

指文字学習用 3 次元 Web コンテンツの制作

関東職業能力開発大学校 森 下 茂
青 木 久 恵
(株) シーキューブソフト 佐 山 鮎 美

Work of Three-dimensional Web Contents for Learning Hand Sign

Shigeru MORISHITA, Hisae AOKI and Ayumi SAYAMA

要約 手話入門者のための、指文字学習用の 3 次元 Web コンテンツの制作を試みた。本コンテンツでは、指文字を立体的に表示し、学習者が任意の視点から形状および動作を観察することができる。また単語や簡単な文に対応する指文字を検索、表示する機能を持つ点に特徴がある。指文字の作成には、仮想空間記述言語である VRML (Virtual Reality Modeling Language) を利用した。本テーマは、専門課程における総合制作実習 (卒業研究) として取り組んだものであるが、WBT (Web Based Technology) 分野における VRML 技術の有用性を示すひとつの応用事例として報告する。

I はじめに

今日、手話をテーマとした TV ドラマ・映画などが話題となり手話を学びたいという人が増えてきている。

手話を学ぶには、手話講習会などに参加し実際に手話に触れることが上達の早道であると思われるが、場所や時間に制約され、気軽に参加できるという状況にはない。次善の策として、本やビデオを利用することが考えられるが、初めて手話を学ぶ者が本やビデオで学ぶ場合、幾つかの問題が生じる。まず、紙面上に表現されたものを見て覚える場合、2 次元で表現されているため一定の視点でしか見ることができない上、実際の動作が想像しにくい。映像の場合は、動作や立体的な表現は可能であるが、カメラワークによっては死角も多く、学習者が自由な視点から観察できないという欠点を持つ。

このような背景から、初心者がインターネット環境で手軽に利用でき、CG によって立体的に、且つ、自由な視点から手話の基本を学習できる Web コンテンツの作成を試みた。最初からすべての手話を取り上げることは現実的ではないので、今回は、学習対象として、「指文字」を取り上げた。CG の作成には、仮想空間記述言語 VRML を利用している。このような Web

サイトも散見される⁽¹⁾が、本コンテンツは単語や簡単な文に対応する指文字を検索し、立体的に表示する機能を持つ点に特徴がある。本報告では、まず、VRML の概要について説明し、その後、制作したコンテンツの機能と構成及び実装方法について報告する。

II VRML の概要

VRML は、Web 上でユーザとの相互作用が可能な 3 次元仮想空間を構築するためのモデリング言語であり、ISO により、VRML97 として標準化されている。⁽²⁾ 一般的な Web ページの記述言語である HTML が基本的に 2 次元の技術であるのに対し、VRML は 3 次元空間や 3 次元物体を扱うための技術である。VRML を用いるとプラットフォームに依存せず、インタラクティブで動的な仮想空間をインターネット上で実現することが可能となる。

このような仮想空間は、VRML の実装においては、仮想空間を記述した VRML ファイルと、これを解釈して、仮想空間の表示と操作をリアルタイムで可能とする VRML ブラウザによって実現される。VRML ファイルには、3 次元シーンを構築するための構造化され

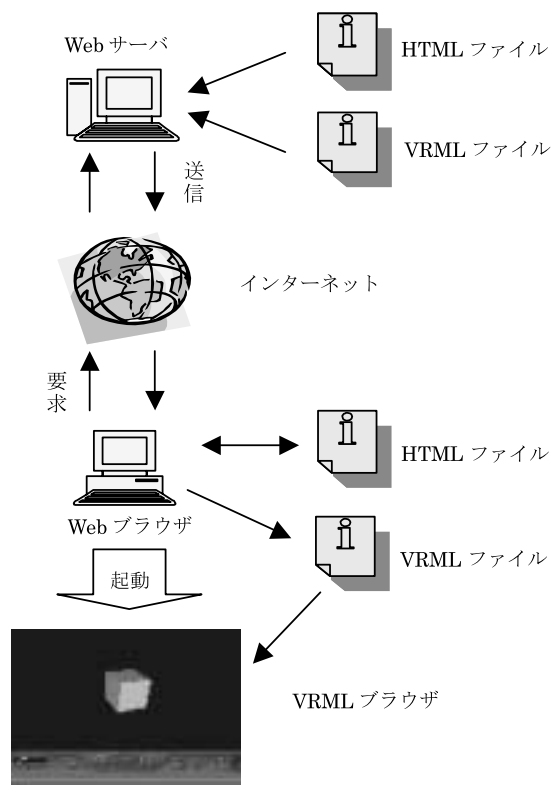


図1 VRMLの基本構成

た「ノード」と呼ばれる命令文や振る舞いを制御するための構文を記述する。

図1にVRMLの基本的な構成を示す。

VRMLブラウザは、NetscapeやInternet ExploreなどのWebブラウザのプラグインとして、フリーで提供されており、容易に入手可能である。代表的なものにCosmoPlayer^(注1)やCortona^(注2)などがある。

現在、VRMLは、その後継であるX3D⁽³⁾へ統合される方向であるが、互換性が保たれるため（X3DはVRML97の上位互換という位置付けである。）、今後も有用な技術と考えている。

III コンテンツの概要

指文字は、手話の基本となる、日本語の仮名にあたるものである。五十音はもちろん濁音・半濁音・促音・拗音・長音も表現できるので、適当な手話が見つからない時や固有名詞を表現したい時などによく使われる。以下、最初に、本コンテンツの実行例を示し、これを基に構成と機能について述べる。

1 実行例

図2は、指文字「お」の表示例である。

2 ページ構成

本コンテンツは、指文字紹介、VRMLブラウザの



図2 実行時の画面

操作説明、指文字検索の各ページから構成される。図2に示したのは指文字検索のページである。コンテンツの主体は、VRMLによる仮想空間にあるが、初心者が戸惑わないように一般的なHTML形式のWebページの中に埋め込み、違和感のないように閲覧できるように配慮した。VRMLブラウザとしてはCosmoPlayerまたはCortonaの使用を想定しているが、本コンテンツ自体は、他のブラウザでも、VRML97に準拠していれば動作可能である。

3 指文字検索機能

図2の左上部にあるテキストボックスに検索したい文字や単語、文章を入力し、検索ボタンをクリックすると、該当する指文字と簡単な説明が一覧表として表示される。図2は、「おやま」を検索した結果である。「や」、「ま」はスクロールすると表示される。入力は、ひらがなで、キーボードから直接入力するか入力用のボタンで文字を選択する。検索された指文字は2次元画像ではなく、一文字一文字が独立した3次元仮想空間として表示される。指文字の手の形や動きが3次元空間で立体的に表現されるので、現実に近いイメージでの学習が可能である。

4 3次元操作とアニメーション

学習者は、マウスを使って、指文字の仮想空間とのインタラクションが可能となっている。視点の移動や回転なども簡単な操作で行える。図2では、若干右回りに回転させている。視点の初期状態は、「自分から見た場合」に設定してある。これは、学習用という点を考え、画面を見ながら手の形をつくりやすいという効果を狙っている。無論、相手から見た場合の指の形も重要なので、「視点リスト」から選択することで簡単に切り換えられるようになっている。またマウス操作により学習者が納得いくまで様々な角度から観察することもできる。指文字の中には、「の」や「も」など動きのあるものもあるが、その指文字をクリックするだけで指の動きをアニメーションで再現することもできる。

5 説明機能

各文字の背景には、その指文字が何の文字を表現しているかわかるように常に文字が表示される。いくつかの文字を試しているうちに、文字と実際の指文字の対応がつかなくなかないようにするための工夫である。また指文字の画面には、その指文字の簡単な説明ボ

ドを持ったマスコットキャラクターが現れ、学習の手助けをする。このマスコットキャラクターは、視点位置によっては、邪魔になるので、マウスのドラッグ操作で簡単に移動できるようになっている。画面には仮想空間の基準となるワールド座標系の座標軸も表示してある。視点の移動や回転操作を行った場合にも位置感覚を掴み易くするためである。

IV コンテンツの作成について

本コンテンツの実装のポイントについて述べる。

1 「手」のモデル化について

通常、指文字には右手を使用するので、右肘から指先までをモデル化した。すべての指文字は、この「手」モデルを利用して実現する。

「手」は、肘関節と手首の関節、指の関節（指先から第一、第二、第三関節と呼ぶ。ただし、親指は第二関節まで。）およびその間の部位から構成される。手首の動きは、各指の第三、第二、第一関節の移動を伴う。また第三関節の動きは、第二、第一関節の移動を伴うのに対し、手首の動きには影響を与えない。このように関節の動きには、従属関係が存在する。「手」モデルでは、各関節に座標系を設定し、座標系に親子関係を持たせることで、この動きを実現している。図3に「手」モデルのシーングラフの一部を示す。

図3は人差し指部分について示したものである。（親指以外は同様になる。親指は指関節がひとつ少ないだけである。）なお、このモデルでは、手首の関節は、手のひら全体を動かす大きな関節の他、各指にも手首部に小さな関節を設定している。これは指の開き等を調整しやすくするためである。特に親指においては、他の指の第三関節に相当する役割を担っている。「手」の形状は、データ量、作りやすさ、制御のしやすさの観点から、球や円柱などの基本形状ノードを組合わせて作成している。多面体モデルを構成できるIndexedFaceSetノードなどを用いれば、よりリアルな形状を表現できるが、データ量が多くなり、手作業でのモデリングは実質的には難しい。CGのモデリングツールなどの利用も考えられるが、この場合は、アニメーションを行うのに、生成されたデータを制御しにくいという側面もある。

実際のモデリングにあたっては、関節部に球を、指には円柱を使用している。関節部に球を配置したのは、

曲げたときにできる隙間を防ぐための工夫である。また手のひら部分には、円柱ではなく、球を変形させて用いている。これにより、自然なふくらみをもった手の形状を実現することができる。

また、指先には爪をつけた。これは、単に手らしく見せるという効果ばかりでなく、手のひらと甲を区別しやすくするためでもある。

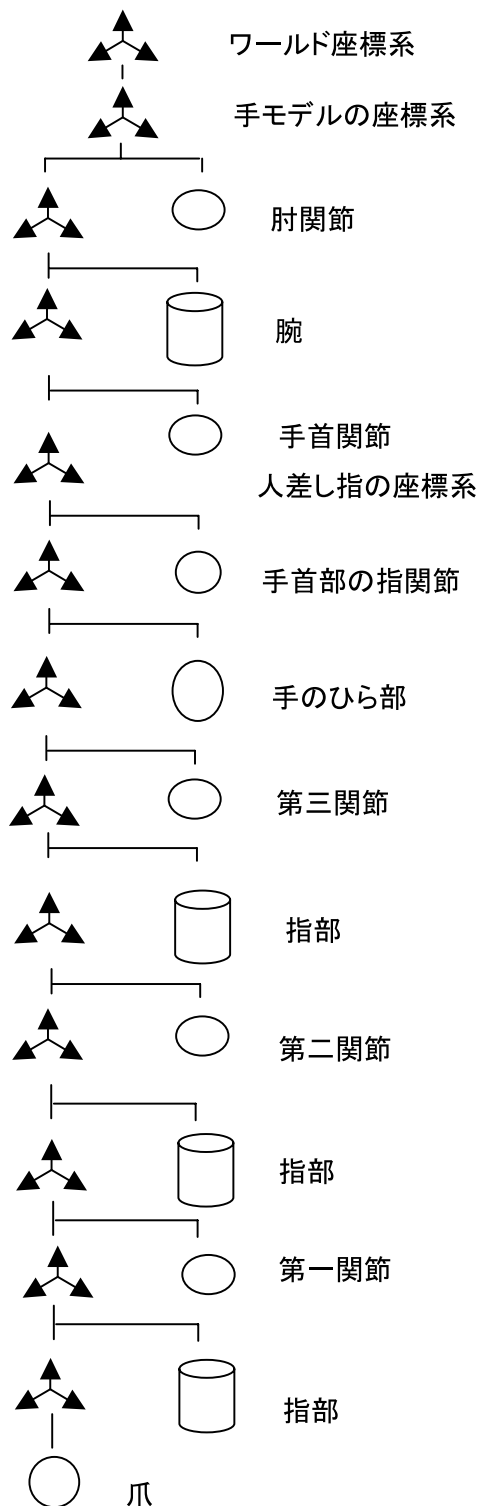


図3 「手」モデルのシーングラフ (人差し指部分)

2 指文字の作成について

上述の「手」モデルを基に、関節の位置や回転量を記述することにより、各文字を作成した。例として、図4、図5に、指文字の「る」を示す。図4は自分から見た場合、図5は相手から見た場合を示している。

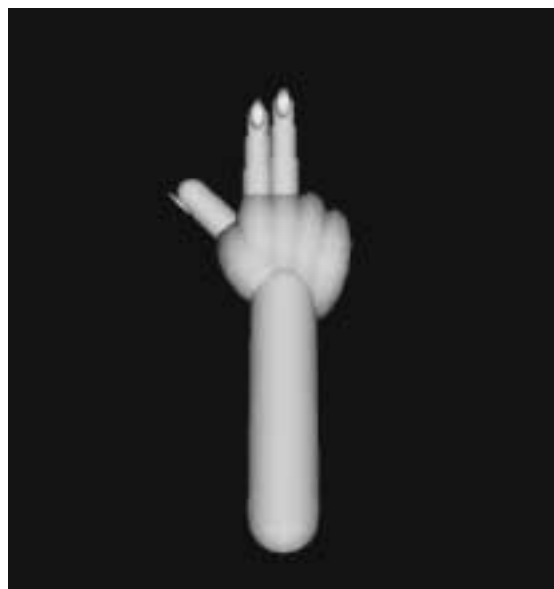


図4 「る」(自分から見た場合)

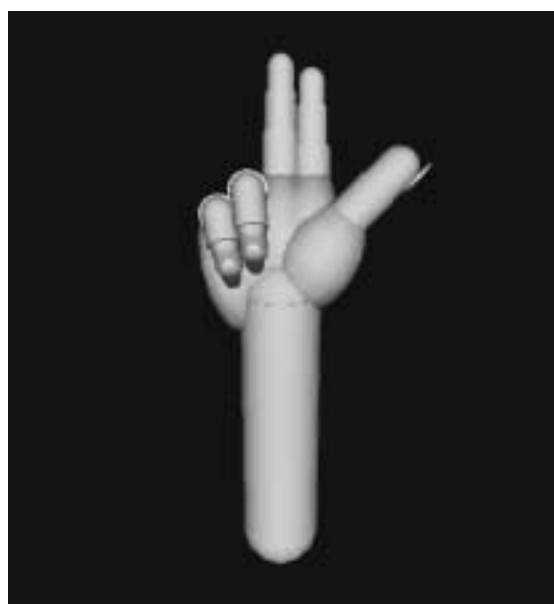


図5 「る」(相手から見た場合)

3 指文字の動作

指文字の中には動作の付くものがある。(「の、も、り、ん、を」や濁音など。) 指の動作については、VRMLのアニメーション機能を利用した。具体的には、Timerノードや補間ノード、Scriptノードを用い、各イベントのルート制御(経路制御)を行うことで実現している。

VRMLでは、キーフレームアニメーションをサポートしているが、実際の動きの制御は、位置や回転量などを自動的に一次補間する各種の補間ノードで行う。たとえば、単純な関節の動き（これは回転になる。）の場合、OrientationInterpolatorノードを用いて、動きの転換点となる時刻（実際には、アニメーション時間を0~1に正規化した時間）を記述し、その時点での回転軸と回転量を記述しておくことによって、転換点以外の回転量を自動算出するようになっている。これを3次元物体にルーティングすることにより、アニメーションが行われる。

より複雑な動きや滑らかな動きについては、標準で提供される補間ノードでは対応し難い場合がある。このような場合は、Scriptノードを用いて補間計算を自前で行った。たとえば、今回実装した「り」の場合、手首のひねりの動きが先行し、後から腕の動きが追従するようになっているが、腕の動きは、一定時間経過後に回転し始めるようなスクリプトをJavaScriptで記述することにより実現している。

アニメーションは、「手」の上をクリックすると開始する。「手」モデルにはTouchSensorノードを組み込み、モデル全体を「スイッチ」にしてあるので、視点を変更されても「手」が画面上に見えていれば、いつでも動作の確認ができる。アニメーションは、クリックの都度、再現されるので、納得の行くまで学習できる。

3 濁音、半濁音、促音、拗音、長音の扱い

「濁音、半濁音、促音、拗音、長音」にも動作がつく。これらは、それぞれの動作がパターン化している。（たとえば濁音は、その指文字を横に引く、など。）このため、ある文字で代表させて、例を示す、という方法も採れるが、今回は、すべての文字について作成した。数がそれほど多くなく、文字列の検索をした場合、対応する文字がそのまま抽出できた方が自然と判断したからである。

4 文字列の検索機能の実装

文字列の検索は、JavaScriptで実現している。指文字は、文字ごとにファイルを分けてあるので、入力された文字列（ひらがな）を分解し、対応するVRMLファイル名に変換した後、HTMLの表にEMBEDタグを使って埋め込んでいる。これにより、検索した文字列を連続して表示することができる。学習者は前後の指の形を比較しながら練習することが可能となっている。

5 説明機能の実装

各指文字の背景に表示される文字はBackGroundノードで貼り付けた。前後左右の4方向に貼り付けてあり、視点を変更しても見られるようになっている。

各指文字の右側にはその指文字の簡単な説明を表示した。VRMLは日本語に対応していないため、説明を画像データとして用意し、板状の直方体に貼り付けてある。視点を変更したときでも説明が読めるように直方体上でマウスをドラッグすると回転する仕組みになっているが、これにはCylinderSensorノードを利用している。説明が書かれた直方体が視点の変更で「手」とかぶってしまうこともあるので、ユーザのドラッグ操作によりx、y平面上を移動できるように、PlaneSensorノードも使用している。ひとつの物体にふたつのセンサーをつけるとふたつの動作が同時に起こってしまうのでマスコットキャラクタを作成し、直方体には回転センサーを、キャラクタには移動センサーをつけた。キャラクタは別ファイルで作成し、それを各指文字のファイルにInlineノードを用いて組み込んでいる。

V 検討と考察

1 データ量

コンテンツ全体のデータ量は、1.3MBである。このうち、HTMLファイルが約20KB、VRMLファイルは約450KB、残りは説明用の画像データが占めている。VRMLの場合、ブラウザの起動とファイル転送に若干時間がかかるので、そこにストレスを感じる事も多い。（CosmoPlayerの場合、Javaの起動に時間がかかる。）一度、クライアント側に取り込んでしまえばリアルタイムでの操作が可能であり、この能力はクライアントに依存するが、最近のグラフィックス環境であればほとんど問題はない。VRMLファイルは、単純なテキストファイルであるため、450KBというのは、少し大きめではある。データ量を少なくするという観点からは、プログラム構造の見直しも効果があると思われる。外部プロトタイプ機能などを利用し、VRMLモデルのライブラリ化を図るなどの工夫が考えられる。これにより保守性や拡張性も上がると思われる。また、今回は、VRMLが日本語に未対応なため、説明に画像データを使用したのが、説明部分を分離して、HTML化を図るなどの方法もある。しかしながら、今回の場合は、ADSLなどのブロードバンド環境であれば、

十分実用的なデータ量に収まっていると考える。

2 操作性について

操作性は、VRMLブラウザとWebブラウザとの組み合わせによっても左右される。インターネット環境では、ユーザの実行環境を事前に特定することが難しい。これはWebプログラミングにおける問題のひとつである。今回は、CosmoPlayerとCortonaをVRMLブラウザとして想定し、Internet Expolore、Netscape Communicatorの両Webブラウザで動作可能なように実装した。そのためシンプルなインターフェースになっている。フレーム機能の使用については議論の分かれるところかも知れない。

評価版（CosmoPlayer版）を手話サークル^(注3)などで試してもらったところ、学習者から以下の指摘があった。

- (1) 背景の文字が「手モデル」とかぶってしまっていて見づらいことがある。
- (2) アニメーションのつく文字の速度を調整したい。
- (3) VRMLのボタンで移動していると、「手モデル」が画面から外れてしまい、見失ってしまう。VRMLブラウザの操作がわかりにくいのが残念。

(1)については、デザイン上の問題であり、解決は容易である。次期版にて反映したい。(2)については、技術的には可能と思われる。今後の検討課題としたい。(3)については、使用するVRMLブラウザに大きく依存する部分であるが、確かに、3次元空間の操作にはある程度の慣れが必要な部分がある。2次元に比べ、操作の自由度が高いため、それが、逆に初心者をまごつかせる原因になったと思われる。また異なった種類のVRMLブラウザの利用を想定した場合、各ブラウザの実装では、機能的には同等のものがサポートされるものの、操作方法が統一されていないということも混乱を招く一因となる。これらに対しては、修正版において、ブラウザのナビゲーションモードを限定し、操作をある程度制限することと、それぞれのブラウザ用に指文字学習に必要な基本操作に絞ったヘルプを提供することで改善を図ったが、3次元操作に不慣れな初心者への対応を考えると、今後も改良の余地がある。

3 指文字の動きについて

手話も、言葉と同じく、方言のように地域によって、表現方法が異なるものもある。また、その人個人の癖も現れやすい。今回は、初心者向けとして、動きを大きく、また、語源に近い形での表現にしたつもりであ

るが、なにぶん手話についてはほとんど経験の無い状態で制作したものであり、本コンテンツの有効性については、操作性も含め、今後も評価する必要があると考えている。

指文字の動きについては、1文字1文字対応していかなければならず、手間のかかる作業であり、修正も厄介である。何らかのツールが開発できないかと考えている。

4 手話への発展

今回作成したものはひらがなに相当する指文字だけだが、今後アルファベット、数字も実装する予定である。また、より学習効果を高めるために「読取り練習」の機能も検討している。

指文字から手話への発展も課題である。手話には「手」モデルの他に、全身像が必要である。手や体全体の動き・表情で微妙に意味合いが変わってくる。また手話表現の多様性をどのように実装するかも検討が必要である。辞書的な使用法であれば、データベースとの連携により、ある程度可能であろう。ただし、手話モデルを作成するための効率的なツールの開発が必要と思われる。

VI おわりに

VRML技術の応用事例として、指文字学習用のWebコンテンツ作成の試みについて報告し、その有用性を示した。特に、WBT（Web Based Training）分野においては、利用価値が高いと思われる。なお本コンテンツは、現在、実験的に公開中である。^(注4)

最後に、総合制作実習を指導した立場からも、少しばかり付言しておきたい。

本課題は企画段階で、「学生がCGをやりたい。」「手話に関心があり、学習をはじめたばかり」とういところから始まった。後日（総合制作実習の中間発表後）、「VRMLによる手話」という発想は、すでにいくつかの試みがあることがわかり、アイデアとしては、残念ながら先を越された形になったが、筆者は日頃、総合制作実習の主眼は、いたずらに新規性を追うよりも、学生自らの手で「もの作り」を体験させることにあると考えている。その過程の中で、生まれてくる創意工夫こそ学生の財産になると考えている。今回の場合は、ひととおりの指文字作成に目途がついた段階で、指文字検索機能などの独自の発想が生まれ、それを盛り込

むことができた。まずは、興味、関心を引き出すこと、それが「もの作り」の第一歩と、あらためて感じた次第である。

[注]

- (注1) CosmoPlayerの入手先
<http://www.cosmosoftware.com/>
(<http://ca.com/cosmo/>)
- (注2) Cortonaの入手先
<http://www.parallelgraphics.com/products/cortona/>
- (注3) 共著者の佐山が所属していたサークル
(光里の輪)
- (注4) <http://www14.plala.or.jp/m-lab/yubimoji2/index.html>

[参考文献]

- (1) VRMLでやる三次元手話
<http://bach.ss.sugiyama-u.ac.jp/~torii/vrml/shuwa/50on/index.html>
- (2) VRML97仕様書
http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/ISO_IEC_14772-All/index.html
- (3) Web3D Consortium
<http://www.web3d.org/>
- (4) 南佳孝,他、VRMLの達人、森北出版
- (5) 河西朝雄、JavaScript入門、技術評論社
- (6) 田中 清、写真と図で覚える手話で話そう、西東社
- (7) 手話勉強会
<http://www.necsoft.co.jp/syuwa/index.html>
- (8) 手話単語辞典「Personal Computer MANIAX」
<http://www/page.sannet.ne.jp/noxious/>