

1. 目的

子供の空間認識能力が、大人の認知水準に達するには7歳から長期の過程を必要とし、10歳前後で完全な空間概念が形成されると言われている。しかし、適切な経験や訓練を一定の学習に基づいて与えることにより、年齢的に早い段階で空間概念が獲得できることが認められている。そこで、本研究は子供の空間認識を助長する目的として、小学生低学年以下の子供を対象とした知的エンターテインメントコンテンツ「クミタテ Zoo」の作成を行った。

2. 「クミタテ Zoo」システムの概要

「クミタテ Zoo」とは、Web上からさまざまな動物モデルをダウンロードし、画面上で動物を組み立て、自分の動物図鑑に保管できるシステムである(図1参照)。また、保管した動物の情報として、世界中の協力者(動物園・カメラマン)からその動物の動画・静止画・詳細などを記したテキスト等のデータが提供される。動物を組み立てる遊びを通じて空間認識の発達と動物知識の向上を目的としたシステムを目指している。

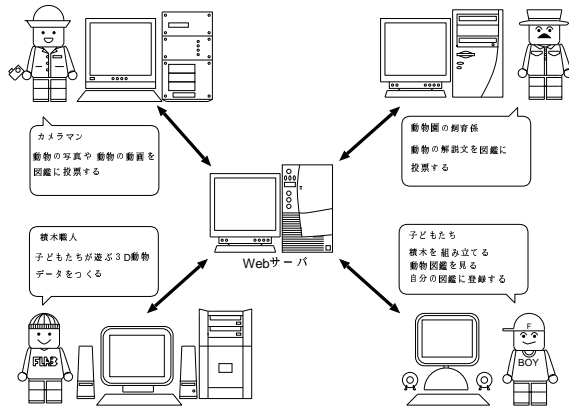


図1: 「クミタテ Zoo」システムの概要

本研究では、動物モデルの組み立て部分を作成した。また本アプリケーションは、マルチメディア対応のインタラクティブな3Dコンテンツを得意とする ShockWave3D を使用した。

3. 3D モデルデータの構造

3D 動物モデルの表現方法は、形状の境界情報を持つことによって対象形状を表現する形状分割モデルと空間に占める単位立方体 (Voxel) の有無で表現する空間分割モデルの2種類ある(図2参照)。

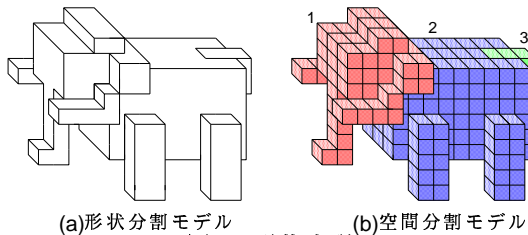


図2: 形状表現

本システムでは3Dモデルを容易に表現できる理由で空間分割モデルを用いた。3次元空間をモデルの全移動空間と置き換え、この空間全体を小さな単位立方体に分割した。表現対象の物体がこの単位立方体を占めるかどうかによって、0(移動可能空間)、1(物体頭部)、2(物体体部)、3(物体尾)の4値情報で表現した。これらの4値情報を各立方体の座標 (i, j, k) が配列要素となる3次元配列に当てはめた。

4. 衝突判定と正解組合せ判定

衝突判定 各パーツは3次元配列の値情報を参照することで判別可能である。このことから、あるパーツを選択し並行移動方向を決定したら、その移動先に異なるパーツ(値情報)が存在していないか確かめ、なければパーツを並行移動する。その際には配列の値情報もその移動先要素に更新する。これを並行移動をする前に随時行うことで衝突判定を可能にした。

正解組合せ判定 各パーツの相対的な位置関係が分かるように、パーツ中に図3のような代表点を1つつつ決定した。

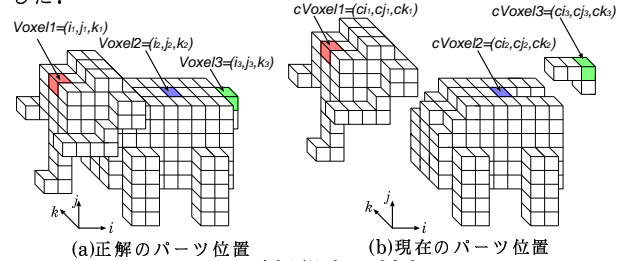


図3: 正解組合せ判定

正解組合せ時の代表点の位置関係をあらかじめ次式より求める。

$$\text{パーツ1と2の位置関係 } r_{12} = (i_1 - i_2, j_1 - j_2, k_1 - k_2)$$

$$\text{パーツ1と3の位置関係 } r_{13} = (i_1 - i_3, j_1 - j_3, k_1 - k_3)$$

パーツを移動した後、組み立て時の代表点の位置関係を次式より求める。

$$\text{パーツ1と2の位置関係 } cr_{12} = (i_1 - i_2, j_1 - j_2, k_1 - k_2)$$

$$\text{パーツ1と3の位置関係 } cr_{13} = (i_1 - i_3, j_1 - j_3, k_1 - k_3)$$

ここで、 $r_{12} = cr_{12}$ かつ $r_{13} = cr_{13}$ の条件を満たすとき、正解組合せ判定とする。ただし、この正解組合せ判定は並行移動のみ有効であり、もしパーツの回転を考慮する場合は、代表点を各パーツごとに3つ使用することで判定可能となる。

5. 「クミタテ Zoo」の遊び方

「クミタテ Zoo」の動作画面を図4に示す。

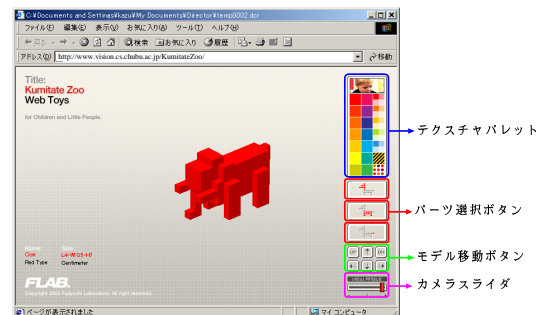


図4: 「クミタテ Zoo」の画面

右側にあるパーツ選択ボタンを押すことで移動したいパーツを選択し、モデル移動ボタンやカメラスライダを併用して動物を組み立てる。組み立てが完成したとき、その動物のなき声アクションが生じる。また、オプションとしてテキストチャレットをクリックすることで選択されたパーツのテキストを変化することができる。

6. まとめ

本研究では、3Dモデルを空間分割モデルで表現したことで、3Dモデル同士の衝突判定や積木の正解組合せ判定を容易に行なうことができた。この「クミタテ Zoo」は <http://www.vision.cs.chubu.ac.jp/KumitateZoo/> で参照できる。今後はさらに、組み立て用動物を増やして動物図鑑を作り、実際に子供による評価を行う必要がある。