

MPEG-7による身体動作データアーカイブの構築

湯川 崇^{†1} 海賀 孝明^{†2,†3} 柴田 傑^{†3}
三浦 武^{†4} 玉本 英夫^{†4}

本稿ではモーションキャプチャを用いて記録した身体動作データを様々なフォーマットで保存可能にするアーカイブの構築について述べる。記録済みの身体動作データの構造を記述したり、大量の動作データから必要とする動作データを検索可能にする手法として舞踊符が提案されている。舞踊符は、モーションキャプチャデータを基本的な動作のまとまりに分割し、符号を割り当てたものである。

初めに、マルチメディアコンテンツのメタデータの記述に関する国際標準であるMPEG-7を用いて、舞踊符の分割や符号の割り当てを記述するためのモデルを提案する。次に、そのモデルに従った身体動作アーカイブの構築について述べる。最後に、構築した身体動作アーカイブを利用するアプリケーションである身体動作記述システムを紹介する。

Constructing a Human Motion Data Archive Using an MPEG-7

TAKASHI YUKAWA,^{†1} TAKAAKI KAIGA,^{†2,†3}
TAKESHI SHIBATA,^{†3} TAKESHI MIURA^{†4}
and HIDEO TAMAMOTO^{†4}

In this paper, we describe the construction of the human motion data archive which can store captured data in various kinds of formats comprehensively. This archive describes metadata of the human motion with MPEG-7 which is an international standards for metadata description for the multimedia contents. A Buyo-fu is proposed for the purpose of describing structure of recorded human motion and enabling the quick retrieve of aimed motion data. This paper develops a model to describe Buyo-fu by using MPEG-7 and builds the human motion data archive according to it. We conclude by explaining an application using the archive which is built in this study.

1. はじめに

民俗芸能の舞踊や体操などの身体動作を記録保存するためには、身体の動きだけでなく、着衣や化粧の状態なども記録する必要がある¹⁾。そのため、モーションキャプチャを用いた身体動作データの記録の他に、デジタルカメラを用いた静止画の記録、ビデオカメラを用いた動画、ICレコーダを用いた舞踊と共に演奏される楽曲の記録など、様々な種類の記録メディアが使用される。これらのメディアにより記録されたデータは、動作解析やコンピュータグラフィクス作品の制作など、使用目的に応じて他の形式に変換されるため、1つの身体動作を記録するためには多数のデータフォーマットを扱う必要がある²⁾。

現在利用可能な、音楽、静止・動画像、身体動作などのマルチメディアデータベースは、それぞれ単一または限られた種類のデータフォーマットのみを記録対象としている。本研究では、マルチメディアコンテンツに対するメタデータの表記に関する国際標準規格であるMPEG-7を用いた、多様なフォーマットのデータを包括的に記録可能な身体動作アーカイブの構築を目的とする。MPEG-7は広範囲のアプリケーションに対応するために非常に柔軟な記述が可能であり、1つの情報を記述するための複数の方法が存在する³⁾。本研究では、MPEG-7を用いて身体動作のメタデータを記述するためのルールを提案する。

本論文の構成は次の通りである。はじめにMPEG-7の概要について述べる。次に、モーションキャプチャを用いて記録した身体動作データのメタデータをMPEG-7を使ってどのように記述するのかについて検討する。その後で、提案したルールに従って記述した身体動作のメタデータのMPEG-7文書と、身体動作データを管理する身体動作アーカイブの構築について述べる。

2. MPEG-7の概要

MPEG-7は動画やオーディオの圧縮および符号化の国際標準を開発するワーキンググルー

†1 ノースアジア大学法学部

Faculty of Law, North Asia University

†2 わらび座デジタルアートファクトリー

Warabi-za Digital Art Factory

†3 秋田大学大学院工学資源学研究所

Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University

†4 秋田大学工学資源学部

Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University

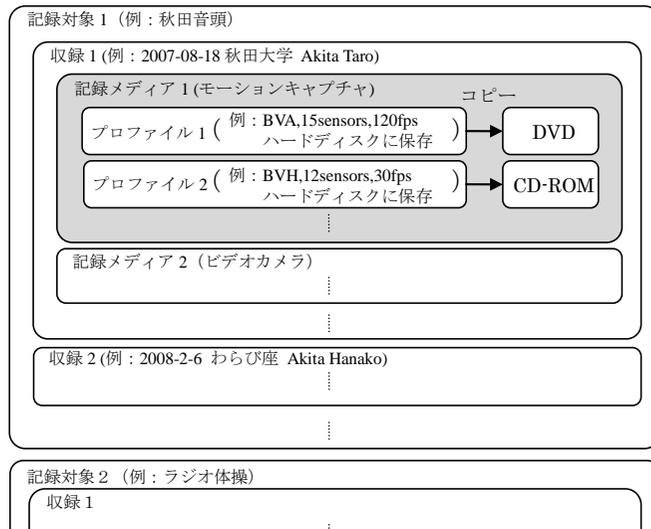


図 1 身体動作の記録に使用されるメディアの関係
Fig.1 Relationship of the media used for a human motion recording

プである MPEG (Moving Picture Expert Group) により策定されたマルチメディアコンテンツの特徴を記述するための国際標準規格であり、その正式名称を“Multimedia Content Description Interface” (ISO/IEC 15938) という⁴⁾。この標準では、マルチメディアの記述仕様 (ツール) の集合を包括的に規定しており、記述ツールは、記述子と記述スキームの形式の標準により定義されたメタデータの要素とそれらの構造や関連を記述する。

MPEG-7 は特定のアプリケーションでの利用を想定したものではなく、できるだけ広範囲のアプリケーションをサポートすることを考慮されている⁴⁾。

2.1 MPEG-7 の主な要素

MPEG-7 を使って記述されるマルチメディアコンテンツには、静止画、グラフィクス、3D モデル、オーディオ、スピーチ、ビデオ、およびこれらの組合せがある。MPEG-7 では、これらのマルチメディアコンテンツに関する様々な特徴の記述を可能にするために、非常に多くのツールが規定されており、それらは次の項目に分類できる⁵⁾。

- (1) メタデータ要素の表記方法と意味を規定するための記述子 Descriptors (D), および構成要素間の構造と意味的關係を規定するための記述スキーム Description Schemes

表 1 ビデオと身体動作データの特徴の比較
Table 1 Comparison between a video and human motion data

	ビデオ	身体動作データ
記録対象	人物・物体の動き	人間の体の動き
データ形式	ビットマップ画像の時系列データ	身体各部の位置・角度の時系列データ
時間単位	フレーム	フレーム
再現精度指標	解像度, フレームレート	センサ数, フレームレート
データ分割単位	シーン, ショット	振り・基本動作, 部位
再生装置	ディスプレイ	ディスプレイ

(DS) から成る記述ツール (Description Tools)。

- (2) MPEG-7 記述ツールの表記方法を規定し、記述スキームおよび記述子の作成、修正、拡張を行うための記述定義言語 (Description Definition Language: DDL)。
- (3) MPEG-7 メタデータの効率的な保存や伝送を実現するためのシステムツール (System Tools)。

MPEG-7 では、記述ツールの表記方法を規定するための記述定義言語 (DDL) として、文書やデータの構造を記述するためのマークアップ言語作成言語である XML Schema が採用されており、MPEG-7 のメタデータは XML を用いて記述される。現在、XML 文書の編集・生成を支援する多数のソフトウェアやユーティリティプログラムが開発・提供されているため、MPEG-7 メタデータの生成やアプリケーションの開発に対してこれらの XML 汎用ユーティリティを有効利用することが可能である³⁾。

3. MPEG-7 による身体動作のメタデータの記述

舞踊や体操などの身体動作の記録では、モーションキャプチャによる身体動作データのほか、デジタルカメラによる静止画、デジタルビデオカメラによる動画、オーディオレコーダによる舞踊と共に演奏される楽曲の記録など、様々な種類のメディアが使用される。記録した身体動作データは、CG 作品の制作や、動作解析など、使用目的に適した形式に変換されるため、1 つの身体動作を記録保存するために多数のデータフォーマットが利用される。

舞踊や体操などの身体動作の記録と使用するメディアや記録データの関係を図 1 に示す。1 つの記録対象物 (題目, タイトル) に対して、収録日時, 収録場所, および演技者が異なる収録が複数回実施されることが考えられる。また、1 回の収録ではモーションキャプチャのほか、デジタルカメラ, デジタルビデオカメラ, IC レコーダ, スタジオの状況を記録した用紙など複数のメディアが使用される。さらに、1 つのメディアにより記録されたデー

タは、特定のフォーマットで保存されるが、用途に応じて別のフォーマットに変換したり、サンプリングレートや解像度を変更したりする場合がある。このようなある記録対象物を記録保存するときの属性のセットをプロファイルと呼ぶ。同一プロファイルからコピーされた記録媒体や保存場所が異なる実体はインスタンスと呼ばれ、URI (Uniform Resource Identifiers) により区別することができる。

現在の MPEG-7 規格の仕様で記述することができるマルチメディアコンテンツの種類は、画像、オーディオ、ビデオ、3D モデル、印刷物であり、モーションキャプチャを用いて記録した身体動作データは含まれていない。しかし表 1 に示すように、身体動作データは外面的にビデオに類似した特徴を持つ。そのため、本研究ではビデオに対するメタデータの記述ツールを用いて、身体動作データのメタデータの記述を行う。

3.1 身体動作のメタデータの記述

MPEG-7 を用いることにより様々なメディアやフォーマットのデータに対して、統一したインタフェースによるメタデータの記述が可能になる。モーションキャプチャを用いて記録した身体動作データに対するメタデータはその性質や内容により、書誌情報、記録メディア情報、構造情報の 3 つに分類できる。

3.1.1 書誌情報の記述

書誌情報とは、文献や書誌の情報を記述するために使われるメタデータであり、著者、タイトル、出版社名、出版年月日、種別 (本、雑誌、論文) などの項目が挙げられる。本研究では、1 つの題目 (タイトル) の動作全体に対する書誌情報として、演技者名、動作の分類 (ジャンル)、動作の題名 (タイトル)、動作の説明、収録場所・日時のメタデータを用いる。

図 1 では 1 つの記録対象に複数の収録が対応する関係になっているが、MPEG-7 で記述する際に階層が深くなり、構造が複雑になるのを防ぐため、記録対象に関する情報と収録に関する情報とを同一の Description 型の階層中の CreationInformation 型の中にまとめて記述する。ここでは、記録対象に関するメタデータである動作名 (タイトル)、動作ジャンル、ならびに収録に関するメタデータである演技者名、収録場所、収録日時をリスト 1 に示すタグを使って記述する。

タイトルと概要は CreationInformation 型の中の Creation 型の中の Title タグおよび Abstraction タグを使って記述する (9~14 行目)。動作のジャンルは CreationInformation 型の中の Classification 型の中の Genre タグを使って記述する (4~6 行目)。演技者情報は CreationInformation 型の中の Creation 型の中に配置される Creator 型を使って記述する (15~25 行目)。Creator 型には役割を表す Role タグで、演技者であることを表す

<Name>Dancer</Name>を値として指定している (16~18 行目)。演技者の名前は Agent タグの Name (GivenName と FamilyName で名と姓を記述する) を使って記述する (20~23 行目)。収録場所および収録日時は CreationCoordinates 型の Location タグと Date タグを使って記述する (26~35 行目)。

リスト 1 書誌情報の記述
List 1 Description of the creation information

```
1 <Description xsi:type="CreationDescriptionType">
2   <CreationInformation id="0705896909">
3     <Classification>
4       <Genre href="urn:mpeg:mpeg7:cs:GenreCS:2001:1.6.24">
5         <Name xml:lang="en">Dance sport</Name>
6       </Genre>
7     </Classification>
8     <Creation id="0115683884-0892522800-0705896909">
9       <Title type="main">秋田音頭</Title>
10      <Abstract>
11        <FreeTextAnnotation>
12          秋田音頭は、軽妙な歌とともに、きびきびとした手踊り、華やかな花笠音頭、芝居の動きを取り入れた組音頭により
13          構成されている。寛文三(1663)年、久保田藩二代藩主佐竹義隆に踊りを披露するために、柔術の動きを取り入れた踊
14          りを振り付けしたのが起源とされている。
15        </FreeTextAnnotation>
16      </Abstract>
17      <Creator>
18        <Role href="urn:mpeg:mpeg7:cs:creatorCS:2001:DANCER">
19          <Name>Dancer</Name>
20        </Role>
21        <Agent xsi:type="PersonType">
22          <Name>
23            <GivenName xml:lang="en">Itsuki</GivenName>
24            <FamilyName xml:lang="en">Kawaguchi</FamilyName>
25            <GivenName xml:lang="ja">樹</GivenName>
26            <FamilyName xml:lang="ja">川口</FamilyName>
27          </Name>
28        </Agent>
29      </Creator>
30      <CreationCoordinates>
31        <Location>
32          <Name>DAF</Name>
33        </Location>
34        <Date>
35          <TimePoint>1998-04-14T09:00:00+09:00</TimePoint>
36        </Date>
37      </CreationCoordinates>
38    </Creation>
39  </CreationInformation>
40 </Description>
```

リスト 2 収録メディア情報の記述
List 2 Description of the media profile

```
1 <Description xsi:type="MediaDescriptionType">
2   <MediaInformation>
3     <MediaProfile>
4       <Header>
5         <Creator>
6           <Role href="creatorCS">
7             <Name>CapturePerson</Name>
8           </Role>
9           <Agent xsi:type="PersonType" id="agent-1">
10            <Name>
11              <GivenName>孝明</GivenName>
12              <FamilyName>海賀</FamilyName>
13            </Name>
14          </Agent>
15          <Instrument>
16            <Tool><Name>STAR*TRAK</Name></Tool>
17            <Setting name="rate" value="30"/>
18            <Setting name="sensors" value="15"/>
19            <Setting name="sensorlocations" value="sacrum,l5,l_upperarm,l_forearm,l_hand,r_upperarm,r_forearm,
20              r_hand,skull,r_thigh,r_calf,r_hand,l_thigh,l_calf,l_hand"/>
21          </Instrument>
22        </Header>
23        <MediaFormat>
24          <Medium>
25            <Name>Internet</Name>
26          </Medium>
27          <FileFormat>
28            <Name>BVA</Name>
29          </FileFormat>
30        </MediaFormat>
31        <MediaInstance id="akita-ondo-1998-04-14-bva">
32          <MediaLocator>
33            <MediaUri>http://127.0.0.1/cgi-bin/msv.pl?nm=akita-ondo&type=bva</MediaUri>
34          </MediaLocator>
35        </MediaInstance>
36      </MediaProfile>
37    </MediaInformation>
38  </Description>
```

3.1.2 収録メディア情報の記述

身体動作の収録メディアに関するメタデータには、使用機器、機器の設定、記録メディア種類、記録者がある。これらのメタデータは、Description 型の中の MediaInformation 型の中の MediaProfile 型を用いて記述する（リスト 2）。また、最初に記録したデータ（生データ）の保存場所、フォーマットなどの情報もここに記述する。

使用機器および機器の設定は、MediaProfile 型の中の Header 型の中の Instrument 型の

リスト 3 新しいプロファイルの記述
List 3 Description of the new profile

```
1 <Description xsi:type="MediaDescriptionType">
2   <MediaInformation>
3     <MediaProfile>
4       <MediaFormat>
5         <Medium>
6           <Name>Internet</Name>
7         </Medium>
8         <FileFormat>
9           <Name>BVH</Name>
10        </FileFormat>
11      </MediaFormat>
12      <MediaInstance id="akita-ondo-1998-04-14-bvh">
13        <InstanceIdentifier organization="DAF">000-000-0001</InstanceIdentifier>
14        <MediaLocator>
15          <MediaUri>http://127.0.0.1/cgi-bin/msv.pl?nm=akita-ondo&type=bvh</MediaUri>
16        </MediaLocator>
17      </MediaInstance>
18    </MediaProfile>
19  </MediaInformation>
20 </Description>
```

Tool タグと Setting タグを使って記述する（15～20 行目）。機器の設定には、サンプリングレート（17 行目）、記録に使用したセンサ数（18 行目）、どのセンサを身体のどの部位に取り付けたか等の情報（19 行目）があり、name 属性がそれぞれ rate, sensors, sensorlocations である Setting タグの値（value）を使用して記述している。記録者は MediaProfile 型の中の Header 型の中の Creator 型の Role タグ（記録者を表す <Name>CapturePerson</Name> を値として指定している）と Agent タグを使って記述する（6～14 行目）。

記録データの保存場所およびフォーマットは、MediaFormat 型の中の Medium タグと FileFormat タグ、および MediaInstance 型の中の InstanceIdentifier 型の中の MediaLocator タグを使用して記述する（23～36 行目）。

最初に記録した生データをコピーすることにより作成されたファイルが存在する場合は、新規に MediaInstance 型を追加してそのメタデータを記述する。生データを異なるフォーマットやサンプリングレートに変換した場合には、別のプロファイルとして、新規に MediaProfile 型を追加してそのメタデータを記述する（リスト 3）。

3.1.3 構造情報の記述

記録した動作データに対して、これまで説明した書誌情報および収録情報のメタデータを記述することで、既存のマルチメディアデータベースと同等な検索を行うことが可能になる。しかし、ある動作が含まれているタイトルはどれかといった、データの内容に基づいた検

索を行うためには、記録したデータにどのような動きが含まれているのか、またどのような動きから構成されているのかなどといった、内容や動作データの構造に関する情報が必要となってくる。

そのため、文献⁶⁾では舞踊符と呼ぶ、モーションキャプチャにより記録した身体動作データを身体各部に分割し、それをさらに舞踊の振りなどのまとまりのある小動作に分割してメタデータを付与したものをを用いて一連の動作の構造の記述や、新しい身体動作を記述するための手法を提案している。

リスト 4 に MPEG-7 を用いた舞踊符の制作情報についての記述例を示す。舞踊符を記述するには、分割されたデータ構造を表記するための Segment 型を利用する。モーションデータへのメタデータの記述のために利用している Video 型では、セグメントを表すために VideoSegment 型が用意されているが、VideoSegment 型はその子要素としてさらに VideoSegment 型を記述することができるため、VideoSegment タグを入れ子にし、外側の VideoSegment (45~76 行目) で部位への分割を、内側の VideoSegment (47~60, 61~74 行目) で動作分割を記述する。

リスト 4 構造情報の記述
 List 4 Description of the motion data structure

```

1 <Description xsi:type="ContentEntityType">
2 <MultimediaContent xsi:type="VideoType">
3 <Video>
4 <CreationInformation>
5 <Header xsi:type="DescriptionMetadataType">
6 <Comment>
7 <FreeTextAnnotation>
8 HD: 頭:15,skull
9 </FreeTextAnnotation>
10 <FreeTextAnnotation>
11 RAM: 腕:15,r_upperarm,r_forearm,r_hand
12 </FreeTextAnnotation>
13 <FreeTextAnnotation>
14 LAM: 腕:15,l_upperarm,l_forearm,l_hand
15 </FreeTextAnnotation>
16 <FreeTextAnnotation>
17 BD: 胸:sacrum,15
18 </FreeTextAnnotation>
19 <FreeTextAnnotation>
20 LG: 脚:sacrum,r_thigh,r_calf,r_hindfoot,l_thigh,l_calf,l_hindfoot
21 </FreeTextAnnotation>
22 </Comment>
23 </Header>
24 <Creation>
25 <Creator>
26 <Role href="urn:ricoh:mmVISION:RoleCS:6">

```

```

27 <Name>ContentsDescriptor</Name>
28 </Role>
29 <Agent xsi:type="OrganizationType">
30 <Name>DAF</Name>
31 <Contact xsi:type="PersonType">
32 <Name>
33 <GivenName>孝明</GivenName>
34 <FamilyName>海賢</FamilyName>
35 </Name>
36 </Contact>
37 </Agent>
38 </Creator>
39 <Title>秋田音頭の舞踊符</Title>
40 <Abstract>秋田音頭の振りを基に作成した舞踊符
41 </Abstract>
42 </Creation>
43 </CreationInformation>
44 <TemporalDecomposition>
45 <VideoSegment id="HD+RAM+LAM+BD+LG">
46 <TemporalDecomposition id="decomposition-1">
47 <VideoSegment id="1.6.24-0115683884-0892522800-0705896909-068674...">
48 <CreationInformation>
49 <Creation>
50 <Title>始まり</Title>
51 <Abstract>
52 <FreeTextAnnotation>両手ひざ、左たちひざ</FreeTextAnnotation>
53 </Abstract>
54 </Creation>
55 </CreationInformation>
56 <MediaTime>
57 <MediaTimePoint>1F30</MediaTimePoint>
58 <MediaDuration>PT132N30F</MediaDuration>
59 </MediaTime>
60 </VideoSegment>
61 <VideoSegment id="1.6.24-0115683884-0892522800-0705896909-063305...">
62 <CreationInformation>
63 <Creation>
64 <Title>片手かかし入り 1</Title>
65 <Abstract>
66 <FreeTextAnnotation>左手かざし、後前右ひざ水平、左たちひざから入り</FreeTextAnnotation>
67 </Abstract>
68 </Creation>
69 </CreationInformation>
70 <MediaTime>
71 <MediaTimePoint>133F30</MediaTimePoint>
72 <MediaDuration>PT109N30F</MediaDuration>
73 </MediaTime>
74 </VideoSegment>
75 </TemporalDecomposition>
76 </VideoSegment>
77 </TemporalDecomposition>
78 </Video>
79 </MultimediaContent>
80 </Description>

```

身体動作データの部位への分割単位の定義を CreationInformation 型を用いて Header 型の Comment タグの中で行う (6~22 行目)。そして Creation 型の Creator タグ (25~38 行目)、Title タグ (39 行目)、そして Abstract タグ (40~41 行目) を用いて舞踊符の作成者、タイトル、概要の記述をそれぞれ行う。

部位の分割単位の定義は、1 つの部位毎に

部位を表すコード:ラベル:部位を構成するセグメント名をコンマ(,)で連結したものの形式で記述する。

リスト 5 動作語の特徴量の記述ツールの定義
List 5 Definition of the description tool for the features of motion words

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <schema targetNamespace="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
3   xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
4   xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
5   elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
6   <complexType name="SimilarityVector" final="#all">
7     <extension base="mpeg7:VisualDType">
8       <sequence>
9         <element name="Coeff" type="mpeg7:floatVector"/>
10      </sequence>
11      <attribute name="numOfCoeff" use="required">
12        <simpleType>
13          <restriction base="integer"/>
14        </simpleType>
15      </attribute>
16    </extension>
17  </complexType>
18 </schema>
```

リスト 6 動作語の特徴量の記述ツールの使用例
List 6 The usage of the description tool for the features of motion words

```
<xml>
<VisualDescriptor type="SimilarityVector" numOfCoeff="50">
<Coeff>-1.0083 -1.0334 -1.1278 -1.2099 -1.2726 -1.1615 -1.1031 -1.0654 -1.0349 0.5229 0.4818 0.4299 0.4502
0.4412 0.6903 0.7723 0.7792 0.7845 -1.1742 -1.1637 -1.0654 -0.8817 -0.8068 -0.8228 -0.8453 -0.8624 -0.8763
-0.3211 0.1404 1.1289 1.7492 1.8245 1.6800 1.4020 1.2058 1.0969 -0.5831 -0.0822 0.6275 0.3945 -0.1733
-0.7280 -1.0784 -1.2113 -1.2621 1.7456 1.8380 1.2877 0.5001 0.3287</Coeff>
</VisualDescriptor>
</xml>
```

3.2 身体動作データの類似検索

ここまでは、アーカイブから身体動作データを検索するために、動作の名前や動作の説明に含まれる語句(動作語)をメタデータとしてコンテンツに付与することを前提としていた。しかし、登録されているデータの数が多くなると、動作に名前をつけたり説明を記述したりすることが困難となる。文献⁷⁾では、動作の名前や説明のような文字情報ではなく、自動的に生成することが可能な特徴量を用いて動作データの検索を行う手法が提案されている。これは、動作の名前に付けているような動作語と動作データの特徴ベクトルとの関連を定量化して、検索に用いる手法である。この手法では、部分空間法を用いて、動作語と動作データの特徴量の関係を数値化し、身体動作データの検索に利用している。

MPEG-7 の特徴のひとつに、動作の名前や説明などの言語による表記可能な高次元な属性情報だけでなく、映像や音声の信号処理的な特徴パラメタといった、事变的な数値ベースの低次元の属性情報も記述が可能ということがある⁸⁾。動作語の特徴量は実数のベクトルとして表されるが、これを MPEG-7 のメタデータとして記述可能にするために、リスト 5 に示すような特徴量を記述するためのツールを定義した。リスト 6 にこのツールを使用した動作語の特徴量の記述例を示す。

4. 身体動作データアーカイブの実装

本研究で構築する身体動作データアーカイブは、前章までにモデル化した MPEG-7 の記述仕様に従って記述した身体動作のメタデータを管理する身体動作メタデータサーバと、モーションキャプチャを用いて記録した身体動作データを管理する身体動作データサーバから構成される。図 2 に身体動作アーカイブの概要を示す。

4.1 身体動作メタデータサーバ

身体動作のメタデータは XML により記述される MPEG-7 ドキュメントである。そこで、メタデータを管理するために、ネイティブ XML データベースである Apache Xindice⁹⁾ を使用する。既存の技術を利用することで、アーカイブを開発する労力が削減できるほか、標準化された操作性および高い信頼性の実現が期待できる。次に特徴を示す¹⁰⁾。

- W3C が規定した XPath を用いて、XML ドキュメントに対して問合せを行う。これにより、ドキュメントへの問合せに対し非常に柔軟なメカニズムを提供している。
- XML:DB XUpdate¹¹⁾ の実装: データベース中の XML を更新する際に更新対象のドキュメント全体を取り除いてから修正する必要なしに、データのサーバ側での更新が可能である。これは単一のドキュメントと同様に、ドキュメント全体を対象にした XML

表 2 身体動作データアーカイブのパラメータ一覧

Table 2 A list of parameters available with the human motion archive server

パラメータ名	機能	備考
title	動作ファイル名	必須, 拡張子を除いた部分
type	フォーマット	必須, bva または bvh
sp	開始フレーム	デフォルトは 1
ep	終了フレーム	デフォルトは最終フレーム
len	フレーム長	デフォルトは元データのフレーム長
part	部位	type=bva のときに有効. データを取り出す部位をコンマで区切り指定する.
opt	オプション	type=bvh のときに有効. opt=hierarchy 階層定義部のみ必要, opt=motion 動作データのみ必要, opt=both 両方必要 (デフォルト), のいずれかを指定可能.

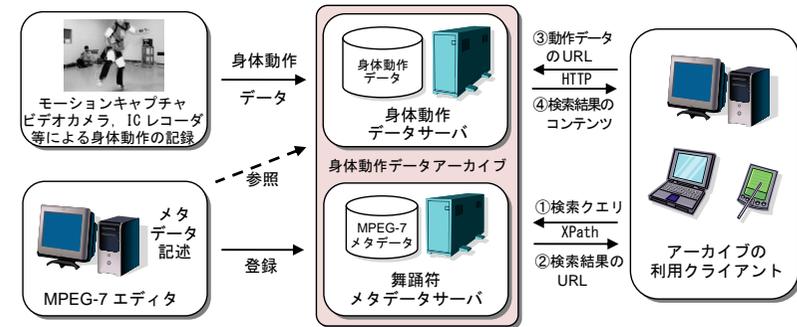


図 2 身体動作アーカイブの概要

Fig. 2 An overview of the human motion archive

の修正および修正の適用を指示するための, XML に基づいた言語である.

- モジュール化された手法で構築されているため, サーバを特定用途向けに設定したり, ほかのアプリケーションへ組込むためのコンポーネントの追加や削除が容易に行える.

4.2 身体動作データアーカイブ

動作データを保存するためのアーカイブは, コンテンツの管理が容易である, 機能拡張が可能である, セキュリティを確保できる, クライアントアプリケーションの構築が容易に行えることなどの理由を考慮して Apache HTTP Server¹²⁾ を利用する. これは, 本来 HTML で記述された Web 文書の配信が目的であるが, サーバの管理および運用が容易であることや, ファイアウォール越しの通信に必要なプロキシサーバ経由の通信に対応していることなどから, HTML 以外のデータ配信にも多く使われている. HTTP サーバでは, 通常, アクセスを許可するように設定されたサーバのディレクトリにファイルを保存すると, インターネット上の情報資源の位置を指定するための URI により, インターネットに接続されたコンピュータからそのファイルが利用可能になる.

コンテンツの保存場所は MPEG-7 記述において URI で指定するため, 身体動作のメタデータと動作データは同一のサーバに保存する必要がない. したがって, 複数の身体動作データサーバから構成されるアーカイブシステムを柔軟に構築することが可能である. 自分の所有でないサーバ上に保存される身体動作データに対してもメタデータを記述できる.

本研究では, ファイル単位で動作データ全体を取り出すだけでなく, MPEG-7 の検索結果を基に, ファイル中の一部分を利用することを想定している. そこで, 保存されているファイルの構造を解析し, 必要な範囲のフレームや, 部位のデータ, またはその両方を取り

出すことを可能にする身体動作サーバを CGI を用いて開発した.

表 2 に指定可能なオプションの一覧を示す. このサーバを利用することにより, サーバ側において必要なデータのみを取り出すことが可能となるため, クライアントアプリケーションの開発が容易になる.

開発したサーバを利用する際に指定する URI の例を示す. ここではサーバの IP アドレスを 192.168.0.1 に, サーバプログラム名を msv.pl としている.

例 1: 秋田音頭 (akita-ondo) の腰 (Hip) の動作データの 1 フレーム目からの 20 フレーム分を BVA 形式で取り出す.

`http://192.168.0.1/cgi-bin/msv.pl?nm=akita-ondo&sp=1&len=20&part=Hip`

例 2: 秋田音頭 (akita-ondo) の動作データの 1 フレーム目から 50 フレーム目までを BVH 形式で取り出す.

`http://192.168.0.1/cgi-bin/msv.pl?nm=akita-ondo&type=bvh&sp=1&ep=50`

4.3 応用システム

本研究で構築した身体動作データアーカイブを利用した身体動作の記録, 管理, 利用システムの概要を図 2 に示す. モーションキャプチャにより記録された身体動作データは身体動作データサーバに保存される. 身体動作データサーバは, http プロトコルを使用して外部の要求に応じた身体動作データの配信を行う. その際 CGI を用いて動的に, 動作中のシーン (部分動作) の抽出や, 頭部や腕部など一部のセンサにより記録したデータを切り出すこと可能としている.

MPEG-7 エディタは, 身体動作データにタグを付けることで構造化し, 検索可能にする

ために、MPEG-7による身体動作メタデータの記述を行うアプリケーションである。

利用クライアントは、身体動作データベースに記録保存されている動作データを利用するためのプログラムであり、3D ビューアや3D アニメーション制作用のCADなどを想定している。利用クライアントは必要なコンテンツが保存されている位置を得るために、身体動作メタデータサーバに対し検索クエリを送信する(図2①)。

身体動作メタデータサーバは、問合せに対応するMPEG-7インスタンスを検索し、必要とするコンテンツがどこにあるかを示すURIをクライアントへ返す(同図②)。

クライアントはそのURIに記述されている身体動作データサーバにコンテンツを送るようにより要求を出し、その結果必要なコンテンツを得ることができる(同図③、④)。

身体動作データサーバでは、CGIにより部位またはフレームの範囲を指定して動作データを取り出すことを可能にしている。このことにより、動作データの一部のみが必要な場合に、データ通信量の削減とアプリケーション作成の労力を低減させている。

5. おわりに

舞踊や体操などを記録するために必要な身体動作、静止・動画像、音楽データなどの様々な形式のデータを、MPEG-7を用いて包括的に扱う身体動作データアーカイブの開発に必要な要素技術について検討を行った。

その結果に基づき、身体動作の記録に用いる様々な記録メディアの関連を整理し、記録データのメタデータの記述に必要な項目をMPEG-7の枠組みで記述するためのモデルを開発した。開発したモデルをデータベースに実装するために、データベースの機能を、MPEG-7記述を記録保存するための身体動作メタデータサーバと身体動作データを保存するための身体動作データサーバに分割して、それぞれの構築を行った。

身体動作データサーバにはApache HTTPサーバをベースとして、CGIにより身体動作データの構造を解釈し、必要なデータのみを取り出すための機能を実装した。

構築したアーカイブを用いることにより、従来個別に保存されていた多様なコンテンツの管理や再利用を国際標準規格であるMPEG-7の枠組のもとで統一された利用手法により行うことが可能になる。

謝 辞

本研究の一部は平成20,21年度科学技術研究費補助金(基盤研究(C))(課題番号20500084)および平成21年度総務省戦略的情報通信研究開発推進精度(SCOPE)(受付番号092302003)

の支援を受けて行われた。

参 考 文 献

- 1) 八村広三郎：モーションキャプチャによる舞踊のデジタルアーカイブ(特別セッション1), 情報処理学会研究報告. CVIM, コンピュータビジョンとイメージメディア, pp. 1-8 (2007).
- 2) 湯川 崇, 柴田 傑, 海賀孝明, 玉本英夫：MPEG-7による包括的な舞踊データアーカイブの開発, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-4-22, No.61 (2008).
- 3) 國枝孝之, 脇田由喜, 高橋 望：MPEG-7と映像検索-マルチメディア情報検索の新技术を詳述-, CQ出版社(2004).
- 4) Martinez, J., Koenen, R. and Pereira, F.: MPEG-7: the generic multimedia content description standard, part 1, *IEEE Multimedia*, Vol.9, No.2, pp.78-87 (2002).
- 5) ISO/IEC 15938-5: Information technology - Multimedia Content Description Interface-Part 5 : Multimedia Description Scheme (2003).
- 6) 湯川 崇, 海賀孝明, 長瀬一男, 玉本英夫：舞踊符による身体動作記述システム, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2873-2880 (2000).
- 7) 湯川 崇, 玉本英夫：語句が持つ動作の特徴を用いた身体動作データの類似検索法, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.3, pp.1192-1203 (2009).
- 8) 映史森松：MPEG-7とそのコンテンツ管理への応用(特集ブロードバンド時代の映像ソリューション) - (映像ソリューションを支える基本技術), *Fujitsu*, Vol.54, No.1, pp. 64-69 (2003/1).
- 9) The Apache Software Foundation: *Apache Xindice*, <http://xml.apache.org/xindice/>.
- 10) Staken, K.: *Xindice 1.1 User Guide*, <http://xml.apache.org/xindice/1.1/guide-user.html>.
- 11) The XML:DB Initiative: *XUpdate - XML Update Language*, <http://xmldb.org.sourceforge.net/xupdate/index.html>.
- 12) The Apache Software Foundation: *Welcome! - The Apache HTTP Server Project*, <http://httpd.apache.org/>.