

# ウェアラブルコンピューティング環境における MPEG-7 出版を利用した映像検索システム

## A Video Retrieval System based on MPEG-7 Publishing for Wearable Computing Environment

兵 清弘<sup>♡</sup> 天笠 俊之<sup>◇</sup>  
吉川 正俊<sup>◆</sup> 植村 俊亮<sup>◇</sup>

Kiyohiro HYO Toshiyuki AMAGASA  
Masatoshi YOSHIKAWA  
Shunsuke UEMURA

本論文では、ウェアラブルコンピューティング環境で取得される映像に関するメタデータの管理手法として MPEG-7 出版 (MPEG-7 Publishing) を提案する。MPEG-7 出版を利用したウェアラブルカメラ映像検索システムでは、GPS データや音声によるアノテーション、電子データなどの情報から MPEG-7 による映像のメタデータを動的に生成することができる。従来の MPEG-7 の利用形態では予め映像シーンを固定し、それに対応する MPEG-7 インスタンスを作成しておく必要があった。これはウェアラブルカメラ映像のように明確なシーンが存在しない映像には不向きである。MPEG-7 出版を利用することにより利用者の検索要求に応じた映像シーンを構築し、それに対応する MPEG-7 インスタンスを生成することが可能となる。

This paper proposes “MPEG-7 publishing,” a novel approach to manage metadata about video data recorded in wearable computing environment. MPEG-7 publishing enables us to dynamically generate MPEG-7 instances from metadata, such as GPS data, voice annotation, and other kinds of electronic data. In conventional applications of MPEG-7, we need to specify scenes of a video data in the beginning, and prepare corresponding MPEG-7 instances in advance. However, this is not suitable for such video data that do not have explicit scenes like video data recorded by wearable cameras. Using MPEG-7 publishing, we can create scenes on users’ demand, and generate corresponding MPEG-7 instances.

### 1. はじめに

近年注目を集めているウェアラブルコンピュータを用いることで、我々は日常生活での様々な情報を記録することができる。なかでもウェアラブルカメラで撮影した映像は日常生活の大半を網羅した映像であり、ビデオ日記や記憶補助等の様々な応用が考えられる。

♡ 学生会員 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程  
[kiyohi-h@is.aist-nara.ac.jp](mailto:kiyohi-h@is.aist-nara.ac.jp)

◇ 正会員 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
[{amagasa.ueamura}@is.aist-nara.ac.jp](mailto:{amagasa.ueamura}@is.aist-nara.ac.jp)

◆ 理事 名古屋大学情報連携基盤センター  
[yosikawa@itc.nagoya-u.ac.jp](mailto:yosikawa@itc.nagoya-u.ac.jp)

しかしながら、このようなアプリケーションの実現のためには、大量のデータに対する高速な検索処理が不可欠である。特にウェアラブルカメラによる映像データは、容量が極めて大きいこと、明確なシーンの切れ目がない等の理由から、従来の映像処理手法をそのまま適用するだけでは不十分である。また、記録された大量の映像データのうち必要な部分は全体のごく一部であり、その部分も利用者の要求によって変化する、などの特徴も挙げられる。このため、同時に取得される様々な情報を手がかりに映像を検索する手法が研究されている。例えば、利用者の位置や向き [5] 等を用いた研究が挙げられる。利用者の位置や向き以外にも、無線ネットワークを通じて受信される電子データもこの目的のために利用することができる。

映像のメタデータ記述には、国際規格である MPEG-7 を利用することが考えられる [7, 8]。メタデータの記述に MPEG-7 を用いることで、今後普及することが予想される MPEG-7 対応のソフトウェアを利用することができるだけでなく、メタデータの相互運用性や映像データの再利用性の向上等、多くのメリットが期待できる。その反面、MPEG-7 インスタンスを誰が、どのように作成するかという問題がある。

先にも述べたように、ウェアラブルカメラ映像の場合、明確なシーンが存在せず、利用者の要求により映像中の必要とされる部分が変化する。そのため、予め固定されたシーンを MPEG-7 インスタンスに記述しておくよりも、利用者の要求時にその内容に応じたシーンを生成できることが望ましい。

また MPEG-7 インスタンスの容量やメタデータの再利用性の問題から、ウェアラブルコンピューティング環境で取得されるメタデータを MPEG-7 形式で記述するかどうかについては議論の余地がある。例えば、ウェアラブルカメラ映像に特徴的なメタデータの一つである位置情報を MPEG-7 を用いて記述する場合、MPEG-7 インスタンスの容量とデータの再利用性が問題となる。GPS データのサンプリング周期が 1 秒毎の場合、1 時間の行動で 3600 個の GPS データが取得されることになる。これを MPEG-7 を用いて記述すると、仮に BiM (Binary format for MPEG-7) を利用したとしても容量や再利用時の処理コストに問題が残る。

さらに取得した電子データを元に映像を検索するには、電子データのデータ型に応じた検索処理が必要となる。電子データは、テキストだけではなく音声、動画像など様々なデータが対象となり、それぞれ格納方法も検索処理も異なる。そのため、これらのデータはデータ型に応じた格納方法を選択し、MPEG-7 インスタンス中には XLink 等を用いて必要な情報へのリンク情報だけを記述しておくのも一つの方法である。

このため、我々は MPEG-7 出版 (MPEG-7 publishing) なる手法を提案する。この手法において、GPS データや電子データなどのデータそのものは MPEG-7 を用いて記述するのではなく、例えば関係データベースなどの既存の技術を用いて格納しておく。システムは利用者の問合せに必要なデータを格納してあるデータベースへの問合せに変換し、問合せに応じたデータを抽出後、MPEG-7 インスタンスを生成して利用者へ返却する。これにより、利用者の検索要求に応じた映像シーンと、それに対応する MPEG-7 インスタンスを返すことができる。自動生成された MPEG-7 インスタンスは MPEG-7 対応アプリケーションの利用により、映像を再生すると同時に関連するメタデータを閲覧したり、検索結果の映像に対してさらに詳細な索引付けを行うことが可能となる。

以下では、まず本研究で想定する環境について述べる。次に、ウェアラブルコンピューティング環境で取得した情報、例えば GPS による位置や向きの情報、電子データなどを用いたウェアラブルカメラ映像の検索手法について述べる。さらに、その検索結果に対して MPEG-7 インスタンスを出力する方法 (MPEG-7 出版) について議論する。

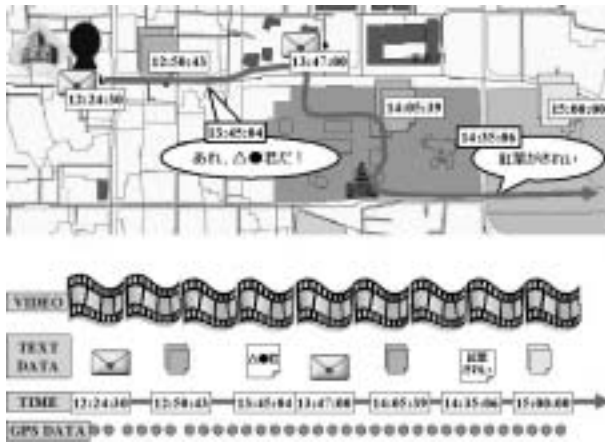


図 1: 想定する環境で取得されるデータ例

## 2. 想定するウェアラブルコンピューティング環境

### 2.1 利用者の装備

本研究で想定する環境において利用者は常にウェアラブルコンピュータを身に付けて行動するものとする。ウェアラブルコンピュータには、ウェアラブルカメラ、GPS レシーバ、デジタルコンパス、音声認識用マイク等が装着され、利用者が日常生活で得る様々な情報を記録する。図 1 は想定する環境で取得されるデータ例を図式化したものである。利用者はウェアラブルカメラを用いて映像を撮影すると同時に、時刻、GPS データ、向き、位置関連情報を取得する。位置関連情報とは、ネットワークを通じて配信される情報など、ウェアラブルコンピュータが記録する電子データのことである。また行動中に映像に対して何らかの注釈付けを行いたい場合には、音声を利用する。すなわち利用者が発した音声をそのまま、あるいはテキストデータに変換したものを映像に対するアノテーションとして格納しておくのである。このアノテーションは利用者が意識的に行ったものであり、後で映像を検索する際にも非常に有効な手がかりとなる。

位置関連情報、アノテーションともそのデータ型は音声やテキストデータなど様々なものが考えられる。これらのデータは全て時刻印と共に記録され、映像区間の特定に利用される。位置関連情報、アノテーションを利用することで、例えば「奈良公園を訪れた時に、君を見かけた時の映像」といった検索が可能となる。

### 2.2 本研究で利用するデータ

本研究では、時刻印を元に、取得した全てのデータの同期を取る。またその時刻印を元に時区間を構成するため、まず時間軸について触れる必要がある。時間軸の表現にはいくつかのデータモデルがあるが、本研究では離散モデルを用いる。すなわち、時間軸は利用者のコンテキストデータを取得する単位時間（サンプリング時間）で区切られた固定長の区間の連続した集まりとして表現される。このとき任意の時刻は、時間軸上の単一の区間に対応する。時間軸上の 2 つの時刻  $t_s$  と  $t_e$  ( $t_s < t_e$ ) を定めることで、時区間  $[t_s, t_e]$  が得られる。

利用者が撮影した映像データの情報  $v$ 、ある時刻  $t$  における利用者のコンテキストデータ  $c$ 、利用者が注釈付けを行ったアノテーション  $a$ 、取得した位置関連情報  $d$  をそれぞれ以下のように定義する。

$$\begin{aligned} v &= (s, vl) \\ c &= (x, y, h, r, e, t) \\ a &= (annt, al, t) \\ d &= (doc, dl, t) \end{aligned}$$

ここで、撮影された映像データの時区間を  $s$ 、映像ファイルの格納場所を  $vl$ 、利用者の位置を  $(x, y)$ 、高さを  $h$ 、向きを  $r$ 、速度を  $e$ 、アノテーションデータを  $annt$ 、その格納場所を  $al$ 、位置関連情報を  $doc$ 、その格納場所を  $dl$  とする。また、システム内

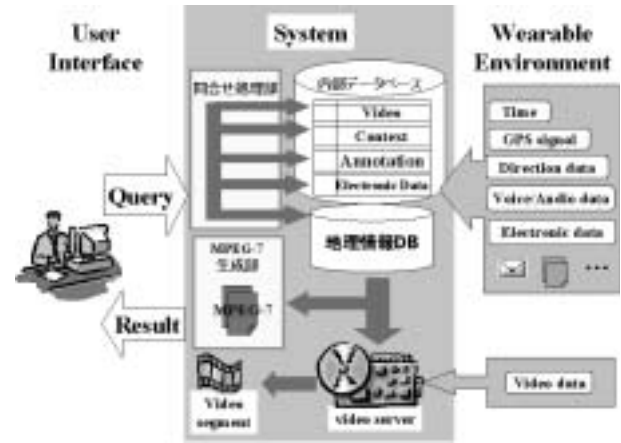


図 2: システムの概要図

に保持されている映像データ、コンテキストデータ、アノテーション、位置関連情報の集合はそれぞれ  $V, C, A, D$  で表すものとする。

## 3. MPEG-7 出版を利用したウェアラブルカメラ映像検索システム

### 3.1 MPEG-7 出版

本研究での提案手法である MPEG-7 出版 (MPEG-7 publishing) の利用により、利用者は大量にあるウェアラブルカメラ映像の種々のメタデータから、任意の映像区間に対応するメタデータを切り出し、MPEG-7 インスタンスとして出力することが可能となる。MPEG-7 出版では、利用するメタデータはそのデータ型に限定されないため、テキスト、音声、静止画像、動画像など様々なデータが対象となる。これらのメタデータはデータ型に応じた方法や場合によっては MPEG-7 インスタンスとして格納しておく。映像検索時には、システムは利用者の問合せを必要なデータを格納してあるデータベースへの問合せへと変換し、問合せに応じたデータを抽出した後、MPEG-7 インスタンスを生成して結果を利用者に返却する。こうすることで利用者の検索要求に応じた MPEG-7 インスタンスを提供することができる。

### 3.2 提案システムの概要

本節では、提案システムの概要について述べる。図 2 にシステムの概要図を示す。図中央の濃い矩形の部分が提案するウェアラブルカメラ映像検索システムを表し、このシステムへのデータの入りは右側に、検索インタフェースは左側に示されている。提案システムは大きく分けて、関連情報を格納するための内部データベース、地理情報データベース、問合せ処理部、MPEG-7 生成部から構成される。

ウェアラブルコンピューティング環境で取得したウェアラブルカメラ映像、利用者の位置情報、音声アノテーション、位置関連情報などは、それが取得された時刻と共に内部データベースへ格納される。この内部データベースを利用して、利用者の要求に応じて動的に MPEG-7 インスタンスが生成されるところに本研究の特徴がある。

利用者が発した問合せは問合せ処理部によって内部データベースおよび地理情報データベースへの問合せに変換、処理される。地理情報データベースは位置情報（緯度、経度）から地理情報（住所、建物名等）を検索したり、逆に地理情報から位置情報を得るために使われる。この図では地理情報データベースはシステム内部に描かれているが、無線ネットワークが使える環境では外部においても良いし、両者を併用することも考えられる。

MPEG-7 生成部は、内部データベースからの検索結果を元に、後述の手法を用いて MPEG-7 インスタンスを生成する。生成された MPEG-7 インスタンスは対応する映像データとともに利用者に返

却される．利用者はシステムの内部構造を意識することなく，あたかも MPEG-7 データベースが利用者の検索に応じて MPEG-7 インスタンスを返してくる，と感ずるのである．

### 3.3 映像の検索処理

提案システムにおける検索処理について述べる．提案システムにおいて，利用者は時間を直接指定する他に，メタデータを検索の手がかりとして利用することができる．これらを整理すると，1) 位置，2) 時間，3) (音声) アノテーション，4) 位置関連情報の合計四つの軸にまとめることができる．利用者はこれらを自由に組み合わせ検索が可能である．利用者が発した問合せは上記の四つの軸の条件式へと変換されシステムに入力される．結果として四つの検索軸それぞれの時区間が求められ，その共通集合を取ることで利用者からの問合せに対する結果を得る．

以下では，この四つの軸に関してシステムがどのように処理を行うかについて詳しく説明する．

**時間：**取得した情報は全て時刻印と共に記録されているので，時間を元にした検索処理は容易に行うことができる．検索条件として時間（時区間） $s_{time}$  が指定された場合，指定された時区間内の時刻に取得した情報を選択する．

**位置：**位置を用いた検索は，ある位置が与えられると利用者の位置情報と比較し，その位置関係により時区間を特定する．以下，問合せとして点および領域での位置指定が行われた時の時区間を決定する方法について述べる．

- 点による位置指定

ある点  $Q(x, y)$  が与えられたとき，利用者の位置が点  $Q$  に等しい時刻（時区間）は以下の式で求めることができる．

$$T_{loc} = \{t \mid (x', y', h, r, e, t) \in C \wedge x' = x \wedge y' = y\}$$

ここで， $C$  は利用者のコンテキストデータの集合を表す．

- 点と半径  $r$  による位置指定

ある点  $Q(x, y)$  と半径  $r$  が与えられたときには，利用者の位置と比較し，その 2 点間のユークリッド距離がある一定の値以下である時区間を特定する．この場合は以下の通りである．

$$T_{loc} = \{t \mid (x', y', h, r, e, t) \in C \wedge ((x' - x)^2 + (y' - y)^2 \leq r^2)\}$$

- 領域での位置指定

ある領域  $R$  が与えられた時には利用者の位置と比較し，以下の条件を満たす時区間を返す．

$$T_{loc} = \{t \mid (x', y', h, r, e, t) \in C \wedge (x', y') \in R\}$$

**アノテーションおよび位置関連情報：**検索の軸がアノテーションや位置関連情報の場合には，キーワードに基づいた検索を基本とする．検索キーとしてキーワードの集合  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$  が与えられたとき，アノテーションに  $K$  が含まれる時区間  $T_{annt}$  は次式で求める．

$$T_{annt} = \{t \mid (annt, al, t) \in A \wedge K \subseteq annt\}$$

同様に，位置関連情報に  $K$  が含まれる時区間  $T_{doc}$  は次式で求める．

$$T_{doc} = \{t \mid (doc, dl, t) \in D \wedge K \subseteq doc\}$$

ここで， $A, D$  はそれぞれアノテーションと位置関連情報の集合である．

### 3.4 MPEG-7 出版手順

MPEG-7 生成部では，映像検索の結果として返される時区間および時区間の集合を用いて，各時区間に対応する MPEG-7 インスタンスを生成する．以下，処理手順の概要と自動生成されるインスタンス例を紹介するが，紙面の都合上アルゴリズムの詳細については文献 [8] を参照されたい．

#### 1. 映像データに関する情報の記述

```
<AudioVisualSegment>
<Semantic>
<Label/>
<SemanticBase xsi:type="SemanticPlaceType">
<Label/>
<Place>
<AdministrativeUnit type="tyome">春日野町</AdministrativeUnit>
</Place>
</SemanticBase>
</Semantic>
</AudioVisualSegment>
```

図 3: ある時区間の記述例

ある時区間  $s$  の映像データの格納場所，開始時刻，持続時間などの基本的な情報を，MediaProfile DS を用いて記述する．

#### 2. 映像シーンの記述

映像シーンの構築手法は様々なものが考えられるが，本研究では一例として利用者の位置情報と地理情報データベースから，地理領域を元にした映像シーンを構築する．具体的には，市，町，街区（町よりも詳細な区画），場地（公園など）の地理領域の階層構造を利用し，各地理領域毎に利用者が居た時区間を階層構造も含めて MPEG-7 インスタンス内に記述する．この地理領域の階層構造は国土地理院の数値地図 2500 に基づいており，日本国内で広く利用されているため，他の地理情報データベースにおいても同様の階層構造が用いられていると期待できる．

時区間の記述は AudioVisualSegment DS を利用し，各 AudioVisualSegment 要素内で SemanticPlace DS の AdministrativeUnit 要素を用いて地理領域名を記述する．その際に type 属性で地理領域の階層名の指定を行う．本研究では前述の四つの地理領域の階層構造をそれぞれ  $si, tyome, gaiku, zyouti$  とし，これを type 属性に記述する．図 3 にある時区間の記述例を示す．

#### 3. アノテーションおよび位置関連情報の記述

時区間  $s$  内の時刻に取得したアノテーションは，TextAnnotation Datatype の FreeTextAnnotation 要素を用いてその内容を記述する．また位置関連情報は，アノテーションと比べて情報量が多いため，本研究では MediaLocator Datatype を用いてリンク情報だけを記述している．これにより様々なデータ型にも対応できる．

図 4 に自動生成される MPEG-7 インスタンスの例を示す．この例では，2003 年 1 月 13 日の 14 時 08 分 45 秒から 14 時 10 分 15 秒の情報が記述されている．この時区間に居た地理領域の情報として，奈良市，東大寺，またアノテーションデータとして「鹿」という情報が記述されている．この例では MultimediaContent 要素を用いて一つの映像シーンだけが記述されているが，複数の映像シーンの記述も可能である．

### 3.5 試作システム

提案手法に基づき，MPEG-7 出版を利用したウェアラブルカメラ映像検索システムを試作した．システムは主に Web サーバ (Apache) とデータベース (PostgreSQL) から構成されており，検索インタフェースは現在のところ Web ブラウザを用いている．検索インタフェースを利用して必要な情報を入力，選択すると，システムは先に述べた四つの検索軸を利用し処理を行う．最終的に利用者には，問合せに合致する映像区間とそれに対応する MPEG-7 インスタンスが返却される．

## 4. 関連研究

相澤等 [1] は脳波を用いてウェアラブルカメラ映像を自動で要約する研究を行っている．また Clarkson 等 [2] や Farrington

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-jp"?>
<Mpeg7 xsi:schemaLocation="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001 Mpeg7-2001.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001">
<Description xsi:type="ContentEntityType">
<MultimediaContent xsi:type="AudioVisualType">
<AudioVisual>
<MediaSourceDecomposition>
<AudioVisualSegment>
<MediaInformation>
<MediaProfile>
<MediaInstance>
<InstanceIdentifier/>
<MediaLocator xsi:type="TemporalSegmentLocatorType">
<MediaUri>file:///d:/demo/video/20030113.mpg</MediaUri>
<MediaTime>
<MediaTimePoint>2003-01-13T14:08:45:00F00</MediaTimePoint>
<MediaIncrDuration mediaTimeUnit="PT1S">90</MediaIncrDuration>
(中略)
<TemporalDecomposition>
<AudioVisualSegment>
<Semantic>
<Label/>
<SemanticBase xsi:type="SemanticPlaceType">
<Label/>
<Place>
<AdministrativeUnit type="si">奈良市</AdministrativeUnit>
</Place>
</SemanticBase>
</Semantic>
</MediaTime>
<MediaTimePoint>2003-01-13T14:08:45:00F00</MediaTimePoint>
<MediaIncrDuration mediaTimeUnit="PT1S">90</MediaIncrDuration>
</MediaTime>
(中略)
<TemporalDecomposition>
<AudioVisualSegment>
<Semantic>
<Label/>
<SemanticBase xsi:type="SemanticPlaceType">
<Label/>
<Place>
<AdministrativeUnit type="zyouti">東大寺</AdministrativeUnit>
</Place>
</SemanticBase>
</Semantic>
</MediaTime>
<MediaTimePoint>2003-01-13T14:09:22:00F00</MediaTimePoint>
<MediaIncrDuration mediaTimeUnit="PT1S">53</MediaIncrDuration>
</MediaTime>
</AudioVisualSegment>
</TemporalDecomposition>
</TemporalDecomposition>
<AudioVisualSegment>
<TextAnnotation>
<FreeTextAnnotation>鹿</FreeTextAnnotation>
</TextAnnotation>
<MediaTime>
<MediaTimePoint>2003-01-13T14:09:30:00F00</MediaTimePoint>
</MediaTime>
</AudioVisualSegment>
</TemporalDecomposition>
</TemporalDecomposition>
</AudioVisual>
</MultimediaContent>
</Description>
</Mpeg7>

```

図 4: 自動生成される MPEG-7 インスタンス例

等 [3] は、ウェアラブルコンピュータに取り付けたセンサからの情報を解析することで利用者の状況 (コンテキスト) を認識しようとしている。本研究の手法にもこうした方法を取り入れることで、より詳細な映像検索が可能となる。

上田等 [5] は地理オブジェクトに基づいてウェアラブルカメラ映像の検索を行ったり、ダイジェストを作成する研究を行っている。この研究では、映像検索の際に地理オブジェクト毎の重要度を指標として採用しており、これは本研究の映像検索処理にも応用可能なものである。

MPEG-7 を用いた研究としては、Graves 等 [4] の推論ネットワークモデルに基づいて MPEG-7 を利用し映像の検索を行うものや、寺口等 [6] の移動体通信端末に利用者の嗜好に応じたダイジェスト映像を配信するものなどがある。MPEG-7 に関する研究例はまだ多くはないが、今後多く現れるものと期待できる。

## 5. まとめ

本研究では、まずウェアラブルカメラ映像に MPEG-7 を適用するために MPEG-7 出版の提案を行った。次に時刻、GPS データ、(音声) アノテーション、電子データなどの情報を利用してウェアラブルカメラ映像を検索する手法を提案し、この結果を元に

MPEG-7 出版を行うシステムの詳細および試作システムについて述べた。

今後の課題としては、1) 映像シーンの構築手法、2) MPEG-7 出版に利用するデータの検討、3) 検索インタフェースの検討などが挙げられる。

## 【謝辞】

本研究の一部は、科学技術振興事業団 (JST) の戦略的基礎研究推進事業 (CREST) 「高度メディア社会の生活情報技術」プログラム及び情報ストレージ研究推進機構の支援によるものである。

## 【文献】

- [1] Kiyoharu Aizawa, Kenichiro Ishijima, and Makoto Shiina. Automatic summarization of wearable video - indexing subjective interest-. In *IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia*, pp. 16–23, October 2001.
- [2] Brian Clarkson, Alex Pentland, and Kenji Mase. Recognizing User Context via Wearable Sensors: Baseline System. In *International Symposium on Wearable Computers (ISWC)*, pp. 69–76, 2000.
- [3] Jonny Farrington, Andrew J. Moore, Nancy Tilbury, James Church, and Pieter D. Biemond. Wearable Sensor Badge and Sensor Jacket for Context Awareness. In *International Symposium on Wearable Computers (ISWC)*, pp. 107–113, 1999.
- [4] Andrew Graves and Mounia Lalmas. Video Retrieval using an MPEG-7 based Inference Network. In *The 25th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, August 2002.
- [5] Takamasa Ueda, Toshiyuki Amagasa, Masatoshi Yoshikawa, and Shunsuke Uemura. A System for Retrieval and Digest Creation of Video Data Based on Geographic Objects. In *Proc. of 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA)*, 2002.
- [6] 寺口正義, 益満健, 越後富夫, 関口俊一. 時区間インデックス生成によるパーソナルビデオダイジェスト. 信学技報, PRMU 85-93, 電子情報通信学会, 2001.
- [7] 兵清弘, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮. MPEG-7 を利用したウェアラブルカメラ映像の索引付け手法. 第 13 回データ工学ワークショップ (DEWS), 2002.
- [8] 兵清弘, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮. ウェアラブル環境における MPEG-7 出版に基づく映像検索システム. データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム (DBWeb), Vol. 2002, No. 19, pp. 343–350, 2002.

兵 清弘 Kiyohiro HYO

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程在学中. 映像データベースの研究に従事. 情報処理学会学生会員. 電子情報通信学会学生会員, 日本データベース学会学生会員.

天笠 俊之 Toshiyuki AMAGASA

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助手. データベースシステムの研究に従事. 情報処理学会正会員. 電子情報通信学会正会員, 日本データベース学会正会員.

吉川 正俊 Masatoshi YOSHIKAWA

名古屋大学情報連携基盤センター教授. データベースシステムの研究に従事. 情報処理学会正会員. 電子情報通信学会正会員, 日本データベース学会理事.

植村 俊亮 Shunsuke UEMURA

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授. データベースシステムの研究に従事. 情報処理学会フェロー. 電子情報通信学会フェロー, IEEE Fellow, 日本データベース学会正会員. 著書に「データベースシステムの基礎」(オーム社) など.