

VRML と Java を用いたオリエンテーリング教育用ゲームの作成

○ 高久雅生
石塚英弘

An Orienteering Simulation Game using VRML and Java

○ Masao Takaku
Hidehiro Ishizuka

Abstract

We developed an orienteering simulation game system using VRML (Virtual Reality Modeling Language) and Java. The system displays a terrain, a compass and a map. A user of the system may explore a 3-D interactive terrain. When he/she turns around, the terrain's view and the compass synchronously move.

An orienteering is a cross country navigation sport. An orienteer hastens to a goal via several check points with his/her map and compass as his/her guides. He/she needs training to recognize the relationship between a map and a terrain. Our system will improve his/her skill.

VRML and Java are adopted for our system because of the followings. VRML may provide interactive 3-D objects and worlds. VRML has also Java application interfaces to realize more interactive worlds. Navigation features are provided by VRML browser, which may be plugged in WWW browser connected to Internet.

1 はじめに

VRML (Virtual Reality Modeling Language) は3次元表現を行ない、仮想世界を構築し、WWW上で流通するために設計された標準言語である。VRMLのWWW上における3次元表現の応用例としては、3次元モデルを使ったショッピングモールや美術館、家の間取りなどの建造物の表現などがある。また、3次元物体の表現だけでなく、リアルタイムでユーザとインタラクティブな応答を行なうことも可能なため、ゲームなど娯楽的な分野でも注目を集めている。VRMLを利用するこのような動きは、新たなコミュニケーションや情報の流通を生む可能性を持っている。本研究では、このVRMLをオリエンテーリングに適用した。

オリエンテーリングは山や林など野外の地形を生かした場所で行なわれるスポーツで、競技者は渡された地図とコンパスだけを持って、スタートからゴールまでの所要時間を競い合う。

後に述べるように、オリエンテーリング競技は、いくつもの基礎技術を必要とし、上達の難しいスポーツである[1]。その上達には何よりも経験の積み重ねが欠かせないと言われる。特に重要な基礎技術の一つとして、地図の読みとり能力があげられる。この技術は、地図の情報を基に実際の現地の地形の特徴を読みとる能力である。地図の情報とは、具体的には等高線などのことであり、この読みとり能力の向上には、実際に地形の特徴と地図を見比べながら学習することが必要である。地図と地形の照合による競技能力の学習は、実際に現地に出向いて行なわれている。しかし、オリエンテーリングは山や林といっ

た地形を生かした場所で行なわれるため、地形とその地図のある場所に出向くには手間がかかる。

オリエンテーリングの基礎技術の学習にはこのような練習環境の制約があるが、本研究ではこの制約を除くことを目指し、オリエンテーリング競技を疑似体験し、学習できるゲームを開発した。このゲームでは、VRMLとJavaを用いて、ユーザの行動にインタラクティブに応答する仮想世界を実現した。また、WWWを利用できるシステム上では、インターネットを介して、このシステムを利用することができる。

2 オリエンテーリング [1]

オリエンテーリング競技は、山や林などの地形を生かした場所で開催されるスポーツである。競技者は、コントロールフラッグと呼ばれる決められたチェックポイントを通過し、スタートからゴールまでの所要時間を競う。競技者は地図とコンパスだけを持ち、その情報を元に自分の進むべきルートを決定しなければならない。さらに、競技者がルートを選択し、そのルートに沿って正確に進むには、地図から地形の特徴を抜き出し、できるだけ正確にその特徴を把握しながら進むことが重要である。地図から地形の特徴を抜き出す作業はレース中に行なわれるため、できるだけ迅速に行なう必要があるが、迅速・正確に行なうには高度な技術と判断力を必要とし、それがオリエンテーリングというスポーツの難しさとなっている。



図1: オリエンテーリング用地図の例 [2]

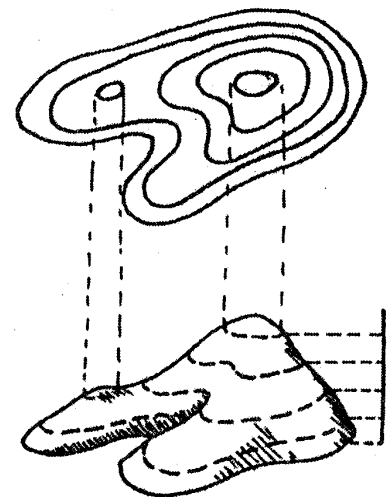


図2: 等高線と地形の対応 [1, p.10]

オリエンテーリングで用いられる地図の例を図1に示す。一般にオリエンテーリングで用いられる地図は縮尺15,000分の1で、等高線間隔5mで表現されている。

地図上に表現される情報の種類には、次のものがある。地形（等高線）、植生（植生界）、道路、水系・溝、人家、ほこら・墓などの人工特徴物などである。このような地形やその他の特徴物は、地図上に色と線や記号などで書き表される。

図2は地図と地形の対応の内、等高線によるものを表した概略である。等高線は地形の形状を理解するための最低限の要素であり、とりわけ重要である。なぜなら、競技中の地形の起伏はレース全体のスピードに大きく関係してくるからである。進路上の登距離が

増せば、その分体力を消耗し、その後のレースに大きな影響を及ぼすため、レースのルート上ではなるべく登距離を減らすルートを考えて進まなければならない。このように、判断と意思決定を常に行なわなければならない点で、オリエンテーリングはいわば知的なスポーツと呼ばれている。

3 VRML によるインタラクティブな世界の構築 [3]

3.1 VRML [4]

VRML は Virtual Reality Modeling Language の略で、WWW 上で 3 次元物体の表現を行なうことを目的とした言語である。VRML[5] は 1994 年頃から開発が始まり、VRML1.0 から VRML2.0 へと仕様が拡張され、現在は VRML97 という名前で、ISO/IEC 14772-1:1997 として、WWW 上で 3 次元表現を行なう標準言語となっている。

VRML の特徴と利点は次の通りである。

- 3 次元物体を記述可能
- 物体の動きを記述可能
- 物体間の階層関係を記述可能
- プラットフォームに独立
- 拡張性
- 外部プログラム (Java 言語など) 対応

VRML は 3 次元の仮想世界における物体の構造と色や光などのその特性を記述できる。また、物体を記述するだけでなく、ユーザが動き回るよう仮想世界を記述でき、ユーザによる動きや、ユーザとの双方向のやりとりを記述できる。さらに、ASCII 形式による単純なファイルフォーマットであるため、ネットワーク上で機種や OS などプラットフォームに依存しない記述ができる。

VRML は VRML ブラウザと呼ばれる解析・表示を行なうプログラムを必要とする。VRML の機能は VRML ブラウザを通して実行される。VRML ブラウザは WWW を通じて、VRML ファイルを取得し、解析し、表示する。また、VRML により記述されたユーザとのインタラクティブな機能も VRML ブラウザにより処理される。この処理はリアルタイムに行なわれ、VRML の仮想世界の表現をユーザ自身がブラウザのナビゲート機能を使って、仮想世界の中を自由に歩き回ったり、物体を違う方向から眺めることができる。

VRML の基本単位はノード (Node) である。ノードは 3 次元のオブジェクトの標準的な集合であり、例えば立方体、球、テクスチャ、幾何変換などがある。VRML97 では全部で 53 種類と多様なノードが用意されていて、目的にあわせていくつかのノードを組み合わせることにより、3 次元の仮想世界を記述できる。また、ノードにはフィールド (Field) と呼ばれるパラメータをあたえることができる。フィールドのパラメータ値を変えることで、さまざまな物体を表現していくことができる。

VRMLではユーザとのインタラクティブなやりとりや自然なアニメーションなどを行なうために、イベントを発生し、物体間でパラメータを渡し合うことで、さまざまな「動き」を表現できる。この「動き」の表現は、ノード間のフィールド値の受渡しで行なわれる。イベントを発生させるノードをセンサノードと呼ぶ。センサノードには、TimeSensorやTouchSensorなどがあり、ユーザのクリックや時間の経過などでイベントを発生させ、そのイベントを他のノード（物体など）に渡していくことによって、変化する世界を記述できる。センサノードはその種類に応じたイベントを発生させ、そのイベントを他のノードに伝播する。

3.2 VRMLとJava [6]

先に述べたノード間のフィールド値の受渡しによるアニメーションやユーザとの応答動作だけでは、VRMLの仮想世界を自由に制御することは難しい。そのため、VRMLは3次元物体により構成される仮想世界とその世界の持つ一定の機械的な動き（アニメーションなど）を表現できるだけでなく、よりユーザとインタラクティブで、柔軟な表現・インターフェースを実現するために、Javaなどの外部プログラムを連動させ、組み合わせで動かすことができる。この外部プログラムはVRMLのScriptノードで指定する。このScriptノードを通じて、外部のプログラムに値を渡して、VRMLだけでは対応できない表現を行ったり、逆に外部プログラムからの値をScriptノードから受け取ることにより、VRMLの仮想世界で新たな表現をしたりすることが可能である。この仕組みを使うことで、VRMLではユーザーの行動に、よりインタラクティブに応答する世界を記述できる。

仕様では、外部プログラムの例として、JavaとECMAScriptの2つのプログラミング言語があげられている。Javaは機種やOSに依存しない動作を記述できるネットワーク指向のプログラミング言語である。インターネット上でのプログラミング言語としての普及と、大半のブラウザに実装されていることの2点から本システムではこれを使用した。

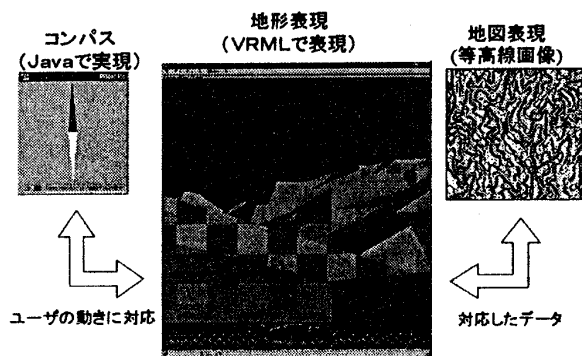


図3：システムの概要

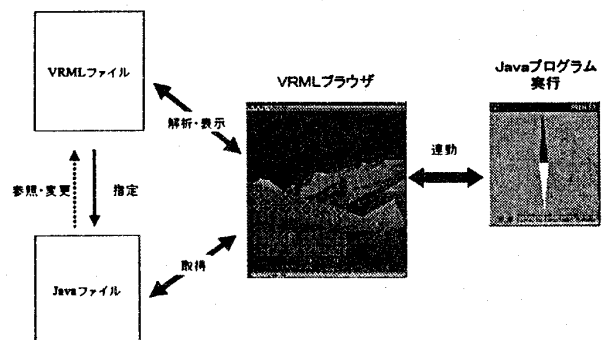


図4：VRMLとJavaの連動の仕組み

4 システムの構成

本研究で開発したシステムは図3に示すように、VRMLによる地形表現、Javaによる表現を用いたコンパス表現、地図の表現、の3つから構成される。

これら3つの表現は、内部的にはVRMLファイル、Javaプログラム、地図画像から構成されている。この内、VRMLファイルとJavaプログラムはVRMLブラウザによって取得され、解析・表示・実行されることにより、地形表現・コンパス表現として連動して動作する。(図4参照)

なお、地形表現・地図表現の源データとして、国土地理院の発行している数値地図の標高データ50mメッシュ[7]を用いた。このデータは25,000分の1の地形図を50m間隔の格子状のメッシュで区切り、その標高値のみを記録した数値地図で、日本全国をほぼ網羅している。本システムでは、このデータを地形表現ではVRML形式、地図表現ではGnuplotデータ形式にそれぞれ変換して用いた。

地形・地図の表現では、およそ4km四方に相当する分のデータを用いた。これは、実際のオリエンテーリング用地図も一般的には1枚の地図ではせいぜい3~4km四方の区域を用いることによる。もし、これ以外の大きさを使いたい場合も、数値地図データを変換する際に指定すれば可能である。

4.1 地形表現

地形表現にはWWW上の3次元表現の標準記述言語であるVRMLを用いた。このVRMLの記述中では地形表現だけでなく、ユーザの初期配置や、コントロールフラッグの設置なども同時に行なっている。また、VRMLのScriptノードを使ってJava言語を連動させる仕組み(図4参照)を用いて、コンパス表現とのインタフェースも記述した。

地形表現はVRMLのElevationGridノードという地形の表現に適した形式を用いた。このノードは格子上の点集合に高さのパラメータを与えることによって、起伏のある地形などを表現するためのもので、VRMLブラウザはこれを多面体として表現している。VRMLブラウザの提供するナビゲート機能によって、ユーザはこれらの地形表現中を自由に歩き回ることができ、視点の変更も自由である。このナビゲート機能は「歩く」動作を模倣したものとなり、地形をつき抜けて歩いたり、飛び越えて歩くことはできないようにした。

また、地形表現中にはコントロールフラッグを設置した。これはVRMLの多面体(ポリゴン)を張り合わせる形で作成し、地形中の適切な地点に設置した。

4.2 コンパス表現

コンパス表現はユーザが向いている方角を示すためのもので、上がユーザの向いている方向とし、赤い針が常に北を指すようにした。例えば、針が上を指している状態はユーザが北を向いている状態を、針が右を指している状態はユーザが西を向いている状態を示す。

上記の機能は、地形表現中でのユーザの向いている方向の情報を VRML の Script ノードがイベントとして随時取り込み、指定した Java プログラムがその情報に対応するようコンパスの針を描画しなおすことで上記の機能を実現している。この Java プログラムは VRML ファイル中で指定したもので、VRML ブラウザがそれを実行する。(図 4 参照)

4.3 地図表現

地形表現に対応した地図表現を行なった。これは、数値地図から変換・生成した Gnuplot 形式のデータをグラフ描画ツール Gnuplot で等高線を描画し、地図画像としたものである。等高線間隔は一般的なオリエンテーリング用地図で用いられている 5m 間隔とした。図 5 は地図表現の例である。データは図名「飯能」の一部(北西部 4km 四方)を用いた。

4.4 実行例

まず、ユーザは本システムに WWW を通じてアクセスし、VRML ファイルと Java プログラムを取得する。これはユーザ側の VRML ブラウザを通じて解析・表示され、実際にシステムが利用できるようになる。

Windows95 の PC 上で Netscape Navigator 4.04 (WWW ブラウザ) に Plug-In として SGI 社の Cosmo Player 2.0 (VRML ブラウザ) を使用した環境で、実行した例を示す(図 6)。

ユーザは自由に歩き回り、視点を変更することができる。視点を変更すると、リアルタイムで眺めている地形の様子が移動し、コンパスの針が振れる。

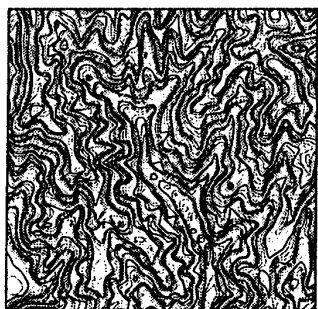


図 5：地図表現例
(図名「飯能」の北西部 4km 四方)

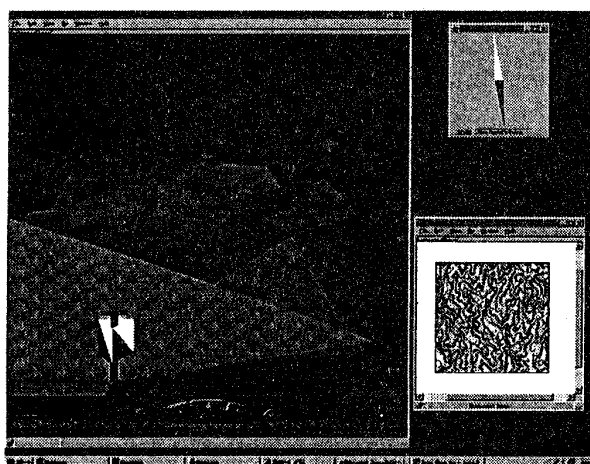


図 6：実行例

5 おわりに

本研究ではオリエンテーリングという野外で行なわれるスポーツの疑似体験ができる環境を VRML と Java を使って構築した。本システムでは国土地理院発行の数値地図を使ったが、VRML に変換できれば、どのような形態の地図でも利用が可能である。例えば、米国の USGS (U.S. Geological Survey) の提供している数値地図 (標高データ) [8] は国土地理院のメッシュ標高データによく似たデータ構造を持っており、このデータを地形表現として、本システムに取り入れることが可能である。今回、この USGS の数値地図を利用しなかった理由は、メッシュが日本のものに比べて粗い点と、日本の地形データの方が地形と地図の比較による地形把握の学習に役立つ起伏のある地形が在ることの 2 点による。なお、VRML によって地形の表現を行なう例としては、つい最近行なわれた NASA の火星探査船「Mars Pathfinder」プロジェクトの探査結果をもとに、火星の地形を VRML で表現する [9] などがある。

また、はじめに述べたように、このようなシステムはオリエンテーリングに限らず、他の分野、例えば土木・建設などの分野でも、活用することができるものと考えられる。

なお、本システムで使用した数値地図データ [7] は研究のために使用したものであって、その著作権は国土地理院に帰属することを付記する。

参考文献

- [1] 村越真. 村越真の実践オリエンテーリング講座. 東京, 日本オリエンテーリング協会, 1994, 131p.
- [2] 日本学生オリエンテーリング連盟. 巴川源流. 愛知, 日本学生オリエンテーリング連盟, 1987. [オリエンテーリング地図]
- [3] 三浦健二郎. VRML2.0 : 3D サイバースペース構築言語. 東京, 朝倉書店, 1996, 272p.
- [4] The VRML Consortium. VRML Consortium. Last Update 1998-3-19.
URL: <http://www.vrml.org/index.html>
- [5] The VRML Consortium. VRML97 Specification. 参照 1998-4-25.
URL: <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97>
- [6] Lea,R. 松下晃一, 宮下健. Java+VRML : Java と VRML2.0 で作るインタラクティブ 3D ワールド. 東京, プレンティスホール出版, 1997, 354p.
- [7] 国土地理院. 数値地図 50m メッシュ (標高) 日本 -II. つくば, 1997. [CD-ROM]
- [8] U.S. Geological Survey. USGS DEM Format. 参照 1998-01-29.
URL: http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/guide/usgs_dem/
- [9] JPL (Jet Propulsion Laboratory) . Mars Pathfinder in VRML!. 参照 1998-4-24.
URL: <http://mars.sgi.com/vrml/vrml.html>