



CG アニメーションにおける頷き動作生成のための 首の回転角の分析

Analysis of Neck-angle for making Nodding Motion in CG animation

入江希¹⁾, 柴田傑²⁾

- 1) 室蘭工業大学情報電子工学系専攻 (〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1, 18043008@mmm.muroran-it.ac.jp)
2) 室蘭工業大学しくみ情報系領域 (〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1, shibata@csse.muroran-it.ac.jp)

概要: 心理カウンセリングにおいて聞き手は話し手に対して頷き動作等で傾聴していることを示す必要がある。本研究では心理カウンセリングの聞き手に CG キャラクタを用いることを想定し, CG キャラクタの頷き動作を作成するために人の頷き動作を分析する。計測実験では, 複数人の頷き動作を慣性式モーションキャプチャで計測した。計測データを分析した結果, 複数人の頷き動作から一つの CG キャラクタの頷き動作を作成できることが分かった。

キーワード: CG アニメーション, 頷き動作, モーションキャプチャ

1. はじめに

現在, 精神に疾患を持つ人が増加している [1]。そのような精神に疾患を持つ人に対するケアとして, 心理カウンセリングが用いられる。

心理カウンセリングは, カウンセリングを施す人 (カウンセラー) がカウンセリングを受ける人 (クライアント) の話を聞くことによって進行する。

カウンセラーはクライアントに対して傾聴していることを示す必要がある。傾聴していることを示す方法の一つとして, 頷き動作が挙げられる。

現在, 頷きエージェントロボットを用いて心理カウンセリングを試みる研究がある [2]。頷きエージェントロボットによるカウンセリングは, ロボットに頷かせることによってクライアントに傾聴していることを示し, カウンセリングをするというものである。本研究では, 頷きエージェントロボットと同様に CG キャラクタに頷き動作をさせることでもカウンセリングができるのではないかと考えた。

CG キャラクタによる心理カウンセリングに用いる頷き動作は, 人間の頷き動作が適していると考えられる。しかし, 人間の頷き動作は個人によって頷き方に差がある。そのため, CG キャラクタに人間の頷き動作をさせるためには, 複数人の平均的な頷き動作の特徴を知る必要があると考えられる。

本研究では, 平均的な頷き動作を CG キャラクタを用いて作成するため, 頷き方ごとに各個人の頷き方がどの程度バラつくのか分析する。

本研究では, キーフレームによって頷き動作のアニメーションを作成することを想定する。そこで, キーフレームによる頷きに重要な, 頷き動作の開始角度, 頷く前に顎を

上にあげる動作 (予備動作) の大きさ, 顎を上げてから下に下ろしきるまでの大きさ (頷きの深さ) に焦点を当てる。また, CG アニメーションでは頷き始めと頷き終わりが同じ角度であることが望ましい。本研究では, 頷き動作の開始角度と終了角度の違いを頷き全体のズレと定義し, 頷き全体のズレにも焦点を当てる。

2. 計測実験

2.1 実験目的

頷き動作を CG アニメーションで作成するためには, 平均的な頷きの深さの回転角と予備動作の大きさの回転角が必要である。

本実験では, 平均的な頷き動作の特徴を求め CG アニメーションを作成するために, 人の頷き動作を計測する。計測する頷きは, 相槌を打つ場合を想定し 2 回頷くものとする。各個人の頷き方がどの程度バラつくのか分析するため, 複数人の頷きを計測する。

2.2 実験手順

頷き動作の計測には, 慣性式モーションキャプチャ (Mo-Cap) として PerceptionNeuron を使用し, 計測用のソフトウェアとして AxisNeuron を用いた。1 フレームあたり 0.008 秒 (125fps) で計測した。

20 代の男女 6 名 (男性 3 名, 女性 3 名) の被験者に対して, 上半身に MoCap を装着し, 表 1 に示した頷き方を計測した。本研究の計測では, 個人によって頷きの開始角度は異なるものと考え, 開始角度を揃えずに頷き動作を計測した。このとき, 教示条件として以下の 4 点を提示した。

- 頷きは 2 回頷くこと
- 指示された頷き方をする

Nozomi IRIE, Takeshi SHIBATA

- 座った状態で頷くこと
- 指示された頷き方以外 (頷く速さ, 頷きの深さの最大値等) は自由であること

頷き動作は表 1 に示す Nod1 から順に指示した。会話の中での頷き方がしやすいように、予備動作が切り替わるときに頷き方のニュアンスも提示した。

実験は以下の手順で進めた。

1. 被験者に Perception Neuron を上半身のみ着ける
2. 実験概要と教示条件の説明
3. Perception Neuron のキャリブレーション
4. 頷き動作の指示
5. 頷き動作の計測
6. Nod1 から Nod9 まで手順 4 と手順 5 の繰り返し
7. Perception Neuron のキャリブレーション
8. 順番を逆にして手順 4 と手順 5 の繰り返し

2.3 実験結果

図 1(i) に計測時に X 軸とした軸を示す。X 軸は首を横に貫通する軸である。同図に示す矢印の向きに対して右ネジの回転 (下方向) を正の回転としている。今回の計測では、Perception Neuron のキャリブレーション時の正面方向を 0 度とする。同図 (ii) に、胴に対する X 軸周りの頭の回転角 (首の回転角) の計測データを示す。同図に示されるグラフは縦軸が回転角 (deg)、横軸がフレーム数である。

本実験では、2 回頷く頷き動作を計測しているため、同図 (ii) に示される計測データから頷きの深さとして 2 回の極大値が観測できる。1 回目に見られる極大値 (同図 (ii) の (a)) を頷き 1 の角度と呼び、2 回目に見られる極大値 (同図 (ii) の (b)) を頷き 2 の角度と呼ぶ。

表 1: 頷きと指示内容

頷き	指示内容	提示したニュアンス
Nod1	予備動作を小さめに、2 回目の頷きを 1 回目と比較して小さく頷く	「あーはいはい」
Nod2	予備動作を小さめに、1 回目と 2 回目の頷きを同じ大きさにして頷く	
Nod3	予備動作を小さめに、2 回目の頷きを 1 回目と比較して大きく頷く	
Nod4	予備動作を無しに、2 回目の頷きを 1 回目と比較して小さく頷く	「うんうん」
Nod5	予備動作を無しに、1 回目と 2 回目の頷きを同じ大きさにして頷く	
Nod6	予備動作を無しに、2 回目の頷きを 1 回目と比較して大きく頷く	
Nod7	予備動作を大きく、2 回目の頷きを 1 回目と比較して小さく頷く	「あーなるほどなるほど」
Nod8	予備動作を大きく、1 回目と 2 回目の頷きを同じ大きさにして頷く	
Nod9	予備動作を大きく、2 回目の頷きを 1 回目と比較して大きく頷く	

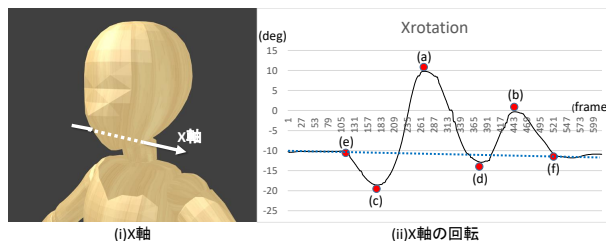


図 1: 頷き動作の回転軸と計測データ

予備動作の大きさとして頷きの直前に極小値が観測できる。1 回目の極小値 (同図 (ii) の (c)) は頷き 1 の予備動作の角度と呼び、2 回目の極小値 (同図 (ii) の (d)) は頷き 2 の予備動作の角度と呼ぶ。

頷き動作の開始角度 (同図 (ii) の (e)) と終了角度 (同図 (ii) の (f)) から頷き全体のズレが観測できる。頷き動作の開始角度と終了角度による傾きを頷き全体の傾きと呼ぶ。

キャリブレーション時に正面より下を向いてしまった場合、計測時に正面を向くとキャリブレーション時より上へ傾くため負の角度として観測される。また、計測時にキャリブレーション時より前傾姿勢となる場合、正面を向いた時の首の角度はキャリブレーション時より上へ傾くため、負の角度として観測される。そのため、今回の実験による計測データには、キャリブレーション時のバラつき、姿勢の崩れ、頷き方の違いが表れている。

3. 分析

本分析では、姿勢の崩れを含めた頷き方のバラつきを分析する。図 2 に全ての被験者の Nod1 の計測データのうち頷き動作の開始時刻から終了時刻まで切り出したデータを示す。今回計測したデータは全て手動で切り出した。同図のグラフは縦軸が回転角 (deg)、横軸が頷き動作の開始角度からのフレーム数で、被験者ごとに色分けをしており、実線は 1 回目の計測、破線は 2 回目の計測を表している。

同図 (a) は、被験者ごとに頷き動作の開始角度を示している。同図 (a) から、被験者ごとに頷き動作の開始角度が

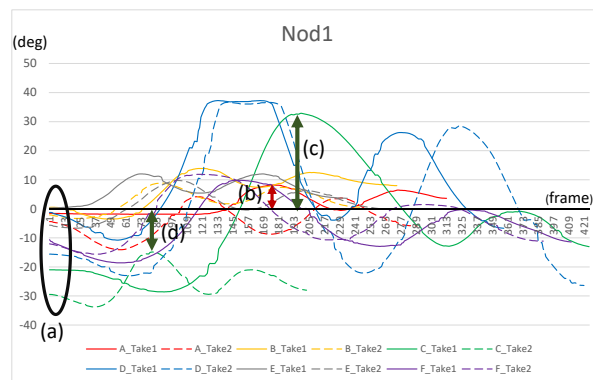


図 2: Nod1 の計測データ

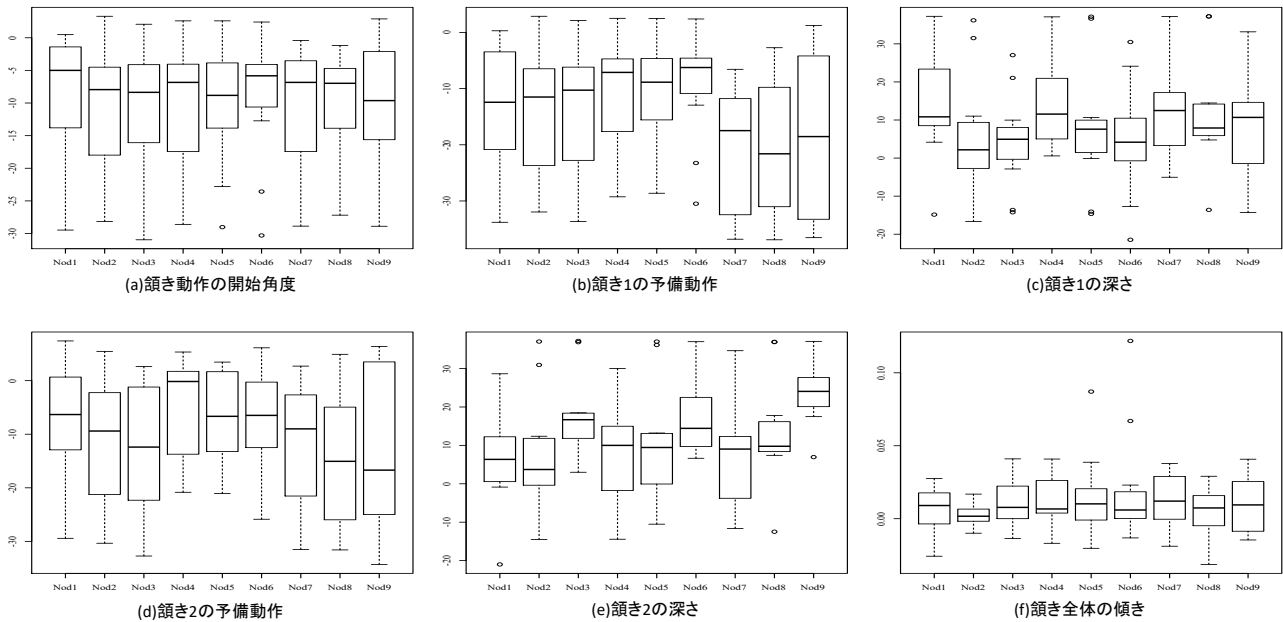


図 3: 各要素の箱ひげ図

異なっていることが見て取れる。

同図 (b) は、被験者 A の 1 回目の計測、傾き 1 の角度を示している。同図 (c) は、被験者 C の 1 回目の計測、傾き 1 の角度を示している。同図 (b)(c) から、被験者によって傾きの角度が大きく異なる場合があることが見て取れる。

同図 (d) は、被験者 C の 2 回目の計測、傾き 1 の角度を示している。同図 (c)(d) から、同じ被験者でも 1 回目と 2 回目の計測で傾きの角度が大きく異なる場合があることが見て取れる。

本研究では、傾き動作の開始角度、各傾きと予備動作の角度、傾き全体の傾きについて分析する。図 3 に計測データの分布を箱ひげ図に表したものを示す。

同図 (a) に傾き動作の開始角度の分布を示す。同図 (a) の縦軸は回転角 (deg) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (a) の箱ひげ図から、Nod6 の傾き方では他の傾き方に比べてバラつきが小さいことが見て取れる。

同図 (b) に傾き 1 の予備動作の角度の分布を示す。同図 (b) の縦軸は回転角 (deg) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (b) の箱ひげ図から、Nod6 の傾き方では他の傾き方に比べてバラつきが小さいことが見て取れる。

同図 (c) に傾き 1 の角度の分布を示す。同図 (c) の縦軸は回転角 (deg) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (c) の箱ひげ図から、Nod3, Nod5, Nod8 の傾き方では他の傾き方に比べてバラつきが小さいことが見て取れる。

同図 (d) に傾き 2 の予備動作の角度の分布を示す。同図 (d) の縦軸は回転角 (deg) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (d) の箱ひげ図から、Nod9 の傾き方では最もバラつきが大きいことが見て取れる。

同図 (e) に傾き 2 の角度の分布を示す。同図 (e) の縦軸は回転角 (deg) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (e) の箱ひげ図から、Nod3, Nod8, Nod9 の傾き方では他の傾き方に比べてバラつきが小さいことが見て取れる。

同図 (f) に傾き全体の傾きの分布を示す。同図 (f) の縦軸は傾き (deg/フレーム数) を示しており、横軸は傾き方の種類を示している。同図 (f) の箱ひげ図から、Nod2 の傾き方では最もバラつきが小さいことが見て取れる。

分析の結果から傾き動作の開始角度、傾きの角度、予備動作の角度に大きなバラつきがあることがわかった。更に傾き全体の傾きも存在していることがわかった。

4. 考察

分析の結果に基づいて、平均的な傾き動作の CG アニメーションを生成する方法を考察する。傾き動作の CG アニメーション作成のためには、傾き動作の開始角度と終了角度が同じ角度であることが望ましいため、傾き全体の傾きを取り除く。 k フレーム目の回転角 ($data[k]$) から、 i フレーム目から $i + 100$ フレーム目までの回転角の移動平均を引くことで傾き全体の傾きを除去した。また、本処理によって、キャリブレーションや姿勢のバラつきの軽減効果も期待できる。移動平均に k フレーム目の前後 50 フレームを用いることから、総フレーム数が N のとき、 k は $50 \leq k \leq N - 51$ とする。 k フレーム目の傾き全体の傾きを除去した回転角 ($C_data[k]$) は式 (1) で求める。

$$C_data[k] = data[k] - \frac{1}{101} \sum_{i=k-50}^{i+100} data[i] \quad (1)$$

表 2: 頷き動作の CG アニメーション作成に利用した回転角

	頷き1の 予備動作	頷き1	頷き2の 予備動作	頷き2
Nod1	-16.9	13.0	-8.4	9.5
Nod2	-12.2	10.1	-11.4	11.6
Nod3	-10.8	9.9	-19.2	17.7
Nod4	0.0	13.1	-8.3	11.2
Nod5	0.0	9.2	-9.9	13.2
Nod6	0.0	4.5	-15.9	17.3
Nod7	-21.5	15.2	-11.5	10.3
Nod8	-20.2	15.5	-17.4	15.8
Nod9	-16.8	12.6	-23.9	22.2

頷き全体の傾きを除去したデータを用いて、頷き動作の CG アニメーションの作成に必要な回転角を求める。頷き動作の開始角度、頷きと予備動作の角度のバラつきについて平均値を取ることでキーフレームに用いる回転角の取得を試みる。

頷き動作の CG アニメーション作成のために求めた回転角を表 2 に示す。極小値の平均は予備動作の角度に使用し、極大値の平均は頷きの角度に使用した。ただし、Nod4, Nod5, Nod6 については予備動作無しのため、頷き 1 の予備動作の角度を 0 とした。

表 2 に示した値を用いて作成した Nod1 の頷き動作を図 4 に示す。同図のグラフは縦軸が回転角 (deg)、横軸がフレーム数である。今回作成したアニメーションは、総フレーム数 240 フレームとし 60fps で作成した。

同図 (a) は 0 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは、0 度を頷き動作の開始角度とした。同図 (b) は 30 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは、30 フレーム目を頷き 1 の予備動作の最大値とした。同図 (c) は 90 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは、90 フレーム目を頷き 1 の最大値とした。同図 (d) は 150 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは、150 フレーム目を頷き 2 の予備動作の最大値とした。同図 (e) は 210 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは、210 フレーム目を頷き 2 の最大値とした。同図 (f) は 240 フレーム目の時の CG キャラクタの首の角度を示している。今回作成した CG アニメーションでは頷き動作の開始角度と同じ角度 (0 度) を終了角度とした。

今回の研究では、図 4 に示すような CG アニメーションが作成できた。作成した CG アニメーションを目視で確認したところ、頷きの種類ごとに違いが見られた。また、今回作成した CG アニメーションは人の頷きとして違和感のないものであると考えられる。

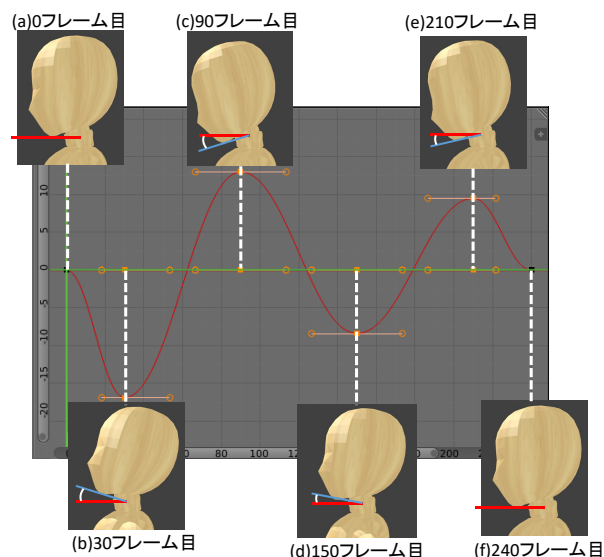


図 4: 作成した頷き動作

5. まとめ

本研究では、心理カウンセリングに CG アニメーションを用いることを想定し、CG キャラクタの平均的な頷き動作を作成するために人の頷き動作を分析した。

今回、計測実験で 9 種類の人の頷き動作を計測した。測定データに移動平均による頷き全体の傾きの除去を施し、予備動作と頷きの角度の平均を求めた。分析と考察の結果、求めた予備動作と頷きの角度で頷き動作を平均的な動きにすることができた。

今後の課題として、頷き動作の CG アニメーション作成時の総フレーム数やキーフレームの設定位置の考慮、作成した CG アニメーションの評価等が挙げられる。また、実際のカウンセリング中に人間のカウンセラーの頷き動作の計測、解析も今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “第 1 回これからの精神保健医療福祉のあり方に関する検討会資料”, https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12201000-Shakaiengokuyokushougai/hokenfukushibu-Kikakuka/0000108755_12.pdf, 2016
- [2] Kentarou Kurashige, Setsuo Tsuruta, Eriko Sakurai, Yoshitaka Sakurai, Rainer Knauf, Ernesto Damiani: Context respectful counseling agent integrated with robot nodding for dialog promotion, 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)