

5K-2

# Compact Cell Position Vector に基礎を置く 空間データベースシステム Hawk's Eye での空間データ格納方式

陸 応亮 金子 邦彦

田中 美智子 牧之内顕文

九州大学 大学院 システム情報科学研究院

## 1. はじめに

空間データベースの重要性は高く、種々の研究が行われてきた[1][2]。我々は、その表現能力の高さから、空間モデルとしての cell complex に注目してきた。我々は、空間データベースに cell complex を格納するための空間データタイプとして、cell position vector structure (CPVS) [7][8]を実装した。本稿では CPVS をコンパクトに格納するための cell position vector 圧縮・復元アルゴリズムを報告する。実験の結果、VRML 形式で表現された空間物をコンパクトに表現できることが確認できた。この圧縮・復元アルゴリズムは、任意の次元の cell complex で動く。

## 2. 圧縮復元アルゴリズム

### 2.1. Cell Position Vector

我々の研究グループでは、cell complex を構成する cell の位相情報を表すために、cell position vector を使っている。

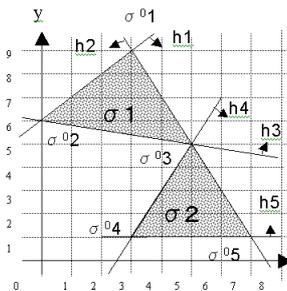


図1 cell complex の例

図1の cell complex の2次元 Top-cell  $f \in \mathbb{D}$  の cell position vector は  $[+ + + i i]$  である。0-cell  $\sigma_1$  の position vector は  $[0 0 i i i]$  である。k

次元の i 番目の Cell を  $k_i$  で表している。 $k_i$  の Cell Position Vector の j 番目の cell position は、以下の意味がある。cell position  $\{+, -, 0\}$  は j 番目の超平面  $\sigma_j(x) = 0$  が  $k_i$  に接しているし、 $k_i$  上任意の点  $v$  が  $\sigma_j(v) > 0$ ,  $\sigma_j(v) < 0$ ,  $\sigma_j(v) = 0$  を満たすこと。超平面  $\sigma_j(x) = 0$  が  $k_i$  に接していない場合、cell position i で表す。

### 2.2. 0-Cell

0-cell では、符号 0 に対応する超平面番号だけを格納する。

0-cell position vector の圧縮アルゴリズムは  $[d 0 d d d 0 d d]$  から  $[2, 6]$  に変換するアルゴリズムである。

### 2.3. Top-Cell

1次元以上の Top cell position vector の圧縮は、以下の通りである。Top cell position vector の符号は、 $0, +, -, i$  の4通りであるが、大部分が  $i$  であるので、連続している同じ符号数と符号を覚えるという方針である。例えば、cell position vector  $[+ + i i i 0 i i]$  は、 $[9, 15, 4]$  に圧縮される。

### Top cell position vector の圧縮アルゴリズム

#### Algorithm

encode\_Top\_cell\_position\_vector(S, ES)

Input:

$S=[s_1 \dots s_k]$  CPV of Top-cell

Output:

$ES=[es_1 \dots es_m]$  CCPV of Top\_Cell

len Length of ES

j=1

for i := 1 to k

do if  $s[i] \neq s[i+1]$  or  $i=k$

then

number of continuous identical signs:= count

$es[j++] :=$

(number of continuous identical signs) \* 4 +  $s_i$

count := 0

else count := count+1

return j

Reducing The Data Size of Spatial Databases by Compact Cell Position Vectors

Yingliang Lu† Kunihiko KANEKO†

Michiko Tanaka† Akifumi MAKINOCHI†

† Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

## 2.4. VRML から CPVS の cell complex への変換

Face がすべて凸であるような VRML データをインターネットからダウンロードして、プログラムで 3 次元空間中の 2 次元 cell complex へ変換する。

1. VRML の coordIndex から頂点の Cell Position Vector を求める。
2. VRML の coordIndex「使用する座標の指定」と coord「使用する座標の集合」より超平面の不等式を求める。
3. 1 と 2 から求めた結果と VRML の coordIndex から Top-cell(フェース)の Position Vector に符号+, -, 0 を設定する。

## 2.5. 実装

CCPV 圧縮・復元アルゴリズムをオブジェクトデータベース出世魚に実装した。

## 3 実験

実験の目的は、VRML データと、cell position vector での cell complex データサイズの比較結果である。現在、空間データベース中の空間モデルを表現するために、種々のデータモデルとデータファイルが提案されている。例えばデータファイルとしては VRML, 3DS などがあり、データモデルとしては DNF[3], cell complex[4], weak complex[5]などがある。

Web からダウンロードした 3D オブジェクト(図 2)の VRML ファイル[6]から cell complex に変換したデータを使って実験を行った。



図 2 VRML での 3D 図形

表 1. 実験データ

	Face 数	頂点数	size of VRML file(kb)
1	81	44	17.7
2	548	561	28.5

表 2. 表 1 のデータ 1 の実験結果

	Top-cell	0-cell	cell complex
圧縮前	891	484	2,431
圧縮後	543	128	1,727

表 3. 表 1 のデータ 2 の実験結果

	Top-cell	0-cell	cell complex
圧縮前	30,688	31,416	75,568
圧縮後	5,462	1,859	20,785

実験結果は表 2 と表 3 のとおりである、548 フェースの場合 Top-cell position vector は 17% , 0-cell position vector は 6% に圧縮された。実験より、2 次元の face 数が多ければ圧縮効果が高い。提案アルゴリズムの効果が実証できた。

## 4 おわりに

本研究では、compact cell position vector による空間モデルのデータの圧縮手法について提案し、空間データベースシステム出世魚に実装した。実験で評価した結果、compact cell position vector による cell complex 表現では、圧縮によって、データサイズが削減されることが確認できた。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金課題番号 15650017, (A)(2) 16200005 による。

## 参考文献

- [1] Agnes Voisard, Benoit David: "A Database Perspective on Geospatial Data Modeling", IEEE TKDE, Vol.14, No.2, pp.226-243, 2002.
- [2] Grunback, S., Rigaux, P., and Segoufin, L: "The Dedale System for Complex Spatial Queries", Proc.1998 SIGMOD, pp.213-224, 1998.
- [3] Philippe Rigaux, Michel Scholl, Luc Segoufin & Stéphane Grumbach, Building a constraint-based spatial database system: model, languages, and implementation, Information Systems archive Volume 28, 563 - 595, 2003.
- [4] R. J. Munkers, Elements of Algebraic Topology, Addison-Wesley, Menlo Park, CA, 1984.
- [5] Chandrajit L. Bajaj, Valerio Pascucci, Splitting a Complex of Convex Polytopes In Any Dimension, Computational Geometry'96, USA, 1996.
- [6] <http://tecfa.unige.ch/vrml/objects/3Name3D/09stair2.wrl>
- [7] 金子邦彦, 牧之内顕文, "超平面アレンジメントに基づく多次元空間幾何アルゴリズムの実装と評価", 情報処理学会研究報告 2003-DBS-131, pp.219-226, 2003.
- [8] 陸 応亮, 金子 邦彦, 田中 美智子, 牧之内顕文, "空間データベース基盤システム Hawk's Eye の空間データモデル Cell complex の効果的な実装", DEWS2004, 2004.