

視線及び情報端末の位置追跡による展示支援システム

矢内 雅浩[†] 橋 翔寿^{††} 芝 公仁[†] 岡田 至弘[†]

[†] 龍谷大学大学院理工学研究科情報メディア学専攻

^{††} 龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻

滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5

E-mail: {m.yanai, s.tachi}@afc.ryukoku.ac.jp

{shiba, okada}@rins.ryukoku.ac.jp

あらまし 博物館や美術館で展示支援システムが広く用いられているが、ユーザの興味に応じて説明内容を柔軟に提供する機能が求められている。本研究では、(1) 利用者の視線推定、(2) 情報端末の位置追跡によってユーザの興味を推定し、それに対応した説明内容を提供する展示支援システムについて報告する。

An exhibition support system using gaze direction measurement and handheld device position tracking

Masahiro YANAI[†], Shoju TACHIBANA^{††}, Masahito SHIBA[†], and Yoshihiro OKADA[†]

[†] Division of Media Infomatics, Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University

^{††} Division of Electoronics and Infomatics, Graduate School of Science and Technology, University

1-5 Yokotani, Seta Oe-cho, Otsu, Shiga, 520-2194 Japan

E-mail: {m.yanai, s.tachi}@afc.ryukoku.ac.jp

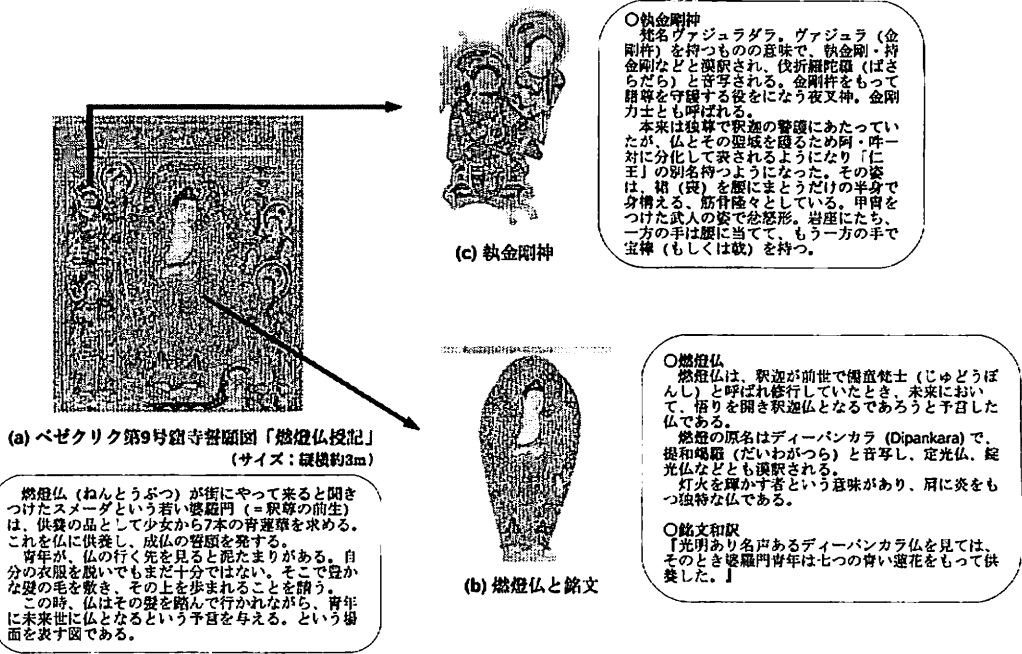
{shiba, okada}@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract In this paper, we report an exhibition support system to provides explanations that respond to user's interests in museums. Our system estimates user's interests by using the results of the estimation of gaze directions and position tracking of handheld terminals.

1. はじめに

近年、博物館や美術館などのミュージアム施設において、展示物の説明をユーザにわかりやすく提供することを目的とした展示支援システムが広く導入されつつある [1]. 従来の展示支援システムは館内各所に置かれたタッチパネル形式のディスプレイによる展示案内が一般的であったが、最近では館内での位置や閲覧履歴などユーザのコンテキスト(状況)を考慮したガイドを携帯情報端末を利用して提供するインタラクティブな展示支援システムの導入が試みられている。YRP ユビキタスネットワーク研究所の自立移動支援プロジェクト [2] では、実環境に赤外線センサやRFID(Radio Frequency Identification) タグを設置し、位置と閲覧履歴に応じたガイドの実証実験が進められている。また、西村ら [3] は LED 光源

を持つカメラと反射板を用い、位置と方向に応じた音声情報を提示する展示支援システム CoBIT (Compact Battery-maintenance-free Information Terminal) を開発しているが、ユーザのコンテキスト(状況)は、位置や閲覧履歴だけでは十分に把握できない場合が想定される。例えば、図 1 (a) に示す展示物の例(中央アジアベゼクリク第 9 号窟寺誓願図「燃燈仏授記」)は縦横およそ 3メートルのかなり大きな作品で、ユーザが中央の人物に注目している場合は図 1 (b) の「燃燈仏」の説明、左端の人物に注目している場合は図 1 (c) の「執金剛神」の説明というように、ユーザの注目する部分に応じて提供する説明を変更するのが望ましい。しかし、位置や閲覧履歴だけではユーザが展示物のどこに注目しているのか、そしてどんな説明を求めているのかを推定することは難しい。



○執金剛神
梵名ヴァジュラダラ。ヴァジュラ（金剛杵）を持つものの意味で、執金剛・持金剛などと漢訳される。伐折羅陀羅（ばさらだら）と音写される。金剛杵をもって瞋尊を守護する役をになう夜叉神。金剛力士とも呼ばれる。
本来は独尊で釈迦の警護にあたっていたが、仏とその聖域を護るため阿・辟・伽に分化して衆されるようになり「仁王」の別名を持つようになった。その姿は、袈（罽）を腰にまとうだけの半身で身構える。筋骨隆々としている。甲冑をつけた武人の姿で忿怒形。岩座にたち、一方の手は腰に当てて、もう一方の手で宝棒（もしくは杖）を持つ。

○燃燈仏
燃燈仏は、釈迦が前世で憍童梵士（じゅうどうぼんし）と呼ばれ修行していたとき、未来において、悟りを開き釈迦仏となるであろうと予言した仏である。
燃燈の原名はディーパンカラ（Dipankara）で、提和囉羅（だいわがら）と音写し、定光仏、錠光仏なども漢訳される。
灯火を輝かす者という意味があり、肩に炎をもつ独特な仏である。
○銘文和訳
「光明あり名声あるディーパンカラを見ては、そのとき婆羅門青年は七つの青い蓮花をもって供養した。」

(a) ベゼクリク第9号窟寺智窟窟「燃燈仏授記」
(サイズ: 縦横約3m)
燃燈仏（ねんとうぶつ）が街にやって来ると聞きつけたスマーダという若い婆羅門（=釈尊の前世）は、供養の品として少女から7本の青蓮華を求め、これを仏に供養し、成仏の誓願を発する。青年が、仏の行く先を見ると死たまりがある。自分の衣服を脱いで、また十分ではない。そこで豊かな髪を敷き、その上を歩まれることを願う。この時、仏はその髪を踏んで行かれながら、青年に未来世に仏となるという予言を与える。という場面を表す図である。

図1 注目領域に応じた説明

そこで本研究では、ユーザの視線を検出して、ユーザが注目している部分に対応した説明を提供する展示支援システムを提案する。作成したシステムでは、

- 情報端末の位置追跡に基づく閲覧中の展示物の特定
- 検出された視線とその停留時間にもとづく注目領域の判定
- ユーザの年齢、使用言語、選好、閲覧履歴などの個人情報に基づいて展示物の説明を柔軟に変更して情報提供することを旨とした。

2. 関連研究

従来の展示支援システムは、大きくプル型とプッシュ型の2種類に分類できる。

プル型の展示支援システムとは、ユーザ自身が機器を操作し、閲覧したい情報を手動で選択するものである。益岡ら[4]は、まず見学者の携帯端末とのコミュニケーションと見学履歴を分析した。次に、関心のあるテーマを推論し、それを基に多種多様な展示物から該当するものを抽出することで、一人一人の興味に合わせたガイドを行った。しかし、高齢者など機器の操作に慣れないユーザが操作することはわずかしく、項目が多数ある場合はどれが展示物に対して適切な項目なのか分かりにくいといった問題がある。

プッシュ型の展示支援システムとは、ユーザは特別な機器の操作を行うことなく、環境側が自動で情報を提供してくれるものである。山下ら[5]は天井に設置したセンサによってユーザの位置を識別し、加速度センサを入力装置として用いることによって直感的な操作が可能なコンテンツを提供した。ユーザの負担を少なくし、誰もがサービスを受けられるためにはプッシュ型の展示支援システムが望ましい。しかし、1章で述べたように、従来のシステムではユーザが求めている説明をその状況にあわせて柔軟に変更して提供することは難しい。

そこでこれらの展示支援システムの問題点を解決するため、3章では視線検出と情報端末の位置追跡に基づく展示支援情報の提供の方法について述べる。

3. 視線検出と情報端末の位置追跡に基づく展示支援情報の提供

システムの構成を図2に示す。展示支援サーバは位置照合部と情報提供部の二つのモジュールから構成されている。位置照合部は情報端末から情報提供トリガを受け取る。視線検出サーバは視線検出トリガを送る。情報提供部は検出された視線とユーザの個人情報を考慮した展示支援情報をユーザに提供する。

3.1 情報端末の位置追跡

作成した展示支援システムでは、情報端末の位置情報を利用してユーザがどの展示物を閲覧しているのかを判

断する。ユーザが展示物ごとに用意されているスポットに情報端末を置くと、展示支援サーバの位置照合部は情報端末の位置情報を以下の手順でリアルタイムに獲得する。

Step 1 展示物付近の環境に設置された赤外線 ID 発信機の ID を情報端末が内蔵する赤外線センサによって読み取る。

Step 2 情報端末は、読み取った赤外線 ID とユーザ ID を情報提供トリガとして展示支援サーバの位置照合部に送る。位置照合部は、当該赤外線 ID を基に情報端末がセットされたスポットの位置情報、すなわちユーザが閲覧している展示物の情報を取得する。

情報端末を展示物ごとに設けてあるスポットに置かせるのは、情報端末へのユーザの視線を簡単かつ精度よく検出するためである。なお本研究では、ユーザ ID として個々の情報端末に付与される固有の整数値を用いている。

展示支援サーバの位置照合部は情報提供トリガを受信すると、情報提供部は視線検出サーバにユーザの視線検出を開始するように指示する。

3.2 視線の検出とその停留時間に基づく展示支援情報の提供

3.2.1 視線の検出

本研究では、ユーザの視線が向く対象として

- 展示物
- 情報端末

を考慮した。展示物はいくつかの領域にあらかじめ分割されていて、ユーザの視線が展示物に向いている場合、どの領域に視線が向いているのかについても検出する。

視線の検出には、Opengazer [6] を用いた。Opengazer とは Zielinski らが開発したオープンソースの視線検出ソフトウェアで、単眼画像から視線を検出することができる。Opengazer による視線検出はカメラを用いた非接触な検出手法であるため、ユーザの負担が少ないという利点がある。

3.2.2 視線の停留時間に基づく注目領域の判定と展示支援情報の提供

提案する展示支援システムが取り扱う展示物はいくつかの領域にあらかじめ分割されている。ユーザが注目している領域（注目領域）がどの領域であるのかは、以下の手順で判定する。

- 展示物のある特定の領域に、ユーザが一定時間以上視線を向け続けた（停留した）場合、その領域を注目領域とする（図 3(a)）。
- 注目領域以外の領域にユーザが一定時間以上視線を向け続けた（停留した）場合、その領域を新たに注目領域とする。

ユーザが注目領域から情報端末に視線を移した場合、その領域についての説明をユーザが求めていると判定

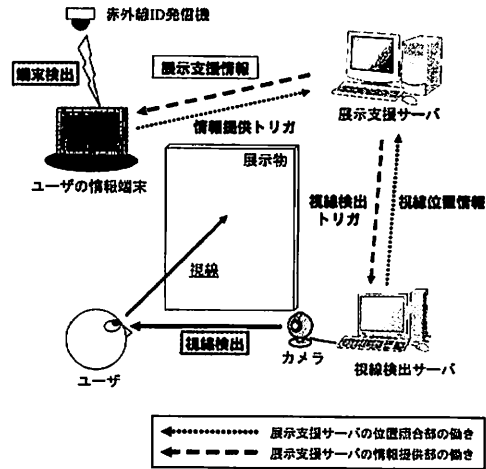


図2 システムの構成

し、その領域の展示支援情報を情報端末に表示させる（図 3(b)）。なお、注目領域への視線の停留時間が長ければ、その領域へのユーザの関心が高いと考えられる。そこで、注目領域への視線の停留時間に応じて段階的に詳しい情報をシステムはユーザに提供する。

3.2.3 個人情報に基づく展示支援情報の提供

各ユーザの年齢、使用言語、選好、閲覧履歴などの個人情報はあらかじめデータベースに登録されている。そこで、情報端末から送信されるユーザ ID と照合して、ユーザの属性や好みを展示支援情報に反映させてユーザに提供する。例えば、以下の3人のユーザの場合、

ユーザ1 成人（使用言語：日本語）

ユーザ2 小学生（使用言語：日本語）

ユーザ3 成人（使用言語：英語）

ユーザ1とユーザ2の情報端末には日本語の展示支援情報が、ユーザ3の情報端末には英語の展示支援情報がそれぞれ表示される。また、ユーザ2に提供される展示支援情報では、できるだけ漢字の使用をひかえ、全体の文字数も少なくなるように配慮している。

4. 視線検出と情報端末の位置追跡による展示支援システム

本研究で実装した展示支援システムの概要を図4に示す。このうち、

- カメラ（解像度：640 × 480）
- 赤外線 ID 発信機（通信可能距離：鉛直方向におよそ 10m）
- 視線検出サーバ

は環境中に設置した。また、展示物は複数の領域をあらかじめ分割しておき、それぞれの領域内の内容に対応し

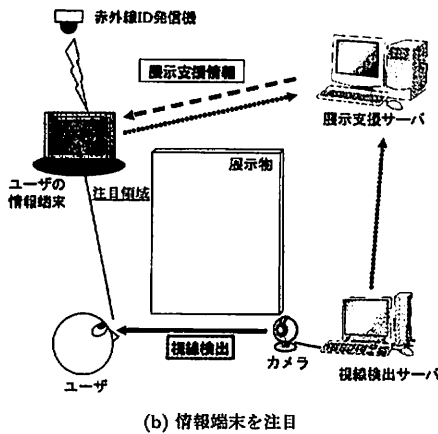
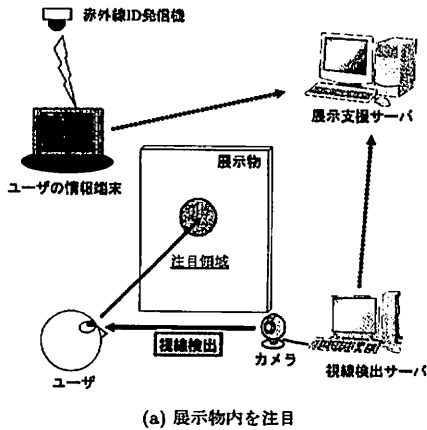


図3 注目領域の移り変わり

た展示支援情報を用意した。

展示支援システムを利用した例を以下に示す。

- (1) ユーザが情報端末を展示物ごとに設けてあるスポットに設置する。
- (2) 情報端末が赤外線 ID 発信機から赤外線 ID を受け取り、その赤外線 ID とユーザ ID を展示支援サーバに送る。
- (3) 赤外線 ID とユーザ ID が情報端末から送られてきたことが視線検出トリガとなり、視線検出モジュールが起動される。
- (4) 視線検出モジュールがキャリブレーションを行う。キャリブレーションは、カメラに映る顔領域の端点をポイントとする。
- (5) キャリブレーション完了後、視線検出モジュールはユーザの注目領域の検出を行う。ユーザの注目領域は、その視線の停留時間にもとづいてリアルタイムに判定される。
- (6) ユーザが視線を情報端末に移したことを視線検

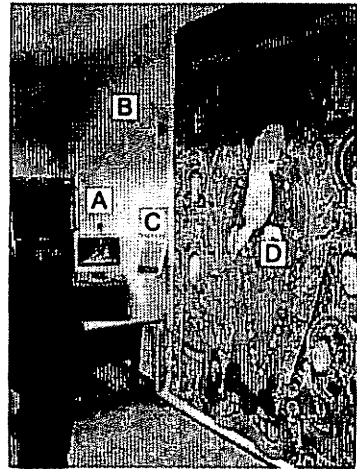


図4 システムの概観

- A: 視線検出サーバ B: 赤外線 ID 発信機
C: 情報端末 D: 展示物

出モジュールが検出すると、情報端末に展示支援情報が提示される。この時、展示支援情報には年齢、使用言語などの個人情報が反映されている。

5. おわりに

本研究では、ユーザの視線を検出し、注目している部分に対応した説明を提供する展示支援システムを提案した。また、ユーザの嗜好や閲覧履歴などの個人情報に基づき、展示物の説明を柔軟に変更できた。

今後は、ユーザの個人情報の追加することによる多様な情報提示や、キャリブレーションの自動化について検討してゆく。

文 献

- [1] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness", Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing HUC'99, pp.304-207 (1999-9).
- [2] YRP ユビキタスネットワークング研究所, <http://www.ubin.jp/>
- [3] 西村 拓一, 伊藤 日出男, 山本 吉伸, 中島 秀行, "無電源小型通信端末を用いた位置に基づく情報支援システム", 情報処理学会研究報告, ICII-2, pp.1-6 (2002).
- [4] Aya Masuoka, Takugo Fukaya, Toru Takahashi, Machi Takahashi, Sadanori Ito, "ubiNEXT: A New Approach to Support Visitor's Learning Experience in Museums", HCI2005, (2005-1).
- [5] 山下 淳, 檜山 敦, 西岡 貞一, 葛岡 英明, 廣瀬 通孝, "ユビキタス・ゲーミング: 博物館におけるユビキタス情報支援システムの実証実験", 電子情報通信学会総合大会講演論文集, vol.2005, pp.12-13 (2005-3).
- [6] Opengazer: open-source gaze tracker for ordinary webcams, <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/opengazer/>