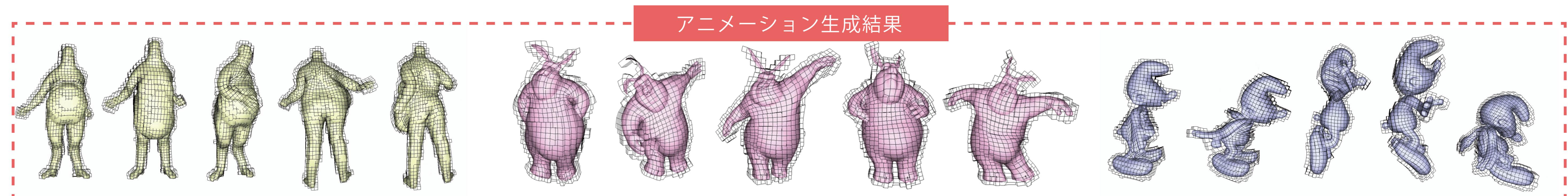


多重レイヤーボリューム構造を考慮したキャラクターのリアルタイム肉揺れアニメーション生成手法

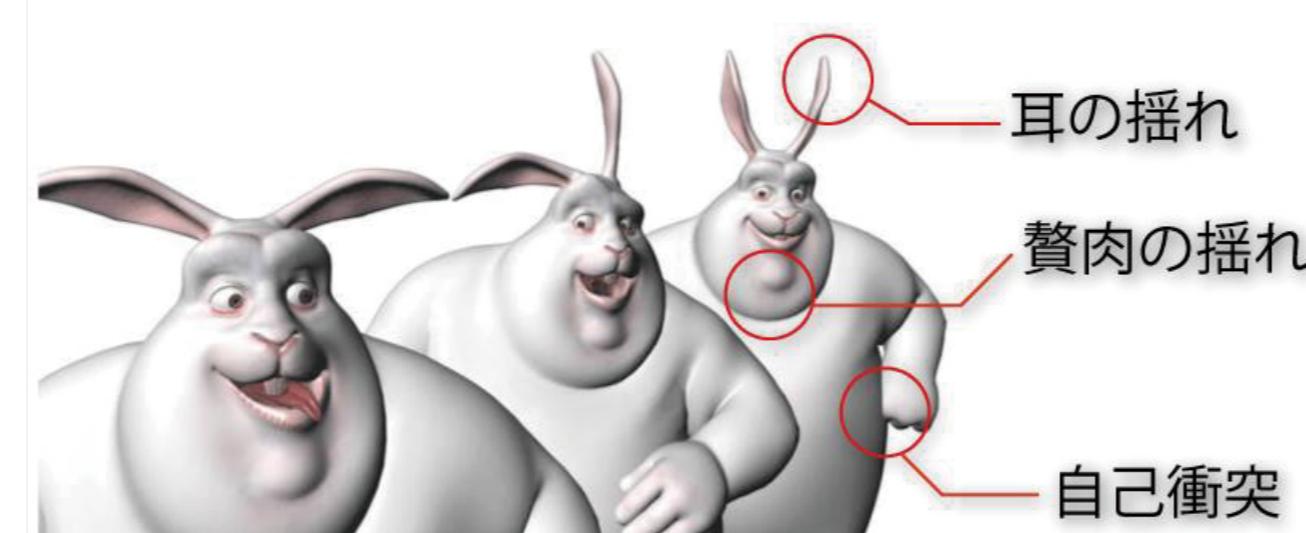
岩本尚也 森島繁生

早稲田大学, 早稲田大学理工学術院総合研究所, JST CREST



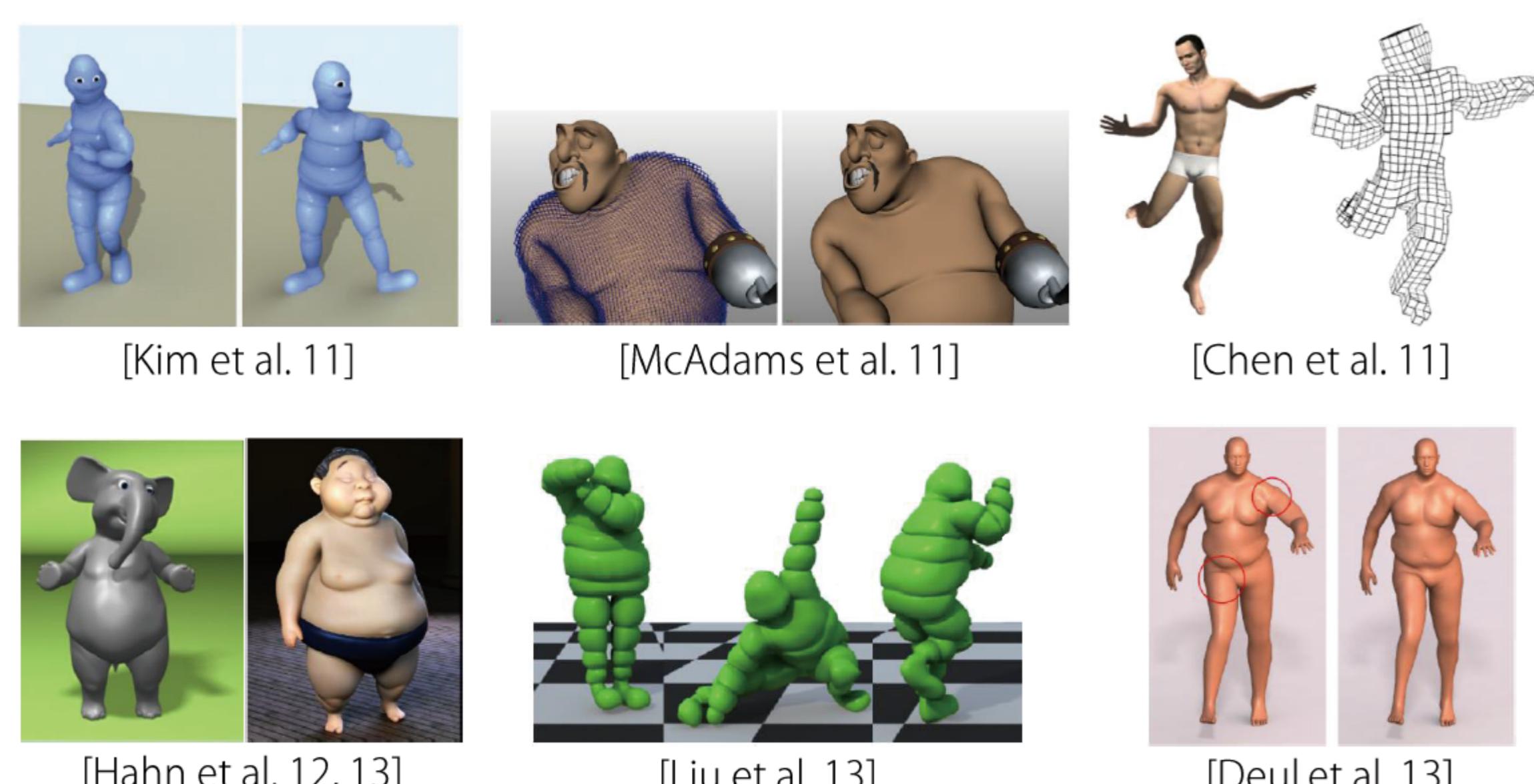
研究背景と目的

キャラクターの動きに応じた“肉揺れ”は、動きに躍動感を与え、キャラクターの個性をより強調する重要な要素である。しかし、未だ計算負荷の高い処理が必要であり、ゲーム等の利用には至っていない。そこで本研究では実時間での肉揺れ表現を目指す。



リアルタイムでの肉揺れアニメーションを実現する

肉揺れに関する研究

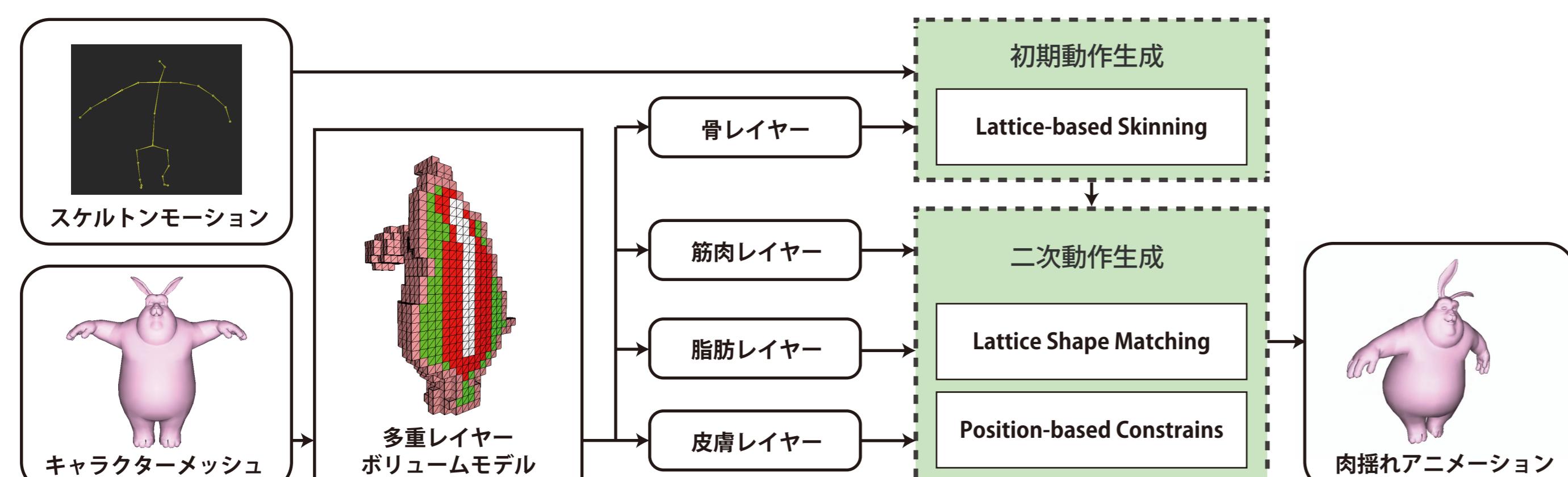


身体構造の未考慮

不安定な数値計算

非実時間処理

提案手法



1. 身体構造を考慮したモデルの自動生成

2. 位置制約に基づく相応しい肉揺れ形状の取得

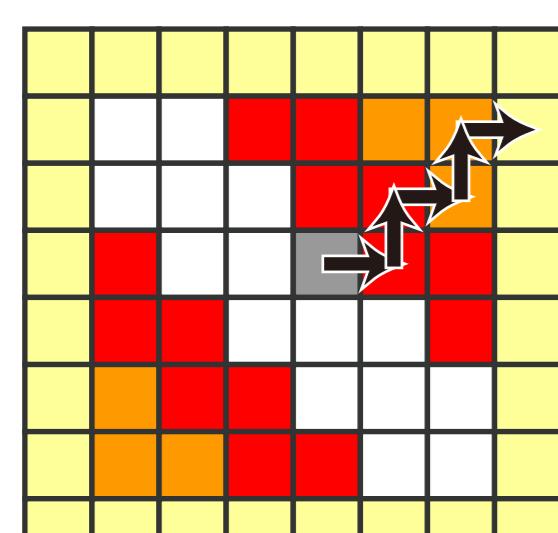
1. 身体構造を考慮したモデルの自動生成

骨

ユーザーが与えた骨からの距離の値以内にある頂点を骨レイヤーとして登録。

筋

各ボーンから皮膚への距離を計測し、最短ルート上の点に骨からの距離を登録。各ルートの最大距離を1とし、ユーザーの指定した[0,1]の値で筋肉、脂肪を登録。

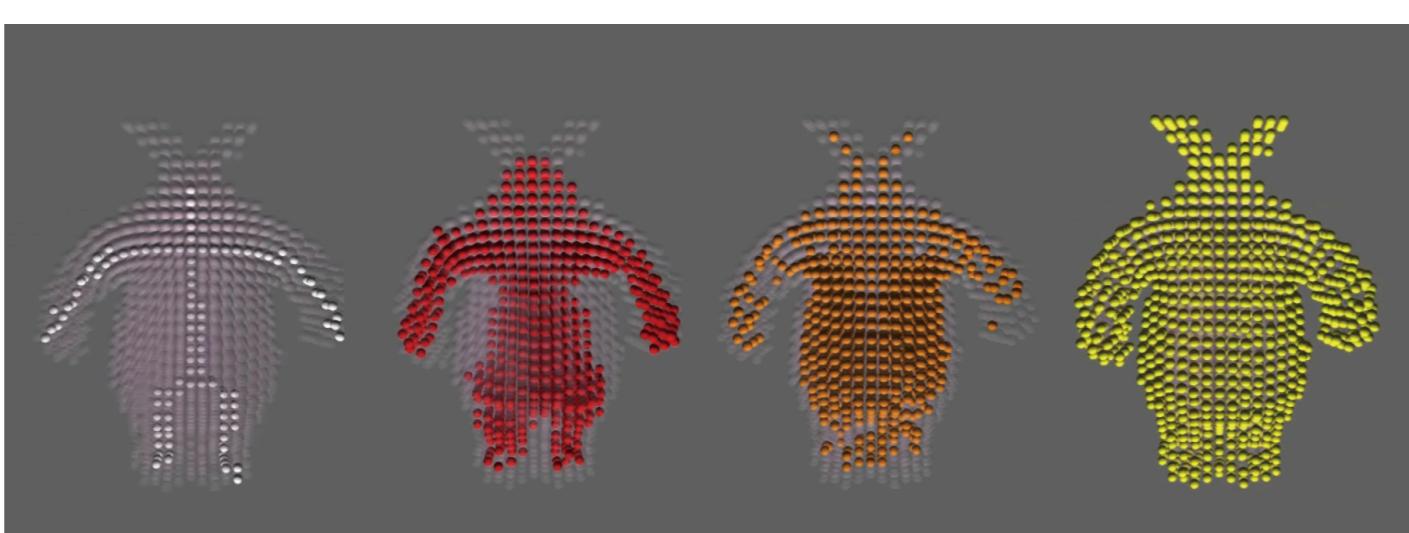


例 骨から皮膚への距離を計算する。この場合、最大距離は5となる。ユーザーが[0,1]の値を0.5とした時、マンハッタン距離が2(2.5)のレイヤーが筋肉、残りが脂肪レイヤーとなる。

皮

各頂点の隣接位置に頂点が存在しない場合、その頂点を皮膚レイヤーとして登録。

脂



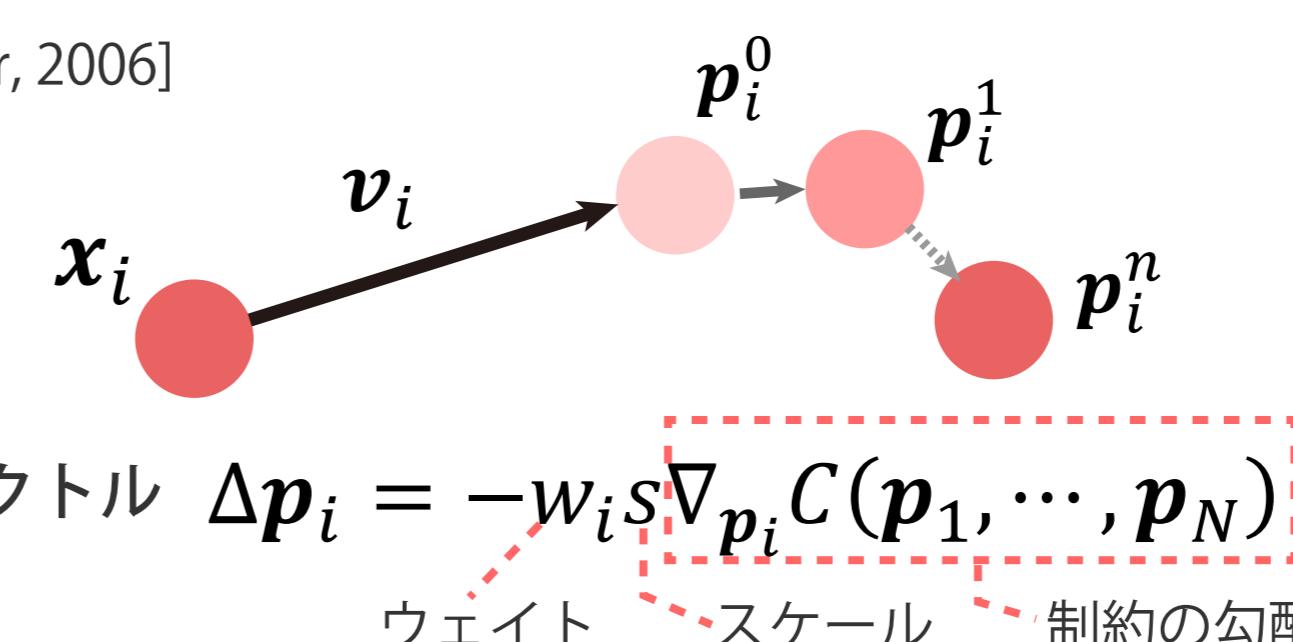
アニメーション生成結果

2. 位置制約に基づく相応しい肉揺れ形状の取得

Position based Dynamics における位置修正の制約

先に求めた座標に対し、制約を満たす位置へと修正し、現在位置と修正位置から次のフレームの速度を求める。

[Muller, 2006]



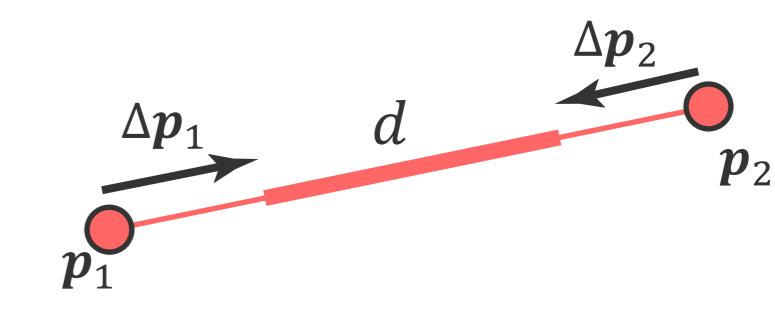
処理の流れ

- $\mathbf{p}_i = \mathbf{x}_i + \Delta t \mathbf{v}_i$
- n 回(任意数)ループ
 - 制約を満たす $\Delta \mathbf{p}_i$ を算出
 - $\mathbf{p}_i = \mathbf{p}_i + \Delta \mathbf{p}_i$
- $\mathbf{v}_i = (\mathbf{p}_i - \mathbf{x}_i) / \Delta t$
- $\mathbf{x}_i = \mathbf{p}_i$

距離制約 [Muller, 2006]

隣接ボクセルの中心座標の距離を保つ制約を仮定。

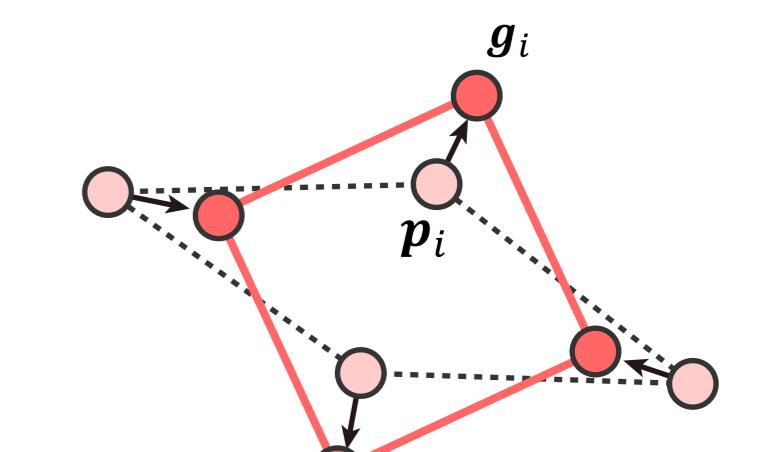
$$\text{距離制約 } C_{dist}(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2) = |\mathbf{p}_1 - \mathbf{p}_2| - d$$



弾性体制約 [Rivers, 2007]

Lattice Shape Matching を用いた弾性体制約を仮定。

$$\text{弾性体制約 } \Delta \mathbf{p}_i = \alpha(g_i(t) - \mathbf{p}_i(t))$$



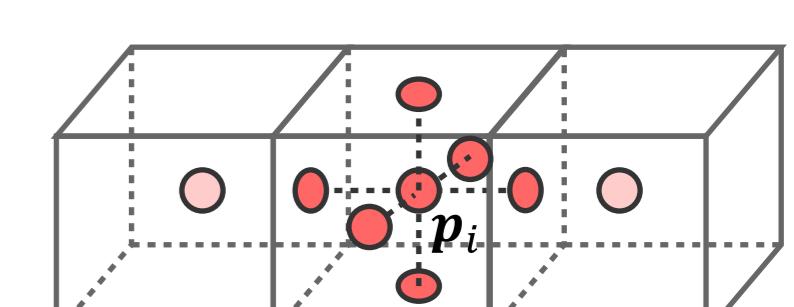
体積保存制約

現在の体積と初期の体積の差がゼロになる制約を仮定。

$$\text{体積保存制約 } C_{vol}(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_N) = vol(\mathbf{p}_i) - V_i$$

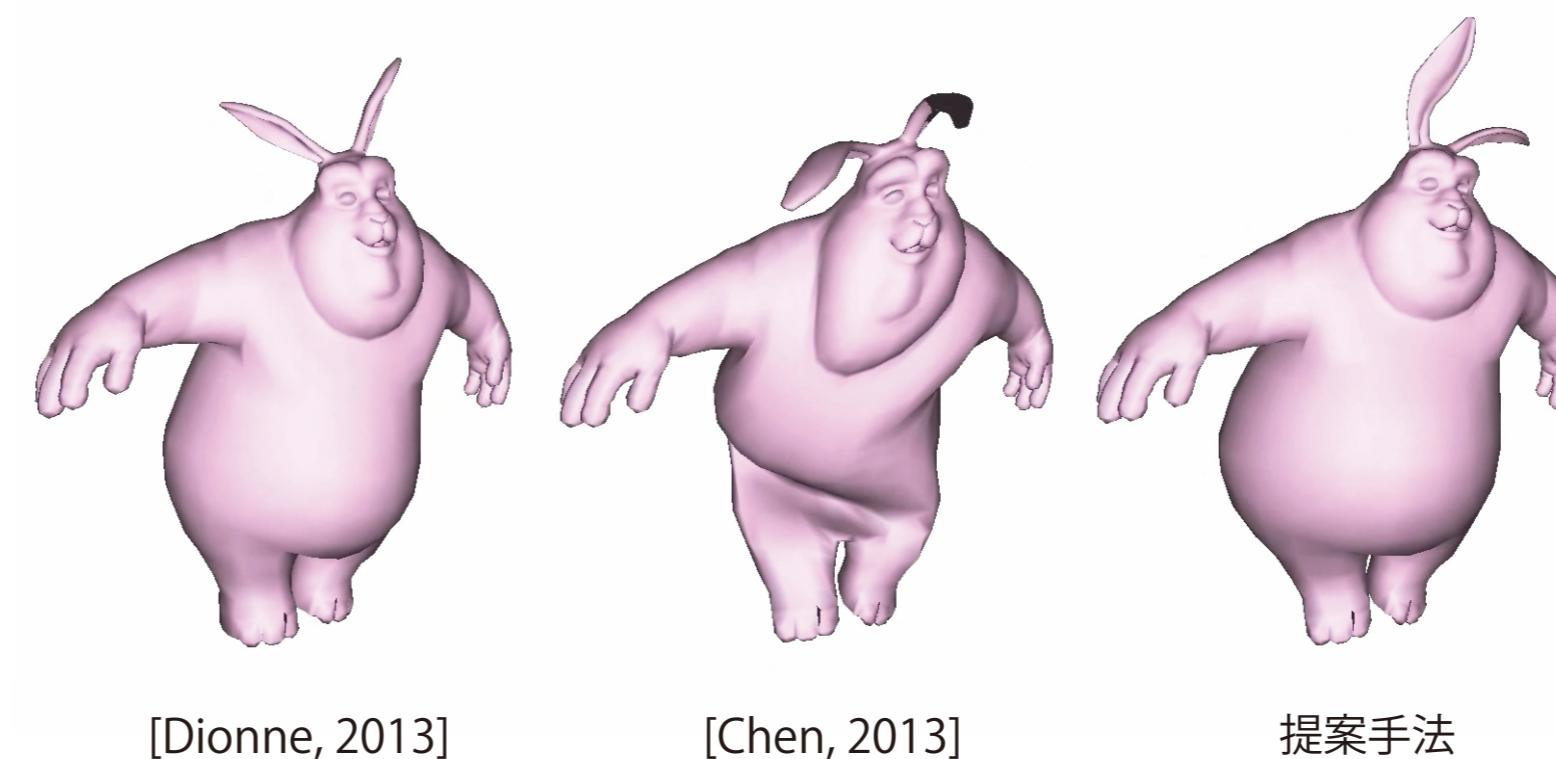
頂点 \mathbf{p}_i の現在の体積

初期体積

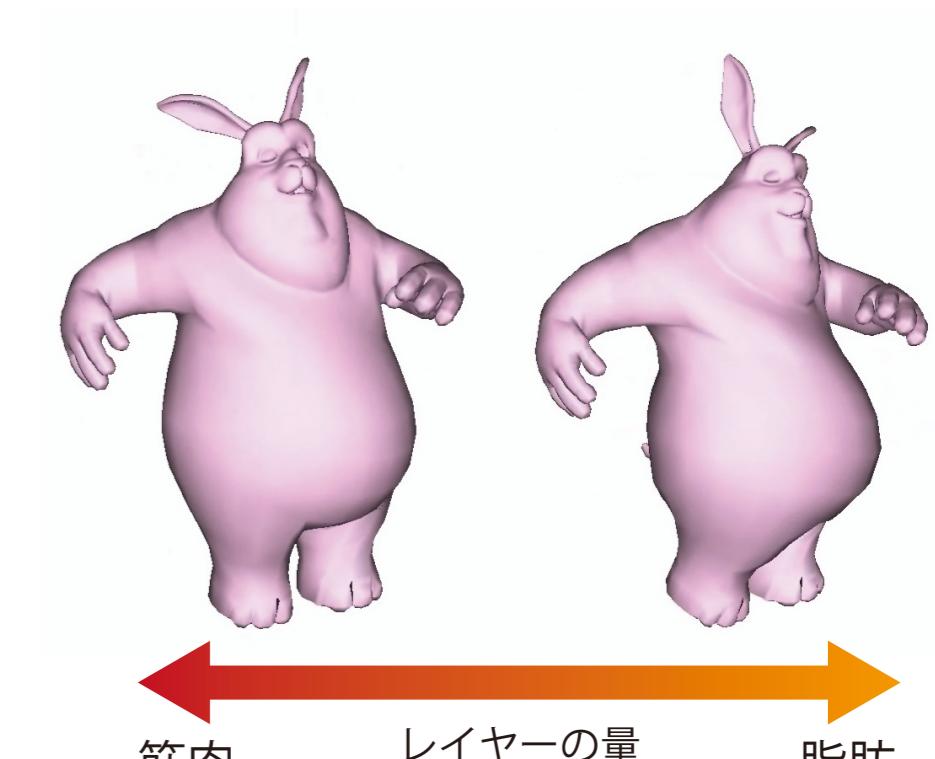


生成結果と比較

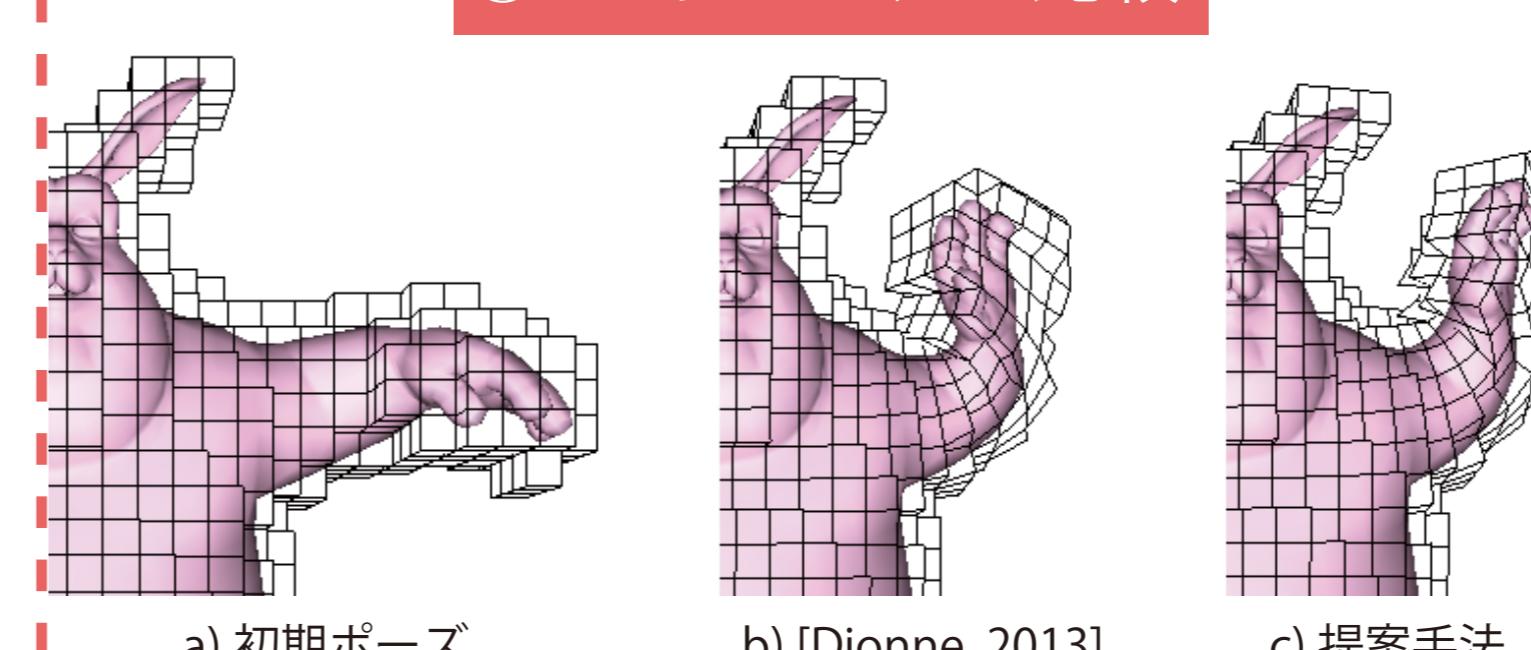
①既存手法との比較



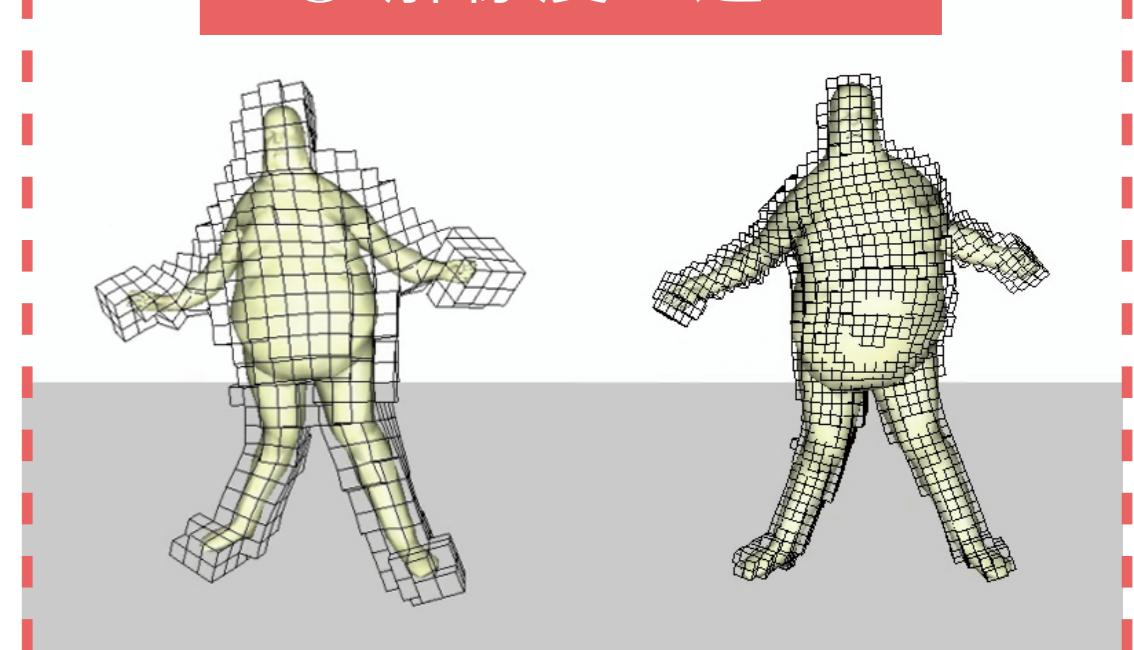
②身体構造の違い



③スキンニングの比較



④解像度の違い



⑤計算速度の比較

モデル	頂点数	Voxel	幅	筋肉	筋肉	脂肪	脂肪	皮膚	皮膚	t_s	t_d	t_e	t_v	t_{total}
				硬さ	減衰	硬さ	減衰	硬さ	減衰	[ms]	[ms]	[ms]	[ms]	[ms]
Bunny	4,138	3,671	3	0.88	0.18	0.35	0.31	0.42	0.16	9.04	1.58	4.59	0.90	19.16
Bloat ^{low}	2,283	922	3	0.40	0.06	0.19	0.05	0.25	0.03	3.36	0.30	0.99	0.14	5.43
Bloat	2,283	4,798	3	0.90	0.23	0.83	0.23	0.73	0.26	17.04	2.04	6.33	1.07	30.38
Smurf	32,168	4,312	3	0.98	0.26	0.63	0.20	0.90	0.28	21.94	1.80	5.67	0.89	33.86

今後の課題

自己衝突の考慮

物理的な正確さ

体積保存の精度