複数タイプの「歪み絵」を一度に出力するプログラムの制作

~数学とプログラミングによる文化の再生と保証~

Creating a program to output multiple types of "distortion paintings" at once

-Renewal and Assurance of Culture through Mathematics and Programming-

Abstract

In late 16 century, "ana-morphosis", a distortion painting creation technique developed in Europe. By imitating it with mathematics, We will make a world where everyone can express themselves with the tool of art. We created four types of ana-morphosis using cylindrical mirror, cone mirror, spherical mirror and perspective and expressed them in a mathematical expression.

1.はじめに

アナモルフォーシスとは 16 世紀のルネサンス後期にヨーロッパを中心として発達した歪み絵作成 技法のことである。その歴史はかなり古く、現存する最古の歪み絵はレオナルド・ダ・ヴィンチの 遠近法を用いたものであるとされ 1492 年ごろのものである。遠近法を用いた歪み絵は 16~17 世紀 にヨーロッパを中心として発展した。その後 16 世紀に中国で円柱鏡を用いた歪み絵が誕生し(この ころのものは作者が鏡を見ながら直接書いていたものとされている)、それが 17 世紀になってから ヨーロッパに渡り発展した。その後円錐鏡や球面鏡を用いた歪み絵も誕生、発展し今日に至る。 私たちはこれらの歪み絵作成技法を数学的に処理しこれらを再現できるプログラムを作成することで、文化を再生、保存し、誰もが絵画という表現ツールを用いて自己表現することができる環境づくりを目指す。

2. 研究方法

- (1)遠近法、円柱鏡、円錐鏡、球面鏡の四つのアナモルフォーシスについて元画像に対応する歪み絵を作る変換式を作成する. (詳細は後述)
- (2) それをプログラミング言語「十進 BASIC」を用いてコンピュータ上に落とし込む。
- (3) そうしてできた四種類のプログラムをまとめて、一つのプログラムを作成する。
- 以下はそれぞれのアナモルフォーシスの中で遠近法についての変換式の導出方法である。

遠近法の方法

図1のように元の絵を x 軸上に配置し、それを y 軸を中心に z 軸方向に θ 回転させた面に歪み絵を作成することを考える。元の絵の中央から z 軸の負の方向に d だけ離れたところに座標 E(500,0,-d) を取りここを目の位置とする。元の絵上の座標 P(x,y,z) を直線 EP と歪み絵の平面との交点の座標 P'(x',y',z') に変換する式を求める。 視点 E から見ると点 P と点 P' は同じ位置にあるように見える

金州絵平面

まず x 座標を削除して考えると図 2 のようになる、このとき、視線mは点 E(-d,0) と P(0,y) のを通る直線であるため、方程式は Y=-y/d(Z-y) となり y の変換式は y =-y/d(z y となる。

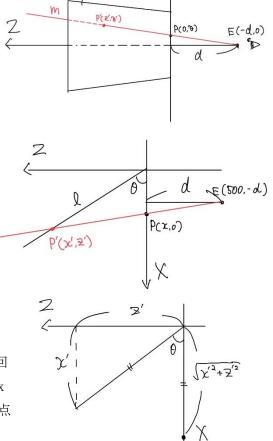
次に、Y 座標を削除して考えると図3のようになる。このとき直線EP は点E(500, -d)と点P(x,0)を通るので方程式はZ=d/(x-500)(X-x)となる。また、直線 ℓ は原点を通り、傾きが $\tan\theta$ の直線であるため、方程式は $Z=\tan\theta$ X…①となる。よって直線EP と直線 ℓ の交点は $d/(x-500)*(X-x)=X*\tan\theta$

 $X*(d/(x-500)-\tan \theta)=x*(d/(x-500))$

 $X=dx/(d-(x-500)*tan \theta \cdots 2)$

① に②を代入して Z=dx*tan θ / (d-(x-500)*tan θ よって x', y'の変換式はそれぞれ x'=dx/(d-(x-500)*tan θ , z'=dx*tan θ / (d-(x-500)*tan θ である。

最後に歪み絵平面を表現しやすくするため Y 軸を中心に θ 回転させ、X 軸平面上に変換する。y 座標は変わらない。また x 座標は図 3 より、 \sqrt{x} 2 +z 2 である。よって歪み絵上の点の座標は(\sqrt{x} 2 +z 2 , 2 , 2 , 2 , 2



残り三種類の方法については、残り枚数の関係で割愛させていただくが、遠近法のものと同様にモ デル図を作り元画像上の座標を歪み絵平面上の座標に変換する式を作成するという手順である。

3. 研究結果

完成したプログラムは以下のとおりである。

```
LECT of the Production Last of the College September 1991 SCALES SPERIFF For Last SPERIFF SECTION SEC
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 FOR each TO 200 STRE' (
FOR part TO 200 STRE' (
IE & W. J. J.
                    CLE/8
050-46170-10
DOI or 970-9
LET er-0.1896-198
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  LET
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               LET
quelque "d'hermantablique" prisht"(h+lish" (***liglikee" (**fga." (**re**))
quelque "d'hermantablique" (**fga." (**re**))
LET (apriligee" (remantablike)
(ligee" (**fga. apriligee)
(ligee" (**fga. apriligee)
(ligee" (**fga. apriligee)
(ligee (**fga.
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  como aos
                          CLEAR
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         ghol*CAT=P3bog*
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            SET WITMAP SIZE TROUBLE
SET WITMAP 20,700,412:200
LST section
LST section
LST became
LST
                                    SET TIOT for 545 SHE'N
                                 PLOT TEXTAT STRANGE THROAT PLOT TEXTAT HOLDS SEED THROAT PLOT TEXTAT HOLDS SEED THROAT PROPERTY PLOT TEXTAT HOLD AND AND THROAT PLOT TEXTAT HOLD TEXTAT HOLD AND THROAT PLOT TEXTAT HOLD AND THROAT PLOT TEXTAT HOLD T
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        SET 000,000,000,000 (SATIVE)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   EL VILLY Biga**COSEP**ed.ga**SISIO**ed to
IAT of 19-848**
LET of 19-867848*(_j)#
LET of 19-867848*(_j)#
LET of 19-8686*(3.2.1)
LET gift model*(3.2.1)
LET of 19-8686*(3.2.1)
LET of 19-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  ASK PROEL VILLY BIDG ** COSTO*** A JOS** ENTO*** B C
                    04 MOUSE FOLL TREMPINE THE SECTION OF THE SECTION O
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         REPORT OF MITTER PARTY OF
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            ARK PIXEL VALUES OF COMPTS APRICAPING ST
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               NEXT in
POR e-0-TO-0-8TEF-1
LET origi=ValleRadi
                                                                             CLEANE
                                                                                ploof EVE + A Sheet
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    LET order (*sol) in 16°0% of 50°256

LET get 8° 18°05 in 16°0% of 50°256

LET get 8° 18°05 in 16°0% of 50°256

LET order (*sol) in 16°06 of 50°256
                                                                         SET RETMAP SEGS 1000-003
SET WINDOW 200-300-412-210
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     LET ABSTANCE
William STORMSTEP - L

FROM STORMSTEP - L

FROM STORMSTEP LET COMPANY
FROM STORMSTEP LET COMPANY
FROM STORMSTEP LET COMPANY
FROM STORMSTEP THIS LET COMPANY
FROM STORMSTEP THIS LET COMPANY
FROM STORMSTEP THIS LET COMPANY
FROM STORMSTEP
FROM STORMSTE
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    SET COLOR made RECULAR.
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    ART COLUM MEGGING FAIL
SET AREA COLOS SIG
LET ATTACHMENTO
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          IF clini-C'THEN LEE click-'L'

IF clini-TP THEN LET clini-TL'

IF clini-TP THEN LET clini-TL'

IF clini-TP THEN LET clini-TLP

SEXT on

FORLOWS TO 0 STEP 'L

LEE ccini-VM.(clini)

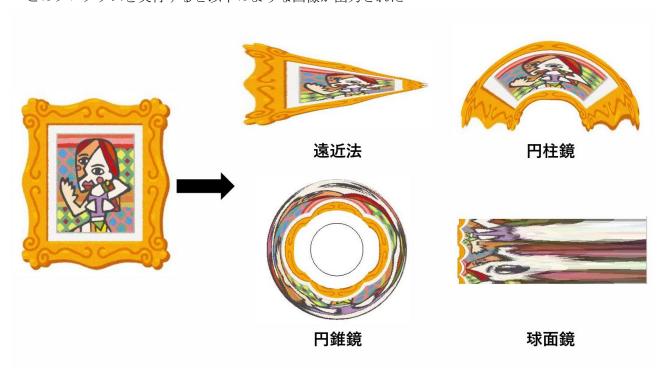
SEXT on
                                                                                                              FOR a=5 TO 0 STEP (
LEP a=00=VALGERA)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    NEXT =
FOR eas TO a STEP -1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          FOR the STILL STREET
LET selds STILL STREET
SECT STILL STREET
LET selds STORMS STREET
LET selds 
                                                                                                                  NEXT ==(1e-1,400)1+16,40,4000/296
FEEL ==(1e-1,400)1+16,40,4000/296
FEEL ==(1e-1,400)1+16,40,4000/296
FEEL ==(1e-1,400)1+16,40,4000/296
                                                                                                                        SET COLOR mode "REGITLAR"
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              SET COLOR was "RECULAR.
                                                                                                                        HET COLOR MIXORN FACE
SET AREA COLOR 200
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              SET COLOR MEN'259 x4/5
SET AREA COLOR 200
                                                                                                                  F,87" s1=0.2"(px1"C0800"web=600
LEET s1=0.2"(px1"S0500"web=600
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         #1-ET-RHOMERRIAN PURE THAT DE-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                SEC COLOR mode RESERVAN
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 LET
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           42540000FB 31400
                                                                             DRAW (sai, WITH SCALBLAPSHIPDs.Let)
NEXT 44
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          NET COLUR MIXIONO rach
SET AREA COLUR 216
LUZ uz-64° 006 to 200° TANOR
LUZ uz-64° 17ANORAMA GROSTANORI
LUZ uz-18° 17ANORAMA GROSTANORI
LUZ yyrgishrissed
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        LET y=(100+(2000000*y**SIN*
U**(2000**E.5
DELAW disk WITH SUALISH*SHIPTS(L))*
NEXT s.
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  ys=0180+0888308PyPSDK180P138-
                                              MOTE DRAW HER WITH SCALESSOSHIPT CLICKS
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       NEXT y
COTO ROSS
                                              0.0700,000
                                                                                                              .......
240
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             LET a1-1848/652*1932*20*1.3-00
LET y1-1y2*1.3-200
DRAW dok WITH SCALACTPSHIPTSLy()
                                              glood*1: 0.9-x 0.25mg*
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          gload "U'D' = 9 Z leap"
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           NEXT
                                              SET RETMAP SIZE (1110, 110, 410)
SET WINDOW 240,770, 110, 410
LET 410,141,081,00
POR yes TO 410,878,F1
POR yes 240,770,240,578,F1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       SET SITMAP SIZE 1010,002
SET WINDOW 400, 422,930
LET des 10120/180
DEPT 9
LET des 200
LET 
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             OOTO see
                                                                                                                  SET COLOR MODE SCHIVE-
                                                                                                                        ASK PHIEL VALUE LAND
                                                                                                              ASSE PRIZE VALUE SLAF
LET (1982 1879)
LET (1882 THE LET)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              SET COLOR MODE SCATIVE
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    MK POOD VALUES, join
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              ASS, POSEL VALUES, at 1877 class 1879. Ltd values 1879. Ltd values 1879. Ltd values 1879. Ltd values 1879 class 1870 clas
                                                                                                              LET oblives
LET oblives
LET oblives
LET oblives
LET oblives
LET oblives
POR are TO 0 STEP 1

IF oblives THEN LET oblives to
If oblives THEN LET oblives the
If oblives THEN LET oblives the
If oblives THEN LET oblives the
If oblives the Indianal Control oblives the Indianal Control oblives the
If oblives the Indianal Control oblives the Indiana
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              FOR each TO D STRET-1

IF obtained TO D STRET-1

IF obtained TO SIX LET obtained IF
```

このプログラムを実行すると以下のような画像が出力された



4. 考察

4つの歪み絵について制作プログラムが完成し、正しい挙動も確認することができた。 これを利用することで任意の画像を好きな歪み絵に変更することができる。

5. 今後の課題

今回完成したプログラムは画像ファイルを選択するにはプログラム内の文字を変えなければならない (gload 命令を書き換えないといけない) ので、外部から画像ファイルを入力できるようにしなければならない。またそれに伴って画像ファイルの大きさによってプログラムの中の座標がずれてしまうという問題があるため、こちらも解決しなければならない。加えて、今回用いた四つの歪み絵以外の歪み絵(sin カーブ鏡、凹面鏡など)の制作プログラムの作成をする。

以上の課題が解決され次第、このプログラムのアプリケーションを作成し誰でも利用できるよう公開 する。

6. 参考文献

Francesco de Comite (2010) 『A General Procedure for the Construction of Mirror Anamorphoses Bridges』

Jan W.Marcus(2010) 『Cylinder Anamorphosis of Impossible Structures』 Chadwyck-Healy (1977) 『Anamorphic Art』

大石明憲(1997) 『「円柱鏡式歪み絵」描画法解明マシーン』