

協調型 Web3D コンテンツ管理システムの実装

鈴木 崇之[†]
川崎 洋^{††}

下野 博[†]
石川 雅浩^{††}

河合 由起子[†]
張 建偉[†]

Proposal of Collaborative 3DWeb information Management System

TAKAYUKI SUZUKI,[†] HIROSHI SHIMONO,[†] KAWAI YUKIKO,[†]
HIROSHI KAWASAKI,^{††} ISHIKAWA MASAHIRO^{††} and JIANWEI ZHANG[†]

1. はじめに

近年, Web 上で 3 次元コンテンツを利用した情報推薦・可視化技術に関する研究が活発化している. 単純に 3 次元オブジェクトを Web 上で表示して製品紹介するものから, 大規模な仮想空間を構築する試み¹⁾²⁾まで, 多くのシステムが実際に開発・運用されている. 特に, 近年, 物体のもつ特徴や機能と, それらの位置関係とを関連付けることで, 効率的な検索やデータ管理を可能にする研究が多く提案されている⁵⁾⁶⁾⁷⁾.

Photo Tourism³⁾ では, Web 上にある写真集合から, それぞれの写真が撮影された視点位置を検索し, 自動的に 3 次元空間上に再配置して関係付ける. Photo Tourism の技術を用いて実現した Photosynth ビューア⁴⁾ では, 写真から 3D 画像を作成し, 3 次元空間で写真を見ることが出来る. ActiveCube⁵⁾ という手元のブロックを利用した検索では, 物体の機能をあらかじめ位置と関連付けることで, ブロックを利用してその位置と近い位置のものをユーザに候補モデルとして提示する. これにより, ユーザは着目したい特徴を直観的に検索できるとしている. これらの研究は, 効率的な閲覧手法や検索手法を提案しているが, 物体と位置との関連づけのためのアノテーションに関する議論は十分ではない. そこで, 我々は, 物体の各機能の空間的な配置を関連付ける 3 次元コンテンツデータベース管理手法を提案する. 具体的には, 提案するデータベースは Web によるアクセスを可能としており, ユーザが計測した 3 次元オブジェクトの物体名を Web サーバ

に送信すると, サーバはその物体に対する機能名と各機能に対する空間的な位置 (前面, 背面, 側面等) をユーザへ推薦する. ユーザは推薦された対応付けを考慮し, 修正が必要な場合は修正して決定する. この簡単な作業だけで, ユーザが計測した物体と, 物体の機能と位置のアノテーションデータが作成され, ユーザは閲覧や検索に利用することができる. さらに, ユーザが作成した対応付けのアノテーションは, 他のユーザが作成する際に, 協調フィルタリングとして用いられる. つまり, ユーザ間の暗黙的な協調作業により, 対応付けの推薦精度が向上され, ユーザの修正作業が軽減される.

本論文では, 協調型 Web3 次元コンテンツデータベース構築手法の提案と, 構築したシステムを用いて空間的な位置に基づく 3 次元アノテーションによる 3DWeb 情報推薦システムについて述べる.

2. システム構成

提案システムを図 1 を用いて説明する. 3 次元オブジェクトへの空間位置に基づくアノテーション支援機構 (図 右側) とユーザの視点と選好に基づく推薦機構 (図 左側) からなる.

これまで, 3 次元コンテンツ作成者は, 3 次元オブジェクトを作成するだけでなく, 3 次元オブジェクトに関するメタデータ (機能名や位置, そのオブジェクトに関する Web ページ) もアノテーションとして作成しなければならなかった. しかし, メタデータの作成は, 3 次元コンテンツ作成者には大きな負担となる. 一方, Web 上に 3 次元オブジェクトに対する付加価値の高い情報が存在すると考えられる. 我々は, それらの情報を効率よく収集し, 3 次元オブジェクトに容易に付与する手法をこれまで提案してきた. これ

[†] 京都産業大学
Kyoto Sangyo University

^{††} 埼玉大学
Saitama University

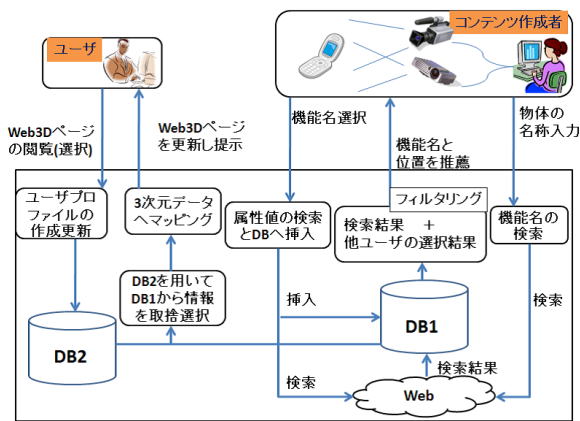


図1 システム概要

により、3次元コンテンツ作成者は、3次元オブジェクトに対して、低コストで大量のメタデータを作成することができた。

具体的には、まず Web から 3次元オブジェクトの各側面に対する特徴語を抽出し、その候補となるキーワードを機能名として 3次元コンテンツ作成者に提示する。作成者はインタラクティブ操作により、提示された機能名の候補の中から 3次元オブジェクトの各側面に対応させて機能名として選択し、決定する。次に、システムは選択された機能名を用いて、関連する Web ページを収集・分類し、3次元オブジェクトのメタデータとして、各機能名に対応付けてデータベースに保存する。メタデータ付加手法の特徴は、Web から収集・推薦することと、側面ごとに対応付けられた 3次元オブジェクトデータベースを容易に構築することにある。しかしながら、Web を利用して、各メタデータを抽出、推薦する手間は省けたが各機能と空間的な位置を対応付ける作業が負荷となる。そこで、物体の機能と対応する位置関係のシソーラスを利用することで、各機能に対して、前面や側面といった位置情報を同時に推薦できる管理システムを提案する。このシソーラスは、協調フィルタリングを基本としており、ユーザが 3D コンテンツを作成する度に精度向上が見込まれる。

視点と選好に基づく情報推薦機構では、付与された大量のメタデータを 3次元オブジェクトの特徴を生かすことで効果的に提供する。メタデータ付与支援機構により、側面毎にメタデータを作成・管理することができるため、3次元オブジェクトを閲覧するユーザの視点に合わせて、各側面と各側面に付与された属性を提示することが可能となる。具体的には、作成された 3次元オブジェクトを回転させ、ユーザが興味のある側面を発見し、静止させると、その側面のメタデータが表示される。また、複数の 3次元オブジェクトを対応位置に基づき同時に比較することもできる。これにより、ユーザが静止した側面と関連のある側面を持つ他のオブジェクトとの比較が容易にできる。側面毎の比較推薦では、複数の 3次元オブジェクトに対して、

ユーザが側面を指定した際に、共通属性と相異属性を特定することや、その側面と他のオブジェクトの側面とのメタデータから類似側面の自動認識が実現できる。

3. 3次元コンテンツデータベースの構築管理

本システムでは、計測した 3次元オブジェクトへの Web の情報を用いることで効率的なメタデータ付与を支援する(図 1 右側)。3次元コンテンツ作成者は計測したオブジェクトの名称(例えば、LUMIX デジタルカメラ)を入力するだけで、オブジェクトの属性となる各種機能(レンズ、フラッシュ等)の情報を管理するデータベースを効率的に作成できる。

3.1 機能名と対応する位置情報の管理

まず、コンテンツ作成者 A はオブジェクトの名称を入力する。

- (1) サーバはその名称に「主な仕様」という補間語をキーワードとして追加
- (2) Yahoo!API を使用し、Web から検索結果を取得
- (3) 形態素解析により取得した検索結果ページを分析し、単語の出現頻度である tf 値を算出
- (4) tf 値の高い単語を物体の機能名として作成者に推薦
- (5) 作成者は推薦されたキーワードの中から適当なものを選び、3次元オブジェクトの各側面の機能として対応付け
- (6) 対応付けられた情報はデータベースに追加

次に、別の作成者 B が、同じ物体の 3次元オブジェクトを計測したとする。そのユーザが、オブジェクトの名称を入力すると、上記と同様に、(1)~(4) が処理される。この際に抽出された機能名と、データベースの機能名とマッチングし、同じ機能名が存在する場合はその対応する位置を作成者へ推薦する。なお、図 2 に示す様に、抽出された機能名全てと、データベースに存在する各作成者が作成したオブジェクトごとの全機能名とのマッチングを行い、重複率の高い場合のみ適用される。例えば、作成者 A と C と D が既に任意の 3次元コンテンツを作成していたとする。作成者 B の機能名が抽出された際に A, C, D と比較すると、A と D に類似している。そこで、作成者 A と D の 3次元コンテンツデータを利用する。そして図 3 に示すように、作成者 A と D の対応テーブルを基に、作成者 B には抽出した機能名を対応する位置情報として推薦する。これにより、対応面を推薦だけでなく、オブジェクトが同じだが入力するキーワードが作成者ごとに異なる場合の問題も解消できる。また、機能名と対応する位置が作成者ごとに異なる場合は、多数決とする。

このように対応付け作業により、テーブルに選択された属性名や対応する側面の情報が格納される。さらに、この属性名を基に Web から再検索し、返された Web ページを属性値としてデータベースに格納する。これにより、3次元オブジェクトに対してメタデータが付与される。

	作成者A	作成者B	作成者C	作成者D
画素	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
カード				<input type="radio"/>
モード				
レンズ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
メモリ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
シャッター	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
ボタン		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 2 登録された機能名 (A . C . D) と抽出された機能名 (B) 作成者A 作成者D 作成者B

	前面	後面	側面
画素			<input type="radio"/>
レンズ	<input type="radio"/>		
メモリ		<input type="radio"/>	
カード	<input type="radio"/>		

+

	前面	後面	側面
カード	<input type="radio"/>		
レンズ	<input type="radio"/>		
ボタン			<input type="radio"/>

⇒

	前面	後面	側面
レンズ	<input type="radio"/>		
画素			<input type="radio"/>
カード	<input type="radio"/>		
ボタン			<input type="radio"/>

図 3 機能名と推薦された対応面情報

3.2 3次元オブジェクトデータベースの作成

3次オブジェクトメタデータ収集の際に使用するデータベースについて説明する。使用されるテーブルは全部で6つである。

実際にユーザに提示するデータが格納されている各テーブルは以下の情報を持つ。

- (1) keyword:入力キーワード [LUMIX, SONY, ...]
- (2) analyzed_d:機能名 [レンズ, 光学, ...]
- (3) surface:面情報 [front, back, ...]
- (4) url と titile:オブジェクトに関する属性値情報 [URL, ページタイトル]
- (5) tf 値:全ページの名詞から抽出
- (6) uid と time:ユーザ毎の id とアクセス時間

まず、(1)の入力キーワードは、最初に作成者が入力することになるオブジェクトの名称であり、これを使用してオブジェクトの種類を判別する。(2)の機能名であるが、自動でシステムが推薦してくれたものから作成者が選択した値が格納される。先述の通り、この値が実際にオブジェクトに付与され、ユーザに提示される値となる。仮に推薦された機能名の中に選択したい機能がなかった場合、コンテンツ作成者が機能を追加することもできる。(3)の面情報は、機能に対応する面情報である。(4)のオブジェクトに関する属性値情報はユーザ側に提示される Web ページの URL やページのタイトルが格納されている。(5)の tf 値はユーザに属性名を提示する際にも使用し、より効果的な推薦ができるようになっている。(6)は各ユーザの ID と、3次元コンテンツを作成した時間情報である。

4. 実 験

4.1 3次元オブジェクトに対するメタデータの作成支援

今回の実験では、対象を「デジタルカメラ」とし、各種機能の名称を取得するために補間語として「主な仕様」を追加し、Yahoo!API を利用して検索結果を取得した。

query = LUMIX
オブジェクト属性選択

Attribute	front	back	upper	under	right	left
モード	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
画素	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
カード	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
コマ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
商品	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
オート	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
レンズ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
カメラ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
メモリー	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
情報	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

図 4 機能名に対して推薦された位置情報

また、検索結果のページから tf 値を算出して抽出した単語のうち、上位 50 件中で各種機能等の名称として推薦できる単語の割合は、被験者 4 名によるアンケートの結果 66 % となり、メタデータ付与を支援することができた。さらに、図 4 に示すように、各機能に対応する位置情報を推薦することができた。実験では位置情報は、前、後、上、下、右、左の 6 方向とし、1 つの機能に複数対応付けることができる。しかしながら、データ量が少ないため、今後、より多くのユーザに利用してもらい推薦制度の向上を図る必要がある。

4.2 視点に応じたメタデータの表示

本システムは、視点に応じたメタデータの表示を行う。これにより、3次元オブジェクトを各側面から見た場合では、同じ対象にも関わらず、側面ごとにそれに関連する情報が異なっているという、メタデータの視点依存特性を実現することができる。ユーザは 3次元オブジェクトを回転させ、ある時点で静止させることで、ユーザはユーザが見たい側面を選択できる。具体的には、3次元オブジェクトの中心を始点、ユーザ視点を終点としたベクトルと各側面の法線ベクトルとのなす角度の cos 値を計算する。cos 値は 0 より大きい場合は、その側面が見えているということになる。見える側面が認識されると、メタデータを保存するデータベースを調べ、対応する側面に付与されたメタデータをユーザに推薦する。

図 4 で示すように、デジタルカメラの 3次元オブジェクトを回転させ、前面で静止すると、正面についた機能名(レンズ,フラッシュ,広角など)とメタデータ(関連するウェブページ)がユーザに提示される。3次元オブジェクトの後方で静止すると、背面に付与されたメタデータが表示される。これにより、通常の Web コンテンツと異なり、3次元オブジェクトの特徴である自由視点を生かした、視点依存の情報提示が可



図 5 視点に応じたメタデータの表示例



図 7 複数の 3 次元オブジェクトの対応側面を自動的に認識した場合の比較

能となる。

また、属性名の数が多い場合、tf 値の降順でソートし、上位のものが提示対象となる。一般的に、1 つの属性名に対しても、3 次元オブジェクトに付与された属性値 (収集したウェブページ) の数は大規模であり、そのうちユーザに提示するものを選択する必要がある。ユーザの興味に合ったウェブページを上位にランクし、ユーザに推薦する手法を次節で説明する。

4.3 位置に基づく複数の 3 次元オブジェクトの比較

図 5 に示すように、デジタルカメラと携帯電話の 3 次元オブジェクトが同時に提示されている場合に、ユーザがデジタルカメラの正面と携帯電話の正面を選ぶと、デジタルカメラと携帯電話の正面に付与された共通の機能と各オブジェクトの独自の機能が識別され、表示される。また、共通の機能に関連する Web ページが右下フレームにリストされ、クリックすることで、Web ページが左の領域に表示され、閲覧できる。これにより、ユーザは指定した側面の共通の機能と独自の機能の情報を容易に入手できる。

さらに図 6 はデジタルカメラの 3 次元オブジェクトの背面を指定した場合、デジタルカメラの背面と類似する機能を持つビデオカメラの側面と携帯電話の側面を自動的に識別することができたことを示す。対応側面の自動認識により、ユーザは類似する機能を持つ 3 次元オブジェクトの側面を容易に比較できる。



図 6 任意の 3 次元オブジェクトの側面を指定した場合の比較

5. まとめと今後の課題

本論文では、計測した 3 次元コンテンツに対して Web の情報を用いることで効率的に機能名を抽出し、各機能に対する位置情報を推薦する手法を提案した。また、実装により、3 次元コンテンツへのメタデータ付与・支援することが確認できた。さらに視点の違いや閲覧履歴に応じた情報を推薦し提示することができた。

今後の課題として、様々な 3 次元オブジェクトに対して、メタデータ付与の精度の検証が必要と考える。より多くのユーザに 3 次元コンテンツを作成し、推薦制度の向上を図る予定である。

6. 謝 辞

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発制度 (SCOPE) 若手 ICT(072103013) の一環として実施されたものである。ここに記して謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) VRML .
<http://ja.wikipedia.org/wiki/VRML>
- 2) Second Life .
<http://jp.secondlife.com>
- 3) N . Snavely , S . M . Seitz , and R . Szeliski , " Photo Tourism : Exploring Photo Collections in 3D " , Proc . SIGGRAPH 2006 , pp . 835-846 , 2006 .
- 4) Photosynth .
<http://livelabs.com/photosynth/>
- 5) 土井隆史 , 市田浩靖 , 伊藤雄一 , 北村喜文 , 岸野文郎 : 3 次元アノテーションを利用した形状検索の検討 , 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集 , pp . 261-264 , 2004 .
- 6) P . Min , J . A . Halderman , M . Kazhdan , and T . A . Funkhouser : Early experiences with a 3D model search engine , in Proc . Web 3D Symposium , pp . 7-18 , 2003 7-18 , 2003 .
- 7) M . Elad , A . Tal and S . Ar : Content based retrieval of VRML objects - an iterative and interactive approach , in Proc . Eurographics Workshop , Multimedia 2001 , pp . 107-118 , 2001 .