

LEGO X-Y plotter – Elon's Plotter

Team Elon

Kiss Lóránt, Szarvas Szilárd, Tulipán Nándor

Felkészítő tanár: Árva Sándor

BSZC Közgazdasági Technikum, 4200 Hajdúszoboszló, Gönczy Pál utca 17.

1. Bevezetés

Az ötletünk abból ered, hogy az általában drága, nehezen megfizethető X-Y plottereket egy szélesebb körben elérhető formában kivitelezzük. Míg számos plotter kit érhető el, ezeket nehezen lehet összeépíteni és beüzemelni. A legnagyobb hibája szerintünk ezeknek az X-Y plottereknek az, hogy ha bármilyen problémája akad a szerkezetnek, akkor az nehezen javítható. Ennek egyik oka, hogy minden ilyen plotter máshogy épül fel mind hardverileg, mind pedig szoftverileg. A problémának az egyetlen megoldása az, ha visszaküldjük a gyártónak, aki remélhetőleg meg tudja javítani, vagy ki tudja cserélni. Ráadásul mindez majdnem annyiba kerül, mint maga a gép.

Minderre a megoldást egy fizikailag és szoftverileg egyszerűbb kialakítású plotterben láttuk. Mivel az egész szerkezet nagyon egyszerű, így viszonylag könnyű átalakítani kisebb vagy éppen nagyobb felületekre is. Ennek oka, hogy semmilyen csúszó vagy görgő csapágyat nem tartalmaz, így szerkezete roppant egyszerű.

2. Probléma megoldásának menete

Kitűzött célunk egy olyan plotter létrehozása volt, melyet egy könnyen megérthető LEGO rendszer segítségével valósíthat meg bárki. A szoftver elkészítéséhez a Python nevű programozási nyelvet használtuk, mivel a Python nyelve az egyetlen nyelv, melyet támogat a LEGO rendszer.

2.1. Hardver

Elsőnek a hardvert raktuk össze. Először is szükségünk volt egy stabil felületre, amin a robot dolgozni fog. Az egésznek a fizikai alapja egy újrahasznosított bútorlap, egy szintén hulladék anyagból épített kihajtható lábbal. Erre lett felcsavarozva a két motor, és az egészet irányító LEGO EV3 okos téglá. A plotter az 1. ábrán látható.

A nagyobb nyomaték és pontosság érdekében 1:5-höz arányú lassító fogaskerekeket szereltünk a motorokra. Ezáltal a nyomaték az ötszörösére növekedett, ahogy a pontosságuk is, azaz ötödére csökkent a minimálisan fordítható szög. Kétféle rajzeszközt állítottunk össze, melyeket egy-egy servo motor irányít. Komplex mechanikai rendszereken keresztül a motor forgató erejét a megfelelő irányba fordítva létrehoztuk a rajzeszközöket felemelő mechanizmusokat. Ez a 3. ábrán látható.

Mindemellett komoly fejtörést okozott a helyes súlyelosztás kialakítása is. A vezetékek csavarodása és a motor súlya által okozott különféle nemkívánatos erőhatások ellensúlyozása érdekében több ólomdarabot kellett a platformok alá függeszteni. Így ennek köszönhetően a szerszám minden pozícióban függőlegesen áll, és a rajzeszköz mindig megfelelően a papírhoz ér.

2.2. Szoftver

A szoftver Pythonban íródott. A projekt elején nem igazán tudtunk ezen a nyelven programozni, mivel főként C#-al foglalkoztunk eddig. Az első problémánk a szoftver megírásakor az volt, hogy meg kellett határoznunk egy G-code-ot, mely az adott kép koordinátáit adja meg. A G-code úgyszintén egy programozási nyelv, amit automatizált szerszámgépek programozására használnak.

Változó	Leírás
G	A G parancsok mondják meg a vezérlőnek, hogy milyen mozgást kell végrehajtania. (Pl. egyenes vonalú mozgás, ívelt mozgás balra vagy jobbra, kötetlen vonalú mozgás, stb.)
X	Az X tengely abszolút vagy növekményes helyzete.
Y	Az Y tengely abszolút vagy növekményes pozíciója.
Z	A Z tengely abszolút vagy növekményes pozíciója. (Ebben az esetben csak a toll felemelését, vagy lerakását adja meg.)
I	Meghatározza az ív középpontját az X tengelyen a G02 vagy G03 ívparancsoknál, ez egy relatív koordináta.
J	Meghatározza az ív középpontját az Y tengelyen a G02 vagy G03 ívparancsoknál, ez egy relatív koordináta.
F	Megadja a mozgási sebességet. (A mi robotunk ezt az értéket még nem használja fel.)

1. táblázat: A G-code legfontosabb változói

A G-code-ot egy Inkscape nevű programból vektorkép alapján exportáljuk ki. A robot beolvassa ezt a fájlt, majd darabokra szedve külön-külön változókbá tárolja le.

3. Elért eredmények

Hosszas próbálkozások sorozata után végül sikerült helyes mozgásra bírunk a robotot. Nagyjából három A/3-as lap mindkét oldalának betöltése, és több száz programfuttatás után végül létrejöttek az első értelmes rajzok. Például először egy házikóval kezdtünk, amit sokadjára sikerült lerajzolni. Miután a fájlt beolvastuk, a programot az egyenes vonalú mozgással folytattuk. Ahogy az a 2. ábra a) pontjában látható, már ez is komoly problémákat okozott.

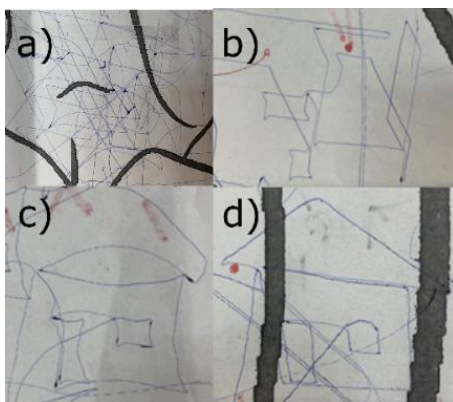
Jó néhány hét fejlesztgetés után lassan sikerült ezt némileg működésre bírni. A 2. ábra b) része már egy házikó kezdetleges képét mutatja. Itt még a pozicionálás sem működött helyesen. Valamilyen okból kifolyólag a házikó ablaka és ajtaja nagyjából megfelelően létrejött, viszont a falak és a tető már

teljesen eltűnt. A 2. ábra c) képén jól látható, hogy mindösszesen néhány hét fejlesztés után a szerkezet már sikeresen eléri a kívánt pontokat, viszont a vonalak még nem egyenesek. Ez a két motor nem megfelelő sebessége miatt történhetett meg. Ráadásul a program azon részében, ahol ez ellen kiszámítjuk a sebességet, pont fordítva adtuk meg nekik a szükséges értékeket, így még rosszabbá téve a problémát. Erre persze nagyjából négy hét kínszenvedés és fejtörés után jöttünk rá. Ezen sok idő munkájának gyümölcse látható a 2. ábra d) részén látható: a házikó már egyenes, megfelelő irányú és méretű vonalakból áll, de itt a toll felemelése még nem működött.

A 3. ábrán látható a két rajzeszköz felemelt és lerakott pozícióban. Ezzel csak akkor foglalkoztunk, amikor már működött az egyenes vonal rajzolása.



1. ábra: A plotter a filctoll szerszámmal.



2. ábra: A ház rajz fejlődése.



3. ábra: A két rajzeszköz felemelve és leengedve.

Az ívelt mozgással folytattuk. Ez még nehezebb volt, mint az egyenes, mivel sokkal több számítást kellett végrehajtani. Ez még fejlesztés alatt áll, de már értünk el sikereket. Például feltöltöttünk neki egy kör alakú rajzot, amit *nagyjából* kör alakban rajzolt meg.



4. ábra: Első felismerhető emberi rajz próbálkozásunk.

A 4. ábrán látható, hogy sok próbálkozás után sikerült először az emberi fej kör vonalát megrajzolni a robotnak. Utána az arc és a kéz megrajzolásával foglalkozott a robot, ami a 4. ábrán látható, hogy nem pontosan sikerült neki. Ennél a rajznál átállítottuk a robotot, hogy az ívelt mozgást is egyenesként hajtsa végre, hogy helyesen működjön.

Jövőbeli fejlesztési tervünk az ívelt mozgás helyes működésre bírása, valamint más rajzeszközök elkészítése is. Emellett még a program esetleg beolvashatná az 1. táblázatban látható F változót a G-code-ból, így az megadná neki a sebességet is. Gondolkodunk még egy feedback rendszer kiépítésén is ami képes visszajelezni a robot rajzoló fej pozícióját, de ez persze még a jövő zenéje. A robot működése a következő videóban látható: [Link¹](https://www.youtube.com/watch?v=wqsAgvHqAJs)

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=wqsAgvHqAJs>