

## Pepper を使った混雑緩和システムの研究

日大生産工 ○山崎紘史      日大生産工 塩見昌司  
日大生産工 清水明美      日大生産工 三角尚治

### 1. まえがき

生産工学部「With-Robotプロジェクト」の研究のひとつとして、「生産工学部美術館・博物館案内」がある。

本研究は、まず学生、あるいは大学の見学者にとって、親しみやすいコンテンツを掘り起こすことから始めた。その掘り起こしたコンテンツを利用し、最終的には、離れた場所から情報を提供し、人を安全、かつ効率的に誘導するシステムを作ることを目的とする研究である。現在、未来工房に「Pepper for Biz」の機体（Softbank社・以下、Pepperと略称）を設置し、情報提供を実施している。その準備、実施とインタラクション分析の結果を報告するとともに、Webカメラの画像を処理し、数値にしてリアルタイムに情報提供する方法を紹介・提案する。

### 2. コンテンツと案内

#### 2.1 美術品の調査および案内結果

生産工学部の美術品を調査し、Pepperに案内させるメニューを作成した。その後、2週間の期間を設けて、未来工房内でPepperを稼働し、その状況を分析した。

図1は作成したメニューの編集画面の一部である。作成にあたっては「お仕事簡単生成2.0」を利用した。現在は案内ルートとして、設置された建物による号館ごとの案内と、絵画・造形物・版画の種別での案内を行っている。

インタラクション分析の結果では、公開1週間程度で、アクセスが落ち込み、繰り返し利用する学生はいないものと想定できる。

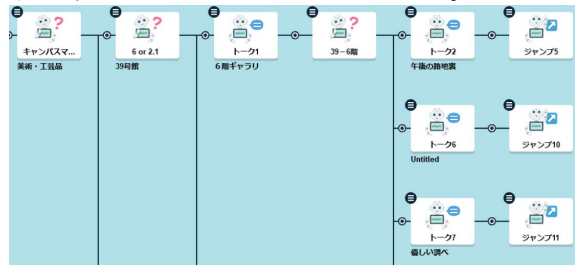


図1 編集画面

その原因の一つは、所蔵品を網羅的に案内させようとしたため、コンテンツが散漫になったことがあげられる。

図1に表示した部分は、39号館6階ギャラリーの絵画を紹介しようとするメニューの最終部分である。この画面のいちばん右側のジャンプメニューに到達することによって、最初の選択画面に戻ることになる。そこまでに、最低でも4回タッチパネルを操作する必要が生じる。展示されている建物の選択や、見たいものの種別の選択を経て、キャンパスマップなどが表示され、さらに絵画を選ぶことによって、やっと画像に到達する案内になっているからである。Pepperの音声案内のスピード調節の限界と、一文の長さ調整の限界があり、実際のPepperの操作上では、かなりの時間を要することになる。

所蔵する作品は、芸術学部の卒業研究に与えられた「生産工学部賞」の受賞作品がほとんどである。作家のその後をたどることが非常に困難であるばかりではなく、作品の見方・技法・素材・製作意図などについて、購入時に口頭の説明を受けているだけなので、情報が残っておらず、説明文が作成しにくい。現在の調査内容からは、タイトルと作品そのものの画像によって案内するしかないのも、一律に並べてしまい、選択までに時間がとられるメニューになってしまった。

稼働第一日目に、協力学生ではない無作為の5人(うち2人は同時利用の友人)の利用状況について、観察調査を行った。観察中、最後の画面まで操作に集中していた学生はひとりであった。

建物別の案内では、集中する37号館の絵画を並べたため、一枚ずつ見ていく場合に特に時間がとられる。そのためにPepperの操作途中で飽きてしまう場面があった。

画像表示を早い段階で実現するために、作品種別で並べ、選択してもらうメニューにした場

## A Research of Congestion Mitigation System using Pepper

Hiroshi YAMAZAKI, Atsushi SHIOMI, Akemi SHIMIZU and Shoji MIKADO

合も、作品が多い絵画を選ぼうとした際に同様の行動が見られた。

アクセスが落ち込むもう一つの原因は、未来工房内という限定された場所に設置したことによる。未来工房には特定の学生が繰り返し訪れる傾向があり、「美術品案内」のリピーター率は低い。

Pepperの設置にあたっては、さまざまな制約があり、管理者のいない場所に設置することは難しい。一方、案内システムの構築という観点からは、通行量の多い場所で、はじめて利用することを想定すべきである。今後は、SoftBankに設置可能の判断をもらっている37号館1階のロビー・39号館ロビーに設置した場合の動作実験を行いたい。

美術品というコンテンツ自体の弱さにも、留意しておきたい。学部が所蔵する美術品の案内を行うことによって、学部に対する親しみやすさを醸成するために選んだコンテンツであるが、Pepperの案内を受けて、誘導された場所に行くという行動が誘発されたのか、美術品に目を向ける学生が増えたのかという点については、調査が困難である。

案内システムの構築のためのコンテンツとしての美術品は、あらかじめ対象者を用意した上での実証実験的な利用に限定される。

ただし、Pepperを利用したと思われる学生が、「Pepperが言っていた絵だ」と偶然、該当の絵画を発見し、足を止め、友人に説明している場面は数度見かけた。授業前後の混雑時に、37号館階段の途中で、数人が足を止めること自体が危険に見え、研究の当初目的から外れる可能性はあるが、期間を定めて、定期的に美術品を案内しておくことは、親和的学内環境の整備という観点からは、一定の効果があるものと認められる。

## 2.2 博物館所蔵物の調査結果

美術品案内のpepper稼働観察では、最初是人型ロボットとのコミュニケーションを求めて、触ってみる程度の学生であることがわかる。案内内容に興味を持ち、学部への親和感覚と結び付けるには、学生にとって魅力的なコンテンツを用意しなければならない。美術品よりも魅力のあるコンテンツとして、学科の歴史を物語る機器・備品がある。

現在、機械工学科・土木工学科・建築工学科・電気電子工学科は、過去に使用していた道具・関連機器の展示を行っていることが確認できた。所属学科の学生は、入学後の早い段階で展

示品を把握しており、学科イメージの醸成に有効であることがわかっている。

しかしながら、5学科・1系には代表的展示物がない。該当する学科・系に展示すべき物品が全くないのかと調査したところ、いくつかの学科で展示すべき物品が確認出来た。ただし、現在、教育・研究に使用されていなくても、展示スペースや防犯の不安から、教員個人の研究室に死蔵されている。

教養・基礎科学系では、化学の実験に使用された「天秤」があり、非常に美品である。

応用分子科学科には、宝石の原石が鉱物見本としてあるが、小品で高価であるがゆえに、防犯の手立てがないままの展示はできない。

このように、学科の歴史を刻む物品が発見されるなかで、創生デザイン学科に残されていた印刷機器は、ほとんど未使用のまま保存されており、おそらく印刷博物館にも同等のものは残されていない逸品であった。これは、印刷機器の歴史としてだけではなく、フォント・デザインの歴史を勉強するに足るもので、創生デザイン学科を象徴するにふさわしいものである。

これらの死蔵品は、主にスペースと管理・防犯の観点から展示が出来ていないのだが、工夫によって、人的負担をできる限り抑えながら展示することを可能にしたい。

比較的大型の、安易に移動できない機器で、緩やかな防犯措置で済むものは、のちに述べるPepper用に設置するカメラと、その画像処理のためのサーバを利用することによって、いたずら抑止効果を持たせ、展示することも考えられる。

## 3. 案内システム

### 3.1 混雑状況を考慮した案内システム

Pepperには3Dセンサーや、マイク、RGBカメラ、タッチセンサー、ジャイロセンサー、ソナーセンサー、赤外線センサー、レーザーセンサー、バンパーセンサーなどが搭載され

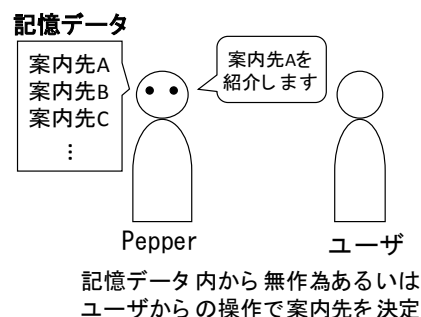


図2 スタンドアロン型の案内システム

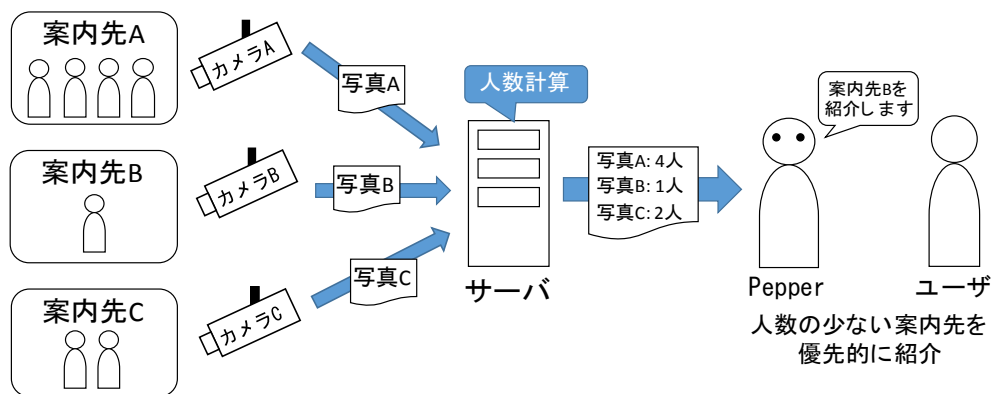


図3 混雑状況を考慮した案内システム

ている。また、専用のアプリケーションストアには案内アプリや、コミュニケーションアプリ、受付アプリなど様々な種類のアプリケーションが配信されている。これらのセンサーとアプリケーションを用いて、案内業務や受付業務の自動化が可能である。現在 Pepper に配信されている案内アプリは、図2に示すようなスタンドアロン型の案内システムとなっている。スタンドアロン型の案内システムでは、Pepper の主記憶装置に案内先の情報一覧を記憶させ、外部機器などと連動せずに案内システムに実装されたアルゴリズムに従って案内先を決定する。そのため、案内先が混雑した状況であっても、それを考慮しないで案内をしてしまう問題があり、特定の案内先をさらに混雑させてしまう可能性がある。本論文ではこのような問題を解決するために、混雑状況を考慮した Pepper を用いた案内システムを提案する。

図3に、提案する混雑状況を考慮した案内システムの例を示す。提案手法では、各案内先にカメラを設置し、撮影した写真データをサーバに転送する。サーバは受信した各写真データに対して人数を算出し、算出した人数を Pepper に転送する。Pepper はサーバから受信した人数データを元に、人数の昇順(混雑していない順序)で案内先を決定する。この一連の作業をリアルタイムに処理させることで、従来の問題点であった特定の案内先の混雑を緩和させつつ案内を行うことが可能となる。図3の例では案内先が3か所のため、3台のカメラA、B、Cを用いており、案内先Aは4人、案内先Bは1人、案内先Cは2人と算出される。そのため、案内先B→C→Aの順序で案内を行うことで、混雑状況を考慮

した案内が可能となる。

### 3.2 実験結果

本章では、提案手法である混雑状況を考慮した案内システムに対する予備実験として、写真データに対する人数判定の精度を評価した。実験環境は、ピノー社のマイクロサーバ・サーバ太郎(Intel Celeron J1900 1.99GHz, メモリ4GB, OS: Ubuntu 16.04.5 LTS)である。人数判定には、OpenCV[1]を用いて実装されたface\_counter[2]を使用して評価をおこなった。実験では10種類の写真データを、幅1920px(ピクセル)、1280px, 640px, 320pxの4種類に変換して評価した。写真データはすべてJPEG形式である。

表1に、人数判定に対する実験結果を示す。表1において、「ファイル名」は入力した写真データ名、「人数」は各写真に写っている人数を示す。「判定人数」はface\_counterによって判定された人数、「誤差」は「写真に写っている実際の人数」と「判定した人数」の差を、ここでは誤差と呼ぶ。「1920px」、「1280px」、「640px」、「320px」は各写真の幅の解像度を示す。また、「各解像度の平均誤差」は解像度ごとの誤差の平均値を示し、「各写真の平均誤差」は写真ごとの誤差の平均値を示す。

表1より、写真1と写真2は全ての解像度において誤差が0となった。また、写真3に関しては1920px, 1280px, 640pxで誤差が0、写真6に関しては1920pxと640pxで誤差が0であり、これら以外は1～137の誤差があった。「各解像度の平均誤差」に着目すると、解像度が低くなるにつれて誤差が大きくなっていることが確認できる。そのため、人数判定においては写真データの解像度を高くすることが重要であることがわかる。

また、「各写真の平均誤差」に着目すると、写真1、写真2、写真3、写真4、写真6に関しては誤差が小さく、人数が12名以下の判定には本ツールが有効であることがわかる。しかしながら、写真5に関しては、人数は11名であるが誤差が大きい。これは、写真5の画像は被写体が正面を向いておらず、11名全員が横あるいは斜めを向いている。そのため、他の写真と比較して、誤差が大きくなったと推測できる。また、137名の被写体が存在する写真10に関しては、どの解像度においても誤差が大きく、人数が極端に多くなると対応しきれないことが確認できた。

#### 4. まとめ

本研究では、Pepperを用いた混雑状況を考慮した案内システムを提案し、その前段階として写真データの人数判定精度をソフトウェアによって評価した。実験結果より、高解像度かつ12名以下であれば人数判定の精度は高いことが確認できた。また、判定する写真データの被写体が正面以外を向いている場合は、精度が悪くなることが確認できた。今後の予定として、提案システムの実装と、その評価実験が挙げられる。

本研究の目的の一面である、親和的学内環境を醸成するコンテンツの掘り起こしとしては、美術品より、博物館品の展示が効果的である。学科研究棟ごとに展示されていることを想定するならば、離れた場所での案内にも意味が認

められる。さらなる博物品の掘り起こしと、展示の実現を目指したい。

#### 「参考文献」

- 1) OpenCV team, OpenCV library, <https://opencv.org/>, 2018.
- 2) GitHub, face\_counter, [https://github.com/henteko/face\\_counter](https://github.com/henteko/face_counter), 2018.

#### 謝辞

本研究の遂行にあたって、管財課から美術品の基礎データの提供を受けた。また、Pepper の設置・稼働管理については未来工房スタッフの協力を仰いだ。ここに御礼申し上げます。

また、協力学生は多数にのぼり、偶然、Pepper を利用した学生からは、後に、複数の有意義な利用提案をもらっている。重ねて御礼申し上げます。

表 1. 写真の人数判定の結果

| ファイル名 | 人数  | 判定人数      |        |       |       | 誤差     |        |       |       | 各写真の<br>平均誤差 |
|-------|-----|-----------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------------|
|       |     | 1920px    | 1280px | 640px | 320px | 1920px | 1280px | 640px | 320px |              |
| 写真1   | 3   | 3         | 3      | 3     | 3     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0            |
| 写真2   | 5   | 5         | 5      | 5     | 5     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0            |
| 写真3   | 7   | 7         | 7      | 7     | 1     | 0      | 0      | 0     | 6     | 2            |
| 写真4   | 9   | 10        | 8      | 7     | 5     | 1      | 1      | 2     | 4     | 2            |
| 写真5   | 11  | 6         | 6      | 4     | 0     | 5      | 5      | 7     | 11    | 7            |
| 写真6   | 12  | 12        | 13     | 12    | 11    | 0      | 1      | 0     | 1     | 1            |
| 写真7   | 15  | 13        | 13     | 12    | 6     | 2      | 2      | 3     | 9     | 4            |
| 写真8   | 21  | 26        | 23     | 20    | 1     | 5      | 2      | 1     | 20    | 7            |
| 写真9   | 31  | 30        | 30     | 23    | 0     | 1      | 1      | 8     | 31    | 10           |
| 写真10  | 137 | 73        | 47     | 0     | 0     | 64     | 90     | 137   | 137   | 107          |
|       |     | 各解像度の平均誤差 |        |       |       | 8      | 10     | 16    | 22    |              |