

## 仮想現実感データベースシステムに関する研究 —音声によるデータベースへの入力と更新—

西山 紘貴 吉田 香 打浪 清一

九州工業大学大学院情報工学部

〒820-8502 福岡県飯塚市大字川津 680-4

E-mail:{nisiyama,kaori,uchinami}@taurus10.cse.kyutech.ac.jp

近年、計算機の性能向上とインターネットの高速化により、ネットワーク上でのマルチメディアの転送が主流となっている。このような状況の中、各々のマルチメディアを一括して処理することのできるマルチメディアデータベースの開発要求が高まっている。そこで我々は、概念スキーマを仮想現実感データベースで表現するメディア統合されたマルチメディアデータベースの提案し、その実装を行ってきた。このシステムはマルチメディアによる入出力を可能とするメディア統合されたシステムである。本報告ではその中の市街地における街並みの状況や変遷を扱うマルチメディアデータベースを用い、音声によって4次元住宅地図にオブジェクトを追加したり更新したりするシステムについて述べる。

## Study on Virtual Reality Database System —Input and update to database by voice—

Hiroataka NISHIYAMA Kaori YOSHIDA Seiichi UCHINAMI

Faculty of Computer Science and Systems Engineering

Kyushu Institute of Technology

680-4 Kawazu, Iizuka, Fukuoka 820-8502 Japan

E-mail:{nisiyama,kaori,uchinami}@taurus10.cse.kyutech.ac.jp

Recently, development of high-speed network technology and computer performance increases opportunity of multimedia data transmission on the net. In such situation, people need unified multimedia database which can integrate each media collectively. We proposed the multimedia database which express conceptual scheme in virtual reality database, and developed the system to compensate media integration. This system can realize media integration; treat input and output by any media. In this report, we show the experimental results of insert and update object by voice in 4-dimensional residence map.

# 1 はじめに

近年、計算機の性能向上に伴い、これまで文字や数字などの情報しか処理できなかったものが、現在ではそれらに加え音声や静止画、動画など様々なメディアを高速に処理することが可能になっている。またネットワークの高速化に伴い、ネットワーク上で扱われる情報もマルチメディアが主流となっている。このような中、各々のメディアを一括して取り扱うことのできるマルチメディアデータベースの開発要求が高まっている。しかし、現在マルチメディアデータベースと呼ばれるものは各々のメディアのデータベースを並列に配置しただけのものである。これではあるメディアによる更新が他のメディアに影響を及ぼさない、複数メディアを同時に取り出す場合の同期処理が複雑になるなどの問題が起り、データベースの本質である、整合性を保つことができない。

そこで、我々の研究室では概念スキーマを仮想現実感データベースで表現するマルチメディアデータベースシステムを提案し、その実装を行ってきた。このシステムは実世界のあらゆる事象を仮想空間内に忠実に再現しているため、マルチメディアを一括して取り扱うことができる。本稿ではその中の音声によってデータベースにデータの入力、削除、更新を行うシステムを試作し、その評価を目的としている。

## 2 仮想現実感データベースシステム

仮想現実感データベースシステムとは仮想現実感とデータベースシステムを組み合わせたシステムであり、各メディアの入力、削除、更新を仮想空間内の対象物に変換してデータベースに記録・管理するシステムである[1][2]。(図1参照)

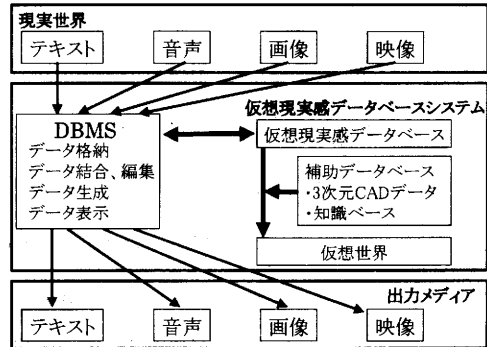


図1：仮想現実感データベースシステム概略図

このシステムは仮想現実感とデータベースシステムによって構成されており、現実の世界を忠実に仮想空間内に再現しているため、単一のメディアによる入力でもマルチメディアによる出力が可能である。例えば音声入力によって更新された仮想世界の状況を静止画で確認したい場合、更新された仮想世界に対し仮想カメラを用いて撮影することで可能となり、動画で確認したい場合は、仮想ビデオカメラを用いて撮影することで可能となる。つまり、マルチメディア入力、マルチメディア出力を可能とするシステムである。(図2参照)

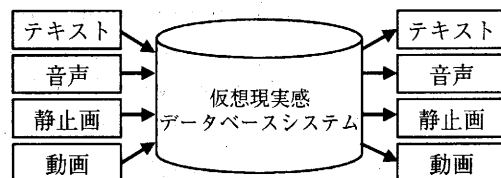


図2：仮想現実感データベースシステムにおけるマルチメディア入力、マルチメディア出力

しかし、汎用的なマルチメディアデータベースシステムを一度に作成するのは非常に困難であるため、今回はプロトタイプシステムを作成し、仮想現実感データベースシステムの実現性を検証する。実験対象としては、市街地における街並みの状況や変遷を扱うマルチメディアデータベースを用い、音声によって街並みにオブジェクトを作成、削除、更新を行うシステムを試作し、その評価を行う。

目的のオブジェクトを作成、削除、変更するためには、入力された音声から仮想空間内に生成、あるいは削除、変更すべきオブジェクトを特定しなければならない。これを簡単に行うため、本システムでは対象となるオブジェクトをキーワードによって決定している。オブジェクトを生成する場合、抽出されたキーワードからオブジェクトの原型となる雛型を選択し、目的の形となるように知識ベースを用いて変形を行った後、指定された住所に配置する。オブジェクトはそれぞれの原型を雛型として3次元CADデータベースの中に格納しており、このデータベースに雛型を登録・追加することで様々な建物を建てることができる。

### 3 システム構成

#### 3.1 仮想的な街並みの構成

今回実験に用いた仮想的な街並みは全部で7つの表によって構成される。

##### ・ 基本形状クラス

基本形状クラスにはオブジェクトの原型となる雛型のパラメータが格納されている。オブジェクトを仮想空間内に生成する場合、システムはこの表からオブジェクトの雛型を用いて変形を行う。現在はビルの形状や切妻の家などが登録されている。

##### ・ 基本形状インスタンス

基本図形インスタンスでは建物の重心座標や建物の大きさ、どの方向を向いているかという回転角などの情報が格納されている。また、このテーブルには建物に貼り付けるテクスチャに関する情報も格納されている。

##### ・ 複合図形クラス

複合図形クラスには基本図形インスタンスで定義した複数のオブジェクトからなる建物について、それがどのオブジェクトからなるのか、どういう組み合わせになっているの

かなどの情報が格納されている。物体の組み合わせは空間構成子によって定義されており、上に乗っている、隣接しているなどといった構成子がある。複合物体を生成する場合、それらを構成するオブジェクトと空間構成子によって形成される。

##### ・ 複合図形インスタンス

複合図形インスタンスには複合図形クラスによって定義された複合物体の重心座標、建物の大きさにあたるスケール、建物の向きにあたる物体の回転角などの情報が格納されている。物体のスケールについては、オブジェクトを組み合わせたときの状態の何倍であるか、という倍率が格納されている。

##### ・ 建物情報

建物情報には建物の世帯主の姓名(法人名も含む)や住所、階数や向きなどが格納されている。また時間による検索にも対応させるため、その建物が建てられた「存在開始時刻」や建物が壊れた「存在終了時刻」などの情報も格納されている。実際に検索を行う場合は時間を指定し、その時点で存在している建物であれば描画するようにしている。

##### ・ アドレス情報

アドレス情報には仮想的に作成した街並みの住所と、それに対応する重心の2次元座標値が格納されている。

##### ・ テクスチャ情報

テクスチャをオブジェクトに貼り付けることにより、細かい3次元形状を生成する代わりにその大まかな形状を具体的に分かる形で表現することが可能となる。テクスチャ情報には建物に貼り付けるテクスチャが格納されており、基本図形インスタンスでテクスチャの指定を行うことによってオブジェクトの任意の位置に任意のテクスチャを貼り

付けることが可能となる。

### 3.2 プロトタイプシステムの構成

今回作成したシステムは前述の通り、市街地における街並みの状況や変遷を扱うマルチメディアデータベースシステムを用い、音声によって街並みにオブジェクトを追加、削除、更新するものである。

仮想世界に存在するオブジェクトは、それらを生成するプログラムとして記述されているのではなく、オブジェクトの形や高さ、大きさなどのパラメータとして格納されている。実際に仮想空間内にオブジェクトを生成する場合は、これらのパラメータを取り出し、入力された音声からキーワードを参照して、目的の形に変形することで建物を生成している。

本システムでは音声によって仮想的な街並み内のオブジェクトを操作するため、3.1 に記述した各テーブルに対して SQL 文を実行している。具体的に入力された音声データから仮想的な街並み内の建物を操作するために以下のような処理を行う。

1. 音声データをテキストデータに変換
2. テキストに形態素解析を行い、文章を形態素に分解
3. オブジェクトに関するキーワードを抽出
4. シソーラスを用い、抽出したキーワードを標準キーワードに変換
5. 各キーワードから SQL 文生成
6. データベースに接続し、各テーブルを更新

仮想空間内に生成するオブジェクトの種類は CAD データベースにその雛型となるテンプレートを登録することにより、その対象物を扱うことができる。現在データベースに登録されているのはビルや切妻の家などである。

### 3.3 形態素解析

日本語は英語のように単語と単語の間に空

白がなく、「べた書き」されている。このような文からオブジェクトに関するキーワードを抽出するためには入力された文章に対して形態素解析を行い、文章を形態素に分割しなければならない。本システムでは奈良先端科学技術大学院大学の開発した MeCab というフリーのソフトウェアを用いて解析を行っている[7]。

### 3.4 シソーラスによる同義語の統一

日本語には同じ意味を表す、異なる言葉が存在する。例えば「建てる」と「建築する」は、同じ意味であるが表記法は異なる。これらを同義語というが、本システムにおいてオブジェクトを生成する場合、これら同義語のために正確にキーワードを抽出することが困難になる。そこで、シソーラスを用いてこれらを標準キーワードに統一する。

## 4 実験方法

本システムは仮想現実感データベースシステムのプロトタイプとして仮想的な街並みを音声によって操作するシステムを試作し、その評価を行った。その更新例を以下に示す。

#### ・建物を建てる場合

仮想的な街並みに建物を建てる場合の更新例を以下に示す。

「2003年7月15日の15時、工大町1丁目1番地4号にビルが建ちました。そのビルは6階建てで、北東を向いています。」と入力された場合、年月日や住所、建物の種別や階数、建物の向きなどがキーワードとして抽出され、テーブルに新たなオブジェクトに関するパラメータが追加される。

#### ・建物を壊す場合

建物を壊す場合の更新例を以下に示す。

「2005年9月8日の18時、工大町1丁目1番地4号に建っているビルが倒壊しました。」このような音声が入力された場合、住所をキー

として建物を特定し、キーワードとして抽出された年月日とその建物の存在終了時刻としてテーブルに格納する。

・建物を増築する場合

建物を増築する場合の更新例を以下に示す。

「工大町1丁目4番地2号に建っているビルの東側に5階建ての建物を増築しました。」  
 このような音声が入力された場合、住所をキーとして建物を特定し、指定された方向にオブジェクトを追加する。この場合「増築された建物が元の建物と同一である」という定義を与えておかなければ検索を行った時に同一の建物として認識されなくなってしまう。

・既存の建物の変形・移動を行う場合

仮想世界に新しく生成される建物には全てデフォルトの大きさ、位置が与えられる。しかし全ての建物は同じ大きさ、位置ではないため建物を変形・移動させる必要がある。建物の変形はその建物に対して横方向、縦方向の変形に加え、階数の変更が可能である。建物に変形を加える場合の更新例を示す。

「工大町1丁目4番地2号にある建物の横方向をもっと大きくして下さい。」と入力された場合、住所をキーとして建物を特定し、横方向を引き伸ばす。

また、建物を移動させる場合の更新例を示す。

「工大町1丁目4番地2号にある建物をもっと東にずらして下さい。」と入力された場合、変形と同じように住所をキーとして建物を特定し、東に建物を移動させる。住所による指定がない場合は一番新しく建てられた建物に対して変形を行う。また、より細かな変形が可能となるよう「もっと」「もう少し」「特に指定がない場合」の3通りに分けて変形する度合いを変えている。

## 5 実験結果

### 5.1 音声での仮想現実感データベースの更新

#### 5.1.1 建物の作成

新たに建物を追加した場合の結果について記述する。その更新例として「2003年7月15日の15時、工大町1丁目1番地4号にビルが建ちました。そのビルは6階建てで、北東を向いています。」と入力された場合、表1.1に示すキーワードが選択される。

表 1.1：抽出されたキーワード(建築)

年月日	2003 7 15
時間	15
住所	工大町1丁目1番地4号
建物種別	ビル
階数	6
向き	北東
動作	建てる

キーワードから次のSQL文が生成される。

```
insert into pin values (1015,4,920,240,120,95,125,240,0,0,0,'building',10,0);
insert into bin values (10,'工大',1,1,4,NULL,'ビル',NULL,6,'北東',2003,7,15,15,0,NULL,NULL,NULL,NULL);
```

SQL文によってテーブルを更新し、仮想世界にオブジェクトが生成される。表1.2にその一例を示す。

表 1.2：更新されたテーブル(建築)

BID	PCID	重心座標			スケール		
		X座標	Y座標	Z座標	X座標	Y座標	Z座標
10	1015	920	240	120	95	125	240
回転角				テクスチャ			
X座標	Y座標	Z座標	正面	その他	屋上		
0	0	135	building	NULL	NULL		

仮想世界にオブジェクトを生成する場合、各テーブルに格納されているパラメータを抽出し、これらをもとにオブジェクトの原型となる雛型をキーワードに合うように知識ベースを用いて変形し、指定された仮想空間内の住所に配置する。その更新結果を図4に示す。

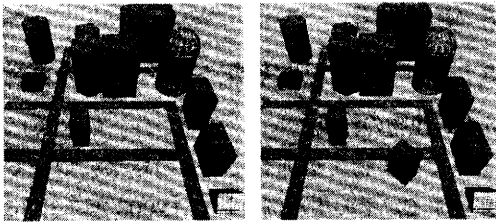


図4：建物の建築前、建築後

図4を見ると音声からの入力通り、北東を向いている6階建てのビルが建っていることが確認できる。

### 5.1.2 建物の削除

次に建物を削除した場合の結果について記述する。「2005年9月8日の18時、工大町1丁目1番地4号に建っているビルが倒壊しました。」と入力された場合、表2.1のようなキーワードが選択される。

表2.1：抽出されたキーワード(倒壊)

年月日	2005 9 8
時間	18
住所	工大町1丁目1番地4号
建物種別	ビル
動作	壊す

建物を壊す場合、テーブルからその建物に関するパラメータ自体を削除してしまうと時間的な検索に対応できなくなってしまう。例えば2000年1月1日に建てられ、その1年後に倒壊した建物に対して2000年6月の時点で検索すると当然その建物が見つからなければならない。さらに2002年6月の時点では検索しても見つかることはない。そこで建物が建てられた時間を存在開始時間、建物が壊れた時間を存在終了時間としてテーブルに建物が存在している期間の情報を持たせることにより、時間を条件とする検索が行われた場合、存在開始時刻から存在終了時刻の間に入っていれば検索される、というシステムを採用した。よって今回のような建物を壊してしまう場合は実際にテーブルから値を削除してしまうのではなく、存

在終了時間をテーブルに書き込むという形をとる。実際にキーワードから生成されたSQL文を以下に示す。

```
update bin set f_year=2005,f_month=9,
f_date=8,f_hour=18 where bid=10;
```

SQL文によって更新されたテーブルを表2.2に示す。

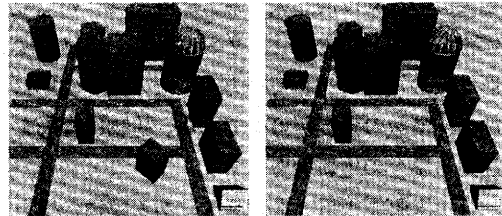
表2.2 更新されたテーブル(倒壊)

BID	住所				建物、世帯主名	建物種別
	町	丁目	番地	号		
10	工大	1	1	4	NULL	ビル

階数	向き	存在開始時刻				存在終了時刻			
		年	月	日	時	年	月	日	時
6	北東	2003	7	15	15	2005	9	8	18

建物に存在開始時刻と存在終了時刻の値を持たせることにより以下に示すような時間に応じた検索も可能となる。(図5参照)



1999年時点 2010年時点

図5：時間による検索

### 5.1.3 建物の増築

次に建物を増築した場合の更新結果について記述する。「工大町1丁目4番地2号に建っているビルの東側に5階建ての建物を増築しました。」と入力された場合、キーワードとして増築を行う建物の住所、増築する建物の形、増築する場所などを抽出する。抽出されたキーワードを表3.1に示す。

表3.1：抽出されたキーワード(増築)

住所	工大町1丁目4番地2号
建物種別	ビル
階数	5
向き	東
動作	増築する

建物を増築する場合、向きに東というキーワードがあるが、これはもともと存在していた建物の東側に増築するという意味である。キーワードから次の SQL 文ができる。

```
insert into pin values(1017,4,0,0,20,80,125,
200,0,0,0,'building',NULL,NULL,11,0);
```

```
insert into ccl values(2006,2,1016,560,480,
160,1017,632,480,100);
```

```
insert into cin values(3006,2006,560,480,160,
1,1,1,0,0,0,11);
```

建物を増築する場合、もともと存在していた建物にオブジェクトを追加し、複合物体として定義しているため、あらかじめ基本形状インスタンスで増築するオブジェクトの定義を行っておき、その後複合図形クラス、複合インスタンスで具体的な大きさや位置、回転角などを決定する。これにより更新されたテーブルの一例を表 3.2 に示す。

表 3.2：更新されたテーブル(増築)

CCID	OPR	P1ID	重心座標		
			X座標	Y座標	Z座標
2006	2	1016	1016	560	480

P2ID	重心座標		
	X座標	Y座標	Z座標
1017	632	480	100

CIID	CCID	重心座標		
		X座標	Y座標	Z座標
3006	2006	560	480	160

スケール			回転角			BID
X座標	Y座標	Z座標	X座標	Y座標	Z座標	
1	1	1	0	0	0	11

これらのテーブルによって増築された建物を図 6 に示す。

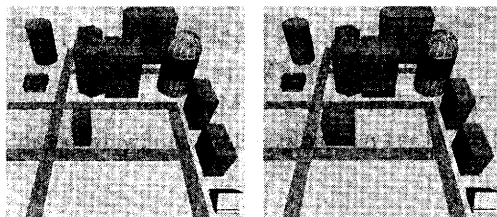


図 6：建物の増築前、増築後

建物にはユニークに付けられている ID があり、増築された建物にも同じ ID が付加される。これにより増築された建物が元の建物と同じ建物であるということが分かる。

#### 5.1.4 建物の変形・移動

建物の変形・移動についての更新結果を示す。

「工大町 1 丁目 4 番地 2 号にある建物の横をもっと大きくして下さい。」と入力された場合、住所をキーとしてオブジェクトの横もしくは縦方向に変形を加える。階数が指定されている場合は建物の高さを変更する。入力された音声から抽出されたキーワードを表 4.1 に示す。

表 4.1：抽出されたキーワード(横方向の変形)

住所	工大町1丁目4番地2号
向き	横
程度	もっと
動作	大きくする

生成される SQL 文を以下に示す。

```
update pin set sx=175 where bid = 11;
```

テーブルが更新されると、図 8 のような仮想世界が生成される。

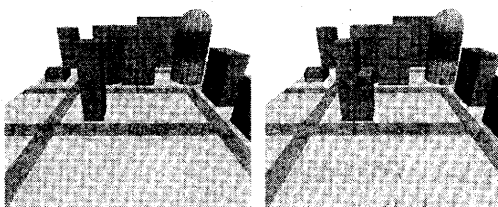


図 8：建物の横方向の変形前、変形後

オブジェクトを移動させる場合も、変形する時と同じように「工大町 1 丁目 4 番地 2 号にある建物をもっと東にずらして下さい。」と入力すれば建物を移動することができる。その際に抽出されるキーワードは表 4.2 のようになる。

表 4.2：抽出されたキーワード

住所	工大町1丁目4番地2号
向き	東
程度	もっと
動作	移動する

これにより次のSQL文が生成される。

```
update pin set px=640 where bid = 11;
```

更新されたテーブルから図9の仮想世界が生成される。

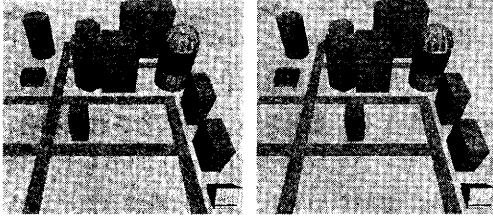


図9：建物の移動前、移動後

## 5.2 マルチメディア出力

本システムは概念スキーマを仮想現実感データベースで表現するメディア統合されたシステムである。現実世界におけるあらゆる事象を仮想空間内に忠実に再現しているため、音声によって街並みを更新した場合でもその事象を仮想空間内の対象物に置き換え、保存することであらゆるメディアでの出力が可能となる。

今回のシステムにおいて、更新結果を静止画として出力したい場合は仮想空間内に仮想的なカメラを持ち込み、撮影を行うことによって静止画として出力することができ、動画として出力したい場合には仮想ビデオカメラを持ち込み、撮影を行うことによって動画として出力することができた。

## 6 おわりに

マルチメディアを一括して処理するマルチメディアデータベースシステムを実現するため、概念スキーマを仮想現実感データベースで表現するメディア統合されたマルチメディアデータベースシステムを実現するためのプロトタイプシステムを試作し、その評価を行った。

市街地における街並みの状況や変遷を扱うマルチメディアデータベースを用い、音声によって街並みにオブジェクトを作成、削除、またオブジェクトの変更を行うシステムを試作し、

実際に音声によって街並みに建物を新しく建てたり、削除、変形したりすることに成功した。

また、単一メディアの入力からの変更を仮想空間内に反映させ、その更新結果を別のメディアである静止画や動画によって確認することにも成功した。

今後はより複雑な建物を建てるため、テンプレートの拡充や複雑な変形を行うための知識ベースの拡充、より自由な入力文に対応するためのアルゴリズムの開発などが考えられる。

## 7 参考文献

- [1] 打浪他:「仮想現実感データベースシステムのためのデータモデル」, 重点領域研究[高度データベース]平成9年度研究成果報告会講演論文集, pp21-31, 1998
- [2] S.Uchinami: "A Virtual Reality Database Model for unified multimedia Database System," Advanced Database Systems for Integration of Media and User Environments '98, pp277-280, 1998
- [3] S.Uchinami, et al: "Development of An Online Residence Map Database System", Proc. of International 47th FID Conference & congress, pp177-181, 1994.
- [4] S.Uchinami, T.Tokumaru, et al: "Integration of Multimedia Data base with Virtual System", International conference on Virtual System and multimedia, 1995.
- [5] 二宮雅宏, 川上裕之, 吉田香, 打浪清一 三次元形状取得に関する研究—姿勢センサによる動画像補正— 情処(CVIM131-18) pp. 125-132 2002
- [6] 川上裕之, 吉田香, 打浪清一 動画像からの三次元形状取得に関する研究 電気関係学会第55回連合大会論文集 pp. 145 2002
- [7] 形態素解析エンジン[MeCab]: <http://cl.aist-nara.ac.jp/~taku-ku/software/mecab/>