

# 博物館における展示品の意味関係に基づいた展示品の推薦システム

前原 千尋<sup>†</sup> 金 大雄<sup>††</sup> 牛尼 剛聡<sup>††</sup>

<sup>†</sup>九州大学大学院芸術工学府 〒815-8540 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1

<sup>††</sup>九州大学大学院芸術工学研究院 〒815-8540 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1

E-mail: <sup>†</sup>2ds10102k@s.kyushu-u.ac.jp, <sup>††</sup>{dwkim, ushiama}@design.kyushu-u.ac.jp

あらまし 従来型の博物館において、来館者は基本的に学芸員が設定したルートに沿って展示品を閲覧するが、来館者が持つ興味や知識は来館者毎に異なるため、全員に同じ展示を提供することは適切でない。本論文では、博物館を絵画や彫刻など様々なコンテンツの閲覧環境であると考え、現在広く導入されている閲覧支援のための展示ガイドシステムを登載した情報端末を用いた、展示品の推薦システムを提案する。展示品の解説文から得られる展示品間の影響関係に基づいて、ユーザの興味や状況に合わせた展示品を推薦することによって、個々の展示品を取り巻く文化と展示に対するユーザの理解を深め、ユーザの新たな興味を喚起するような閲覧支援を行う。

キーワード 博物館, 情報推薦, HITS アルゴリズム

## An Exhibit Recommendation System Based on Semantic Relationship for Museum

Chihiro MAEHARA<sup>†</sup>, Daewoong KIM<sup>††</sup>, and Taketoshi USHIAMA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Design, Kyushu University

4-9-1 Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka, 815-8540 Japan

<sup>††</sup> Faculty of Design, Kyushu University

4-9-1 Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka, 815-8540 Japan

E-mail: <sup>†</sup>2ds10102k@s.kyushu-u.ac.jp, <sup>††</sup>{dwkim, ushiama}@design.kyushu-u.ac.jp

### 1. はじめに

近年、インターネット上では Web ページや写真、動画など、様々な種類のコンテンツのランキングや推薦に関する研究が数多くなされている。これらは協調フィルタリングのようにユーザによる評価を利用した推薦を行う手法や、コンテンツ自体の属性を利用した手法など様々であり、対象とするコンテンツの性質によって適切な推薦手法は異なると考えられる。一方、実空間においても絵画や彫刻などの様々なコンテンツが存在しており、博物館や美術館などの展示会場は、このようなコンテンツの閲覧環境であると考えられる。

現在多くの博物館や美術館等の施設において、閲覧支援のための展示ガイドシステムを登載した情報端末が導入されている。例えば、イギリスの大英博物館 [1] やフランスのルーブル美術館 [2] では、音声や画像を用いた主要な展示品の解説や、館内マップ、テーマ別の見学コース等を登載し複数の言語に対応したマルチメディアガイドを来館者に貸し出している。また、アメリカのニューヨーク近代美術館 [3] では、音声ガイドであ

る「MoMA オーディオ」の貸し出しを行うとともに、館内で公共 WiFi ネットワークを提供しており、個人の iPod 等を用いてガイド機能を使用することも可能である。さらに、国立西洋美術館 [4] の「Touch the Museum」や慶應義塾大学による「クラゲラボプロジェクト」[5] で新江ノ島水族館 [6] に試験的に導入された「えのすいナビ」のように、iPod 等を用いて来館者の位置情報を取得し、音声や映像による解説や普段は見ることができない作品・映像などを提供するシステムも導入された。また、ルーヴル-DNP ミュージアムラボ [7] では、端末に登載されたカメラを用いた画像認識技術によって、実写映像に CG やアニメーション、文字情報を重ね合わせた拡張現実によるガイド機能を提供している。同様に、フランスのシテ科学産業博物館 [8] や国立新美術館 [9]、京都国際マンガミュージアム [10] では、iPhone、Android 用の拡張現実アプリケーションであるセカイカメラ [11] を展示ガイドとして導入し、来館者同士のコミュニケーションツールとしても利用された例もある。

従来型の博物館では、来館者は基本的に学芸員が設定したルートに沿って展示品の閲覧を行う。こうしたルートは専門的

な知識に基づいて構成されており、優れた展示形態である。しかし、来館者が持つ興味や知識は来館者毎に異なるため、全員に同じ展示を提供することは適切でない場合がある。例えば、絵画に興味を持つ来館者と、工芸品に興味を持つ来館者に対しては、異なる展示ルートを提供することが望ましいと考えられる。さらに、絵画に興味を持つ来館者でも、その絵画の技法や描かれている対象など、それぞれが興味を持つ理由は異なることが多い。

そこで、本稿では情報端末を用いた展示品の推薦システムを提案する。本手法では、ユーザの興味に基づいた展示品を推薦するために、各展示品の解説文から得られる展示品間の影響関係を用いる。また、ユーザの滞在予定時間によって推薦される展示品の個数を変化させることで、来館者の状況に合わせた推薦を行う。これによって、個々の展示品を取り巻く文化と展示に対するユーザの理解を深め、ユーザの新たな興味を喚起するような閲覧支援を行うことを目標としている。

本稿は6章から構成される。2章では関連研究について述べる。3章では提案手法のアプローチについて述べる。4章では提案手法の詳細について述べる。5章では実装したプロトタイプシステムを用いた実験と考察による評価を行う。6章ではまとめと今後の展望を述べる。

## 2. 関連研究

ubiNEXT [12] はインターネットや携帯端末を用いて、博物館などの展示会場での自由選択学習を支援するシステムである。「ゴッホ」や「印象派」など展示品の「観点」とユーザの展示品に対する評価や見学履歴に基づき、次に閲覧するための展示品を最大3個まで推薦する。本研究では、このようなユーザの選択学習を支援することを目的としているわけではない。

小柳ら [13] は、箱根彫刻の森美術館において時間指定の中で最も多くの彫刻を鑑賞することができ、なおかつ最短時間の経路を探し出す「お勤めの経路」を利用者に表示するシステムを提案している。この研究では、実地調査から得た人の歩く速度や所要時間、彫刻の数等のデータから、これを時間指定付きの最適経路探索問題と位置づけている。小柳らの研究は、対象とする展示品の内容よりも、実際の展示品の位置などの要素を重視した推薦を行う点で、本研究とは異なる。

脇山ら [14] は、絵画を対象としたユーザの評価を暗黙的に獲得する方法として、ユーザの注目時の眼球運動に着目した方法を提案している。注目状態を検出することで興味の発生を推定し、注目対象を検出することで興味の対象を検出し、注目時間を使って興味の度合いを算出することでユーザの興味モデルを作成し、協調フィルタリングによる視覚情報の推薦を行う手法を実現している。この研究では、来館者の視線情報を絵画の特徴量として推薦を行うのに対し、本研究では、作品間の様々な関係に基づいて作品を推薦する一般的な手法を提案する。

また、門林ら [15] は、展示物などに付与される説明文を、キーワードを基に統計処理することで、展示物間の関連に基づく構造を2次元空間内に可視化する手法を提案している。元の展示の構造を示す展示空間と、見学者の興味に基づく興味空間、

両者を融合した個人化空間を用いることで、同じ展示を見学者ごとに個人化することを可能とする。

安部ら [16]、阿部ら [17]、尾崎ら [18] は、実際の博物館ではなく、デジタルアーカイブ等を用いてインターネット上での閲覧を目的とした電子博物館における閲覧支援システムを提案している。

安部らは電子博物館において利用者の興味に適した展示を行うために、流れのある展示シナリオを動的に生成するために作品間の関連度を利用した順路の生成を行うシステムを提案している。絵画作品の関連として対象、作家、技法、印象語を用いて、抽出作品中全ての2作品の組み合わせに対して関連の強さを計算し、隣り合う作品間の関連度の和が最も大きい順列を、最も強い関連を表している経路として採用している。

阿部らは、博物館が提供するデジタルアーカイブを利用した複数分野横断型学習システムを提案している。学習者過去の学習過程と展示物間の関連性に基づき、学習者が興味・関心を持つ可能性のある展示物を次の学習対象として提示することで、学習者の興味・関心を広げながらそれを持続した継続的な学習を進捗することを可能とし、複数の分野を横断した学習を行うことを目的としている。

尾崎らは、美術知識の学習を支援する美術館データベース・システムである ArtFinder を提案している。利用者は仮想美術館内をウォークスルーしながら美術作品に対する自らの鑑賞結果を計算機上でまとめ、それを他の一般利用者や学芸員と共有できる。美術と展示と鑑賞に関する情報をオブジェクト化したものをノードとし、リンクで関連付けたり、関連のあるものをグループ化することによって、拡張意味ネットワークを構成し、利用者の観点を表現している。

## 3. アプローチ

本手法では、博物館に存在する展示品間の影響関係に基づいて、ユーザの興味や状況に合わせた展示品の推薦を行う。

博物館に存在する各展示品の間には、形状、描かれている対象、用途など、様々な関連を考えることができる。従来手法においても、作品の特徴を表す指標として作製年代、制作地域、制作者、技法などの関連を考慮するものが多い。一方、本手法では展示品の解説文から得られる展示品間の影響関係に注目して展示品を関連づけ、推薦を行う。

例えば、ある二つの展示品 A、展示品 B が存在する場合を考える。展示品の解説文には作成された際のテーマや技法（例えば影響を受けた宗教や製法）などについて書かれているものが多いため、これらの二つの展示品の解説文の類似度が高い場合には、展示品 A と展示品 B の間に強い関連が存在すると考えられる。そのため、本手法では展示品 B が展示品 A より後の時代に作成されている場合に、展示品 B は展示品 A から影響を受けていると定義する。

このような影響関係を用いることで、ユーザが興味を持つ展示品から影響を受けている展示品、またはユーザが興味を持つ展示品に影響を与えている展示品に対しても、ユーザは興味を持つと考えられる。そのため、図1のように展示品間の矢印に

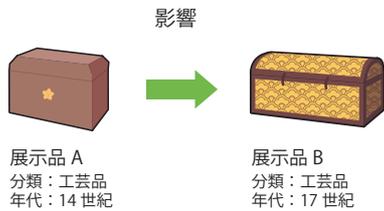


図 1 展示品間の影響

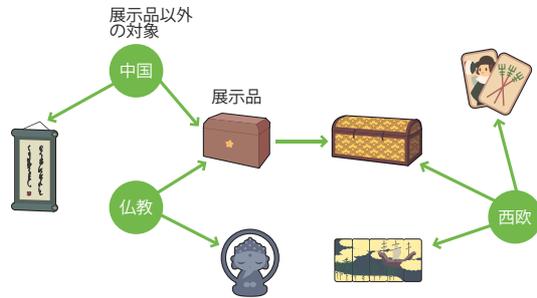


図 2 展示品以外の対象からの影響

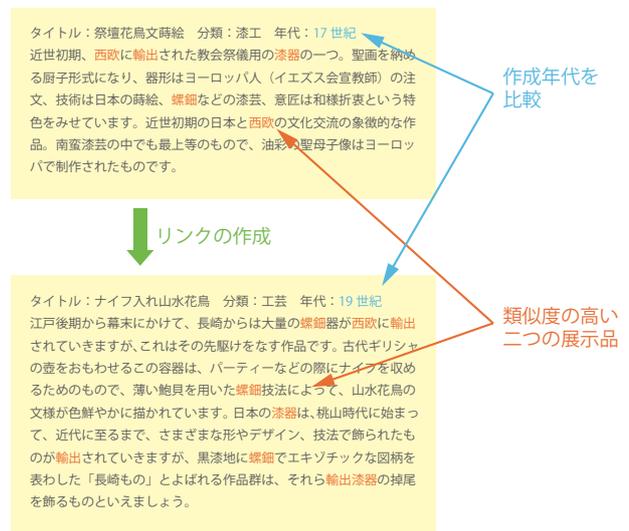


図 3 二つの展示品間の影響

よって影響の方向を表し、解説文の類似度の高い全ての二つの展示品間に関連を設定する。

さらに、このような影響関係は、展示品間に限らず対象とする博物館以外の展示品や、地域や人物などさまざまな対象と展示品の間にも考えることができる。例えば、解説文中に中国や欧州などの特定の海外の文化や宗教などを表す単語を含み、これらの対象から影響を受けて作成されたと考えられる展示品が複数存在する場合に、図 2 のように展示品と展示品以外の対象の間にも影響関係が存在すると考える。このような影響関係を考えることで、工芸品と絵画など異なる分野に分類され、二つの展示品間の類似度が低いものも関連付けられる。しかし、ある展示品に興味のあるユーザにとって、その展示品と同じ影響を受けている他の展示品を閲覧することは、興味のある展示品に対する理解を深めるだけでなく、それまで興味の薄かった他の分野に興味を持つきっかけになる可能性があると考えられる。

博物館に存在するすべての展示品に対して、このような影響関係を定義することで、複雑なリンク構造をもつグラフを構成することができる。さらに、このグラフを解析することで、ユーザが興味を持つ展示品が他の展示品にどのような影響を与えているか、そしてどのような影響を受けて作成されているかといった情報を得ることができる。

このように、展示品間の影響関係を考慮することで、単にユーザが興味を持つ分野だけでなく、ユーザが直接的には興味を持っていないが、ユーザが興味を持つ展示品と同じ影響を受けた、関係の深い展示品も推薦することが可能になる。これにより、個々の展示品を取り巻く文化と展示品に対するユーザの理解を深め、ユーザの新たな興味を喚起することができる。

## 4. 提案手法

### 4.1 概要

提案手法では、初めに博物館に存在するすべての展示品の解

説文を解析し、3章で述べた展示品間の影響関係として

- 二つの展示品間の影響
- 展示品以外の対象から展示品へへの影響

の二つを、これらの展示品や対象を表すノード間のリンクとして定義し、ノードが展示品もしくは対象を表し、エッジがそれらの間の影響の方向を表す一つの有向グラフを構成する。次に、ユーザが事前に興味のある分野や博物館での滞在予定時間などの情報をデバイスに入力することを前提として、この博物館に存在する全ての展示品から構成されたグラフのうち、ユーザが興味を持つ展示品を表すノードと、それらと影響関係にあるサブグラフに対して処理を行う。このサブグラフを解析することで、ユーザの興味を強く集約していると考えられる展示品を推定し、ユーザに適切な個数を推薦する。

### 4.2 影響関係を表すリンクの作成

展示品間の影響関係を表すリンクを作成する手法について述べる。本手法では、このリンクを作成するために、各展示品について書かれた解説文を利用する。なお、ここでは、すべての展示品に対して解説文が与えられており、利用する解説文には展示品のタイトルや製作年代、分野等の情報を含むことを前提としている。

まず、二つの展示品間の影響関係を表すリンクを作成する。図 3 に示すように、二つの展示品の作成年代が異なっているが、解説文の内容が類似している場合に、この二つの展示品間に影響関係が存在すると考え、その展示品を表すノード間にリンクを作成する。また、リンクは作成年代が古い方から新しい方へ作成するが、作成年代が同じ場合には相互に影響を受けていると考え、双方向のリンクを作成する。この処理によって、ユーザが興味を持つ展示品と、その展示品から影響を受けている展示品、またはその展示品に影響を与えている展示品を関連付けることができる。

本手法では、解説文中の特徴的な単語を抽出する手法として TF・IDF 法を用いる。解説文  $D_i$  中のそれぞれの単語  $t_j$  の重み  $w_{ij}$  を以下の式によって定義する。

タイトル：祭壇花鳥文時絵 分類：漆工 年代：17世紀  
 近世初期、西歐に輸出された教会祭儀用の漆器の一つ。聖画を納める厨子形式になり、器形はヨーロッパ人（イエズス会宣教師）の注文、技術は日本の蒔絵、螺鈿などの漆芸、意匠は和様折衷という特色をみせています。近世初期の日本と西歐の文化交流の象徴的な作品。南蛮漆芸の中でも最上等のもので、油彩の聖母子像はヨーロッパで制作されたものです。

類似度は低い

南蛮

タイトル：南蛮船駿河湾来航図屏風 分類：絵画 年代：17世紀  
 右隻に黒い南蛮船を大きくあらわす南蛮屏風ですが、描かれた場所が特定できる点で類例のない作品です。画面の松原、塔のある寺院と関所は、それぞれ三保の松原・清見寺・清見が関を示すと考えられ、本図は駿河湾に來航した南蛮船を主題にすると考えられます。史実との関連からみれば、慶長12年（1607）、駿河湾在中の朝鮮通信使・慶七松が海上に一隻の南蛮船をみたと記録することが注目され、本図は正にその様子をテーマとする可能性が高いものです。特定の場所と出来事が絵画化された作品として貴重であり、さらに日本を舞台とした国際的な交流の広がりを理解する上で不可欠な南蛮屏風です。

図4 作品以外の対象から展示品への影響

$$w_{ij} = tf_{ij} \times \log \frac{N}{df_j} \quad (1)$$

式1において、 $tf_{ij}$  は解説文  $D_i$  中の単語  $t_j$  の出現数である単語出現頻度 (TF) を、 $df_j$  は単語  $t_j$  が含まれる解説文の数である文書出現頻度 (DF) を、そして  $N$  は全ての解説文の数を表す。ここでは、単語の重みを単語出現頻度と逆文書出現頻度 (IDF) の積によって求めている。したがって、多くの解説文中に出現する一般的な単語の TF・IDF 値は低くなり、特定の解説文にしか出現しない単語の TF・IDF 値は高くなる。

展示品間のリンクを生成するために、まず、すべての解説文に対して形態素解析を行い、名詞を抽出し、式1によって、抽出されたすべての解説文中の単語の TF・IDF 値を求める。次に、この TF・IDF 値から、全ての二つの展示品の解説文間の特徴ベクトルの類似度をコサイン相関値を用いて求める。ここで、解説文  $D_i$  の特徴ベクトルは  $D_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in})$  で表される。二つの解説文  $D_i$  と  $D_j$  の類似度  $sim(D_i, D_j)$  の定義を、式2に示す。なお、 $n$  はそれぞれの解説文から抽出された単語数を表す。

$$sim(D_i, D_j) = \frac{w_{i1}w_{j1} + w_{i2}w_{j2} + \dots + w_{in}w_{jn}}{\sqrt{w_{i1}^2 + \dots + w_{in}^2} \times \sqrt{w_{j1}^2 + \dots + w_{jn}^2}} \quad (2)$$

得られた類似度が閾値以上である場合に、それらの制作年代を比較し、制作年代が古い展示品を表すノードから新しい展示品を表すノードへリンクを作成する。

次に、展示品以外の対象から展示品への影響関係を表すリンクを作成する。解説文中に、ある特徴的な単語を含む複数の展示品の間には、その単語が表す対象からの影響関係があると考え、その対象を表すノードから展示品を表すノードへのリンクを作成する。このリンクは、展示品間の類似度とは無関係に作成される。これによって、図4に示すように、ある影響を表す対象に注目した場合に、展示品間の類似度が低い場合でも複数の展示品を関連付けることができる。

作品以外の対象から展示品へのリンクを設定するために、まず、解説文から、その展示品へ影響を与えていると考えられる対象を表すキーワードを抽出する。効果的に複数の展示品の解

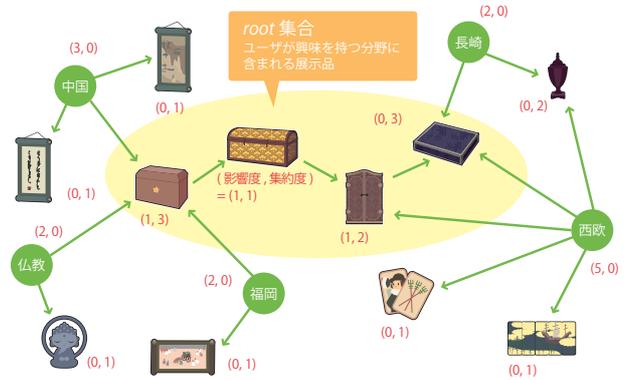


図5 ベースサブグラフ

説文を関連付けるために、各解説文中で TF・IDF 値が高く、複数の展示品の解説文に含まれている単語をキーワードとする。そのため、TF・IDF 値と DF 値の閾値をそれぞれ設定し、これらの条件を満たす単語を、対象を表すキーワードとして抽出する。すべての解説文に対してこの処理を行い、得られたキーワードから重複を削除し、残ったすべてのキーワードを個別に展示品以外の対象を表すノードとしてデータベースに登録する。そして、登録したそれぞれの対象を表すノードから、そのキーワードを解説文中に含む、すべての展示品を表すノードへのリンクを作成する。

#### 4.3 展示品の推薦

次に、ユーザが事前に興味のある分野や博物館での滞在予定時間をデバイスに入力することを前提として、ユーザの興味と状況に基づいた展示品を推薦する手法について述べる。システムはこれらの情報と、4.2 で作成したリンク構造をもとに、ユーザの興味に基づいた展示品の推薦を行う。また、来館者の状況としては様々な要素が考えられるが、本手法では来館者が入力した滞在予定時間によって推薦される展示品の個数を変化させることで、来館者の状況に合わせた推薦を行う。

はじめに、全ての展示品と対象を表すノードから、ユーザが興味を持つ分野に含まれる展示品を表すノードを抽出し、root 集合とする。次に、それらと関連のある展示品や対象として、root 集合に存在するノードからのリンクを持つ子のノードと、root 集合に存在するノードへのリンクを持つ親のノード全てを探索し、得られたノードから有向グラフであるベースサブグラフ  $G = (V, E)$  ( $V$  はノード、 $E$  はエッジの集合) を構成する。この操作を、サブグラフに含まれる展示品を表すノードの個数が、ユーザが入力した滞在予定時間に見合った数を超えるまで繰り返す。

このサブグラフは、ユーザが興味を持つ展示品が他の展示品に対してどのような影響を与えているか、または他の展示品からどのような影響を受けているかを表している。そのため、図5にみられるように、このサブグラフの中で多くの展示品に影響を与えている対象や展示品は、ユーザが興味を持つ展示品とそれらと関連のある展示品に対して強い影響力を持っており、ユーザはこれらの対象や展示品から影響を受けている展示品に対して興味を持つと考えられる。

本手法では、このユーザごとに構成されたサブグラフにおいて、ある対象や展示品  $v$  が他の展示品に与えている影響の強さを影響度  $Inf(v)$  として定義する。同様に、このサブグラフの中で強い影響力を持つ多くの対象や展示品から影響を受けている展示品は、ユーザが持つ興味を強く集約しており、ユーザはこれらに対して興味を持つと考えられる。そのため本手法では、このサブグラフにおいて、ある展示品  $v$  が他の対象や展示品から受ける影響をどれだけ強く集約するのかを表す度合いを、集約度  $Agg(v)$  として定義する。これらの値を、図 5 のようにこのサブグラフに存在するすべてのノードに対して以下の式から求める。

$$Inf(v) = \sum_{\omega, v \rightarrow \omega} Agg(\omega) \quad (3)$$

$$Agg(v) = \sum_{\omega, \omega \rightarrow v} Inf(\omega) \quad (4)$$

本手法は、HITS アルゴリズム [19] と同様のアプローチを採用している。HITS アルゴリズムは対象とする WEB ページをリンクの構造によってランク付けする手法であり、これにおける Web ページとリンクの関係を、展示品や対象とそれら間の影響関係に置き換えて考えたものとしてとらえている。影響度  $Inf(v)$  はその展示品や対象  $v$  が影響を与えている展示品  $\omega$  の集約度  $Agg(\omega)$  の合計、集約度  $Agg(v)$  はその展示品  $v$  が影響を受けている展示品や対象  $\omega$  の影響度  $Inf(\omega)$  の合計となる。このような再帰的な計算を行うことにより、影響度の高い展示品や対象から影響を受けている展示品はより高い集約度を持ち、集約度の高い展示品に影響を与えている展示品や対象はより高い影響度を持つことになる。これらの値は初期値を設定し、適切な正規化のステップを混ぜ、式 3 と式 4 を繰り返すことにより収束することが示されている [20]。

最終的に、このサブグラフにおいて集約度の高い展示品はグラフ中で多くの重要な影響を集約しており、よりユーザの興味を引く可能性があると考えられる。そのため、サブグラフに存在するすべてのノードに対して影響度と集約度を求めた後、推薦される展示品の数をユーザの指定した滞在予定時間に合わせるために、サブグラフに含まれる展示品を表すノードを集約度の高いものから順にユーザの滞在予定時間に合った適当な個数を抽出し、推薦する。この時、 $root$  集合に含まれる展示品の数が推薦される個数よりも多い場合は  $root$  集合を含めたサブグラフ中で集約度の高い展示品を抽出して推薦し、 $root$  集合に含まれる展示品の数が推薦される個数よりも少ない場合は、推薦される個数から  $root$  集合に含まれる展示品の数を引いた分だけ、残りのサブグラフ中に含まれる展示品を集約度の高い順に抽出し、 $root$  集合に含まれる展示品とともに推薦することで、ユーザが興味を持つ展示品を中心にした推薦を行う。また、ユーザが入力した滞在予定時間に基づいて適当な推薦される展示品の個数を決定するためには、推薦された展示品の位置やユーザの年齢など様々な要素が関わってくる。そのため、将来的には時間を入力することで適当な個数を決定するようなシステムが必要である。

## 5. 評価

### 5.1 プロトタイプシステム

例として、九州国立博物館ホームページ [21] 上の収蔵品ギャラリーに掲載されている展示品の画像と解説文を使用し、プロトタイプシステムを実装した。システムの実装には PHP、MySQL を用いた。また、形態素解析には Yahoo!API [22] の日本語形態素解析を使用している。

本システムでは、収蔵品ギャラリーから 55 点の展示品の画像と解説文を使用した。4.2 で述べた手法によって、これらのテキストを解析することで得られた 32 個の対象を表すノードと 174 個のリンクを新たにデータベースに登録した。これらから構成したグラフの全体を図 6 に示す。

なお、二つの展示品間の影響関係を表すリンクを作成する際はコサイン相関値が 0.063 以上、展示品以外の対象から展示品への影響関係を表すリンクを作成する際は TF・IDF 値が 5.0 以上、DF 値は 3 以上 8 以下を閾値とした。さらに、4.3 で述べた影響度と集約度を求める式 3 と式 4 を 10 回繰り返し計算することで、これらの値が収束することを確認した。

我々は、本手法が利用される状況を以下のように想定している (図 7)。まず、ユーザは博物館の展示会場の受付で情報端末を受け取り、滞在予定時間と「絵画」や「彫刻」などの興味のある分野を入力する。すると、システムはこれらの情報をもとにユーザが選択した分野の展示品を  $root$  集合としてサブグラフを構成し、各ノードの影響度と集約度を求め、適切な個数の展示品を推薦する。ここで推薦される展示品は、ユーザの興味と滞在予定時間によってユーザ毎に異なることがある。例えば、ユーザが絵画に興味があれば絵画を中心にしたものとなり、滞在予定時間内で展示室内を一通り閲覧できるよう、展示品の数を制限する。

各展示品の設置位置の座標をあらかじめ登録しておくことで、館内マップ上に展示品のサムネイル画像を表示し、ユーザに提示する。ユーザはシステムを参考に展示室内を散策し、展示品を閲覧しながら、興味のある展示品を選択する。すると、システムはユーザによって選択された展示品を新たに  $root$  集合に加え、推薦結果を更新する。ユーザとシステムはこの操作を繰り返すことで、よりユーザの興味に合った展示品を推薦する。また、推薦を更新する際に過去にユーザが閲覧した展示品を除く処理は行わない。

図 8、9 は、実装したプロトタイプシステムにユーザが興味のある分野として「漆工」を選択した場合の情報の入力と推薦結果の例を示している。この場合では、図 6 に示した全ての展示品の中から「漆工」という分野に含まれる展示品を抽出し、 $root$  集合としている。本システムに登録されている漆工作品には、近世に欧米向きの輸出漆器として制作され、和様折衷な意匠で日本と西欧の文化交流を象徴する作品が多く含まれている。そのため、これらを  $root$  集合として構成したサブグラフでは、漆工作品の他にも図 3 や図 4 に示すように、同じ西洋の文化からの影響を受けて作製された類似度の高い工芸品や、西洋との交流を描いた絵画などが推薦されている。また、プロト



図 6 プロトタイプシステムによって構成されたグラフ

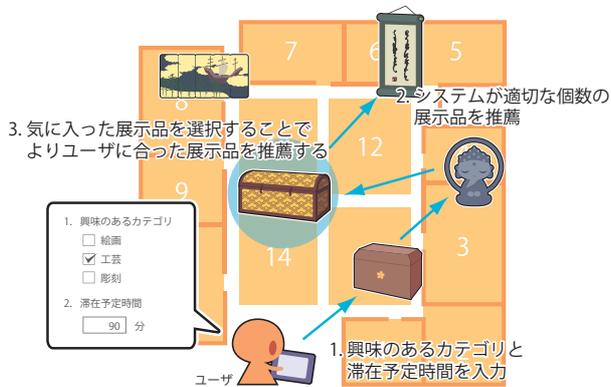


図 7 提案手法の利用

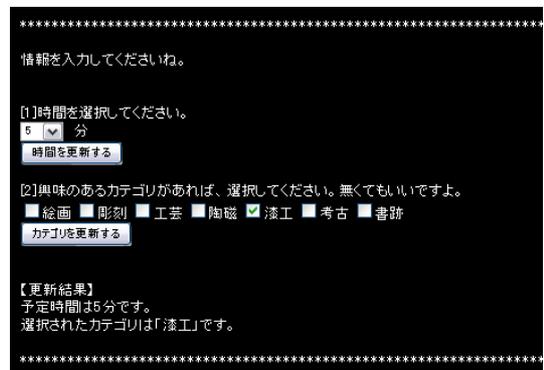


図 8 情報の入力

タイプシステムでは構成されたサブグラフ中で影響度の高い上位 10 個の展示品や対象を表すノードのタイトルをキーワードとして表示している。図 9 では「漆器」や「輸出」、「長崎」といったキーワードが表示されており、推薦された展示品間の関連性を示している。

### 5.2 実験

提案手法の有効性を検証するために、プロトタイプシステムを用いた実験を行った。本実験では、3 名の被験者に対して PC のディスプレイ上で展示品の推薦を行い、実際に展示品を閲覧

する代わりに推薦された各展示品のサムネイル画像をクリックすることでそれらの詳細な画像と解説文を表示した。さらに、表示された登録ボタンを押すことで気に入った展示品を選択してもらい、その都度推薦結果を更新した。また、滞在予定時間の選択肢は「5 分」と「10 分」としてそれぞれ 10 点と 20 点の展示品を推薦し、選択可能なカテゴリは「絵画」、「彫刻」、「工芸」、「陶磁」、「漆工」、「考古」、「書跡」とした。被験者には、推薦された展示品を閲覧し終わった後に各質問に対して 1~5 の 5 段階で評価してもらった。この実験結果を表 1 に示す。

さらに、被験者にプロトタイプシステムに登録されている全



図 9 展示品の推薦

質問内容	平均値
推薦された展示品に興味がありましたか。	4.0
気に入った展示品を登録することで、より興味を持てる展示品が推薦されるようになったと感じましたか。	3.3
表示されたキーワードに興味がありましたか。	3.7
推薦された展示品に何か関連性があるように感じましたか。	4.0
実際の博物館で、このような展示品の推薦システムがあれば利用してみたいと思いますか。	4.3

表 1 実験結果

での展示品の中から興味を持った展示品を選択してもらい、被験者が本システムによって推薦された展示品の中で興味を持った展示品の個数を、被験者が興味を持つ全ての展示品の個数で割ることで再現率を求めたところ、平均値は約 45 %であった。

### 5.3 考察

表 1 の最初の「推薦された展示品に興味がありましたか。」という質問に対しては平均 4.0 という肯定的な評価が得られた。しかし、ユーザが興味を持つ展示品の中からどれだけの展示品を推薦できたかという網羅性を表す再現率の平均値は 45 %と低い結果が得られたことから、ユーザが興味を持つ展示品をより多く推薦するためにはシステムの改善が必要であると考えられる。

二番目の「気に入った展示品を登録することで、より興味を持てる展示品が推薦されるようになったと感じましたか。」という質問に対する評価から、ユーザが興味を持った展示品を単純に root 集合に加えるだけではあまり期待した結果が得られないことが分かった。改善策としては、選択された展示品を root 集合に加えるだけでなく、それらに対してユーザが持つ興味の強さを各ノードに初期値として与える手法などが考えられる。与えられた値をリンクを通して周囲の関連のあるノードに伝播させることで、よりユーザの興味に合わせた推薦につながると考えられる。このように推薦された展示品に対するユーザの評価を用いてインタラクティブに推薦を行うことで、精度の向上が期待できる。

三番目の「表示されたキーワードに興味がありましたか。」

という質問と四番目の「推薦された展示品に何か関連性があるように感じましたか。」という質問に対する評価から、被験者は提案手法によって推薦された展示品間の関連を表すキーワードにはあまり興味を持たなかったが、推薦された展示品間の関連性を理解することができる可能性があるといえる。そのためには、まず 4.2 で述べたリンクの作成やキーワードの抽出手法の改善が必要であると考えられる。この問題に関しては、実験で使用した解説文が 300 文字程度と短いものが多かったことも原因として考えられるため、さらに Wikipedia などの Web 上の情報なども利用することで、より適切なリンクの作成やキーワードの抽出を行うことが可能になると考えられる。さらに、推薦された展示品間の関連の理解を助けるようなインターフェースを提供することで、ユーザに展示品を取り巻く文化を理解させ、ユーザの興味を喚起することにつながると考えられる。

最後の「実際の博物館で、このような展示品の推薦システムがあれば利用してみたいと思いますか。」というシステム全体に関する質問に対しては、平均 4.3 という肯定的な評価を得ることができた。

## 6. まとめ

本論文では、情報端末を用いた来館者の興味や状況に合わせた展示品の推薦システムを提案した。展示品の解説文から得られた展示品間の影響関係に基づいて、ユーザの興味や状況に合わせた展示品を推薦することで、個々の展示品を取り巻く文化と展示に対するユーザの理解を深め、ユーザの新たな興味を喚起するような閲覧支援を行うことを目標としている。

提案手法では、初めに博物館に存在するすべての展示品の解説文を解析し、二種類の展示品間の影響関係を展示品や対象を表すノード間のリンクとして定義した。次に、ユーザが事前にデバイスに入力した、興味のある分野や博物館での滞在予定時間などの情報をもとに、このリンク構造から一つの有向グラフを構成した。さらに、このグラフを解析することでユーザの興味を強く集約していると考えられる展示品を推定し、ユーザに適切な個数推薦した。また、プロトタイプシステムを用いた実験結果から、提案手法に対する肯定的な評価を得ることができたが、課題も多く存在することが分かった。

今後の課題としては、展示品に対するユーザの評価を利用する手法の検討や、リンクの作成とキーワードの抽出手法、インターフェースの改善などが考えられる。また、実際の博物館におけるユーザによる評価実験によって、提案手法の有効性の検証を行うことを計画している。

## 文 献

- [1] 大英博物館 : <http://www.britishmuseum.org/visiting.aspx?lang=ja>
- [2] ルーブル美術館 : [http://www.louvre.fr/11v/commun/home.jsp?bmLocale=ja\\_JP](http://www.louvre.fr/11v/commun/home.jsp?bmLocale=ja_JP)
- [3] ニューヨーク近代美術館 : [http://www.moma.org/visit/infoplans/japanese\\_plan](http://www.moma.org/visit/infoplans/japanese_plan)
- [4] 国立西洋美術館 : <http://www.nmwa.go.jp/jp/index.html>
- [5] クラゲラボ : <http://quragelab.jp/>
- [6] 新江ノ島水族館 : <http://www.enosui.com/>

- [7] Louvre - DNP Museum Lab : <http://www.museumlab.jp/index.html>
- [8] シテ科学産業博物館 : <http://www.cite-sciences.fr/en/cite-des-sciences/>
- [9] 国立新美術館 : <http://www.nact.jp/>
- [10] 京都国際マンガミュージアム : <http://www.kyotomm.jp/>
- [11] セカイカメラ : <http://sekaicamera.com/>
- [12] 高橋徹, 益岡あや, 深谷拓吾, 伊藤禎宣 : “ ubiNEXT:自由選択学習を支援する展示ガイドシステム ”, The 19th Annual of the Japanese Society for Artificial Intelligence,2005
- [13] 小柳文子, 近匡, 東山新 : “ 箱根彫刻の森美術館における時間指定お勧め経路表示システム ”, 成蹊大学理工学研究報告, Vol.43, No.2, pp.1-8, 2006
- [14] 脇山孝貴, 吉高淳夫, 平嶋宗 : “ 注目の検出に基づいた興味モデルの作成と絵画推薦 ”, 情報処理学会論文誌 Vol.48, No.3, pp.1048-1057, 2007
- [15] 門林理恵子, 西本一志, 角康之, 間瀬健二 : “ 学芸員と見学者を仲介して博物館展示の意味構造を個人化する手法の提案 ”, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.980-989, 1999
- [16] 安部美希, 羽田久一, 今井正和, 砂原秀樹 : “ 電子博物館展示における展示シナリオ自動作成システムの提案 ”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.26, No.24, pp.13-18, 2002
- [17] 阿部直之, 三石大 : “ 博物館のデジタルアーカイブを利用した複数分野横断型学習システムの開発 ”, 情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告 2005 42, pp.95-101, 2005
- [18] 尾崎圭司 : “ 鑑賞支援のための仮想美術館 ”, 四国大学経営情報研究所年報 9 pp.23-30, 2003
- [19] Kleinberg, J. 1998 Authoritative sources in a hyperlinked environment. In Proc. 9th Ann. ACM-SIAM Symp. on Discrete Algorithms, pp.668-677. New York: ACM Press. (A preliminary version of this paper appeared as IBM Research Report RJ 10076, May 1997.)
- [20] 水田正弘, 南弘征, 小宮由里子 : “ 確率モデルによる Web データ解析法 ”, 森北出版, 2007
- [21] 九州国立博物館 : <http://www.kyuhaku.jp/>
- [22] Yahoo!デベロッパネットワーク : <http://developer.yahoo.co.jp/>