

Boruzs Kevin, Kozma Adorján Torda, Pákozdi Dávid, Pálfi Csaba, Dr. Pálfi Judith, Dr. Rácz Ervin Ph.D.: Távvezérelt kilövő rendszer

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Bécsi út 94-96, pkzd.david@gmail.com

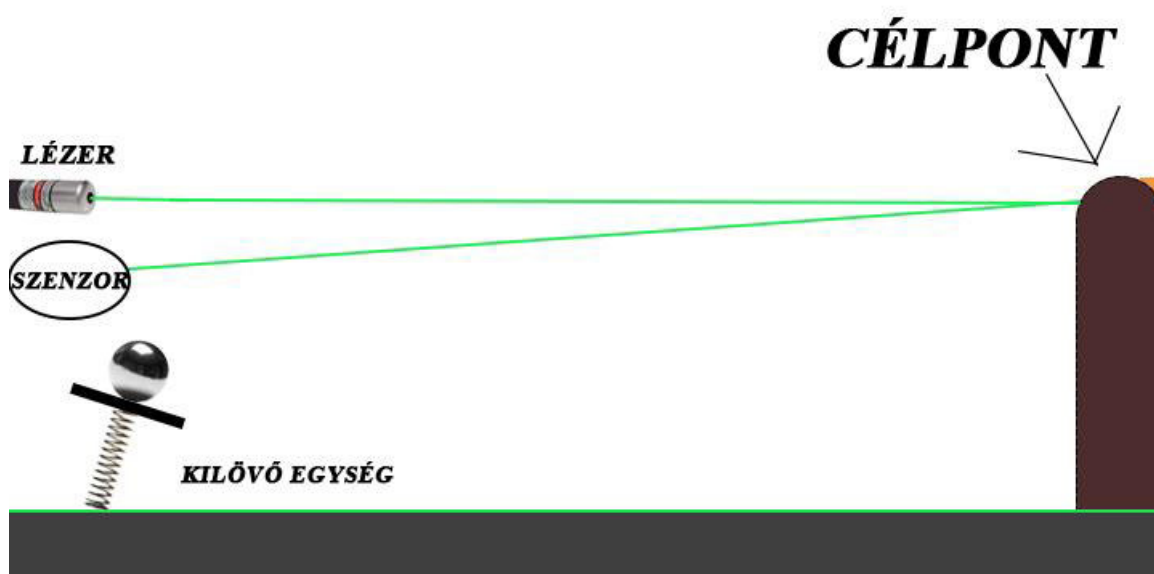
Absztrakt: A projektünk fő témájaként egy távvezérelt kilövő rendszernek a koncepcióját alkotjuk meg csapatunkkal. Tervezetünk szerint egy távvezérléssel irányított lézerrel jelöljük ki a célpontot, ahová célba juttatunk egy lövedéket. Azért döntöttünk emellett a projekt mellett, mivel első éves hallgatóként sok tapasztalatot tudunk szerezni az elkészítése folyamán, valamint ez számunkra szórakoztató jellegű is. Célunk eléréséhez a munkák során elemezzük az eddig elkészült témabeli kivitelezéseket, és ezekből tapasztalatot gyűjtve kívánjuk elkészíteni a saját felépítésű koncepciónkát.

Kulcsszavak: lézer, távvezérlés, kilövőrendszer

1. Előszó

Első éves villamosmérnök hallgatóként a célunk csupán az ötlet elvi kivitelezése. Cikkünkben részletesebben kifejtjük, hogy hogyan kívánnánk kivitelezni az általunk elképzelt távvezérelt kilövő rendszert. Célunk eléréséhez a munkák során elemezzük az eddig elkészült témabeli kivitelezéseket, és ezekből tapasztalatot gyűjtve kívánjuk elkészíteni a saját felépítésű koncepciónkát.

Lézerrel jelöljük ki azt a pontot, ahová szerkezetünknek célba kell juttatnia a lövedéket. A függőleges- és vízszintes mozgatásért egy-egy léptetőmotor felelős. A lövedék kilövését egy rugó biztosítja majd, ennek megfelelően kell majd számolnunk a különböző rugóállandókat az elé helyezett tárgy tömegéhez mérten.



34. ábra Elméleti rajz a szerkezet működéséről [10]

2. Bevezető

Legtöbbünk gyerekként találkozott először azzal a problémával, hogy hajítás útján nem is olyan egyszerű egy tárggyal eltalálni valamit. Dobásunk sikerességét több tényező befolyásolhatja, azonban sok gyakorlás után az ember fel tudja mérni az ideális ívet és azt az erőt, mely segítségével az egyén által kiszemelt célig el is tudja juttatni a kezében lévő például labdát. Egy olyan rendszert kívánunk megalkotni, amely helyettünk is képes elvégezni a hajítás bonyolult műveletét. Lézerrel jelöljük ki a célpontot a pontosság növelésének érdekében, valamint ez a lézer méri fel a kilövőegység és a célba juttatási pont távolságát is. A szerkezetünk irányítása a rendszer telepítési helyétől független, így a kezelése nem helyhez kötött, leegyszerűsíthető és biztonságos.

A cső részt 2 léptetőmotorral irányítjuk, választásunk azért ezekre esett, mert pontosan állíthatóak, ezek felelnek a vízszintes és függőleges elmozdulásokért. A lövedékünk elindulását egy rugó végzi, mely része az elsütőrésznek is, a rugó felhúzása lehet kézi vagy gépi megoldású is, utóbbi esetben teljesen elkerülhető normál működés esetén az emberi beavatkozás.

3. Létező megoldások lézeres vezérlésre

3.1. Kereskedelmi felhasználás

A koreai Samsung vállalat által kifejlesztett VR9000H robot porszívó (2. ábra), egy lézeres vezérlést alkalmazó rendszer. A porszívó vezérlésére alkalmazható egy speciális lézermutató, amellyel a rendszert irányítani lehet. A koncepció hasonló az elképzelésünkhöz, de itt lövedék helyett magát a robotot irányítja a rendszer.[1]



2. ábra Samsung VR9000H [11]

3.2. Hadászati felhasználása

A lézeres vezérlésnek a fő hadászati alkalmazása bombák és rakéták precíz irányítása. Ezek közül az úttörő, első megvalósítást szeretnénk kiemelni.

A rendszer első alkalmazása az amerikai Texas Instruments által történt 1967-ben. Mivel az úgynevezett „buta”, nem irányított bombák pontossági hibákkal küzdöttek, a cég megalkotta a BOLT-117 (BOmb, Laser Terminal-117) bombát (3. ábra), amely megnyitotta az utat a „okos” bombák felé. A lézeres vezérlésnek köszönhetően a bombák pontossága pár méterre csökkent, így hatalmas sikert elérve. [2]



3. ábra "BOLT-117" LGB (GBU-1/B) [12]

A bomba sikerességének köszönhetően a mai napig népszerű a lézeres vezérlési rendszer a hadiiparban, amely ennek a technológiának a fő felhasználója.

Egy újabb alkalmazása a lézeres irányításnak a Phalanx CIWS (4.ábra) ami egy kishatótávolságú gépágyú hadihajók másodlagos védelmi rendszereiben. A rendszer egy 20mm-es Vulcan gépágyúból és titkosított lézeres célzó rendszerből áll. Szárazföldi variáns is csináltak belőle LPWS (Land Phalanx Weapon System). Az Egyesült Államokon kívül további 15 ország használja a rendszer ma. [9]



4. ábra Phalanx CIWS [13]

3. Lézeres távmérés

A gépünk egyik legfontosabb eleme, melynek segítségével be tudjuk határolni azt a távot, aminek a másik végpontjára kell érkezzen a lőszer. Általánosságban elmondható, hogy a lézeres távolságmérés pontos, gyorsabb és egyszerűbb a colstokkal vagy mérőszalaggal végzett mérésekhez képest, akár 100 méter is lehet a hatótávja, valamint, ha olyan a műszer, eszköz képes 2 távolsággal különböző műveleteket is elvégezni (akár a dőlésszögek figyelembevételével).

Más mérőműszerekkel összehasonlítva azonban hátrány, hogy a tükröződő felületek, a fényt gyengén visszaverő anyagok, az üveg vagy a közvetlen napfény különböző mérési pontatlanságokat idézhetnek elő, amin a távolság növelése is tovább ronthat. A mérés úgy történik, hogy az eszköz kibocsájt egy lézerimpulzust, a célról visszaverődik a készülék fényérzékelőjébe, majd a lézernyaláb indítási és érkezési idejének különbségéből meghatározza a távolságot. Vannak bonyolultabb és drágább mérők is, amik térfogatot is képesek lehetnek meghatározni, azonban nekünk a műszer dőlésszögét figyelembe vevő funkcionál többre egyelőre nincs szükségünk.

Mivel nem feltétlenül van a célpontunk egy síkban a kilövőegységgel, a legegyszerűbb megoldás egy olyan lézer, amely dőlésszöget is mér. További előnyük, hogy ezek digitális jelet

állítanak elő, amit egyből megkaphatnak programok vagy más eszközök változóként, ez az automatizálás szempontjából előnyös. [8]

4. A rendszer alapjai

4.1. Célkitűzés

Egy háromdimenziós térben, szobában, egy adott pontot találunk el (golyóval).

Ez egyszerűnek tűnik, de van néhány probléma: Az adott célpont xzy-koordinátáinak értékét meg kell határozni, el kell érni a löveg xy- és xz-tengelyen való mozgását a megfelelő szögekben, össze kell nyomnunk a rugót a megfelelő rugóhatást kiváltó pozícióig, végül meg kell terveznünk a ravasz, az elsütő egységet, mellyel aktiváljuk a gépünket.

4.2. Projekt bemutatása

Egy lézerrel vezérelt kilövőszerkezet megtervezését választottuk projektünknek. A kilövőcső 2 stepper motorral koordinált egyikkel az xy-tengely, a másikkal az xz-tengely dőlésszögét állítjuk. A motorok mozgását Python-ban valósítjuk meg.

Elején 8mm ólomgolyóval teszteljük a kilövést adott tartományokban, majd pontokban. A rugó összenyomását kézi erővel is lehetséges, de ezt is lehet automatizálni motorral.

4.3. A rendszer hardverének terve

4.3.1. Az irányítási megvalósítása

A kilövő egység pozicionálását 2 stepper motorral végeznék, az egyik a szerkezet forgatását végeznék, a másik a kilövési szögért felelne: egy Nema 17 22mm motor [4] és egy RS Pro hibrid léptetőmotor [5].

A lövedék kilövéséért egy az alábbi jellemzőkkel bíró rugó felelne (5. ábra):

d	De	Di	L0	Ln	Sn	Fn	R
Huzal átmérője (mm)	Külső átmérő (mm)	Belső átmérő (mm)	Terheletlen hosszúság (mm)	Max. terhelt hosszúság (mm)	Maximális elmozdulás (mm)	Maximális terhelés ,Ln (N)	Rugóállandó (N/mm)
0,56	7,62	6,50	31,75	13,03	18,72	8,59	0,44

5. ábra A rugó tulajdonságai [14]

4.3.2. A lövedék

Lövedékként 8 mm-es nagyságú ólomgolyót választottunk, melynek tömege 3,1g. (6. ábra)

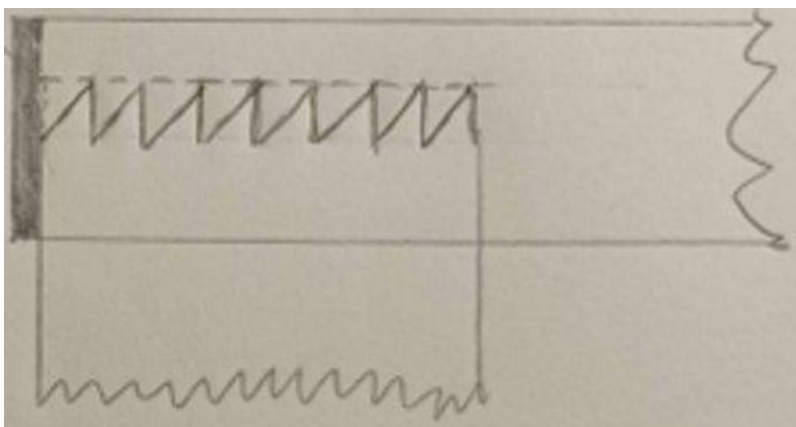
A főbb okai, hogy ezt választottuk az, az, hogy könnyen beszerezhető és kis mérete és viszonylagosan nagy tömege miatt jól viselkedik lövedékként. [7]

.315 Gömblövedék
Kaliber: .315"-8,00mm
Súly: 47,7gr./3,10g.
Anyaga: ólom 99,97% (BHN 5)

6. ábra A lövedék tulajdonságai

4.3.3. A ravasz megvalósítása

A rugó részét képezi az elsütőegységnek (7. ábra). A rugót csak 8 fixált távolságra tudjuk összenyomni, a ravasz szerkezetéből adódóan. Az pontok közti tartományhiányokat a löveg dőlési szögének változásával küszöböljük ki. Amikor húzzuk hátra a rugót, a ravasz is mozog vele együtt, a fogazásának köszönhetően pedig csak hátrafele engedi felhúzni magát, előre nem. Ez lövés után visszaáll végállásba.



7. ábra A ravasz felépítése [16]

4.4. Elvégzett szimuláció és vezérlés

A számítógépes adatfeldolgozás komplexitása miatt javasolt egy szintaktikailag könnyebben értelmezhető programozási nyelvet használni, ez lenne a Python, amit a rendszer irányításához használnánk. És Python-ban elvégeztünk egy szimulációt, hogy meghatározzuk a kilövő egység maximális képességeit 45°-os kilövési szögnél és a megadott alkatrészekkel (8. ábra)

```

D=440;          %rugóállandó [N/m]
m=0.0031;      %golyótömege [kg]
d1=0.018;      %rugóelmozdulás [m]
g=9.81;
u=0.15;

for a=0:1/12:5/12 %xy tengelybezártszög(0-75fok)
A=a*180

G=g*m          %nehézségiserő [N]

Fm=G*(cos(a*pi)) %Fny merőleges komponens [N]

Fs=u*Fm        %surlódásierő [N]

h=d1*(sin(a*pi)) %dőlésszögből eredő magasság [m]

Eh=m*g*h       %dőlésszögből eredő nehézségierő

Es=Fs*d1       %surlódásienergia [J]

Er=0.5*D*(d1^2) %rugóenergiája [J]
Em=Er-Eh-Es    %mozgásienergia [J]

v=sqrt((2*Em)/m) %golyókezdősebessége [m/s]

x=((v^2)*(sin(2*a*pi)))/g %maxtávolság [m]
y=((v^2)*(sin(a*pi))^2)/g %maxmagasság [m]
end

```

8. ábra A szimuláció kódja Python nyelvben [17]

Ebből láthatjuk, hogy a rendszer 45°-os kilövési szögnél 6,75 m/s-os sebességet képes elérni, 4,6 méter távolra és 2,3 méter magasra képes kilőni a lövedéket.

5. A projekt lehetséges fejlesztései

A kilövő rendszernek több olyan tulajdonsága van, amelynél jobb eredményeket lehet elérni:

Ilyen például a lehetséges lövedéktípusok univerzalitásának megvalósítása, így szélesebb körű felhasználási területet elérve.

Automata és szinkronizált lőszeradagoló, amely az újratöltésnél is kizárja az emberi tényezőt. Ha ez megvan, akár sorozatlövőt is készíthetünk belőle.

Automata felhúzó egység, amely újra fel tudja húzni a rugót a következő állásba.

Rugó alatti mérleg, mely leméri a rá helyezett test súlyát, ami így változóként jelenhet meg a programban, így nem kell manuálisan állítanunk.

Egy LIDAR (Light Detection and Ranging) szkennel segítségével be tudjuk szkennelni egy adott részt a térből, amelyen számítógépen ki tudunk jelölni több pontot, és tudnánk írni olyan

programrészt, aminek az algoritmusai elvégzik a kijelölt pontokhoz való mozgását a motoroknak. Így elég lenne például előben kijelölni a következő célt a kijelzőn, és a rendszerünk célba tud állni.[6]

Ezen felül a programba bele lehet építeni a közegellenállás változásának érzékelését és a szélhőkések figyelembevételét, ezáltal a telepítési hely kevésbé lesz kötött és pontosabb lehet a rendszer szabadtéren.

Hivatkozások

- [1] Samsung's upcoming robovac chases laser pointers, <https://www.digitaltrends.com/home/samsung-vr9000h/> (2022.11.12.)
- [2] BOLT-117 (BOmb, Laser Terminal-117), <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/bolt-117.htm> (2022.11.12.)
- [3] Texas Instruments Paveway I, <http://www.designation-systems.net/dusrm/app5/paveway-1.html> (2022.11.12.)
- [4] Léptetőmotor, <https://www.norelem.hu/hu/hu/Termékek/Termékek-áttekintése/Elektromechanika/Motorok-Emelő-oszlopok/Léptetőmotorok/Léptetőmotor.html> (2022.11.15.)
- [5] Léptetőmotorm, [https://hu.rs-online.com/web/p/leptetomotorok/8928732/?relevancy-data=7365617263685F636173636164655F6F726465723D31267365617263685F696E746572666163655F6E616D653D4931384E525353746F636B4E756D626572267365617263685F6C616E67756167655F757365643D656E267365617263685F6D617463685F6D6F64653D6D61746368616C6C267365617263685F7061747465726E5F6D6174636865643D5E282828282737C5253295B205D3F293F285C647B337D5B5C2D5C735D3F5C647B332C347D5B705061415D3F29297C283235285C647B387D7C5C647B317D5C2D5C647B377D29292924267365617263685F7061747465726E5F6F726465723D31267365617263685F73745F6E6F726D616C697365643D59267365617263685F726573706F6E73655F616374696F6E3D267365617263685F747970653D52535F53544F434B5F4E554D424552267365617263685F77696C645F63617264696E675F6D6F64653D4E4F4E45267365617263685F6B6579776F72643D3839322D38373332267365617263685F6B6579776F72645F6170703D38393238373332267365617263685F636F6E6669673D3126&searchHistory=%7B"enabled"%3Atrue%7D](https://hu.rs-online.com/web/p/leptetomotorok/8928732/?relevancy-data=7365617263685F636173636164655F6F726465723D31267365617263685F696E746572666163655F6E616D653D4931384E525353746F636B4E756D626572267365617263685F6C616E67756167655F757365643D656E267365617263685F6D617463685F6D6F64653D6D61746368616C6C267365617263685F7061747465726E5F6D6174636865643D5E282828282737C5253295B205D3F293F285C647B337D5B5C2D5C735D3F5C647B332C347D5B705061415D3F29297C283235285C647B387D7C5C647B317D5C2D5C647B377D29292924267365617263685F7061747465726E5F6F726465723D31267365617263685F73745F6E6F726D616C697365643D59267365617263685F726573706F6E73655F616374696F6E3D267365617263685F747970653D52535F53544F434B5F4E554D424552267365617263685F77696C645F63617264696E675F6D6F64653D4E4F4E45267365617263685F6B6579776F72643D3839322D38373332267365617263685F6B6579776F72645F6170703D38393238373332267365617263685F636F6E6669673D3126&searchHistory=%7B) (2022.11.15.)
- [6] Lidar <https://hu.wikipedia.org/wiki/LIDAR> (2022.11.15.)
- [7] Gömblovédék http://www.olomlovedek.hu/hu/termek/308-.315_gomblovedek.html (2022.11.15.)
- [8] Lézeres távmérés <https://www.sola.at/hu-hu/termek/lezeres-tavolsagmerok-c1637> (2022.11.15.)
- [9] Phalanx CIWS https://en.wikipedia.org/wiki/Phalanx_CIWS (2022.11.15.)
- [10] Elvi terv – saját készítésű ábra
- [11] Samsung robot porszívó <https://technabob.com/blog/wp-content/uploads/2014/08/Samsung-VR9000H-robot-vacuum-cleaner-900x503.jpg>
- [12] "BOLT-117" LGB (GBU-1/B), <http://www.designation-systems.net/dusrm/app5/gbu-1.jpg>
- [13] Phalanx CIWS https://en.wikipedia.org/wiki/Phalanx_CIWS#/media/File:Phalanx_CIWS_USS_Jason_Dunham.jpg
- [14] A rugó tulajdonságai <https://www.sodemann-rugok.hu/termek/nyomrugok>
- [15] A lövedék tulajdonságai http://www.olomlovedek.hu/hu/termek/308-.315_gomblovedek.html
- [16] A ravasz felépítése – saját készítésű ábra
- [17] A szimuláció kódja Python nyelvben – saját készítésű ábra