

真壁 友

MAKABE Tomo

キーワード

錯視、キネティックアート、ペンシルラバーイリュージョン

Keywords

optical illusion, Kinetic Art, pencil rubber illusion

作品タイトル

えんぴつ曲げマシーン

Title of work

pencil rubber illusion Machine

サイズ：幅:250mm 奥行き:150mm 高さ:300mm

素材：3Dプリンタ出力

Size : width:250mm depth:150mm height:300mm

Material : 3D printer output product

There is a play in which the pencil appears to be bent. You hold the pencil between your fingers and move it up and down. We have developed a machine that reproduces this behavior. By reproducing

optical illusions with machines, it is possible to apply them to art and investigate the mechanism of optical illusions.

1. はじめに

「えんぴつ曲げ」(pencil rubber illusion) は子供の遊び、または手品の一つとして知られている。鉛筆または細い棒状の物を指で挟み上下に動かすことにより鉛筆が曲がって見える現象である。実際に曲がっているわけではなく錯視の一種である事が知られている。本研究ではこの錯視が起きる動きを機械的に再現することを目的とする。このことにより錯視を同一条件で起こし錯視の起きる条件を探ること、また錯視を見せるキネティックアート作品としての展開を探る。以後 pencil rubber illusion を PRI と表記する。

現実験から上下動と鉛筆の角度の揺れの位相に依存している事がわかったので、上下動に合わせて鉛筆を揺らす機構を設計する。

2. 先行事例

JAMES R. POMERANTZ による研究「The rubber pencil illusion」(*1) ではこの現象の起きる条件について調べている。この研究ではオシロスコープを使い 2 点間を結んだ直線を動かすことにより現象の再現を試みている。

3.2.(1) バネによる揺れ機構

当初、人間がやる方法と同じように鉛筆を上下に動かし、鉛筆の角度は上下動の慣性とバネによる制御を試みた。この方法は人間が指で鉛筆を固定して行う方法に近い。しかし、RPI の発生する条件をバネの強さにより実現する必要があり鉛筆の重さ、長さなどの各種パラメータが関わってきて安定した稼働が見込めないとの結論に至った。人間は練習により鉛筆を持つ指の力加減を調整している。

また池田進らによる「へなへなエンピツ：視的撓みの発生についての考察」によると (*2) では PRI を起こすための機械を用い実験を行っている。この装置は 2 台のモータを使い、それぞれの回転の位相をずらすことにより現象を再現している。

3.2.(2) 歯車機構による機構の実現

機構として実現する機能は以下の 3 つである。

1. 鉛筆の上下動
2. 鉛筆の角度を上下動と連動させ変化させる。
3. 角度と上下動の位相を調整可能。

動力源はモータ、もしくは人力によるハンドル操作とする。様々な動力源、キネティックアートへの展開を考えると複数の動力を制御するのではなく 1 つの動力から力を伝達した方が今後の展開がしやすい。1 つの動力から上記の事を実現するには上下動する部分に回転を伝える必要がある (fig.2)。円滑に動力を伝えるために潤滑性の良い六角形の POM 樹脂をシャフトとして動力を伝える。このシャフトの上下に回転方向を変えるためのベベルギアを使い動力を伝える (fig.3)。位相の調整にはギアの噛み合わせを調整することにより行う。

3. 開発

3.1 コンピュータ画面上での再現

最初に PRI が起きる条件を知るために画面上での再現を試みた (fig.1)。Processing を使いプログラミングで画面に表示した直線を動かし、直線が曲がって見える条件を調べた。振幅、速度、上下動と鉛筆の角度の揺れの位相。これらをパラメータを変えながら画面で動きの観察を行った。結果は JAMES R. POMERANTZ が行った実験と同様に上下動と鉛筆の角度の位相のずれが大きく影響していることが確認できた。

モータ駆動バージョンと手回しハンドルバージョンを作成した。手回しハンドルでは回転ムラを無くすためにフライホイールの使用が有効であった。全体図は fig.4 を参照されたい。ここではモータ駆動バージョンの図を載せている。

3.2 機械による鉛筆曲げ

池田進らによる研究でも機械により PRI を発生させている。しかし鉛筆の 2 点を支持し 2 台のモータの回転の位相をずらすことにより実現しており、人間が手で動かすやり方とは様子が異なって見える。本研究では人間が指でやる方法と近いやり方で機械での再現を PRI の再現を試みる。先行研究、コンピュータによる再

4. 結果

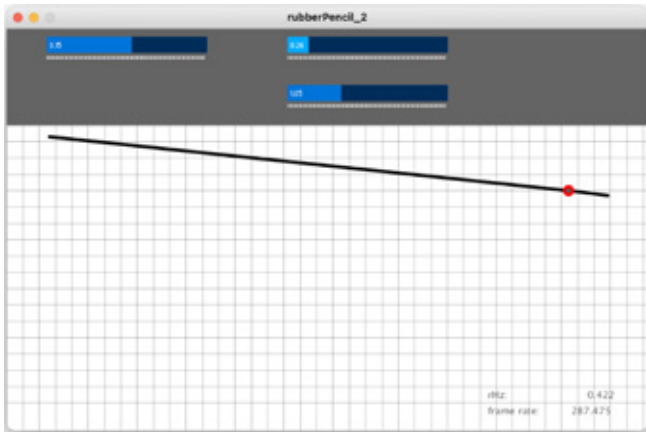


fig.1 Processingでの原理確認

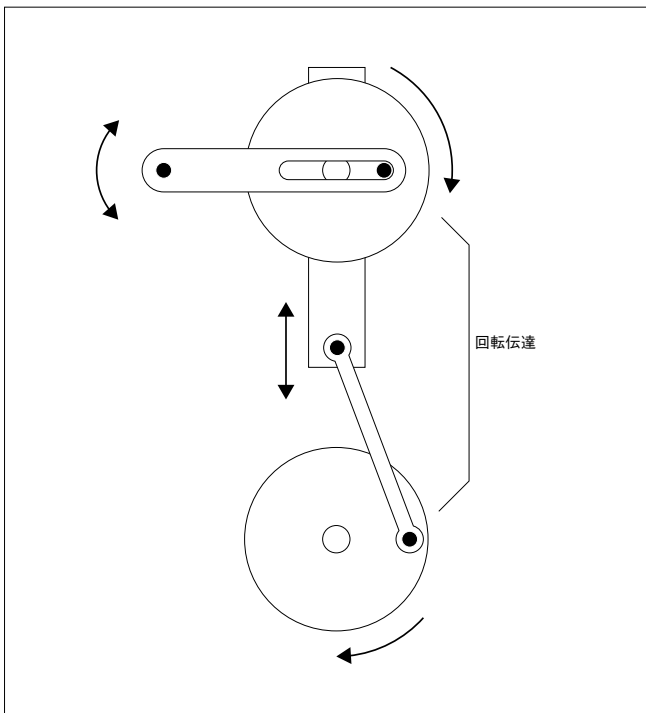


fig.2 動作原理

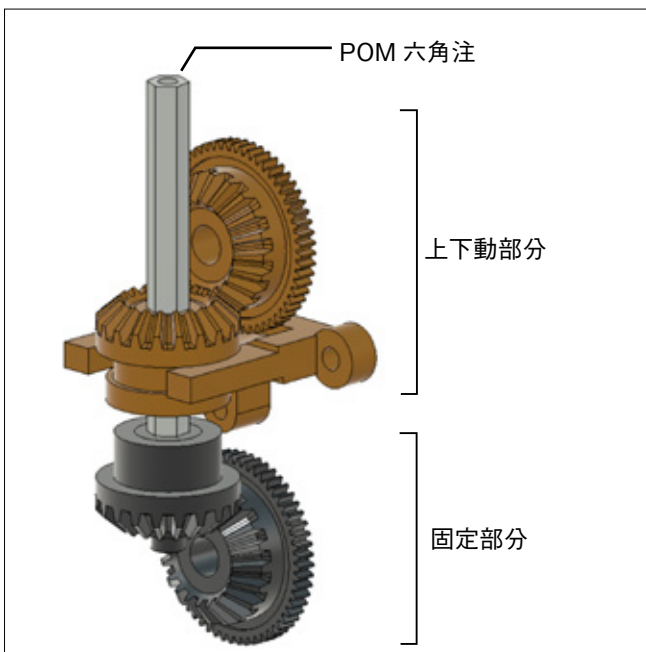


fig.3 上下動、回転伝達機構

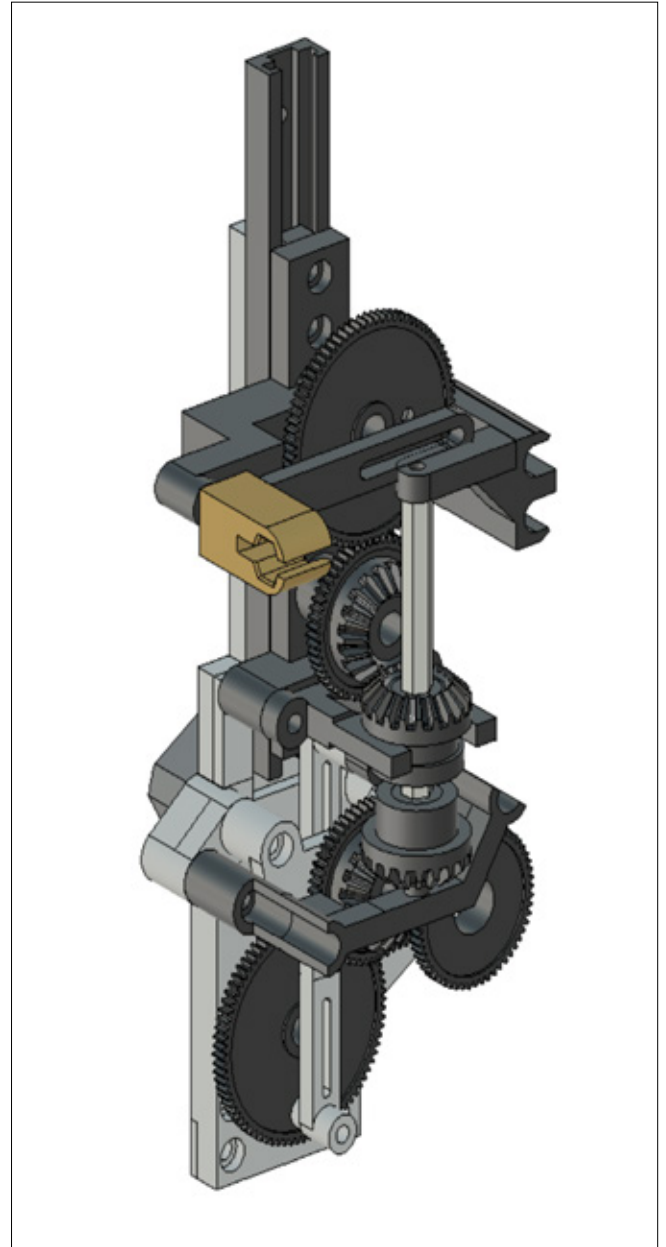


fig.4 全体図 (モータ駆動仕様)

動作の様子は fig.5 の動画リンクを参照していただきたい。fig.6 はその動画リンクの QR コードとなっている。この「えんぴつ曲げマシン」を作成するにあたり仕様変更を素早く行うために歯車を含めほとんどの部品を 3D プリンタで作成した。しかし 3D プリンタ製の歯車では加工精度の都合により軸間距離を広く取る必要がある。そのために歯車の遊び (バックラッシュ) が大きくなり動作にムラが出てくる。このムラが錯視の見た目にも影響を与えていると推測される。そのため最新バージョンでは POM (ジュラコン) 製の市販の歯車 (モジュール 0.5) を使用している。

5. おわりに

今回の取り組みにより機械による錯視の再現には成功した。今後はこの機構を応用してキネティックアート作品としての展開が考えられる。鉛筆だけでなくさらに大きく重量のある物体についても対象となる。さらに錯視が起きる条件の調査にも取り組める。しかし、錯視の起きる条件の実験のためには振幅や位相の調整を

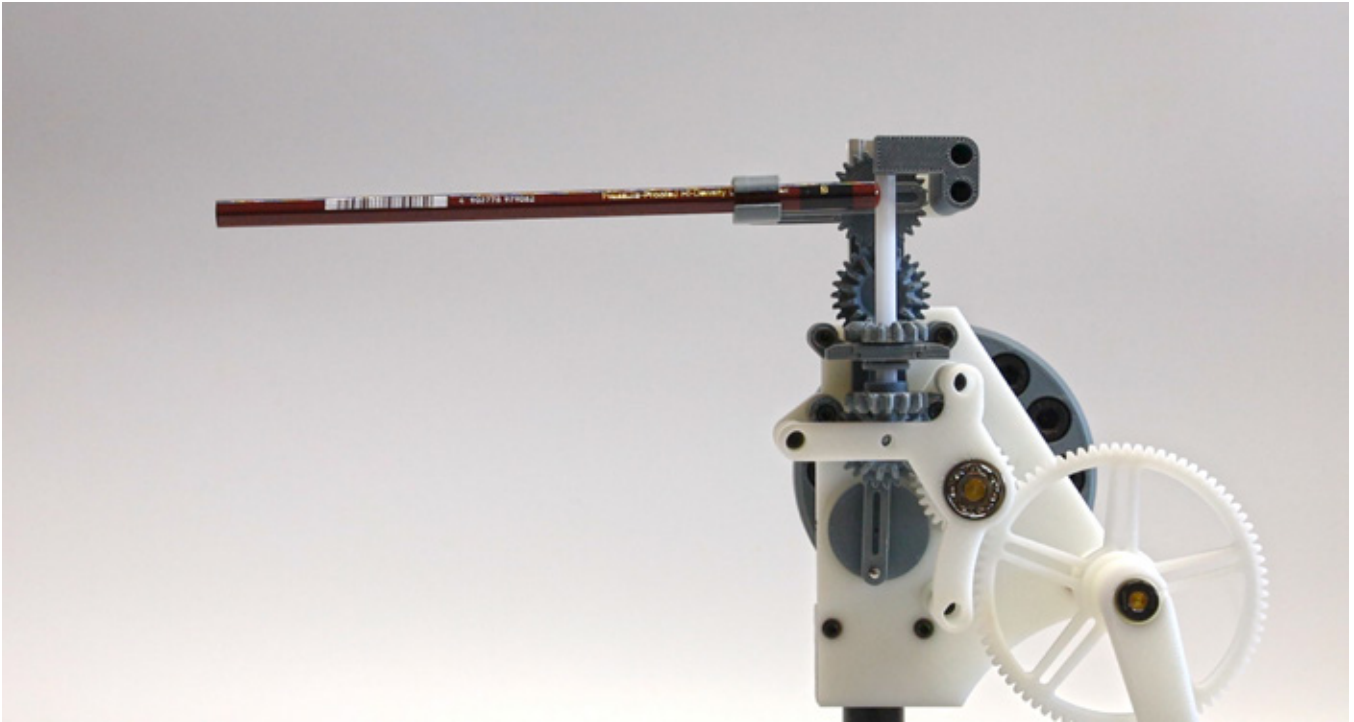


fig.5 えんぴつ曲げマシンの動作の様子（動画） <https://youtu.be/vjjbg5lnlk>

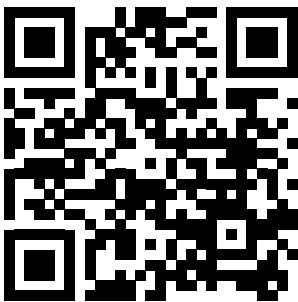


fig.6 えんぴつ曲げマシンの動作に関する動画QRコード

容易にする必要がある。動作をさせながら振幅と位相を変化させるには現在の仕組みでは困難である。また今回の機構では回転速度（振動速度）は一定である。しかし人間が行う場合には上に動く場合と下に動く場合で速度にムラが生じている可能性もある。これらを機械で実現するためには単一の動力ではなく、全ての動きをマイクロコントローラを使い制御する必要があるのかもしれない。これは今後の課題としたい。

注釈

1. The rubber pencil illusion
(<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/BF03205883.pdf>)
最終閲覧 2022.9.15
2. 池田進、鈴木公洋、倉田純一：『へなへなエンピツ』：視的撓みの発生について、
関西大学『社会学部紀要』、第 33 巻第 2 号