メタデータに基づく NFT アートの分類と検索
Metadata-Based Classification and Search of NFT Artwork

吉元　健悟
Kengo Yoshimoto
法政大学情報科学部ディジタルメディア学科
E-mail: kengo.yoshimoto.3r@stu.hosei.ac.jp

Abstract

NFT is a blockchain technology that makes digital data unique. It enables digital data such as music, texts, and images to have rare and asset value. The digital data of artistic value associated with NFT is called NFT art. Although NFT art has been a hot topic, there are problems including the necessity for the high level of expertise in the search of NFT art. This paper proposes a method that allows users without sufficient knowledge to easily search NFT art. NFT art is classified into several groups by using metadata such as creators, owners, prices, blockchains, and file sizes. It uses a scatter plot for visualization, where the vertical axis is for prices, and the horizontal axis is for file sizes. The use of colors allows the users to see which pieces of NFT art belong to the same owners and collections. In addition, art images, titles, and associated blockchains are displayed. To search NFT art, the method uses dynamic queries that instantly change visualizations according to the parameters specified by the users. The results of an experiment showed that the method allowed the users with little knowledge to search NFT art more easily than the Web interface of an existing NFT marketplace. However, further research is needed to more accurately evaluate the proposed method because it is completely different from the common Web interface.

1. はじめに

NFT とは，ブロックチェーンの技術を用いて発行されたトークンのことである．日本語では「非代替性トークン」と呼ばれており，代替不可能なデータであり唯一性がある．このトークンにデジタルデータを紐付けることで，デジタルデータに唯一性を持たせることが出来る．これまでのデジタルデータは，コピー，改ざんが容易に出来るため，希少性を高めることが難しく，資産価値を付けることが困難であった．NFT はデジタルデータに唯一性，希少性を生み出すことが出来るので，画像，音声，テキストなどのデジタルデータがアナログの美術品と同じように，希少性の観点から資産価値を生み出すことが出来るようになった．

NFT に紐付けられたデジタルデータの中で，アートとして価値を見出されるものを NFT アートと呼ぶ．NFT アートの市場規模は増加の傾向にあり，1 つの NFT アートに数十億円の価値が付けられたものも存在し，近年多くの企業やアーティストが注目している．しかし，一般に普及するには様々な課題が存在している．その課題の 1 つは，NFT アートの専門知識の多さである．NFT アートは主に NFT マーケットプレイスで取引されている．検索機能としては，ブロックチェーンの種類，NFT アートの購入方法などで絞り込むことが出来るが，それらの知識が一般的ではないため，改善の余地がある．

本研究の目標は，NFT の知識がない人でも，NFT アートの検索を容易に行えるようにすることと，メタデータをもとに NFT アートを分類し，利用者の目的に応じた NFT アートを検索出来るようにすることである．NFT アートの分類に基づいてグループ毎に動的検索を出来るようにしたり，おすすめの表示や検索タグの追加など従来の検索に使われている手法を応用したりすることで，NFT アートを検索しやすくする．

2. 関連研究

Nadni ら [1]は，NFT アートを Art, Collectible, Games, Metaverse, Other, Utility に分類し，取引件数やシェアについて調査した．その結果，NFT アート市場は 2017 年後半ごろから 2020 年半ばまで安定して成長し，2018 年末までは Art が最も多く取引され，2019 年初期から他のカテゴリーも活発に取引されていることが分かった．また，Art, Metaverse, Utility に分類された NFT アートは平均して高い価格で取引されていることが分かった．NFT アートは従来のアートと同様に 2 次販売を行うことが出来るが，2 次販売における価格変化の特徴はコレクション毎で異なっていることが分かった．過去の履歴と視覚的特徴によって，NFT アートの価格を予測出来ることが分かった．

データベースの検索を直接操作する動的検索 [2]はデータの傾向や例外の発見に効果的である．動的検索では検索結果を即座に可視化することが最も重要である．また，スライダーやボタンによる検索の操作，図や表を視覚的に見やすく強調するための色の組み合わせ，検索を操作するコントロールパネルの配置も重要であることが分かっている．

3. 準備

3.1. NFT アートのメタデータ

NFT アートは，様々な情報を含んでいるアートである．具体的には，NFT アートの作成者，所有者，ID，価格，

紐付けられたブロックチェーンの種類，データのサイズなどである．これらの情報を NFT アートのメタデータと呼ぶ．メタデータをもとに NFT アートを分類する．

3.2. NFT マーケットプレイス

NFT マーケットプレイスとは，NFT アートが取引されているプラットフォームである．様々な NFT マーケットプレイスが存在するが，利用出来るブロックチェーン，流通している NFT アート，出品時の審査の有無などが異なる．本研究では，マーケットプレイス Rarible の API を用いて，NFT アートのメタデータを取得する．Rarible の主な特徴は，様々なブロックチェーンに対応していること，ユーザ数が多いことである．また，NFT アートを出品する際の審査が必要なく，NFT 発行時の手数料を出品者が負担しないで済むため，他のマーケットプレイスより容易に NFT アートを出品出来る．

3.3. NFT コレクション

NFT アートのシリーズのことを，NFT コレクションと呼ぶ．Rarible で，特定のコレクションに含まれる NFT アートは全て同一のコンストラクト上に生成される．多くの NFT コレクションは，同じコンセプトの NFT アートで構成されるので，NFT コレクションは，それに属する NFT アートの特徴を表す 1 つの指標であると言える．

4. 提案手法

4.1. 分類

本研究では，NFT アートの中でも特に画像を対象として，メタデータとしては価格とファイルサイズに焦点を当てて分類を行う．

4.1.1. 価格

価格に焦点を当てた理由は 3 つある．1 つ目は，NFT の知識がない人でも分かるデータであること，2 つ目は，NFT 共通の数値であり NFT アート同士の比較がしやすいこと，3 つ目は，価格が NFT アートを購入する際の大きな指標であることである．Rarible では，NFT コレクション毎に Volume，Floor という形で金額を表している．Volume は NFT コレクションの取引総量，Floor はコレクション内の NFT アートの最低金額を表している．このように現状の NFT マーケットプレイスでも価格は様々な形で表記されていることから，価格は NFT アートを購入するための大きな指標であると言える．しかし，Volume，Floor という表記のみでは，価格を評価するのに不十分だと考える．このため，従来の NFT マーケットプレイスより優れた検索手法を提案するために価格を利用する．

4.1.2. ファイルサイズ

画像のファイルサイズに焦点を当てた理由は 2 つある．1 つ目は，数値でありデータとして利用しやすいこと，2 つ目は，ファイルサイズが出品者の特徴を表していることである．表 1 は，8 個の NFT コレクションの中から 100 個ずつの画像のファイルサイズを取得し，平均値と標準偏差を求めたものである．ファイルサイズの平均値は，NFT コレクションによって異なるが，8 個のコレクションのうち 5 個で標準偏差が 0 であることが分かる．このことから，ファイルサイズは NFT コレクションの特徴を表す指標の 1 つであると言える．

表 1　コレクションのファイルサイズの平均と標準偏差

コレクション	平均	標準偏差
1	506176	232908
2	10872	122
3	703386	0
4	1989852	122557
5	424927	0
6	618426	0
7	1321972	0
8	3109941	0

4.2. 検索

本研究では動的検索を用いる．NFT アートのメタデータは価格や画像サイズなどの数値的なデータだけでなく，所有者，コレクション，ブロックチェーンなど，数値以外のデータも含まれる．それらを利用するために，様々なコントロールパネルを配置することが出来るため，動的検索が有効であると考えた．価格，ファイルサイズはスライダーを用いて制御し，所有者，コレクション，ブロックチェーンはチェックボックスを用いて制御する．本研究で提案する検索手法を図 1 に示す．

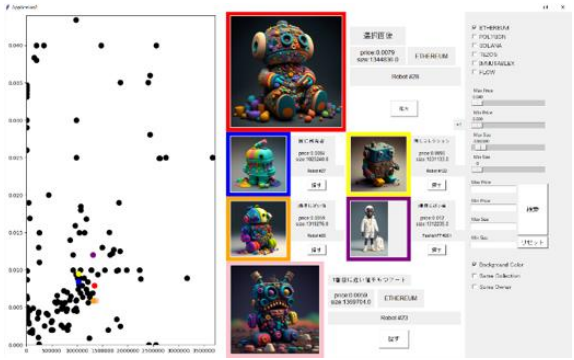

図 1　検索画面

4.2.1. 散布図

検索画面の左に縦軸が価格，横軸がファイルサイズの散布図を配置する．散布図中の点をマウスで選択すると，対応する NFT アートが赤枠に表示される．また，選択された NFT アートと同じ所有者，同じ NFT コレクションが存在した場合，その下に表示される．同じ所有者，同じ NFT コレクションが存在しなかった場合，ランダムに NFT アートが表示される．また，価格とファイルサイズのユークリッド距離を計算し，1 番目，2 番目，3 番目に近い NFT アートがさらにその下に表示される．枠の色と，散布図の点の色は対応している．それぞれの NFT アートの右側に，それらが持っているメタデータが表示される．選択された NFT アート，それに価格とファイルサイズの距離が最も近い NFT アートには名前，価格，ファイルサイズ，ブロックチェーンが表示され，その他の NFT アートは名前，価格，ファイルサイズが表示される．図 2 に示す通り，NFT アートの横にある「探す」ボタンを押すことで，散布図中の対応する点に選択を変更出来る．

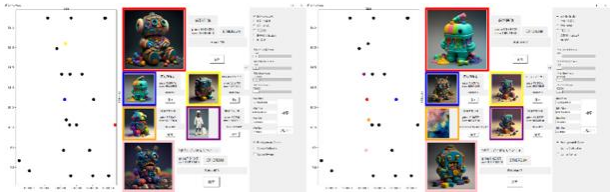

図 2　青枠の横に配置された「探す」ボタンを押して（左），散布図の青色の点を選択した場合（右）

4.2.2. コントロールパネル

検索画面の右側にコントロールパネルを配置する．上部のチェックボックスを選択することで，ブロックチェーンから NFT アートを検索出来る．その下部にあるスライダーは上から最高価格，最低価格，最大ファイルサイズ，最小ファイルサイズに対応しており，スライダーの値を変更することで，検索画面左側の散布図に表示される点の範囲を変更出来る．また，スライダーはその下部に配置された入力と対応し，数値を入力することで価格，ファイルサイズを制御出来る．Background Color と表記されたチェックボックスの選択を解除すると，検索画面中央の選択された NFT アートを囲む赤枠が白枠に変更される．これは，枠の有無で NFT アートがユーザに与える印象が異なるためである．図 3 に示す通り，Same Collection と表記されたチェックボックスを選択すると，検索画面左側の散布図で，選択された NFT アートと同じコレクションの NFT アートに対応する点がマゼンタ色で表示される．Same Owner と表記されたチェックボックスを選択すると，検索画面左側の散布図で，選択された NFT アートと同じ所有者の NFT アートに対応する点が明るい緑色で表示される．

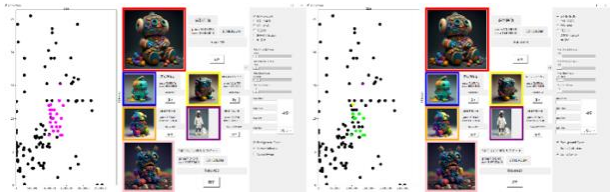

図 3　Same Collection を選択した場合（左）と Same Owner を選択した場合（右）

5. 実装

5.1. メタデータの取得と処理

NFT アートのメタデータは，NFT マーケットプレイスの 1 つである Rarible の API で取得する．Rarible から取得出来る NFT アートのブロックチェーンは，Ethereum, Flow, Polygon, Solana, Tezos, ImmutableX である．まず，2022 年 12 月 11 日時点で売買があった NFT アートのメタデータを 1000 個取得する．集めたメタデータの中から，画像の NFT アートであり，名前，ID，コレクション，購入者，ファイルサイズ，価格，ブロックチェーンのデータを全て含むメタデータのみを抽出し，それらのデータに紐付けられた画像を取得する．その結果，利用可能だった 910 個のメタデータを本実験で使用する．

5.2. 検索インターフェース

Python の tkinter を利用して検索インターフェースを制作した．また，matplotlib と tkinter を組み合わせることで，散布図をマウスで操作出来るようにした．スライダーだけでは細かな数値の調整が出来ないため，それぞれのスライダーに対応する検索バーを設けた．

6. 実験

6.1. 検索実験

被験者は 10 人であり，21 歳から 53 歳までの男性 8 人，女性 2 人である．参加者のうち，7 人は PC の扱いに精通しており．残りの 3 名も一般的な PC の知識は有していた．また，参加者全員が NFT アートについての知識がない，または乏しいと答えた．実験方法は，Rarible と提案手法の検索機能を用いて，特定の NFT アートを 3 個ずつ検索し，所要した時間を計測する．5 人は Rarible から始めてもらい，それ以外の 5 人は提案手法の検索機能から始めてもらう．どちらの場合も，実験を始める前に簡単な検索機能の説明を行うが，NFT アートについての説明は行わない．実験中は被験者の質問に応答する．制限時間を 3 分として，3 分以内に NFT アートを見つけることが出来なかった場合，検索失敗とする．被験者に提示する NFT アートのメタデータは，画像，所有者，コレクション ID，トークン ID，名前，ファイルサイズ，価格である．

結果を図 4 に示す．検索にかかった時間は全ての NFT アートで提案手法の方が速かった．また，提案手法の検索は回数を重ねる毎に速くなっているのに対して，Rarible の検索は遅くなっていることが分かった．

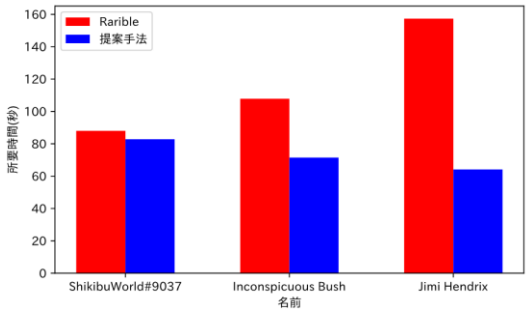

図 4　検索にかかった時間

6.2. ユーザビリティ測定

システムユーザビリティスケール(SUS) [3]を使用してユーザビリティを測定する．SUS では被験者に 5 段階のアンケートに答えてもらい，肯定的な質問ではユーザが評価したスコアから 1 を引き，否定的な質問では 5 からスコアを引く．それらの和を 2.5 倍することで得られる値が SUS スコアである．SUS スコアの平均は 68 であり，70 未満の製品は精査と改善が必要だと判断される．

提案手法の検索機能の SUS スコアは 64.25 であった．この結果から，提案手法のユーザビリティは平均を下回り，精査と改善が必要であることが分かった．

6.3. アンケート

被験者に対してアンケートを行った．項目は「NFT を以前から知っていましたか」「どちらの方が簡単でしたか」「試作品の方が優れていると思った箇所を出来るだけ挙げてください」「Rarible の方が優れていると思った箇所を出来るだけ挙げてください」「試作品を利用した上での感想を教えてください」「試作品の改善点があれば教えてください」である．

アンケートの結果，提案手法の方が簡単だったという回答が 9 人，NFT アートによるという回答が 1 人だった．その要因として，数値を入力するのが簡単という回答が多かった．また，Rarible のほうが優れている点に関して，文字の検索が出来るという回答が 2 人，コレクションを一覧で見ることが出来るという回答が 4 人だった．また，提案手法を使った感想として，楽だった，楽しかったといった回答が 4 人に対して，難しかった，コツがいるといった回答が 3 人だった．提案手法の改善点を尋ねた回答として，検索バーを付けてほしいという回答が 4 人だった．

7. 考察

実験の結果，特定の画像を検索する点に関しては，Rarible よりも提案手法の方が優れていることが分かった．これは，価格，ファイルサイズといった数値での検索が可能だったことが要因であると考える．また，提案手法は Rarible よりも楽に検索出来るという意見が多かった．しかし，コレクションからの検索では Rarible の方が優れているという意見が多かった．また，試作品の提案手法には，検索バーがない，スライダーに単位がついてないためわかりにくいという意見もあった．

Rarible は数百万個以上の NFT アートを検索出来るのに対して，提案手法の検索機能は 910 個までしか実装していないこと，Rarible は画像サイズの検索が出来ないことを考えると，Rarible と提案手法の検索機能は完全な比較にはなっていない．そのため，SUS を用いて提案手法の検索機能を評価したが，64.25 というスコアであったため平均の 68 より低く，一般的なシステムと比較して使いにくいと言える．これは，被験者が動的検索になれていないこと，提案手法に検索バーがなかったことが原因だと考える．

これらの問題点を踏まえた提案手法の検索機能の改善案を図 5 に示す．ブロックチェーン毎に値が異なっていた価格を米国ドルに統一した．また，価格を制御するスライダーに「$」と「Y-axis」，画像サイズを制御するスライダーに「X-axis」を追加で記載した．散布図の縦軸，横軸にそれぞれ「Price ($)」と「Size」を記載した．

本研究の実装で，図 6 に示すように，散布図中で NFT コレクションが同じ NFT アートが集中する箇所が存在する場合があった．この特徴を上手く利用することで，より良い検索機能を実現出来ると考える．具体的には，コレクションが同じ NFT アートの要素の重心を取り，1 つの要素として表すことが考えられる．これにより，散布図の要素を減らすことが出来るため，要素の重なりを減らすことが出来る．このようにして複数の NFT アートを 1 つの要素で表現出来れば，散布図の要素が増えるにつれて検索が難しくなる提案手法の欠点を改善出来る．

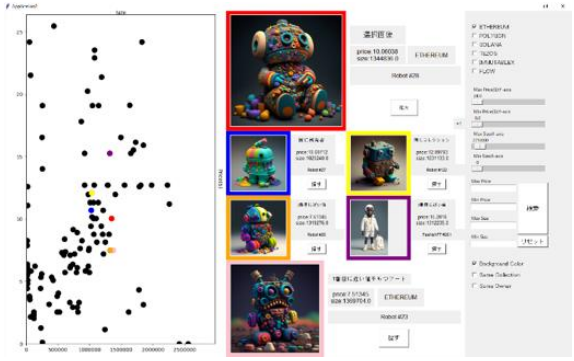

図 5　検索機能の改善案

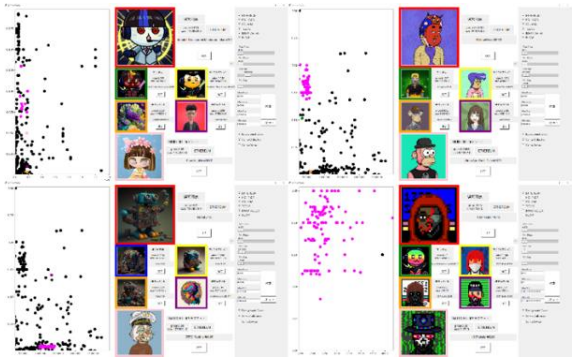

図 6　選択された NFT アートと同じ NFT コレクションの NFT アート（マゼンタ色）が集中する場合

8. おわりに

本研究では，動的検索を用いることによって，従来の NFT マーケットプレイスより簡単に NFT アートを検索する手法を提案した．実験の結果，従来の NFT マーケットプレイスより楽に検索出来るという意見があった一方で，コレクションにおける検索は従来の NFT マーケットプレイスの方が優れているという意見が多かった．今後の課題は，動的検索をさらに活かすことによって，NFT コレクションの検索機能を充実させることである．

文　献

[1] M. Nadini, L. Alessandretti, F. Di Giacinto, M. Martino, L. M. Aiello and A. Baronchelli, "Mapping the NFT Revolution: Market Trends, Trade Networks, and Visual Features," *Scientific Reports*, vol. 11, no. 20902, 2021.

[2] C. Ahlberg, C. Williamson and B. Shneiderman, "Dynamic Queries for Information Exploration: An Implementation and Evaluation," *Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pp. 619-626, 1992.

[3] B. Aaron, P. T. Kortum and J. T. Miller, "An Empirical Evaluation of the System Usability Scale," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, no. 6, pp. 574-594, 2008.