



コンテンツの再利用性を考慮したナビゲーションシステムの開発と実運用

寺田, 努

(Citation)

ヒューマンインタフェース学会論文誌, 14(1-4):111-120

(Issue Date)

2012

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90002135>



コンテンツの再利用性を考慮した ナビゲーションシステムの開発と実運用

寺田 努^{*1}

Design and Actual Use of a Navigation System for Contents Reutilization

Tsutomu Terada^{*1}

Abstract – Our research group creates navigation contents for Expo'70 Commemoration Park in Osaka, and develops navigation systems using the contents. Since it takes much monetary cost and human resources to useful/interesting navigation contents, it is difficult to create such high-quality contents for single small-scale system. Therefore, we propose a framework for constructing multiple navigation systems without drastic modification on contents and systems, by using our proposed event-driven platform. In this paper, we construct four navigation systems using the proposed framework with navigation contents for Expo'70, such as a wearable navigation system, AR navigation system, and Kiosk-style navigation system. The implemented systems received high commendation from users in experimental demonstrations.

Keywords : Wearable Computing, Navigation System, Contents Reutilization, Augmented Reality

1. はじめに

近年のマルチメディア技術の発展により、博物館や美術館、アミューズメントスポットなどでマルチメディアコンテンツを活用したナビゲーション(案内)システムが利用されるようになった。実際に運用されている例としてはみんぱく電子ガイド実証実験^[1]や無電源端末を用いた案内システム^[2]などが挙げられる。また、研究レベルでも垂水らのシステム^[3]、小田島らのシステム^[4]、GUIDE^[5]、The Parks PDA^[6]、xExplorer^[7]やActiveGIS^[8]、といったようにさまざまなナビゲーションシステムが提案されている。利用者にとって、ナビゲーションシステムの便利さや面白さは、閲覧するコンテンツそのものに依存するところが多い。一方、面白いコンテンツを作成するためには大きな時間・費用コストがかかるため、研究段階の案内システムではシステム自体は優れているにもかかわらず、コンテンツが充実していないために評価が低くなったり、実証実験に耐えうるコンテンツが作れないといった現象も起こりうる。このような問題を解決するためには、ある目的で作成したナビゲーションコンテンツを単一システムで動作させるだけでなく、他システムやチラシ、ウェブサイトなどさまざまな用途に再活用し、システムあたりのコンテンツ作成コストを下げるのが有効である。筆者らの研究グループにおいてこれまで提案したウェアラブルナビゲーションシステム^[9]を

含め、これまでに提案されてきたナビゲーションシステムでは、コンテンツを容易に再利用できる仕組みが構築されていなかったため、同一コンテンツを利用した他システムを構築するコストが高くなっていた。

そこで本研究では、大阪万博記念公園のナビゲーションコンテンツを例として採り上げ、さまざまなシステムにおいて容易にコンテンツを再利用できるナビゲーションシステムの構築を目的とする。提案システムは、コンテンツを起動させるトリガと条件判断、コンテンツの再生を自由に組み合わせて記述できるため、同じコンテンツ群を利用してさまざまなナビゲーションシステムが容易に構築できる。本研究では、実際にウェアラブルナビゲーションシステム、情報キオスク型ナビゲーションシステム、視聴型ナビゲーションシステム、ARナビゲーションシステムなどいくつかのシステムを構築・運用し、コンテンツがうまく再利用されていることを定量的評価およびアンケート評価により確認した。

以下、2章では作成したコンテンツの内容を説明し、3章で提案システムの詳細について述べる。4章では実際に構築した4つのナビゲーションシステムについて述べ、5章で評価および考察を行う。最後に6章で本研究をまとめる。

2. 万博ナビゲーションコンテンツ

1970年に大阪府吹田市で開催された大阪万国博覧会は「人類の進歩と調和」をテーマに世界各国から6421万人が集まった史上最大級のイベントである(参考:

^{*1}: 神戸大学大学院 工学研究科

^{*1}: Graduate School of Engineering, Kobe University

2005 年愛知万博の入場者は延べ 2205 万人であった)。この万博では、さまざまな国を紹介する 44 のパビリオンと参加企業による 32 のパビリオンが設置され、いずれも大きな注目を集めた。その後、その跡地は約 260ha の面積をもつ自然豊かな万博記念公園^[10]として整備され、撤去されたパビリオンの跡地には当時のパビリオンの名称を記したプレート(図 1)が設置されている。

一方、年月の経過とともに 1970 年当時の万国博覧会を知らない世代の人々が増加し、当時の様子を知る人が公園を訪れて当時を懐かしむということは少なくなっており、またパビリオンの名称だけが記されたプレートから当時を想像するのも困難である。そこで筆者らの研究グループでは、在りし日の万博公園の姿を思い起こせるような万博ナビゲーションコンテンツを製作するプロジェクトを立ち上げた。コンテンツに対する要求は下記のとおりである。

- 案内の形態はさまざまである。単にムービーとして見せたり、情報キiosk端末で表示したり、携帯電話で見せたり、と用途はさまざまであるが、使い方に応じてコンテンツやシステムをできるだけ作り直さないようにする
- 万博公園はバリアフリー化の取り組みを推進している。コンテンツも、障害者や子供、老人であっても楽しめるものでなければいけない
- 季節のイベントや、新たな施設の追加が生じるため、コンテンツの追加・削除・改変に対応できるようにする

これらの要求事項をもとに、筆者らは Flash を用いて下記のコンテンツを作成した。

- パビリオンや名所の解説アニメーション 23 個
- パビリオンや名所に関する 3 択クイズ 18 個
- 写真のピースを組み合わせて太陽の塔を作るパズル 1 個
- 2 次元で自由に回転する地図
- 案内用矢印アニメーション 19 種類

上 2 つのコンテンツに関しては、通常のアニメーションに加えて、ろうあ者用の手話ビデオつきアニメーションおよび、視覚障害者向けの音声のみのコンテンツも作成した。これらのコンテンツを作成するに当たって注意したことは、1 つの大きなナビゲーションムービーなどを作ると改変、多種ユーザ対応、追加・削除が困難であるため、できるだけ細かい単位で各コンテンツを別に作成したことである。同じパビリオンに関するコンテンツであっても、その説明コンテンツと関連クイズのコンテンツは独立して作成している。実際の万博公園の地図に対してコンテンツを配置した位置を図 2 に、作成したコンテンツの画面例を図 3 に

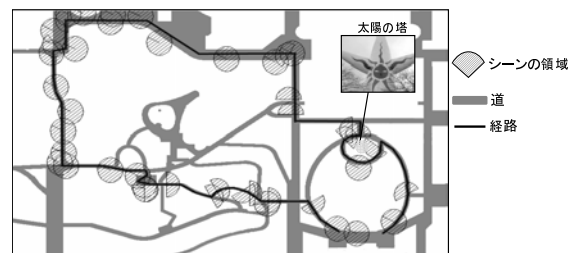


図 2 コンテンツ配置
Fig. 2 Contents allocation.

示す。左上から、地図コンテンツ、案内用矢印、パビリオン説明(手話付)、3 択クイズ、パズルの例である

3. コンテンツ再利用を考慮したナビゲーションシステム

前章で述べたように、ナビゲーションコンテンツは細切れで作成し、組合せによってさまざまなナビゲーションシステムに対応できるようにした。一方、ナビゲーションシステム側の機能が固定されていた場合、新たな用途に利用するたびにシステム全体を再構築する必要があり、コンテンツの再利用性は低くなる。そこで、システム構築に Wearable Toolkit^[11] のエンジンである A-WEAR^[12] を用いることで、システムの作成を容易にし、コンテンツ再利用性を高める。ある地点における解説を表示するようなナビゲーションを行う場合、モバイルナビゲーションであれば「ある地点に近づいたときに、その対象物のコンテンツを再生」、キiosk端末であれば「ユーザがあるポイントをタッチしたときに、そのポイントのコンテンツを再生」、といったように、コンテンツ再生のトリガとなるイベントを決め、対応するコンテンツを関連付けるという方式が直観的である。A-WEAR は、図 4 に示すように WindowsOS 上でミドルウェアとして稼働し、プラグインを通して入出力機器やセンサなどのデバイスを制御する。その動作は図 5 に示す構文に基づき、発生する事象 (Event)、実行条件 (Condition)、実行する

コンテンツの再利用性を考慮したナビゲーションシステムの開発と実運用

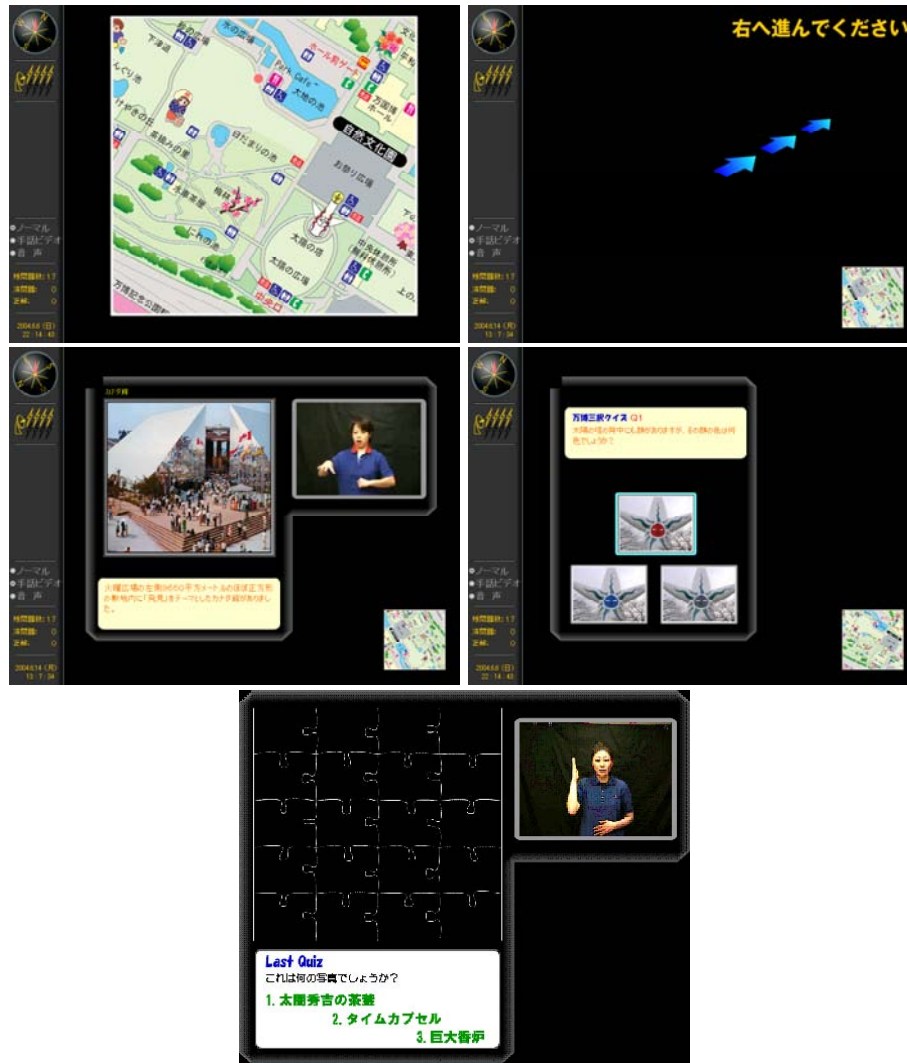


図3 作成したコンテンツの例
Fig.3 Example of created contents.

動作 (Action) の3つを一組としたECAルールにより記述するため、ナビゲーションシステムの開発においてもイベントとアクションの組合せをそのまま記述すればよく、イベント部分を書き換えることで用途の変更にも対処しやすい。また、ナビゲーションを行う地点や機能の追加・削除等もルールを追加・削除することでアドホックに処理でき、システムの柔軟性が高くなる。イベントやアクションに記述できる内容は、プラグインにより自由に拡張可能である。例えばGPSプラグインをシステムに導入すると、イベントとして「GPSMOVE」が使えるようになり、ユーザの移動をイベントとしてサービスが記述できる。

4. ナビゲーションシステムの構築

本章では、提案する枠組みを用いることで実際にどのようなナビゲーションシステムを構築してきたかを述べる。以下に示すナビゲーションシステム(ウェアラブル型、キオスク型、AR型、視聴型)では、ナビ

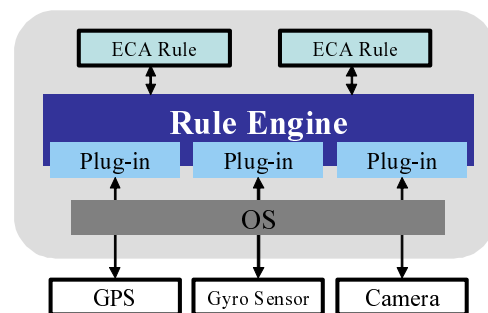


図4 A-WEARの処理イメージ
Fig.4 Processing image of A-WEAR.

ゲーションコンテンツを起動するトリガとなる情報は異なるが、コンテンツ自体は同じものを再利用している。各アプリケーションにおいてコンテンツを起動するトリガとなる動作を表1にまとめる。

```

DEFINE Rule-ID
  [FOR Scope]
  [VAR Variable-name AS Variable-type]*
  WHEN Event-type [ (Target-of-event)]
  IF Conditions
  THEN DO Actions
    
```

図5 ECA ルールのフォーマット
Fig.5 Syntax of ECA rule.

表1 コンテンツ再生のトリガとなる動作
Table 1 Triggers to play a content.

アプリケーション	トリガとなる動作
----------	----------

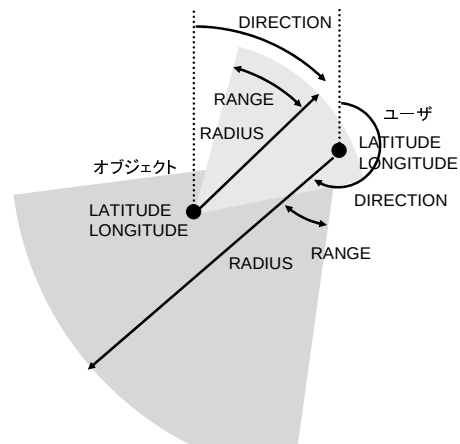


図7 視界の判断
Fig.7 Calculation of angular range of view.

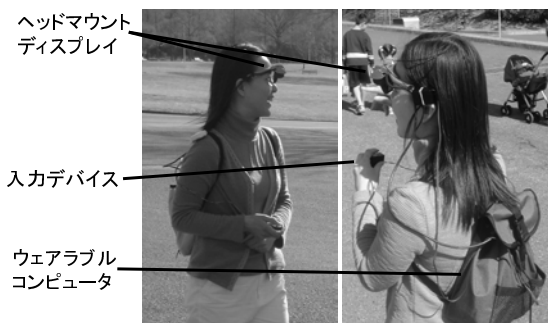


図6 ウェアラブルコンピューティング
Fig.6 Wearable Computing.

4.1 ウェアラブルナビゲーションシステム

本システムは万博公園において、実際に公園を散策しながらナビゲーションコンテンツを視聴するシステムである。ハードウェアとしてはウェアラブルコンピュータを採用した。ウェアラブルコンピュータとは、コンピュータを身につけて利用する新たなコンピュータ利用形態であり、図6に示すように、ヘッドマウントディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) と呼ぶ頭部装着型ディスプレイを用いることで、ハンズフリーで常時情報を閲覧できるという特徴がある。

このシステムは、GPS と地磁気センサを用いることでユーザの位置と向いている方向を取得し、ユーザの視界にパビリオン跡地が入ったときに自動的にそのパビリオンの案内コンテンツおよびクイズコンテンツを提示する。クイズに正解するとパズルのピースが取得でき、ゴール時に表示されるパズルゲームに挑戦できる。ユーザの視界にパビリオン跡地が含まれるかどうかの判断は、図7に示すように、ユーザ、パビリオン跡地の視界をそれぞれ扇形で表現し、お互いがお互いの視界内に入ったかどうかを調べている。

また、提案システムは健常者・障害者を問わずさまざまなユーザが使用することを想定しており、図8に



図8 デバイスの違いに応じたコンテンツ再生
Fig.8 A content playing considering the type of device.

示すように、健常者や車椅子での利用者であれば、システムにHMDおよびヘッドフォンを接続することで通常のコンテンツが再生される。一方、ろうあ者がシステムを利用する場合は、ヘッドフォンを利用せずシステムに音声が必要ないことを示すことで、手話ビデオが並行して再生される。視覚障害者がシステムを利用する場合は同様にHMDを利用しないことで音声のみのコンテンツが再生される。

A-WEAR上でナビゲーションシステムを実現するルール約30個のうち、コンテンツ再生判定を行っているルールを図9に示す。ルール *OnRotate* と *OnMove* はユーザの向いている方角や位置が変化したときに付近のコンテンツを検索するルール、*CheckPosition* は、検索されたコンテンツの中で、視界に入っている一番近いものを検索するルール、*DoNavigation* は、検出されたコンテンツを提示するルールである。

本システムを2004年3月25日に万博公園で開催されたサイバーコミュニケーション2004^[13]にて実運用し、招待された身体障害者20人に加え、公園を訪れ

```

DEFINE OnRotate
WHEN ROTATE
IF !CMN.IS_IN_BOUND[NEW.DIR, OLD.DIR, 10]
THEN DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM PositionTable WHERE
    LATITUDE > %GPS.LATITUDE% - RADIUS
    AND LATITUDE < %GPS.LATITUDE% + RADIUS AND
    LONGITUDE > %GPS.LONGITUDE% - RADIUS
    AND LONGITUDE < %GPS.LONGITUDE% + RADIUS ')

DEFINE OnMove
WHEN MOVE
IF !CMN.IS_IN_BOUND[NEW.LONGITUDE, OLD.LONGITUDE, .001]
OR !CMN.IS_IN_BOUND[NEW.LATITUDE, OLD.LATITUDE, .001]
THEN DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM PositionTable WHERE
    LATITUDE > %NEW.LATITUDE% - RADIUS
    AND LATITUDE < %NEW.LATITUDE% + RADIUS AND
    LONGITUDE > %NEW.LONGITUDE% - RADIUS
    AND LONGITUDE < %NEW.LONGITUDE% + RADIUS ')

DEFINE CheckPosition
WHEN DB_SELECT(PositionTable)
IF ?CMN.IS_OBJECT_VISIBLE(GPS.LONGITUDE, GPS.LATITUDE,
    0.05, DIR.ALPHA NORTH, 60, NEW.LONGITUDE, NEW.LATITUDE,
    NEW.RADIUS, NEW.DIRECTION, NEW.RANGE)
THEN DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM SceneTable
    WHERE POS = %NEW.ID%' )

DEFINE DoNavigation
WHEN DB_SELECT(SceneTable)
THEN DO CALL VIEWER(NEW.XML)
    
```

図9 コンテンツ再生に関するルール
Fig.9 Rules for contents playing.



図10 運用の様子
Fig.10 Snapshots of using prototype.

た一般客やシンポジウム参加者など約80人が、1週1時間程度のナビゲーションを体験した^{[9][14]}。ウェアラブルコンピュータとしては自作の小型計算機およびSony社のVaio PCG-U34台を使用し、HMDには島津製作所のDataGlass2、GPSにはRightStuff GPS-USB-RA、地磁気センサにはSensation社のVector-Cubeを用いた。システムが利用されている様子を図10に示す。利用者にはアンケートを記入してもらい、提案システムが公園案内において新たな楽しみ方を提言しており、便利であると意見が得られた。評価の詳細は5章で述べる。

4.2 キオスク型ナビゲーションシステム

前節のウェアラブルナビゲーションシステムは、コンピュータを装着したユーザのための高度なナビゲーションサービスを提供することを目的としている。一方、ぶらりと公園を訪れた一般ユーザに対しては、所要所にキオスク型の端末を設置し、その中でタッチパネルディスプレイを用いたナビゲーションサービスを提供することが有効である。そこで、図11に示すように、キオスク端末上に表示されるマップ上の好きな点をタッチすることでその部分に関するコンテンツが再生されるシステムを開発した。

本システムもA-WEAR上で動作しており、システム構築に当たって変更したルールはコンテンツ再生トリガをタッチされた場所の読み取りに変更したのみである(図12)。



図11 キオスク型ナビゲーションシステム
Fig.11 A screenshot of Kiosk-type navigation system.

```

DEFINE SearchDBEntry
VAR Radius AS DOUBLE
WHEN GUI_LBUTTON_UP
THEN
DO Radius = DOUBLE(GLOBAL.RADIUS)
DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM PositionTable WHERE
    X > #NEW.X - GLOBAL.RADIUS# AND
    X < #NEW.X + GLOBAL.RADIUS# AND
    Y > #NEW.Y - GLOBAL.RADIUS# AND
    Y < #NEW.Y + GLOBAL.RADIUS# ')
    
```

図12 キオスク型ナビゲーションシステム用ルール
Fig.12 A rule for Kiosk-type navigation system.



図 13 万博公園を再現した部屋
Fig. 13 A room indicating EXPO park.

```

DEFINE DetectMarker
  VAR str AS BSTR
  WHEN AR_MARKER
  THEN DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM SceneTable
    WHERE ID = %NEW.MARKER%' )

```

図 14 AR ナビゲーションシステム用ルール
Fig. 14 A rule for AR navigation.

4.3 AR ナビゲーションシステム

これまでに説明したナビゲーションシステムは、万博公園の中を歩きながら公園を詳しく知ることを目的としたシステムである。一方、ナビゲーションコンテンツは、仮想的に公園を散策するようなアプリケーションにおいて利用することも有効である。そこで、拡張現実感 (AR: Augmented Reality) 技術を用いて、仮想的に万博公園を体験するウェアラブルナビゲーションシステムを構築した。

システムは、図 13 に示すように、部屋中に写真パネルを配置して仮想的に万博公園を再現し、写真パネルに取り付けられたビジュアルコードをユーザが装着したカメラで撮影することでナビゲーションコンテンツを再生する。ユーザは写真パネルの場所を見たときにそこに関する関連情報を HMD 上で閲覧できる。基本的な機能はウェアラブルナビゲーションシステムと同等であり、システムの機能的改変はコンテンツ再生トリガをビジュアルコードの読み取りに変更するのみであった (図 14)。



図 15 AR ナビゲーションシステムの体験の様子
Fig. 15 Snapshots of using AR navigation system.

```

DEFINE PlayNext
  WHEN FLASH_MESSAGE
  IF NEW.TYPE = 'END_MUOVIE'
  THEN DO DB_QUERY( 'SELECT * FROM TvTable
    WHERE ID = %GLOBAL.ID%' )
  DO GLOBAL.ID = MOD(INT(#GLOBAL.ID + 1#))

DEFINE OnContent
  WHEN DB_SELECT(TvTable)
  IF ?NEW.FILE
  THEN
    DO Viewer.Flash.Movie = STRING(NEW.FILE[0])
    DO Viewer.Map.SendMessage('Area', NEW.MESSAGE[0])

```

図 16 視聴型ナビゲーションシステム用ルール
Fig. 16 Rules for Broadcasting-type navigation system.

構築したシステムは、2006 年 4 月に大阪大学で開催された高校生向け体験学習イベント「コンピュータを着て遊ぶ」において実運用し、約 100 名の高校生が実際にシステムを体験した。その様子を図 15 に示す。また、50 名からアンケートの回答を得た。詳細は次章で示す。

4.4 視聴型ナビゲーションシステム

遠隔地において万博公園を疑似体験する場合、前節までのシステムのようにユーザのアクションに対応してコンテンツを提示するのではなく、スライドショーやテレビ番組のように繰り返しモデルコースやお勧めポイントを提示するようなナビゲーションシステムも有効である。そこで、図 16 のようなルールを作成し、視聴型のナビゲーションシステムを実現した。システムの表示例を図 17 に示す。この例ではモデルとなるルートを提示しながら、その経路上に存在する名所を順番に説明するようにコンテンツを再生する。



図 17 視聴型ナビゲーションシステムの表示例
Fig. 17 A snapshot of using Broadcasing-type navigation system.

5. 評価と考察

前章で説明したナビゲーションシステムに関する評価を行うことで、提案方式の有効性を調査する。まず、コンテンツの再利用性およびルール改変の必要性について定量的に比較し、次に実際の利用者からのアンケート結果をもとに提案システムの有用性を考察する。

5.1 コンテンツの再利用性

本論文において実装したナビゲーションシステムで利用したコンテンツは、2章で述べたとおり Flash コンテンツ 62 個である。それぞれのナビゲーションシステムにおいて、これらのコンテンツがそのまま利用されているかどうかをコンテンツの種類ごとに表 2 に示す。表から、中心となるコンテンツであるパビリオン解説に関してはすべてのナビゲーションシステムにおいてそのまま利用できたことがわかる。インタラクティブなコンテンツであるクイズに関しては視聴型ナビゲーションシステムでは用いられておらず、また矢印に関しては実際に歩きながらの案内でなければ必要の無いコンテンツであるため、ウェアラブルナビゲーションシステム以外では使用されていない。結果からわかるとおり、今回実装したシステムに関しては中心となるコンテンツの再利用性は高く、また、追加で作成しなければならなかったコンテンツは存在しない。したがって、少なくとも中心となるコンテンツに関しては再利用性が高いため手間をかけて作り込んでおく価値があるといえる。

5.2 システム改変の必要性

前節の結果よりコンテンツの再利用性が高いことが明らかとなったが、コンテンツ再利用のために大幅なシステム改変が必要であれば、実質的にはコンテンツの再利用性が高いとはいえない。そこで、それぞれのナビゲーションシステムにおけるデバイス構成を表 3 に、またシステム稼働に必要なルール数とその内訳を表 4 に示す。デバイス構成に関しては、すべてのシス

テムにおいて入力デバイスと出力デバイスはそれぞれ PC に直接接続する形となっているため、表にはデバイス名のみを列挙した。表からわかるように、システムごとに異なる入出力デバイスが用いられており、特にコンテンツ再生のトリガとなる入力部分に関しては多様であることがわかるが、そのような変化に対してコンテンツの改変や追加は必要なかった。一方、デバイス構成やシステムの目的に応じてシステムを構成するルールは変更する必要がある。表 4 から、ルールの合計数はそれぞれのシステムによって大きく異なることがわかるが、ほとんどのルールはウェアラブルナビゲーションシステムにおいて設計したルール 29 個の部分集合である。具体的には、例えばウェアラブルナビゲーションシステムと AR ナビゲーションシステムのルール数の違いは、ウェアラブルナビゲーションシステムの装着デバイスが多いため GPS や地磁気センサの処理があること、また実地であるため矢印の表示処理が入っていることによるもので、ルールを改変したのは 4.3 節で述べた 1 つおよび装着デバイスの初期設定を行うルール 1 つのみである。同様に、キオスク型ナビゲーションシステムではタッチパネル処理の 1 つのルール、視聴型ナビゲーションシステムでは自動再生を行うための処理 2 つのルールのみで改変であり、コンテンツを他のシステムに転用する際のルール改変自体も少ないことがわかる。

システムにおいて利用するプラグインについても、変化したのは装着デバイスの違いによるもののみであり、具体的にはウェアラブルナビゲーションシステムでは GPS プラグインや地磁気センサプラグインを利用し、AR ナビゲーションシステムでは ARtoolkit プラグインやカメラプラグインを利用しているといった違いである。新たなシステムを構築する際に、特殊なデバイスを用いるのであればこのようなプラグインを新たに作成する必要があるが、メディア再生や通信、シリアルセンサデータ受信などよく使われるような機能に関するプラグインはすでに存在するため、システム自体の改変は少ないといえる。

5.3 アンケートに基づく評価

前章で説明したナビゲーションシステムのうち、ウェアラブルナビゲーションシステムおよび AR ナビゲーションシステムに関しては、実際の利用者にアンケートをとりさまざまな意見を得た。アンケート項目とその集計結果を表 5 に示す。設問 2~8, 10~15 に関しては 5 段階評価で 5 が最も評価が高くなるようにした。設問 1 は (はい/いいえ) で回答してもらい、設問 9, 16, 17 は枠を設けて自由に回答してもらった。ウェアラブルナビゲーションシステムの実運用および AR ナビゲーションシステムの実運用それぞれで同じアン

表 2 コンテンツの再利用数

Table 2 Number of reutilized contents.

	解説アニメ	クイズ	パズル	地図	矢印
ウェアラブルナビ	23/23	18/18	1/1	1/1	19/19
キオスク型ナビ	23/23	18/18	0/1	1/1	0/19
AR ナビ	23/23	18/18	1/1	1/1	0/19
視聴型ナビ	23/23	0/18	0/1	1/1	0/19

表 3 各システムにおける接続デバイス

Table 3 Attachments for each system.

システム	入力・センサデバイス	出力デバイス
ウェアラブルナビ	GPS, 地磁気センサ, スイッチ	HMD, イヤホン
キオスク型ナビ	タッチパネル	タッチパネルディスプレイ, スピーカ
AR ナビ	カメラ, スイッチ	HMD, イヤホン
視聴型ナビ	なし	ディスプレイ, スピーカ

表 4 各システムで利用するルール数

Table 4 Number of rules for each system.

	初期設定	センサ等 I/O 処理	データ ベース処理	コンテンツ 再生処理	合計	ルール 変更数
ウェアラブルナビ	3	12	3	11	29	0 (基準)
キオスク型ナビ	2	5	3	6	16	1
AR ナビ	3	7	3	8	21	2
視聴型ナビ	2	2	3	6	13	2

ケートをとり (AR ナビゲーションでは操作する必要がなかったため設問 14 はない), 表中ではそれぞれの結果を, 「現地ナビ」「仮想ナビ」と表している. それぞれ 23 件, 48 件の有効回答を得た.

アンケート評価から高いスコアが得られたのは, 常時情報提示の便利さとコンテンツ・サービスの面白さ (設問 6, 10, 11, 12) であった. 一方, ウェアラブル機器自体の使いにくさや装着の不快感も明らかになっている (設問 4, 8, 13). 自由意見としては, 「とても便利で楽しい」「今後流行る新しいサービスが見られた」といったサービスに対する肯定的な意見が多い一方, 「明るいところではディスプレイを見にくい (4 人)」「子供では気軽につけられない」「片目なので疲れやすかった」といった意見もあった. これらの結果より, 時間をかけて作成したコンテンツやサービス提供のやり方自体は高い評価を得たが, デバイス自体はまだ受け入れられていないことがわかる. したがって, 改めてサービスを提供する際には, PDA 型の見にくい端末を採用する, 携帯電話等で気軽に参加できるようにする, といったようにシステム構成を変えることを検討する必要があるといえる. このようにデバイス構成やアプリケーションのコンテンツ提供形態を変化させると, 一般にシステムの改変に大きな労力がかかるが, 本研究で用いている枠組みを利用することで, ルールの軽微な修正によりシステムを改変できる.

その他の意見としては, 「音声認識に対応して辞書などを出して欲しい (2 人)」「複数人で自分の見ているものなどの情報を共有したい (3 人)」「もっと先の道順もあらかじめ教えて欲しい」「望遠鏡の機能が欲しい

(2 人)」「疑問をその場でインターネットを使って調べたい (2 人)」といったように, 新たな付加機能への要求が多かった. これらの機能に関しても, 例えば音声認識したときにその内容でウェブ検索を行い結果を提示するといった機能^[15]をルールとして追加したり, ある場所にきたときに再生するコンテンツを, 道順に応じて順番に連続提示するといったようにルールを改変すれば対応可能である.

質問の結果間における相関係数を計算したところ, 普段 PC を利用する度合い (設問 2) に対して設問 10, 11, 13, 15 が正の中程度の相関 (0.55) をもっていた. この結果より PC への熟練度合いに応じて提示するコンテンツの種類や粒度を切り替えることが有効であるといえる. また, HMD を見やすいと感じるか (設問 4) とシステムの便利さ (設問 10) にも正の中程度の相関があり, デバイスが使いにくいと感じた場合はデバイスを切り替えることでコンテンツ自体の評価も高くなる可能性があることがわかる. このように, ユーザ状況やデバイスへの慣れに応じてシステムは適切に提示コンテンツを変化させるべきであり, 提案方式のように状況とコンテンツ提示をルールで定義し, ルールを変化させることでその関連付けを容易に変更できるシステムが有効である.

5.4 システムの違いによる影響

アンケート結果全体の平均値・標準偏差に対して, ウェアラブルナビゲーションシステムと AR ナビゲーションシステムの間を相関を計算したところ, それぞれ 0.99 と非常に高い値が得られた. このことから, 実地でのナビゲーションおよび遠隔地での仮想ナビゲー

コンテンツの再利用性を考慮したナビゲーションシステムの開発と実運用

表5 アンケート項目と結果
Table 5 Questionnaire and results.

設問内容	平均値		標準偏差	
	現地ナビ	仮想ナビ	現地ナビ	仮想ナビ
ウェアラブル PC に関して				
1 万博公園に来たことがあるか	70%	49%	-	-
2 普段 PC をよく利用するか	4.0	3.7	1.2	1.3
3 機材は重たかったか	3.4	3.0	1.3	1.3
4 HMD は見やすいか	2.1	2.5	1.3	1.0
5 HMD は流行ると思うか	3.2	3.6	1.1	1.0
6 常時情報提示は便利か	3.8	4.0	1.2	1.0
7 コンピュータの装着は格好良いか	2.8	3.3	1.2	1.2
8 ケーブルは邪魔か	2.5	2.3	1.6	1.3
9 ウェアラブルでやりたいこと (自由記述)	-	-	-	-
ナビゲーションサービスについて				
10 万博を理解する助けになったか	3.5	3.7	1.3	1.1
11 ガイドブックと比べて便利か	3.6	4.0	1.4	1.1
12 ガイドブックと比べて面白い	4.0	4.2	1.3	1.0
13 画面は見やすかったか	2.3	2.6	1.3	1.2
14 操作は簡単だったか	3.1	-	1.2	-
15 解説の量はちょうどよかったか	3.2	3.3	1.1	1.1
16 どういう機能が欲しいか (自由記述)	-	-	-	-
17 全体の感想 (自由記述)	-	-	-	-

ションとサービス提供形態およびシステム構成は異なるが、ユーザの印象を決定付ける要素に関してはほぼ同じであるといえる。その理由としてはいくつか考えられるが、例えば (1) コンテンツ自体の印象が大きいいため、サービスの評価を決める要素としてコンテンツの完成度や面白さが大きな割合を占めた、(2) 仮想環境による体験が実環境と遜色ないものであり、システムが違うことがそもそも感じられなかった、という 2 点が挙げられる。前者の場合、コンテンツをさまざまなシーンで利用可能な提案システムを用いることで、コンテンツ開発にかけられる労力も大きくなり、面白く便利なナビゲーションシステムが多数開発できるようになると期待できる。また、後者の場合、この種のシステムにおいて、大規模な実地評価を実施しなくても AR 環境のみにおいてシステム構成の評価やコンテンツの評価がある程度でき、そのブラッシュアップが高速化できる可能性を示している。現段階の評価ではどちらも可能性の段階であり、今後さらなる調査を進めることで、同一コンテンツを別システムで利用する場合の特性評価を行っていきたいと考えている。

一方、キオスク型システムや視聴型システムは持ち歩き型のシステムではないため同じアンケートによる評価実験は行っていない。今後、これらのシステムを適切に評価することで、提示形態が大きく変化したときにも同様の傾向が現れるかどうかを含めてシステムの評価を行っていく予定である。

5.5 コンテンツ作成上の留意点

本研究において指向している目標は、ナビゲーションシステムにおいてより作り込まれた楽しいコンテン

ツが登場することである。したがって、提案する方式においてはコンテンツの作成方法を規定すべきではなく、質の高いコンテンツであればなんでも利用でき、コンテンツの種類の差はシステム側で吸収するべきであるといえる。本論文で実装したシステムでは、2 章で述べたようにコンテンツは Flash を用いて作成したが、一般の動画その他のコンテンツ形式であってもルールの改変により対応できる。

コンテンツの作成単位や粒度に関して、本論文で構築したシステムでは、5.1 節に示したように中心的なコンテンツに関してはほぼすべてが再利用可能であった。構築した 4 つのナビゲーションシステムにおいて共通する点は、コンテンツ自体は同一であるがその再生順序や再生のトリガが異なっていることである。つまり、順序変更が起こる可能性のある粒度でコンテンツを分離独立させておくことがコンテンツの再利用性を高めるための条件であるといえる。本論文で扱ったコンテンツは万博公園のパビリオン説明という粒度が明確で独立性の高いものであったため、再利用性が高くなっているが、他の題材においてコンテンツを作成する際にはその粒度と独立性を考慮することが重要であると考えられる。

6. まとめ

本稿では、コンテンツ再利用可能なナビゲーションシステム構築手法を提案し、実際にいくつかのシステムを開発して実運用を行った。システム実装における定量的な評価からコンテンツが再利用されたことおよびシステム開発にはアプリケーションを構成するルールを一部変更するだけでよいこと、また実運用におけ

るアンケート評価により構築したナビゲーションシステムがそれぞれ高い評価を受けたことがわかった。これらの結果から、提案する枠組みを用いることで同一のコンテンツを用いた多数のシステムが容易に構築できることを示した。ツール等を用いてナビゲーションコンテンツを簡単に作ることを目指した取り組みでは簡単にコンテンツが作れても粗製濫造になる可能性があるが、提案する枠組みであれば、さまざまな目的に利用できる渾身のコンテンツを作る価値が高まり、結果としてナビゲーションコンテンツの質が向上することが期待できる。

今後の予定としては、さらなるナビゲーションシステムの開発を行うことが挙げられる。また、本稿では万博記念公園のナビゲーションコンテンツを取り扱ったが、その他のコンテンツにおいても提案する枠組みが適用できるかどうかを検証する予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業（さきがけ）および文部科学省科学研究費補助金基盤研究（A）(20240009) によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] “みんなく電子ガイド,” 国立民族学博物館要覧 2006, pp. 29–35 (2006).
- [2] 西村拓一, 伊藤日出男, 中村嘉志, 山本吉伸, 中島秀之, “位置に基づくインタラクティブ情報支援のための無電源小型情報端末,” 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2659–2669 (2003).
- [3] 垂水浩幸, 鶴身悠子, 横尾佳余, 西本昇司, 松原和也, 林 勇輔, 原田 泰, 楠 房子, 水久保勇記, 吉田 誠, 金尚泰, “携帯電話向け共有仮想空間による観光案内システムの公開実験,” 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 110–124 (2007).
- [4] 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注視提示システム,” 画像電子学会誌, Vol. 32, No. 6, pp. 832–840 (2003).
- [5] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday, and C. Efstathiou, “Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences,” *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '00)*, pp. 17–24 (2000).
- [6] Y. Ohshima, J. Maloney, and A. Ogden, “The Parks PDA: A Handheld Device for Theme Park Guests in Squeak,” *Proc. of the 18th Annual ACM SIGPLAN Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications (OOPSLA 2003)*, pp. 370–380 (2003).
- [7] 宗森 純, 上坂大輔, タイミンチー, 吉野 孝, “位置情報をういた汎用双方向ガイドシステム xExplorer の開発と適用,” 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 1, pp. 28–40 (2006).
- [8] 寺田 努, 塚本昌彦, 西尾章治郎, “アクティブデータベースを用いた地理情報システム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 11, pp. 3103–3113 (2000).

- [9] M. Miyamae, T. Terada, Y. Kishino, M. Tsukamoto, and S. Nishio, “An Event-driven Navigation Platform for Wearable Computing Environments,” *Proc. of the 9th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC '05)*, pp. 100–107 (2005).
- [10] 万博記念公園: <http://www.expo70.or.jp/>.
- [11] WearableToolkit: <http://wearable-toolkit.com/>.
- [12] M. Miyamae, T. Terada, M. Tsukamoto, and S. Nishio, “Design and Implementation of an Extensible Rule Processing System for Wearable Computing,” *Proc. of the 1st Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems (MobiQuitous 2004)*, pp. 392–400 (2004).
- [13] サイバーコミュニケーション 2004: <http://www.teamtsukamoto.com/cyber2004/>.
- [14] 宮前雅一, 岸野泰恵, 寺田 努, 塚本昌彦, 平岡圭介, 福田登仁, 西尾章治郎, “ウェアラブルコンピュータを用いた万博記念公園ナビゲーションシステムの設計と実装について,” 情報処理学会研究報告（モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会 2004-MBL-30）, Vol. 2004, No. 95, pp. 1–8 (2004).
- [15] N. V. Pham, T. Terada, M. Tsukamoto, and S. Nishio, “An Information Retrieval System for Supporting Casual Conversation in Wearable Computing Environments,” *Proc. of 5th International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC 2005)*, pp. 477–483 (2005).

(2011 年 11 月 22 日受付, 2012 年 3 月 2 日再受付)

著者紹介

寺田 努 (正会員)



1997 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1999 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。2000 年同大学院工学研究科博士後期課程退学。同年より大阪大学サイバーメディアセンター助手。2005 年より同講師。2007 年神戸大学大学院工学研究科准教授。現在に至る。2004 年より特定非営利活動法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構理事, 2005 年には同機構事務局長を兼務。2004 年には英国ランカスター大学客員研究員, 2010 年より科学技術振興機構さきがけ研究員を兼務。博士（工学）。アクティブデータベース, ウェアラブルコンピューティング, ユビキタスコンピューティングの研究に従事。IEEE, 情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本データベース学会の各会員。

(C) NPO法人ヒューマンインタフェース学会