

構図が感性に与える影響を利用した仮想カメラ制御

齊藤 伸介 † 西山 晴彦 † 大久保 達真 ‡ 松下 温 †

†慶應義塾大学 理工学部

‡三菱マテリアル株式会社

3次元CGの発展にともない、3次元モデルやそれらを組合せた3次元仮想空間を構築することが可能となり、仮想都市などさまざまな応用分野が検討されている。将来、一般ユーザでも、これらの3次元モデルを用いたコンテンツを制作し、情報発信に用いたいというニーズが増加すると考えられる。3次元CGを用いて映像を制作する時の問題点として、多くのパラメータを扱わなければならないことと制作者の意図を画面に反映させることが困難であることがあげられる。本研究では、これらの問題を解決するために、「堂々とした」や「軽快な」といった抽象的な要求を理解し、その感性を再現できるように仮想カメラを制御するシステムを提案する。このシステムは、感性と構図の関係を知識として持っており、簡単に仮想空間内において撮影をすることができる。また、感性語を入力できる機能の有用性について評価したところ、3次元CGの仮想カメラの操作は一般ユーザにとって依然として困難なことであり、このような機能が映像創作の大きな助けになることがわかった。

Automatic Camera Control Based on Composition Knowledge

Shinsuke Saito †, Haruhiko Nishiyama †, Tatsuma Ohkubo ‡, and Yutaka Matsushita †

†Faculty of Science and Technology, Keio University

‡Mitsubishi Materials Corporation

This paper describes the system for producing a screen in 3-D virtual space. The system allows the users to simply tell the feeling they want to express, and controls the virtual camera automatically to produce a screen that reflects the feeling. After the user inputs the impressionistic word, the system decides the composition of the screen. This system holds the composition knowledge which is a collection of the technique for composing the screen. The composition knowledge in this system was extracted from the knowledge of artists.

1 はじめに

近年の情報処理機器の高性能化にともない、3次元コンピュータグラフィックスを用いたアプリケーションが注目されている。この3次元CGの発展は、3次元モデルやそれらを組合せた3次元仮想空間を構築することを可能にし、仮想都市[1]や仮想オフィスなどさまざまな応用分野が検討されている。[1] 将来、一般ユーザでもこれらの3次元モデルを用いたマルチメディアコンテンツを制作し、情報発信したいというニーズが増加してくると思われる。たとえば、ある商品の企画を上司にプレゼンテーションするとき、その商品の設計データなどから作成した3次元モデルがあれば、自分で映像を作成し、資料として提示できる。

このような3次元仮想空間に限らず、家庭用のビデオカメラを用いて撮影することを考えても、創作者の意図を反映した映像を作成できないことが多い。それは、映像に関する専門の知識を持たない一般の人々は、自分の感性をどのように画面に反映させてよいのかわからないからである。

本研究では、3次元仮想空間を用いて映像を制作するにあたって必要となるであろう「威厳を感じさせたい」「ふわっと浮かせたい」などの、ユーザが映像で表したい感性を理解し、その感性が再現できるような画面を撮影するように仮想カメラを制御するシステムを提案する。本研究では、さまざまな画像特徴のうち、映像撮影におけるカメラワークと関係が深いものを利用する。これらのカメラと主役の相対的な位置、画面上での主役の方向などのパラメータと心理的効果の関係をモデル化し、知識としてシステムに組み込む。我々のシステムは感性と構図の関係を知識として持ち、映像に詳しくない一般のユーザでも感性を反映した画面を作ることができる。

本システムは、仮想空間内において写真撮影をするように、静止画を出力するものである。

2 3次元仮想空間

3次元仮想空間内において、ユーザは視点、すなわち仮想カメラに投影される2次元画像を見ることにより仮想空間を認知する。3次元CGでは、物体の立体的な形状データを光源によって照射された光を計算した上でレンダリングすることによ

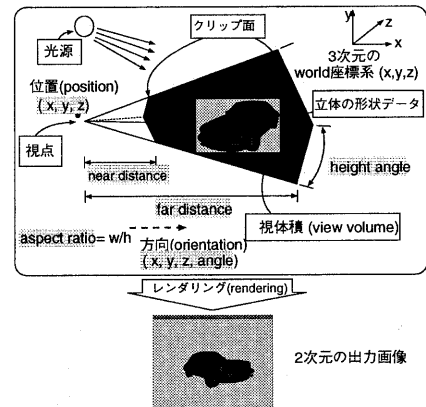


図 1: 3次元コンピュータグラフィックス

り、2次元の画像データが生成される [5] (図 1)。

現在、広く普及している3次元CGライブラリでは視体積を操作するモデルとして一般的に

視点の位置 (position(x,y,z))、視点の方向 (orientation(x,y,z,angle))、画面の縦横比 (aspect ratio)、クリップ面と視点の距離 (near distance, far distance)、画角 (height angle)

の計 11 のパラメータがある。

仮想空間における映像を創作するということは、すなわち仮想カメラのパラメータを操作することであり、これにより実世界と同様な撮影が行なわれる。

しかし、これらのパラメータを直接操作する必要があるシステムでは、ユーザへの操作負担が大きく、仮想空間内のカメラの制御が容易ではないことが問題となっている。

そこで簡単な仮想カメラの制御を実現する手法として、本研究では、抽象的な制御要求の中でも、ユーザが3次元仮想空間を用いて映像を制作する際に必要となるであろう「スピード感を出したい」や「威厳を感じさせたい」などの、感性を理解し、仮想カメラを制御するシステムを提案する。

このシステムにより、一般ユーザでも感性語など簡単な入力を行なうだけで、ユーザの意図を効果的に反映した映像を得られる。

3 画面構成と感性

3.1 映像撮影における感性

写真家や画家などの芸術家は構図や色彩などの基本的な知識を何も持たず創作しているわけではなく、これらの知識を踏まえた上で効果的に利用しているのである。本研究では、これらの知識をシステムに組み込むことにより、あたかも映像作家が撮影しているかのような仮想カメラの制御を行なうことを目標とする。

映像作家の感性が最も問われるのが、主役を画面上のどの位置に、どの方向に向け、どれくらいの大きさで配置するか、すなわち、映像の構図を決定することである。構図は長年に渡って芸術家たちが自分の意図を反映した画面構成を行うために用いた技法を体系化したものである。

3.2 本研究で用いる構図と心理効果

本節では、構図が人間の印象に与える影響が大きい、カメラのアンクル、被写体の画面上での方向、主役の大きさ、について説明する。

3.2.1 カメラのアンクル

アンクルには以下の4つの種類があり、それぞれ異なる心理的效果をもたらす。

ローアンクル 威厳、重厚感、尊大さ、暴力性、勇壮感や被写体の高さを強調する。

アイレベル 日常的な視点で、安心感や見る人との一体感が得られる。平凡な印象。

ハイアンクル やさしさ、おとなしさ、寂しさ、卑小感、虚弱感、苦しさなどを表す。

垂直俯瞰 航空写真のように位置関係がデザイン化され、線運動が明確化される。

3.2.2 被写体の画面上での方向性

被写体の画面内での方向性により、感性に与える影響が異なることが知られている。被写体の方向と印象の関係をまとめると、図5のようになる。

3.2.3 被写体の占める面積

画面に占める被写体の割合によっても異なる印象を見る人に与えることができる。

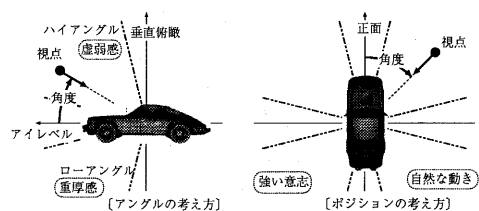


図 2: アンクルとポジションの考え方

被写体の面積が大きい 賑やかで活気がある。

被写体の面積が小さい 落ち着いて上品な印象

4 構図の知識の構築

4.1 映画を用いた調査

我々は映像を見たときに得られる印象と仮想カメラのパラメータを関連づけるために、映画10本の分析を行なった。その手法は、まず、ショットの始めから終わりまで構図の特徴があまり変化しない185ショットを抽出し、各ショットから受けるいんしょうを被験者に複数の印象語で記述した。

次に、各ショットからそれぞれ1フレームずつを抽出し、カメラのポジション・アンクル・主役の画面上での方向・面積・位置を計測した。

各ショットに対して印象語と上記のパラメータに関するデータが付加された後、印象語ごとにグループ化した。たとえば、185ショットのうち、「ダイナミックな」という印象語が付加されたものはすべて1つのグループに属する。各グループは複数のショットにより構成され、1つのショットが複数のグループに属することもある。

4.2 最適な画面構成の作成

4.2.1 水平方向ポジションと垂直方向アンクル

各印象語グループに含まれるショットは、それぞれ異なったパラメータをもっている。たとえば、「ダイナミックな」という印象語が付けられたショットにおける主役とカメラの相対的な位置は図3の様に分布している。これは、主役をどのポジション、アンクルから撮影したのかを解析した結果を水平方向に8クラスタ、垂直方向に5クラスタの合計40クラスタに分割し、各クラスタ内にいくつのショットが含まれたかを示している。

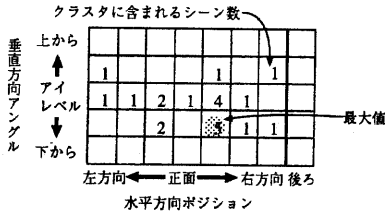


図 3: 「ダイナミック」グループのショットの分布

各印象語グループの分布においてショットが集中しているクラスターが存在する。すなわち、これはその印象を反映するために芸術家がよく利用しているポジションとアングルである。我々が実装するシステムでは「ダイナミックな」印象を与えたいという要求があったとき、この最大値を持つクラスターに含まれるショットのデータを用いることにする。

4.2.2 画面上における主役の方向

画面上における主役の方向は 12 クラスターに分類した。しかし、画面上での主役の方向はカメラの水平方向ポジションに大きく依存する。たとえば、主役の正面に向かって左方向から撮影した場合、主役は画面上で右方向を向くことになる。そこで、システムでは主役の画面上での方向を決定する際に、まずポジション・アングルを決定したクラスターに含まれるショットの中で、最も出現頻度の高い主役の方向を選択する。

4.2.3 主役の画面上で占める面積

主役の面積は、当然のことながらショット内で刻々と変化する例が多く見られた。そこで、システムが画面構成を行うときの面積は、画面全体に対する外接長方形の割合を 10 段階で表し、このうち最も多くのショットが含まれる変域の間に収めるようにする。たとえば、10~20%の範囲に一番多くのショットが集まった場合、仮想カメラが撮影する主役の面積がこの間になるように制御する。

4.2.4 主役の画面上での位置

画面上で主役の占める位置を調べたところ、印象語による顕著な違いは得られなかった。そこで、シ

垂直方向アングル ハイアングル ローアングル	優雅な 希望 未来	弱々しい 憂鬱な 無力な 寂しい 虚弱感 落ち着いた ゆっくりした	怪しげな 不安感 すばやい せまってくる		
		暗い がっかりした 安心感	スピード感 スリルがある 緊迫した		
		自然な スムーズ 安定感 軽快な 明るい ふわっと	堂々とした 権威的な 力強い むかってくる パワフル 迫力ある どっしりした インパクト		
	左後方	左前方	正面	右前方	右後方 後方

図 4: 水平方向ポジション・垂直方向アングルと印象語の関係

方向	印象 (芸術書より)	実験で得られた印象語
	こちよさ	未来 ふわっと 希望 安心感
	最も自然な動き	自然な 軽快な 明るい ゆっくりした
	不安感	弱々しい 不吉な 卑小感 憂鬱な
	スピード感	邪悪な 不安感 せまってくる 向かってくる
	意志を持った動き	迫力ある 堂々しい どっしりした スピード感
	意志の強さ	堂々とした 権威的な 力強い スリルがある

図 5: 画面上の主役の方向と印象語の関係

システムでは最適の画面構成として得られたポジション、アングル、主役の方向の組合せを持つショットの位置のデータを画面構成に利用する。

4.2.5 印象語の比較

今回の調査より得られたカメラのポジション・アングルと印象語の関係を図 4 に示す。

主役の右前方からローアングルで撮影するようにすると力強さを感じさせ、逆に左上側からならば虚弱感を感じさせることなどがわかった。

また、画面上における主役の方向と印象語の関係を図 5 に示す。主役の画面上の方向については図 5 に示すような 6 方向に分類して分析した。図 5 の左の列は主役の方向を示している。真中の列は構

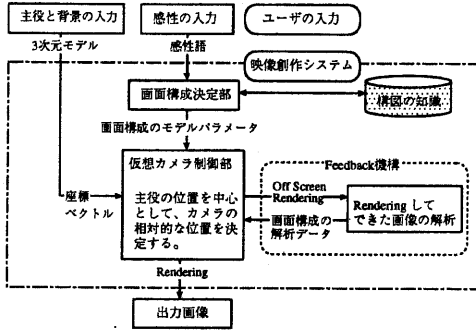


図 6: システムの概要

図についての説明があった芸術書に記載されていた、主役の方向による印象である。右の列は本実験において得られた結果である。各印象語グループにおいて、主役がどの方向を向く例が多かったかを示している。芸術書をまとめたものと本実験の結果は似たような雰囲気を示す印象語の組合せになっていると考えられる。

5 実装

5.1 システムの概要

本システムは、ユーザが映像で表現したい感性と3次元形状データを入力すると、構図の知識に基づいて感性を反映した画面構成になるように仮想カメラを制御し、2次元画像を出力する(図6)。

本システムは Silicon Graphics 社の Indy 上で Silicon Graphics 社の3次元グラフィック・ツールキット Open Inventor を用いて実装し、以下の機能により構成されている。

メインメニュー システムで提供する機能呼び出すメニュー。

入力インターフェース 主役と背景の3次元形状データを読み込み、背景の上にユーザが配置する。反映させる印象語をメニューから選択する。

画面構成決定部 前述した構図の知識と入力された印象語に基づき、最適な画面構成を決定する。

仮想カメラ制御部 決定された画面構成になるよう、仮想カメラを制御する。

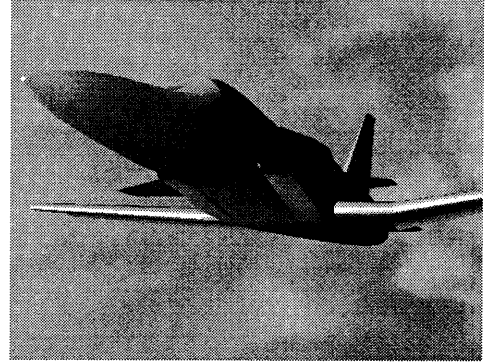


図 7: 実行例 入力: 堂々とした

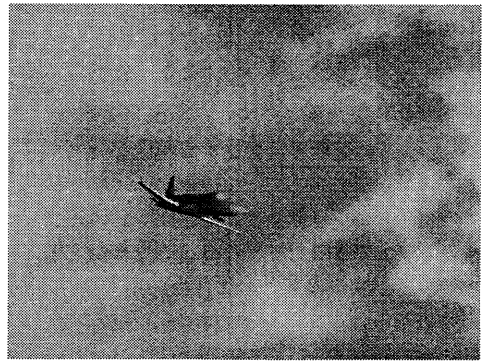


図 8: 実行例 入力: 軽快な

出力・仮想カメラ操作インターフェース システムが出力した画面はユーザが直接操作でき、微妙な調整をすることができる。

5.2 実行例

実際に本システムに感性語を入力して得られた実行例を図78に示す。「堂々とした」を入力した場合には、主役が画面右下から左上を向く「意志の強さ」を表すように、主役の前方左下から撮影するようにカメラを制御する。また、印象語を「軽快な」に変更すると、主役は「自然な動き」を表す画面左から右の方を向くように画面構成される。

5.3 評価

本システムにより出力された画像がユーザの指定した印象語を反映しているかどうかを調べるための評価実験を行った。構図についての体系的な知識を持っていない被験者にそれぞれの構図で作

1	入力した印象語	被験者が受けた印象	
	ダイナミック	パワフル	ダイナミックな
2	堂々とした	どっしりとした	堂々とした
3	軽快な	明るい	軽快な
4	不安感	失望	不安感
5	弱々しい	安定感	静かな
6	暗い	インパクトない	弱々しい
7	失望	弱々しく	静かな
8	スピード感	軽快な	静かな
9	怪しげな	静か	暗い
10	すばやい	弱々しい	静かな
11	緊迫した	スピード感あり	軽快な
12	落ち着いた	どっしりとした	安定感
13	自然な	軽快な	スピード感あり
14	ゆっくりとした	すばやい	緊迫した
15	安心感	明るい	希望
16	未来	ゆっくりとした	スピード感なし
17	インパクト	堂々とした	インパクト
18	パワフル	すばやい	荒々しい
19	不安定な	不安定な	ダイナミックな

図 9: 評価結果

成された画像からどのような印象を受けたかを調べる。まず、被験者に提示する画像 19 枚を本システムを用いて作成した。抽出の際には、仮想カメラのポジション・アングル・主役の画面上での方向・面積ができるだけ異なるようなものを選んだ。

被験者が画像からどのような印象を受けるかを調べるために、イメージの有力な計測手段である SD(Semantic Differential) 法を用いた。

評価の結果を図 9 に示す。

この図は左の列が実験に用いる画像を得るためにシステムに入力した印象語であり、右側にこれらの画像に対し被験者が感じた印象を示している。たとえば「ダイナミックな」と入力して得られた画像を提示したところ、被験者は「パワフル」「ダイナミックな」といった印象を受けたことが分る。この表から「パワフル」「弱々しい」といった力の強さや弱さを表す力量性、もしくは、「ダイナミックな」「軽快な」といった動きの度合を表す活動性に関しては良く表現できている。しかし、「スピード感」「ゆっくりとした」といったスピードに関しては表現できなかった。この原因としては、映画という動画を用いて構図の知識を構築したのにも関わらず、出力したものが静止画像であったことが考えられる。

6 むすび

本研究では、3次元CGに関する知識を持たない人でも感性を反映した映像創作を簡単に行うた

めに、構図の知識を利用して仮想カメラの制御を行う自動映像創作システムを提案した。まず、3次元CGを用いて映像創作する場合に考えられる問題点を挙げ、これらの問題を解決するために「ダイナミックな」などの感性語を入力するとそれを理解して構図の知識に基づいて仮想カメラの自動制御を行う手法を提案した。システムが出力した画像を評価した結果、特に力量性や活動性についてはよく表現できることがわかった。

また、感性語を入力できる機能の有用性について評価したところ、3次元CGの仮想カメラの操作は一般ユーザにとって依然として困難なことであり、このような機能が映像創作の大きな助けになることがわかった。

今後の課題としては、本研究の目的は映像創作であるため、静止画でなく動画を出力するシステムの実現へ向けて研究を進める。その他にも複数のオブジェクトを考慮したカメラ制御や、さまざまな要求に答えられるように感性語充実、さらにカメラワークだけでなく色彩、照明、音響などの映像の知識を組み込みたい。

このような知識を組み込んだ映像創作システムを構築することによって、将来、簡単に感性を反映した映像を作成し、さまざまな情報を簡単に作成・発信することができるようになると考えられる。

参考文献

- [1] Hagsand, O., Interactive Multiuser VEs in the DIVE System, IEEE Multimedia, Spring, pp. 30-39, 1996.
- [2] 中島義明, 映像の心理学—マルチメディアの基礎—, サイエンス社, 1996.
- [3] 視覚デザイン研究所編, 構図エッセンス, 視覚デザイン研究所, 1983.
- [4] PHOTO TECHNIC 編, 画面構成のテクニック, 玄光社, 1995.
- [5] Neider, J., Davis, T. and Woo, M., OpenGL Programming Guide (日本語版), アジソン・ウエスレイ, 1993.
- [6] 村山久美子, 視覚芸術の心理学, 誠信書房, 1989.