

Reality Glitcher : 動的なグリッチエフェクトを 任意の実物体にかける回転式光学フィルタ

小野北斗^{†1} 橋田朋子^{†1}

概要 : グリッチとは、デジタルデータの破損による一時的な不具合を指す。しかし芸術の文脈では意図的に発生させるか、類似した視覚効果を後から付与することで、グリッチアートと呼ばれる表現手法としても確立されてきた。近年では、実世界の物体にグリッチがかかったように見せる作品もある。しかしこれらは製作の度に新たに造形をする必要があり、またグリッチアートの一過性を成立させるには、正常な状態も鑑賞者に見せることが重要だと筆者らは考える。そこでプリズムシートに着目し、光の屈折を利用して物体の一部が水平方向にずれたように見せることで、実世界の任意の物体に動的なグリッチエフェクトを付与する装置を提案する。

1. はじめに

情報世界に特有な表現を実世界で生じさせる試みは、本来違う文脈の表現が目前にある意外性やその表現が元々持っていた意味が付与される面白さから多様な形で行われ、楽しんでいる[1][2]。筆者らはその中でもグリッチに着目する。グリッチとは、デジタルデータが何らかの要因により破損した時に発生する突発的、一時的な不具合のことを指す。映像にグリッチが発生した際の例として、画面が細かくブロック状に分割されてその一部が本来の座標からずれる、異なる色に変わる、無関係な色のピクセル状のノイズが混ざるなどして出力される。このような予期せぬエラーは綺麗な映像のためには発生しないほうが良いが、一方で、違和感を生み出し人の目を惹き付けることもあり、芸術分野では表現手法の一つとして取り入れられてきた[3]。芸術表現としてのグリッチはグリッチアートと呼ばれる。そのうち実際にはデータを破損させず後からグリッチが発生したかのような視覚効果を付与する手法もあり、そちらはグリッチエフェクトと呼ばれる。グリッチアートを実世界の物体で表現した先駆的な事例として、造形の際に敢えて不整合な造形を施すものや、造形するコンピュータに送るデータを書き換える事例がある[4][5]。これらの事例は造形段階でグリッチを作品に組み込んでいるため、造形後にエフェクトのかかり具合を変化させることはできない。筆者らは、グリッチの面白さを強調するには、かかっている正常な姿とかかった姿を行き来できることや、多様な任意の物体を対象とできることが必要と考える。

そこで本研究では、プリズムシートを用いて任意の実世界の物体に動的制御が可能なグリッチエフェクトをかける“Reality Glitcher”を提案する。プリズムを通過した光は屈折及び反射により向きが変わるといった性質を利用し、物体の一部分を覆うことでグリッチエフェクトがかかっている

状態を再現できる。物体そのものに加工を施さないため任意の物体に対して使用可能であり、また回転機構を組み込み、見る角度によって見え方が変わるといったプリズムシートの特性を利用した動的な制御も可能にする。

2. 関連事例

グリッチエフェクトを実世界で再現した事例として、一度造形した信楽焼を細かく切り分けて各パーツの位置をずらすたぬきグリッチ[4]や、ミシンに送信するバイナリデータを書き換え、故意に位置をずらした刺繍を施すグリッチ刺繍[5]が挙げられる。これらは実体のあるグリッチアートとして存在感を感じさせるが、造形過程で位置をずらす工夫をしているため、新しいものをつくるたびに専用の手法で造形する必要があり、また状態の変化しない静的なものである。提案手法は光学素子で周りを覆うため、任意の物体に対してグリッチエフェクトを再現でき、またグリッチのかかり具合を動的に制御できるという点で異なる。

対象から出る光に光学素子を通すことで実世界の見え方を操作する事例として、フレネルレンズを用いて顔を実際より大きく見せる顔が大きくなる箱[6]や、ピクセルカットというカット法に凸レンズの型を応用し、水晶越しに見る景色の解像度を下げるピクセルミラー[2]などがある。これらは対象物全体の見え方を操作しているのに対し、本研究は見え方を部分的に操作し、本来の姿と加工された姿を混在させているという点で異なる。

3. Reality Glitcher の提案

提案する Reality Glitcher では、任意の実物体に簡単にグリッチがかけられ、かつかかり方の程度を変化させるといった動的な制御が可能なグリッチエフェクトを再現することを目指す。そのための要件を下記に挙げる。

1. 対象物の一部分の位置がずれる。

^{†1} 早稲田大学

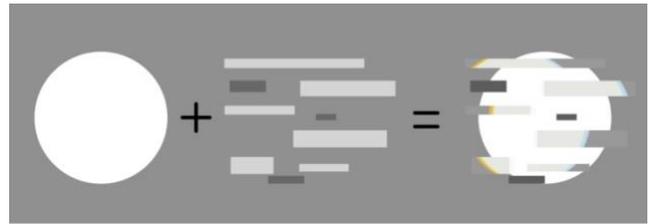
2. 対象物の一部分の色がずれる。
3. 対象物の一部分が無関係な色のピクセル状ノイズに置き換わる。
4. グリッチエフェクトを動的に変化させられる。

1~3 はグリッチエフェクトの見た目を再現するための光学素子の要件, 4 は動的な制御するために必要な機構の要件である。まず光学素子としてプリズムシートを用いることにする。プリズムシートは鑑賞者が見る角度によって、どこから入射した光が映るかが変化する。奥の物体からの光が屈折して目に届く場合は本来とはずれた位置に像が映り、かつ分散により色ずれを起こす。また、手前の光が全反射して目に届く場合には、物体とは無関係な周囲の景色が映る。これらの性質を利用して、鑑賞者と対象物の間に複数の角度のプリズムシートを置くことで、物体が屈折、分散した像を位置と色のずれ、周囲の景色の映り込みをピクセルノイズにそれぞれ見立てることで要件 1~3 を満たせる(図 1)。要件 4 については、装置に回転機構を組み込んでプリズムシートの角度を変えられるようにすれば、見え方を変化させる動的制御が可能である。

本研究で提案する Reality Glitcher はインテリアや小物などの静物が対象の設置型と、人の顔が対象の装着型の二種類で実現する。設置型は透明な四角筒の表面に、様々な長さ、幅の長方形にカットしたプリズムシートを無作為な位置に貼り付ける。この部品の上下に同径の環状部品を取り付け、片方には金属球を一定間隔で配置、もう片方には溝を掘ってレール状にする。これを 1 ユニットとして積み上げることで、金属球がレールを転がり、環状部品の中心を軸に回転させられるようになる。更にユニットの数を換えれば、対象物の大きさに合わせた高さに調節できる。これで物体の周りを覆うことで、四角筒部品ごとに回転し、かかり方が変化するグリッチエフェクトを実現する。

装着型は、透明な角棒 2 本に様々な長さ、幅の長方形にカットしたプリズムシートを鉛直方向に無作為な間隔で貼り付ける。これを頭の上から下向きに伸びるように取り付け、上端を L 字型アーム、スライダクランク機構、サーボモータへと接続していくことで、プリズムシートを回転させられるようにする。これを帽子状の部品に取り付け、頭に被ることで顔の一部がプリズムシートで覆われ、角度制御によりグリッチのかかり方を変えられる。

どちらの手法でも、グリッチエフェクトのランダム性を再現するため、カットしたプリズムシートの長さ、幅、貼り付ける位置は無作為に貼り付ける。



$$\text{物体} + \begin{matrix} \text{屈折, 分散する角度のシート} \\ \text{全反射する角度のシート} \end{matrix} = \text{グリッチ再現}$$

図 1 物体にプリズムシートを重畳するイメージ図

4. プリズムシートの特性調査

本研究で使用するプリズムシートの光学特性について本章で述べる。まずプリズムとは、平行でない 2 つ以上の研磨された平面からなる透明体のことを指す[7]。プリズムの主な作用は 2 つあり、光の屈折あるいは全反射を利用して光の進行方向を変えることと、光を分散させることである(図 2)。光が空気からプリズムに入射するときに屈折、更に出ていくときに屈折または全反射することで、光の道筋を変えられる。光が屈折する際には波長ごとの屈折角の違いにより分散し、色ずれを起こす。そしてプリズムシートとは、プリズムを平面上に並べて面積を広くし、広範囲の光を屈折、全反射、分散させるためのものである。

本研究で用いた容易に入手できる市販のプリズムシートは、屈折角および臨界角を導出するために必要な屈折率が詳細にはデータシートとして配布されていないため、プリズムシートと視線の角度による見えの変化などを事前に調査した結果をまとめる。

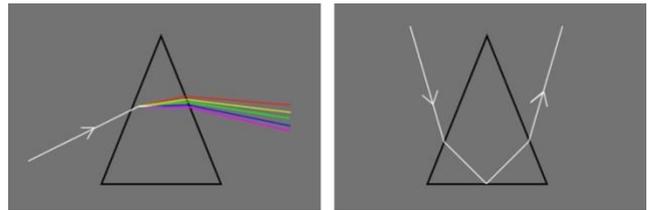


図 2 プリズムに入射した白色光の進路の一例. 左が屈折と分散の場合、右が全反射の場合

4.1 プリズムシートの光学特性

本研究で用いたプリズムシート (SOLF, 株式会社ホースケアプロダクツ) の構造は、ポリカーボネート樹脂フィルムの片面に、直角二等辺三角形型の溝が一定間隔で平行に掘られている。これに入射した光は、空気との境界面で屈折または反射を起こし、角度を変えて出ていくため、どの角度から見るかによって異なる像が映る。目視で確認した結果、大まかな見え方はシートの奥から屈折して目に届く像か、手前から全反射して目に届く像かの 2 通りであると

分かった。以下に、立方体と鑑賞者（カメラ）との間にプリズムシートを置いて反時計回りに回転させていったとき（図 3）、角度 θ によってどちらの像が見えるのか目視で調べた結果をまとめる（図 4）。全反射した像が見える角度においては、わかりやすさのために手前に円柱を設置した。なお、溝が掘られている方の面をプリズム面、溝のない方の面を平滑面としたとき、プリズム面が鑑賞者に正対する向きを 0° とし、構造の対称性から、 $180 < \theta < 360$ の場合の見え方は、 $360 - \theta$ の場合の見え方と左右対称であるため省略する。なお物体のずれを水平方向に統一するために、以降プリズムシートは全て溝が鉛直方向に伸びる向きで使用する。かつ、装置は真横から見られる想定で製作するため、視線は溝の方向に対し垂直である場合を考える。

- i. θ が $0 \sim 30$ 程度のときは、プリズムシートの奥から入射した光が屈折して 2 つの像ができ、それぞれ左右にずれた位置に向き合うようにして見える。このとき同時に光の分散も若干起きている（図 4 (i)）。
- ii. θ が $30 \sim 70$ 程度のときは、プリズムシートの手前から入射した光が全反射して見える（図 4 (ii)）。
- iii. θ が $70 \sim 90$ 程度のときは、プリズムシートの奥から入射した光が屈折し、本来よりも右にずれた位置に時計回りに回転した像が見える。このとき同時に光の分散も若干起きている（図 4 (iii)）。
- iv. θ が 90 のときはプリズムシートと視線が並行となるため、奥の立方体そのまま見える（図 4 (iv)）。
- v. θ が $90 \sim 170$ 程度のときには、プリズムシートの奥から入射した光が屈折し、本来よりも左にずれた位置に反時計回りに回転した像が見える。このとき同時に光の分散も若干起きている（図 4 (v)）。
- vi. θ が $170 \sim 180$ 程度のときは、プリズムシートの手前から入射した光が全反射して見える（図 4 (vi)）。

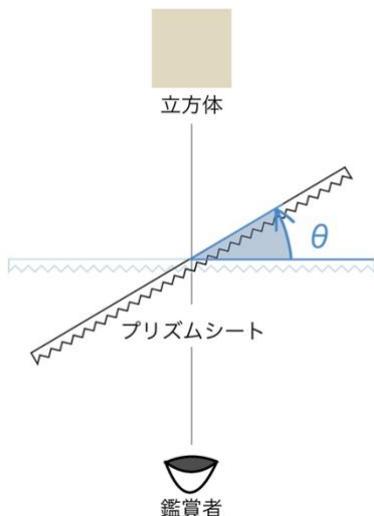


図 3 プリズムシートの回転角 θ

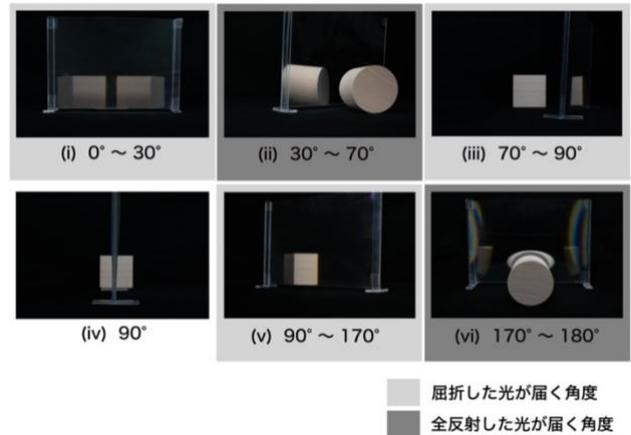


図 4 プリズムシート越しに立方体を見た様子

5. 実装

本研究では日常の実物体にグリッチエフェクトをかける実装の一例として、インテリアや小物などの静物に対して使用する設置型と人の顔に被せて使用する装着型の 2 種類を製作する。4 章で明らかにした光学特性より、様々な角度のプリズムシートが同時に見られるような構造を作り、対象物に重畳することでグリッチエフェクトを再現する。また回転機構を組み込むことで、そのかかり方を動的に変化させられるようにする。

5.1 設置型グリッチ

本装置の構成を図 5 に示す。プリズムシートを貼り付けた透明な四角筒部品と、それを上下から挟み込む回転機構部品で構成する。四角筒部分は透明なアクリル板（ $80\text{mm} \times 30\text{mm} \times 2\text{mm}$ ）を接着して組み立てる。これの 3 面に、図 6 のように異なる長さ、幅の長方形にカットされたプリズムシートが複数枚、無作為な位置に貼り付ける。回転機構部分は、四角筒部品に外接する 2 種類の環状部品で構成する。片方には 30° 間隔で 12 個のスチール球がはめ込まれており、ベアリングの役割をする（以下ベアリング部品と呼ぶ）。他方は深さ 1.275mm の溝が掘られた単線レール状の部品である（以下レール部品と呼ぶ）。レール部品をベアリング部品の上に重ねることで、金属球の上を滑るように回転させることができる。これで四角筒部品を挟んだものを 1 ユニットとし、積み重ねていくことで自由な高さに装置を組み立てられる。今回は手で回転させる手回し式と、レール部品に歯を取り付け、モーター（SG-90 HV, Tower Pro 社）に取り付けた歯車と噛み合わせて自動で回転する自動回転式の 2 種類を作成した（図 7）。

動作確認として実際に装置を組み立てたところ、プリズムシートの角度によって位置がずれたり、周囲の景色が映り込んだりする様子を確認できた。前者は手で自由に四角筒を回転させることができ、また後者はサーボモーターの回転に合わせてレール部分が回転し、かかり方が変化するグ

リッチエフェクトが再現できた (図 8) プリズムシートが貼られていない面が揃うと、位置や色ずれ、ピクセル状ノイズは消え、元の姿を取り戻したことも確認した。

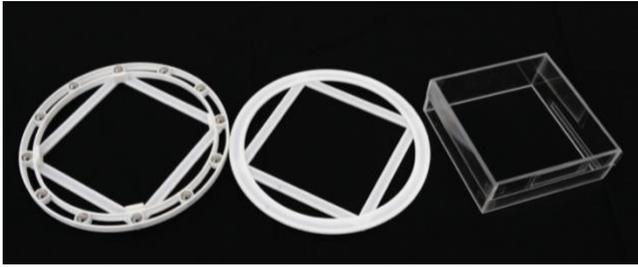


図 5 設置型グリッチを構成する(左)ベアリングパーツ、(中央)レールパーツ、(右)四角筒

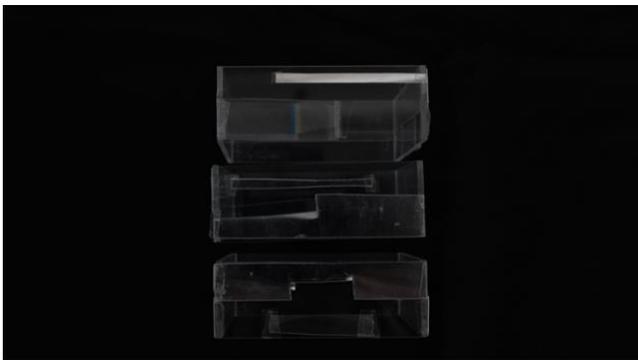


図 6 様々な形のプリズムシートが貼られている様子



図 7 設置型グリッチの(左)手回し式、(右)自動回転式



図 8 スプレーボトルにグリッチエフェクトをかけた様子

5.2 装着型グリッチ

本装置の概観を図 9 に示す。顔にグリッチエフェクトをかけた場合は目や口といった判別しやすいパーツがずれているときに最も違和感が大きくなると判断したため、正面から鑑賞されることを前提として背面は覆わなかった。2つのL字型アームが向かい合うように配置し、一端がスライダクランク機構を通じてサーボモータ (MG996R, Tower Pro 社) に接続する。他端には長さ 280mm のアクリル棒が鉛直下向きに接着されており、更に様々な長さと幅の長方形にカットされたプリズムシートが複数枚、無作為な高さに貼り付けられている。サーボモータは Arduino Uno を通じて電子制御され、搭載したスイッチを押すたびに L 字型アームが開閉する機構となっている (図 10)。これらは帽子型の台の上に固定され、頭に被った状態でスイッチを押すことで2つのプリズムシート面が直交するか、平行になるかを切り替えられ、これに連動して顔にグリッチエフェクトがかかっているかどうかを変化させられる (図 11)。

動作確認として開閉機構と電子回路を製作し、頭に装着したところ、スイッチを押すたびにグリッチエフェクトがかけられている状態とそうでない状態を切り替えることができ、かかっているときに正面から顔を見ると、プリズムシートの角度によって位置がずれたり、周囲の景色が映り込んだりする様子を確認できた。(図 12)。また実際に筆者の顔にグリッチをかけた様子を見た人からは「顔は正面に向き合っているのに目が合わず違和感がある」「全反射した部分はモザイクのようにも見える」などの感想が得られた。見た目を鑑賞するだけでなく、視線がずれた状態や顔の一部が隠れた状態を切り替えることで対面コミュニケーションに何らかの応用法を見出せないか模索中である。

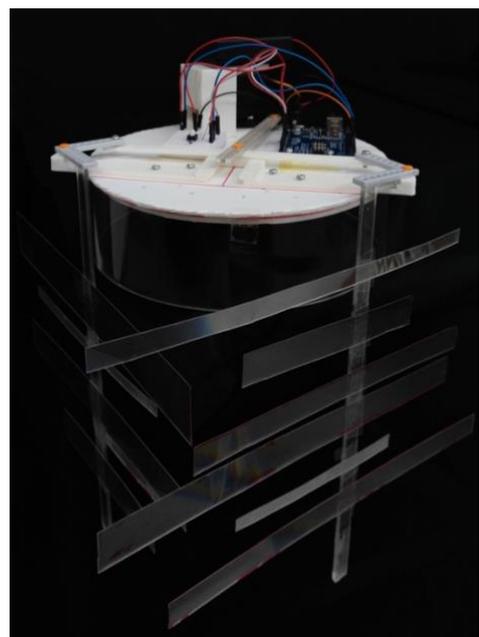


図 9 装着型グリッチの概観

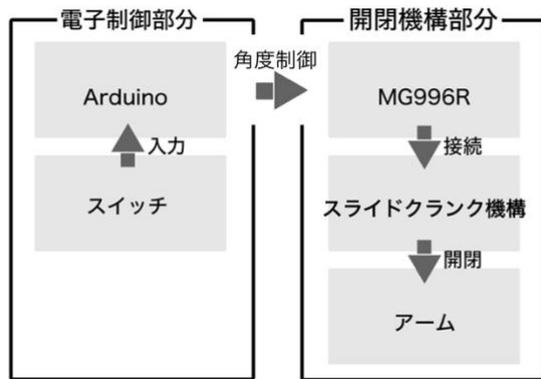


図 10 装着型グリッチのシステム構成図

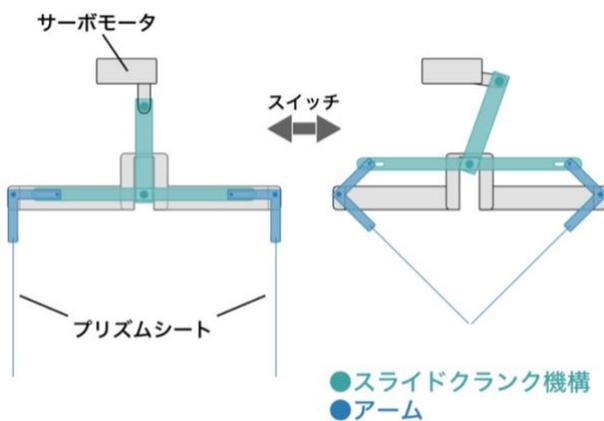


図 11 装着型グリッチの開閉機構図(俯瞰)

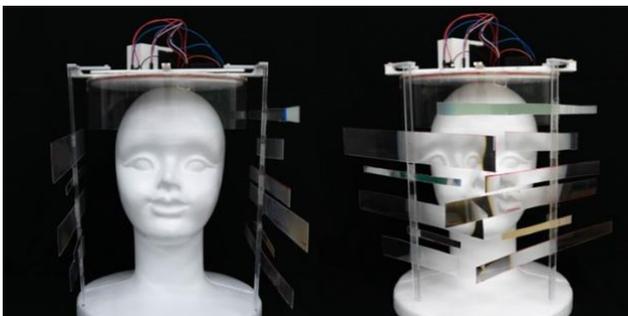


図 12 顔の模型にグリッチエフェクトをかけた様子

6. まとめと今後の展望

本研究では、プリズムシートで対象物の一部分を覆い、角度制御を行うことで実世界の任意の物体に動的なグリッチエフェクトをかけられる Reality Glitcher を提案した。小物にかけられる装置と顔にかけられる装置を制作し動作確認を行った結果、対象物の一部分がずれ、ピクセル状のノイズが混ざるグリッチエフェクトを再現できた。

一方でプリズムシートと物体の距離が近い場合は色ずれがわずかで確認しづらい事がわかった。対象物とプリズムシートの距離が遠くなるほど位置と色のずれは大きくな

るため、この距離を制御することでグリッチの強さ（大きくずれる、わずかにずれる）も操作できると考える。

また、設置型に顕著な課題として回転機構部分の不透明なため対象物を一部隠してしまっているところが挙げられる。透明な素材を用いるか、幅を小さくできるような構造を最適化することで改善できると考える。

今後の展望として、異なる素材や構造のプリズムシートを用いて見え方が異なるかどうかや、物体との距離を制御したときの見え方が変化するかといった詳細な特性調査を行うことや、コミュニケーションといった鑑賞以外の活用法の模索、小物や顔よりも大きなスケールの物体にグリッチエフェクトをかける手法などを考えている。

参考文献

- [1] Caroline Williamson. “Real Life Instagram by Bruno Ribeiro”. Design milk. <https://design-milk.com/real-life-instagram-by-bruno-ribeiro/>, (参照 2022-12-17).
- [2] ものり. “ピクセルミラー”. Monoli. <https://monoli.easymyshop.jp/c-item-detail?ic=pixelmirror>, (2022-12-08).
- [3] 伊藤雄一, カール・ストーン, 浦正広, 山田雅之, 宮崎慎也. データモッキングに基づく動画の表現と制御手法. 映像情報メディア学会技術報告. 2013, Vol. 7, No. 17, p. 39-42, https://doi.org/10.11485/itetr.37.17.0_39, (参照 2022-12-07).
- [4] 中谷健一. “たぬきグリッチ”. Media Ambition Tokyo. <https://kuma.pb.design/?s=2057iZbnZlGwuCZ&i=qEpxrD0DPQJj8tg9>, (参照 2022-12-08).
- [5] スケメ. “グリッチ刺繍”. JAPAN MEDIA ARTS FESTIVAL ARCHIVE. http://archive.jp-mediaarts.jp/festival/2012/entertainment/works/16ej8_Glitch_Embroidery/, (参照 2022-12-08).
- [6] 林雄司. “顔が大きくなる箱”. デイリーポータルZ. <https://dailyportalz.jp/kiji/160825197264>, (参照 2022-12-08).
- [7] 川瀬芳克. プリズムの光学. 日本視能訓練士協会誌, 1997, vol. 25, p. 15-19. <https://doi.org/10.4263/jorthoptic.25.15>, (参照 2022-12-11)