

利用者指向デジタルミュージアムの実現

石崎 勝俊 † 細田 昌明 † 西田 悟 † 江本 守 †
國島 丈生 ‡ 横田 一正 ‡

† 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 電子情報通信工学専攻

{ishizaki, hosoda, snishida, emoto}@c.oka-pu.ac.jp

‡ 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科

{kunishi, yokota}@c.oka-pu.ac.jp

あらまし 現在、我々はマルチメディアコンテンツを統合し、その提供・閲覧を行なうためのシステム GraphiX の研究・開発を行なっている。GraphiX では 3D 制作ソフトで作成した 3D 空間に対して、マルチメディア情報と配置情報を統合しマルチメディアコンテンツを提示しており、3D 制作ソフトを持たないユーザにとっては空間のカスタマイズが難しく、また仮に 3D 制作ソフトを利用して空間を生成する場合においても非常に手間のかかる作業である。そこで、本論文では、より利用者に簡単に作成できる簡易的な 3D 空間の生成手法の提案を行い、その生成された空間の情報と GraphiX の手法を利用することにより、Web 上に利用者の指向に適応したデジタルミュージアムを実現するための方法について提案する。

キーワード： デジタルミュージアム, 空間生成, 利用者指向

Design and Implementation of User Oriented Digital Museum

Katsutoshi ISHIZAKI † Masaaki HOSODA † Satoru NISHIDA † Mamoru EMOTO †
Takeo KUNISHIMA ‡ Kazumasa YOKOTA ‡

† Graduate School of Systems Engineering, Okayama Prefectural University

{ishizaki, hosoda, snishida, emoto}@c.oka-pu.ac.jp

‡ Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University

{kunishi, yokota}@c.oka-pu.ac.jp

Abstract We have been developing a graphical presentation system, called GraphiX, for integrating and presenting various multimedia information. In this system, as multimedia contents are divided into presentation space and presentation contents, we can create many kinds of presentation system such as digital museums, digital books, and digital maps. However, focusing on digital museums, it is difficult for users without any technical knowledge on computer graphics to create presentation space such as museum buildings. In this paper, to solve the above problem, we propose a simple framework for creating digital museums in Web environments, where even novices on technical knowledge create and maintain digital museums.

Key words: Digital Museum, Space generation, User Orientation

1 はじめに

近年、コンピュータの急速な性能向上にともない、フライトシュミレーションやデジタルミュージアムなどの3D表現の実用化がインターネット上においても盛んになってきている。その中で我々は現在、マルチメディア情報提示システム GraphiX (Graphical presentation system by individual data and extended XML)[1]を中心にデジタルミュージアムの研究、開発を行なっている。デジタルミュージアムは、特に美術館や博物館を保有する自治体から多くの需要があり、大いに期待が込められている分野である。その主な理由としては、実際の美術館や博物館には多くの資料が収録してあるが、展示される資料は空間に限りがあるために、ごく一部となっている、そこで展示スペースに限度のない仮想空間を利用したいという意向とインターネットを利用して情報発信を行う事で、実際の美術館や博物館に来てもらうという広告の目的があるからである。そして、実際の美術館や博物館は学芸員が展示物を決めているので、各利用者の指向に適應したマルチメディアコンテンツ(以下、MMCと略記)を展示するというような柔軟性がないことも挙げられる。この分野においては東京大学坂村研究室で開発された MMMUD[2] やメイジアン社が開発した DMoC システム [3] などの研究、開発が行なわれている。また、ループル美術館 [4] や、原美術館 [5] においては Web 上でのデジタルミュージアムの実用化がすでに行なわれている。

MMMUD(Multimedia multi-user dungeon) は、美術館や博物館のもつ資料をデジタルアーカイブ化し、それを仮想空間で提示するシステムである。MMMUD は仮想空間中にユーザの代理の存在であるアバタを登場させ、ユーザは自分のアバタを自由に操作し探索する。そして、仮想空間中のマルチメディアデータを、さまざまな観点から閲覧できる。また、このシステムはマルチユーザ仮想空間を実現しており、複数のユーザが空間内で話し合うというような事が可能である。しかし、このシステムを利用、閲覧するためには専用の OS とブラウザが必要であり、一般のインターネット利用者がデジタルミュージアムを作成したり、閲覧することが難しく、一般利用者向けには普及していない。

DMoC システムは、展示用 MMC の管理とオーサリングのための統合システムであり、MMC をタッチパネル、Web などのメディア表示システムに同

時配信する事が可能である。しかし、このシステムは現実の美術館や博物館を訪れて利用することが主な目的であり、仮想空間に MMC を配置し閲覧するのではなく、単純に、ある「テンプレート」に従って MMC を配置した Web サイトを閲覧しているので、Web 上では臨場観を味わうことができない。

現在のデジタルミュージアムの多くは3D製作の専門家が製作したものであり、展示物や建物の更新を行うたびに、その専門家にカスタマイズしてもらう必要があるので手間とコストがかかる。したがって、3Dソフトの知識を持たなくても、簡単にデジタルミュージアムのカスタマイズが行えることが美術館や博物館から要求されている。そこで、本研究では、簡単な Web サイトを作成できる程度のインターネット利用者が自分のデジタルミュージアムを簡単に製作できるようにする手法を提案する。まず、セル単位で部屋を製作し、それをつなげていく事で1つの簡易的なデジタルミュージアム空間を生成する。次にその生成された空間の情報と従来の GraphiX の手法を利用することにより、一般のインターネット利用者の環境において利用者の指向に適應したデジタルミュージアムを実現する。

本論文では2章で本研究の目的を実現するシステムの概要を紹介し、3章ではデジタルミュージアム空間の構築方法を説明し、4章では本システムの仕様を詳しく説明する。5章では利用者指向なデジタルミュージアムの提示方法について説明し、6章では今後の課題などをまとめる。

2 システムの概要

本章では、本システムの基となっている GraphiX の概要を説明し、本システムの概要を述べる。

2.1 マルチメディア情報提示システム GraphiX

GraphiX は、提示する内容と空間への MMC の配置に情報を分割し、閲覧する際にその2つの情報を統合するシステムである。これにより、同一の内容に対して図1のような様々な形式での提示が可能となった。

例として、GraphiX システムのミュージアム形式による提示の手順を簡単に説明する。

1. MMC を選択

まず、利用者は閲覧したい MMC を選択する。

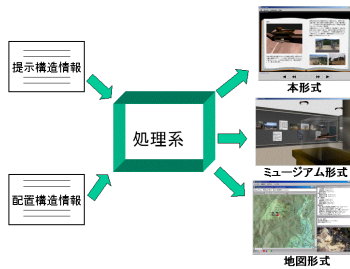


図 1: GraphiX システムの流れ

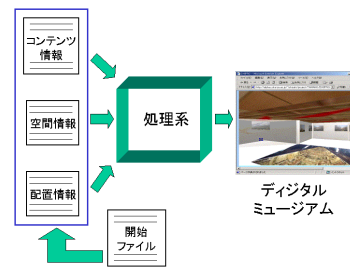


図 2: D-Cubist システムの流れ

2. 提示構造情報の生成

1 で得た MMC から提示構造情報 (順序付け、グルーピング等) を生成し、必要ならば MMC の追加、削除などの修正を行う。

3. 配置構造情報の生成

2 で作成した提示構造情報と 3D 作成ソフトにより製作した 3D 空間から、実際に 3D 空間にどのように MMC を配置するかを配置構造情報として生成する。

4. 表示

2 と 3 で生成した提示構造情報と配置構造情報を統合して、実際に 3D 空間に MMC を配置する。閲覧者はウォークスルーを行い、展示された MMC を閲覧する。

2.2 利用者指向デジタルミュージアム提示システム D-Cubist

前節で説明した GraphiX は様々な形式の表示が可能である。しかし、ミュージアムに特化して考えた場合には、3D ソフトを持たない利用者が実際に製作する事は難しく、テンプレートのように、あらかじめ製作された 3D 空間に対して MMC を配置することしかできない。また、このシステムは Web 上での公開に至っていない。そこで、我々は一般のインターネット利用者が簡単に作成できる簡易的な 3D 空間の構築方法を導入し、簡単に Web 上に自分のデジタルミュージアムを公開でき、それを一般のインターネット利用者が簡単に閲覧できるシステム D-Cubist を開発した。

以下に D-Cubist のシステムの流れを図 2 で示し、デジタルミュージアムの生成手順を説明する。

1. 空間情報の生成

利用者はデジタルミュージアムに利用する簡易的な 3D 空間を構築し、そこから空間情報を生成する。

2. コンテンツ情報の生成

1 で生成した 3D 空間に展示する MMC に作成者やリンク情報などの情報を付加し、コンテンツ情報を生成する。

3. 配置情報の作成

1 と 2 で生成した空間情報とコンテンツ情報から、実際に MMC の配置位置と配置形式を決定し、配置情報を作成する。

4. 開始ファイル、HTML ファイルの作成

1 ~ 3 で生成した 3 つの情報のアドレスを示した開始ファイルを生成する。また、Web 上で表示させるために、専用コードを書き込んだ HTML ファイルを生成する。

5. 表示

4 で生成した HTML ファイルをブラウザが読み込み、開始ファイルから必要な 3 つの情報をシステムが読み込んで、デジタルミュージアムが生成されブラウザ上に表示される。利用者は、その空間内をウォークスルーしながら、さまざまな配置形式の MMC を閲覧する。

このように D-Cubist では GraphiX と以下の点が主に異なる。

- Web 上での表示

GraphiX では、現段階において Web 上での表示はできないのに対し、D-Cubist では Web 上でプラグイン (shockwave player) をインストールすることで、閲覧することが可能である。

- 3D 空間の製作

GraphiX では、3D ソフトで製作した 3D 空間に対して配置構造情報を生成する。D-Cubist は利用者が自分で 3D 空間を製作することが可能になった結果、新たに空間情報を導入した。

- 提示

GraphiX はデータベースからの問い合わせの結果として得られたマルチメディア情報を半自動的に様々な形式で提示する事を目的としているのに対し、D-Cubist は利用者のデジタルミュージアムの構築を支援し、それを Web 上で提示することを目的としている。

3 簡易的な 3D 空間の構築

本章では、簡易的な 3D 空間を構築する方法と、そこから生成される空間情報の概要を説明する。

3.1 構築方法

本研究ではセル (部品) を複数利用して 3D 空間を組み立てる構築方法を提案する。

まず、壁を最小単位とする。理由は 1 つのデジタルミュージアムにおいても、空間の部分ごとにテーマを設けて、それに適した壁や天井の色などを設定するような要求が考えられるからである。また、簡単のために壁の高さを一定として空間を上から見て構築していくとする。

次にセルについて説明する。セルの形は正方形を採用し、その形を形成している 4 つの辺をそれぞれ壁とする。また、この正方形に引くことが可能な 2 本の対角線も壁と考える。ここで、対角線について考えると展示する壁の向きが 2 方向あるので、対角線 1 辺にはそれぞれ 2 本必要である。したがってセルには 8 つの壁が存在する (図 3)。

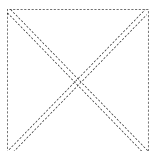


図 3: セルの概要図

セルはこの 8 つの壁の有無の組合せから決定されるが、正方形を形成する 4 辺においては壁の無いことに 2 種類の意味がある。それは、続きのセルが有るか無いかで判断される。以下において、その例 (図 4) を示す。この図は 4 つのセルを組み合わせせて空間を上から見た図であり、斜線部分が空間領域である。そして太線部分が壁が有る辺、点線が無い辺である。

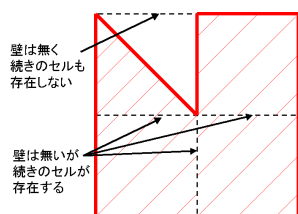


図 4: セルの概要図 (2)

これらのセルを組み合わせた例 (図 5) を示す。

3.2 空間情報の概要

次に、上記の構築方法で構築された 3D 空間をデータにした空間情報について説明する。本シ

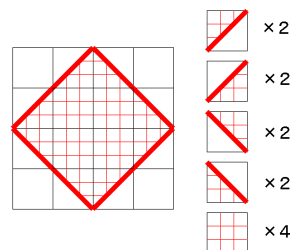


図 5: セルの組合せ例

ステムでは、利用される情報は XML (Extensible Markup Language) により記述する。理由は、値の意味が把握しやすいことと、Web 上でのデジタルミュージアムの実現ということでインターネットを利用したデータの交換が行なわれる可能性があるからである。以下に空間情報の構造を示す。

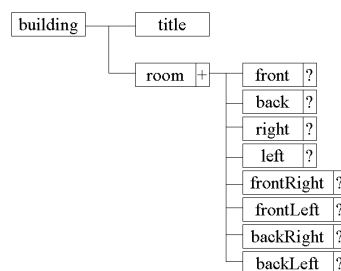


図 6: 空間情報の構造

building 要素

先程説明した空間構築の方法では単に空間の構造を定義しただけである。そこで、デジタルミュージアムに必要なデータ (表 1) を building 要素の属性に付加する。

表 1: building 要素の属性

ceiling	天井のデフォルトのテクスチャ
floor	床のデフォルトのテクスチャ
wallpaper	壁のデフォルトのテクスチャ
polepaper	柱のテクスチャ
roomSize	セルの 1 辺のサイズ
roomHeight	空間の高さ
BGM	空間内の BGM
lightColor	空間内の照明の色
startRoom	スタート地点となるセル
startPoint	startRoom 中の初期位置
startDirection	スタート地点での向き

room 要素

room 要素は、前節で説明したセルに相当する。付加される属性は表 2 の通りである。

ここで、ceiling 属性と floor 属性が含まれているが、これはそのセルだけ天井や床のテクスチャを変更したい場合のみ記述し、記述されなかった場合は

表 2: room 要素の属性

name	セルの名前
ceiling	天井のテクスチャ
floor	床のテクスチャ

building 要素の ceiling 属性、floor 属性が採用される。このような定義にすることで、セル単位での内装の変更を行なえる。

次に、room 要素には 8 つの要素が含まれる、この 8 つの要素が前節で説明した 8 つの辺に相当する。各辺の要素名は図 7 に示す。

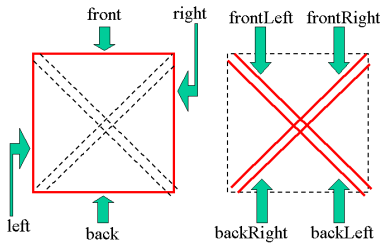


図 7: セルの壁の要素名

そして、正方形を形成する 4 辺 (front, back, right, left) には図 5 で示したように、壁が無いにしても 2 つの場合がある。そこで、これらの場合分けは壁が有る場合は図 7 の要素名に従い要素を記述する。壁は無いが、そこからつづくセルが有る場合は、その方向の要素を記述し、to 属性を付加し属性値として、そこから続くセルの名前 (room 要素の name 属性値) を記述する。壁が無く、そこからつづくセルが無い場合は要素を記述しない。また、8 つの要素の属性として wallpaper 属性を記述することで、壁ごとに色やテクスチャを変更可能である。

例として、図 8 の空間を示した空間情報 (room 要素以下) を以下に示す。

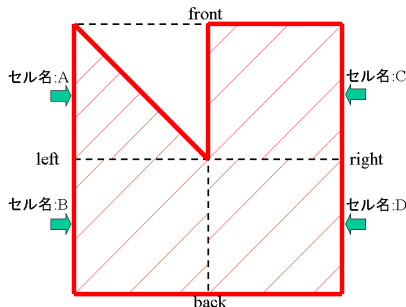


図 8: 空間の例

4 コンテンツの配置

本章ではシステムに必要な情報であるコンテンツ情報と配置情報の概要を述べる。

```
<?xml version="1.0" encoding="SHIFT_JIS"?>
<room name='A'>
  <back to='B'> <right/>
  <left /> <backLeft/>
</room>
<room name='B'>
  <front to='A'> <back/>
  <right to='C'> <left/>
</room>
<room name='C'>
  <front/> <back to='D'>
  <right/> <left/>
</room>
<room name='D'>
  <front to='C'> <back/>
  <left to='B'> <right/>
</room>
```

図 8 の空間情報

4.1 コンテンツ情報

コンテンツ情報はデジタルミュージアムに展示される MMC に、より理解を深めてもらうための情報を付加するための情報である。以下にコンテンツ情報に必要な情報と記述例を示す。

表 3: コンテンツ情報に必要な情報

information	付加情報
link	リンク情報
oid	識別子
src	ファイルへのパス
type	メディアのタイプ

```
<?xml version="1.0" encoding="SHIFT_JIS"?>
<contents>
  <content oid='S001' src='http://
... ' type='pic'>
    <information>サンプルです</information>
    <links>
      <link href='http:// ...'>
        詳細画像
      </link>
    </links>
  </content>
</contents>
```

コンテンツ情報の記述例

ここで定義できるメディアは静止画 (pic)、3D オブジェクト (threeD)、音声 (sound) である。動画は記述する事はできない。詳しくは 5 章で説明する。また、information 要素と links 要素は図 9 のように、そのメディアがデジタルミュージアム上でクリックされた場合に、そのメディアに関するテキストデータとして表示される。

我々は GraphiX において、個々のメディアに対して情報を付加するのに加えて、複数のメディアに対してグルーピングや順序付けを可能としている [6]。その結果、半自動的にマルチメディア情報を提示空間に配置したり、閲覧者は提示内容の理解を、より深めることが可能となっている。そこで

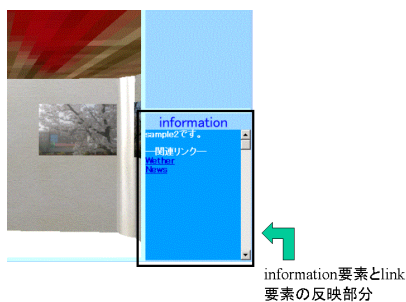


図 9: information と link の表示

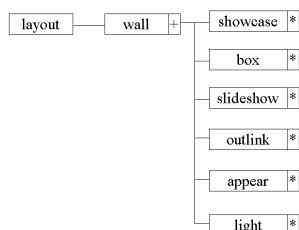


図 10: 配置情報の構造

D-Cubist では現段階において、このような概念は無いが、今後、例えば、あるテーマでまとまった部屋を作りたいというような、デジタルミュージアムの構築を支援する目的で利用することを考えている。

4.2 配置情報

配置情報はコンテンツ情報で記述された MMC を空間情報で記述された 3D 空間に、どのような形式でどこに配置するかを記述する情報である。図 10 に配置情報の構造を示す。

4.2.1 配置

MMC の配置は全て壁をベースに行われ、利用者はまず、どの壁に MMC を配置するかを決定する (wall 要素)。したがって、3次元の座標を意識することなく、壁を 2次元の座標とすることで MMC を配置する。このように 3次元から 2次元にすることにより、利用者の作業量を軽減している。

4.2.2 配置形式

実世界の美術館や博物館と違い Web 上は、様々な配置形式が存在する。以下、配置形式を紹介する。

showcase 形式

showcase 形式は MMC の配置の基礎となる形式で、壁に静止画を展示するためのものである。実世界においての額縁に相当するものである。location 属性は配置位置、size 属性は配置するオブジェクトのサイズを示す。そして、その子要素に、showcase に配置するイメージを img 要素の属性として、コンテンツ情報で指定した oid 属性を指定する。

```

<showcase location=''(100,100)''
  size=''(150,100)''>
  <img oid='s002''/>
</showcase>
  
```

showcase 形式の記述例

box 形式

box 形式は直方体に静止画を配置し、閲覧者はそれをマウスでドラッグして回転させながら MMC を閲覧する配置形式である。

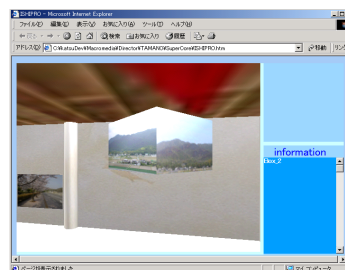


図 11: box 形式

```

<box location=''(100,100)'' size=''(150,100)''>
  <img oid='s003''/>
  <img oid='s004''/>
  <img oid='s005''/>
  <img oid='s006''/>
</box>
  
```

box 形式の記述例

上記に述べた配置形式以外にも、画像がボタンを押すごとに順に変わっていくスライドショーを表現した slide 形式。これは、複数の MMC に、ある意味でまとまりが存在する場合には有効な配置形式である。また、ボタンを押したら別ウインドウを開き、指定した URL にリンクする outlink 形式、ボタンを押したら、MMC が表示される appear 形式、直接は MMC に関与しないが、空間内の照明を変えることのできる light 形式などが存在する。

5 システムの実現

本章では、D-Cubist を実現するために有用なツールと実現方法について説明する。

5.1 空間情報生成ツール

空間情報生成ツールは、空間を上からの 2次元で表現し様々なセルを組み合わせ、空間を構築し、完成した空間から空間情報を出力するツールである。このツールは空間生成を視覚的にわかりやすく捉えているので、利用者は簡単に空間情報を作成できる。

5.2 コンテンツ情報生成ツール

コンテンツ情報生成ツールは、デジタルミュージアムに利用する MMC に関連するリンクの情報

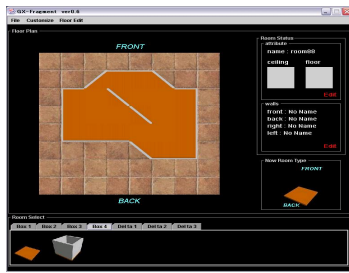


図 12: 空間情報生成ツール

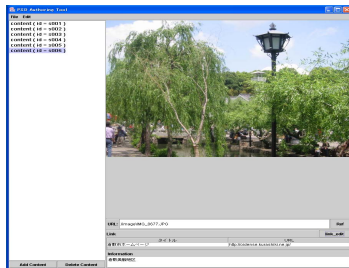


図 13: コンテンツ情報生成ツール

やテキストデータを付加し、4.1 節で述べたコンテンツ情報の生成を支援するツールである。

5.3 開始ファイル

D-Cubist は、開始ファイルを読み込む事で処理が開始される。開始ファイルは、利用する3つの情報(コンテンツ情報、配置情報、空間情報)のアドレスを記述したものである。以下に記述例を示す。

```
<?xml version="1.0" encoding="SHIFT_JIS"?>
<D-Cubist>
  <title>Title</title>
  <initDataUrl base="http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/~ishizaki/project/TAMANO/">
    <bud src="data/sample.bud" />
    <lad src="data/sample.lad" />
    <cod src="data/sample.cod" />
  </initDataUrl>
</D-Cubist>
```

開始ファイルの記述例

5.4 実現方法

5.4.1 開発環境

D-Cubist は、Macromedia 社 DirectorMX により開発した。空間情報、コンテンツ情報、それぞれの生成ツールは Java1.4 により開発した。

5.4.2 利用者指向な提示

D-Cubist は Web 上で動作するシステムであるので、利用者の利用している PC のスペックに依存する部分は大きい。特に 3D の描画やデジタルミュージアムに必要な MMC のダウンロードには多大なる負荷がかかる。そこで、D-Cubist では、この負荷を軽減した。

動画の排除

D-Cubist では、動画をデジタルミュージアムで配置することは不可能にした。動画は多くのメモリを消費し、計算量が多いため CPU に大きな負荷がかかってしまう。したがってミュージアム内に常に動画を配置しておくウォークスルーがスムーズにいかなくなったりする可能性がある。また、静止画などと比べると容量が大きいことからダウンロードに時間がかかってしまう。そこで、D-Cubist では配置形式の outlink 形式などを利用して、ミュージアム内から別ウィンドウへリンクする事で動画をストリーミング配信などで閲覧することとし、必要な場合のみ表示することとした。

インタプリタ

D-Cubist では、逐次、3つの情報の必要な部分を抽出し、解釈しながら、動作を進めていくインタプリタとしている。このような処理を行うことにより、デジタルミュージアム内の自分のいる位置から見えない部分を描画する必要がなくなり、CPU の負荷を軽減できる。また、見えない部分の MMC をメモリに展開させないようにすることで、消費メモリを少なくする事が出来る。

この処理を行うには、以下の事を一定間隔で行なう事により実現する。

1. 位置情報の取得

まず、自分の位置している地点が、どのセルに属して、下の図の区分において、どの方向に向いているかを取得する。

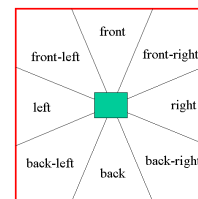


図 14: 視点の向きの区分

2. 描画するセルの決定

1 で取得した情報から、描画するセルを決定する。セルを決定するアルゴリズムは視点の向きが front、back、right、left の4方向の場合と、その他の斜め方向の場合によって違いがある。以下にそのアルゴリズムの説明をする。

front,back,right,left の場合

1. 自分の位置から視点の方向へ、壁で遮られるまでの全てのセルを描画するセルとする。

2. 1. で決定されたセルと自分の位置しているセルから front,back,right,left 方向に接続されるセルがある場合は、それを描画するセルとする。
3. 2. で決定されたセルから、視点の方向へ接続されるセルがある場合は、それも描画するセルとする。

以下に例を示す。矢印のあるセルが現在地、その方向が視点の方向、セル内に記述されている番号は上記の手順でセルを決定した時の、その番号に相当する。すなわち、1と書かれたセルは、上記の手順1で決定したセルという意味である。

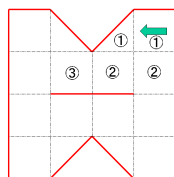


図 15: left 方向の場合のセルの決定例
斜めの場合

1. 自分の位置から front,back,right,left 方向へ接続されるセルと、視点の方向へ壁で遮られるまでの全てのセルを描画するセルとする。
2. 1. で決定されたセルから、斜めを構成する向き (back-left ならば back と left 方向) に接続されるセルがある場合は、それを描画するセルとする。
3. 2. で決定されたセルから、手順1と同じ操作を行なう。

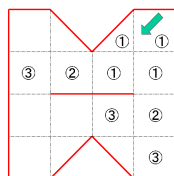


図 16: back-left 方向の場合のセルの決定例

3. セルの描画

2. で決定されたセルについての情報を、コンテンツ情報、配置情報、空間情報から抽出し、必要な MMC をメモリに展開する。そして、セルを描画する。

6 結論と今後の課題

本論文では、簡単に簡易的な 3D 空間を構築する手法と、利用者の指向に適応したデジタルミュージアムの提示方法と Web 上への実現方法の提案とその実現を行った。

これらを実現することで従来のデジタルミュージアムと異なり、一般のインターネット利用者でも簡単に自分のデジタルミュージアムを Web 上で公開する事が可能になった。また、本システムは岡山県玉野市の海洋博物館のデジタルミュージアム化に導入する予定である。

今後の課題として、以下のものが挙げられる。

- D-Cubist による共有空間の実現
作成したデジタルミュージアムを、インターネット利用者のコミュニケーションの場としたので、共有空間の実現を行いたい。
- デジタルミュージアム構築の支援
現在は、このシステムで作られた 3D 空間に対してのみ MMC を配置できる。今後は、既存の 3D に対応していきたい。また、空間への MMC の配置の支援として、コンテンツ情報の構造化や配置の半自動化を考えていきたい。
- 他のシステムとの連携
現在、我々の研究室では GraphiX、D-Cubist に加えて、自動案内システムと、簡易 3D 機能を利用した観光案内システムの研究、開発を行っている。これらのシステムを D-Cubist と連携させることで機能の向上を行いたい。

参考文献

- [1] 藤野猛士 石崎勝俊 谷本奈緒美 細田昌明 國島文生 横田一正, “ユーザ適応型マルチメディア情報提示システムの実現” 第 1 3 回 DEWS2002
- [2] MMMUD
http://www.um.u-tokyo.ac.jp/dm2k-umdb/publish_db/books/dm2000/japanese/01/01.html
- [3] Magian Design Studio
<http://www.magian.com.au/>
- [4] Louvre Virtual Tour Entrance
<http://www.louvre.or.jp/louvre/QTVR/japonais/intro2.htm>
- [5] H A R A M U S E U M:arc-en-ciel
<http://www.haramuseum.or.jp/index1-j.htm>
- [6] 細田昌明 那須正裕 野田英志 松原幸平 國島文生 横田一正, “論理構造を持つマルチメディア情報の利用者適応型提示の実現” 第 1 4 回 DEWS2003