2022 年度 武蔵野美術大学 大学院修士課程

デザイン専攻 デザイン情報学コース

修了研究概要集

Summaries of Master’s Theses

for the Design Informatics Course,

Master’s Degree Program, Graduate School of Art and Design,

Musashino Art University

オノマトペにおける言語学習支援の研究
オノマトペから映像へ変換する調査

A Study About Onomatope Learning Support
Rule Of Elements Converted From Onomatopoeia To Animations

オウ　キ
WANG HUI

Onomatopoeia

デジタルコンテンツ｜Digital contents
サイズ可変｜Dimensions variable

要旨

日本のオノマトペは仮名が組み合わされ、声、動き及び感情を表現した言葉である。オノマトペは、商品に対する購買欲、フォントデザイン、漫画、コミュニケーションなど幅広く応用されている。 オノマトペは抽象的で曖昧な表現であり、事物の様子や状態や感情を表現する言葉である。日本人が会話でオノマトペを使う頻度は高い一方、中国人留学生は日本語のオノマトペの習得が難しい。そこで、本研究は、日本人がオノマトペを認知・理解する過程を考察した上で、抽象的な図形表現に変換し、中国人留学生でも平易に学習することができるよう支援する映像コンテンツを提案したいと考えた。

Abstract

Onomatopoeia in Japan are words that are composed of characters and are used to express sound, movement, and emotions. Onomatopoeia is widely used in various fields such as product marketing, font design, comics, and communication. Due to its abstract and ambiguous nature, onomatopoeia is a type of language that can express the emotional feelings of people through the appearance of things. Therefore, this study aims to examine the process of Japanese people understanding onomatopoeia, and to propose visual image-based content that can be easily learned by Chinese students studying in Japan.

制作背景

オノマトペの語源は古代ギリシア語の「オノマトポエイア」とされ、その原義は「語を作ること」であった。オノマトペの数は時間と共に増えて、音の真似から人の感情表現まで使い方が多様になった。オノマトペは直接的な音の模倣による語、または語の音により感覚的印象を表す語で、音形と意味との間に関連性が認められる。

国語学者の金田一（1978）は、自然界の音や物音を表す「擬音語」、人間や動物の声を表す「擬声語」、無生物の動きと様子を表す「擬態語」、生物の状態を表す「擬容語」と人の感情を表す「擬情語」の五つに分類している。天沼はオノマトペの組み合わせによって、同語反復（ABAB）、促音（ ABッ）、ABCABC、AッBり、ABんを分類していた。もっとも代表的なABAB型は21.3％を占めていて、ABッと型は19％を占めていて、ABCABC型は10％を占めている。

海外に向けた日本語試験の現状

来日する留学生は急激に増えており、日本政府は2020年まで30万の留学生を受け入れる予定の「留学生30万人計画」は2019年5月で312,214人の目標をすでに達成した。その中で、中国人留学生数は一位である。中国と日本は漢字文化圏であるが、ひらがな、カタカナで構成されたオノマトペは独自の言語体系である。中国人留学生は中国での日常生活や習慣、文化の経験則では、日本語のオノマトペの意味・ニュアンスを推測し難い。日本に留学するために必要な日本語検定試験のひとつであるJLPTは年二回しか行われないため、留学を志望する学生は合格するために最適な得点取得に応じた学習計画を考えなければならない。とくに来日した中国人留学生は日本語能力試験と入学試験を二年間で合格しなければならない中、中国人留学生は、日本語能力が初心者レベルの者が多く、オノマトペに関する学習は蔑ろにされることも多い。また、近年、中国家庭の経済状況によって、日本でアルバイトをする中国人留学生の比率が大幅に低くなったため、日常会話からオノマトペを習得する機会が少なくなった。

日本語検定試験の採点構成は言語知識、聴解、読解に分けられている。それぞれ60点を満点としており、オノマトペは言語知識に含まれているが、1点しか配点されておらず、重要視されていない。

オノマトペ可視化に関する仮説の提起

言葉は何らかの恣意性を持ち、記号として多様な表現ができ、人の連想や共感覚によって、オノマトペに対する解釈も多様になっている。筆者はオノマトペを具象的なイラストや写真画像で説明することは最適ではないと考えている。また、抽象的な図形は、オノマトペの意味・ニュアンスと同様に解釈に曖昧さがあるため、変換しやすいと考えている。

研究制作目的

本研究制作はオノマトペの非言語による可視化の可能性を探り、抽象的な図形によるモーショングラフィクス映像として表現し、その映像から逆に特定のオノマトペとの適性度について検証していく。この成果によって、中国人留学生の日本語能力初級者を対象に、オノマトペの意味やニュアンスへの理解を促す映像教材に応用できることを目的とする。

研究方法

研究方法として、まず国に限らずオノマトペについて調べた。そこから、今後自分が検証したいテーマに沿って、理論上の結論と仮説を収集していった。そして、オノマトペの習得に関して、日本人学生と中国人留学生に対して質問を行った。その結果、イメージ基準を設けなければならない考え、SD法によるアンケートを実施した。

対比語の選択は、「日本におけるSD法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観」を参考にし、人格、社会、教育、芸術、言語、知覚の領域でよく使われている対比語を抽出し、対比語構成は15％の（人格＋社会）、35％の（教育＋芸術）、50％の（言語＋知覚）とした。 また、対比語は大きく評価性（好き嫌いなど）、力量性（重い、軽い、明る

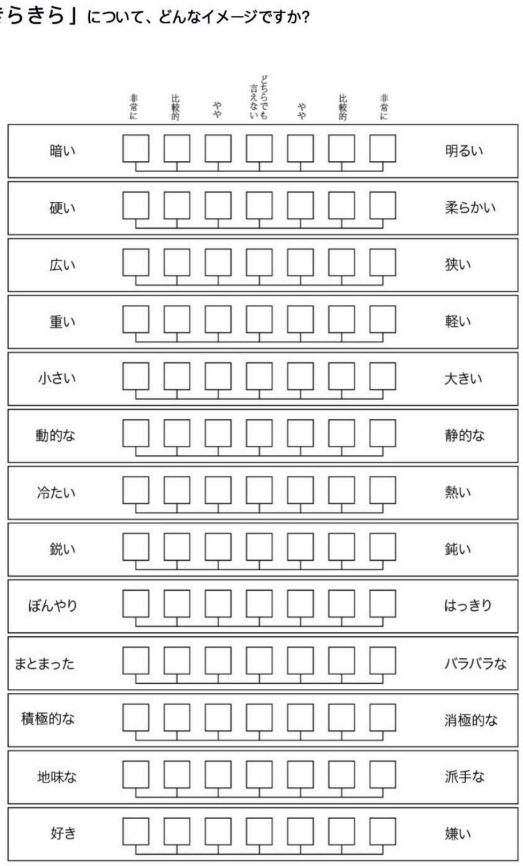


図１　アンケート用紙（７段階の印象評価）

い、暗い、鋭い、鈍いなど）、活動性（動的な、静的ななど）に分けた（図１）。

そのアンケートの結果（図２）によって、形容詞のニュアンスを表現する動画を制作して行った。検証として、その動画を中国人留学生の被試者に見せて、再びアンケートを行って、結果を比較した。そこから、抽象的なイメージの視覚刺激によるオノマトペの言語学習の支援の可能性について探っていった。

次に、印象評価の質問で使った形容詞対をもとにモーショングラフィクスによる図形の変化・動きを検討していった（図３）。モーショングラフィクスは、形容詞対のニュアンスと基本となる抽象図形を動きが、誰にでも視覚的にわかりやすく理解できるようルールを適応させていった。

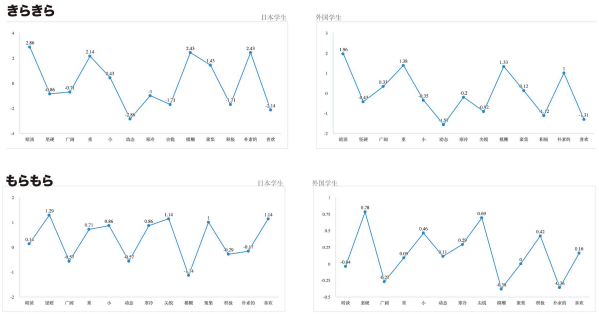


図２　アンケートで得たデータ（一部）

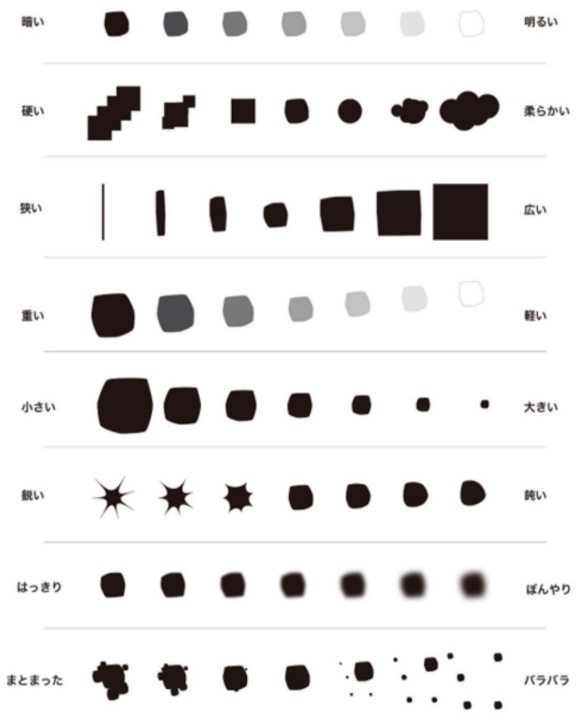


図３　データから動画へ変化するために想定したルール

最終的に25のオノマトペについて、抽象図形による視覚表現を行い、それぞれに動きをつけていった（図４）。動きは、Adobe After Effectsで調整・編集・加工を行い、アンケート調査の結果と合わせて修士制作の展示とした（図５）。

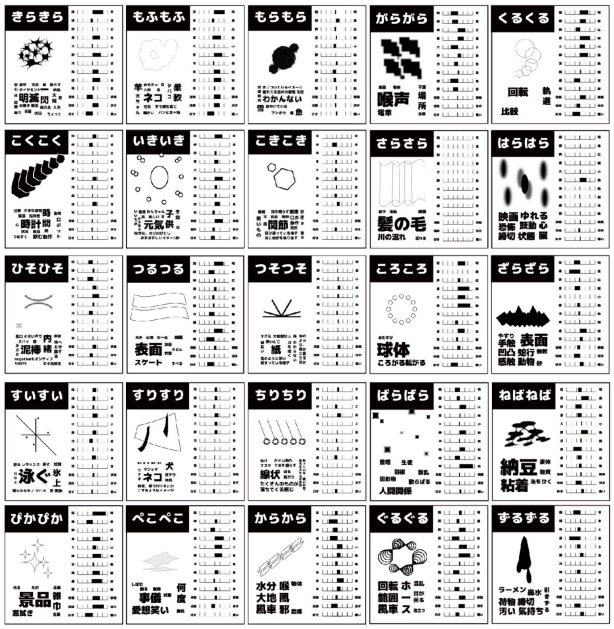


図４　制作したオノマトペの抽象図形の一覧

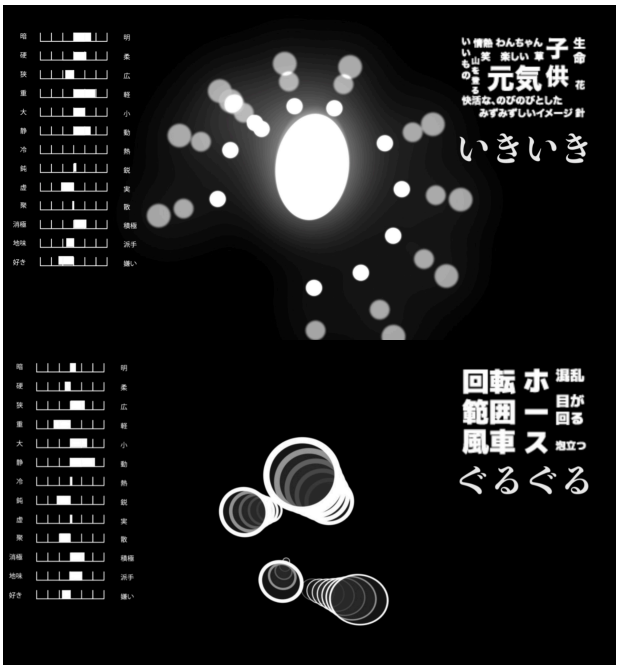


図５　展示動画の一部画面

修士制作の最終展示では、展示室の壁面にプロジェクタで制作した動画を投影しながら、アンケート調査で得られた結果をグラフにし出力したものを一覧できるように帯状に出力し展示した（図６）。

検証

追加した質問は、二つの言葉と二つの動画の中で、相応しいペアを選択させ、その結果をその前に行った調査結果と合わせて比較し、制作者が意図した通りに正しい方向に導くことができるかについて尋ねていった。図７は、正しい傾向になる部分が緑のチェックマークで、反対側に行ってしまう部分は赤い×マークで、イメージがあまり変化しない、あるいは本来の特徴が明らではない部分は灰色の丸で示している。

図７　データから動画へ変化するために想定したルール

この検証によって、一番理想な結果は「すいすい」と「つるつる」であることがわかった。また、積極性を示すイメージは動きの頻度に関わっていることをわかった。「暗い」は最もよい結果となり、「広い」「地味」は比較的良い結果となった。動画の表現については、「硬い」「鋭い」「まとまった」を表現することに難しさを感じた。

「すいすい、こきこき」のペア選択で、85％の正解率に至ったことを分かった。それに対して「つるつる、ずるずる」のペア選択で、41％の正解率だった。その原因は「ずるずる」の動画の粘着度を上手く映像表現できなかったからだと考えられる。

今後の展望

本研究は、意識的に抽象化した動画の各要素を映像表現することによって、中国人留学生のオノマトペに対する認知について何らかの影響することができたと考えている。その中で、よりよい学習体験を提供するためには、より多くのオノマトペで検証しする必要がある。

参考文献

- 木藤恒夫 2013「音と形の心理学」日本心理学会（p.30）
- 窪薗晴夫 2017「オノマトペの謎」『岩波書店』（p.4）
- 清水 祐一郎 , 土斐崎 龍一 , 坂本 真樹 2014「オノマトペごとの微細な印象を推定するシステム」『人工知能学会論文誌 29 巻』（p.41-52）
- 金田一春彦 1978「擬音語・擬態語辞典」『角川書店』

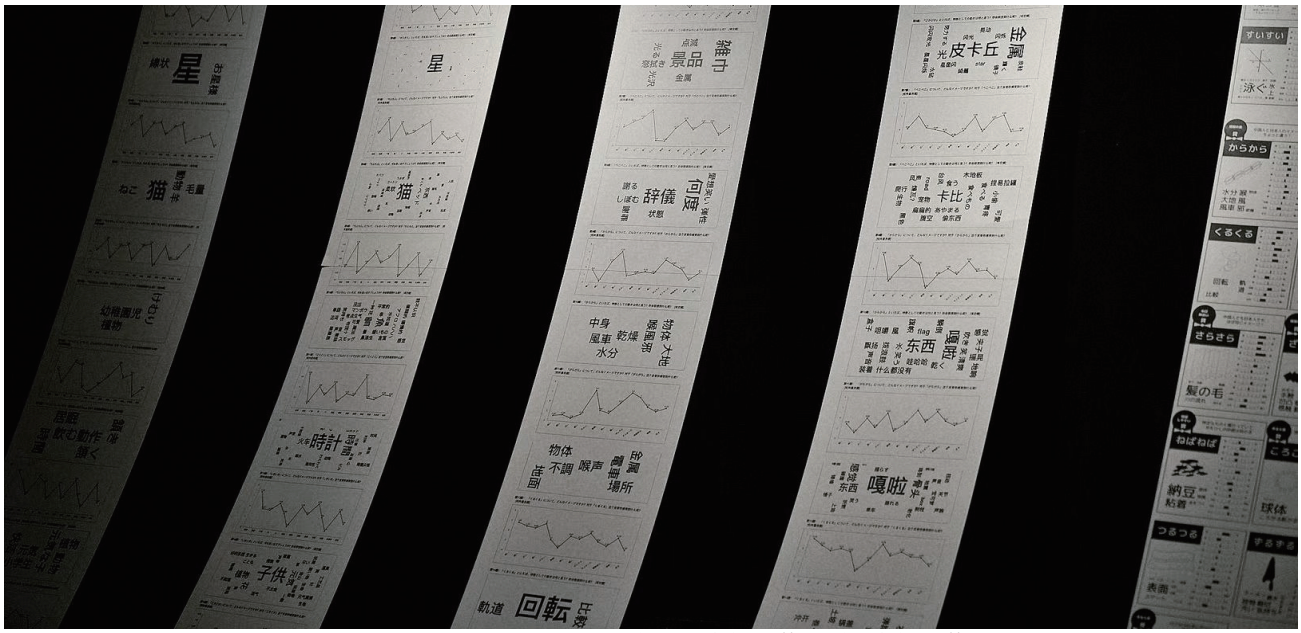
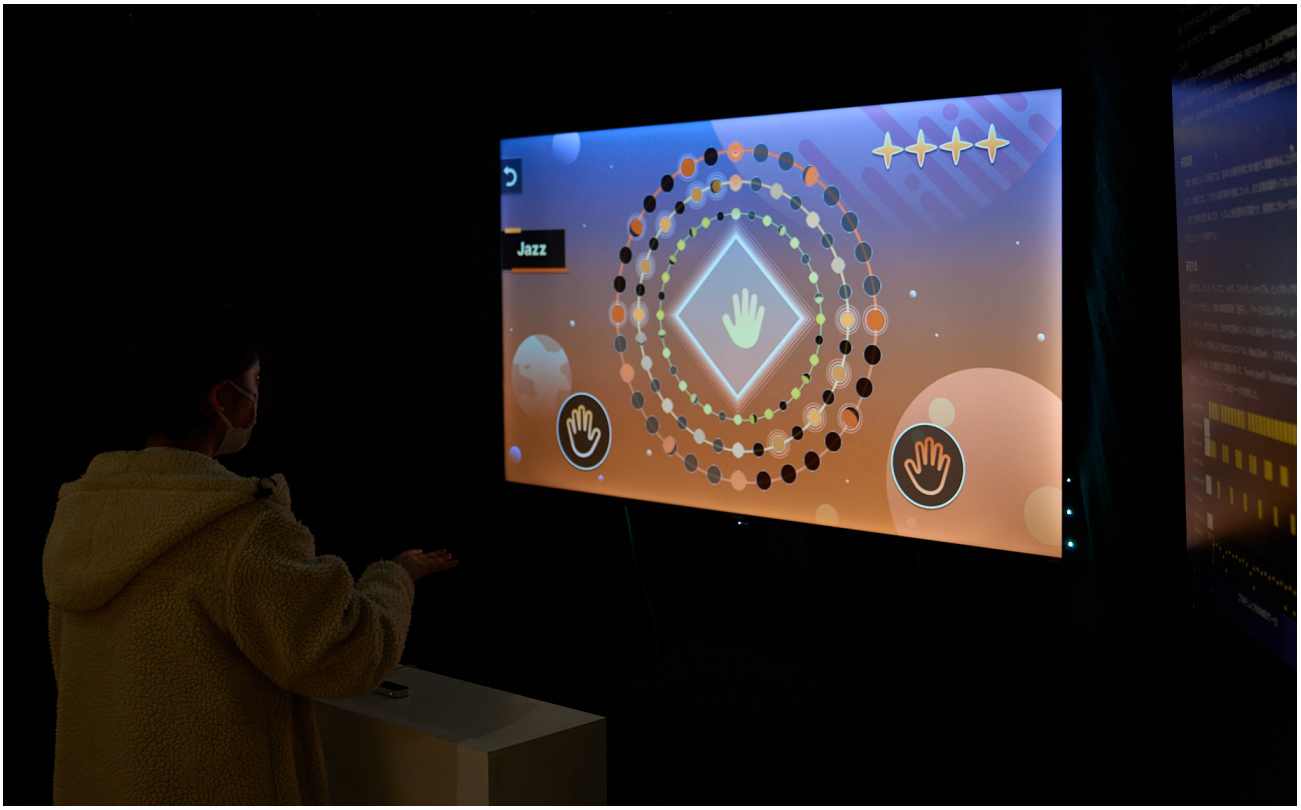


図６　展示風景　同じオノマトペに対した中国人留学生の回答と日本人学生の回答の一覧

手の動きを音楽に転換する新しい音楽表現システムの研究

Study on a new musical manifestation system that convert hand movement into music

コウ　ブンキン
HUANG WENXIN



Groove Star

インタラクティブコンテンツ｜Interactivecontents
サイズ可変｜Dimensions variable

要旨

音楽を聞いて身体を動かしたくなる感覚は音楽知覚・認知の研究ではグルーヴ感と定義されている。そして研究によると、動きに関する知覚・感性は音楽学習における表現活動の支えとなり、音楽構造の理解に有効であることが判明している。そこで、私は、これから楽器演奏を勉強したい人のグルーヴ習得支援に着目し、手、指の動きをセンサーで読み取れるデバイスLeap Motionを利用し、自然な動きを音楽データに転換することで、リズムのアクセント（強弱）の違いをより明確に体感することができる。さらに、エンターテイメント性も持ち込むことで、音楽ゲームを遊ぶ感覚でグルーヴ・リズムを習得できる教材を制作した。

Abstract

The feeling of wanting to move the body when listening to music is defined as a feeling of groove in research on music perception and cognition. Also, research has shown that perception and sensibility of movement support expressive activities in music learning and are effective in understanding music structure. Therefore, I focused on people who are lack of musical knowledge, Using the device called LeapMotion to convert natrual movement into music, so that users can learn the rhythm patern and the accnet by their muscle memory.

制作背景

楽器演奏者にとってグルーヴの習得は難易度が高く、理論的に理解することより、繰り返しの演奏訓練で感覚的に体得するしかないのが現状である。

グルーヴをもたらす音楽的·音響的要素としては、明確なビート、単位時間あたりの音の数の多さ、音質、音の大きさなどが多く含まれることなどが指摘されている。他にも、楽器同士（例：ドラムとベース）のわずかなズレや、楽譜からのミリ秒単位のずれも、グルーヴを起こす要素とみなされることもある。

今までのグルーヴに関する音楽情報処理研究は数多く存在するが、主に音楽専門知識を前提としている、打点タイミングのずれに関する分析や、ドラマーの動きを学習するグルーヴ生成システムなどの研究が多く、音楽知識を持ってない人のグルーヴ学習支援に関する研究はほとんど見つからなかった。

さらに、音楽と身体についての研究では、音楽の音響的特徴と体の動きに関連があることがわかっている。動きに関する知覚・感性は音楽学習における表現活動の支えとなり、音楽構造の理解に有効であることが判明している。

制作目的

グルーヴの習得には音楽知識の積み重ねと長い時間の練習が必要なため、一般人がグルーヴを理解するには難しい。本研究ではこれから楽器演奏を勉強したい人、また音楽知識持ってない人をターゲットに、動きと身体の関連性を利用して、動きで身体記憶を身に付け、リズムと視覚要素を同期させ、感覚的にグルーヴを理解することができるコンテンツ制作を目的としている。

グルーヴを視覚化

本制作では、ロック、ディスコ、ジャズ、ファンク、シャッフル、ヒップホップの六種類のポップミュージックを例とし、音楽の構成要素を「拍子」、「ベースリズムパターン（ドラム）」、「メロディパターン」の3つにわけ、その中の音楽のジャンルを決めるベースリズムパターンを中心に研究した（図１）。

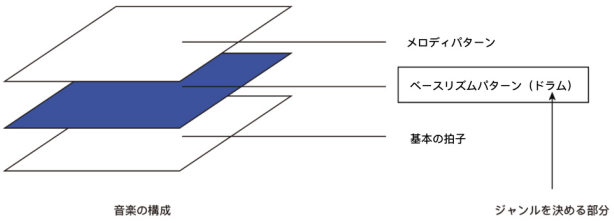


図１　音楽の構成

その後、ドラムセットの基本3点と呼ばれるバスドラム（Bass Drum）、スネアドラム（Snare Drum）、ハイハット（Hi-hat）の3種類の打楽器を用いて、Tommy Igoeの『Groove Essentials』3の中のドラム楽譜を元に、DTMソフトウェアAbeleton Live 11を用いて、４/4拍子、100bpmを基準にして、909 Core Kitのドラム音を選び、各パターンのMIDIデータを制作した。Ableton Live 11は書かれたリズムをより自然なノリにする機能があるため、自動的にMIDIデータのベロシティ、タイミング、長さを調整できる様々なグルーヴが入っているライブラリがある。MIDIデータが書かれたあと、各ジャンルにライブラリからグルーヴを一つ選び、書かれたMIDIデータに入れて、自動的にグルーヴがあるMIDIデータを生成した（図２）。

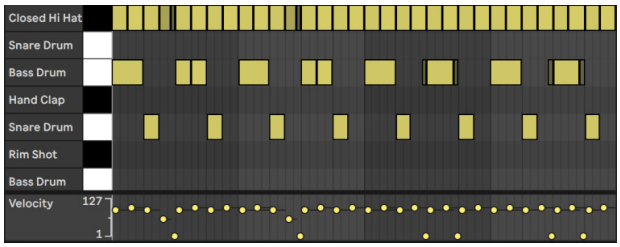


図２　DTMソフト内のMIDIデータ

本システムは打点のタイミングを視覚的にサポートしながら、グルーヴを効率的に習得することに特化させた。視覚化する方法として、3重の同心円の形状を基盤とし、色がついている点と3種類の楽器で演じる音符の長さ、正拍子とのズレや音の強弱を可視化した（図３）。

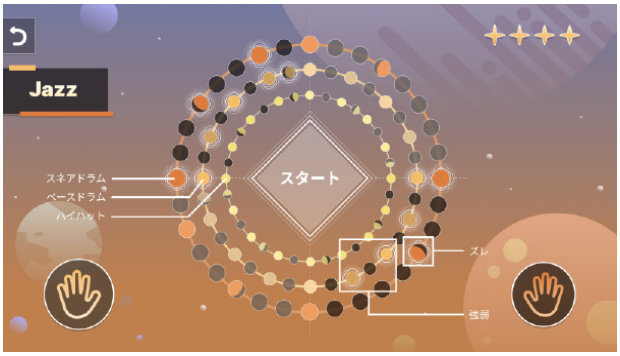


図３　視覚化ルール

インタラクティブ要素を取り入れ

視覚化ルールが決めた後、ジャンル別のリズム・グルーヴを視覚化する試作のように、正しくリズム・グルーヴの説明ができると同時に、体感でリズム・グルーヴを理解できるようにするため、ゲームコンテンツ開発用ソフトウエア（ゲームエンジン）Unityでインタラクティブ要素を取り入れた。

システム全体は手、指の動きが認識できるデバイス

LeapMotionで操作する。まず、LeapMotionの3Dの手のモデリングを2DのUIに切り替え、座標Zを固定して、2D画面中に反映するようになった。ジャンル選択、ゲームスタートなどのボタンを押したいときは、手のモデリングを押したいボタンの上に1秒置いて、ボタンが押されたと判定される。

手の動きを音に転換する方法は2つのキューブをコライダーに設定し、手のモデリングがコライダーに当たったら一回の叩きとして認識され、左のコライダーはベースドラムの音、右のコライダはスネアドラムの音を出る。2つのコライダーはインターフェースの方に左と右の２つの丸い認識ボタンに反映される（図４）。

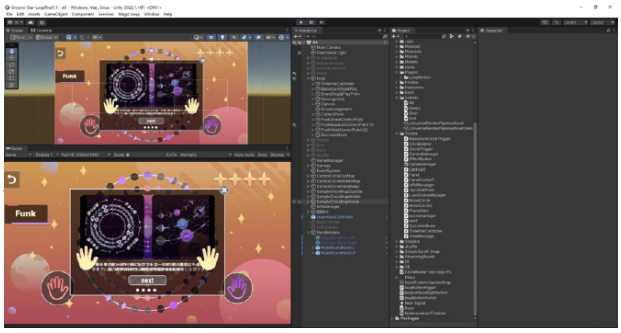


図４　Unityシステム画面

プレーヤーが正確な位置に叩いたかどうかを判定する方法もコライダーを利用した。画面中に叩くべき位置にコライダーを設置し、プレーヤーが左と右の認識ボタンを叩く時、画面中に移動する円形がコライダーに当たったら正確と判定する、叩く時がコライダーに当たったなかったら、ミスと判定する。ゼミ展の展示から見たら、一回で全部正確に叩く人がほぼいないため、最終制作はプレーヤーに4回のミスチャンスを与えた。残りのミスチャンスは右上の4つの星に反映される（図５）。

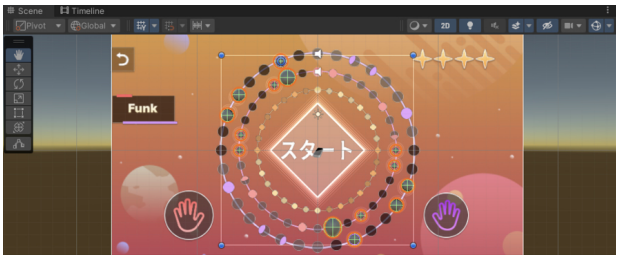


図５　正確の位置に叩いたかどうかを判定するコライダー

インタラクティブルール

プレーヤはまず、両手をLeapMotionの上方に手を置く。両手の認識ができたら、スタートボタンの上に手を置いたら、選択シーンで遊びたいジャンルを選択する。ゲーム画面に入ったら、スタートのところに手を置いて、3秒のカウントダウン後にゲームがスタートする。スタートしたら、3つの動く円形がトラックに沿って移動する。三重の同心円のトラックは4小節に分けている。第１、３小節が手本小節、第２、４小節が操作小節になる。操作小節の波紋が出るところは叩くべきところになる。左の丸いボタンは真ん中のベースドラムトラックに対応し、右の丸いボタンは外側のスネアドラムに対応する。移動する円形が叩くべきところに着いたら、手首を下に回って、画面中の手のモデリングを下の丸いボタンをタッチさせる（図６）。

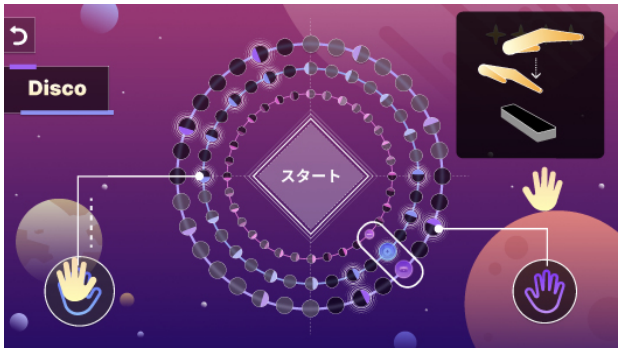


図６　インタラクティブルール

制作仕様

制作の主体となる各ジャンルのシーンの他に、タイトルシーンと選択シーンをシステムの中に入れた。ユーザーがタイトルシーンから開始ボタンを押して、カタログページに入り、やってみたいジャンルを選択することができる。

わかりやすく各ジャンルの区別を伝えるため、ゲームクリアした後が流れるメロディーは変奏した「キラキラ星」にした。よりエンターテイメント性を高めるため、最終制作のインタラクティブゲームはメロディーに合わせて、宇宙の世界観に設定した。各シーンのビジュアルは各ジャンルの音楽、ポスター、イメージジャンルのイメージに基付き、配色と代表する惑星のマークをデザインした。ゲームがクリアしたら、画面の真ん中に「成功」と表示し、成功メロディーの変奏「きらきら星」が流れる。さらに、メロディーに合わせて画面中にちかちか光る星が出る。ゲームが失敗したら、画面の真ん中に「惜しい」と表示し、背景が暗くなる（図７）。

ゲームがクリアしたら、画面の真ん中に「成功」と表示し、成功メロディーの変奏「きらきら星」が流れる。さらに、メロディーに合わせて画面中にちかちか光る星が出る。ゲームが失敗したら、画面の真ん中に「惜しい」と表示し、背景が暗くなる（図８）。

今後の展開

最終展示のインタラクティブコンテンツを体験された観客のフードバックをたくさんもらった。最終の制作成果物は

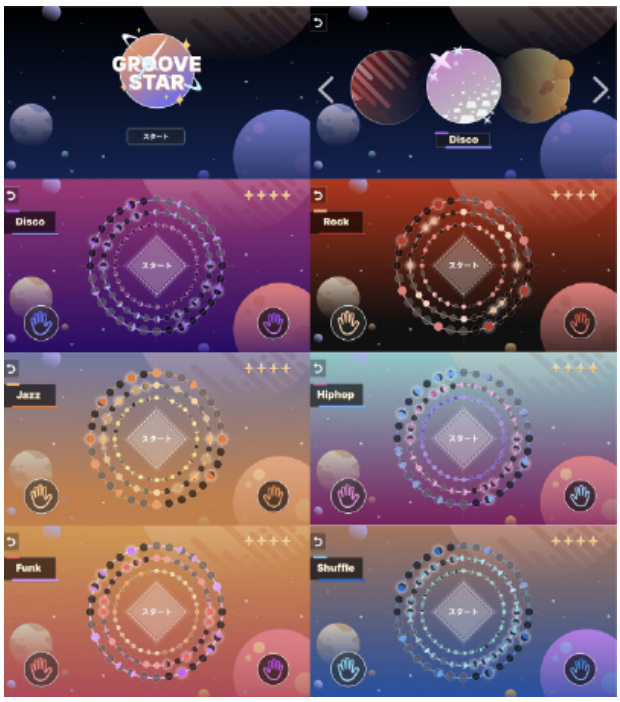


図７　ゲーム画面

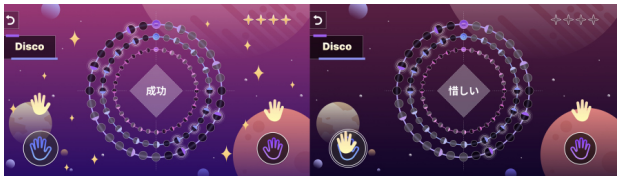


図８　成功と失敗画面

新しいインタラクティブ性とエンタテイメント性を取り入れ、面白さを感じながら、リズム・グルーヴに関する理解を向上する効果を感じた。（図９）LeapMotionの次の段階として、より直感的なインタラクティブ方法とわかりやすいフィードバックで制作をブラッシュアップすることを検討する。また、今後の展開として、リズムと身体の関連性を利用し、音楽の教育やリハビリ領域で応用などの発展が考えられる。

参考文献

- 宮丸友補、江村伯夫、山田真司、(2017)「ポピュラ音楽のドラム演奏におけるグルーヴ感の研究」、73 巻、10 号、p.625-637
- 吉見美奈子、(2009)「「動き」による音楽の知覚･感受が、音楽学習に果たす役割」、大学院派遣研修研究報告
- 河瀬論 “ グルーヴとは何か ” htpps:www.yamaha-mf.or.jp/onkenscope/kawasesatoshi3_chapter2/（参照 2022-11-21）
- 桐原礼、(2019)「身体の動きを伴った音楽表現作りにおける学びについて」
- 「Groove Essentials」、Tommy Ioge、2004

図９　展示風景

ボクセルに対する人の認知心理の研究

人がモノのかたちを認識するためのボクセルの最小単位を探る調査

Studay of human cognitive psychology of voxel

A survey to find the smallest unit of voxel for people to recognize the shape of things

ネイ　ゲツキ
NING YUEQI

3Dプリンターモデル、3Dビューア、グラフィックアイコン｜3D Printer models,3DViewer,Graphic Icon

要旨

ボクセルは、コンピュータで立体を表現する方法の一種で、volume（体積）とpixel（画素）を組み合わせて作られた造語である。ボクセルにおける基本となる3Dピクセルは立方体である。現在のボクセルの作品は、コンピュータの処理能力が飛躍的に向上し、高解像度の画像処理が可能な現代でも、表現方法の一つとして定着している。複雑な物体や風景などを単純化しても、人は認識することができ、この点は平面的なGUIにおけるアイコンやドット絵にも共通していると考えられるが、単純化された立体的なボクセルにおいてどのような認識があるか研究制作を行なった。

Abstract

Voxel is one of the methods of expressing three-dimensional objects on a computer, and is a coined word made by combining volume and pixel. The basic 3D pixel in a voxel is a cube. Today's voxel works have become established as one of the means of expression even in the modern age, when the processing power of computers has improved dramatically and high-resolution image processing is possible. Humans can recognize complex objects and landscapes even if they are simplified. I conducted research and production on what kind of recognition there is in voxels.

制作目的

本研究の目的は、ボクセルモデルにおいて何の物体か特定できる最小単位を探り、形状的特徴の認知について考察することである。

研究制作方法

本研究の制作においては、自動化ボクセルの試作と手動的にボクセルを制作する方法を行なった。最初に、3Dソフトウェアを使用して、自動的に低解像度の単純化されたボクセルモデルを生成し、手動的に制作した低解像度のボクセルモデルと比較した。自動的に生成したボクセルモデルは、手動で構築したものと比較し、何をモチーフとしたか特定しにくい結果となった。

その後、手動で構築したボクセルモデルを制作し、人がモノのかたちを認識するためのボクセルの最小単位を探るアンケート調査を行った。アンケート調査はウェブ上で実施し、被験者数は70人であった。まず、ボクセルモデルを「動物」、「人工物」、「植物」の3項目に分類して提示していった。ボクセルモデルは1ボクセル（1×1×1）から10ボクセル（10×10×10）の10段階の解像度で何の物体か特定できる最小の解像度を探る調査をしていった。ボクセルモデルは、立方体の集積によって形状を生成する制限があるため、モノの特徴を出す際、得意な形状と不得意な形状があるが、第一回の調査結果からは一概に「動物」と「人工物」と「植物」の違いがいによる認知の差は見られなかった。

現在、高解像度でリアルに再現された3Dオブジェクトから、自動的に低解像度の単純化されたオブジェクトに変換できる機能を持った3DCGソフトウェアもある。しかし必ずしも、自動的に単純化されたオブジェクトは人にとって認知しやすい結果になるわけではない。最終的調査については、人がモノのどのような形状的特徴を認識し、特定しているのかについて、より詳細な調査を行なった。まず、ボクセルモデルのサンプル数を増やすことや、360度でモデルを閲覧することで、より直感的にモデルを観察できる機能を追加し、立体物として形状認識できるよう調査精度を高めていった。

自動ボクセル化の試作

本研究の制作で実際のモノの形状を測定値から単純化する方法として、まず、3DCGソフトウェアによる自動ボクセル化の試作を行った。自動ボクセル化については二種類の方法を試した。一つは、OPT株式会社の3DFZephyrを使用して、実物の被写体を撮影しながら、自動的に3Dモデルを生成する方法を試みた（図１、２）。

生成したモデルを3DソフトウェアであるBlenderに読み込み、自動的にボクセルを生成した。二つ目は、形状を精細に再現した高解像度の3DモデルをBlenderに直接読み込み、自動的に単純化しボクセルの生成を試みた。

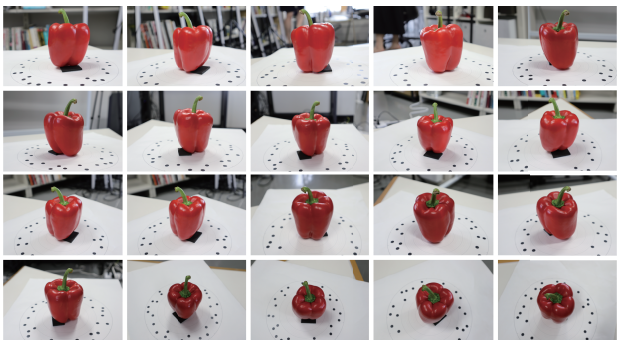


図１　撮影したパプリカ

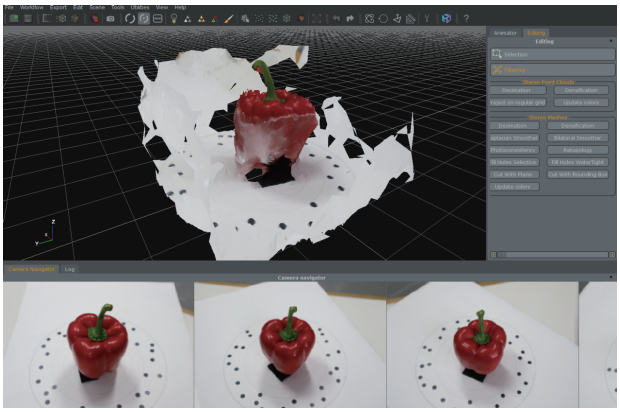


図２　パプリカの写真を3DFZephyrに読み込み、生成したモデル

手動ボクセル化の試作

手動でボクセルモデルを製作するため「MagicVoxel」というソフトウェアを使用した。物体はそれぞれ、1ボクセル（1×1×1）から10ボクセル（10×10×10）までの10段階の解像度でモデリングした。また、人がモノを特定するとき、形状だけでなく色も頼りにしているのではないかと考え、ボクセルモデルは有色と無色の2種類を調査用に制作した（図3）。

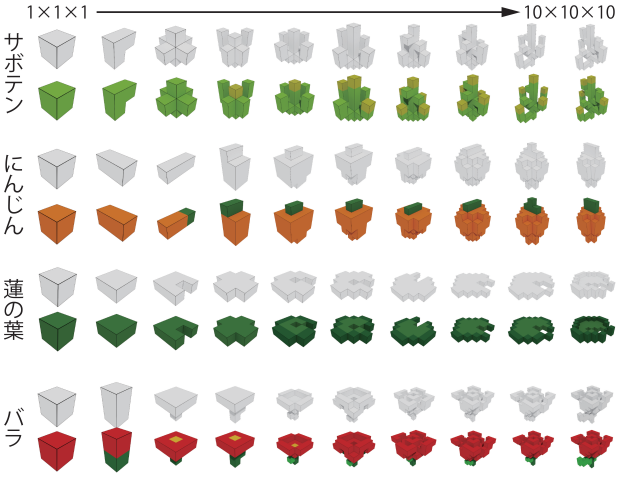


図3　手動で制作したボクセルモデリング（一部）

３Dプリンターによる出力

アンケート調査で使用するボクセルモデルは、視覚的かつ触覚的に単純化されたモノの形状を把握できるように、ボクセルモデルのデータをobj形式に変換し３Dプリンター用ドライバー「FlashPrint」に読み込み３Dプリンターで出力していった。

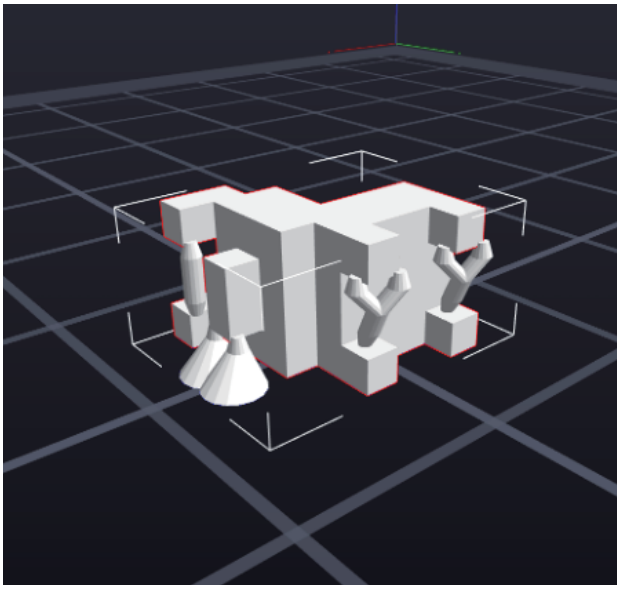


図4　「flash print」の操作画面

出力中にプリンタートラブルや出力エラーに配慮し、出力時のサイズやモデルの配置角度を工夫していった（図4）。

第一回アンケート調査

人がモノの形状を認識するためのボクセルの最小単位を探るアンケート調査を行った。被験者数は70人で、まず、ボクセルモデルを「動物」、「人工物」、「植物」の3種類に分類して提示していった。ボクセルモデルは1ボクセル（1×１×１）から10ボクセル（10×10×10）の10段階の解像度で何の物体か特定できる最小の解像度を調査していった（図5）。

ボクセルモデルは、立方体の集積によって形状を生成するため、モノの特徴を表す際、得意な形状と不得意な形状があり、第一回の調査結果からは一概に「動物」と「人工物」と「植物」の違いによる大きな差はみられなかった。また、有色と無色の違いも同様に大きな差はみられなかった（表1）。

		無色	有色
動物	豚	5.9×5.9×5.9	6.0×6.0×6.0
	鶏	6.8×6.8×6.8	5.3×5.3×5.3
	アヒル	6.6×6.6×6.6	6.2×6.2×6.2
	しし	6.9×6.9×6.9	7.1×7.1×7.1
	キリン	6.9×6.9×6.9	7.5×7.5×7.5
	海星	7.1×7.1×7.1	7.4×7.4×7.4
	海亀	8.1×8.1×8.1	7.9×7.9×7.9
	魚	6.9×6.9×6.9	6.6×6.6×6.6
人工物		無色	有色
	ベッド	4.7×4.7×4.7	4.8×4.8×4.8
	パソコン	5.0×5.0×5.0	5.5×5.5×5.5
	ソファー	4.4×4.4×4.4	4.7×4.7×4.7
	車	6.6×6.6×6.6	5.6×5.6×5.6
	銃	6.8×6.8×6.8	7.6×7.6×7.6
	扇風機	7.6×7.6×7.6	7.2×7.2×7.2
植物		無色	有色
	マッシュルーム	6.5×6.5×6.5	6.8×6.8×6.8
	木	6.6×6.6×6.6	4.5×4.5×4.5

表1　モデルを特定できる最小ボクセル数

第二回アンケート調査

第二回のアンケート調査の被験者数は24人で、質問数は第一回目の32問（有色：16問、無色16問）から56問（有色：28問、無色28問）に増やした。ボクセルモデルは、「動物」が16（有色：8、無色8）、「人工物」が20（有色：10、無色10）、「植物」が20（有色：10、無色10）とした。また、ボクセルモデルのどのような形状的特徴を認識し、物体を特定しているかについて追加調査していった。（図6）

第二回のアンケート調査においては、「人工物」の無色のモデルは「動物（解像度平均値：6.6）」と「植物（解像度平均値：6.5）」と比較してやや低解像度（解像度平均値：6.0）で物体を特定できる結果となったが、「人工物」の有色のモデルは「動物（解像度平均値：7.2）」と「植物（解像度平均値：6.6）」と比較して高い解像度（解像度平均

		無色	有色	正解者人数(無色)	正解者人数(有色)
動物	豚	6.9×6.9×6.9	7.5×7.5×7.5	7	18
	鶏	8.2×8.2×8.2	5.8×5.8×5.8	11	18
	アヒル	7.4×7.4×7.4	7.3×7.3×7.3	11	18
	キリン	7.4×7.4×7.4	8.0×8.0×8.0	6	15
	海亀	6.2×6.2×6.2	6.9×6.9×6.9	3	5
	しし	7.7×7.7×7.7	7.2×7.2×7.2	3	16
	金魚	7.6×7.6×7.6	6.5×6.5×6.5	4	14
	へび	6.6×6.6×6.6	8.3×8.3×8.3	2	15
	平均値	**7.2×7.2×7.2**	**7.2×7.2×7.2**	5.9	14.9
人工物		無色	有色	正解者人数(無色)	正解者人数(有色)
	サボテン	5.7×5.7×5.7	6.6×6.6×6.6	7	15
	ニンジン	5.4×5.4×5.4	7.0×7.0×7.0	0	12
	蓮の葉	5.0×5.0×5.0	6.0×6.0×6.0	0	6
	ローズ	6.5×6.5×6.5	7.2×7.2×7.2	14	18
	バナナ	7.0×7.0×7.0	7.5×7.5×7.5	4	16
	スイカ	7.6×7.6×7.6	5.8×5.8×5.8	2	17
	ねぎ	6.5×6.5×6.5	6.7×6.7×6.7	2	16
	海草	6.5×6.5×6.5	5.7×5.7×5.7	1	2
	木	6.1×6.1×6.1	6.4×6.4×6.4	0	14
	マッシュルーム	6.3×6.3×6.3	7.3×7.3×7.3	6	17
	平均値	**6.5×6.5×6.5**	**6.6×6.6×6.6**	3.6	13.3
植物		無色	有色	正解者人数(無色)	正解者人数(有色)
	パソコン	6.3×6.3×6.3	7.8×7.8×7.8	14	17
	車	5.8×5.8×5.8	9.9×9.9×9.9	8	16
	銃	6.0×6.0×6.0	7.1×7.1×7.1	7	7
	焼き鳥	5.8×5.8×5.8	7.6×7.6×7.6	8	16
	エビフライ	5.5×5.5×5.5	7.2×7.2×7.2	3	14
	ベッド	6.4×6.4×6.4	5.1×5.1×5.1	18	18
	アイスクリーム	6.5×6.5×6.5	7.0×7.0×7.0	0	8
	玉子焼き	5.1×5.1×5.1	8.1×8.1×8.1	1	17
	目玉焼き	**6.0×6.0×6.0**	7.8×7.8×7.8	0	17
	扇風機	6.2×6.2×6.2	7.5×7.5×7.5	2	3
	平均値	**6.0×6.0×6.0**	**7.5×7.5×7.5**	6.1	13.3

表2　第二回目アンケート調査結果

値：7.5）を必要とした。

回答を全体的にみると無色のモデルは有色のモデルと比較し、低解像度の段階で物体を特定している結果となっているが、その回答は間違っていることが多く、正解の回答は有色のモデルの方が高かった。

単純化されたボクセルモデルは、物体を特定する認知の過程において、まず形状情報から大まかなモノの種類を見極め、次に色彩情報を合わせて特定しているのではないかと考えられる。

おわりに

修士研究制作展での作品展示は、修士1年次の展示会より多くのボクセルモデルを3D出力した。また、鑑賞者が画面上を直感的にモデルのサイズや視点の角度を調整しながら閲覧できるように、タブレットを活用した3Dビューワーも設置した（図5）。

本研究は、2回のアンケートを行い、単純化したボクセルモデルを制作する際に、どの程度、解像度を下げることができるか調査していったが、設問の方法やモデルの設計も精度が低かったため、認知の過程を推測するための十分な結果が得られなかった点は反省している。

将来的に仮想空間上での立体アイコンや、グラフィカルユーザインタフェースの空間的提示の機会は増えていくと考えられ、より精度の高い調査研究が必要だと考えられる。

参考文献

- 聶健威、井上光平、(2021-07-29)「装飾的なピクセルアート」、MIRU2021 執行委員会
- グラフィック社編集部編、「ピクセル百景　現代ピクセルアートの世界」、2019 年 6 月 25 日初版第 1 刷発行、P006
- グラフィック社編集部編、「ピクセル百景　現代ピクセルアートの世界」、2019 年 6 月 25 日初版第 1 刷発行、P011
- グラフィック社編集部編、「ピクセル百景　現代ピクセルアートの世界」、2019 年 6 月 25 日初版第 1 刷発行、P012
- グラフィック社編集部編、「ピクセル百景　現代ピクセルアートの世界」、2019 年 6 月 25 日初版第 1 刷発行、P192
- 聶健威、井上光平、(2021-07-29)「装飾的なピクセルアート」、MIRU2021 執行委員会
- 日貿出版社編、「MagicalVoxel でつくる 3D ドットモデリング　ボクセルアート上達コレクション」、2020 年 4 月 10 日初版発行
- 鈴木匡子、「視覚性認知の神経心理学」、2021 年 7 月 1 日初第 1 版第 3 刷、P02 – P03

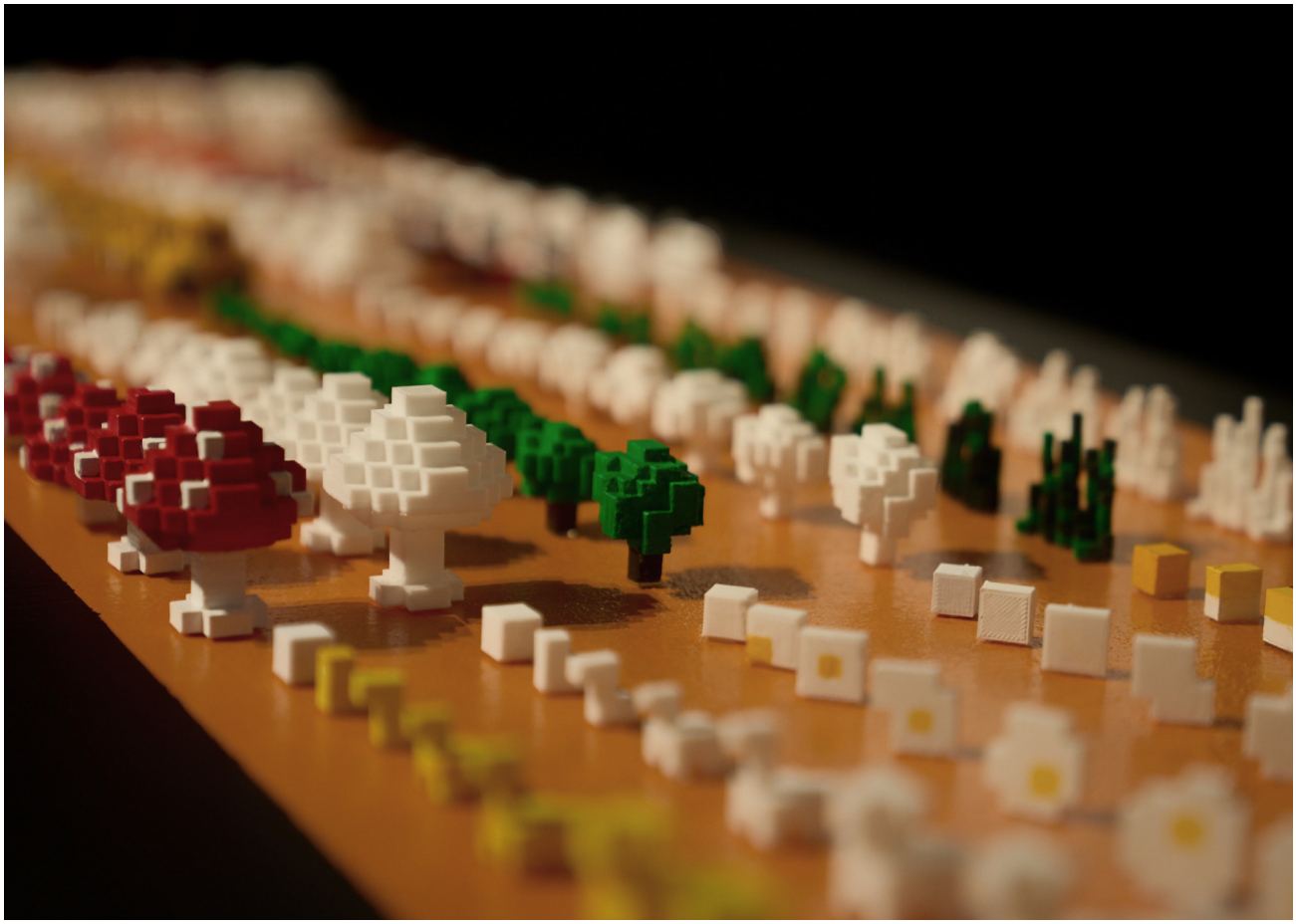


図5　修士展示制作展展示効果（部分）

2022 年度 武蔵野美術大学 大学院修士課程
デザイン専攻 デザイン情報学コース
修了研究概要集

発行日　2023年 3 月 31 日

発行　武蔵野美術大学デザイン情報学科研究室

印刷・製本　株式会社アトミ

連絡先　〒187-8505 東京都小平市小川町 1-736
武蔵野美術大学 9 号館 411
Tel: 042-342-6801 / Fax: 042-342-5192
E-mail: d-info@musabi.ac.jp

Web サイト　学科公式サイト
https://dinfo.musabi.ac.jp/