

## 2. これまでの成果と計画

- ① 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
- ② サッカー映像の自動ゲーム分析
- ③ 実空間ネットワーク環境（SPEARS）に関する研究
- ④ 考古学フィルムライブラリ
- ⑤ ブラウザ履歴による検索キーワードの意味的多義性の解消に関する研究
- ⑥ DiffServにおけるドメイン間帯域予約の高速化手法の提案



# 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

安部美希<sup>†</sup> 羽田久一<sup>††</sup> 今井正和<sup>†††</sup> 砂原秀樹<sup>††††</sup>

奈良先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科<sup>†</sup>, 附属図書館研究開発室<sup>††</sup>, 情報科学センター<sup>††††</sup>  
奈良県生駒市高山町 8916-5 (0743-72-5624)  
鳥取環境大学 情報システム学科<sup>†††</sup>  
鳥取県鳥取市若葉台北1丁目 1-1 (0857-38-6791)

miki-a@is.aist-nara.ac.jp, hisakazu@dl.aist-nara.ac.jp, imai@kankyo-u.ac.jp, suna@itc.aist-nara.ac.jp

博物館では学芸員が資料を選出し、利用者の理解を助ける配置や流れを考えて展示を作成する。電子博物館の登場で、利用者が自分の興味のある作品を多くの資料の中から検索し閲覧することが可能になった。しかし現存するものの多くでは、検索結果の提示順序について考慮されていない。

本研究では、電子博物館における利用者の興味に適合した展示を行うために、学芸員の果たしている展示シナリオ作成を補うシステムを提案する。本システムでは、展示作品同士の関連を用いてシナリオ作成を行う。作品間の関連の強さを数値化し順序を決定することで、流れのある展示を自動的に作成する。

## A Proposal of the Automatic Exhibition Scenario Creation System in Digital Museum

Miki Abe,<sup>†</sup> Hisakazu Hada,<sup>††</sup> Masakazu Imai,<sup>†††</sup> and Hideki Sunahara<sup>††††</sup>

Graduate School of Information Science<sup>†</sup>, Research Division Digital Library,<sup>††</sup>

Information Technology Center<sup>††††</sup>, Nara Institute of Science and Technology

5-8916 Takayama, Ikoma, Nara (+81-743-72-5624)

Department of Information System, Tottori University of Environmental Studies<sup>†††</sup>

1-1-1 Wakabadai-Kita, Tottori, Tottori (+81-857-38-6791)

miki-a@is.aist-nara.ac.jp, hisakazu@dl.aist-nara.ac.jp, imai@kankyo-u.ac.jp, suna@itc.aist-nara.ac.jp

For museum exhibitions, curators select articles with their knowledge, and they plan scenario and the design of the exhibition. It helps visitor's learning. With the appearance of digital museum, people can retrieve and appreciate based on their interest from amount of data. But in many of digital museum sites, order of search results is not considered.

In this paper, we propose the system that supplies one of the important roles of curator, making exhibition scenario. We calculate relationships between articles, and an order is decided by the score. The system automatically makes a scenario of an exhibition which has the flow.

電子博物館, 美術展示, 展示シナリオ, 順路, 作品の関連  
digital museum, exhibition, scenario, route, relation between articles

## 1 はじめに

生涯教育が注目される中、美術館・博物館(以下総称として博物館とする)における教育的役割が重要視されている。博物館教育活動の大きな部分を占めているのは展示である。博物館では学芸員が資料を選出し、利用者の理解を助ける配置や流れを考えて展示のシナリオを作成し、展示を行う。

情報技術の発達による電子博物館の登場で展示の機会と手段が拡大してきている。利用者は自分の興味のある作品を多くの資料の中から検索により選び出し、閲覧することが可能になった。だがその検索結果の提示順序については考慮されておらず、展示全体の流れには無関心な場合がほとんどである。

本研究では、選出された作品群に対して、作品間の関連を用いることで各作品の位置付けを求め、流れのある展示シナリオを自動的に作成するシステムを提案する。

## 2 展示シナリオの必要性

展示の配置や順路を決めることを、一般的に展示シナリオ作成と呼ぶ。展示シナリオは作品群をひとつの流れに沿って見せることで作品に対する理解や興味を深めさせる重要な展示の要素である。しかし、鑑賞を始める時点でシナリオに基づく順路を提示してくれるようなシステムは現時点では開発されていない。現在の電子博物館展示では、この機能が不足している。

電子博物館展示に関する研究として、現在様々な視点から研究が進められている。例えば、自分の気に入った作品の履歴を保存することで展示の個人化ができるものや、展示作品の中から気に入ったものを選択することで、利用者の興味を推定し次の展示作品を選出するものなどである。また、自らが興味を持ったものについて個々に探索を広げていくタイプの電子博物館がある。こういったものは利用者による探索的な学習行動に対しては有効であると考えられる。探索的な学習行動は、電子博物館の重要な利用法の一つである。

だが展示の鑑賞方法としては、提示されたひとつの流れに沿って見るという学習行動もひとつの可能性である。たとえば、一人の作家の作品を年代順で並べた場合、その作家の個人史として展示を見ることが出来る。また、同じような題材をモチーフにした作品を並べることで、それぞれの作家の個性がより鮮明になる。このように、展示する作品の選び出し方とそれらの並べ方の組み合わせによって、展示にはいろいろな視点がありうる。そういった鑑賞方法の可能性を失わないためには、やはり実展示で学芸

員が行うのと同様に、電子博物館展示においても展示作品の選出だけではなく展示シナリオが必要である。

学芸員の役割を補うシステムとして、主に作品の抽出に関するものがある。学芸員知識を反映した検索も研究されており、展示作成時の作品の抽出機能を提供している。しかし展示シナリオ作成については、利用者の自由探索的なシナリオ作成、もしくは展示作成者側のシナリオ作成支援的なものしかない。

流れのある展示シナリオを作成するためには、選出した作品群の中でのその作品の位置付けを知ることが必要である。各作品の位置付けは他の作品との関連から知ることができる。

## 3 関連研究

収蔵作品の関連を表現した研究に意味ネットワークを用いたものがある[1]。作品のモチーフや背後関係まで検索に利用し、展示作品から自分の気に入ったものを選ぶことで、その作品に関連するものを意味ネットワークからシステムが抽出し、鑑賞を進める度に自分の気に入ったものに近いと思われる作品が展示される。

展示の構造を対象とした個人化手法を提案しているものもある[2]。展示物に付与された説明文を学芸員知識とし、説明文中のキーワードを統計処理する。展示物同士の関連を双対尺度法を用いて二次元空間に配置した「展示空間」と、見学者の選んだ興味のある展示物から展示を構造化し直した「興味空間」、興味空間内の展示物の意味的関連に基づく「個人化空間」を構築する。3空間の変化からパターンに分類し、これを判断指標として展示を構成している。

## 4 関連を用いた順路作成

本研究では、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った。関連度の定義及び順路作成について以下で述べる。

### 4.1 関連の種類

作品の関連には以下のような種類があると考えられる。今回はルノワールの絵画を中心的な題材として用いた。

#### ◇対象

絵画に描かれた対象物はその絵画の内容を示す最も重要な要素の一つである。その表現対象の関連は作品間の関連としても重要である。対象物に関して、その語彙の意味範疇から以下の3種類の階層に分類する。この階層構造を以下に示す。

- 第1階層：画種：風景画、人物画、静物画など
- 第2階層：一般名詞：女性、男性、花、海など
- 第3階層：固有名詞：モンマルトル、シスレーなど

まず絵画は第1階層の画種による分類ができる。さらに第2階層でその表現された対象を一般名詞で表せる。第3階層は固有名詞等により詳しく表されるものである。

#### ◇作家

作品は、作家という一人あるいは複数の人間により作られるものである。したがって、その作品を作るにあたり、製作者本人と影響を授受した他の作家との関連は、作品や作品同士の関連上重要な要素である。

#### ◇技法

作品は、印象派、写実主義といった流派や、テンペラ、油彩といった技法などの表現方法を用いることによって表現されている。同じ表現方法を用いた作品は、より共通する印象を鑑賞者に与える。

#### ◇印象語

作品を感じるのは鑑賞者たる人間であるので、その鑑賞者に与えるであろう印象は、作品間の関連として重要な一要素である。この印象は印象語で表現できる。ことに美術作品には、感性的な評価は鑑賞する際大切な指標のひとつとなる。

これらを用いて関連を表現し順路を作成する。そのために上記の4つの関連を表現するフィールドをもつ関連データベースを作成する。

### 4.2 関連算出手法

展示作品の選出段階で選び出された作品を本システムでは抽出作品と呼ぶ。まず抽出作品中すべての2作品の組み合わせに対して関連の強さを計算する。関連の強さの計算は関連データベースの各フィールド同士の比較によって行われる。各フィールドで1単語ごとに比較を行い、一致した数をマッチ数として持つ。

マッチ数の数え方としては、以下の2通りを設定した。フィールドに入力できる語数を無制限に設定している場合と、限定しているもしくは少数の語しか入力されない場合とでは、同様に扱わないほうが良いからである。

- (1)一致した単語の数を数えて加算する方法
- (2)フィールド内の単語が全て一致した場合、部

分的に一致した場合、まったく一致しなかった場合で分類し、それぞれの場合の得点を決めておく方法

どちらを用いるかは、各フィールドの語の入力方法の差で得点に大きな差がでないことを配慮し次のようにした。作家フィールドと印象語フィールドには、語数を限っていないため前者を用いた。対象フィールドも各階層で語数を限っていない。しかし各階層内で比較するため、それぞれの階層に対して後者を用いた。技法は語数を限定し後者を用いた。後者の方法を用いた場合は、完全一致の場合1、部分一致の場合0.5、一致なしの場合を0とした。

各フィールドに重み付けの値を設定した。これは、それぞれの関連が同等の価値ではなく、各フィールドに対する重みに変化をつけることで、より人間の感じる関連の強さに近づけることができるためである。また、この各フィールドに対する重みのパラメータを調整することで、どの種類の関連を重要視するかに変化がつけられるので、よりユーザの望む関連度に近づけることができる。今回はすべての重みを1としている。

抽出作品同士の関連の強さは、上で求めた各作品間の全フィールドに対する関連の強さの合計とする。以下に導出式を示す。

$$R_{sum}(x, y) = W_{obj} R_{obj}(x, y) + W_{art} R_{art}(x, y) + W_{tec} R_{tec}(x, y) + W_{imp} R_{imp}(x, y)$$

$R_{sum}(x, y)$ : 作品  $x, y$  間の合計関連度

$R_{obj}(x, y)$ : 作品  $x, y$  間の対象関連フィールドの関連のマッチ数

$R_{art}(x, y)$ : 作品  $x, y$  間の作家関連フィールドの関連のマッチ数

$R_{imp}(x, y)$ : 作品  $x, y$  間の印象語関連フィールドの関連のマッチ数

$R_{tec}(x, y)$ : 作品  $x, y$  間の技法関連フィールドの関連のマッチ数

$W_{obj}$ : 対象関連フィールドに対する重み

$W_{art}$ : 作家関連フィールドに対する重み

$W_{imp}$ : 印象語関連フィールドに対する重み

$W_{tec}$ : 技法関連フィールドに対する重み

### 4.3 順路算出手法

抽出作品を並び替えて順列を作成する。各順列で隣り合う作品( $x, y$ )間における、各フィールド関連度の和  $R_{sum}(x, y)$  をすべて足し合わせる。1本の経路全体における作品関連度の和を  $S$  とする。

$$S = \sum_{x=1}^{n-1} R_{sum}(x, x+1)$$

この  $S$  が最も大きい順列を、最も強い関連を

表している経路とする。つまり、生成された順列の1番目と2番目の作品の関連度、2番目と3番目の作品の関連度というように足し合わせ、その合計がもっとも高い順列を順路として採用する。

結果が同じものが複数あって一意に決まらない場合がある。その場合更なる絞込みを行うものとする。この絞込みの評価指標はシナリオのオプションとして、利用者が選択式で入力する。絞込みにより順路が一意に決定される。

## 5 システムの実装

展示シナリオ自動生成システムの実装について述べる。本システムはユーザインタフェースとして、ネットワーク上の一般的なインタフェースであるWWWを利用した。システムはサーバ側で実装され、Linux上のWebサーバとともに動作する。Webサーバとの連携のため、本システムはLinux上でPerlスクリプトを用いて実装した。WebサーバとしてApacheを使用した。

### 5.1 システム概要

本システムにおいて、テーマはユーザインタフェースから利用者により与えられる。与えられたテーマに対する展示シナリオを作成するためには、以下の機能が必要である。

- ・ 作品の選出
- ・ 作品の提示順決定（展示シナリオ作成）

作品の選出は検索にあたる。本システムでは検索モジュールにおいてキーワードによる検索を行っている。展示シナリオ作成は、関連データベース、関連度計算モジュール、順路計算モジュールを用いて行う。図1にシステムの構成を示す。

システムにおける処理の流れを以下に示す。各番号は図1の矢印にそれぞれ対応している。

- ① 利用者はWebブラウザから、展示テーマとしてのキーワードと、シナリオの絞込みの際に用いるシナリオオプションを入力する。その情報がWebサーバへ送られる。
- ② Webサーバからキーワードデータとシナリオオプションデータが、CGIを通してシステムに渡される。
- ③ 検索モジュールがキーワードデータを受け取り、検索を行い該当する作品リストを作成する。
- ④ 作品関連度計算モジュールに作品リストが渡される。作品リスト中の作品すべての組み合わせに対して、関連データベースを参

照し、作品間の関連の値を算出する。

- ⑤ 作品リストと全作品間の関連の値が順路計算モジュールに渡される。作品リストの作品で順列を生成し、作品間の関連の値を用いて、順路候補データを求める。シナリオオプションデータによって順路候補データから順路の絞込みを行い、順路を一意に決定する。
- ⑥ 決定順路がCGIを通してWebサーバへ返される。
- ⑦ Webサーバが順路に沿って、作品画像と作品データをWebブラウザに表示する。

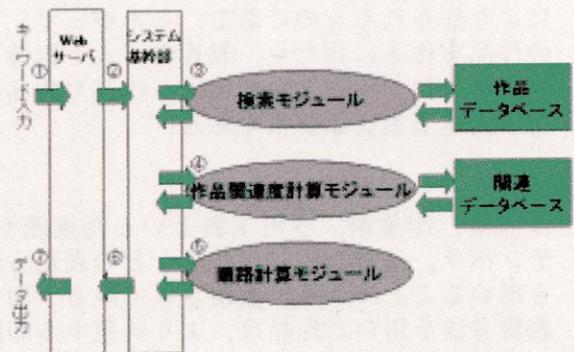


図1 システム構成と処理の流れ

### 5.2 システム構成要素

以下では本システムのそれぞれの要素について述べる。

#### ◇システム基幹部

Webサーバからキーワードデータとシナリオオプションデータが、CGIを通してシステム基幹部に渡される。システム基幹部のCGIプログラムが検索、関連度計算、順路計算の各モジュールを呼び出し実行する。

#### ◇検索モジュール

検索モジュールは利用者からの入力に従い、データベースから作品を抽出する。作品データの全フィールドと作品データベースの解説文以外の各フィールドに対してキーワードによる検索を行い、解説文フィールドに対して全文検索を行う。より作品の内容を汲んだ作品抽出のため、関連データベースの対象フィールドと印象語フィールドにも検索を行った。複数のキーワードが入力された場合、抽出作品数が増加するのを防ぐためにAND検索を行っている。

本研究の目的は、作品同士の関連の強さから、強いつながりを優先することで、流れのある一連の順路を作成することにある。したがって、

検索部分が利用者の希望作品をよりの確に抽出できることは望まれる機能ではあるが、本研究では対象としていない。

検索モジュールによる検索の結果、抽出作品のリストと、各抽出作品に対するキーワードに適合した数が得られる。

#### ◇関連度計算モジュール

検索モジュールで得られた抽出作品のリストが渡される。抽出作品リスト中のすべての組み合わせに対して、関連データベースを参照し、関連データの各フィールド間で比較する。各フィールドにおけるマッチ数を出し、重みをかけ合わせる。それらの和を計算することでそれぞれの作品間の関連度を算出する。

#### ◇順路計算モジュール

抽出作品リストと作品間の関連度、シナリオオプションデータが渡される。抽出作品リストから作品の順列を生成する。関連度計算モジュールで求めた各作品間関連度により、各順列の隣り合う作品間の関連度の値を足しあわせ、順列の関連度の値を求める。この値の最も高い順列を順路候補リストとして持つ。

順路候補リストに複数の経路が得られた場合、更なる絞込みを行うプログラムをシナリオオプションデータにより呼び出す。それにより順路の絞込みを行い、結果として最適と思われる順路を一意に決定する。今回はキーワードの適合度の降順と年代の昇順を実装した。

キーワードの適合度は今回検索時のキーワード適合数を用いている。キーワードの適合数が多いものほど、ユーザの望んでいる作品に近く、満足度が高いと考えられるからである。

年代の昇順は、年代の若い作品がより前にあるものとしている。年代の新しいものから見るよりも、古いものから見る方が、より時代の流れや作家の成長といった流れを汲めるので、シナリオとして適当であると考えられるからである。

#### ◇作品データベース

作品データベースは、作品そのものの画像情報と、その作品を表す二次的情報(メタデータ)から成り立つ。作品のデジタルデータ、解説、メタデータは、展示に用いられる情報として格納する。また、検索の際にもこのデータベースを主に用いる。

今回資料対象を、印象派の作家として知られるルノワールを中心とした 92 作品として、本システムにおける作品データベースを作成した。データのフィールド以下の通りである。

- ・作品
- ・作品 ID
- ・作品名
- ・作者
- ・製作年
- ・画材
- ・サイズ
- ・解説文
- ・所蔵

図版において各作品について付与されている情報を各フィールドに入力した。

#### ◇関連データベース

作品間の関連を以下の 4 項目に分類した。それぞれの項目に対して、資料により、以下の手順で作品についてのデータを作成した。

対象フィールドには作品に描かれている対象物についての関連を入力した。対象物に関して以下の 3 段階に分けてそれぞれ入力を行った。上位 2 層は必ず 1 語以上入力し、最下層の固有名詞は任意で入力した。

作家フィールドには製作者本人の名前を入力する、さらにその作品に影響を与えたあるいは受けた作家が存在する場合は、作品と関係のある作家としてその名前を入力した。

技法フィールドには作品の描かれている技法、画材、その作品に影響を受けている、または属している流派から 1 語以上入力した。

印象語フィールドにはその作品に対して解説文で表されている形容詞、形容動詞を中心に 1 作品に対して最適と思われる 2 語を抽出し入力した。

#### ◇ユーザインタフェース

利用者は Web ブラウザから展示テーマとしてキーワードを入力する。次に、経路の絞込み方法をシナリオオプション選択肢から選ぶ。この選択はシナリオの候補が複数ある場合の絞込みに反映され、一意にシナリオが決定される。同じキーワードを入力しても、この選択を変えることで結果として出力される展示シナリオが変化する可能性が生じる。

処理結果は Web ブラウザの画面に出力される。1 作品ごとに左に作品、右に作品の情報と解説が表示される。

## 6 評価

展示シナリオ自動生成システムの評価を行った。実展示での展示評価例を紹介した上で、本システムの評価のために行ったアンケートの内容と回答を述べ、考察を行う。

### 6.1 展示評価

展示評価は博物館の評価として、生涯学習理念の普及に伴いしだいに注目されている分野である。アンケートによる出口調査が実施例として最も多い[4][5]。アンケート項目としては、展

示の意図が利用者に伝わったか、何らかの満足がえられたかを知ることができるような設問をする。電子博物館展示においてもこの手法が有効であると考え、アンケートによる評価を行った。

## 6.2 本システムの評価

本システムの評価を行うために、アンケートを実施した。

あらかじめ抽出した9作品に対して、本システムのアルゴリズムを用いて順路を作成したものの(展示A)と、ランダムに並べたもの(展示B)を回答者に提示した。アンケートの結果、展示Aの方が作品間のつながりが強く、流れが感じられるという回答が回答者全員から得られた。展示Aと展示Bどちらが好きかという問いに対しては、96%の回答者が展示Aであると答えた。

また、展示A展示Bそれぞれの提示順序で、隣り合う2作品間のつながりの強さを5段階評価してもらったところ、本システムが関連度計算モジュールで算出した値と相対的にほぼ同じであった。展示Aについての比較結果を図2に示す。従って本システムは人間が感じる作品間の関連度を再現できている。

他に、展示テーマの入力により本システムが生成した展示について実展示で行われている展示としての評価を試みた。提示された展示のテーマは何かを選択肢の中から選ぶというものである。選択肢の中では回答数が1番多かったものの正解は42%に留まった。この結果から見る限り、展示としてはまだ改善の余地がある。これは、テーマ設定からの作品抽出部分の問題によることが考えられる。

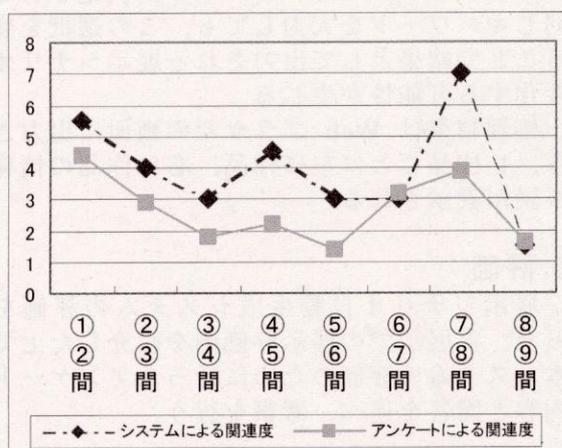


図2 アンケートとシステムの作品関連度比較 (展示A)

## 7 おわりに

本研究では従来の電子博物館に欠けていた学芸員の役割である、展示の順路を決める展示

シナリオ作成部分に着目し、展示シナリオを自動的に生成するシステムを提案した。

展示シナリオの作成には展示における作品の位置付けが重要であり、その位置付けを知るために、作品同士の関連を用いた。作品の関連の種類をあらかじめ定義し、関連に関するデータベースを作ることで、作品間の関連を用いての順路作成を試みた。

印象派の作家ルノワールの絵画を中心としたデータを用いて実験を行い、システムの有効性を評価するためアンケートを実施した。

アンケートによる評価の結果、本システムにより作品間の関連を展示に反映することができたと言える。しかし一方で、展示の意図が利用者に伝えることができたとは言いきれない。これは展示のテーマ決定による作品抽出に問題があるためだと考えられる。

今後の課題として、本研究では考慮していなかった、テーマからの作品抽出の改善が必要である。また利用者の要求により、関連の種類や優先度から関連度にかける重みを調節すること、順路生成時に評価指標の適用順を変化させることで、より様々な視点による展示シナリオが生成されるようになる。

本システムにより、今までただの羅列にすぎなかった検索結果に、流れを感じさせる提示順序を与えることができた。流れのある展示シナリオは利用者の理解を助け興味を増大させる。生涯教育の有効な機会となる仮想的な博物館展示において、流れのある展示シナリオを自動的に作成することで、学習の手段の選択肢をより一層充実させることができる。

## 参考文献

- [1]大川人資, “絵画の意味検索機能をもつ仮想美術館システム Web ArtFinder の構築”, 徳島大学大学院工学研究科平成10年度修士論文
- [2]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
- [3]“ルノワール”, 世界の美術17, 座右宝刊行会, 1963
- [4]井島真知, “博物館の評価環境を考える: 展示開発と展示評価”, [http://www.bunkanken.com/today\\_hyoukakankyou/](http://www.bunkanken.com/today_hyoukakankyou/)
- [5]芝崎 順司, 高桑 康雄, “美術館における来館者の鑑賞行動とワークシートの役割について”, 放送教育開発センター研究紀要, 1995年12月