

K-021

軌跡オブジェクトアノテーションを特長とするマルチメディア教材 オーサリングシステム

A Multimedia Content Authoring System Characterized by Tracks Object Annotation

阿倍 博信† 大塚 仁司‡ 濱谷 英次§
Hironobu Abe Hitoshi Ohgashi Eiji Hamatani

1. はじめに

高度情報通信ネットワーク社会の進展にともない、文部科学省を中心とした国家レベルで「教育の情報化」が推進されており、全国の小中高等学校等において教育用コンピュータの整備やインターネットへの接続、教員研修の充実、教育用コンテンツの開発・普及が推進されている[1]。

また、筆者の一名が所属する武庫川女子大学でも、2002年に新設したマルチメディア館では約1,100台の計算機と1Gbpsの学内ネットワークを導入し、計算機やネットワークを活用した講義や学生の自主学習等に利用されている。

このような背景のもと、マルチメディアストリーミング技術を応用したマルチメディア教育環境の構築が推進されている。筆者らは、スポーツ、幼児教育、語学、介護、音楽、調理、薬学実験等の実習形式の教育現場において、実習映像を用いたマルチメディア教育システムの構築を目標として研究を行っている。

実習映像を用いたマルチメディア教材の形式として、大きくは1)一つのシーンから構成された反復学習を目的とした教材、2)複数のシーンから構成された内容理解を目的とした教材、の2種類に分類することができる。

1)は、一つのシーンから構成される数秒から数十秒程度の短い映像を繰り返し再生し、映像の内容を反復学習して技能を習得することが目的である。例えば、野須らは、卓球打法の授業において模範映像と自己映像を組み合わせたマルチメディア教材を反復学習した際の学習効果について報告している[2]。この報告ではDRAGRI[3]を用いることにより、模範映像に重ねてラケットの動きを軌跡表示し、マウスを軌跡の動きにあわせてドラッグして見たい位置を自由に頭出し処理できることを特長としている。

本論文では、2)の実習映像を用いたマルチメディア教材を編集方式について提案し、提案方式に基づいたオーサリングシステムの開発について述べる。2)は複数のシーンから構成される映像を用いて、シーン間の流れなどを把握することより、内容を理解することが主な目的となるが、1)とは目的が異なるため同じ教材編集方式を適用することはできない。

最初に、2)の実習映像の例としてダンス映像を対象としてマルチメディア教材に対する要件分析を行った。その結果、ダンス映像はシーンの切り替わりが激しく、シーン毎に着目するポイントが順次移っていくため、教材編集時に

教材編集者側で映像中の着目ポイントを直接マーキング指定できることが重要なことが分かった。

この要件を満たすことを目的として、軌跡オブジェクトを提案する。軌跡オブジェクトは、映像に登場する人や物などの動きの軌跡を定義したメタデータであり、教材編集時に映像中の着目ポイントを軌跡オブジェクトとしてマーキング指定しておくことにより、教材利用時に映像の再生に同期して軌跡オブジェクトを映像上にオーバーレイ表示することができる。さらに、関連情報のリンクが設定されている軌跡オブジェクトを利用者が指定すると、リンクされた関連情報を表示することができる。

軌跡オブジェクトは、筆者らが以前開発した講義映像を対象とした教材オーサリングシステム[4]で提案した映像アノテーションモデルの拡張モデルとして定義を行った。定義した軌跡オブジェクトの編集機能を中心としたマルチメディア教材オーサリングシステムを開発した。具体的には、マルチメディア教材の編集を行う教材オーサリングツール、及び再生を行う軌跡オブジェクト再生ソフトウェアを開発し、さらに、基本性能評価を行い有効性について確認した結果について述べる。

2. 軌跡オブジェクトの定義

2.1 マルチメディア教材の要件

最初に、スポーツ、幼児教育、語学、介護、音楽、調理、薬学実験等の実習形式の教育支援を目的として、実習映像を用いたマルチメディア教材の要件分析を行った。

前述の通り、実習映像を用いたマルチメディア教材は大きく、1)一つのシーンから構成された反復学習を目的とした教材、2)複数のシーンから構成された内容理解を目的とした教材、に分類することができるが、本論文では、2)を対象として教材の要件検討を実施し、システム開発を行う。

本論文では、2)の例として文学部健康・スポーツ科学科で収録されたダンスの映像の内容を分析し、以下の結果を得た。

- ・画面内に常に複数の人物が登場する
- ・登場人物の動きが激しく、その位置も激しく入れ替わる
- ・映像をぱっと見ただけではポイントを把握しづらい

上記要件分析の結果、2)の映像は内容の切り替わりが激しく、順次着目するポイントも移っていくため、教員が映像中に着目すべきポイントを直接マーキング指定できることが重要であることが分かった。また、同様の要件分析を文学部教育学科の幼児教育の映像に対しても実施し、同様の結果を得た。

2.2 映像アノテーションモデルの拡張

2.1の要件分析の結果、映像中の着目ポイントを直接マーキングする機能を本システムの特長機能とし、軌跡オブ

†三菱電機(株), Mitsubishi Electric Corporation

‡三菱電機インフォメーションシステムズ(株), Mitsubishi Electric Information Systems Corporation

§武庫川女子大学, Mukogawa Women's University

ジェクトとして提案する。軌跡オブジェクトは、映像に登場する人や物などの動きの軌跡を定義したメタデータである。教材編集時に映像中の着目ポイントを軌跡オブジェクトとして直接マーキングしておくことにより、教材利用時に映像の再生に同期して軌跡オブジェクトをオーバーレイ表示することが可能となる。さらに、利用者が画面上に表示された軌跡オブジェクトを直接指定することにより、リンクされた関連情報の検索、表示が可能となる。

軌跡オブジェクトのモデル定義において、筆者らが以前開発した講義映像を対象とした教材オーサリングシステムで提案した映像アノテーションモデル[4]の拡張を行った。

映像アノテーションモデルは、マルチメディア教材を構成する主要要素である映像データに対し、その場面に対して関連する補助教材データや、マルチメディア教材を利用する学習者の学習行為を支援する一連の機能を、教授学習活動に対する“アノテーション(注釈)”として関連付けて定義し、教材利用時の教材の効果的な利用を目的としたモデルである。

図1に映像アノテーションモデルの拡張モデルとして定義した本システムにおけるマルチメディア教材の構造について示す。本モデルにおけるアノテーションの基本構造は、その方向に応じてソースアノテーションとディスティネーションアノテーションの2種類に分類される。

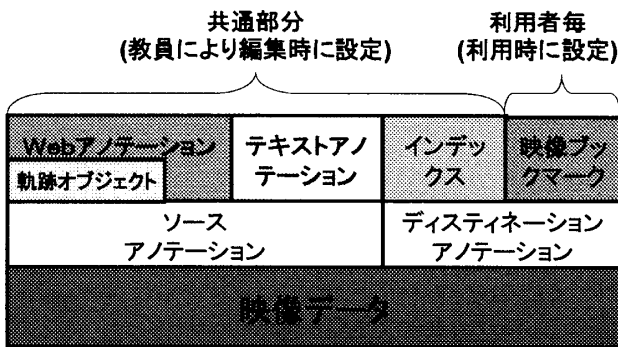


図1 本システムにおけるマルチメディア教材の構造

ソースアノテーションは映像データを起点とするアノテーションであり、教材利用時に映像データの指定フレームの再生にあわせて自動的に呼び出されるアノテーションとして次の2種類のアノテーションが定義されている。

(1) テキストアノテーション：利用者に共通のアノテーションとして定義する。シーンに関連するテキスト情報を、映像データの再生に同期して自動的に表示する。

(2) Webアノテーション：利用者に共通のアノテーションとして定義する。実習映像の内容を補足する補助資料を再現し、映像データの再生と同期して関連するWebコンテンツを自動的に表示する。

本システムにおいて、軌跡オブジェクトはソースアノテーションの拡張モデルとして定義する。図2に軌跡オブジェクトモデルの概要について示す[5,6]。具体的には、軌跡オブジェクトは、オーサリング作業の効率化を考慮して、対象とする人やものの動きを少数で近似したモデルとして定義する。図2において、形状、位置、大きさなどの軌跡情報を持つフレームを基準フレーム、基準フレーム間に位置し、軌跡情報を持たないフレームを標準フレームとする

と、軌跡オブジェクトは基準フレームの集合として定義できる。また、標準フレームの前後に位置する基準フレームの軌跡情報の補間計算により、標準フレームの軌跡情報を推定することができる。

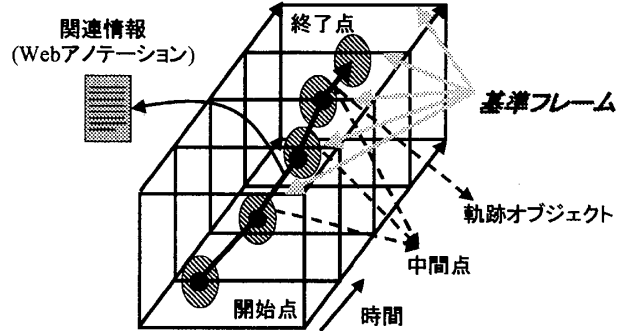


図2 軌跡オブジェクトモデルの概要

また、軌跡オブジェクトに対しては関連情報をWebアノテーションとして設定することができ、利用者の指定等によって、自由に呼び出して検索・表示することが可能なモデルとして定義する。

一方、ディスティネーションアノテーションは映像データを終点とするアノテーションであり、教材利用時に利用者の指定によって映像データの指定されたフレームの頭出し処理を行うアノテーションとして次の2種類のアノテーションを定義する。

(1) インデックス：教材共通のアノテーションとして定義する。映像データのシーンや内容の変わり目をポイントし、利用者がインデックスを指定することにより、映像データの頭出し処理を行う。

(2) 映像ブックマーク：利用者毎に設定可能なアノテーションとして定義する。教材利用時の利用者による教材に対するコメント機能として利用する。映像ブックマークはサーバ側で利用者単位に管理することにより、教材に対して利用者毎に異なる書き込みを行うことができる。

3. 教材オーサリングシステム

3.1 システム構成

図3に本論文にて想定している教材編集・配信システムのシステム構成について示す。

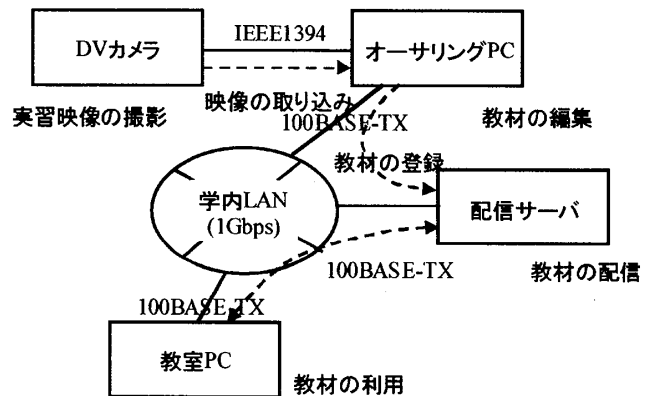


図3 システム構成

(1) DVカメラ：実習や実技の内容をDV形式のビデオカメラで撮影する。

(2) オーサリング PC : Windows2000Professional がインストールされた PC で、IEEE1394 接続された DV カメラの映像を市販の映像編集ソフトウェアで取り込み編集する。その後、開発した教材オーサリングツールを用いて、映像データに軌跡オブジェクトをはじめとした各種アノテーションを関連付けることによりマルチメディア教材を編集する。

(3) 配信サーバ : Windows2000Server がインストールされたサーバで、編集したマルチメディア教材を登録し、教室 PC からの要求に応じて教材を学内 LAN 経由で配信する。教材の配信には OS 付属の Web サーバである IIS を、映像データの配信には Windows Media Service を使用する。

(4) 教室 PC : Windows 2000 Professional がインストールされた PC で、配信サーバに接続して教材を利用する。配信された教材は、OS で標準にインストールされた Internet Explorer 6.0 及び開発した軌跡オブジェクト再生ソフトウェアを用いて利用する。

3.2 マルチメディア教材のオーサリング

2. で定義した軌跡オブジェクトを簡易に編集する方式について検討した。以下にそのオーサリング方式の内容について示す。

(ステップ 1) プロファイルの設定 : 対象とする軌跡オブジェクトのプロファイルの設定を行う。設定するプロファイルは、軌跡オブジェクト名、表示プロファイル(形式、色、線幅)、関連情報プロファイル(関連情報の URI)とする。

(ステップ 2) 開始点、終了点の設定 : 対象とする実習映像を開始点及び終了点として指定したい位置まで頭出しし、対象とする人または物に重ねて直接軌跡情報を描画する形で指定する。

(ステップ 3) 中間点の編集 : 開始点及び終了点の設定後に、以下の要領で中間点の編集を行う。

(1) 標準フレームにおける編集 : 実習映像上に表示されている軌跡情報を編集(大きさの変更、位置の移動)することにより、そのフレームは自動的に基準フレームに昇格する。

(2) 基準フレームにおける編集 : 標準フレームと同様、実習映像上に表示されている軌跡情報の編集が可能である。また、軌跡情報を削除すると、そのフレームは自動的に標準フレームに降格する。

(3) 開始フレームの前、または終了フレームの後のフレームにおける編集 : 実習映像上には、軌跡情報は表示されていないが、軌跡情報を描画することにより、そのフレームは自動的に開始(終了)フレームとして設定される。

検討した軌跡オブジェクトのオーサリング方式に基づいた教材オーサリングツールを開発した[5,6]。図 4 に DV 形式の映像データに対して軌跡オブジェクトをはじめとしたアノテーションの編集を行う教材オーサリングツールの画面イメージについて示す。

図 4 に示した教材オーサリングツールは、オーサリング PC にインストールされ、DV 形式の映像データを入力、表示し、映像データの内容を確認しながら、インデックス、テキストアノテーション、Web アノテーション、軌跡オブジェクトを直接結びつける形で編集を行う。編集結果を学内のネットワークでストリーム配信が可能な WindowsMedia[7]形式に圧縮する。

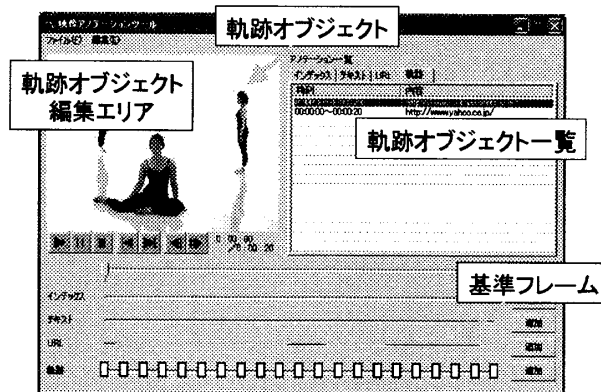


図 4 教材オーサリングツール

3.3 映像データとソースアノテーションの同期

映像データと軌跡オブジェクトなどのソースアノテーションとの実時間同期は筆者らが以前に提案した拡張イベントモデル[8]を適用する。拡張イベントモデルでは、映像データ中にソースアノテーションとの実時間同期に必要な情報をイベントとして挿入する。軌跡オブジェクト再生ソフトウェア上で、映像データ中に挿入されたイベントを解釈し、軌跡オブジェクトなどのソースアノテーションとの同期表示を実現する。図 5 に拡張イベントモデルの概要について示す。

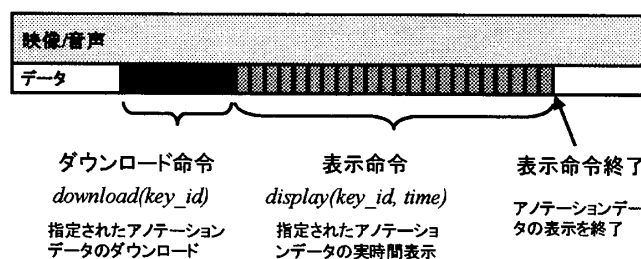


図 5 拡張イベントモデル

開発した教材オーサリングツールを用いて AVI 形式の映像データを WindowsMedia 形式に圧縮する際に、映像データとソースアノテーションの実時間同期に必要なイベントの多重化を行う。

図 5 に示した拡張イベントモデルでは、軌跡オブジェクト再生ソフトウェアにて映像データ中にイベントとして周期的に挿入された表示命令を実時間処理することによって映像データと軌跡オブジェクトなどのソースアノテーションとの実時間同期表示を実現する。

また、映像データとディステーションアノテーションとの同期は、教材を編集する際に、インデックスに対応する映像データの経過時刻を教材側に保持しておくことにより実現する。

3.4 マルチメディア教材の利用

教材オーサリングツールで作成した教材は配信サーバに登録され、教室 PC に標準インストールされた Internet Explorer 6.0 及び開発した軌跡オブジェクト再生ソフトウェアで利用することが可能となる。

軌跡オブジェクト再生ソフトウェアは Web ブラウザのコンポーネントとして動作し、配信サーバから受信した

WindowsMedia 形式の映像データの再生に同期して、軌跡オブジェクトを表示するとともに、利用者の指定により、別フレームに関連情報を表示する機能を持つ。あわせて、インデックス、テキストアノテーション、Web アノテーションの同期表示機能を持つ。

図6に開発した軌跡オブジェクト再生ソフトウェアの概要について示す。

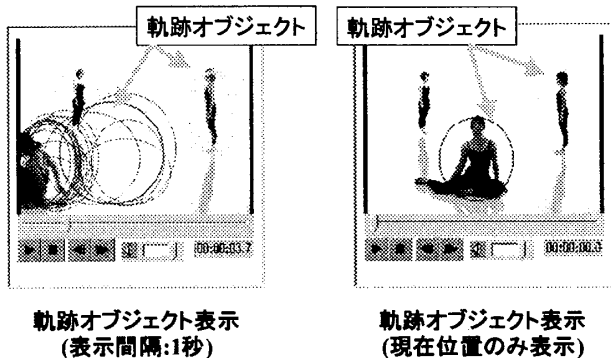


図6 軌跡オブジェクト再生ソフトウェア

4. 基本性能評価

開発した教材オーサリングシステムの基本性能評価としてネットワーク環境における配信性能評価を実施した。

4.1 再生時の CPU 負荷評価

WindowsMedia 環境では、映像データに対するイベント挿入間隔の最小値として 100msec が推奨されている。映像教材の再生時の CPU 負荷を評価するために、WindowsMedia 形式の映像データに対して 100ms から 500ms まで 100ms 毎にイベント挿入間隔を変更して作成した評価用映像データを準備し、軌跡オブジェクト再生ソフトウェアを用いて再生時の CPU 負荷を測定した。その結果、CPU 負荷の平均値、最大値、最小値ともほぼ同一の結果が得られた。100~500msec での測定の結果、CPU 負荷で差が出なかったことを踏まえると、映像表示の滑らかさで有利となる 100msec を採用することが妥当と判断した。

4.2 軌跡オブジェクトの実時間同期性能評価

4.1 の結果を踏まえて、イベント挿入間隔は 100msec を前提とし、登場するオブジェクトの平均移動速度を 30~240 ドット/秒まで 30 ドット/秒単位で変更して設定した評価用の映像データを準備し、各データに対して軌跡オブジェクトの設定を行った。

軌跡オブジェクト再生ソフトウェアにて上記データを再生し、各データの実時間同期性能について対象オブジェクトと軌跡オブジェクトの表示のずれを目視で確認する形で被験者を 3 名として主観評価実験を行った結果、3 名とも同様の結果となった。その結果を表 1 に示す。

表1 軌跡オブジェクトの実時間同期性能評価結果

| 平均移動速度 (ドット/秒) | 実時間同期性能 | | |
|------------------------------|---------|-------|-------|
| | 被験者 A | 被験者 B | 被験者 C |
| 30, 60, 90, 120, 150, 180 | ○ | ○ | ○ |
| 210, 240 | × | × | × |

表 1 の結果によると、対象とするオブジェクトの平均移動速度が 180 ドット/秒までは、本方式にて対応可能であるという結果が得られた。180 ドット/秒という値は映像データに通常登場する人や物の動きに対して軌跡オブジェクトを設定するには十分な値であり、本方式を適用することにより映像データと軌跡オブジェクトの実時間同期性能を保つことが可能であることが分かった。

5. おわりに

本論文では、実習映像を用いたマルチメディア教材のオーサリングシステムの構築を目的として、実習映像に登場する人や物の動きの軌跡を定義したメタデータである軌跡オブジェクトを定義した。軌跡オブジェクトの編集機能を中心とした教材オーサリングツール及び、教材利用のための軌跡オブジェクト再生ソフトウェアの開発について述べた。開発した教材オーサリングシステムの基本性能評価としてネットワーク環境における配信性能評価を実施したところ、システムの有効性について確認することができた。

今後は、システムの実運用にむけて教材編集者の観点による教材オーサリング機能の評価及び教材利用者の観点によるマルチメディア教材の教育効果の評価を継続して実施していく予定である。

謝辞

システムの開発・評価にあたり、サンプル教材の編集に協力頂いた武庫川女子大学 文学部の徳家雅子准教授、武庫川女子大学 情報教育研究センターの岡田由紀子助手、株式会社スペックの永山由佳氏に感謝する。

参考文献

- [1] 文部科学省 情報化への対応：
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/
[Cited:2007.4.11]
- [2] 野須, 北田, 大塚, 佐藤: 卓球打法の授業における学生自己映像呈示効果の一検討 — 一般大学生対象の授業の場合 —, 教育システム情報学会誌, Vol.23, No.3, pp.148-153, 2006.
- [3] NTT Advanced Technology DRAGRI :
<http://www.dragri-fan.com/>
[Cited:2007.4.11]
- [4] 阿倍, 濱谷: 映像アノテーションモデルに基づく講義映像を用いたマルチメディア教材オーサリングシステム, 教育システム情報学会誌, Vol.23, No.3, pp.141-147, 2006.
- [5] 阿倍, 濱谷: 軌跡オブジェクトによるインタラクティブ映像教材の制作, 第 30 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.191-192, 2005.
- [6] 阿倍, 大塚, 濱谷: 軌跡オブジェクトによるインタラクティブ映像教材の制作と配信, 第 31 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.155-156, 2006.
- [7] Microsoft WindowsMedia :
<http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/>
[Cited:2007.4.11]
- [8] 阿倍, 福田, 山田, 松本, 重野, 岡田: インターネット映像配信サービスのための映像と付加情報の同期配信方式, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.2, pp.525-535, 2005.