

## 3Dグラフィックスを用いたバイリンガルな 歴史学習システムの開発

藤井諭\* ラトナーヤカ・チャーナカ\* 岩田淳\*  
吉田幸二\*\* 酒井三四郎\*\*\* 水野忠則\*\*\*

\*松江工業高等専門学校 \*\*倉敷芸術科学大学 \*\*\*静岡大学情報学部

インターネットで提供される観光情報は多くあるが、3D表現かつバイリンガルな歴史学習システムはあまり見当たらない。我々は見学者が史跡により興味を引くよう3Dで表現でき、かつ外国人にもわかるようバイリンガルな歴史情報を提供できるシステムを考えた。そして学校等での歴史学習や語学学習の教材としても使えるようにしたい。そこで地元の松江城の堀を船で遊覧するイベント「堀川遊覧」を素材として、松江城と周辺のヘルン旧居、武家屋敷などを3D表現し、かつバイリンガルな情報を提供できるインターネットのシステムを開発した。そして外国人学生を含む学生11名に使用してもらいアンケートで評価した。その結果、彼らはこのシステムの3D表現に興味を持ち、歴史や英語の学習に役に立つと評価した。

### Development of Three-dimensional and Bilingual History Learning System

Satoru FUJII\*, Ratnayake CHANAKA\*, Kouji YOSHIDA\*\*  
Sanshiro SAKAI\*\*\* and Tadanori MIZUNO\*\*\*

\* Matsue College of Technology  
\*\* Kurashiki University of Science and Arts  
\*\*\* Faculty of Information, Shizuoka University

There were much information about historic sites on Internet, but there were not so much three-dimensional and bilingual information about them. We planed a system for many visitors to serve three-dimensional and bilingual information about historic sites. And we are expecting to use this system to learn history and language in schools and so on. Since we developed an Internet system to display three-dimensional and bilingual about Matsue castle, the old house Hern and the samurai in the event sightseeing Horikawa in Matsue. Then eleven students including some foreigners used and evaluated this system by questionnaire. As a result, they were interested in three-dimensional displays of this system, and evaluated that this system was useful for historic and language learning.

#### 1. はじめに

松江市は歴史的な史跡が多いため、インターネットで提供されている観光情報は多くある[1]。しかしそれらはほとんどが2D表現の情報であり、観光客にとってはあまり興味を引かないものである。また大半が日本語の情報提供のみであり、外国人の訪問者にとっては理解が難しい。観光客にとっては、より史跡に興味を持てる3D表現の歴史学習システムがあると良い。また外国人の訪問者にとって理解しやすいバイ

リンガルな歴史学習システムがあると良い。そして、このようなバイリンガルな3D歴史学習システムはあまり見当たらない。そこで史跡情報をより興味を引く3D表現の内容とし、かつバイリンガルな表現で歴史情報を提供できるようにすることで、観光情報の提供のみでなく、学校等での歴史学習や語学学習の教材としても使えるようにしたい。

このような背景から我々は松江城の堀を船で遊覧する「堀川遊覧」を素材として、周辺の松江城、ヘルン旧居、武家屋敷などを3Dかつバ

イリガールでインターネットから提供できるシステムの開発を行った。一方で旅行者に対してGPS機能付携帯電話の利用は効果的と考えられる[2]。本システムでは、GPS情報とメールを組み合わせるにより、見学者は史跡現場において携帯電話を用いてその史跡に関する情報を耳で聞けるようにして行く。

## 2. システムの構成

他のシステム開発を通じて構築した、3DグラフィックスとXMLの技術を用いて本システムの開発を行った[3],[4]。

システム構成を図1に示す。システムは歴史学習システムと3D表示部、データ管理部、携帯管理部で構成される。3D表示部はJava3D、データ管理部はXMLとXSLT、携帯管理部はCGIによって実装する。歴史学習システムはサーバ上にJavaおよびHTMLで実装し、3D表示部、データ管理部、携帯管理部とのやりとりを制御する。

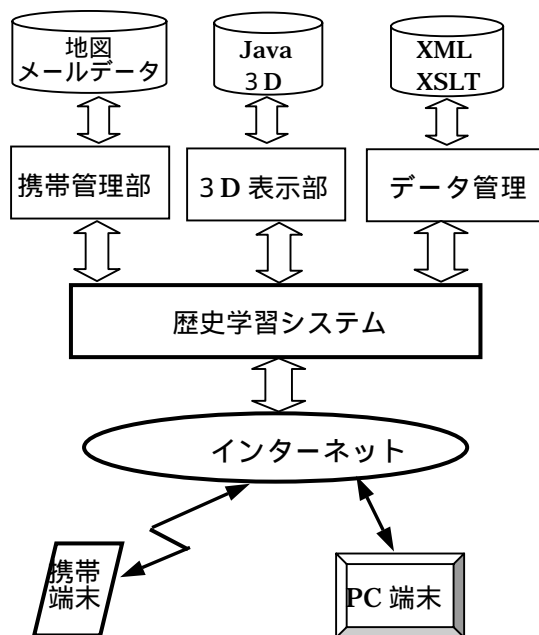


図1 システム構成

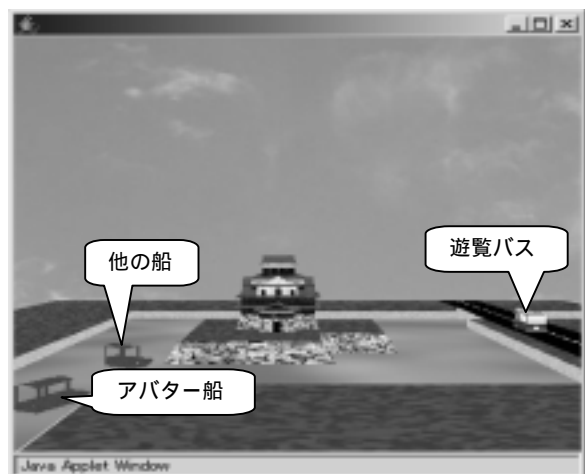
ユーザは遊覧船をアバターとして、城の周辺をカーソルキーで移動し、3Dで見ることができる。堀の中の遊覧船や周辺の遊覧バスが、アバターの視点から動いて見える。一方で全体の

様子を、外部視点として別ウィンドウで見ることができ、自分自身はその中に確認できる。城には城門を置いてあり、マウスでクリックするとデータベースとリンクしており、別ウィンドウでデータベースの内容を表示することができる。例えば城の造りに関する説明を検索すると、英語によるテキストおよび音声アナウンスで説明を受けることができる。また携帯電話で得たGPS情報を本システムに送り、地図と照合して見学者の現在いる場所の史跡情報をデータベースから検索し、メールで転送する。見学者は携帯電話のメール読み上げ機能により、その史跡情報を聞きながら見学することが出来る。

## 3. システムの機能



(a)アバターからのイメージ



(b)外部の視点からのイメージ

図2 システムの画面例

観光情報をインターネット上から3Dで提供するシステムは既に使われている[5]。航空写真を元に街の様子を3D表現で視覚的に伝えるシステムも既に提供されている[6]。これらと比較して本システムは、地元の松江城の堀を遊覧船で周回する観光の人気イベント「堀川遊覧」をインターネット上から3D表現でリアルに伝えるのみならず、城や周辺の小泉八雲旧居や武家屋敷などの歴史情報を英語などバイリンガルに提供できるようにする[7]。ユーザはシステムとインタラクティブに交信し、堀川を自由に遊覧しながら興味ある観光情報を取り出すことができる。歴史学習を通じて英語学習をすることもできる[8]。

図2に本システムの画面例を示す。2つの視点から同時に2つの異なる窓で見ることができるのが特徴である。図2(a)は自分自身のアバター(化身)から見たイメージを表わす。アバターは遊覧船の舳先であり、城に対しては堀の高さから城を見上げることになる。動く遊覧バスや他の遊覧船との関係も視覚的に確認することができる。アバターはユーザの意志で自由に移動することができる。図2(b)は堀川の上空に視点を置いたものであり、堀川の周辺全体の風景を見ることができる。ここでは自分自身をアバター舟として見て確認することができる。すなわち堀川のどの位置にいるかや、城、遊覧バス、他の遊覧船との位置関係を上空から確認することができる。



図3 バイリンガルな歴史情報画面

図2(a)の中にある城の門をクリックすると、バイリンガルな歴史情報データベースにアクセスすることができる。図3にアクセスした歴史情

報の画面例を示す。ここでは松江城の建物を構成する構造物、例えば出窓、鯨、銃座などをユーザが選ぶと、外国人英語講師による英語の音声とテキストで説明が行われる。現在は英語データしか用意していないが、今後XMLデータベース上に日本語、中国語などを追加し、ユーザが選択して使えるようにする予定でいる。

一方で携帯電話を史跡現場で使うことにより、ユーザはGPS情報を送れば、本システムは地図と照合してその史跡に関する情報を検索し、メールで提供する。ユーザは携帯電話のメール読み上げ機能により史跡情報を聞きながら見学できる。

#### 4. システムの実装

堀川遊覧の3D表現は、Java3Dのプログラミング技術で開発した[9]。3Dの仮想空間は、図4のシーングラフによって構成した。VirtualUniverseはシーングラフのすべての起点となるオブジェクトであり、Localeは仮想空間上での位置を表す。Localeにはview側のツリーと物体側のツリーがある。物体側のツリーでは仮想空間の物体を表現する。現在は城、船、バスを造って置いている。そして、ビュー側のツリーで視点の設定を行なう。視点はアバター視点と、外部視点の2つを持つ。複雑な城の立体図は、Shape3Dのオブジェクトの組合せで作成した。城のオブジェクトの親子関係は、別のシーングラフで表わすことができる。

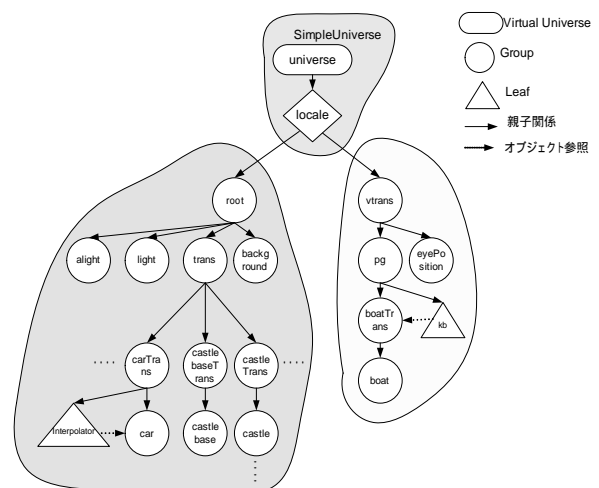


図4 シーングラフ

城門をクリックしてデータベースを開く操作

は、マウスピッキングによって行った。バイリンガルなデータ表現は XML によるデータベースで作ることを考えているが、当面は Java と HTML で開発し使えるようにした。

```
GraphicsConfiguration config =
    SimpleUniverse.getPreferredConfiguration();
Canvas3D canvas = new Canvas3D(config);
this.add(canvas, BorderLayout.CENTER);
setUniverse(new SimpleUniverse(canvas));
getUniverse().getViewer().getView()
    .setFrontClipDistance(0.05);
getUniverse().getViewer().getView()
    .setBackClipDistance(150.0);
BranchGroup scene = createSceneGraph(canvas);
getUniverse().addBranchGraph(scene);
```

リスト 1 アバターのイメージの設定

```
SmallUniverse anotherUniverse =
    new SmallUniverse(getUniverse().getLocale());
Transform3D anotherEyePosition = new
Transform3D();
anotherEyePosition.setTranslation
    (new Vector3f(0.0f, 13.0f, 40.0f));
anotherUniverse.setTransform(anotherEyePosition);
final Frame frame = new Frame();
frame.addWindowListener(new WindowListener()
{
    public void windowOpened(WindowEvent e) {}
    public void windowActivated(WindowEvent e){}
    public void windowIconified(WindowEvent e) {}
    public void windowClosing(WindowEvent e) {
        frame.setVisible(false);
    }
    public void windowClosed(WindowEvent e) {}
    public void windowDeactivated(WindowEvent
e) {}
    public void windowDeiconified(WindowEvent e)
{}
});
```

リスト 2 外部視点のイメージの設定

リスト 1 に、アバター視点の設定のためのプログラム例を示す。SetFrontClipDistance (0.05) でアバターから見られる最も近い距離を、setBackClipDistance(150.0) でアバターから

見られる最も遠い距離を設定する。引数の単位はメートルである。そして BranchGroup scene = createSceneGraph(canvas); でブランチ・グループ scene を定義し、getUniverse() で universe を呼び出し、addBranchGraph(scene) でブランチ・グループ scene を Universe の子供として加えている。

リスト 2 の anotherUniverse は SmallUniverse のオブジェクトで、別の Universe を示す。また anotherEyePosition .setTranslation(new Vector3f(0.0f, 13.0f, 40.0f)); は外部イメージの視点の位置を表す。そして Vector3f(0.0f, 13.0f, 40.0f) の座標を変えると視点の位置も変わっていく。

頂点インデックス	アルファ値	座標	進行方向角度
0	0.0	(5.0f, 0.0f, 8.0f)	0
1	0.2	(5.0f, 0.0f, 0.0f)	0
2	0.3	(4.0f, 0.0f, -6.0f)	- /2
3	0.45	(-5.0f, 0.0f, -8.0f)	- /2
4	0.55	(-9.0f, 0.0f, -2.0f)	-
5	0.7	(-9.0f, 0.0f, 2.0f)	-
6	0.8	(-5.0f, 0.0f, 8.0f)	-3 /2
7	0.9	(3.0f, 0.0f, 8.0f)	-3 /2
8	1.0	(5.0f, 0.0f, 8.0f)	-2

表 1 アニメーションの条件設定例

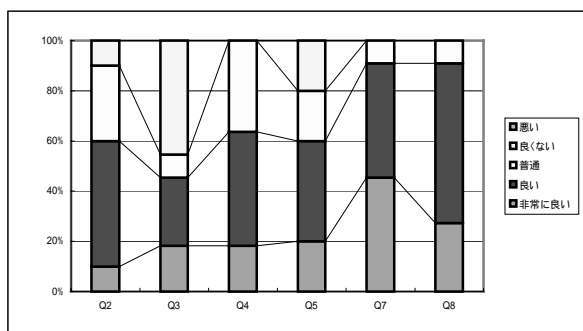
アニメーションには Interpolator を使い、アルファ値に応じて座標、方向を設定して実現した。Interpolator を使ったアニメーションには javax.media.j3d.Alpha クラスを使用した。Alpha は 0.0 ~ 1.0 の範囲の値、すなわちアルファ値を持っている。アルファ値は時間の変化に応じて 0.0 ~ 1.0 の範囲で変化して行く。0.0 が状態の開始、1.0 が状態の終了である。Interpolator では変化するアルファ値に応じて距離、座標、大きさなどを補間している。舟のアニメーションでは、堀川の 9 つの通過点を配置する。それぞれの通過点の頂点インデックス、アルファ値、座標、進行方向角度の例を表 1 に示す。現在作っているアニメーションは遊覧船と遊覧バスであり、必要に応じて追加していくことは可能である。ただし CPU とメモリーを消費するようで、アニメーションを増やすとアバ

ターの操作に影響が出る。

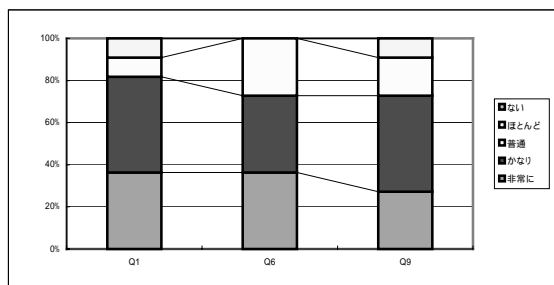
## 5. システムの評価

本システムは携帯管理部以外の実装を行い、動くようにしている。現状のシステムがユーザにどの程度興味を引き役立つものか感触を得るため、本校の学生 11 名に使用してもらいアンケートで評価した。この中には 2 名の外国人留学生が含まれる。

- Q1：このシステムに興味を持ったか
- Q2：マウス操作のしやすさはどうか
- Q3：カーソルキー操作のしやすさはどうか
- Q4：画面のデザインはどうか
- Q5：画面の動きはどうか
- Q6：3D表現の効果があがると思うか
- Q7：松江城の説明画面はスムーズに表示できたか
- Q8：松江城の英語の教材は役立ったか
- Q9：今後ヘルン旧居、武家屋敷などの3D史跡学習を追加した時使って見たいと思うか



(a) Q2, Q3, Q4, Q5, Q7, Q8 の評価結果



(b) Q1, Q6, Q9 の評価結果

図5 評価結果

図5 (a)(b)で Q1, Q2, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9 は良い評価を得た。そしてこのシステムに興味を持ち、3D表現の効果があり、英語の学習にも役立つことがわかった。Q3の操作性に関する評価が良くなかったのは、Java3Dのプログラムがメモリを大量消費し、画面がなめらかに動かないためであった。そこでメインメモリを256MBから512MBに増やし、グラフィックスカードのメモリを128MBに替えることで、画面はたいへんなめらかに動くようになった。これは最近のパソコンのスペックとしては標準的である。

また、アンケートで次のようなコメントがあった。

遊覧船で英語のアナウンスがあったら良い。

自動的に堀を一周して見物できるモードがあっても良い。

英語による城の説明のところ、日本語訳と合わせてあると学習効果が上がると思う。

ヘルン旧居、武家屋敷など訪問地をさらに増やして欲しい。

## 6. まとめ

松江城の堀を船で遊覧する「堀川遊覧」を素材として、周辺の松江城、ヘルン旧居、武家屋敷などを3Dかつバイリンガルでインターネットから提供できるシステムの開発を行なった。本システムは遊覧船をアバターとして、城の周辺をカーソルキーで移動し、3Dで見ることができる。堀の他の遊覧船や周辺の遊覧バスはアバターの視点から動いて見える。一方で全体の様子を外部視点として、別ウィンドウで上空から同時に見ることができ、自分自身はその中に見える。城門があってデータベースとリンクしており、マウスでクリックすると別ウィンドウで見ることができる。例えば城の造りに関する説明を、英語によるテキストおよびアナウンスで受けることができるようにしている。

本システムをユーザがどの程度興味を持ち、役立つと感じているか感触を得るため、本校の外国人留学生2名を含む学生11名に使用してもらいアンケートで評価した。その結果、彼らはこのシステムに興味を持ち、3Dの表現に興味を持ち、歴史や英語の学習にも役立つと評価した。さらにこのシステムを良くするための、具体的なコメントもいくつかあった。

今後これらの評価データをもとに3D表現の改良を行い、より臨場感を出すため堀川周辺の観光スポットを3D化して追加して行く予定である。また未実装の携帯管理部を使えるようにし、史跡の現地で使って評価して行く。一方でバイリンガルなデータベースを実現するため、英語以外のコンテンツも入れて行く予定である。船頭の案内音声等、サウンドの導入も効果的と考えられる。これらの取り組みにより、よりユーザが興味を持ち役立つと感じるシステムにして行きたい。

GPSとメールを使った携帯電話による現地での史跡情報の提供については、今後実装と評価を行って行きたい。

最後に、英語教材の作成に協力いただいた本校一般人文科学科のパトリシア・マロー助教授に感謝する。なお、本研究は科研基盤研究C課題番号15500650の助成を受けて行っている。

## 参考文献

[1]堀川遊覧：

<http://www.city.matsue.shimane.jp/kankou/jp/yuran/>，松江市観光公社(2004)

[2] 多田有希，香川考司，垂水浩幸：“SpaceTagの3次元化を目的としたサーバサイド画像生成システム”，情報処理学会研究報告，GN47-6，pp.31-36(2003)。

[3] 藤井諭，岩田淳，岡本信之，水野忠則：“学習支援システムを組み込んだ3D仮想校舎の開発”，電子情報通信学会信学技法，ET2000-136，pp.171-178(2001)。

[4] S.Fujii, J.Iwata, K.Yoshida, T.Mizuno：“A System for Learning Ecology within the Virtual School”，The International Forum on Information and Computer Technology, IFICT2003, pp.238-243 (2003)

[5] 石田亨：“デジタルシティの現状”，情報処理，Vol.41，No.2，pp.163-168(2000)。

[6] 3次元バーチャル・リアリティシステムを活用したPI支援：<http://www.ajiko.co.jp/>，アジア航測(株) (2004)

[7]堀川遊覧船管理事務所：“ぐるっと松江堀川めぐり”，パンフレット(2003)

[8]Matsue Jozan Koen Administration Office：Special Features Of Matsue Castle，

Pamphlet(2004)

[9] Java3D：

<http://developer.java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/>，サンマイクロシステムズ (2004)