

Cérna Mutatvány

Infosok

Kun-Baumann Bálint

Felkészítő tanár: Motesiczki Ottó

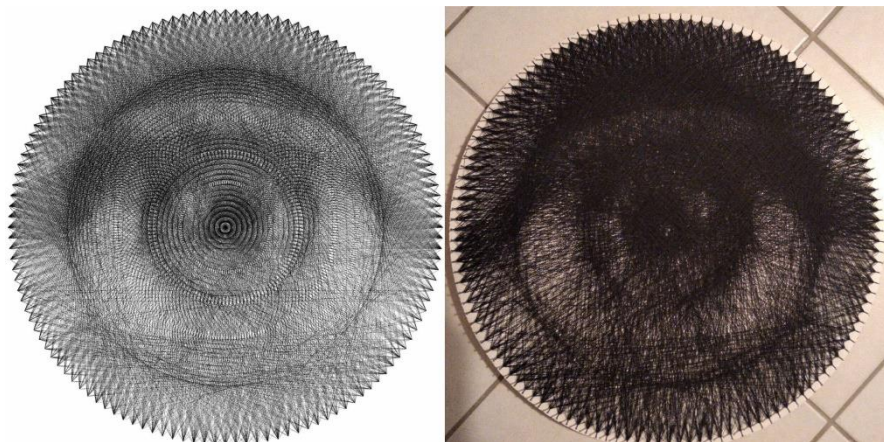
Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium, 2500 Esztergom, Bánomi út 8.

1. Bevezetés

Egy évben sok olyan alkalom van, amikor szeretteinknek, barátainknak kötelesek vagyunk ajándékot adni. Nekem ez gyakran fejfájást okoz, ezért építettem egy gépet, hogy ezt megcsinálja helyettem. Ezt megtervezni, leprogramozni, összerakni, tesztelni, az alkatrészeit legyártani és megvenni sokkal drágább volt, mint ajándékot venni és sokkal időigényesebb, mint bármi ilyesmit kézzel elkészíteni.

Egy string art készítése egy megfelelő kép kiválasztásával kezdődik, amiből a vonalazó program kiszámolja a meghúzendó vonalakat, amit az irányító program átküld a gépnek.

Egy string art (1., 2. ábra) egy kör alakú falapból, ennek szélébe bevert szögekből, és **egy** szál cérnából áll. Az így alkotott képek általában csak messziről nézve láthatóak jól, ez (pl. az 1. ábránál) jelentheti a szoba másik végét is.



1. ábra: Szempár

2. A probléma megoldásának menete

2.1. A cél

Személyre szóló, kézzel készített ajándékok tömeggyártásán kívül a fő célom az volt ezzel a projekttel, hogy nyílt-forráskódú (a pályázat végen fel tervezem rakni GitHubra) és hozzáférhető legyen. Egy ilyen látványos, egyszerűen érthető, otthon is könnyen elkészíthető gép olyan emberekben is felkeltheti az érdeklődést a műszaki tudományok iránt, akiket eddig a hangos marógépek és ronda parancssor ablakok nem fogtak meg.

A szoftvert szerettem volna gyorsra és szépre megírni, úgy, hogy közben megtanuljak egy új alacsony szintű programozási nyelvet. Ez a 3 három cél a projekt felénél összegegyeztetetlennek tűnt, de a végére nagyjából sikerült.

A gépet minél olcsóbbra szerettem volna tervezni és csak olyan elemekből összeállítani, amelyek vagy készen megvehetők (mikrovezérlők, motorok, táp stb.) vagy otthon legyárthatók.

2.2. Szoftver

A szoftver 3 nagy részből áll:

- A vonalazó program (Rust)
- Az irányító program (Python)
- Arduino program (C++)

2.3. A vonalazó program

Ez a program számolja ki, hogy mely szögeket kösse össze a gép. Elsőként feldolgozza a képet: átalakítja monokrómra, átméretezi, kontrasztot állít.

Ezután egy körben kijelöl N pontot, fizikailag ezek lesznek a szögek. Azt, hogy mely szögek összekötése a legoptimálisabb egy mohó algoritmus számolja ki. A program kiszámolja, hogy mely egy N szögből (kezdetben a 0. szög) mely másik szögbe húzott szakasz csökkenti legjobban a készülő kép hibáját az eredeti képhez képest (1-es egyenlet), a legnagyobb hibacsökkentési értékkel rendelkező szakasz kerül behúzásra a készülő képen, a szakasz másik végpontja lesz N a következő iterációban.

$$E = \sum_{i=0}^n (P_i - (F_i + L_i) \geq 0 \rightarrow L_i) \wedge (P_i - (F_i + L_i) < 0 \rightarrow P_i - F_i) \quad (1)$$

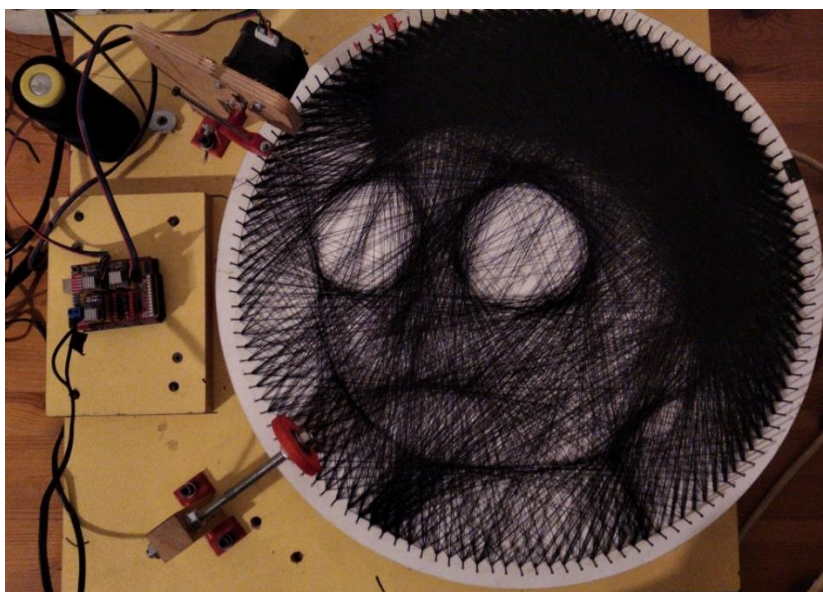
E a szakasz hibacsökkentési értéke, P_i a vizsgált szakasz i . pixelének sötétsége az eredeti képen, F_i a vizsgált szakasz i . pixelének sötétsége a készülő képen, L_i a vizsgált szakasz i . pixelének sötétsége a cénán (Xiaolin Wu vonal)

Ez az algoritmus addig fut, ameddig a legnagyobb hibacsökkentési érték negatív nem lesz, azaz több cérnaszál behúzásával már csak rontana a képen, vagy a behúzott cérnák száma el nem éri a megadott maximális értéket.

2.4. Az irányító program

Ez a program küldi a behúzendó vonalakat a gépeknek. Erre azért volt szükség, mert a vezérlésre használt Arduino UNO magában nem lenne elég erős a gép irányítására, a ki- és bement feldolgozására és egy egész kép parancsainak tárolására, ezen felül így egyszerűbb és olcsóbb a gép, és a kezelőfelület is felhasználóbarátabb.

Egy Python CLIn keresztül vezérli a felhasználó az Arduino-t. Az irányító program és az Arduino egy egyszerű G-code szerű, ember által könnyen olvasható nyelven kommunikál. A rendszer úgy van megtervezve, hogy a vonalazó és az irányító program is ugyanazt a kimenetet adja a gép hardverétől függetlenül.



2. ábra: A gép

2.5. A gép

A gépet 2 motor mozgatja. Az 1. motor forgatja a string artot (forgóasztalt), a 2. motor egy tűt mozgat a szögműkörön belülre és kívülre.

A gép mechanikai elemei a költséghatékonyság jegyében olyan anyagokból és alkatrészekből készültek, amelyek éppen kéznél voltak. Az

alapja egy régi bútorlap. A forgó asztal és a túmozdító-motor tartója plexilapból/rétegelt lemezből készült. (a 2 anyag mechanika tulajdonságainak és megmunkálhatóságuknak különbségeinek ennél a projektnél nincs jelentősége) Ezeket én egy MPCNC-vel (nagyraoszt 3D nyomtatott CNC gép) vágtam ki, ami leegyszerűsítette a prototípusok legyártását, de egy dekopírfűrész is elegendő ehhez. Más kisebb elemek 3D nyomtatóval készültek.

A forgóasztalt a léptetőmotor egy bordás-szíjjal, 10:1 áttétel hajtja. A vezérlés egy Arduino UNO-ból, egy léptetőmotor-vezérlő shieldből, 2 DRV8825-ös léptetőmotorvezérlőből áll. Ezek 2 Nema 17-es léptető motort mozgatnak.

2.6. Problémák

Problémát jelentett az, hogy a tű beleütközött a szögekbe a be- és kifordításnál.

1. Miközben a forgóasztal lassult és megállt, a bordásszík megnyúlt, mert a string art falapjának viszonylag nagy a tehetetlenségi nyomatéka. Ezen nem tudtam változtatni, ezért a forgóasztal lassulását csökkentettem.
2. Először a szögeknek kézzel fúrtam elő a lyukakat, ez nem bizonyult elég pontosnak. Erre azt a megoldást találtam, hogy a forgóasztalt a gép forgatja el szögtávolságonként, és így fúrom elő a lyukakat egy, az alaplaphoz erősített fúróvezetővel.

A megoldást arra, hogy hogyan lehet átfűzni a hosszú vékony csövön (2. ábra) a cért, rábírom az olvasó fantáziájára. (Egy varrótú megakad benne)

3. Elért eredmények

A projekt fejlesztése alatt sokat tanultam. Megtanultam Arduinot programozni, elfogadható minőségű Rust kódot írni, CAD szoftvert használni, CNC gépet kezelni, és 3D nyomtatni.

A céljaimat nagyrészt elértem, a kód gyors és átlátható lett. A gép szép képeket csinál, és munka közben magára lehet hagyni. Egy képet nagyjából 3 órába telik elkészítenie.

A környezetemben olyanok is érdeklődtek a projekt iránt, akik a műszaki tudományok iránt egyébként nem, ennek nagyon örültem

Az eredeti motivációm ellenére még nem adtam ilyen képet senkinek ajándékba.

A 3 program összesen nagyjából ezer sorból áll, a gép költsége 20.000 Ft alatt van.