

マイクロタスク埋め込み型音楽ゲームの提案

三輪 聡哉^{†1} 中村聡史^{†1 †2}

世の中には人間が答えを付与する必要があるタスクが多数ある。マイクロボランティアではこうした多くのタスクを細分化して数秒で回答可能なマイクロタスクとし、ファイルのダウンロード時や、通路を歩いているときなどに手軽に回答可能とする手法が提案されている。しかし、従来の手法ではマイクロタスクに回答可能な状況に制約があり、マイクロボランティアへの参加の機会が十分でない。そこで本研究では、キー操作が多数発生する音楽ゲームの中にマイクロタスクを埋め込み、ゲームを邪魔しない程度にマイクロボランティアへの貢献を促す仕組みを提案する。また、プロトタイプシステムを実装しそのシステムを用いたユーザ実験から、マイクロタスク埋め込み型音楽ゲームの利点および欠点について報告する。

1. はじめに

ある写真に写っている動物について、コンピュータがその動物が犬なのかそうでないのかを判断することは簡単ではない。だが、人であればその問題に答えることは簡単である。また、ある2つの手書き文字が提示されており、どちらが美しい手書き文字であるかということ判断することはコンピュータにはできない。こうしたコンピュータでは答えることが難しい、またはコンピュータが答えることが出来ないが、人であれば容易に答えることの出来る問題は多数ある。

コンピュータが処理することが難しいものについては、人にアノテーションを要求することになるが、そのアノテーション量が膨大な場合、少ない人数でこなすことは困難である。そうした際に、膨大なタスクを細かいタスクに細分化し、多くの人に分担して作業を要求する Human-based Computation [1] にまつわる研究は多数なされており、多くのシステムが実現されている。特に、ウェブ上の各種の認証で用いられている CAPTCHA を、画像上のテキストにどのような文字が書かれているのかを認識することに活用する reCAPTCHA[2]は世界中で日々利用されている。また、Crowd4U[3]は、膨大なデータをマイクロタスクに分割し、ウェブサイトでファイルをダウンロードする際にマイクロタスクを表示し、マイクロタスクへの回答を促す仕組みを実現している。さらにその発展で、通路の床にマイクロタスクを提示し、その通路を通る人が少し左右に歩く方向を変えるだけで質問への回答を可能とする研究がなされており、生活空間の中でのマイクロタスクへの回答が可能になっている[4]。

以上のように、これまでの研究でも、様々な状況や場所においてマイクロタスクを提示し、ユーザに何気なく回答を促すような研究がなされている。しかし、まだまだマイクロタスクを行うことが可能な機会は限られており、タスク作成者にとって十分な環境であるとはいえない。本研

究では、これまで提案されてきた各種の手法とは異なる、さらに新しい場へのマイクロタスクの埋め込み、多くのユーザをマイクロボランティアに巻き込む仕組みを実現することを目的とする。

ここで我々は、この十数年近く流行を見せており、いまだ勢いが衰えない音楽ゲームに注目する。音楽ゲームとは、プレイヤーが音楽に合わせてタイミングよくボタン操作を行うゲームであり、その市場は売上高150億円ほどである[5]。音楽ゲームは基本的にタイミングに合わせてボタン操作を要求するものであり、そのタイミングがどの程度合っていたのかということに応じてスコアが決まるものである。

我々は、この音楽ゲーム中のタイミングにマイクロタスクを埋め込み、ボタン操作によって埋め込まれたタスクへ回答可能とすることで、マイクロタスクへの回答を集める手法を提案する。ここでは、マイクロタスクが音楽ゲームのプレイヤーにとって邪魔にならないようにしつつ、できるだけ多くの回答を正確に集める事を目的とする。

本研究では、音楽ゲームに対するマイクロタスク埋め込み手法の提案を行い、プロトタイプシステムを実装する。また、音楽ゲームコンテンツ生成システムの開発も行い、そのシステムを利用してユーザに音楽ゲームコンテンツを作成可能とする。さらに、実装したプロトタイプシステムと、ユーザが生成した音楽ゲームコンテンツを利用した評価実験を実施し、手法の可能性について検証する。最後に、今後の可能性について考察を行う。

2. 提案手法

音楽ゲームでは、どのボタンを押すのか、どのタイミングで押すのかということが、そのタイミングの数秒前から画面上にマークとして提示されており、このマークのことをノートと言う。プレイヤーは画面上に表示されているノートに従いボタン（どのボタンを押すか示されている）を押していく。ここで、基本的にそのタイミングで押すボタン

^{†1} 明治大学
Meiji University
^{†2} JST CREST

は1つに決まっており、複数押すことが可能である場合であってもその複数のボタンに差異はなく、どちらのボタンを押しても良い。

一般的に音楽ゲームでは、このノートが、画面内のターゲット上に移動してきたタイミングでボタンを押すことが出来るとスコアが入る。また、連続的にタイミングに合わせてボタンを押すことができている場合、コンボ数が増えていき、そのコンボ数に応じてスコアの増加量が上昇していく。一方、タイミングと外れている場合は、コンボが0に戻り、タイミングから外れている数が多い場合に、ゲームオーバーとなる。

音楽ゲームにマイクロタスクを埋め込み、ゲームのプレイヤーにそのマイクロタスクに回答してもらうようにするためには、音楽ゲームの邪魔にならないような形で何らかの入力を要求しなければならない。ここで、音楽ゲームの実際の操作と大きく異なるボタン入力を要求すると、プレイヤーを混乱させてしまうだけであり、実際に入力してもらえないであろう。また、そのマイクロタスクに回答しなければゲームをプレイできないのであれば、そのシステムは受容されないであろう。つまり、音楽ゲームの中にマイクロタスクを溶けこませることが重要であると考えられる。

音楽ゲームにおいて、プレイヤーは一般的にノートと呼ばれる記号が、画面内のターゲットに移動してきたタイミングに合わせてボタン操作を行うものである。つまり、上下にスクロールするタイプの音楽ゲームの場合、プレイヤーの視線は上下に移動するうえ、何かターゲット周辺に来たタイミングでボタンを押すということが自然である。そのため、マイクロタスクを提示するのであれば、どこか画面上に固定するのではなく、ノートと同じように移動させることが適切であり、ノートが移動していくターゲットの場所でマイクロタスクへの回答を可能とする方が、操作が一貫しており自然である。ここで、音楽ゲームに溶け込んでいるマイクロタスクが、自然な形で選択問題として提示されると、プレイヤーはゲーム的には正しい回答を選ばなくても良いのに、間違った回答を選びたくないという気持ちから、正しい回答を選びたくなるのではないかと考えた。

そこで我々は、押すボタンが1つに割り当てられる一般的なノートに加え、複数のボタンにより選択入力を可能とする選択ノートを新たに導入する。この選択ノートでは、割り当てられているいずれのボタンを押しても良いものとする。また、選択ノートに合わせてマイクロタスクを提示し、マイクロタスクに対する回答を選択ノートにおける各ボタンに割り当てる。この仕組みにより、プレイヤーは音楽ゲーム中のマイクロタスクへの回答が可能となる(図1)。

なお、プレイヤーはマイクロタスクに対して正しく回答しても、そのマイクロタスクの選択肢を無視して割り当てられているどちらかのボタンを適当に押しても、タイミングよくボタンを押すことができれば、コンボを増やしていく

ことが可能とする。つまり、プレイヤーは完全にマイクロタスクを無視することも可能である。

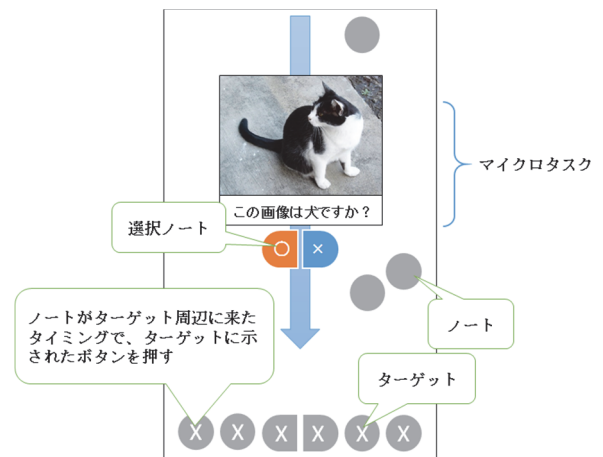


図1 システムのイメージ図

3. プロトタイプシステムの実装

3.1 音楽ゲームプロトタイプシステム

提案手法のプロトタイプシステムを実装した(図2)。

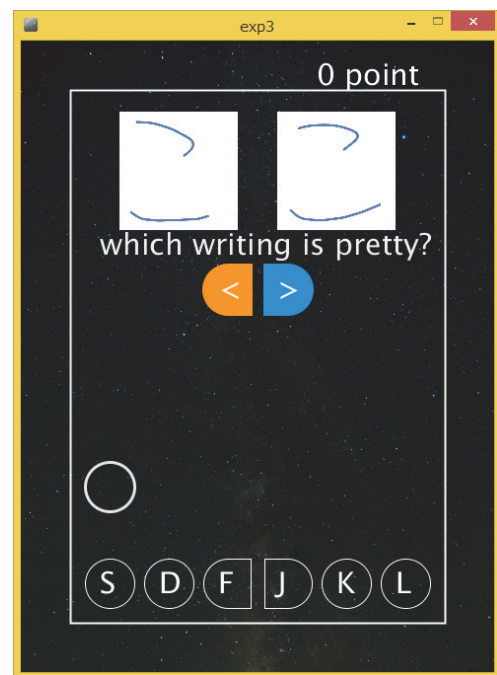


図2 音楽ゲームプロトタイプシステム

プロトタイプシステムでは、音楽に合わせて上から下へとノートが移動する。また、画面下部のアルファベットの書かれているオブジェクトの上にノートが乗っている時に、そこに書かれているアルファベットをキーボードでタイミング良く押すことで、ポイントが加算される。一方、タイミングから外れて操作してしまった場合は、ポイントが加算されない。

実際には、ノートをタイミング良く押したとき、そのタイミングがより良い場合から順に Perfect, Excellent, Good, Bad と表示され、スコアに対して順に+30, +20, +10, -10ポイントが変動する。また、ボタンを押せずにノートが通り過ぎてしまった場合 Miss と表示され、スコアは-10ポイントされる。Perfect, Excellent が 3 回以上続いた場合コンボが成立し、そのコンボ数が表示される。

本システムにおいて、通常ノートは 1 つの丸で、2 択の選択ノートは図 3 に示すような論理積ゲートのような形で表現する。また、通常ノートは左右にそれぞれ 2 つずつ配置し、選択ノートは中央に配置する。さらに、この音楽ゲームでは、キーボード入力時の手と指のホームポジションを考慮し、左手と右手の両手で操作できるように、S, D, F, J, K, L という 6 つのキーを利用する。ここで、なるべく選択ノートをわかりやすく提示するため、選択ノートに左手人差し指で入力する F と、右手人差し指で入力する J を割り当てる。それ以外の S, D, K, L の 4 つを通常ノートの操作に割り当てる。

選択ノートに割り振られるマイクロタスクは、通常ノートと同じように、上から下へとスクロールすることで提示し、選択肢がどのキーに割り当てられているのかということをわかりやすく提示するため、キーと選択項目は左右に提示する(図 3)。なお、図中のマイクロタスクは、平均文字に関する研究[6]のデータセット構築のため、生成された平均文字について、ユーザはどちらを美しいと感じるのかという事を収集しているものである。

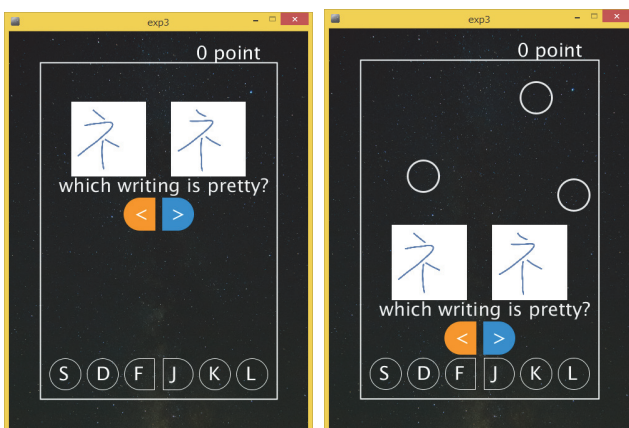


図 3 マイクロタスク埋め込み型音楽ゲーム (音楽に合わせて、通常ノートや選択ノートは上から下に移動する)

図 2, 図 3 は、ある研究におけるデータセットを構築することを目的としているマイクロタスクを提示している様子である。また、図 4 に示すようなほとんどの人の中でブレがなく、客観的な評価を行うようなマイクロタスクも埋め込み、提示することが可能である。



図 4 画像を見てどちらが猫で、どちらが犬かを判断するマイクロタスクが提示されている様子

ノートそれぞれのタイミングと操作するボタンについては、事前に音楽ゲームに使用する音声ファイルとそれに対応するノートの情報が入った音楽ゲームコンテンツを作成し、選択ノートのみノートの一部を変更することで決定する。マイクロタスクにはある程度の問題を把握する時間が必要であるうえ、問題が通常ノートを覆い隠してしまう可能性がある。そこで、問題の可読性と回答時間を考慮し、マイクロタスクの周辺にある通常ノートは削除する。

使用するマイクロタスクは二択問題で、選択ノートは 2 つ出現し、割り当てられたボタンのうちどちらか片方をタイミング良く押すことができればスコアとコンボが変化する。つまり、これら 2 つの選択ノートは通常のノート 1 つと同等の扱いである。

3.2 音楽ゲームコンテンツ生成システム

本システムでは、音楽ゲームコンテンツとして元になる音声ファイルとそれに対応した音楽ゲームコンテンツが必要である。そこで、それらを生成するためのシステムを実装した(図 5)。

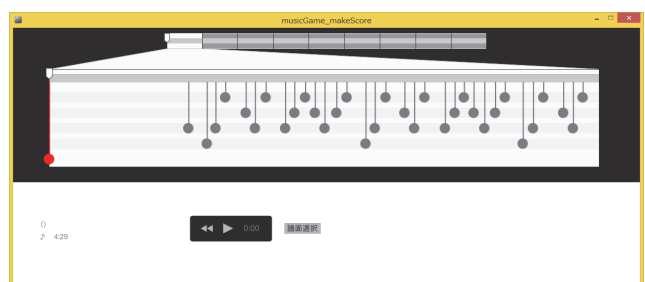


図 5 音楽ゲームコンテンツ生成システム

音楽ゲームコンテンツには、ノートのタイミングと対応するボタン情報が必要であるため、マイクロタスク回答専用のボタンを除いた S, D, K, L の 4 つのキーを使用してコンテンツを作成する。このシステムは、任意の音声ファイルを読み込み、音声を再生しながらノートを操作するキーをキーボードで押すことでノートを作成、後からノートの位置を編集できる仕様になっている。

なお、マイクロタスクをどこに挿入するのかということとはコンテンツ生成時に指定しないようにし、音楽ゲームのプレイヤーがそのタイミングを自動で生成するものとした。

4. 評価実験

本稿で提案するマイクロタスクへの回答手法がどの程度邪魔になるのか、どの程度マイクロタスクに回答できるのか、また、どの程度マイクロタスクを埋め込むと邪魔になるのか、回答が難しくなるのかといったことを調べるため、プロトタイプシステムを用いた評価実験を行った。

本実験では、主観的に判断するもので明確な区別が無いマイクロタスク（どちらが美しいと感じるか、どちらが美味しそうであると感じるかなど）の事実ではないものと、客観的に判断可能で人にとっては明確な区別のあるマイクロタスク（画像を見て猫か犬か判断するなど事実に関するもの）とを用意し、そのそれぞれについて実験を行った。

4.1 実験手順

実験は、マイクロタスクの種類とマイクロタスクの単位時間あたりの量による影響を検証するため、下記にあげる 4 つのパターンを用意した。

- (1) 主観評価マイクロタスクを埋め込んだ場合（1 分間に 1 回マイクロタスクが出現）
- (2) 主観評価マイクロタスクを埋め込んだ場合（1 分間に 5 回マイクロタスクが出現）
- (3) 客観評価マイクロタスクを埋め込んだ場合（1 分間に 1 回マイクロタスクが出現）
- (4) 客観評価マイクロタスクを埋め込んだ場合（1 分間に 5 回マイクロタスクが出現）

(1), (2) の主観評価マイクロタスクでは、一般的に答えが無いとされ、ユーザ主観で答えを選択する評価実験形式のタスクを出題する。本タスクでは、人が書いたひらがな、もしくはカタカナの文字の画像 2 枚を表示し、ユーザはより綺麗だと感じた選択肢を選ぶ。文字の画像は事前に用意した文字の画像の中からランダムで選ばれる。

(3), (4) の客観評価マイクロタスクでは、一般的に答えが一意的に決まる明確な区別のあるマイクロタスクを出題する。本タスクでは、犬と猫の画像を 1 枚ずつ表示し、どちらが

犬か、あるいはどちらが猫かを問う問題と、0~100 までの数字をランダムで 2 つ表示し、どちらが大きいかを問う問題を出題する。犬と猫の画像は事前に用意した画像群の中からランダムで選ばれ、問題文も「どちらが犬か」「どちらが猫か」がランダムに選択される（今回は実験のため、2 枚の画像を提示して「どちらが犬か？」と問うようなタスクや、0 から 100 までの数字の大きさを問うような問題にしている。しかし、実際に運用する際には、画像を 1 枚だけ提示し、犬であるか、そうでないかを判定するようなタスクや、ある手書き文字が OCR などで認識されたある文字なのか、そうでないのかといったマイクロタスクを提示することを予定している）。

実験では、本研究についての大まかな概要を実験協力者に説明し、実験協力者にマイクロタスクが埋め込まれていない音楽ゲームを一度プレイしてもらった。ここでは、実験協力者には、あらかじめ用意した音楽ゲームコンテンツの曲名リストから好きなものを選ぶよう指示した。その後、実験協力者には 4 つのパターンの実験と、そこで提示されるマイクロタスクについての説明を実施した。また、実験の順番についても実験協力者ごとに説明を行い、1 つの実験ごとにアンケートに答えるよう指示を行った。

本実験で用意したアンケートの設問は下記のとおりである。

- (Q1) この音楽ゲームは楽しかったか？
- (Q2) 音楽ゲームに集中してプレイできたか？
- (Q3) 音楽ゲームは難しかったか？
- (Q4) マイクロタスクの問題を理解できたか？
- (Q5) 自分にとって正しいものを回答したか？
- (Q6) プレイ中マイクロタスクは邪魔だったか？
- (Q7) どれくらいのタスクに答えることが出来たか？

実験協力者には、上記の Q1 から Q6 までの質問に対して「5. そう思う 4. ややそう思う 3. どちらとも思わない 2. あまり思わない 1. 思わない」の 5 段階のリッカート尺度にて回答してもらった。また、Q7 の質問については何%だったかということに回答してもらった。

なお、本実験では、順序効果を考慮し、実験の順番は実験協力者ごとに変更した。

4.2 実験結果

実験は 2014 年 11 月 14 日から 11 月 20 日にかけて、著者が所属している学科の学生に依頼した。実験協力者は合計 20 人（男性：18 人、女性：2 人、平均年齢 20 歳）である。実験によって得られたアンケート結果をまとめたものが表 1 の通りである。

表 1 実験のアンケート結果平均

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
実験 1	4.15	4.3	3.1	4.3	4.25	2.2	92
実験 2	4.3	4.15	2.9	4.7	3.8	2.2	92
実験 3	4.25	4.5	2.75	4.35	4.25	2.3	96
実験 4	4.3	4.25	2.8	4.35	4	2.15	91.25

表 1 から、Q3 (音楽ゲームは難しかったか?) での全体の評価平均は 2.7~3.1 と低く、今回用意した音楽ゲームとマイクロタスクはそれほど難しいと捉えられていないことがわかる。また、Q6 (プレイ中マイクロタスクは邪魔になったか?) では平均評価が全ての実験で 2.3 を下回っていることから、音楽ゲームをプレイするうえでそれほどマイクロタスクの存在は邪魔になっていないことがわかる。さらに、Q7 (どれくらいのマイクロタスクに答えることが出来たか?) の結果はいずれの実験においても 90% を超えており、音楽ゲームにマイクロタスクを埋め込むことによるマイクロタスクの回答率は、この実験の中では高いものであったことがわかる。

単位時間あたりのマイクロタスクの量が少ない実験 1 と 3 のグループと、量が多い実験 2 と 4 のグループについて、Q2 (音楽ゲームに集中してプレイできたか?) を比較すると、単位時間あたりのマイクロタスクの量が増えることで、集中の度合いは下がっていることがわかる。また、Q5 (自分にとって正しいものを回答したか?) についても、単位時間あたりのマイクロタスクの量が増えたことで全体の評価が下がっていることから、マイクロタスクが多くなると、回答が困難になっていくことが分かる。

実験 1, 2 と実験 3, 4 でマイクロタスクの種類が異なるが、Q4 (マイクロタスクの問題を理解できたか?) に注目すると、実験 1 に対して実験 2 での評価が上がっており、実験 3 と実験 4 ではほぼ差がない。このことから、明確な答えのあるマイクロタスクでは、単位時間あたりのマイクロタスクの量を多くすることで、マイクロタスクへの理解度が多少上がっていると考えられる。

実験の最後に依頼するアンケートでは、システムのバグを除くと、「マイクロタスクが多い実験のほうが楽しかった」「マイクロタスクの難易度によってリズムが崩れてしまうことがあった」「最初は戸惑ったが、そのうち慣れて回答できるようになった」「音声によるフィードバックを提示して欲しい」「選択ノートを両方押したくなる」「選択ノートの矢印部分に気を取られて最初はどのボタンを押すのかわかりにくい」「タッチ操作で操作できるようにして欲しい」「同じ曲が続くと飽きる」「長い曲は飽きる」などであった。

5. 考察

実験結果より、我々の提案手法は、この実験という短い期間においては音楽ゲームを邪魔することがほとんどなく、多くのマイクロタスクの回答を集めることができていることがわかる。一方、今回の実験は短期間のものであり、長期的に実践した時に本当に邪魔にならないのかといったことについては、継続的に実験を実施することによって明らかにしていく必要がある。また、今回実験ではシステムの都合により、実際にどの程度正解したのかということも計測できていない。今後は、実際の正解率なども調査することによって、実際にどの程度正解できたのかなどについても調査する予定である。

単位時間あたりのマイクロタスクの量が多い場合に、音楽ゲームに集中できないと評価されており、正しいものをあまり選択できなかったと回答されている。また、実験後のアンケートから、マイクロタスク直後のリズムが崩れるという意見があることから、マイクロタスクの数が多くなることで集中力が低下していると考えられる。一方、実験後のアンケートには、マイクロタスクが多い実験の方が楽しかったという意見もあった。これは音楽ゲームにマイクロタスクが多数登場することにより、タイミングだけではなく頭も結構使うことになるため、その点を面白いと感じているものだと考えられる。本研究の目的は、音楽ゲームを邪魔することなく多くの回答を正確に集めることであるため、集中出来なくなることや、正答率が低下することは問題ではあるが、楽しんでタスクに答えることが出来たという意見は大変興味深い。今後は、単位時間あたりのマイクロタスクの量を変更した実験を実施することによって、こうした点を明らかにしていく予定である。

マイクロタスクの種類による違いは現状では十分観察できていない。これはマイクロタスクの種類が少なかったことと、実験の量が十分でなかったことが理由であると考えられる。そのため、今後はマイクロタスクの種類を増やしつつ、長期的な実験を実施することによって、どのような違いがあるのかを明らかにしていく予定である。また、今回は人が見て判断しやすい画像を用意しておいたが、実際には reCAPTCHA[3] で用いられているような、人が判断することも難しいような画像も考えられる。そういったマイクロタスクの難易度によって結果がどう変わってくるかなどについても、今後実験などにより明らかにしていく予定である。

音楽ゲームの難易度に関してはマイクロタスクの量による違いはあまり見られなかったが、これは使用した楽曲や実験の順番にも関係があると考えられる。そこで今後は、音楽ゲームの難易度も統制しつつ、詳しく調査していく予定である。

今回実現したシステムでは、ボタンを押した時のフィー

ドバックが無かったため、ボタンを押したときに効果音が欲しいという意見が多かった。また、タスクの種類が少なく、実験結果にタスクの種類による違いがあまり出なかった。今後は、ボタンを押した時に効果音を鳴らすことや、何らかのエフェクトを出すことでユーザにフィードバックを返すようなシステムの改良や、タスクの種類を増やすことで、より多様なマイクロタスクの回答を集めるなどが改善点として考えられる。

実験でのフィードバックに、同じ曲や長い曲は飽きるというものがあった。ここで、後藤らは音響信号理解技術により、音楽を理解する研究[12]を進めており、その中で Songle[13]というサービスを展開している。この音楽の理解技術を応用することで、音楽ゲームコンテンツの自動生成がある程度可能になると考えられる。この音楽の理解技術を応用すると、後藤らがすでに認識を済ませている 80 万曲 (2014 年 11 月 25 日現在) の音楽に対する音楽ゲームコンテンツを自動生成することが可能となり、その豊富なライブラリにより飽きるが無くなると考えられる。また、サビおよびサビの周辺といったように、音楽の中でも盛り上がる場所を利用した音楽ゲームコンテンツを生成することも可能になると考えられる。この音楽ゲームコンテンツの自動生成については今後の課題である。

6. 関連研究

マイクロタスクへの回答を集める手法としてこれまで様々な研究が行われてきた。

マイクロタスクの品質向上を目的とした研究として、タスクの割り当て手法[7]や、タスクのインセンティブについて[8][9]、タスクの質問文の改善[10]、データセットの収集[11]などが議論されてきた。こうした研究により、タスク結果の品質向上が可能であると考えられる。我々の研究でも、こうした過去の研究を参考に、質問文の改善などを行っていく予定である。

reCAPTCHA[2]では、ロボットによるシステムへの自動アクセスを防止するための CAPTCHA を利用し、OCR で認識出来なかった文字列を認証の場でユーザに入力要求することによって、書籍の電子化を進めている。また、[4]では、床に掲示したタスクの上を通り抜けた時の情報を利用してタスクの回答を可能としている。本研究は、こうしたシステムや研究とはまた違う場である、音楽ゲームにマイクロタスクへの回答機会を設けるものである。

7. おわりに

本稿では、マイクロタスクの回答を集める手法として、音楽ゲーム中のタイミングにマイクロタスクを埋め込む手法を提案し、音楽ゲームプロトタイプシステムと音楽

ゲームコンテンツ生成システムを実装した。また、これらを使用した評価実験を実施することで、音楽ゲームの中にマイクロタスクを挿入してもそこまで邪魔になっておらず、90%近くのマイクロタスクへの回答が可能になっていることがわかった。一方、単位時間あたりのマイクロタスクの量が増えることによる問題も明らかになっている。

今後は、単位時間あたりのマイクロタスクの量によって正答率がどのように変化するのかといったことや、主観ではなく実際の答えとしてどの程度正答率があったのかということ調べることを、また使用するタスクの種類を増やすことによる影響を検証することが課題である。また、長期的な利用による影響についても調査を行う予定である。さらに、本システムをスマートフォンに対応させることによって、手軽に音楽ゲームを楽しみつつ、マイクロタスクへの回答を可能とする仕組みを実現する予定である。

参考文献

- 1) Edith Law and Luis von Ahn: Human Computation. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, Morgan & Claypool Publishers, 2011.
- 2) von Ahn, L., Maurer, B., McMillen, C., Abraham, D. and Blum, M. reCAPTCHA: Human-based character recognition via Web security measures. Science 321, 5895, (2008), 1465-1468
- 3) Atsuyuki Morishima: Cylog/crowd4u: A case study of a computing platform for cybernetic dataspace. In Pietro Michelucci, editor, Handbook of Human Computation. Springer, 2013.
- 4) 品川有輝, 森嶋厚行, 中村聡史, 寺田努: 日常空間に組み込んだ Human Computation 環境によるクラウドソーシングタスク処理
- 5) 平成 24 年度アミューズメント産業界の実態調査 - AOU <http://www.aou.or.jp/news/1310/06.pdf>
- 6) 中村聡史, 鈴木正明, 小松孝徳: 平均文字は美しい, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2014 論文集, 32-39 (2014)
- 7) 巻口 誉宗, 東 正造, 下村 道夫, 金丸 直義: ヒューマンコンピューテーションにおけるタスク割り当て手法の提案, JSAI2014 オーガナイズドセッション, pp. 1-4 (2014)
- 8) 松原繁夫, 伊奈祐輔: クラウドソーシングでのタスク選択に関する行動モデリング, JSAI2014 オーガナイズドセッション, pp. 4 (2014)
- 9) 堀田裕理, 松原繁夫: 成果報酬によるクラウドワーカーの制御, JSAI2014 オーガナイズドセッション, pp.1-2 (2014)
- 10) 丹治 寛佳, 清水 伸幸, 森嶋 厚行, 北川 博之: クラウドソーシングにおけるマイクロタスクの質問文の改善手法の提案, JSAI2014 オーガナイズドセッション, pp.1-4 (2014)
- 11) 河野 憲之, 柳井 啓司: クラウドソーシングによる食事画像データセットの自動構築, JSAI2014 オーガナイズドセッション, pp.1-4 (2014)
- 12) 後藤真孝, 吉井和佳, 藤原弘将, Matthias Mauch, 中野倫靖: Songle: 音楽音響信号理解技術とユーザによる誤り訂正に基づく能動的音楽鑑賞サービス, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.4, pp.1363-1372 (2013).
- 13) Songle, <http://songle.jp/> (2014).