

被写体の3次元空間定位によるビデオ映像の統合

西村 剛*, 木原 民雄*

*NTT情報通信研究所

被写体映像を3次元空間に定位することにより、複数のビデオ映像を統合したインタラクティブビデオを容易に生成することを実現した。ウォークスルー映像と被写体映像を3D-CG空間で管理し、各々の位置関係をもとに画像合成することで、違和感の少ない映像合成を達成した。複数の被写体映像を情報量豊かなウォークスルー映像と組み合わせて再生することで、より効果的な情報提供システムを構築することができた。実写ビデオをもちいたウォークスルー映像に、複数の被写体映像を統合し、変化に富んだビデオ映像を提示する方法を提案する。

Integration of videos placed in CG space

Go Nishimura*, Tamio Kihara*

*NTT Information and Communication Systems Laboratories

By placing the "videos featuring objects" in a three dimensional space, interactive video integrating multiple videos can easily be produced. By managing both the "walkthrough videos" and the "videos featuring objects" inside a 3-D CG space, and also by synthesising the videos according to the place where the videos are located, the system will enable users to attain a natural synthesised video. By integrating the "videos featuring objects" to "walkthrough videos" that carries detailed real worlds' video, we will propose a method to provide a varied video to users.

1 はじめに

これまでに、実写ビデオ映像を主体とした情報提供を行うために、ビデオのハイパーメディア構造を提案してきた^[1,2]。ビデオ映像とビデオ映像との関連や、ビデオ映像とその他のメディアとの関連を記述可能にしたり、ビデオ映像の画面そのものからのハイパーリンク構造を記述可能とすることを特徴とするシステムを構築してきた。また実写ビデオ映像をCG空間に定位させることにより、実写ビデオ映像とリアルタイム生成の3D-CG映像とが選択的に切替可能であることを特徴とした映像統合方式を提案し、これを実装した情報提供システムを構築した^[3,4,5]。

本稿では、上記システムにおいて、別に用意した実写映像による被写体映像をCG空間に定位することにより、複数の被写体映像とウォークスルー映像を統合する方式を提案し、その方式を明らかにするとともに、実装方式について述べる。

2 統合のアプローチ

2.1 ビデオウォークスルー

街路や建物の経路について、人間が歩行して観察してみた場合や自動車により移動した場合と同じように連続的に移動経路を実写ビデオの映像に記録しておく。再生時には、例えば交差点において左折や右折を指示すると、その指示に従って左折ないし右折した実写ビデオの映像が再生される

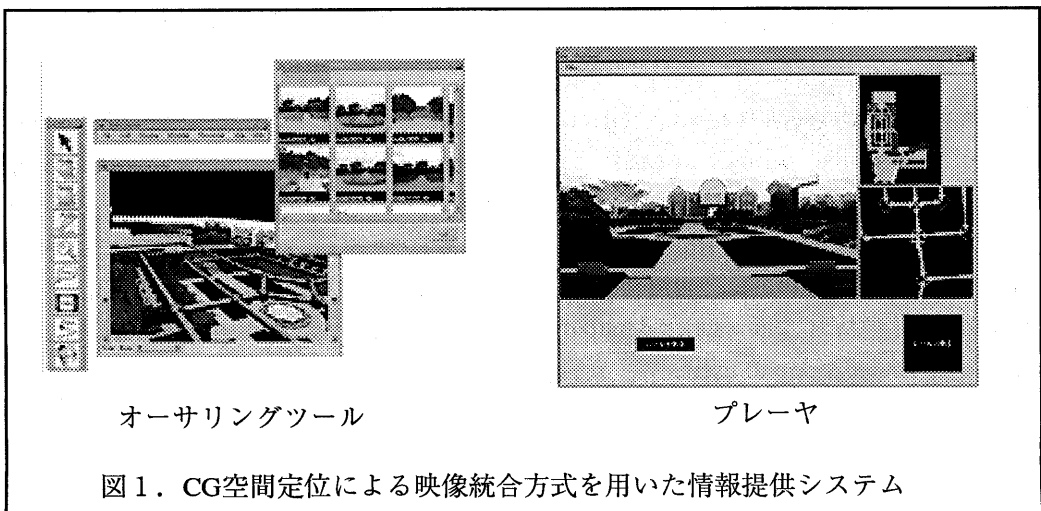
ようにする。これにより、あたかも連続的に経路を移動した場合と同じような映像を提供するのがビデオウォークスルーである。

現実世界を実写したビデオは、情報量が豊かである。ビデオウォークスルーは、現実本当にその場所へ行って様々な事物を見聞きする感覚をユーザに与えることができる。撮影した経路しか再生できないという空間移動の不自由さもあるが、実写ビデオ特有の情報量の豊かさの有用性は無視できない。

しかしウォークスルーに実写ビデオを用いた場合、移動は映像の再生によっておこなわれる。そのため移動を停止あるいは移動速度を変更は、画面内に存在する動体のすべての動きに影響を及ぼしてしまう。また普通ビデオウォークスルーでは、経路と映像が1対1に対応しているため、同じ経路を通る度に、同じ映像が繰り返し再生されることになる。歩く度に違った出会い、発見があるのが散策の楽しみの一つである。従来のビデオウォークスルーによる散策型アプリケーションでは、経路移動時に視聴者に提供する映像の変化が乏しかった。

2.2 CG空間定位による映像統合方式

これまでに、実写ビデオ映像をCG空間に定位させることにより、実写ビデオ映像とリアルタイム生成の3D-CG映像とが選択的に切替可能であることを特徴とした映像統合方式を提案し、これを実



装した情報提供システムを構築した。この情報提供システムは、映像を提供するプレーヤと、オーサリングツールおよびコンテンツからなる。図1は、オーサリングツールとプレーヤの画面である。

大量の静止画や、実写ビデオの映像を立体的にCG空間にマッピングし、現実世界を忠実に再現する研究が行われている。それらに対して、このシステムでは、あくまでもビデオカメラにより撮影した移動経路の映像は、特殊な加工をせず、そのままビデオストリームとして再生して提供するアプローチをとった。

このシステムでは、まずCG空間を作成しこれにビデオカットを張り込んでいく方法を導入した。実写ビデオをCG空間にいったん定位されることによって、そこから必要な関係性を逐次導出することにした。

2. 3 アプローチ

ウォークスルー映像の経路移動時に視聴者に提供する映像に変化をあたえるために、ウォークスルー映像とは別に、被写体部分だけを切り出した被写体映像を用意し両者を統合する。ウォークスルー映像と被写体映像は別に管理され、映像提示時に合成した後表示するアプローチをとった。

ビデオウォークスルーでは、観察者の視点が移動するため、ウォークスルー経路中の各地点において、観察される被写体の画面における合成位置、

構図、サイズが異なる。

我々が開発したシステムではノードバスモデルを用い(図2)、ウォークスルー映像をCG空間に定位することで、空間座標とビューの一致をおこなっている。同様に、被写体映像をウォークスルー映像と同じくCG空間に定位する。被写体映像を3D-CGモデルと同じく空間座標で管理することで、ウォークスルー映像との統合を果たした。情報提供時に被写体映像を適宜ウォークスルー映像と組み合わせることで画面内に合成し再生することで、多様性のある映像を提供することが可能となる。

3 被写体映像の統合

被写体映像およびウォークスルー映像を3D-CG空間で管理し、ビューポート変換を行うことで、ウォークスルーによる視点移動に対応し違和感の少ない合成を達成した。

予め背景映像を撮影したカメラと被写体の位置関係、カメラの向き、画角がわかっている場合、3次元空間に背景映像と被写体映像を配置し、相互の位置関係をもとに透視法射影をおこなう。これにより被写体映像のウォークスルー映像内における適切な合成位置およびサイズを決定することが可能である。

また、観察者の視点が移動する場合、視点の移動に応じて被写体の構図を常に適切なものに切り替える必要がある。本システムでは、予め被写体を複数の構図で撮影し、再生時に被写体と視点の位置関係に応じて、最適な構図の映像に逐次切り替えて再生することにした。

3. 1 被写体映像のオブジェクト化

3次元空間における視点と被写体の座標および被写体がどの方向を向いているかを示す値が定義されていれば、視点から見える被写体の角度を求めることが可能である。

被写体を同時に複数の角度から撮影しておき、各映像を蓄積する際に、それぞれどの角度から被写体を撮影したのかを示す情報と関連づけて蓄積しておく。被写体を合成する時に、被写体を撮影した角度が、ビューから観察されるべき被写体の角度ともっとも近い映像を検索することで、用意

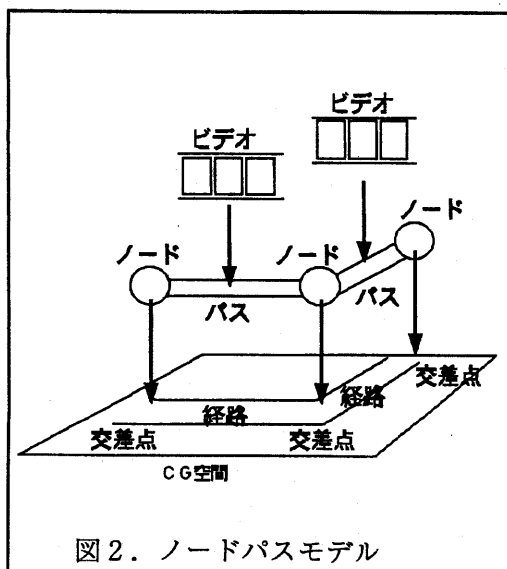


図2. ノードバスモデル

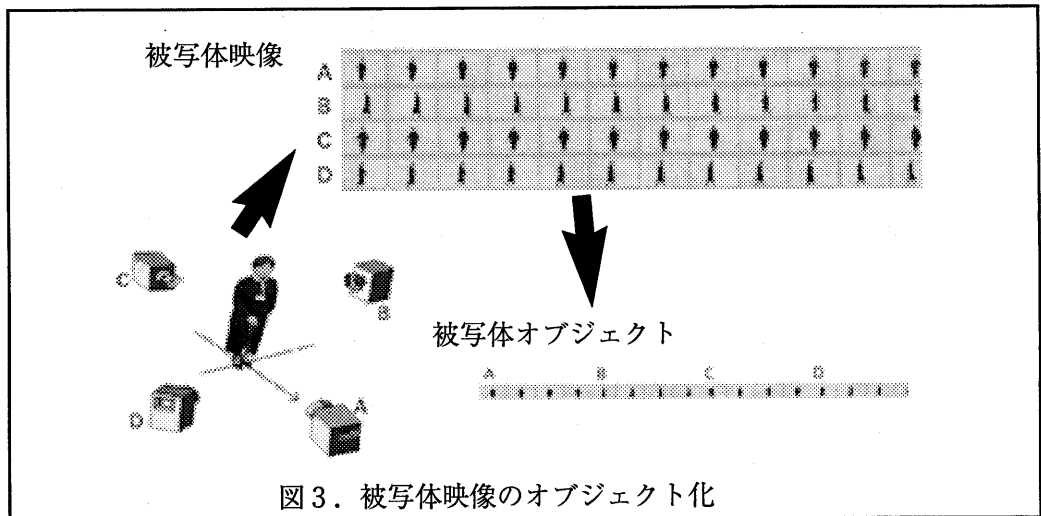


図3. 被写体映像のオブジェクト化

されている被写体映像の中から最適な構図の映像を選択する。

同一の被写体に関する映像はオブジェクトとしてひとまとめにし、被写体オブジェクトとして扱う(図3)。

各被写体オブジェクトに含まれる被写体映像は以下の条件を持つ。

- (1) 同一の被写体の同一の動きを撮影した映像
- (2) 同じフレーム数をもつ
- (3) フレーム再生速度が等しい

再生フレームを一元的に管理しながら被写体映像を切り替えることで、時間的に連続した被写体の動きを、様々な角度から観察することが可能である。またプレイヤー側に、観察点と被写体オブジェクトの位置関係をもとに最適な被写体映像を選択する機能をもたせる。これによって合成時の被写体映像の構図を意識しないオーサリングを可能にした。

3. 2 被写体オブジェクトの構造

被写体オブジェクトは以下の9つの情報で構成される。

- (1) 被写体オブジェクトの識別名
- (2) ファイル名
- (3) 被写体映像のサイズ
- (4) フレーム数

(5) 被写体の3D-CG空間における大きさ

(6) 被写体オブジェクトに含まれる被写体映像の数

(7) 被写体オブジェクトに含まれる被写体映像に関する情報

(8) 再生形態(loop, pingpong, once)

(9) 被写体映像を連結したムービーファイル

また、被写体オブジェクトに含まれる被写体映像に関する情報は、各被写体映像に関する以下の3つの情報で構成する。

- (1) 被写体映像の識別名
- (2) 撮影アングル(p, h, b)
- (3) 開始フレーム

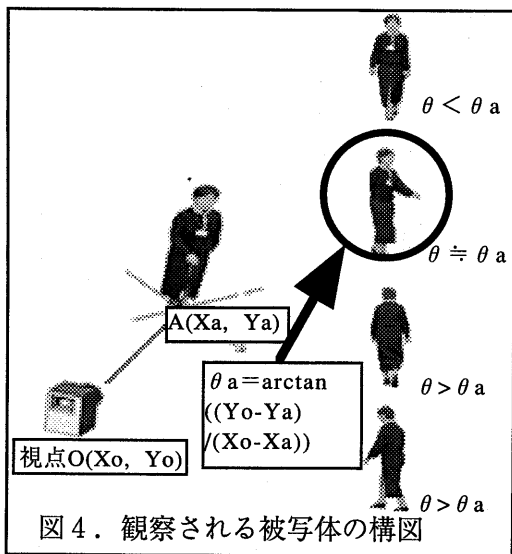
3. 3 被写体映像の選択

簡単の為、観察者と被写体が同一XY平面上にあると仮定する。

CG空間において、観察者の視点位置Oを表す座標(Xo, Yo)と、被写体Aの座標(Xa, Ya)、被写体Aの向き(Pa)が決定されているとき、観察者の視点と被写体を結ぶ線と被写体の正面のなす角度Aθは、

$$\tan^{-1}((Yo-Ya)/(Xo-Xa))-Pa$$

で求められる。被写体オブジェクトに含まれる被写体映像に関する情報の中から、撮影アングルが、もっともAθに近い映像を選択することで、用意されている映像の中から最適な構図の被写体映像を



選択される (図4).

4 被写体オブジェクトの空間定位

被写体オブジェクトの空間座標は、ウォークスルー映像と同様オーサリング時にCG空間に定位する。

4.1 被写体オブジェクトの移動経路

各被写体オブジェクトは、情報提供時ウォークスルー映像の再生時と独立して、経路移動を行う。被写体オブジェクトの経路は、経路を示すオブジェクトであるバスと、曲がり角を示すオブジェクトであるノードをCG空間内に配置することで定義する。これに被写体オブジェクトを関連づけた。

経路を定義する際には、あらかじめCG空間を記述した3D-CGのモデルファイルを一般の構築ツールで作成する。このCG空間をそのまま定位の為の地図として利用する。通常は、上方からみた状態で平面として扱う。

- (1) 平面上にノードを配置し、被写体の移動経路における曲がり角を設定する。
 - (2) ノード間にバスを配置する。
 - (3) 経路に対応する被写体オブジェクトを関連づける。
- というオーサリング手順で空間シナリオを生成する。

4.2 被写体オブジェクト経路情報の構造

各経路情報は、以下の4つで構成される。

- (1) ノードの3D-CGモデルとしてのジオメトリ情報の集合
- (2) 経路に配置される被写体オブジェクトの識別名
- (3) 被写体オブジェクトの移動速度
- (4) 経路の移動形態(loop, once, pingpong)

ノードの3D-CGモデルとしてのジオメトリ情報の集合は、具体的にはノードの空間座標を、移動経路の始点から終点まで順にならべたものである (図5)。

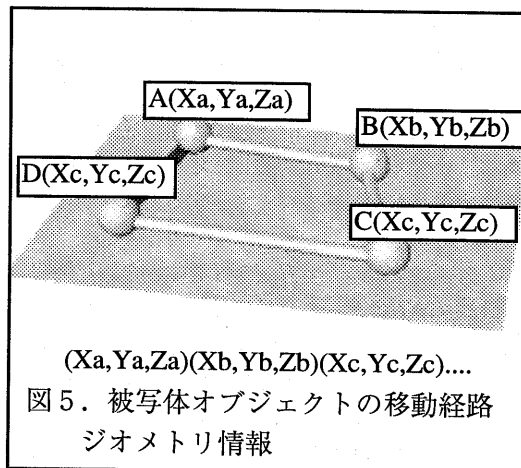
本システムでは、CG空間におけるバスの経路の連続的な座標管理は行わない。両端のノードの座標を補間することで、経路途中の座標の導出を図る。

ノードとバスは、オーサリング時には、3D-CGのオブジェクトそのものであり、ビデオウォークスルーの経路の構造を理解しやすくし、視認性を高めるのに役立つ。情報提供時にプレーヤ側ではオブジェクトとしては認識されない。これにより、専門的な知識を必要とせず直感的で容易なオーサリングを実現できた。

5 ウォークスルー時のビューの生成

ウォークスルー映像は、ビデオカメラが概ね等速直線運動を行って撮影されたことを前提とし、座標の算出には近似的手法を用いる。

ウォークスルー映像の特定のフレームにおける



空間座標を決定するために、パスの長さの比率を利用する。例えば、ビデオカットの再生中に全フレーム数の75%が経過した時点での座標は、パスの両端のノードの座標をもとに、線分の0.75の地点の座標で表す。これにより、概ねビューが一致する。本システムでは、これ以上の厳密な映像と3D-CG空間の一致は求めない。

ウォークスルー時のビューの生成およびビューポート変換、映像合成はOpenGLを用いて行われる。ウォークスルー中は、

- (1) 各被写体オブジェクトの空間座標を、空間シナリオをもとに更新。
- (2) ウォークスルー映像の定位情報および再生フレームの位置より空間座標とビューを一致。
- (3) ウォークスルー映像をバックグラウンド映像としてビューの背景に描画。
- (4) 被写体オブジェクトの存在する空間座標とビューのカメラ座標をもとに、各被写体オブジェクトに関して適切な被写体映像を選択。
- (5) 各被写体オブジェクトの存在する空間座標に3D-CGモデルの板を用意しテクスチャマッピング。
- (6) ビューポート変換、アルファチェック、デプスチェックをおこない画面に描画。

以上の手順を繰り返す。

図6は、被写体を統合した画面例である。

6 まとめ

実写ビデオ映像にウォークスルー映像と、被写体部分を切り出した複数の被写体映像を、CG空間に定位することにより統合する方式について述べた。特に、ウォークスルー映像に被写体映像を合成する際に問題となる、被写体映像の合成位置、構図、サイズの変化に対応し、オーサリング時に意識せずとも違和感少なく合成する方式を明らかにした。

本方式によれば、実写ビデオを中心とした情報提供システムにおいて、被写体映像を適宜組み合わせた多様性のある映像表現が可能となる。今後、従来の実写ビデオ映像を用いた情報提供システムが適応していた観光案内等の散策型情報案内システムに被写体映像を組み合わせることで、よりス

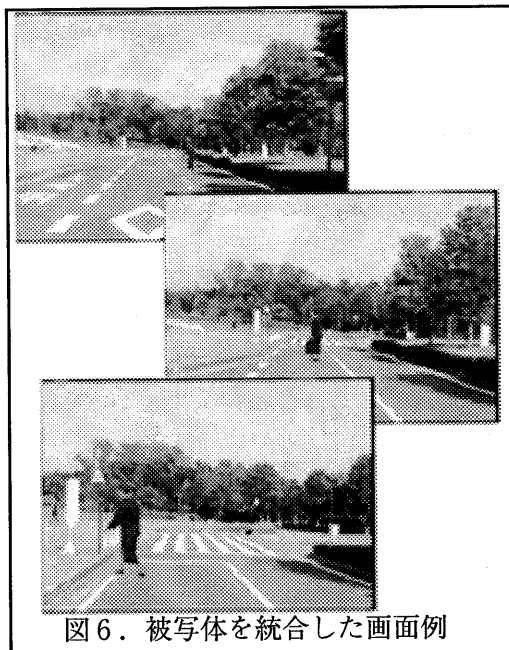


図6. 被写体を統合した画面例

トリー性の高い情報提供システムを構築する予定である。

参考文献

- [1] 坂田哲夫, 木原民雄, 小島明, 佐藤哲治, 「映像散策のためのビデオハイパーモデルの提案」, 信学技報, DE95-35, pp.65-72, July 1995.
- [2] 岸田義勝, 木原民雄, 平野泰宏, 岩淵明, 寺中勝美, 「ビデオハイパーメディアの観光案内システム「TakeMe」への応用」, 情処研報, 96-DPS, pp.55-60, May 1996.
- [3] 木原民雄, 岸田義勝, 柴垣斉, 寺中勝美, 「ビデオウォークスルーとバーチャルリアリティを融合させたマルチメディア・プレゼンテーションシステム」, 情処研報, 97-DPS-80, pp.163, Jan, 1997.
- [4] 仲倉一顕, 岸田義勝, 木原民雄, 「実写ビデオとVRを統合した映像ウォークスルーシステム」, 第55回情報処理学会全国大会, 3-448, Sep, 1997.
- [5] 木原民雄, 西村剛, 仲倉一顕, 「実写ビデオをCG空間に定位させた映像ウォークスルー」, 日本VR学会仮想都市研究会, Nov, 1997.