

# ホームページ上で動作する立体四目並べの作成

長坂 貴之 (沼田 一道 助教授)

## 1. はじめに

囲碁, 将棋に代表される思考ゲームは、遊びとして、又、ゲームにおける戦略のモデルとして根強い人気がある。本研究では、思考ゲームの中で比較的知られていない立体四目並べを取り上げる。

立体ゲームはCDROM等の形で広く販売されたり無償で提供されており、特に近年の立体ゲームは現実感のあるものになってきている。ところが、ホームページ上で動作する立体ゲームは視覚的に貧弱なものが多く現実感のあるゲームは少ない。本研究ではホームページ上に“リアルな”立体ゲームを作成することを目的とし、同時に、立体四目並べの強い戦略について考察し、人間と対等以上に対戦出来るプログラムを作成することを目標とする。

## 2. 立体四目並べ

本研究で取り上げる立体四目並べとは、五目並べのルールを3次元に拡張したゲームであり(図1)、先手と後手に別れて二人で対戦するゲームである。図1のような16本の柱に白玉と黒玉を交互にさしていき、縦、横、斜めに四目ならべた方が勝ちとなる。ここで、五目並べと異なるのは、Z軸方向には下から順にしか玉を置くことが出来ないということである。作成するソフトウェアは、人間対コンピュータで対戦する。白玉は人間を示し、黒玉はコンピュータを示す。白玉32個、黒玉32個の玉を使い尽くしても勝敗が決まらない時は引き分けとなる。

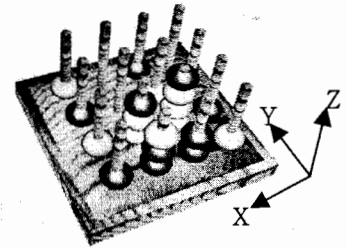


図1 立体四目並べ

立体四目並べを実世界と同様の感覚で楽しむには、立体画像に対して人間が自由に視点を変えられる必要がある。立体四目並べでは、ある玉が他の玉の陰に隠れてしまうことが多々あるのでゲームの現状を把握するためにこの機能は必須である。

## 3. 使用するプログラミング言語

プログラミング言語としては、HTML, JAVA, VRMLの3つを使う事にした。本研究における各言語の位置付けは以下の通りである。

- \* HTML; ホームページの基本となりVRMLファイルの呼出しを行なう。
- \* JAVA; ゲームの設定画面の表示及びゲームにおけるあらゆる判断部分の記述
- \* VRML; 立体画像を表示し、classファイル(JAVAファイルをコンパイルすることによって生成されるJAVAのバイトコード)の呼出しを行なう。

### 3.1. VRML (Virtual Reality Modeling Language)

3次元幾何形状を記述する構造化言語であり、VRMLファイルは、Webブラウザで直接呼出すこともHTMLドキュメントに埋め込むことも可能である。VRMLの主な特徴は以下の通りである。

- \* VRMLブラウザとVRMLの機能により、立体図形の回転や拡大縮小を行うことが出来る。
- \* マルチメディアとして、ビデオやサウンドなどを取り入れることが出来る。

\* センサー機能がある。

\* アニメーションのための補間処理が容易である。 将棋の土佐ゲーム

\* JAVAや、JAVA Scriptによるスクリプト機能がある。

VRMLによって記述された立体図形を見るにはVRMLブラウザと呼ばれる閲覧ツールが必要である。VRMLブラウザにはプラグイン式とヘルパーアプリケーション式の2種類ある。本研究では PLATINUM Technology 社のプラグイン式VRMLブラウザである CosmoPlayer2.1 を使用している。

#### 4. ソフトウェアの動作概要

##### 4.1. ゲームの流れ

ゲームの流れは図2の通りである。

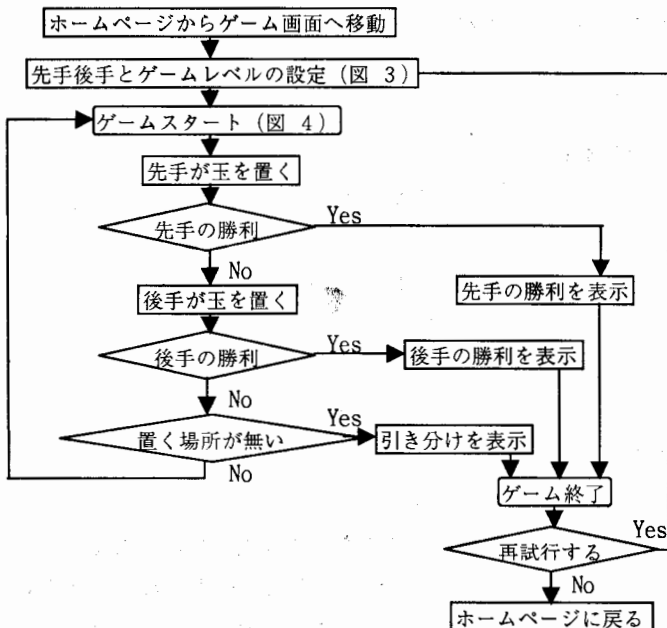


図 2 ゲームの流れ図

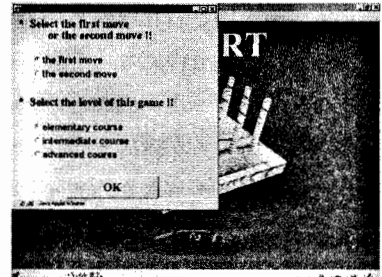


図 3 ゲームの設定画面

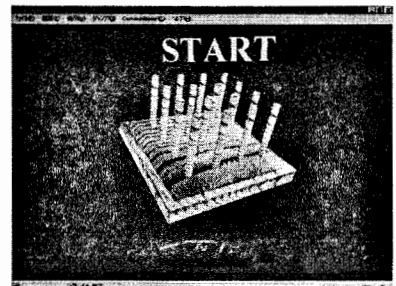
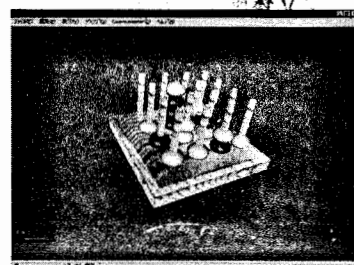


図 4 ゲームのスタート画面

##### 4.2. ゲームの操作方法

ゲームを進める上で人間が操作するのは、立体図形の回転や拡大縮小と、玉をどこに置くかである。そのうち、立体図形の回転や拡大縮小はVRMLとVRMLブラウザによって行われ、その操作方法は各VRMLブラウザによって異なる。以下は、本研究で使用している CosmoPlayer2.1 の操作方法である。

- Seek ボタン；示したポイントの拡大表示
- Zoom ボタン；拡大表示
- Rotate ボタン；回転表示
- Pan ボタン；上下左右に移動
- Undo move ボタン；図形の状態を戻す
- Redo move ボタン；図形の状態を進める



上記のボタンのうち、主に使用するのは Rotate ボタンである。Rotate ボタンを押した後、ゲーム画面上でマウスをドラッグすることによって、立体図形に対する視角を変えることが可能である。人間が玉を置く操作は、16本の柱のうち玉を置きたい柱をクリックすることによって実行される。

### 4.3. イベントの処理概要

イベントは、マウスのクリックに反応するセンサーが付けられた立体図形を人間がクリックすることによって発生する。ここで、センサーが付けられた立体図形とは16本の柱である。ゲームにおける判断部分（J A V Aによって記述された部分）は、イベントが発生した時のみ呼出される。

#### ① VRML側

人間が柱をクリックすると、VRML側で柱がクリックされたことを検知し、どの柱がクリックされたのかをJ A V A側に伝える。

#### ② J A V A側

Step1; J A V A側では、クリックされた柱の位置とその柱がクリックされた回数に応じて3次元配列 Board[][][]の記憶場所に白玉（人間は白玉である。）を示す数値1を入れる。対応する玉の動作をスタートさせる値をVRML側に送る。

Step2; 人間の勝利判定を行なう。人間の勝利であれば、勝利を表示させる値をVRML側に送る。

Step3; 人間が後手の時は、引き分け判定を行なう。引き分けであれば、引き分けを表示させる値をVRML側に送る。

Step4; 選択されたゲームレベルに応じてコンピュータの置き場所を決定し対応する Board[][][]の記憶場所に黒玉を示す数値2を入れる。対応する玉の動作をスタートさせる数値をVRML側に送る。

Step5; 人間の敗北判定を行なう。人間の敗北であれば、敗北を表示させる値をVRML側に送る。

Step6; 人間が先手の時は、引き分け判定を行なう。引き分けであれば、引き分けを表示させる値をVRML側に送る。

#### ③ VRML側

J A V A側から送られてきた値に応じて、立体図形を動作させる。

### 5. コンピュータプレイヤーの戦略部の概要

立体四目並べにおいて勝利する時は大きく分けると2通りある。ひとつは、単純なリーチによる時（図5）でもうひとつは、ダブルリーチによる時（図6）である。基本的にはダブルリーチの状態を作らなければ勝利できない（トリプルリーチの状態も考えられるが、戦略を考える上で必要でないので取り上げない）。勝敗の判定は、玉が置かれるたびにその玉の位置から考えられる勝利ライン（図7）を検索することによって行われている。この事を利用して、コンピュータは人間が白玉を置くたびに次のような優先順に考え、黒玉を置く位置を決定する。

① 一手前の黒玉の位置とその一つ上の位置、及び置かれた白玉の一つ上の位置から考えられるリーチパターンを検索し、黒玉がリーチの状態であれば黒玉を勝利させる。

② 置かれた白玉の位置とその一つ上の位置から考えられるリーチパターンを検索し、白玉がリーチの状態であれば白玉の勝利を阻止する。阻止す

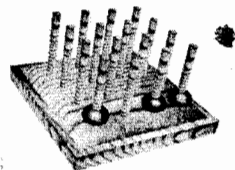


図5 単純なリーチ

べき位置の一つ下に玉が置いてない場合は、阻止すべき位置の一つ下の位置には①以外の時は黒玉を置かないように設定する。

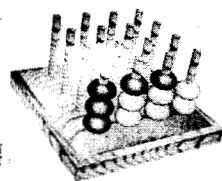


図 6 ダブルリーチ

- ③ 一手前の黒玉の位置とその一つ上の位置及び、置かれた白玉の一つ上の位置についてダブルリーチパターンを検索し、あと一手で黒玉がダブルリーチの状態になるなら、ダブルリーチの状態にする。二手以上前の状態で黒玉があと一手でダブルリーチになる状態が存在していたなら、ダブルリーチになる位置に黒玉を置く。

- ④ 置かれた白玉とその一つ上の位置についてダブルリーチパターンを検索し、あと一手で白玉がダブルリーチの状態になるなら、それを阻止する。阻止すべき位置の一つ下に玉が置いてない場合は、阻止すべき位置の一つ下の位置には①、③以外の時は黒玉を置かないように設定する。

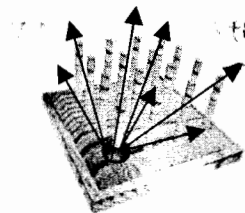


図 7 勝利ラインの例

- ⑤ 一手前の黒玉の位置とその一つ上の位置及び、置かれた白玉の一つ上の位置についてダブルリーチパターンを検索し、あと二手で黒玉がダブルリーチの状態になるならダブルリーチ一手前の状態にする。ダブルリーチの状態にするために、次に玉を置くべき位置を記憶させておく。
- ⑥ 置かれた白玉の位置とその一つ上の位置についてダブルリーチパターンを検索し、あと二手で白玉がダブルリーチの状態になるならそれを阻止する。
- ⑦ ①～⑥のいずれにも該当しない場合は一手前の黒玉の位置から考えられる勝利ラインの内、白玉が存在しないラインを検出する。検出されたライン内で、黒玉が2つあれば、そのラインに黒玉を置きリーチの状態にする。黒玉が2つ存在するラインがなければ、最後に検出されたラインに黒玉を置く。
- ⑧ ①～⑦のいずれにも該当しない場合は各柱のZ軸について下から順に検索していき玉を置ける位置が存在すればそこに黒玉を置く。

## 6. おわりに

本研究では、ホームページ上で動作する”リアルな”立体四目並べを作成し、戦略について考察した。視覚的には満足できる仕上がりであると考えている。作成した戦略プログラムでは、前述した戦略部の⑦において、条件に当てはまる状態が複数存在した時に最適な場所を判断する事なく最後に検索されたラインに玉を置くところに欠点がある。また、⑧における、玉を置く位置の決定方法も改善する必要がある。今後の課題としては、立体四目並べの戦略の更なる考察、人間対人間での対戦を可能にする、制限時間を設ける等の付加機能をつける、という3点があげられる。

本研究で使用したVRMLは、3次元空間チャットなどで利用されている。現在改良が進められており、発展段階であるが、利用価値はさらに向上していくと考えられる。

## 参考文献

- [1] 中山 茂：「VRML 2～動く3Dグラフィックス～」，技報堂出版（1997）
- [2] Mark Pesce：「VRMLを知る」，プレントイスホール出版（1996）
- [3] Robger Lea, 松田 晃一, 宮下 健：「JAVA+VRML」，プレントイスホール出版（1997）
- [4] Sun Microsystems, Inc.：「JAVAプログラミング講座」，アスキー出版局（1996）