

ペンギンの腹部模様に着目したぬりえ型観察・検索手法の提案

中川由貴¹ 中村聡史¹

概要：動物園や水族館は、様々な生き物を観察しながら楽しむ施設であるが、生き物を漠然と観察するだけではその後の記憶につながらない。いくつかの水族館では観察を促しつつ楽しませることを目的として、動物の個体に名前をつけその紹介をしている。こうした紹介は、その生き物に対する印象がいつたり愛着が湧いたりするものであるが、なかなか記憶にはつながらない。そこで本研究では、観察の効果を高めつつ記憶に残すことを可能にするため、まずは腹部の模様が特徴的なペンギンに着目し、ぬりえをしながら観察および検索する手法を提案した。またスマートフォン上でペンギンの模様をぬりえするプロトタイプシステムを実装し、実際にペンギンの動画または写真をみながらぬりえをしてもらう実験を行なった。システムにより収集したぬりえの類似度を分析したところ、異なるユーザの描いたぬりえでも、同じペンギンについて描かれたぬりえ同士は類似度が高く、異なるペンギンについて描かれたぬりえ同士は類似度が低く評価された。

キーワード：ぬりえ、観察支援、ペンギン、個体識別、検索、記憶、興味

1. はじめに

動物園や水族館は、様々な生き物を観察しながら楽しむことができる施設である。日本動物園水族館協会には約140施設が加盟[1]しており、年間の来場者数は8000万人を超えている[2]。これらの施設は多くの人々がレジャーとして訪れる一方で、小学校や中学校などの校外学習で利用される場合も多い。展示された生き物を近い距離で観察することは、科学教育や体験学習などといった教育的役割も果たしている[3]。実際に、Roeら[4]は動物園の来園者の大多数が学習目的に来園していることを明らかにしている。

動物園や水族館などのレジャー施設にとって来園館者を一定して得ることが施設の運営をしていくうえで必要不可欠である。しかし、来園館者が動物園や水族館の初回訪問時に充実した経験が得られなかったり、生き物が記憶に残らなかったりするとその施設を再訪しなくなってしまう。そのため、生き物への興味や印象を高めつつ、記憶に残るような観察を支援する仕組みが必要である。ここで、森元ら[5]はウサギに名づけをした幼稚園の方が名づけをしていない園よりも適切な飼育管理をする傾向にあることを明らかにしている。つまり、動物園や水族館などでも名付け

を行うことで興味を高めることができると考えられる。しかし、名付けだけでは不十分な可能性もある。

本研究ではまず、多くの動物園や水族館で飼育されているペンギンに着目した。ペンギンは人気の高い生き物であるが、興味をもってペンギンの展示に近づいたとしても何気なく眺めているだけでは記憶に残らず、その施設の再訪につながらなくなってしまう。ペンギンの観察を促すため、いくつかの動物園や水族館ではペンギンに名前やバンドをつけて紹介したり、ペンギンの個体同士の相関図[6]を作って来館者の興味を惹いたり展示の工夫をしている(図1, 2)。しかし、数十羽いるペンギンの中から特定のペンギンを探し出すのは困難であり、個体に着目して観察することは難しい。そのため、ペンギンの個体の観察を支援し、興味を高めるような手法が必要である。

フンボルトペンギン属に含まれるペンギンは、腹部に個体によって全く異なる黒い斑点あり、水族館で飼育員が個体を識別する基準のひとつとなっている。すみだ水族館では過去にペンギンの腹部模様を描いてチャームをつくるイベントも開催している[7]。こうしたペンギンの個体固有の腹部模様に着目して、個体の識別をすることや名前を覚え

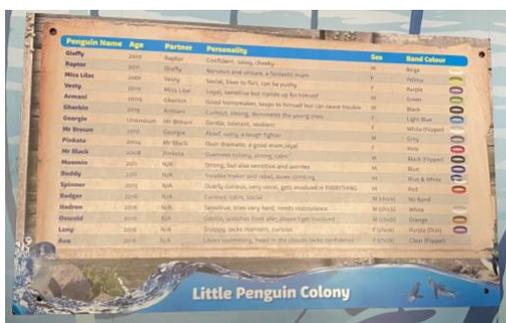


図1 ペンギンに名前をつけて紹介する展示
(SEA LIFE Sydney の例)

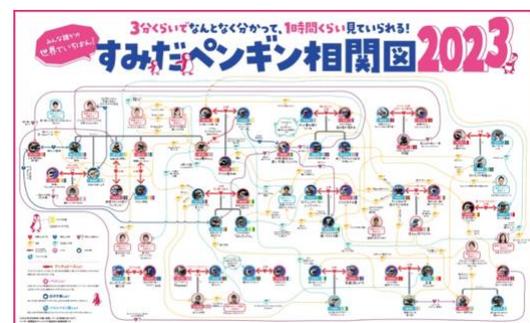


図2 ペンギン相関図
(出典：<https://www.sumida-aquarium.com/sokanzu/>)

¹ 明治大学
Meiji University

ることでペンギンへの愛着が増し、観察の楽しみを増幅できると考えられる。名前に着目した生き物の観察支援として、スマートフォンのカメラをかざすとその生き物の名前が画面上に表示される LINNE LENS[8]があり、便利なものであるが、生き物の名前がすぐに提示されてしまうような方法では、その後の記憶や印象につなげる支援としては不十分である。

ここで田中ら[9]は、「思い出塗り絵」をすることが高齢者の認知機能維持に影響することを明らかにしている。また、Funazaki ら[10]は検索クエリを考えながら能動的に話を聞くことで話の題材に対する興味が増加する可能性を示している。我々はこれらを応用し、ペンギンの腹部模様をぬりえし、ぬりえからペンギンを検索するという行動により、ペンギンの個体に着目した観察が可能となるとともにペンギンへの興味や印象が高まるのではないかと考えた。

そこで本研究では、ペンギンの腹部模様を観察しながらぬりえをし、そのぬりえからペンギンの名前を検索する手法を提案する。本研究の目的は、ぬりえをしながらペンギンを観察・検索することによる個体の認知や記憶への影響を調査することである。まず本稿では、スマートフォン上でペンギンのぬりえをすることができるプロトタイプシステムを実装し、システムを用いて収集したぬりえデータから、ユーザのぬりえの傾向や特徴を分析し、ペンギンの個体識別が可能であるかを検討する。

2. 関連研究

2.1 生き物の観察の工夫に関する研究

生き物を観察する上で楽しみを感じたり生き物への理解を深めたりすることは、観察の効果を高めるために重要である。Yamashita ら[11]は、魚の鑑賞を楽しむため、水槽の後ろにディスプレイを設置することで魚を傷つけることなく色を変化させる技術を開発している。Isokawa ら[12]は、水槽に魚の思いを可視化し、人と魚の対話を可能にすることで魚の飼育をより快適にするシステムを開発した。これらの研究と同様に、本研究もぬりえをすることで楽しみながらペンギンを観察するとともに、その過程において記憶や印象を高めることを目指したものである。

また、原田ら[13]は中学生の観察・実験においてポジティブな感情が興味に影響を及ぼすことを明らかにしている。このことから、ぬりえによる観察をエンターテイメントとして捉えることで、観察対象への興味が上がると考えられる。

2.2 水族館・動物園支援に関する研究

動物園や水族館において、来園者は生き物を眺めるだけとなってしまい生き物の観察や学習につながらないことが多いため、動物園や水族館での観察や知識習得を支援する研究は様々行われている。吉田ら[14]は、動物園の来園者

がタブレットを用いて個体の行動を記録するシステムを開発・検証した。その結果、多くのユーザが動物を詳細に観察し、動物への理解を深めたことを示している。

また、来園者に他者とのインタラクションを促すことによる観察支援研究も複数行われている。大橋ら[15]は、小中学生が動物園の音声ガイドを作成し、それを聞いた他の来園者がメッセージを残すことで来園者同士がコミュニケーションをするシステムを開発している。ワークシートや映像コンテンツによって動物への観察を促しつつ、親子・友人間のコミュニケーションを活性化させ、動物園での体験価値を高める取り組みも行われている[16][17]。

他にも、高岡ら[18]は動物園において SNS を通した情報提示やコミュニケーションが、動物への興味や関心につながることを明らかにしている。本研究においても、ユーザが能動的にぬりえをしながらペンギンを観察することや、ぬりえをしている間のユーザ同士のコミュニケーション、他者の描いたぬりえと比較することなどから観察の効果が高まると考える。

2.3 動物園の来園者に関する研究

動物園の来園者の行動や体験を調査した研究も多く行われている。Luebke ら[19]は、動物園の来園者の感じる楽しさや面白さは動物を観察することと強く関連していることを明らかにしており、動物の可視性や行動に焦点を当てた展示の重要性を示している。Raziah ら[20]らは、動物の福祉に配慮された動物園の観光が、来園者の動物に対する興味を引き、学ぶ機会を増やすことを明らかにしている。また、飼育員との交流や清潔な環境がより良い体験に導くとしている。このように、来園者の興味を引くためには展示や体験に工夫を施す必要があることがわかる。

また、原[21]は動物園の観光客の常連化をするうえで、常に新しい情報を発信することで適度な満足感を与えることが重要であると考察している。観光施設における再訪については他にも、人的・空間的つながりや感動体験などが要因となること[22]、また、再訪者数増加のためには「新しさ」に関する満足度を高める必要があること[23]も述べられている。

本研究においても、ペンギンの個体固有の模様に着目しながら観察することが楽しみや新しい気づきにつながると考えられる。また、他のユーザの描いたぬりえと自身のぬりえを比較することなどによる他者との交流や、日々ユーザによって新しいぬりえが更新されるシステムは来園者の再訪を促すことができると考えている。

2.4 生き物の個体識別に関する研究

動物を個体識別し調査することは、種の適切な管理や行動生態学的研究などに役立つことが明らかにされている[24]。本研究は、ペンギンの腹部模様を観察しながら名前を覚えることでペンギンの個体を識別するものであるが、個体数把握や行動研究などを目的として、生き物の個体識別

に関する研究が様々行われている。池田ら[25]は、畳み込みニューラルネットワークによりチンパンジーの個体識別が可能であることを明らかにしている。また、マンボウやサンショウウオの体表模様による個体識別[26][27]や、ヒレなどの傷跡の写真からニュージーランドアシカの個体識別をするもの[28]、深度画像を用いたニワトリの個体識別手法[29]などが提案・検討されている。Duyckら[30]は生態系の監視や保全のために、動物の個体識別をする画像検索システムを開発している。

このように、体表模様などの個体固有の特徴を用いて画像から識別した研究は多く行われている。一方で、本研究はペンギンの画像ではなくユーザの描いたぬりえの特徴から個体を識別し、ペンギンの名前を提示することのできる検索システムを実装するものである。

2.5 ぬりえを利用した研究

Holtら[31]は、ぬりえが大学生の不安の軽減や注意力・創造的認知力の向上に影響する可能性を述べている。また田中ら[9]は思い出深い写真にぬりえをする「思い出塗り絵」が高齢者の認知機能に効果がある可能性を示している。このように、ぬりえは認知効果に影響することから様々な研究に応用されており、ぬりえの博物館などの展示で塗り絵を設置することで子供の観察を促す研究[32]や、事故直前のヒヤリハット場面の塗り絵により子供に注意喚起する研究[33]が行われている。

ぬりえは子供の能力や感覚などを測る指標としても用いられており、浅野ら[34]は子供の色彩感覚と他の要因との関連性を明らかにするために iPad によるぬりえを用いて実験をしている。また、Pintoら[35]は子供の言語理解力の評価において、従来の手法よりもぬりえを使った提案手法の信頼性が高いことを示している。

また、ぬりえをエンターテインメントに応用した例として、魚の輪郭が描かれた紙に絵を描いてスキャンすることで、壁の仮想的な水族館に投影されその絵が泳いでいる様に見える Sketch Aquarium[36]がある。他にもタブレットで描いたぬりえを、プロジェクションマッピングを用いて立体物に投影して楽しむコンテンツ EIRUN が開発されている[37]。

これらの研究のように、ペンギンをぬりえしながら観察することで、ペンギンが記憶に残りやすくなることや観察へのモチベーション向上につながることを期待される。

3. 提案手法

ペンギンは動物園や水族館において人気の生き物であるが、ただ展示を眺めているだけではその後の記憶に残りづらい。そこで我々は、それぞれの個体の特徴に注目してペンギンの名前を覚えながら観察することで観察の効果が高まるのではないかと考えた。先述の通り、フンボルトペンギン属のペンギンは腹部に個体ごとに異なる斑点の

模様がある(図3)。この模様を観察し特徴や名前を記憶することにより、ペンギンへの興味や印象が上がると考えられる。本稿では、個体の特徴に注目しながらペンギンを観察する手法としてぬりえに着目した。ぬりえは多くのひとが幼少期から経験している遊びであり、子供に限らず大人の趣味や高齢者の脳の活性化などを目的に多くの人に楽しまれている[38]。このぬりえをペンギンの観察に応用し、個体の模様を見ながらぬりえしてぬりえから名前を検索することで、観察を楽しみつつ記憶につなげることも可能な手法を提案する。

本手法では、スマートフォン上でペンギンの腹部模様をぬりえし、そのぬりえから描いたペンギンの名前を検索する。また、検索におけるぬりえデータを保存しておくことで、描いたペンギンのぬりえデータをコレクション可能とする。

本手法により、紙に描くぬりえとは異なり、スマートフォン上でぬりえをすることで紙やペンを用意する手間がなく誰でも容易に利用することができるようになると期待される。また、自身の描いたペンギンをコレクションすることでよりぬりえをしたいと思わせたり、自身の描いたペンギンと他のユーザの描いたペンギンのぬりえを比較することで観察の効果を増幅したりすることが期待される。



図3 腹部模様の違い

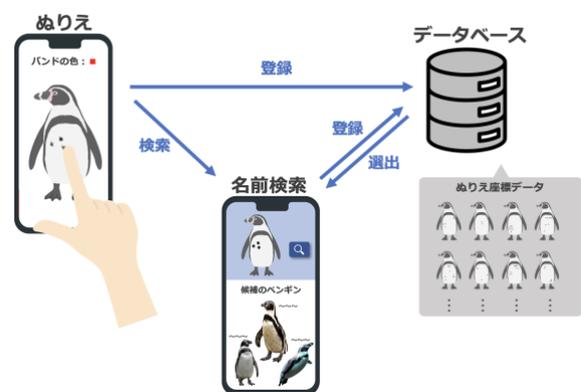


図4 システムイメージ図

4. ペンギンぬりえデータ収集システム

4.1 システム概要

本稿では、ぬりえの基礎的なデータを収集し、ぬりえによるペンギンの個体識別が可能か調査をするためプロトタイプシステムを実装した。

ぬりえをする範囲はペンギンの腹部の模様のみとし、上部にあるライン模様は元のぬりえ画像に提示した。ぬりえをする箇所を腹部に限定することで、個体固有の特徴に着目しやすくなるとともに、ぬりえの負荷を低減することができる。腹部の斑点を描くだけであるため、子供でも容易に利用することが可能である。

ここで、ペンギンの腹部模様はほとんどが黒色で大きく色が変化することはないため、ペンの色は黒色のみとした。また、ペンの太さはユーザが任意に変更可能とした。さらに、誤って描いてしまった場合や描き直しをしたい場合のため、一画前に描いた線を消す **Undo** ボタンと全ての線を消すクリアボタンを実装した。ぬりえが完成すると描いたぬりえ画像と座標情報がデータベースに送信され、データベースに格納するものとした。

本システムはフロントエンドを **JavaScript** のフレームワークである **Vue.js**、バックエンドを **PHP** で実装し、データベースとして **MySQL** を使用して作成した。

4.2 システムの利用方法

ユーザがプロトタイプシステムにアクセスすると、基本情報入力画面 (図 5) に移動する。基本情報入力画面でユーザ情報とペンギンを観察する水族館を選択するとペンギン情報入力画面 (図 6) に遷移する。ここでは、ぬりえをする対象のペンギンの名前を入力 (任意入力) とペンギンのバンドの色を選択する。ペンギン情報の入力が終わるとぬりえ画面 (図 7) に遷移する。

ぬりえ画面では画面上に腹部が空白となったペンギンの枠組み画像が提示される。この画像の上をタップまたは指でなぞることで点や線が描画できる。ペンの太さは、枠

組み画像の下のスライダーによって任意に変更することができる。なお、ペンの太さは画面右上に常に可視化されており、スライダーを動かすと提示される太さも変わるようになっている。画面下部の「元に戻す」ボタンを押すと直前の一面を、「クリア」ボタンを押すと全ての描画を消すことができる。また、ぬりえをしている途中で対象のペンギンを変えたい場合はペンギンを選び直すボタンを押すことでペンギン情報入力画面へ遷移し、ペンギンを変更することができる。ぬりえが完成したら完成ボタンを押すことで基本情報やペンギン情報、ぬりえデータがデータベースに送信される。データベースに送信した後、他のペンギンをぬりえすることや、ペンギンをぬりえする水族館を変更することも可能である。

5. 実験

5.1 実験概要

ペンギンの腹部模様のぬりえデータの分析とぬりえによる観察の効果を検証するため、実際にユーザにシステムを利用してもらい、ぬりえ実験を行った。実験条件を統制するため、すみだ水族館と京都水族館で飼育されているペンギン 5 羽 (図 8) について、正面の写真または動画を撮影し、実験参加者にはその写真と動画を見ながらぬりえシステムを利用してもらった。

すみだ水族館で飼育されているペンギンはマゼランペンギン、京都水族館で飼育されているペンギンはケープペンギンであり、いずれもフンボルトペンギン属に属する腹部模様のあるペンギンである。写真・動画を提示していた時間は 5 羽のペンギンそれぞれについて 3 分間で、ペンギンの名前とバンドの色を提示した (図 9)。

実験参加者は 21~24 歳の大学生・大学院生 22 人 (男性 12 人、女性 10 人) であった。



図 5 基本情報入力画面



図 6 ペンギン情報入力画面

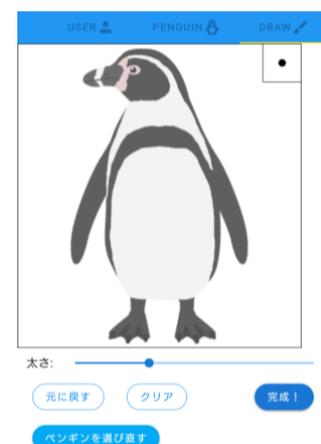


図 7 ぬりえ画面

5.2 実験の手順

実験参加者を全員同じ部屋に集め、スクリーンにペンギンの動画または写真を投影した。実験参加者には、自身の所有するスマートフォンでシステムにアクセスしてもらった。システムではユーザ情報を入力した後、動画上に提示されたペンギンの名前とバンドの色を入力してもらった。次にぬりえ画面に遷移し、動画を見ながら腹部模様をぬりえしてもらった。実験参加者全員のぬりえが終了したことを確認したのち、別のペンギンの動画または写真を投影し、同様の手順でペンギン情報の入力とぬりえをしてもらった。

6. 結果

システムで得られたぬりえの座標からそれぞれのぬりえの類似度を評価した。実際のぬりえの例を表1に示す。ぬりえシステムはストロークで描くことも可能であるが、ペンギンの腹部模様は斑点ですべてできているため、分析は点群の類似度を評価することとした。

類似度の計算は、点がどれだけ近いかという点群のユークリッド距離と、点がどの程度同じ方向に描かれているかというコサイン類似度を組み合わせて行った。

具体的には、比較する2つのぬりえ $nurie_{P1}$ と $nurie_{P2}$ が

$$\begin{aligned} nurie_{P1} &= \{(x_{P1,1}, y_{P1,1}), (x_{P1,2}, y_{P1,2}), \dots, (x_{P1,m}, y_{P1,m})\} \\ nurie_{P2} &= \{(x_{P2,1}, y_{P2,1}), (x_{P2,2}, y_{P2,2}), \dots, (x_{P2,n}, y_{P2,n})\} \end{aligned}$$

で表現されている時、 $nurie_{P1}$ の j 画目 $P1_j = (x_{P1,j}, y_{P1,j})$ と、 $nurie_{P2}$ の k 画目 $P2_k = (x_{P2,k}, y_{P2,k})$ のユークリッド距離は以下の式で求められる。

$$dist(P1_j, P2_k) = \sqrt{(x_{P1,j} - x_{P2,k})^2 + (y_{P1,j} - y_{P2,k})^2}$$

また、コサイン類似度は、まず $nurie_{P1}$ と $nurie_{P2}$ のすべての点の重心 (x_c, y_c) を下記の式で求め、

$$\begin{aligned} x_c &= \frac{\sum_{j=1}^m x_{P1,j} + \sum_{k=1}^n x_{P2,k}}{m+n} \\ y_c &= \frac{\sum_{j=1}^m y_{P1,j} + \sum_{k=1}^n y_{P2,k}}{m+n} \end{aligned}$$

この重心を中心としてそれぞれのベクトルを求めたうえで、下記の式で求める。

$$\begin{aligned} sim(P1_j, P2_k) &= \frac{(x_{P1,j} - x_c)(x_{P2,k} - x_c) + (y_{P1,j} - y_c)(y_{P2,k} - y_c)}{\sqrt{(x_{P1,j} - x_c)^2 + (y_{P1,j} - y_c)^2} \sqrt{(x_{P2,k} - x_c)^2 + (y_{P2,k} - y_c)^2}} \end{aligned}$$

ここでコサイン類似度が0または負である場合に類似計算が複雑になるため、0.01以下の場合には、すべて値が0.01になるようにした。

次に、 $nurie_{P1}$ と $nurie_{P2}$ について、それぞれの画を一回ずつ



図8 ぬりえしたペンギン (左からペンギン 1, 2, 3, 4, 5)



図9 提示した動画の例

つ使いながら $\min(m, n)$ 個のペアを作り、ある点のペア $(P1_j, P2_k)$ について

$$score(P1_j, P2_k) = \frac{\max(m, n) \cdot dist(P1_j, P2_k)}{\min(m, n) \cdot sim(P1_j, P2_k)}$$

の値を求める。さらに選択されたすべてのペアの和を求め、この値が小さいほどぬりえが類似していることになる。

なお、すべての点の組み合わせを計算すると計算量が膨大になってしまう。ここでユーザがペンギンの模様を描くとき、特に特徴的なところから描くと考え、ここでは1画目から最大で7画目までを計算に利用することとした。

実験参加者の描いた5羽分のぬりえについて、全てのぬりえの組み合わせについて類似度を計算し、可視化したものが表2である。5羽分のぬりえを実験参加者22人分ずつ、合計110個のぬりえを比較している。類似度の値が150以下の組み合わせを濃い赤で、150より大きく200以下の組み合わせを薄い赤で示している。

表2より、ペンギン1とペンギン4、ペンギン5について異なる人の描いたぬりえでもかなり高い類似度となっていることがわかる。ペンギン2、ペンギン3についても、精度は低いものの大多数が類似していると判断可能である。

一方、ペンギン1とペンギン5については類似した結果となっていた。図8より、ペンギン1と5はいずれも腹部の外側に複数の斑点があるような模様で、中でも左上に数点、右下に2連の点があるという点が酷似していることがわかる。ペンギンの模様が似ていたために、ペンギン1と5のぬりえの類似度が高くなったと考えられる。

表1 ペンギンのぬりえの事例

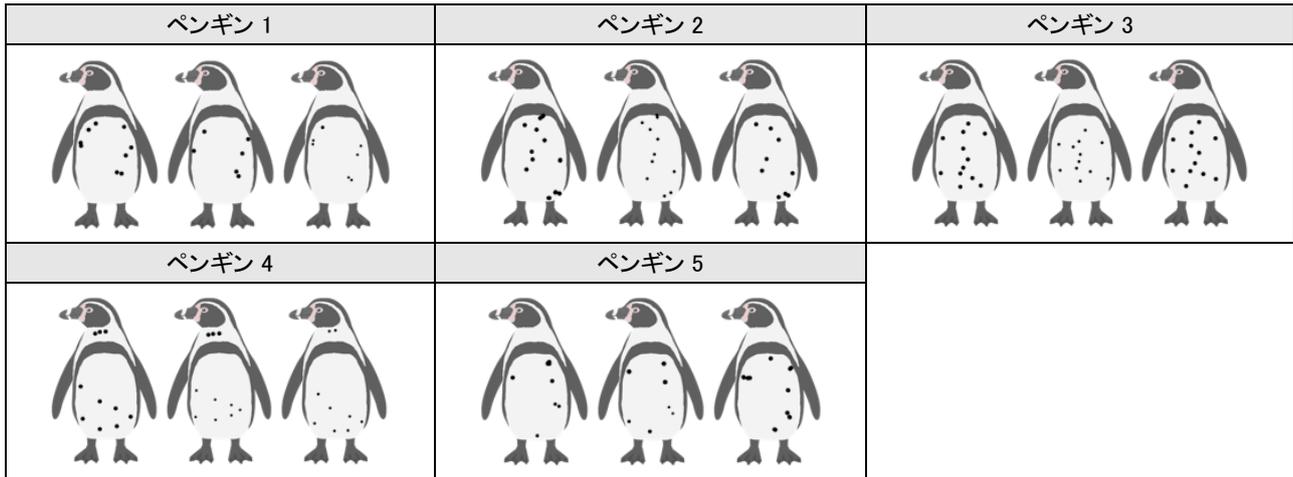
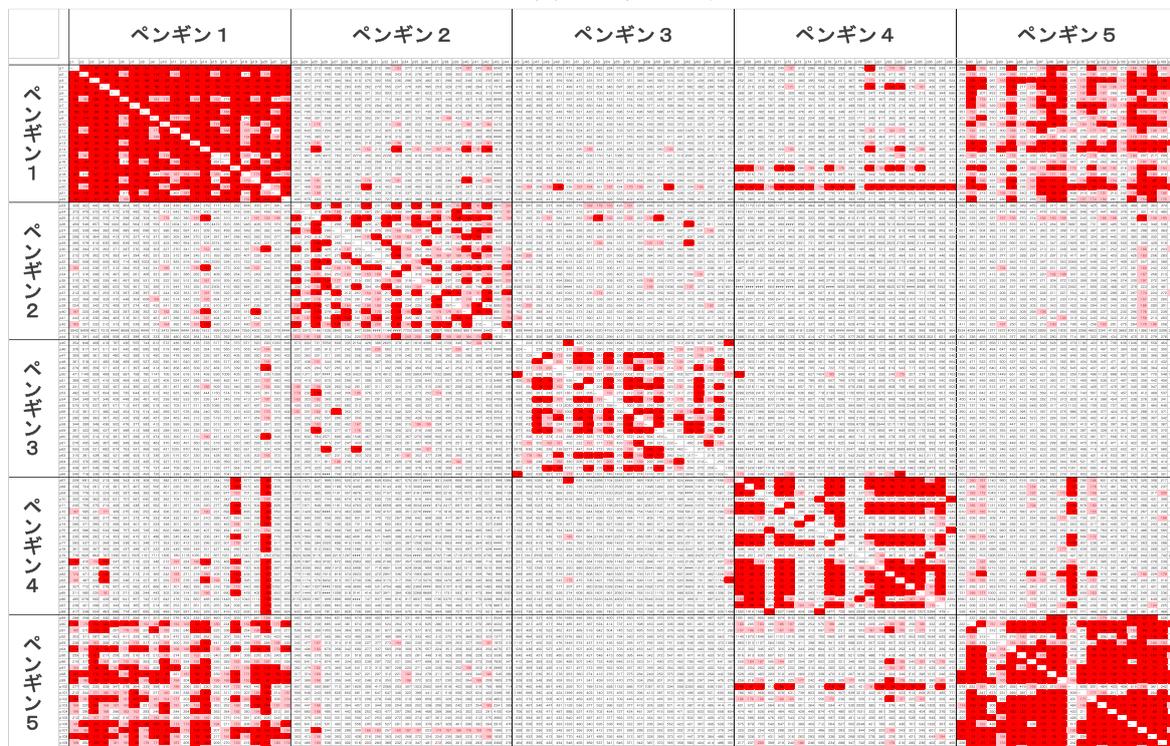


表2 類似度の分析結果



7. 考察

7.1 類似度の評価

表2より、ペンギン1, 4, 5について、同じペンギンについて描かれたぬりえ同士の類似度は高く、他のペンギンについて描かれたぬりえ同士の類似度が低い精度の高い分析ができておりといえる。特に、ペンギン1についてはほとんどが濃い赤であり、かなり高い精度で類似度が評価できている。このことより、自身の描いたぬりえとデータベースに蓄積されたぬりえを比較し、類似度の高いペンギンを抽出することで、ぬりえからペンギンを検索するシステムを実現することが可能になると考えられる。

一方で、表1のペンギン2, 3については類似度が高いも

の組み合わせが多いが、他と比べると薄い赤や濃い赤の場所が多い。ここで、図8及び表1よりペンギン2, 3は他のペンギンを比較して腹部模様の点の数が多いため、今回の分析にはぬりえの7画目までを用いたため、点の数の多いペンギンについてはぬりえの精度が低くなってしまったと考えられる。この点については、今後アルゴリズムを改良することにより改善予定である。

また、ペンギン1とペンギン5の類似度が高いこともわかる。これは図8からわかるように、ペンギン1と5の模様が似ていたことが原因であると考えられる。ただし、ペンギン1同士やペンギン5同士の組み合わせと比較すると、ペンギン1とペンギン5の組み合わせは薄い赤や薄い白の部分が多く類似度が低くなっており、正しく評価できてい

ることがわかる。

7.2 アンケート調査でのフィードバック

実験後に実施したアンケートから、「直感的な操作で塗り絵ができて、元となるペンギンがあるので絵心を気にせず楽しむことができた」、「書くのがお腹の柄のみで良かったので楽しかった」というフィードバックが得られた。スケッチとは異なり、腹部に限定してぬりえをしてもらうことで、作業負担が少なくより効果的な観察を促すことができたといえる。

また、ぬりえについては「普段ペンギンの模様について意識することはなかったが、見てみると個体によって模様がかなり違い、逆に似ているところなどもあって面白かった」、「お腹の点を意識して見られたので、次回見たときに覚えてあげられそうだなと思った」など、ペンギンの腹部模様に注意した観察に好意的な意見が多くあった。意識しづらい腹部模様の個体差に注意を向けながら観察することで、ペンギンへの興味や印象を高め、記憶に残りやすい観察支援になると考えられる。

7.3 ぬりえによる名前検索方法の検討

異なるユーザが描いていても同じペンギンについて描かれたぬりえは類似度が高く評価されることがわかった。複数のぬりえを収集しデータベースに蓄積することで、それらのデータと描いたぬりえの類似度から、どのペンギンについてのぬりえであるかを推定することができる。と考える。

具体的には、システムに入力されたペンギンのぬりえと、データベース上に収集した過去のぬりえデータを比較し、類似度の高いペンギンをいくつか抽出する。その後システム上に、予測されたペンギンとその名前を提示する。ユーザは提示されたペンギンと自身のぬりえを比較したり、名前を覚えたりすることで観察をより楽しむことが可能となる。

7.4 実験の課題

本実験では、多くのぬりえデータにおいて同じペンギンを描いたぬりえ同士の類似度は高く、異なるペンギン同士を描いたぬりえの類似度は低く評価された。しかし、点の数が多く複雑な模様のペンギンのぬりえについては精度が低い結果であった。そのため、今後の実験では点の数を考慮した分析を行っていく予定である。

また実験後のアンケートより、スマートフォンの画面上に指で細かい模様を描くのは難しかったという意見があった。ユーザ自身の指が画面に重なり画面が隠れてしまうため、細かい部分の調節や再現が困難であったと考えられる。これは、タッチペンを使ってぬりえしたり、画面の拡大・縮小機能を追加したりすることにより解決できると考える。

7.5 今後の展望

今後は、まずぬりえからどのペンギンについてのぬりえであるかを識別し検索ができるシステムを実装する予定である。また、ぬりえしながら観察し、そのぬりえから名前

を検索するという流れがペンギンへの興味やその後の記憶にどう影響するかを調査する。

さらに、ペンギン観察のモチベーションを高める方法として、ぬりえしている過程で描いているペンギンを推定し提示する機能や、描いたぬりえをコレクションして見返す機能などが考えられる。他にも、ペンの色の変更や拡大・縮小など、ぬりえシステムの機能を追加してより良いユーザビリティを目指す。

物体の観察においては、能動的に物体を回転させながら観察することでより効率的な認識ができることが明らかになっている[39][40]。本稿でのぬりえは正面から見たペンギンの枠組み画像に腹部模様を描いていくものであった。しかし、動物園や水族館に展示されたペンギンは常に動いており、必ずしも正面から観察できるとは限らない。そのため、正面以外から見える角度のぬりえを追加したり、3Dでぬりえをしたりする方法も検討していく。

本研究では、ペンギンを観察対象としているが、他の生き物にも本手法が応用できると考えている。興味を惹きつけづらい生き物やマイナーな生き物についても観察を促すことができる。また、体全体に模様が張り巡らされている生き物についても、観察する部位を限定することでペンギンと同様のぬりえにより、より詳細な観察につながると考えられる。

8. おわりに

本稿では、ペンギンの観察をより良いものにするため、ペンギンの腹部模様に注目してぬりえしながら観察し、ぬりえからペンギンの名前を検索するという流れによって、ペンギンに対する興味や記憶向上を促す手法を提案した。またスマートフォン上でペンギンをぬりえして、そのデータを収集するプロトタイプシステムを実装し、実験を行なった。実験で得られたぬりえを分析した結果、同じペンギンについて描かれたぬりえ同士の類似度は高く、異なるペンギンについて描かれたぬりえ同士の類似度は低く評価された。ただし、画数が多いぬりえについては精度が低い結果であったため、今後はぬりえの画数を考慮し、類似度精度を向上させていく予定である。

また今後は、ぬりえからペンギンの名前を検索するシステムを実装し、ぬりえと検索が生き物の観察に与える影響を調査していく。さらに、拡大・縮小やぬりえのコレクションなどぬりえシステムの機能を追加し、動物園や水族館などで利用してもらえるようなシステムを目指す。

参考文献

- [1] “日本動物園水族館協会”。<https://www.jaza.jp/about-jaza/structure/>, (参照 2022-11-1)。
- [2] “日本動物園水族館協会会長のごあいさつ”。<https://www.jaza.jp/chairman>, (参照 2022-11-1)。

- [3] “（公社）日本動物園水族館協会の4つの役割”. <https://www.jaza.jp/about-jaza/four-objectives/>, (参照 2022-11-1).
- [4] Roe, K., and McConney, A.. Do zoo visitors come to learn? An internationally comparative, mixed-methods study. *Environmental Education Research*. 2015, vol. 21, no. 6, p. 865-884.
- [5] 森元真理, 谷田創. 幼稚園におけるウサギを介在させた教育に関する研究-幼稚園の飼育ウサギに対する名づけの有無と飼育管理状況との関連性について-. *Veterinary Nursing*. 2015, vol. 20, no. 2, p. 1-8.
- [6] “すみだ水族館ペンギン相関図 2023”. <https://www.sumida-aquarium.com/sokanzu/>, (参照 2022-12-3).
- [7] “ペンギンチャームをつくろう!”. <https://www.sumida-aquarium.com/event/experience/3600.html>, (参照 2022-11-1).
- [8] “LINNE LENS かざす AI 図鑑”. <https://lens.linne.ai/ja/>, (参照 2022-11-1).
- [9] 田中宏明, 芳賀大輔, 高畑進一, 井上英治, 小林徹. 「思い出塗り絵」が軽度認知症患者の認知機能, 心理機能, 及び日常生活面に与える効果. *Journal of rehabilitation and health sciences*. 2009, vol. 7, p. 39-42.
- [10] Funazaki, F., and Nakamura, S.. A Method to Success of "Oshigatari" Recommendation Talk by Asking to Create Search Queries While Listening, Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems. *International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems*. 2022, vol.207, p. 1812-1821.
- [11] Yamashita, S., Suwa, S., Miyaki, T. and Rekimoto, J.. AquaPrism: Dynamically Altering the Color of Aquatic Animals without Injury by Augmenting Aquarium. *Proceedings of the Fourth International Conference on Animal-Computer Interaction (ACI2017)*. 2017, vol. 11, p. 1-9.
- [12] Isokawa, N., Nishiyama, Y., Okoshi, T., Nakazawa, J., Takashio, K., and Tokuda, H.. TalkingNemo: aquarium fish talks its mind for breeding support. *Proceedings of the Fourth International Conference on Animal-Computer Interaction (ACI2016)*. 2016, vol. 11, p. 1-4.
- [13] 原田勇希, 中尾友紀, 鈴木達也, 草場実. 観察・実験に対する興味と学習方略との関連の検討—因子分析による興味の構造分析を基礎として—. *理科教育学研究*. 2019, vol. 60, no. 2, p. 409-424.
- [14] 吉田信明, 田中正之, 和田晴太郎. 動物園における教育プログラムのための動物行動観察支援システム. *情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE)*. 2017, vol. 3, no. 1, p. 36-45.
- [15] 大橋裕太郎, 小川秀明, 永田周一, 馬島洋, 有澤誠. 動物園における新しい学び - ITを利用した参加型学習環境の提案 -. *情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE)*. 2007, vol. 2007, no. 123, p. 51-55.
- [16] 八木侑子, 杉山岳弘. 動物園の魅力を引き出す動物生態観察を誘発させる映像コンテンツの評価検討. 第73回全国大会講演論文集. 2011, vol. 2011, no. 1, p. 643-644.
- [17] 山口尚子, 楠房子, 真鍋真. 博物館・動物園におけるユーザのインタラクションを支援するデザイン. *科学教育研究 (Journal of Science Education in Japan)*. 2010, vol. 34, no. 2, p. 97-106.
- [18] 高岡素子, 三宅志穂. 動物園における SNS コミュニケーションの事例的検討. *日本科学教育学会年会論文集*. 2020, vol. 44, p. 111-112.
- [19] Luebke, J. F., and Matiassek, J.. An exploratory study of zoo visitors' exhibit experiences and reactions. *Zoo Biology*. 2013, vol. 32, no. 4, p. 407-416.
- [20] Raziah, J. Z. R-R., Shariff, N. M., Kasim, A., Ghazali, R. M., and Mohamed, A. E.. Exploring how zoo servicescapes impact memorable tourism experience: a critical incident technique (cit) approach. *Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*. 2021, vol. 6, no. 23, p. 53-59.
- [21] 原哲子. 観光客の『常連化』戦略: 旭山動物園の取り組みへの一考察. *立教ビジネスデザイン研究*. 2006, vol. 3, p. 3-16.
- [22] 安達寛朗, 塩谷英生. リピーターの形成過程に関する研究. *自主研究レポート 2007/2008 観光文化振興基金による自主研究論文集*. 2008, p. 15-20.
- [23] Lim, Y-J., Kim, H-K., and Lee, T. J.. Visitor motivational factors and level of satisfaction in wellness tourism: Comparison between first-time visitors and repeat visitors. *Asia pacific journal of tourism research*. 2016, vol. 21, no. 2, p. 137-156.
- [24] 南正人. 個体レベルの行動研究はどのように野生動物の保全に役立つか: ツキノワグマとニホンジカの行動研究を保全に応用する. *日本鳥学会誌*. 2003, vol. 52, no. 2, p. 79-87.
- [25] 池田宥一郎, 飯塚博幸, 山本雅人. 畳み込みニューラルネットワークによるチンパンジーの個体識別. *人工知能学会全国大会論文集*. 2018, vol. 32, no. 1B1-OS-11a-05, p. 1-3.
- [26] 久志本鉄平, 柿野敦志, 下村菜月. マンボウとヤリマンボウにおける体表模様による個体識別の可能性. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*. 2022, vol. 19, p. 1-7.
- [27] 成海信之, 植田健仁, 佐藤孝則. キタサンショウウオの模様による個体識別. *両生類誌*. 2002, vol. 8, p. 17-20.
- [28] McConkey, S. D. Photographic identification of the New Zealand sea lion: a new technique. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 1999, vol. 33, no. 1, p. 63-66.
- [29] Zhang, B., Qiu, Y., Wang, X., Lu, H., and Wang, F.. Research on the Method of Individual Identification of Chickens Based on Depth Image. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, vol. 1631, no. 1, p. 012018.
- [30] Duyck, J., Finn, C., Hutcheon, A., Vera, P., Salas, J., and Ravela, S.. Sloop: A pattern retrieval engine for individual animal identification. *Pattern Recognition*. 2015, vol. 48, no. 4, p. 1059-1073.
- [31] Holt, N. J., Furbert, L., and Sweetingham, E.. Cognitive and Affective Benefits of Coloring: Two Randomized Controlled Crossover Studies. *Journal of the American Art Therapy Association*. 2019, vol. 36, no. 4, p. 200-208.
- [32] 石浜佐栄子, 大島光春, 広谷浩子, 田口公則. 塗り絵をコミュニケーションツールに使った子どものための展示について. *Bulletin of the Kanagawa Prefectural Museum. Natural science*. 2010, no. 39, p. 45-52.
- [33] 伊東知之, 大野木裕明, 石川昭義. 子どもの安全意識を高めるための塗り絵教材の開発的研究. *仁愛大学研究紀要*. 2014, vol. 6, p. 57-72.
- [34] 浅野(村木)千恵, 大場友貴, 佐々木貴子, 浅野晃. 子供の発達段階と色彩感覚に関する研究~iPad を用いた塗り絵を通して~. *日本色彩学会誌*. 2020, vol. 44, no. 3, p. 279-282.
- [35] Pinto, M. and Zuckerman, S.. Coloring Book: A new method for testing language comprehension. *Behavior Research Methods*. 2019, vol. 51, p. 2609-2628.
- [36] “お絵かき水族館 / Sketch Aquarium”. <https://www.teamlab.art/jp/w/aquarium/>, (参照 2022-11-1).
- [37] 熊谷賢二, 向田茂, 隼田尚彦, 斎藤一, 安田光孝. 参加型プロジェクトマッピングによる塗り絵コンテンツの提案. *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集*. 2013, vol. 2013, p. 249-250.
- [38] 初田隆. 「ぬり絵」の研究. *美術教育学: 美術科教育学会誌*. 2007, vol. 28, p. 321-333.
- [39] Dickinson, S. J., Christensen, H. I., Tsotsos, J. K., and Olofsson, G.. Active object recognition integrating attention and viewpoint control. *Computer vision and image understanding*. 1997, vol. 67, no. 3, p. 239-260.
- [40] 笹岡貴史. 物体の能動的観察による認識促進効果における手の運動の役割 (視覚とその応用及び一般). *映像情報メディア学会技術報告*. 2008, vol. 32.48, p. 69-74.