

6Q-5 歩行ゆらぎの3次元コンピューターグラフィックスへの応用*

斎藤 琢哉 日下部 学 三上 朝弘 上田 穣

会津大学†

鶴岡 政子

東京大学‡

1 はじめに

SONYが家庭向けゲーム機プレイステーションを販売してから、3Dグラフィックスを使用した映像表現が積極的に使用されるようになってきた。初期の映像作品においては、構成ポリゴン数が少なかったため、アップに耐えない画質しか得られなかつたが、近年においては人間の顔面も精密にモデリングできるようになった。

人間型のキャラクターに動きをつける手段として、モーションキャプチャによる動きのトレースによって人間の運動動作を細かく映像に反映させることは十分に実現可能となった。そして、CGによる表現は、近年のファインアルファンタジーシリーズやのシェンムーなどに代表されるように、感情の表現に重きを置く傾向になりつつある。本稿では、より人間らしい動きと、効果的な感情表現を目指すために、生き物が固有に持っている体の揺らぎに注目してみた。ゆらぎを意識的に取り入れたアニメーションはこれまでの顔面モーションサンプリングや顔面の表情の動き付けでは取り入れられることがなかつた要素である。しかし、日本の伝統芸能の文楽人形の感情表現方法[2]では、この揺らぎによって、生き生きとした感情と動きの表現に成功している。

本稿の実験では、歩行時の揺らぎの要素を単に歩行するだけのアニメーションに取り入れることによって、揺らぎをCGアニメーションに適用した場合の効果について報告する。

2 歩行ゆらぎのデータ

歩行揺らぎの基本データとして、東京大学の鶴岡のデータ(図1)をいただき、これを数式化して歩行アニメーションに追加のモーションとして取り込んでみることとした。

Yaw、Roll、Pitchの各回転角度の方向は(図3)に

*The natural three dimensional computer graphics animation with walking swing

†Takuya Saitou, Manabu Kusakabe, Mikami Tomohiro, Takuya Saitou, Minoru Ueda, Masako Turuoka: The University of Aizu

‡Masako Turuoka: The University of Tokyo

angle	roll	pitch	yaw
-0.00	0.08	1.08	2.08
-0.02	-0.06	-1.06	-2.06
-0.04	0.02	-1.02	-2.02
-0.06	-0.04	-1.04	-2.04
-0.08	0.06	-1.06	-2.06
-0.10	-0.02	-1.02	-2.02
-0.12	0.04	-1.04	-2.04
-0.14	-0.06	-1.06	-2.06
-0.16	0.08	-1.08	-2.08
-0.18	-0.04	-1.04	-2.04
-0.20	0.06	-1.06	-2.06
-0.22	-0.02	-1.02	-2.02
-0.24	0.04	-1.04	-2.04
-0.26	-0.06	-1.06	-2.06
-0.28	0.08	-1.08	-2.08
-0.30	-0.04	-1.04	-2.04
-0.32	0.06	-1.06	-2.06
-0.34	-0.02	-1.02	-2.02
-0.36	0.04	-1.04	-2.04
-0.38	-0.06	-1.06	-2.06
-0.40	0.08	-1.08	-2.08
-0.42	-0.04	-1.04	-2.04
-0.44	0.06	-1.06	-2.06
-0.46	-0.02	-1.02	-2.02
-0.48	0.04	-1.04	-2.04
-0.50	-0.06	-1.06	-2.06
-0.52	0.08	-1.08	-2.08
-0.54	-0.04	-1.04	-2.04
-0.56	0.06	-1.06	-2.06
-0.58	-0.02	-1.02	-2.02
-0.60	0.04	-1.04	-2.04
-0.62	-0.06	-1.06	-2.06
-0.64	0.08	-1.08	-2.08
-0.66	-0.04	-1.04	-2.04
-0.68	0.06	-1.06	-2.06
-0.70	-0.02	-1.02	-2.02
-0.72	0.04	-1.04	-2.04
-0.74	-0.06	-1.06	-2.06
-0.76	0.08	-1.08	-2.08
-0.78	-0.04	-1.04	-2.04
-0.80	0.06	-1.06	-2.06
-0.82	-0.02	-1.02	-2.02
-0.84	0.04	-1.04	-2.04
-0.86	-0.06	-1.06	-2.06
-0.88	0.08	-1.08	-2.08
-0.90	-0.04	-1.04	-2.04
-0.92	0.06	-1.06	-2.06
-0.94	-0.02	-1.02	-2.02
-0.96	0.04	-1.04	-2.04
-0.98	-0.06	-1.06	-2.06
-1.00	0.08	-1.08	-2.08
-1.02	-0.04	-1.04	-2.04
-1.04	0.06	-1.06	-2.06
-1.06	-0.02	-1.02	-2.02
-1.08	0.04	-1.04	-2.04
-1.10	-0.06	-1.06	-2.06
-1.12	0.08	-1.08	-2.08
-1.14	-0.04	-1.04	-2.04
-1.16	0.06	-1.06	-2.06
-1.18	-0.02	-1.02	-2.02
-1.20	0.04	-1.04	-2.04
-1.22	-0.06	-1.06	-2.06
-1.24	0.08	-1.08	-2.08
-1.26	-0.04	-1.04	-2.04
-1.28	0.06	-1.06	-2.06
-1.30	-0.02	-1.02	-2.02
-1.32	0.04	-1.04	-2.04
-1.34	-0.06	-1.06	-2.06
-1.36	0.08	-1.08	-2.08
-1.38	-0.04	-1.04	-2.04
-1.40	0.06	-1.06	-2.06
-1.42	-0.02	-1.02	-2.02
-1.44	0.04	-1.04	-2.04
-1.46	-0.06	-1.06	-2.06
-1.48	0.08	-1.08	-2.08
-1.50	-0.04	-1.04	-2.04
-1.52	0.06	-1.06	-2.06
-1.54	-0.02	-1.02	-2.02
-1.56	0.04	-1.04	-2.04
-1.58	-0.06	-1.06	-2.06
-1.60	0.08	-1.08	-2.08
-1.62	-0.04	-1.04	-2.04
-1.64	0.06	-1.06	-2.06
-1.66	-0.02	-1.02	-2.02
-1.68	0.04	-1.04	-2.04
-1.70	-0.06	-1.06	-2.06
-1.72	0.08	-1.08	-2.08
-1.74	-0.04	-1.04	-2.04
-1.76	0.06	-1.06	-2.06
-1.78	-0.02	-1.02	-2.02
-1.80	0.04	-1.04	-2.04
-1.82	-0.06	-1.06	-2.06
-1.84	0.08	-1.08	-2.08
-1.86	-0.04	-1.04	-2.04
-1.88	0.06	-1.06	-2.06
-1.90	-0.02	-1.02	-2.02
-1.92	0.04	-1.04	-2.04
-1.94	-0.06	-1.06	-2.06
-1.96	0.08	-1.08	-2.08
-1.98	-0.04	-1.04	-2.04
-2.00	0.06	-1.06	-2.06
-2.02	-0.02	-1.02	-2.02
-2.04	0.04	-1.04	-2.04
-2.06	-0.06	-1.06	-2.06
-2.08	0.08	-1.08	-2.08
-2.10	-0.04	-1.04	-2.04
-2.12	0.06	-1.06	-2.06
-2.14	-0.02	-1.02	-2.02
-2.16	0.04	-1.04	-2.04
-2.18	-0.06	-1.06	-2.06
-2.20	0.08	-1.08	-2.08
-2.22	-0.04	-1.04	-2.04
-2.24	0.06	-1.06	-2.06
-2.26	-0.02	-1.02	-2.02
-2.28	0.04	-1.04	-2.04
-2.30	-0.06	-1.06	-2.06
-2.32	0.08	-1.08	-2.08
-2.34	-0.04	-1.04	-2.04
-2.36	0.06	-1.06	-2.06
-2.38	-0.02	-1.02	-2.02
-2.40	0.04	-1.04	-2.04
-2.42	-0.06	-1.06	-2.06
-2.44	0.08	-1.08	-2.08
-2.46	-0.04	-1.04	-2.04
-2.48	0.06	-1.06	-2.06
-2.50	-0.02	-1.02	-2.02
-2.52	0.04	-1.04	-2.04
-2.54	-0.06	-1.06	-2.06
-2.56	0.08	-1.08	-2.08
-2.58	-0.04	-1.04	-2.04
-2.60	0.06	-1.06	-2.06
-2.62	-0.02	-1.02	-2.02
-2.64	0.04	-1.04	-2.04
-2.66	-0.06	-1.06	-2.06
-2.68	0.08	-1.08	-2.08
-2.70	-0.04	-1.04	-2.04
-2.72	0.06	-1.06	-2.06
-2.74	-0.02	-1.02	-2.02
-2.76	0.04	-1.04	-2.04
-2.78	-0.06	-1.06	-2.06
-2.80	0.08	-1.08	-2.08
-2.82	-0.04	-1.04	-2.04
-2.84	0.06	-1.06	-2.06
-2.86	-0.02	-1.02	-2.02
-2.88	0.04	-1.04	-2.04
-2.90	-0.06	-1.06	-2.06
-2.92	0.08	-1.08	-2.08
-2.94	-0.04	-1.04	-2.04
-2.96	0.06	-1.06	-2.06
-2.98	-0.02	-1.02	-2.02
-3.00	0.04	-1.04	-2.04
-3.02	-0.06	-1.06	-2.06
-3.04	0.08	-1.08	-2.08
-3.06	-0.04	-1.04	-2.04
-3.08	0.06	-1.06	-2.06
-3.10	-0.02	-1.02	-2.02
-3.12	0.04	-1.04	-2.04
-3.14	-0.06	-1.06	-2.06
-3.16	0.08	-1.08	-2.08
-3.18	-0.04	-1.04	-2.04
-3.20	0.06	-1.06	-2.06
-3.22	-0.02	-1.02	-2.02
-3.24	0.04	-1.04	-2.04
-3.26	-0.06	-1.06	-2.06
-3.28	0.08	-1.08	-2.08
-3.30	-0.04	-1.04	-2.04
-3.32	0.06	-1.06	-2.06
-3.34	-0.02	-1.02	-2.02
-3.36	0.04	-1.04	-2.04
-3.38	-0.06	-1.06	-2.06
-3.40	0.08	-1.08	-2.08
-3.42	-0.04	-1.04	-2.04
-3.44	0.06	-1.06	-2.06
-3.46	-0.02	-1.02	-2.02
-3.48	0.04	-1.04	-2.04
-3.50	-0.06	-1.06	-2.06
-3.52	0.08	-1.08	-2.08
-3.54	-0.04	-1.04	-2.04
-3.56	0.06	-1.06	-2.06
-3.58	-0.02	-1.02	-2.02
-3.60	0.04	-1.04	-2.04
-3.62	-0.06	-1.06	-2.06
-3.64	0.08	-1.08	-2.08
-3.66	-0.04	-1.04	-2.04
-3.68	0.06	-1.06	-2.06
-3.70	-0.02	-1.02	-2.02
-3.72	0.04	-1.04	-2.04
-3.74	-0.06	-1.06	-2.06
-3.76	0.08	-1.08	-2.08
-3.78	-0.04	-1.04	-2.04
-3.80	0.06	-1.06	-2.06
-3.82	-0.02	-1.02	-2.02
-3.84	0.04	-1.04	-2.04
-3.86	-0.06	-1.06	-2.06
-3.88	0.08	-1.08	-2.08
-3.90	-0.04	-1.04	-2.04
-3.92	0.06	-1.06	-2.06
-3.94	-0.02	-1.02	-2.02
-3.96	0.04	-1.04	-2.04
-3.98	-0.06	-1.06	-2.06
-4.00	0.08	-1.08	-2.08
-4.02	-0.04	-1.04	-2.04
-4.04	0.06	-1.06	-2.06
-4.06	-0.02	-1.02	-2.02
-4.08	0.04	-1.04	-2.04
-4.10	-0.06	-1.06	-2.06
-4.12	0.08	-1.08	-2.08
-4.14	-0.04	-1.04	-2.04
-4.16	0.06	-1.06	-2.06
-4.18	-0.02	-1.02	-2.02
-4.20	0.04	-1.04	-2.04
-4.22	-0.06	-1.06	-2.06
-4.24	0.08	-1.08	-2.08
-4.26	-0.04	-1.04	-2.04
-4.28	0.06	-1.06	-2.06
-4.30	-0.02	-1.02	-2.02
-4.32	0.04	-1.04	-2.04
-4.34	-0.06	-1.06	-2.06
-4.36	0.08	-1.08	-2.08
-4.38	-0.04	-1.04	-2.04
-4.40	0.06	-1.06	-2.06
-4.42	-0.02	-1.02	-2.02
-4.44	0.04	-1.04	-2.04
-4.46	-0.06	-1.06	-2.06
-4.48	0.08	-1.08	-2.08
-4.50	-0.04	-1.04	-2.04
-4.52	0.06	-1.06	-2.06
-4.54	-0.02	-1.02	-2.02
-4.56	0.04	-1.04	-2.04
-4.58	-0.06	-1.06	-2.06
-4.60	0.08	-1.08	-2.08
-4.62	-0.04	-1.04	-2.04
-4.64	0.06	-1.06	-2.06
-4.66	-0.02	-1.02	-2.02
-4.68	0.04	-1.04	-2.04
-4.70	-0.06	-1.06	-2.06
-4.72	0.08	-1.08	-2.08
-4.74	-0.04	-1.04	-2.04
-4.76	0.06	-1.06	-2.06
-4.78	-0.02	-1.02	-2.02
-4.80	0.04	-1.04	-2.04
-4.82	-0.06	-1.06	-2.06
-4.84	0.08	-1.08	-2.08
-4.86	-0.04	-1.04	-2.04
-4.88	0.06	-1.06	-2.06
-4.90	-0.02	-1.02	-2.02
-4.92	0.04	-1.04	-2.04
-4.94	-0.06	-1.06	-2.06

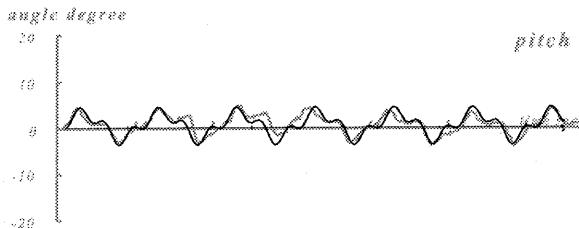


図 2: pitch データと作成した式の比較

3 対象と実験方法

データを反映させる人型キャラクター モデル(図3)を簡単に作成し、式化したモーションをそのまま組み込む。この実験用に作ったモデルは必要最低限の稼働能力しか与えておらず、歩行に見える最低の関節構造しか有していない。このモデルでアニメーションを作成し、揺らぎデータを与えていないものと比較してみる。

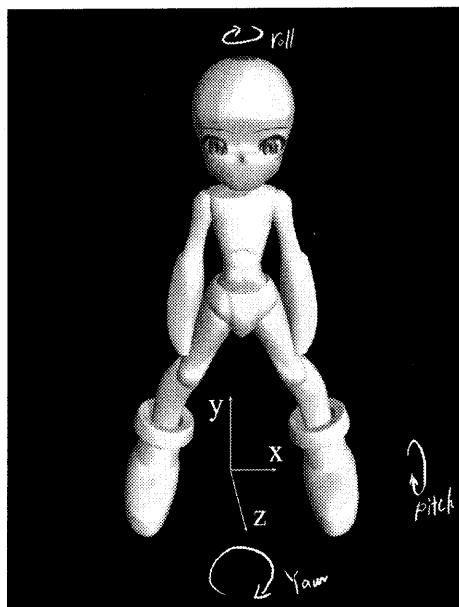


図 3: 作成したキャラクター モデル

4 実験結果

ゆらぎの要素を取り入れたものと、そうでないものの二つのモーションデータを作成し、同じ空間上でアニメーションさせてみるとその違いがはっきりと現れてくる。

Pitch、roll、yaw の 3 つのゆらぎが加わっただけで、単純に歩くだけであったモーションに、腰から上の前後へのゆれが加わりうでをふる動作に胸と腰の動きが加わり、そして歩行の動作にあわせた左右への微妙な重心の移動、そして足を出すとき体を微妙に前に出すゆらぎが加わった。

このアニメーション画像を 10 人の者に見せたところ、10人がゆらぎデータを加えたものの方がより自然な歩行に見えると言うことであった。このように、単純な歩行データであっても、簡単なゆらぎを加えるだけで、動作をより自然に見せることができるようになるのである。

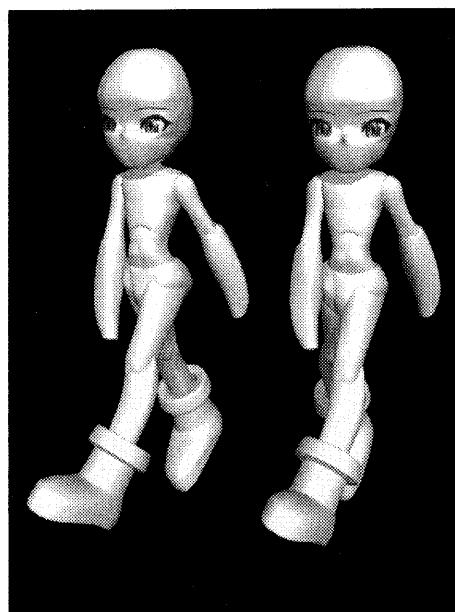


図 4: 歩行するキャラクター モデル

5 まとめ

本稿では歩行揺らぎデータを歩行アニメーションに適用してみたのだが、これらの操作は手動で行うには時間と手間がかかりすぎるため効率が悪い。さらに、このデータはあくまで歩行時のゆらぎのみであって、万事に適用できるものでないし、感情等の起伏の無い無感情の歩行であるので、最終的な目標であるゆらぎによる感情表現にはまだ至っていない。これらのゆらぎ動作を目的にあわせて自動的に組みめるようなプラグインあるいはソフトウェアの開発や、感情を交えたゆらぎの実装実験やその実効性能の検証を、今後の課題としている。

参考文献

- [1] 鶴岡 政子, 身体運動の計測とスペクトル解析:測量 vol.50(2000),pp.24-28
- [2] Hayashi,J. and Ueda,M. (1999) "Animation of emotion Expressions from Bunraku Puppets" *The Journal of 3-Dimensional Images :International Conference Issue*, pp35-40.