

## インタラクティブ対話ゲームにおける CG キャラクタの視線動作の生成

益子 宗<sup>†</sup>

星野 准一<sup>‡</sup>

<sup>†‡</sup>筑波大学大学院 システム情報工学研究科

<sup>†</sup>日本学術振興会特別研究員

<sup>‡</sup>科学技術振興事業団

あらまし 従来の CG キャラクタとプレイヤーとのインタラクティブな対話に用いられている視線制御は比較的単純なルールに基づいて行われていたため、会話の状態や周囲の状況に応じた柔軟な視線移動が困難であった。そこで本稿では会話状態やキャラクタの視野画像を基に注視箇所を決定することで、対話に連動した CG キャラクタの視線制御を行う手法を提案する。また、多様な視線パターンを生成するために、視線方向における頭部と眼球の回転角の比率を注視箇所の重要度により変化させる動的負担機構を提案する。

### Gaze Behavior Model for Conversational CG Characters

Soh MASUKO<sup>†</sup>

Junichi HOSHINO<sup>‡</sup>

<sup>†‡</sup> Systems & Information Engineering, University of Tsukuba

<sup>†</sup> JSPS-DC

<sup>‡</sup> JST

**Abstract** Traditional view line control for CG characters was based on some simple rules. Therefore it is difficult to generate gaze movement corresponding to a conversation. In this paper we proposed the view line control method which dynamically selects gaze point using the conversation status and visual images of a character. Furthermore we change the sharing ratio, the ratio of eye angle to the view line angle, using an importance at the gaze point.

#### 1. はじめに

近年のパソコンの高性能化やネットワークの普及により、3次元的なオンラインゲーム空間において CG キャラクタ（以下、キャラクタと呼ぶ）とプレイヤーとがインタラクティブに対話を行うシーンが多く見られるようになった。このようなシーンでは視線動作の計算負荷を軽減するために、あらかじめ作られたモーションデータを再生することや、いくつかの想定された状況に対するルールに従って視線を移動させることが行われている。そのため、会話の状態や行動内容や周囲の状況に応じた柔軟な視線移動を行うことが困難であった。

従来からそのような問題を解決するために、対話における人間の眼球の実測値をもとに、会話の状態に応じた眼球動作の統計モデルを構築することが行われている[1]。しかし、様々な外部環境の変化に応じた実測データを計測することは困難であり、モデルを構築するためには非常に多くの手間や時間が必要となる。また、視線移動の範囲が限られていたため眼球運動が中心となっていること、また頭部運動まで含めると動作

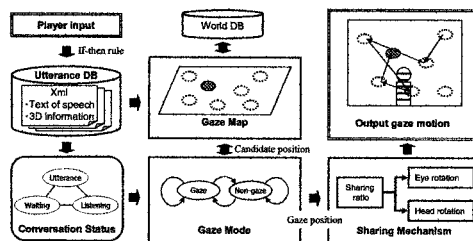


図1. 視線制御モデルの概要

が複雑になるという理由から、眼球運動のみが分析の対象とされている。しかし、実際の人間は頭部と眼球を組み合わせる視線を移動させているため、キャラクタの視線移動においても、眼球と頭部の協調機構が重要となると考えられる[2]。

そこで本稿では、まず会話の状態や周囲の環境の変化に応じて注視位置を動的に変化させるために注視候補マップを用いた注視点の選択方法を提案する。次に、注視点の重要度によりキャラクタの頭部と眼球の協調関係を動的に変更させる視線制御手法を提案する。

最後に提案手法を実装したインタラクティブな対話シーンにおいて、キャラクターがプレイヤーとの会話や周囲環境に応じた視線移動を行うことができていることを確認する。

## 2. CG キャクタの視線制御の概要

本稿で提案するキャラクターの視線制御の概要を図1に示す。本手法ではあらかじめ用意されたキャラクターの発話情報から、対話に連動した視線動作を自動的に生成する。ただし、発話情報として指示語に対応する指示対象の位置情報を保持する変数、指示対象に視線を向ける時刻をタグ付けた発話テキスト文(XMLで記述)を利用する(表1)。また、キャラクターの発話はプレイヤーの発話内容を条件とする if then ルールによって選択されるものとする。

実際の対話では相手の話を聴く場合に相手を凝視することが多くなるなど会話の状態によって視線移動の傾向が変化することが知られている[3]。そのため、本手法では最初にキャラクターとプレイヤーの発話の有無により、発話状態、聴取状態、2者間に発話が無い待機状態の3つの会話状態に分類する(図3)。本稿で対象としているインタラクティブな対話では、プレイヤーは画面下にあるテキストボックスに発話文を入力することで発話を行うことができる。そのため、本手法ではテキストボックスにフォーカスがある場合はプレイヤーが発話状態であると仮定し、キャラクターは聴取状態に遷移するものとした。

次にこれらの3つの会話状態と発話情報とを入力として、視線位置決定モジュールが会話状態に連動した視線位置を決定する。視線位置決定モジュールでは凝視状態と非凝視状態という2つの状態を確率的に遷移させ、注視候補マップを参照することで注視位置を決定する。注視候補マップはキャラクターの視野画像から得られた画像的特徴位置、プレイヤーの注視点、発話情報から得られる3次元座標から構築される。

最後にアニメーションモジュールが視線位置決定モジュールから得られた注視座標をもとに、キャラクターの視線移動のアニメーションを生成する。

## 3. 会話状態に応じた視線の制御

視線は会話の円滑化を促進する機能があるとされ、相手を見つめる時間の割合や、視線の位置によって相手に与える印象が変化することや[3]、外向的な人は内向的な人にくらべて凝視する頻度が高いことが知られている。そのため、キャラクターとプレイヤーとの対話においても、キャラクターがプレイヤーに適切なタイミング

表 1. 発話情報の例

発話文1は20秒間表示され、発話開始0秒後の時刻においてSHOP1の座標を向く

```
< utterance num="1" time = "20">
<gaze time = "0" pos = "$_SHOP1_POS">あの店</gaze>
の隣に案内所があるので聞いてみてはどうでしょうか?
</ utterance >
```

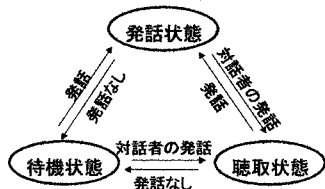


図 2. 会話状態の遷移

で視線を向けることが重要である。

本稿では対話者に視線を向けている状態を凝視(以下, Sg), 対話者から視線をそらしている状態を非凝視(以下, Sa)と呼び、視線位置決定モジュールが2つの状態を確率的に遷移することで視線位置を決定する。

### 3.1. 凝視状態と非凝視状態の遷移

本手法では視線位置決定モジュールが凝視・非凝視という2つの状態を確率的に遷移させ、4章で述べる注視候補マップを参照することで注視位置を決定する。SgとSaの2状態の遷移は、凝視量(R)と凝視持続時間(L[ms])の2変数を用いることで確率的に制御される。ただし、Rは会話時間に対する相手を凝視していた時間の割合、Lは1回の凝視が持続する平均の時間とする。

変数R, Lに従った状態遷移を行うために2状態(Sg, Sa)の確率遷移モデルを考える。SaからSgに遷移する確率(Sa→Sg)をP<sub>sg</sub>、同様に(Sg→Sg)をP<sub>gg</sub>、(Sg→Sa)をP<sub>ga</sub>、(Sa→Sa)をP<sub>aa</sub>と表し、各状態遷移確率を以下のように定義する。

$$\begin{bmatrix} P_{sg} & P_{gg} \\ P_{ga} & P_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & R \\ 1-R & 1-R \end{bmatrix} \quad (1)$$

また、状態がSgに遷移してから次に遷移するまでの平均時間をLに一致させるために、状態遷移が発生する周期d[ms]を以下の式によって定義する。

$$t = (1-R) \times L \quad (2)$$

Kendonの研究[4]によると14人の被験者の凝視量の平均が0.5, 14人のアイコンタクト持続時間の平均値が1秒, 10人の凝視持続時間の平均値が2秒であったと報告されている。そのため本稿ではそれらの知見

を元に  $R=0.5$ ,  $L=1000[\text{ms}]$  を凝視量, 凝視時間の標準値とした。  $R=1.0$  が常に相手を凝視することを表し,  $R=0.0$  が常に非凝視することを表す。

### 3.2. 会話に連動した凝視・非凝視動作

実際の会話では発話による言語情報の他に, 視線や頭部動作といった視覚的非言語情報が非常に重要な役割を果たしていることが知られている。Argyle らの実験によると, 視線を相手に向ける頻度や時間は会話状態により変化するとされ,

- (a) 聴取状態に凝視する頻度が多くなる
- (b) 聴取状態に相手を凝視する時間が長くなる
- (c) 話の区切り, 話の終了時に凝視することが多いことが明らかになっている[3]。

しかし, 3.1 で述べた  $R$ ,  $L$  の標準値は, 会話状態が考慮されていないため, (a)~(c) の条件を十分に満たすことができない。そこで, 本手法では条件(a)を反映させるために聴取状態である場合に凝視量を増加させ, 条件(b)を反映させるために聴取状態である場合に凝視持続時間を増加させる。さらに条件(c)を反映させるために, 発話開始部と発話終了部における凝視量を増加させる。これらをまとめたものを表 2 に示す。ただし, 増加時の凝視量, 凝視持続時間をそれぞれ 0.75, 1500[ms] とした。これにより, 会話状態を考慮した凝視・非凝視動作が可能となる。

## 4. 非凝視状態における注視点の選択

従来我々が行った研究では 3 章で述べた非凝視状態において, 計算負荷を軽減するためにランダムに視線をむける箇所 (以下, 注視点) を決定しキャラクターの視線制御を行っている[2]。しかし, 実際の人間の視線移動は視対象を認識するための視覚探索と密接な関係が存在し, 注視点の情報量によって視線位置が決定されると考えられている[5]。さらに注視点と注視点の変位が大きいような視線移動の発生頻度が低いことや斜め方向の視線移動の頻度は水平・垂直方向の移動よりも発生頻度が低いことなど, 注視点間の遷移傾向があることも知られている[1]。そこで本手法では非凝視時の注視点の候補を 3 次元空間上にプロットした注視候補マップを構築し, 視線制御を行う。

### 4.1. 注視候補マップの構築

注視候補マップはキャラクターが注視可能な注視点 (以下, 候補点) を 3 次元空間上にプロットしたマップである(図 3)。候補点にはその候補点をもつ重要度が設定されており, 4.2 で述べる重み付けを行うことで現在の注視点からの遷移のしやすさ (以下, 候補度) が逐次計算され, ある時刻において最も候補度が高い候

表 2. 会話状態に連動した視線パラメータの設定

| キャラクターの状態 | 凝視量  | 凝視持続時間[ms] |
|-----------|------|------------|
| 待機状態      | 0.5  | 1000       |
| 発話状態      | 0.5  | 1000       |
| 発話状態の開始部  | 0.75 | 1000       |
| 発話状態の終了部  | 0.75 | 1000       |
| 聴取状態      | 0.75 | 1500       |

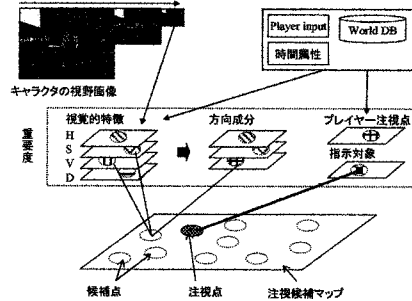


図 3. 注視候補マップの構築

補点の 3 次元座標を非凝視時の注視位置として選択する。従来研究により候補点になりえる要因については様々な議論がなされているが[5], 本研究ではキャラクターが周囲環境の情報を基に視線移動を行うことを目指し, ①キャラクターの視野画像内の視覚的特徴位置, ②プレイヤーの視線位置, ③発話情報に付加された物体座標を候補点の要素とした。

#### 4.1.1. 視覚的特徴への注視

人間は周囲の視覚刺激の中で, 異なる属性を持っている刺激に対して無意識に視線を向けることが多い。Itti らは静止画像中に存在する物体の重要度を表す指標である顕著度を幾つかの視覚処理アルゴリズムを用いて求め, 実際の人間の視線移動を予測できることを示している[5]。しかし, 本手法ではキャラクターの視野が更新される度に, 特徴点を探索する必要があるため, 計算の正確性とアニメーションの応答性がトレードオフの関係にある。そのため, 本手法ではアルゴリズムを簡略化し, はじめにキャラクターの視野画像をガウシアンピラミッドにより縮小し, 各点における色相  $C_H$ , 彩度  $C_S$ , 明度  $C_V$  の値, また色相方向成分  $O_H$ , 彩度方向成分  $O_S$ , 明度方向成分  $O_V$  を計算し視覚的特徴量として計算する (図 3)。ただし, 方向成分は色相, 彩度, 明度をそれぞれ  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  のガボールフィルタを用いて得られる最大値とした。また, キャラクターの周囲画像を一定の間隔で取得し差分処理することで移動領域を抽出し時間変化量  $C_D$  を求める。

次に, 求められた特徴量を視野画像の平均値で正規

化した後、ガウシアンピラミッドにより拡大された画像を格子状に分割し、各領域  $n$  の特徴量の平均値を重み  $w_i$  を用いてその領域の中心に対応する3次元座標点を候補点  $p$  とし、時刻  $t$  における候補点  $p$  の視覚的重要度  $I_v(p)$  とする。

$$I_v(p, t) = \sum_{i=H,S,V,D} (w_i \cdot C_i(n, t)) + \sum_{i=H,S,V} (w_i \cdot O_i(n, t)) \quad (3)$$

ただし、単純化のためにどのような視覚属性が顕著性に関係しているかについては本研究では議論の対象としない。

#### 4.1.2. プレイヤーキャラクタの視線への注視

視線などのある特定方向を示す手がかりが、それを察知した者の注意を反射的にシフトさせる反射的視覚定位と呼ばれ現象の存在が知られている[6]。そのため、対話ではキャラクタがプレイヤーの操作するキャラクタ（以下、プレイヤーキャラクタ）の視線方向に注意を向けることが考えられる。

本稿で対象としているオンラインゲームではプレイヤーキャラクタの視点位置はカメラ位置に固定されており、プレイヤーが上下左右の方向キーを操作することでカメラ注視点を変更することができる。そのため、カメラ位置からカメラ注視点を結んだベクトル上の物体を選択しプレイヤーキャラクタの注視点とし、キャラクタの候補点とする。また、プレイヤーの視線の停留時間に比例して重要度が大きくなるものとし、以下の式により候補点の時刻  $t$  における重要度とした。

$$I_p(p, t) = w \cdot \text{プレイヤーキャラクタの視線停留時間} \quad (4)$$

#### 4.1.3. 文脈に依存した注視

実際の人間の対話では次の視線移動の準備として、無意識的に視線が発話対象に向く傾向がある。予備実験として実際の人間の2人対話シーンのビデオ映像を考察した結果、指示語の発話時に意識的に視線を指示対象に向ける他に、指示語の発話タイミングの前後に指示対象に無意識に視線を向ける頻度が増加する傾向が見られた。

そこで本手法では、発話情報中に付加された指示対象の3次元座標を注視候補点とし、注視点を見る確率が指示語発話時刻  $T$  を分布の平均とする正規分布により表されると仮定し、以下の式により時刻  $t$  における文脈的重要度を設定した。ただし、本稿では標準変化  $\sigma$  は予備検討の結果1秒とした。

$$I_c(p, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

これにより、指示語を発話するタイミングの前後で、

指示対象を注視する確率が高くなることが可能となる。ただし、本手法ではあらかじめ発話情報中の指示語に指示対象の3次元座標をタグ付けするものとし、時刻  $T$  において指示対象を向くものとする（図2）。

#### 4.2. 注視点の選択

4.1 で述べた3つの要素から構成された注視候補マップ上の候補点から、キャラクタが次に注視を行う点を選択するために、各候補点  $p$  の重要度に重み付けを行った候補度  $S(p, t)$  を求め、winner-take-all 機構により最も候補度が高い候補点を注視点として選択する。

$$S(p, t) = w_i \cdot I_v(p, t) + w_j \cdot I_p(p, t) + w_k \cdot I_c(p, t) - w_l \cdot \text{dist}(p) - w_m \cdot \text{inhibition}(p, t) \quad (6)$$

ただし、 $\text{dist}$  は現在の注視点と候補点との3次元距離を表し、 $\text{inhibition}$  は時刻  $t$  における注視候補点の抑制度を表す。 $\text{dist}$  は変移の大きい視線移動の発生を低減する役割があり、抑制度は注視が行われた注視候補点が再び選択されないように、一定時間候補度を下げる役割をする。また、注視点での停留時間は各候補点の重要度に比例して大きくなるように設定した。

このように注視候補点に候補度を与えることで注視位置は自動的に次に候補度が高い点に移動するため、ランダムに視線を制御する場合に比べ、自然な視線制御を行なうことができる。また、注視候補マップをキャラクタの視線移動時に更新することで3次元空間内の動的な変化に応じた視線制御が可能となる。

#### 5. 重要度による視線の分担

我々は無意識に視線方向における眼球の回転の割合を変化させており、その割合は注意の大きさに連動して変化している。しかし、従来手法では眼球と頭部を独立に扱うことや回転の比率を一定にしているため、単調な視線アニメーションになることが多かった。そのため本稿では、眼球と頭部の協調機構として「視線方向による分担比」を定義し、4章で求めた注視点の重要度によって分担比を変化させることで多様なキャラクタの視線動作を生成する。

##### 5.1. 視線方向による分担比

視線方向は頭部と眼球の回転の和によって近似することができ、視線移動を行う場合、人間は頭部の回転を伴い視線の移動を行なう。従来から視線方向と頭部眼球の関係性についての研究が行われており、注視点が  $15^\circ$  以内に位置する場合、86%は眼球の動きのみによって指標をとらえることができることや[7]、 $15^\circ$  から  $30^\circ$  の位置の注視対象は頭部の動きを伴うことが

明らかになっている。

そこで、本稿ではこれらの知見を踏まえ  $30 \leq |V_x|$ ,  $20 \leq |V_y|$  の場合は頭部の回転のみで指標を捉えるものと仮定する。  $V_x$ ,  $V_y$  はそれぞれ視線の向きの水平角成分, 垂直角成分を表す。また, 特定方向に視線を動かす場合の眼球と頭部の回転の比率を分担比  $D$  とし, 以下の式で定義する。

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Hx_{Tg} + Ex_{Tg} \\ Hy_{Tg} + Ey_{Tg} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$D_x = \begin{cases} \frac{1}{30 - |V_x|} & (|V_x| \leq 15) \\ \frac{15}{0} & (15 < |V_x| < 30) \\ 0 & (30 \leq |V_x|) \end{cases} \quad (8)$$

$$D_y = \begin{cases} \frac{1}{20 - |V_y|} & (|V_y| \leq 10) \\ \frac{10}{0} & (10 < |V_y| < 20) \\ 0 & (20 \leq |V_y|) \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} Hx_{Tg} & Hy_{Tg} \\ Ex_{Tg} & Ey_{Tg} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \alpha \cdot D_x & 1 - \alpha \cdot D_y \\ \alpha \cdot D_x & \alpha \cdot D_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x & 0 \\ 0 & V_y \end{bmatrix} \quad (10)$$

ただし,  $V_x$ ,  $V_y$  はそれぞれ視線の向きの水平角成分, 垂直角成分,  $D_x$ ,  $D_y$  はそれぞれ水平方向, 垂直方向の分担比を示し,  $Hx_{Tg}$ ,  $Hy_{Tg}$ ,  $Ex_{Tg}$ ,  $Ey_{Tg}$  はそれぞれ注視時の頭部と眼球の水平方向, 垂直方向の回転角を表す。また, 分担比は個人や年齢, 注視点の重要度などの要因によって差が変化するため, 本稿では重み  $\alpha$  により調整する。

## 5.2. 重要度による分担比の変化

実際の対話では対話者の注意が大きく変化した場合, 注意がどこに向いているかは眼球方向のみならず, 頭部や身体姿勢といった多様な手がかりから推定することができる。また, Wollaston らの研究によれば視線方向は同じでも頭部の向きを変化させることにより他者の注意がどこに向いているのかを判断することが難しくなることが指摘されている[8]。そのため, キャラクタがどこに注意を払っているのかをプレイヤーに正確に伝えるためには, キャラクタの注意の度合いによって頭部の動きを強調させる必要がある。

そこで本手法では4章で求めた注視点の重要度により5.1で述べた分担比の重み  $\alpha$  を変化させることで, キャラクタの注意度合いを表現する(図4)。ただし注意度合いは注視点の重要度により大中小の3段階に分け, それぞれ  $\alpha$  の値を0.5, 0.75, 1.0とした。これにより注視点の重要度が高いほど視線移動における頭



(a)  $\alpha=1.0$

(b)  $\alpha=0.5$

同じ注視点を向く場合でも, 注視点の重要度によって分担比が変化する

図4. 重要度による分担比の変化

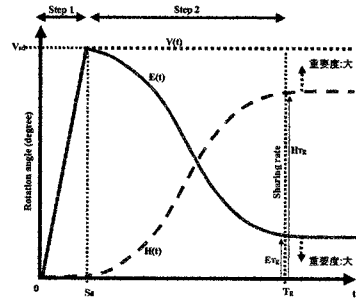


図5. 視線移動における頭部と眼球の遷移モデル

部の回転の割合が多くなり, プレイヤーにキャラクターの注意の所在を正確に認識させることが可能となる。

## 5.3. 頭部・眼球の遷移モデル

視線移動に関する頭部と眼球の動作をモデル化するために典型的な視線移動[9]を参考にし, 図5に示す視線移動における頭部・眼球の遷移モデルを定義した。図5は視線角度を変化させた時の視線角  $V(t)$  と頭部回転  $H(t)$ , 眼球回転  $E(t)$  の関係を示しており, 以下の2つのステップからなる。

(step1) 眼球の角速度は頭部の角速度よりも大きいため ( $E \gg H$ ), 眼球が先に動き出し,  $Sd$ 後に眼球の回転角が視線角  $Vsd$ に到達する。 $Sd$ はサックードに要する時間であり, step1の所要時間を表す。Beckerによると, サックードの平均時間は20~30msであることがわかっているため, 本稿では, 30Frame/Secの再生環境のもとで,  $Sd$ は1frameとした。また,  $Vsd$ は目標とする視線角度と眼球の最大回転角度との小さい方の値とする。

(step2) 頭部が回転を始める。頭部は分担比によって計算された角度( $Hx_{Tg}$ ,  $Hy_{Tg}$ )になるまでシグモイド状に回転し続ける。同時に, 頭部の回転に伴って前庭動眼反射が発生し, 眼球が逆方向に回転する。

ただし、 $T_g$  は視線を向けるまでの所要時間 (step1+step2) を表す。

## 6. 評価実験

本稿で述べた手法の有効性を検証するために、OpenGLで実装したキャラクタとの対話ゲームを5人の被験者(20代女性2人男性3人)に体験してもらいアンケートにより評価を行った(図6)。ただし、リップシンクは発話文の解析を行わず発話状態の時に口を動かすものとし、瞬きは一定間隔で生成した。キャラクタの視線移動は非凝視状態において、①注視候補マップを利用した場合と、②注視点をランダムに選択した場合の2パターンを行い、被験者2人に①-②順で、3人に②-①の順で体験してもらった(図7)。アンケートでは各項目に対して「そう思わない」0点、「どちらともいえない」1点、「そう思う」2点を加算した。

図8に示したアンケート結果により、注視候補マップを利用した場合にキャラクタが周囲の状況に反応していることを認識できていることがわかる。また、注視点の重要度によって視線の停留時間や、分担比が変わることでより自然な視線移動が生成されていることがわかる。しかし、対話感においては優位な差は見られず、キャラクタのモーションが機械的であるとの意見もあり、自然な対話を行うためには視線制御以外の要素の改善が必要である。

## 7. まとめ

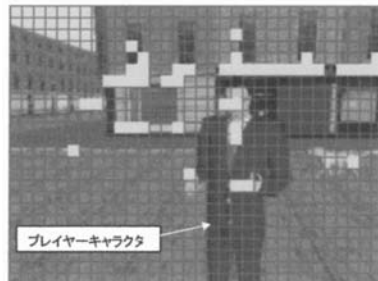
本稿ではプレイヤーとのインタラクティブ対話におけるCGキャラクタの視線の制御方法として、3次元空間内の情報を基に会話に連動した視線制御を行う手法を提案した。また、提案手法を実装した対話シーンにおいて、キャラクタの多様な視線パターンが生成されていることを確認した。今後の課題としてキャラクタの心情や対人関係をもとに凝視量や凝視持続時間、注視点位置の分布を変更することが考えられる。

## 8. 参考文献

- [1] Sooha Park Lee, Jeremy B. Badler, and Norman I. Badler: Eyes Alive, ACM Transactions on Graphics 21 (3), ACM: NY, pp.637-644, (2002).
- [2] Soh Masuko, Junichi Hoshino: "Head-eye Animation Corresponding to a Conversation for CG Characters", Computer Graphics Forum, vol.26, no.3, pp.303-311, (2007).
- [3] Argyle, M., and Dean, J.: Eyecontact, distance and a. liation, Sociometry, 28, pp.289-304, (1965).
- [4] Kendon, M., "Some Function of Gaze-Direction in Social Interaction," Acta Psychologica, 26, pp. 22-63 (1976).

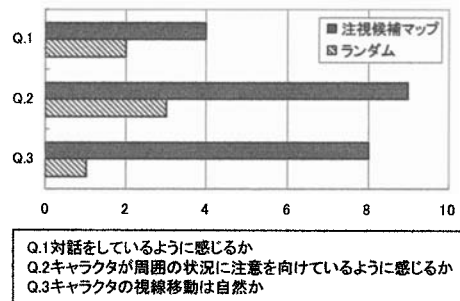


図6. キャラクタとの対話の様子



視覚的特徴箇所や犬や手などの移動領域に候補点が生成されている

図7. 対話時に生成された注視候補マップ



Q.1対話をしているように感じるか  
Q.2キャラクタが周囲の状況に注意を向けているように感じるか  
Q.3キャラクタの視線移動は自然か

図8. アンケート結果

- [5] L. Itti, C. Koch, "Computational Modeling of Visual Attention", Nature Reviews Neuroscience, Vol. 2, No. 3, pp. 194-203, (2001).
- [6] Langton, S. R. H., & Bruce, V., "Reflexive visual orienting in response to the social attention of others", Visual Cognition, 6, pp.541-567,(1999).
- [7] Bahill A.T.,Adler D. and Stark L., "Most naturally occurring human saccades have magnitudes of 15 deg or less," Invest. Ophthalmol., 14,pp. 468-469,1975.
- [8] Wollaston, W. H., "On the apparent direction of eye in a portrait", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B114, pp.247-256, (1824).
- [9] Tweed, D., Fetter, M., Sievering, D., Misslisch, H. & Koenig, E., "Rotational kinematics of the human vestibulo ocular reflex II : Velocity steps," J. Neurophysiol. 72, pp.2480-2489, (1994).