

Coaster : 映像の時空間直観的操作による 可変速再生方法とその応用

佐藤 隆† 阿久津 明人†
南 憲一† 外村 佳伸†

近年 MPEG-4 など構造化された内容を持つ映像を記述し流通させる環境が整いつつあり、構造を生かしながら映像とインタラクションする技術がますます重要になってきた。本論文では、時間的・空間的に構造化された映像との直接的なインタフェースを目指して Coaster (COntinuous Access by Spatio-Temporal slidER) を提案する。これは、時空間情報を操作するためのアンカーとして、映像の時間的変化や映像中の物体などの軌跡を近似した折れ線型のスライダを、時空間情報が射影されたモニタ画面上に配置するものである。Coaster は、時間と空間の両方を 2 次元の画面上へ柔軟に、しかも映像の時間的連続性を損なわずに対応づけることができる。たとえば、被写体の動きに合わせて折れ線を配置することによって、あたかも被写体をつかんで動かしているかのような、直観的な映像の可変速再生が可能になる。本論文では、ユーザの入力に対して連続的に追従する折れ線スライダについて述べる。また、様々な映像ハンドリングへの応用を示すことによって提案手法の有効性を示し、編集機能や音声の連続的再生の重要性を述べる。

Coaster: Variable Play-back of Video Using Direct and Continuous Manipulation of Video Space

TAKASHI SATOU,† AKIHITO AKUTSU,† KENICHI MINAMI†
and YOSHINOBU TONOMURA†

Environments for scripting and distributing structured video such as MPEG-4 have been gradually developed in recent years. Still there is not much advancement in the technology for making interactions with video using full advantages of their scripted structures. This paper proposes 'Coaster' (COntinuous Access by Spatio-Temporal slidER) as a new video interface for direct manipulation of the video that is structured with spatio-temporal information. The interface is implemented with a polygonal line shaped slider that represents temporal changes of the video and approximations of objects' trail in the video. The polygonal line slider is placed on a monitor and performs as an anchor that assists user's interaction with the spatio-temporal information. Coaster can flexibly map spatial and temporal information on the 2D display without losing temporal continuity of the video. For example, by placing the polygonal line according to the object's motion, an intuitive variable play-back of the video as if the user is grabbing and moving the object can be achieved. In this paper, we will mention Coaster that continuously follows the user's input and also the continuous play-back of audio information. Further, we will show the effectiveness of the proposed method by showing various applications for video handling.

1. はじめに

パーソナルコンピュータ (以下、PC) のマルチメディア化が充実し、PC 上でデジタル映像が扱える環境が整ってきた。これと並行して MPEG-4, MPEG-7 に代表される映像のフォーマット環境の整備も進んでいる。同時にデジタル映像のフォーマットを構成する

要素技術の研究として、映像の構造化に関する報告も多くなされてきている^{1),2)}。また、構造化されたデジタル映像から効率良く情報を引き出すための研究として、映像ブラウザに関する研究もさかに行われている^{3),4)}。放送局などプロダクションで制作された編集済みの映像に対して編集過程で映像に含まれる情報 (カット点、シーン、ナレーション、BGM、テロップなど) を利用して映像の階層を再構成し、映像の階層的なブラウズを実現する報告もなされている⁵⁾。このように、構造化された内容を持つ映像を記述し流通さ

† NTT ヒューマンインタフェース研究所
NTT Human Interface Laboratories

せる環境が整いつつあり、その構造を生かしながら映像とインタラクションする技術がますます重要になってきている。

従来の映像ブラウザでは、映像は最終的にモニターによって再生される。特に解析や編集のために、被写体の動きや音声などについてより詳細な情報を得たいときや、見たいシーンを探したいときなどには、スロー再生や早送り再生などの可変速再生を行うことがしばしばある。従来のPC上のモニターでは、マウスなどの入力デバイスを用い、ボタンやスライダなどのインタフェースを介して映像を再生している。

また、映像の内容に一步立ち入って、被写体に対応した操作を実現する場合には、点や矩形のアンカー領域（あるいは、ホットスポット）を、一種のボタンとして映像中に配置することがある。これは、ハイパーテキストに画像を導入するとき、ごく自然に発想されるものであり、静止画像については、1980年代後半より、IntermediaやHyperCard、Directorなどの多数のハイパーメディアシステムによって実装され⁶⁾、最近ではWWWのクリッカブルマップが広く知られるようになった。映像についても、個々のフレーム画像にアンカー領域を設定することによって、映像中の物体に様々な機能をリンクする方法も提案されている⁷⁾。

しかしながら、このような映像のフレーム画像上のアンカー領域は、空間上の範囲を示すことはできるが、時間上の区間を示すのには向かない。つまり、アンカー領域は、ボタンと同様に、クリック操作に対応するものであって、時間上の一瞬を入力するものである。いうまでもなく、映像は、フレーム画像という2次元空間メディアであると同時に、時々刻々変化する画像や音声を含んだ時間メディアでもある。ボタンやアンカー領域は、映像の時間的側面の操作性が十分でなく、したがって、時間メディアである映像の再生を制御するには適切ではない。たとえば、ある区間を指定して動画や音声を可変速再生するためのインタフェースを、ボタンやアンカー領域によって実現するのは難しい。

それに対し、スライダはドラッグ操作に対応し、スライドさせる量や変化量に応じて映像を可変速再生するなど、直観的かつ連続的な時間操作に適すと思われる。しかしながら、映像を操作するためのスライダは、通常、“時間が左から右に流れる”という仮定に基づいて、水平に配置されている。このため、被写体の動きなどの映像内容とは無関係に、映像の時間軸をスライダ上へ線形に射影しているため、スライダ操作と再生される映像内容とが直観的に一致しないこと

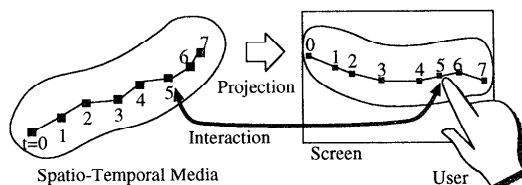


図1 Coasterの概念図：時空間メディアと折れ線スライダ
Fig. 1 Coaster concept: spatio-temporal media and polygonal line shaped slider interface.

があった。たとえば、スライダを右に動かしているのに、映像中の被写体が左に動くといった現象があげられる。結局、従来のスライダは、映像内容とは無関係に仮定された時間軸を経由して映像を操作するという、あくまで間接的なインタフェースにとどまっているのである。

そこで、本論文では、時間的空間的に構造化された映像との直観的なインタフェースを目指して、Coaster (COntinuous Access by Spatio-Temporal slidER) を提案する。これは、図1のように、時空間メディアを操作するためのアンカーとして、映像の時間的変化や映像中の物体などの軌跡を近似した折れ線型のスライダを、時空間メディアが射影されたモニター画面上に配置するものである。Coasterは、時間と空間の両方を、2次元の画面上へ柔軟に、しかも、映像の時間的連続性を損なわずに対応づけることができる。たとえば、被写体の動きに合わせて折れ線を配置することによって、あたかも被写体をつかんで動かしているかのような、直観的な映像の可変速再生が可能になる。

以下では、折れ線スライダを用いた映像の時空間情報への直観的アクセス方法について論じる。2章では、ユーザの入力に対して連続的に追従する折れ線スライダについて説明する。3章では、様々な映像ハンドリングへの応用を示すことによって提案手法の有効性を示し、4章では、本手法の特徴と問題点について、特に、折れ線の編集機能や音声の連続的再生について考察し、最後にまとめを述べる。

2. 折れ線スライダ

2.1 折れ線スライダの定義

折れ線スライダを以下のように定義する。折れ線 L を、頂点とその出力値の集合 $L = \{(P_i, v_i) | i = 1, 2, \dots, N\}$ とする。 i 番目の頂点の座標を $P_i(x_i, y_i)$ とし、 $P_i \neq P_{i+1}$ とする。折れ線上のツマミ $A(x_a, y_a)$ とするとき、そのときの出力値を v_a と表す。なお、本論文では、折れ線スライダの出力値は、時間上の位置、つまり映像のフレーム番号やタイムコードに対応する。

折れ線スライダの機能的要件は次のとおりである。

- (1) ツマミの位置 $A(x_a, y_a)$ に対して v_a を決める。
- (2) v_a に対して, A を決める。
- (3) 入力点 $I(x, y)$ に対して, A を決める。

(1)と(2)は, ツマミの位置と出力値の対応関係である. $i < j$ ならば $v_i < v_j$ という条件をつけると, A と v_a を1対1対応にして(1)と(2)を同時に定義することが可能である. ここでは, ツマミの位置による線分の内分比を用いるのが自然であると考え. すなわち, ツマミ A が線分 $P_i P_{i+1}$ 上にあるとき, 次の関係が成り立つように, $A(x_a, y_a)$ と v_a を対応づける.

$$A = (1 - \alpha)P_i + \alpha P_{i+1},$$

$$v_a = (1 - \alpha)v_i + \alpha v_{i+1}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$

(3)は, ユーザの入力に対してツマミをどこに位置づけるかという問題である. ユーザがつねに折れ線上の点を入力するのなら, この機能は必要ない. しかし, 現実的には, 折れ線上の点を正確にトレースするようユーザに強いるのは難しいので, ある程度の許容範囲内の入力に対してツマミを追従させる必要がある. このとき, ユーザの入力に対して, いかにも自然にツマミを位置づけるかが重要である. さらに, 動画や音声を滑らかに再生するためには, この入力とツマミの対応づけは, 連続的でなければならない. 以下では, 最近点法と2等分線法の2つの対応づけ法を考え, ユーザ入力に対して連続的に追従する点で2等分線法が優れていることを示す.

2.2 最近点法

ユーザの入力した座標 $I(x, y)$ に対してツマミの座標 $A(x_a, y_a)$ を対応づけるとき, 単純に考えると, I に最も近い折れ線上の点をツマミの座標とすればよいように思われる. すなわち, 線分 $P_i P_{i+1}$ に点 I から下ろした垂線の足のうち, 最も点 I に近い点をツマミの座標 A とする. これを**最近点法**と呼ぶことにする.

最近点法は, 対応が直観的に分かりやすく, 折れ線の近傍においては比較的良好に動作する. しかしながら, 折れ線の頂点の付近において, 入力点の連続的な移動に対して, 対応点の移動が不連続になるという欠点がある. これを図2を用いて説明する. 図のように折れ線 $P_1 P_2 P_3$ があり, ユーザの入力点が $B \rightarrow D$ と連続的に移動したとする. このとき, 最近点法によって求めた折れ線上の位置は, $B' \rightarrow C', C'' \rightarrow D'$ のように移動し, 入力点が点 C で頂角の2等分線をまたぐときに, C' と C'' との間で跳躍が生じる. さらに, 入力点が $Q \rightarrow T$ と連続的に移動した場合には, 対応点は $Q' \rightarrow P_2 \rightarrow T'$ と移動する. しかし, 入力

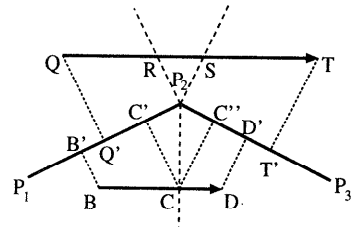


図2 最近点法による位置決め
Fig. 2 Positioning by the nearest point method.

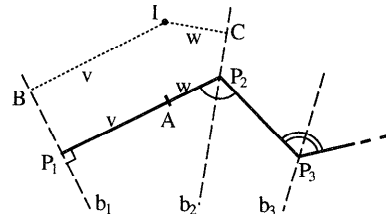


図3 2等分線法による位置決め
Fig. 3 Positioning by the bisector method.

点が線分 $P_1 P_2, P_2 P_3$ の垂線をそれぞれまたぐ点 R, S の間, 対応点は点 P_2 で停滞してしまう.

このように, 最近点法は, 折れ線の頂点付近で, 跳躍か停滞という不連続が生ずる. このため, ユーザが映像を滑らかに再生するつもりで入力点を連続的に移動しても, 表示されるフレーム画像の間隔が不均一になったり, 音声途切れたりするなど, ぎこちない再生結果しか得られない.

2.3 2等分線法

そこで, 本論文では, 対応の連続性を重視した**2等分線法**を提案する. 図3のように, 折れ線 $P_1 P_2 P_3 \dots$ があるとき, まず, それぞれ頂角の2等分線 b_1, b_2, b_3, \dots を引く. ただし, 折れ線の端点 P_1 については, 垂線を用いる. 次に, これら隣り合う2等分線または垂線のペア b_i, b_{i+1} のうち, 入力点 I を挟むもの b_a, b_{a+1} を選ぶ. 図では, b_1, b_2 が該当する. なお, このようなペアは複数ありうるが, その場合には, ペアによって挟まれる線分 $P_a P_{a+1}$ が I に最も近いものを選ぶ. 続いて, I と b_a, b_{a+1} との距離 v, w を求め, 線分 $P_a P_{a+1}$ を $v : w$ の比に内分する点を対応点 A とする.

なお, 線分の両端の垂線に挟まれない領域(たとえば, 図3の b_1 の左側)に入力点 I が存在すると, 上記の方法では対応点が決められないので, その場合は I に最も近い頂点に対応点とする.

2.4 比較実験

上記の最近点法と2等分線法を比較するために, それぞれ, 折れ線の周辺の各点について, 折れ線上の対

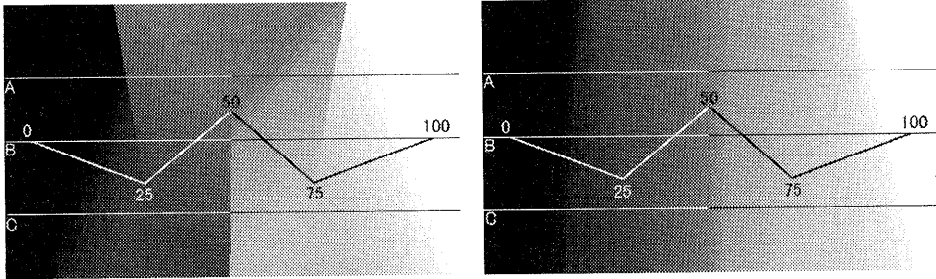


図4 最近点法(左)と2等分線法(右)による出力値の分布

Fig. 4 Output values of the nearest point method (left) and the bisector method (right).

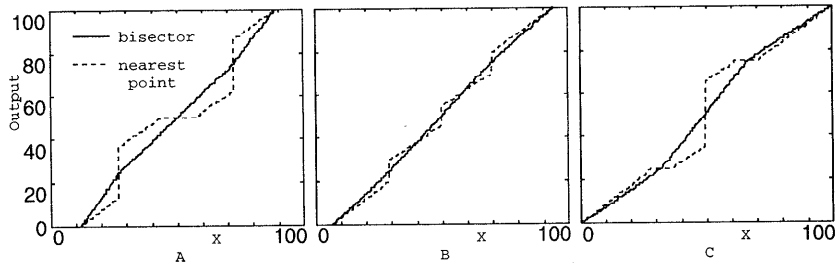


図5 断面における出力値

Fig. 5 Output values on the slices of the both methods.

応点 A を求め、そこでの出力値 v_a を計算した。図4に、最近点法(左)と2等分線法(右)による結果を示す。実験では、図のように5頂点からなるW字型の折れ線を用い、各頂点には順に0~100の出力値を設定した。また、出力値は、黒が0、白が100を意味するグレイスケールで示した。さらに、各図のA, B, Cの線上における出力値を図5に示す。グラフは、それぞれ、横軸が入力点のX座標を、縦軸が出力値を表し、実線は2等分線法、点線は最近点法による結果を示している。

最近点法では、頂角の内側で2等分線を境に大きく値が異なっており、さらに、頂角の外側では値が平坦になっていることが分かる。このように、最近点法では、入力点の移動に対して、出力が不連続になる。それに対し、2等分線法では、全体を通じて滑らかに値が変化しており、入力と出力の対応の連続性において、最近点法よりも優れていることが分かる。

3. 応用例

3.1 パノラマビデオ

映像の時空間表現の1つに、図6(上)に示すパノラマビデオがある⁸⁾。これは、上下左右移動のカメラ操作のある映像について、フレーム画像を重ね合わせてパノラマ画像を構成したものである。

このような、カメラ操作にともなう映像の空間的な

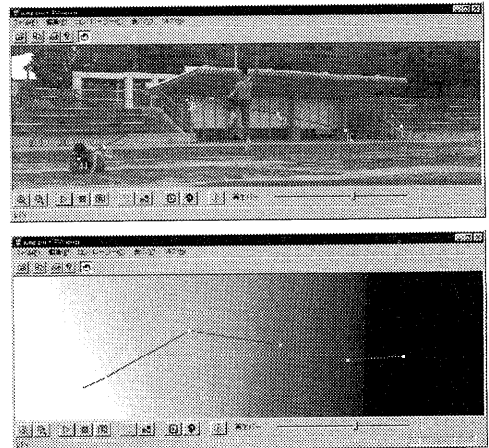


図6 パノラマビデオ(上)と折れ線スライダの値の分布(下)

Fig. 6 Panorama Video (upper), and values of the poly-line slider (lower).

変化を、折れ線スライダによって表現することを考える。この例では、陸上選手が走り幅跳びをする映像がパノラマ表示されている。各フレーム画像のほぼ中央に被写体の陸上選手がとらえられているとして、フレーム画像の中心を頂点とする折れ線スライダをパノラマ画像に対応づける。つまり、時刻 t のフレーム画像の中心の点 $S(x_t, y_t)$ とすれば、適当な時間間隔で、

$$P_i(x_i, y_i) = S_i(x_t, y_t), \quad v_i = t,$$

のように折れ線を構成すればよい。

すると、パノラマ画像上では、被写体の軌跡と折れ線の形状が一致する。ユーザがツマミを移動したとき、ツマミの位置 P_a に、 $t = v_a$ のフレーム画像を表示すれば、あたかも陸上選手を直接つかんで移動しているかのように、映像を再生することができる。図では、中央のジャンプしている部分が、そのようにして表示されたフレーム画像である。

注意したいのは、時間の経過とともに陸上選手は右から左に走る。右下に、従来型のスライダが存在するが、このスライダのツマミは、時間の経過とともに左から右へ移動する。したがって、従来型のスライダを操作すると、ツマミの動きと陸上選手の動きは反対向きになり感覚的に一致しない。それに対し、折れ線スライダは、ツマミの動きと陸上選手の動きが一致しており、直観的な時間操作が可能である点が有効である。

また、図6(下)には、図4と同様に、2等分線法によるスライダの出力値をグレイスケールで示している。ここでは、黒が映像の開始時刻、白が終了時刻を表す。折れ線の周りで入力点と出力値が滑らかに対応していることが分かる。

3.2 VideoSpaceIcon

映像の時空間表現の次の例として、VideoSpaceIcon¹⁾を考える。VideoSpaceIconは、ある区間で時間的に連続するフレーム画像の全ピクセルを、パンやチルト、ズームなどのカメラ操作を反映させながら、 x - y - t の時空間上にボリューム表現したものである。図7(上)は、図6と同じ映像を用い、カメラ操作と時間の流れに従って、右奥から左手前に向かってフレーム画像を並べてVideoSpaceIconを構成し、その外観を右斜め上の視点から眺めたところを示している。パノラマビデオが時空間情報を時間軸に垂直な画面に対して平行投影したものであるのに対し、VideoSpaceIconは、時空間情報を3次元表示して様々な方向から観察できる。

ここで、パノラマビデオと同様に、フレーム画像の中心を折れ線の頂点に対応づけると、白い線で示すようなCoasterを設定することができる。これを用いると、図7(下)に示すように、VideoSpaceIcon上でも、ドラッグ操作によってあたかも被写体をつかんで動かすかのようにフレーム画像を再生することができる。

VideoSpaceIcon上の被写体が動く方向は、観察する方向によって様々に変わる。従来のスライダを用いて操作すると、ツマミの動きと被写体の動きの向きが一致しないことが多く、操作に違和感が生じる。一方、折れ線スライダは、VideoSpaceIconと同じように射影されるので、ツマミの動きと被写体の動きはつねに

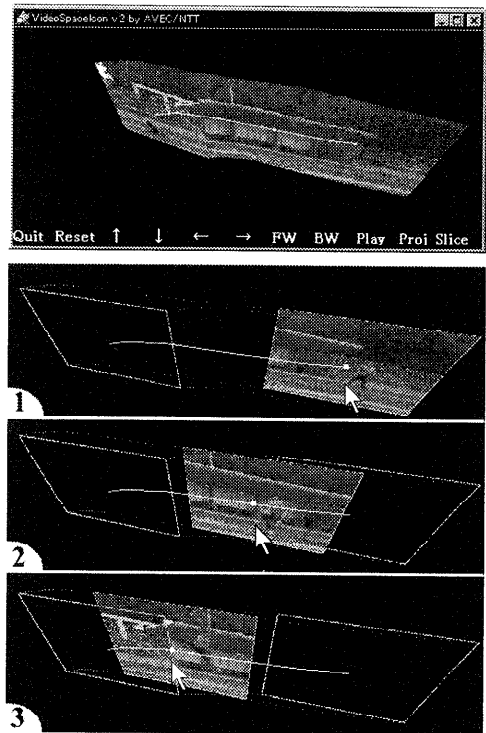


図7 VideoSpaceIcon (上)と操作(下)
Fig. 7 VideoSpaceIcon (upper), and its manipulation (lower).

一致しており、どんな方向から観察しても直観的な操作できて非常に効果的である。

3.3 被写体の軌跡を用いる映像の再生

カメラ操作がない場合でも、映像中の物体の軌跡を用いて折れ線スライダを設定するのが効果的な場合もある。図8(上)は、ゴルフのスイングを撮影した映像である。クラブを振りかぶるまではゴルファーの手の位置を追跡し、その後はクラブヘッドの位置を追跡して、折れ線スライダの頂点にした。つまり、フレームの時刻 t での物体の位置を $O(x_t, y_t)$ とすれば、

$$P_i(x_i, y_i) = O_t(x_t, y_t), \quad v_i = t,$$

のように折れ線を構成すればよい。なお、ここでは手作業で頂点を設定した。

折れ線スライダの形状は複雑になるが、図8(下)に示すように、折れ線付近での出力値は螺旋状に滑らかに分布する。入力点を大きく反時計回りに移動すると、スイングの様子を可変速で再生することが可能である。また、画面中央付近で小さく回転移動すれば、クラブを振りかぶるまでの映像を再生できる。さらに、ボールを打つ瞬間を見たいときには、入力点を画面下方のティーの位置に移動するだけでよい。このように、映像内の物体の軌跡を折れ線スライダに対応づけるこ

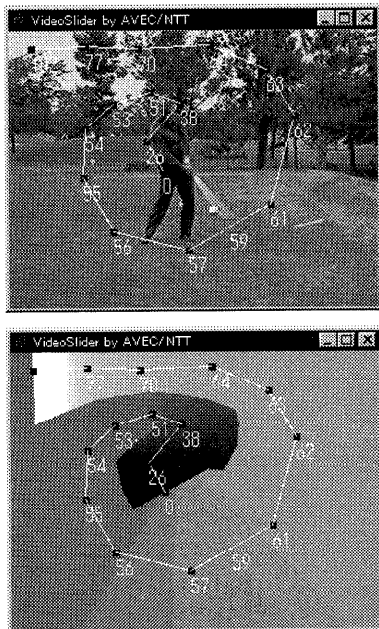


図8 被写体の軌跡に基づく折れ線スライダ(上)とその出力分布(下)

Fig. 8 A poly-line slider based on a trail (upper), and its values (lower).

とによって、直観的な可変速映像再生ができる。

4. 考 察

提案した折れ線スライダに基づく映像の時空間インタフェースを、以上のように応用した結果、いくつかの特徴や問題点が浮き彫りになったので、以下で考察する。

4.1 2等分線法の特徴

まず、2等分線法は、折れ線スライダの周辺の入力点に対して、滑らかにツマミの位置、ひいては出力値を対応づけることができる。この特徴は、入力点の連続的な移動によって映像を連続的に再生しようとするユーザの意図を反映するうえで非常に重要である。

次に、図4(右)のような2等分線法によってもたらされる滑らかな分布は、量子化すればいくつかの領域に分割することができ、従来のアンカー領域によって記述することは可能である。しかし、複雑な形状の領域を記述するコストや、折れ線の変更にもなう領域形状の再計算コストが高くなることが予想される。一方、提案手法は、折れ線の頂点座標を保持するだけでよいので効率が良い。

2等分線法の欠点としては、スライダに対して2等分線の交点より遠方で対応が不連続になること、折れ線の頂角が鋭角すぎると頂角の内側における対応が不

自然になること、入力点が折れ線上にあるときツマミの位置と必ずしも一致しないことがあげられる。第1の課題については、入力点が折れ線から遠いときに問題になることが多いので、反応する入力点までの距離に一定の制限を設けることなどによって解決できるだろう。第2, 3の課題は逆に、折れ線に近づいたときに問題になるが、入力点が折れ線に近い場合には最近点法に切り替えるなどの対処が考えられる。

他にも、たとえば等電位面や磁力線などに基づく滑らかな対応関係を実現できるモデルを考案することが、今後の課題としてあげられる。

4.2 折れ線形状編集

折れ線形状の設定については、カメラ操作の推定法や、被写体追跡法を用いて自動化が可能であるが、さらに、手作業で折れ線を編集できるとよい。たとえば、自動的に作成された折れ線が複雑な形状をしている場合は、簡単な形状に修正することが必要である。また、物体が停滞している場合や、射影による縮退のために、頂点間の距離が十分に保てない場合には、手作業で適切に折れ線を編集するとよい。

実際、図8の映像では、クラブの先を最初から最後まで丹念に追跡すると、図9(上)のように非常に複雑な軌跡になり、図9(下)に示すように折れ線スライダの出力値も不連続な分布になってしまった。そこで、折れ線形状を編集し、図8のように簡略化することによって操作性を向上させることができた。このように、折れ線形状の編集は、折れ線スライダを実際に用いるうえで、重要な機能であると考えられる。

編集の方針としては、2等分線法の特徴から、折れ線が交差しないように線間距離を十分に保つことや、頂角をできるだけ鈍角にすることが望ましいといえる。また、幅跳びにおける踏み切りから着地までの区間やゴルフにおけるボールを打つ瞬間など、対象映像の重要な部分を優先して折れ線を配置し、それ以外の部分は外挿するように大まかに配置するのが効果的であることが、経験的に分かった。

4.3 音声の連続的再生

デジタル映像の再生では、フレーム画像を次々に表示しつつ、その間の音データを再生する。通常、音のデータはフレームレートに従って、たとえば1/30秒単位のセグメントで管理されている。映像を可変速再生するとき、単純に、セグメントの音データを異なる時間間隔で再生すると、間隔が空いたり音が途切れたりして聞きにくいものになる。特に、会話などは、意味情報が断続的になるため、不連続性がより強調されやすい。

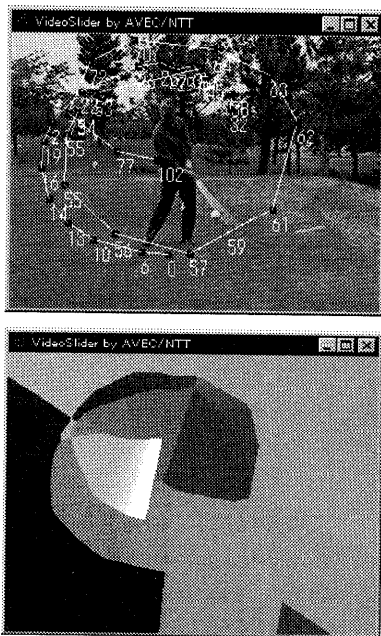


図9 複雑な形状の折れ線スライダ(上)とその値の分布(下)
Fig. 9 A complicated poly-line slider (upper) and its values (lower).

折れ線スライダのツマミの連続的な移動に従って、連続的に音を再生するためには、ちょうどアナログレコードを手で回すように、ピッチの変化を許して音の連続性を保持しながら再生する方法が考えられる。

ある映像の時刻 T_1 から T_2 までを可変速で再生したいとする。折れ線スライダによって T_1 から T_2 までを指定する操作にかかった時間を t とすると、音の連続性を保つために時間 t で再生を完了するには、 t と本来の時間差 $T = T_2 - T_1$ を比較し、 $T < t$ の場合にはスロー再生、 $T > t$ の場合には早送りを行うようにすればよい。音声デバイスの再生周波数が一定のときには、補間や間引きによって、音データを加工する必要がある。

具体的な波形を用いて示そう。図10は、8kHz、16bitでサンプリングされた音データの波形とサウンドスペクトログラムを示している。視覚的に分かりやすくするため、音圧と周波数が時間の経過とともに低下するようなサンプルを選んでいく。図11は音データを1/2の時間で早送り再生した場合の様子を示している。図の左側は、単純に、セグメントのデータを再生する場合である。いくつかのセグメントが飛ばされて再生されないため、時間的にも周波数的にも不連続になって、聞きにくい再生結果になる。一方、図の右側は、音データに低域フィルタかけた後、間引いた結果であるが、時間領域と周波数領域でいずれも滑らか

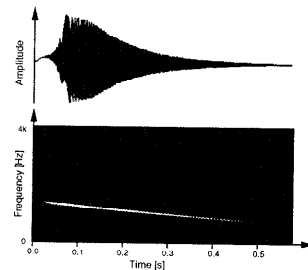


図10 元の音データの音圧とスペクトログラム
Fig. 10 Wave-form and sound spectrogram of the original sound data.

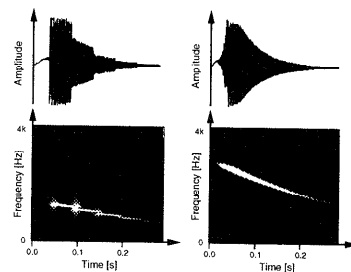


図11 早送り時の波形とスペクトログラム(左:間引きなし, 右:間引きあり)

Fig. 11 Wave-form and sound spectrogram in fast forward (left: non-decimated, right: decimated).

な再生が可能であることが分かる。具体例は省略するが、逆にスロー再生の場合には、無音区間が断続的に生じるので、補間と低域フィルタを組み合わせることによって、滑らかな再生結果を得ることができる。

ここで示した方法は、音の連続性を保つために、ピッチの変化を許している。そこで、今後の課題としては、無音区間を利用して有音区間の再生時間を補ったり、意味内容の反映したセグメントで音データを扱うなどの、ピッチを変えない方法の開発があげられる。

5. ま と め

本論文では、時間的・空間的に構造化された映像との直接的なインタフェースを目指して時空間を連続的にアクセスする折れ線スライダによる時空間アクセス法を提案した。提案手法は、映像の内容と時間とを直観的に対応づけることができ、見たい瞬間や区間を直観的に指定して映像を再生するのに役立つことが分かった。

本論文では、有効性の評価については、2等分線法に基づくCoasterがユーザ操作に対し連続的に滑らかに対応することを、素朴な最近点法と比較しながら実験によって客観的に示した。Coasterは、ボタンやメニューなどのGUIの基本部品のレベルに位置づけら

れるので、評価尺度は、アプリケーションや、タスク、ユーザの種類などのコンテキストに大きく依存し、インタフェース単独での一般的な評価は難しいが、適当なコンテキストを設定したうえで、ユーザによる主観評価を進めることが課題である。たとえば、図6のパノラマビデオで、幅跳びの踏み切りの瞬間を正確に指定するというタスクを設定し、操作時間と精度などを、Coasterと従来の水平スライドとで比較することが考えられる。

Coasterは、連続的な値を対応づけるためのアンカーとして、映像以外の時空間メディアにも応用可能であると考えている。たとえば、地図上の経路とイベントを対応づけるためのインタフェースが考えられるだろう。また、ちょうど、パノラマビデオとVideoSpace-Iconの関係のように、2次元の平面地図にも、鳥観図やwalk-through表示などの3次元地図にも、同じように折れ線スライドをあてはめることができると思われる。今後は、様々なアプリケーションを模索しつつ、さらに、使い勝手の良いインタフェースに発展させるべく、前記の諸課題に取り組む予定である。

謝辞 日頃からご指導いただくNTTヒューマンインタフェース研究所映像処理研究部中野博隆部長、徳永幸生前部長、浜田洋前グループリーダーに感謝いたします。有益な議論をいただいた、谷口行信氏、新倉康巨氏をはじめとするグループの皆様に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Tonomura, Y., Akutsu, A., Taniguchi, Y. and Suzuki, G.: Structured Video Computing, *IEEE Multimedia*, Vol.1, No.3, pp.34-43 (1994).
- 2) Swanberg, D., Shu, C.F. and Jain, R.: Knowledge Guided Parsing in Video Databases, *Proc. IS&T/SPIE*, Vol.1908, pp.13-24 (1993).
- 3) Zhang, H.J., Low, C.Y., Smoliar, S.W. and Wu, J.H.: Video Parsing, Retrieval and Browsing: An Integrated and Content-Based Solution, *Proc. ACM Multimedia'95*, pp.15-24 (1995).
- 4) 谷口行信, 外村佳伸, 浜田 洋: 映像ショット切替え検出法とその映像アクセスインタフェースへの応用, *信学論*, Vol.J79-D-II, No.4, pp.538-546 (1996).
- 5) 柴田正啓: 映像の内容記述モデルとその映像構造化への応用, *信学論*, Vol.J78-D-II, No.5, pp.754-764 (1995).
- 6) Nielsen, J.: *HYPER Text & HYPER Media*, Academic Press Inc (1990).
- 7) 高野, 的場, 原: ハイパーメディアのためのビ

デオデータモデルの一考察, 第46回情報処理学会全国大会論文集, Vol.7G-4, pp.4-221-4 222 (1993).

- 8) Akutsu, A. and Tonomura, Y.: Video tomography: An efficient method for cameraworkextraction and motion analysis, *Proc. ACM Multimedia'94*, pp.349-356 (1994).

(平成10年5月29日受付)

(平成10年12月7日採録)



佐藤 隆 (正会員)

平成3年東京大学工学部電子工学科卒業。平成5年同大学院情報工学専攻修士課程修了。平成8年同博士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。ヒューマンインタフェース研究所勤務。映像処理、映像データベースの研究に従事。工学博士。電子情報通信学会会員。



阿久津明人

日本電信電話株式会社NTTヒューマンインタフェース研究所勤務。映像インタフェースにともなう映像処理、情報視覚化に関する研究に従事。



南 憲一

平成3年慶応義塾大学理工学部電気工学科卒業。平成5年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。NTTヒューマンインタフェース研究所勤務。映像ハンドリングの研究に従事。平成9年電子情報通信学会学術奨励賞受賞。現在、NTTヒューマンインタフェース研究所研究主任、電子情報通信学会、映像情報メディア学会各会員。



外村 佳伸 (正会員)

昭和56年京都大学工学部電子工学科卒業。昭和56年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社(現NTT)入社。以来、画像を中心としたメディア変換装置の研究・開発、映像ハンドリングの研究に従事。昭和62~63年米国MITメディア研究所客員研究員。現在、NTTヒューマンインタフェース研究所主幹研究員。電子情報通信学会、映像情報メディア学会、IEEE、ACM各会員。