Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gépészmérnöki kar, Mechatronikai mérnöki szak

Pókerező Robot

Hegyesi Donát Sándor

BSc első évfolyam

Témavezető: Nyírcsák Miklós

Villamosmérnök, ügyvezető igazgató,

Compair 1st Kft.

Budapest, 2014. december 22.

Tartalomjegyzék

Köszönetnyilvánítás 3

1. Bevezető 4

1.1. A robottal szemben meghatározott elvárásaim: 4

1.2. A Pókerező Robot célja: 4

2. Pókerasztal 6

3. Robotkar 7

3.1. Az első prototípus 7

4.2. Tapasztalatok 8

4.3. A második prototípus 9

4.4. Vezérlőpanel és vezérlés 10

4.5. Tapasztalatok 12

4.6. Harmadik prototípus 12

4.7. Vezérlése és tapasztalatok 15

5. A kamerarendszer és a képelemzés 17

6. Központi vezérlőegység 20

6.1. Adattároló 20

6.2. Kommunikációs portok 21

7. Grafikus felhasználói felület 23

8. Póker szabályai 24

9. Póker és a matematika 26

9.1. Outok kiszámítása 26

10. A Pókerező Robot pókerező algoritmusa 28

10.1. A fuzzy logika 29

10.2. A Pókerező Robot és a fuzzy logika 30

11. Összefoglalás 32

Irodalomjegyzék 34

Köszönetnyilvánítás

A két év alatt, amíg a Pókerező Roboton dolgoztam, sokan támogattak abban, hogy mindez megvalósuljon.

Mindenekelőtt a konzulensemnek, Nyírcsák Miklósnak szeretnék köszönetet mondani. A projekt első felében ismerkedte meg vele és a hónapok, évek folyamán kiváló mentori, baráti kapcsolat alakult ki közöttünk. Széles és mély szakmai ismereteinek köszönhetően minden témakörben tudott tanácsot adni. Időt és energiát nem kímélve segített nekem, ha kellett, akár vasárnap este is. Támogatásával a robotomat magasabb színvonalra sikerült emelnem, és a tudásomat új számítástechnikai, elektronikai ismeretekkel bővítettem.

Számos szakember munkájára is szükség volt a projekt megvalósításához. Több asztalossal, kárpitossal, forgácsolóval dolgoztam együtt, akiknek szintén hálás vagyok, hisz nem hétköznapi feladatot vállaltak magukra, és végezték azt el lelkiismeretesen.

A belső konzulensem, Budai Csaba támogatását is köszönöm, aki a dolgozatom formai és tartalmi ellenőrzését végezte.

Végül, de nem utolsó sorban a családomnak és barátaimnak szeretném megköszönni a mérhetetlen támogatásukat, akik végig mellettem álltak. Gyakran nem látszott a cél, de bíztak bennem, hitték, hogy képes vagyok megvalósítani az álmaimat és mindenben, amiben tudtak segítettek.

1. Bevezető

A Pókerező Robot gondolata két kedvelt időtöltésem ötvözéséből született. Kiskorom óta foglalkoztat a gépek, robotok működése. 14 évesen kezdtem el programozással és mikrokontrollerekkel foglalkozni. Egy évvel később megismerkedtem a Texas Hold'em nevezetű pókerjátékkal. E két szabadidős tevékenységemet ötvöztem a projektemben.

A robot építésének a gondolata pókerezés közben született. Szűk baráti társaságban elkezdtem figyelni a játék menetét, dinamikáját. Elsőként a pókerzsetonok mozgatásánál tűnt fel, hogy ezt a folyamatot lehetne automatizálni, és egy robotkarra bízni. A kártyalapok és a zsetonok felismerésére is számos ötletem támadt. A játszma későbbi szakaszában más elemek robotizálásán is elgondolkodtam. A játék végére csaknem az egész Pókerező Robot összeállt a fejemben.

1.1. A robottal szemben meghatározott elvárásaim:

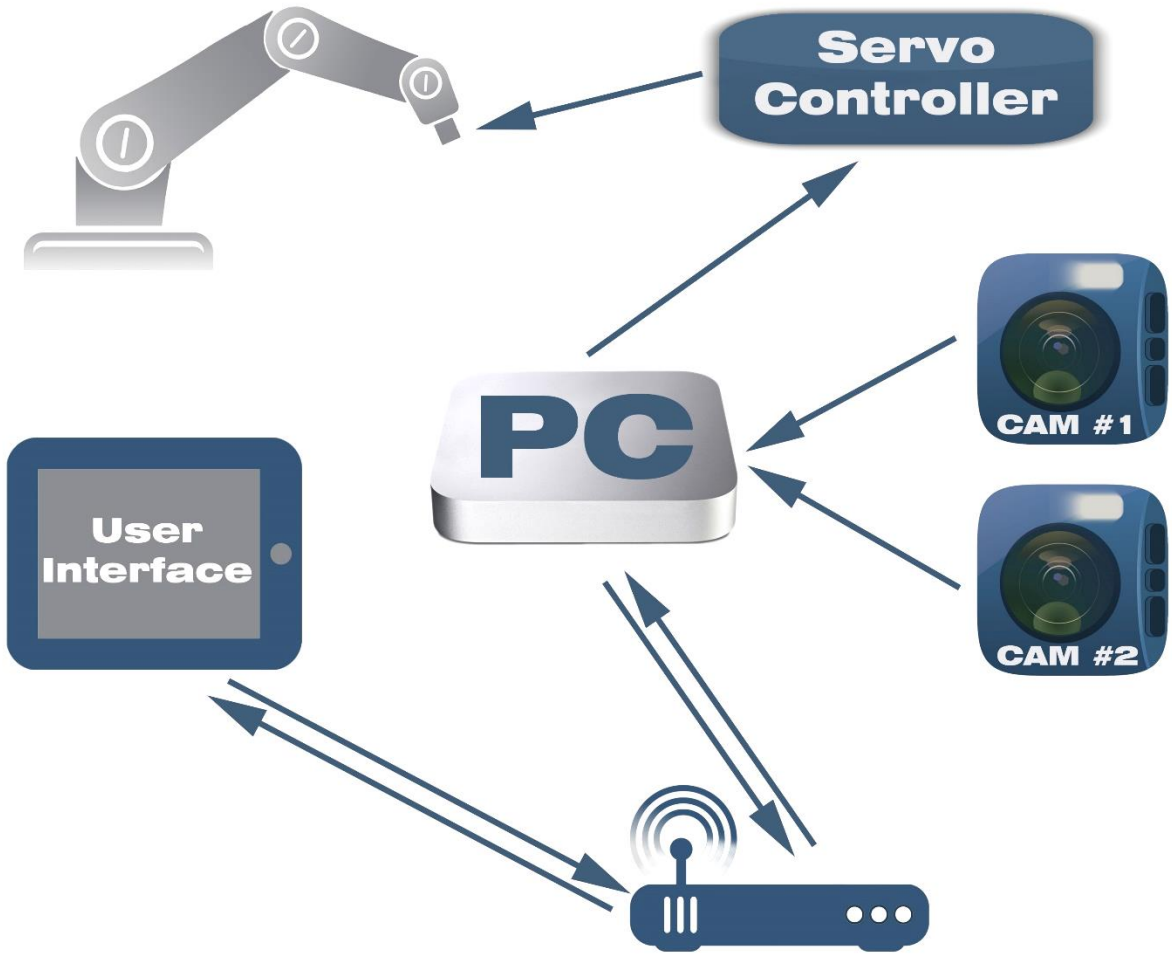
- Csak fizikai kártyalapokat és zsetonokat használjon, hogy az élő pókerjáték hangulata megmaradjon.
- Többnyire egyedi, saját megoldásokat tartalmazzon a költséghatékonyság és a szakmai fejlődésem miatt.
- Képesnek kell lennie a zsetonok mozgatására az asztalon, meghatározott helyek között.
- Ismerje fel a kártyalapokat és a zsetonokat, illetve legyen tisztában azok pontos számával és helyével.
- Tudja a Texas Hold'em pókerjáték összes szabályát és minden szituációban képes legyen döntést hozni.
- Törekedjen az ember legyőzésére, figyelje a játékát, ha szükséges változtasson a saját játékstílusán.

1.2. A Pókerező Robot célja:

- Az élő és az online pókerjáték előnyeinek az ötvözése, s ezáltal egy újfajta szórakoztató eszköz megalkotása.
- Segíteni a játékost a fejlődésben, a legjobb pókerstratégia megtalálásában.
- Szakmai kihívás számomra, amelyből remélhetőleg sokat fogok tanulni.

Az első gondolatokat követően az interneten kezdtem el keresni hasonló robotok után, későbbiekben szabadalomkutatáson is részt vettem, de egyik alkalommal sem találtam terveket, prototípusokat, találmányokat pókerező robot témakörben. Ennek tudatában még motiváltabban álltam neki a robotom megalkotásának, mondván én építhetem meg az első ilyen típusú gépet.

A központi irányítóegység szerepét egy kisméretű számítógép látja el. A zsetonok mozgatásáért egy robotkar felelős. Összesen 2 kamerát helyeztem el az eszközön a kártyalapok felismerésére. Az egyiket az asztalba szereltem, ami látja a robot lapjait. A másik kamerát pedig egy torony tetejére illesztettem, ami a felfordított közös lapokat érzékeli. A PC routeren keresztül, Wi-Fi segítségével tud kommunikálni egy táblagéppel, vagy bármilyen okostelefonnal. Ezeken az eszközökön, a játékélmény növelése érdekében egy általam fejlesztett grafikus felületen keresztül könnyedén követhetjük a játék menetét.



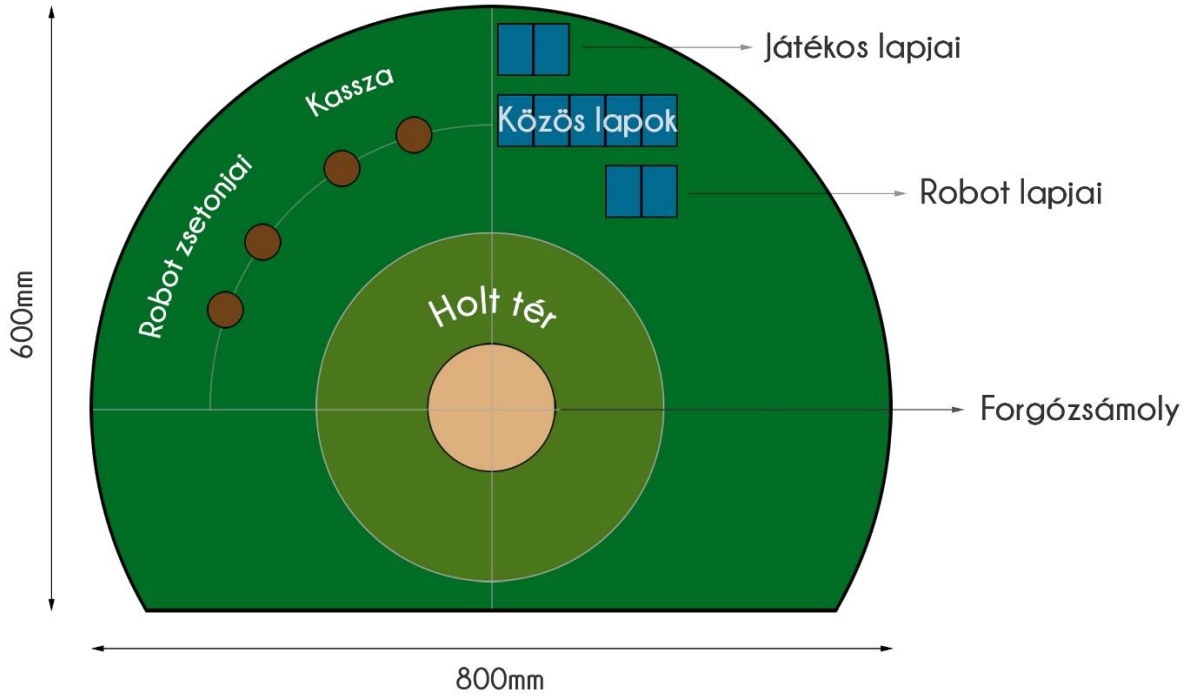
1. ábra: Szerkezeti felépítés

2. Pókerasztal

A méretek és költséghatékonyság érdekében egy az egy elleni, úgynevezett Heads Up játékra építettem a robotomat. Egy olyan asztalt kellett terveznem és legyártatnom, ami egyaránt figyelembe veszi a robot és az ember igényeit, továbbá kinézete hasonlít az eredetire.

A robotkart az asztal középső részén helyeztem el, hogy a lehető legtöbb hasznos mozgásteret biztosítsam a számára. A kar forgásából adódóan mind a pókerasztalt, mind pedig a rajta lévő zsetontartók (barna körlapok) elrendezését körívesre terveztem.

Az asztal fából készült. Az alsó és a felső lap 8 mm-es rétegelt lemezből lett kivágva, amelyeknek a távolsága 50 mm. Borításként 1 mm vastag zöld posztóval vonattam be, az oldalára pedig pácolt, hajlított falemez lett felrögzítve. A robot lapjai átlátszó műanyagon fekszenek, így alulról egy kamera könnyedén láthatja azokat. A többi lapnak is meghatározott helye van az egyszerűbb detektálás érdekében. A zsetonok 40 mm magas hengeren helyezkednek el, azon célból, hogy a robotkar kényelmesen hozzáférjen a legalsóhoz is.



2. ábra: A pókerasztal felülnézeti vázlata

3. Robotkar

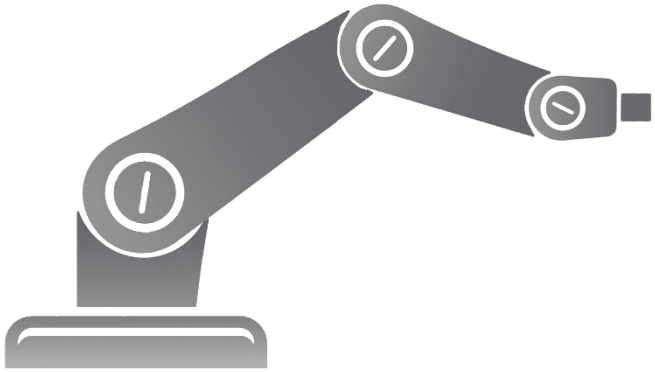
A Pókerező Robotnak képesnek kell lennie a zsetonok mozgatására, és fontos, hogy tudjon vizuális jeleket adni az ember számára. Ezekre a feladatokra egy robotkart tartok a legmegfelelőbbnek. Megvizsgáltam milyen problémákat kell megoldani a karnak és ehhez milyen paraméterek, tulajdonságok szükségesek. A következőket állapítottam meg:

- A zsetonokat asztalon kell mozgatni, különböző magasságokban (maximum 150 mm), a forgatásukra nincs szükség, ennek következtében 3 szabadsági fok elegendő.
- 400-450 mm hosszúságúnak kell lennie, hogy a pókerasztalon minden szükséges tárgyat elérjen.
- A pontatlansága nem haladhatja meg a 2 mm-t (terhelés alatt sem), hogy képes legyen minden elemet biztosan megfogni.
- A saját súlyán túl el kell bírnia a zsetonokét is, amik a kar végén helyezkednek el, ezáltal maximális forgatónyomatékot érnek el.
- A vezérlőegységének tudnia kell kommunikálni egy magasabb rendű számítógéppel.

3.1. Az első prototípus

Mindenek előtt kiszámoltam, hogy a robotkarnak maximum mekkora terhet szükséges megemelni kinyújtott állapotban. Egyszerre a robot legfeljebb 2db zsetont fog mozgatni, melynek tömege összesen 12 gramm.

Olcsón és könnyen megmunkálható anyagot kellett választanom a kar elemei számára. Ezen adatok birtokában folytattam a keresést egy megfelelő konstrukció és motor kiválasztásával.



3. ábra: Első elképzelésem a robotkar felépítéséről

A forgalomban lévő kisméretű robotkarok tanulmányozásával igyekeztem kiválasztani a legjobb felépítésű kart, ami az adott feladatra megfelelő. Három karelemből és négy csuklóból álló manipulátort terveztem. A döntésem a 3 mm vastag rétegelt lemezre esett, mivel egyszerűen, akár kézi lombfűrésszel is megmunkálható, és mindemellett a sűrűsége csak 700 kg/m^3. A motoroknál a szervomotorokra esett a választásom, mivel alacsony ár mellett nagy nyomatékot tud kifejteni a fogaskerékrendszernek köszönhetően, továbbá elegendő a motoronkénti 120°-os elfordulás. Az emelendő tömeg, a karelemek tömege és a motorok tömegének függvényében választottam a Tower Pro sg90-es analóg szervomotorokat, amelyek 9 grammos tömeggel rendelkeznek és a nyomatékuk 1,6 kg/cm. A kritikus csuklópontoknál 2db ilyen típusú motort helyeztem el. Ezáltal a motorok legterheltebb állapotban sem haladják meg az elméleti teljesítményük 70%-át. A vezérlésnél AVR Atmega 328-as mikrokontrollert használtam Arduino fejlesztőpanellel, a tápellátásért pedig egy 5V 3A-es adapter volt felelős.

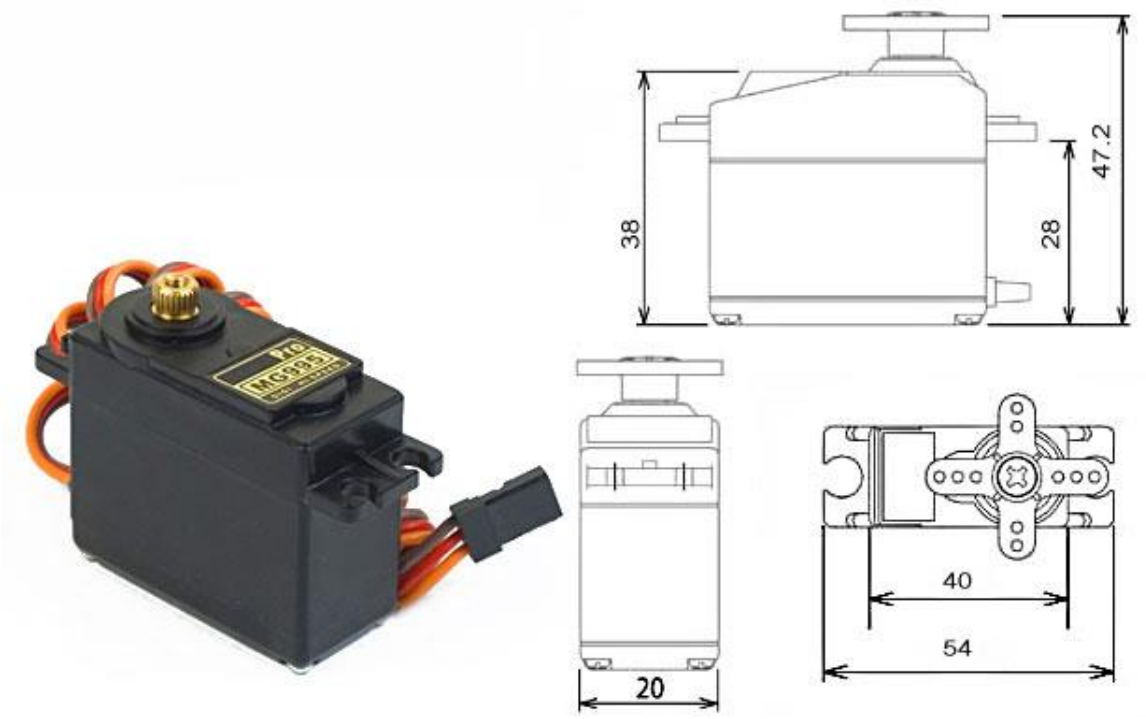
4. ábra: Tower Pro SG90-es analóg szervomotor

4.2. Tapasztalatok

A megépített első prototípusom nem az elvárásaimnak megfelelően működött. A bekapcsolást követően a kar beállt a szükséges pozícióba, majd pár másodperccel később összeesett és kezdődött a folyamat előröl. Nagyobb teljesítményű tápegység és plusz puffer kondenzátorok sem segítettek a helyzeten. A Tower Pro sg90-es szervomotorok a névleges teljesítményük 60%-át sem tudták leadni hosszútávon, ennek köszönhetően egy új robotkart kellett építenem.

4.3. A második prototípus

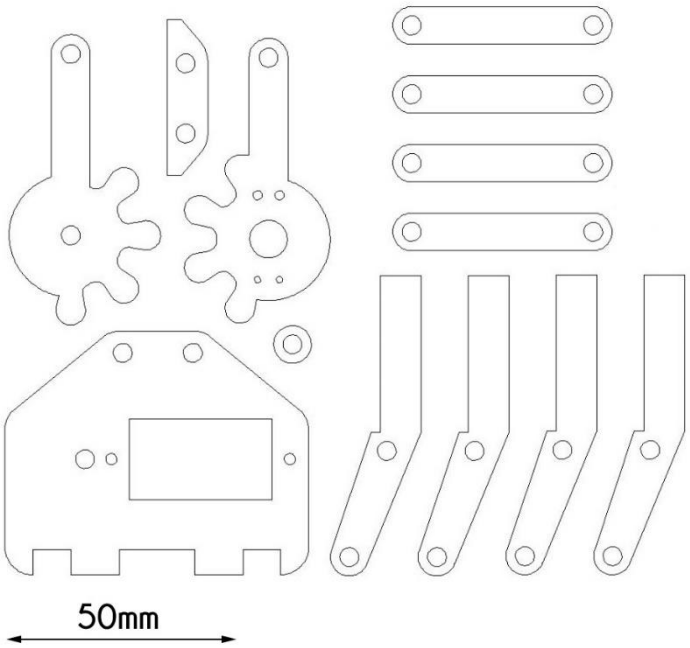
A robotkar tervezését ugyan előröl kellett kezdenem, de a korábbi verzió hibáiból tanulva alkottam meg a másodikat. Az új Tower Pro mg995 analóg szervomotor maximális terhelés mellett sem lépi túl a névleges teljesítményének a 40%-át, hiszen a nyomatéka meghaladja a 10 kg/cm-t. Ráadásul ezekben a motorokban fém fogaskerekek vannak, amelyek növelik a stabilitást. Az alsó pozícióban lévő csuklóban 2 motort helyeztem el, a többi esetben csak egyet.



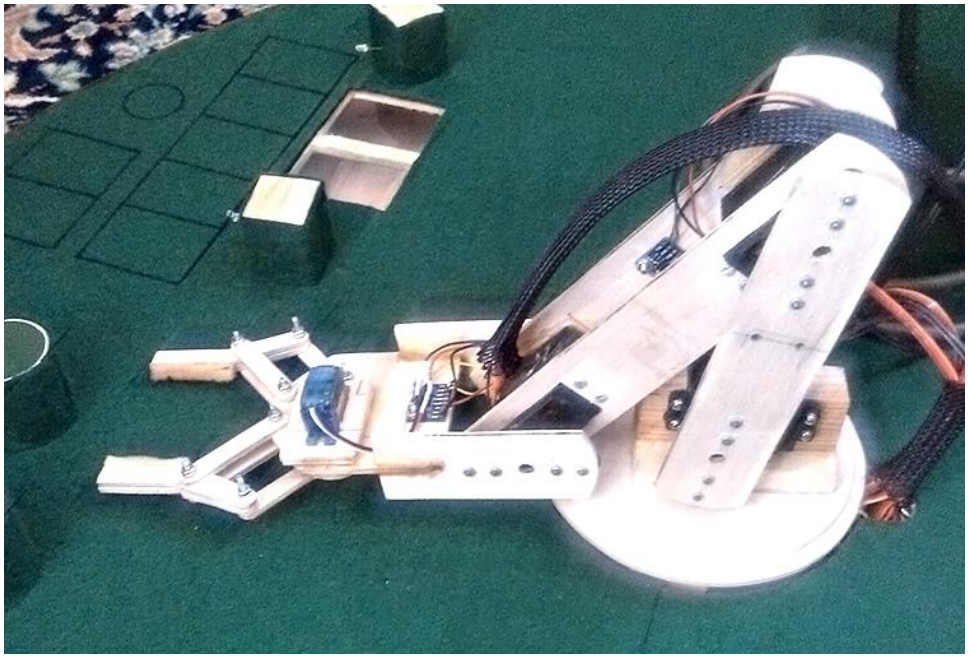
5. ábra: Tower Pro MG995 analóg szervomotor

A karelemeknél továbbra is 3 mm-es rétegelt lemezt alkalmaztam és fémcsavarokkal rögzítettem a motorokat. A rétegelt lemezek megmunkálását asztali lombfűrésszel végeztem, így az elemek pontatlansága kevesebb, mint 0,5 mm.

A piacon lévő fogó szerkezetek tanulmányozása után, építetem egy sajátot, ami alkalmas a zsetonok megfogására. Ebben a szerkezetben egy kisebb méretű SG90-es szervomotort használtam.



6. ábra: A 2. robotkar megfogó szerkezete

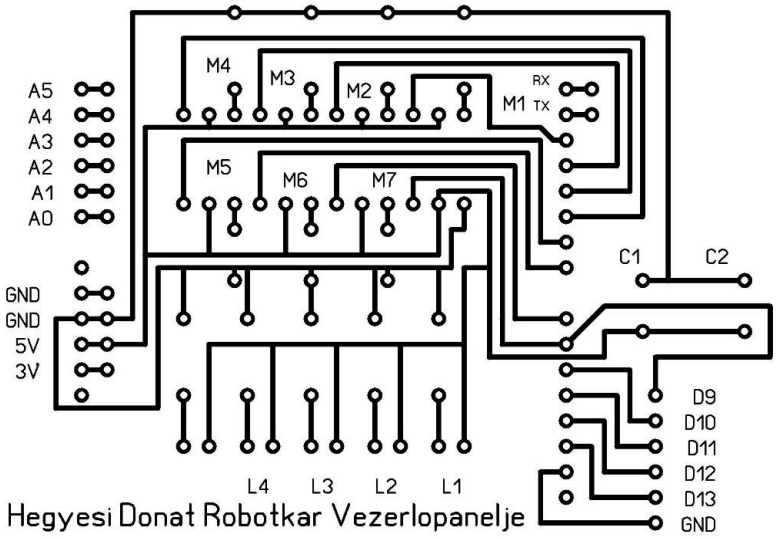


7. ábra: A robotkar második verziója

4.4. Vezérlőpanel és vezérlés

A vezérlő szerepet továbbra is egy Atmega 328-as AVR látja el Arduino fejlesztőpanellel, ehhez a fejlesztőpanelhez készítettem egy saját kiegészítő kártyát (shield-et), amelyet

kifejezetten szervok irányításához alkottam. A tápegység továbbra is 5V 3A-es. A motorok analóg szervomotorok, így PWM jellel tudom vezérelni őket 0° és 180° között.



8. ábra: A 2. robotkar Arduinoval kompatibilis vezérlőpanelje

Az Arduino C alapú programozási nyelvét használtam. Egy három dimenziós koordinátarendszer origójában vettem fel a robotkarom helyzetét. A karnak fix pontokon elhelyezett pókerzsetonokat kell mozgatnia, amelyek koordinátája adott, továbbá a robotkar karelemeinek a hossza is ismert. Ezen adatok segítségével a programom szögfüggvényeket alkalmazva tudja kiszámolni az egyes csuklók pontos szögét. Vagyis, x, y, z célkoordináták megadásával a kar képes beállni a kívánt pozícióba.

A robotkar feladata A pontból B pontba vinni a zsetonokat, amelyek négy különböző helyen lehetnek az asztalon, és egy helyen legfeljebb 10 zseton található. Az előbb említett 40 pozíció koordinátáit egy tömbben tárolom. Egy saját függvény írásával a robotkarom négy adatból egy komplex mozgássorozatra képes, amellyel A-ból B-be lehet mozgatni egy zsetont. Ez a négy adat:

1. Melyik helyről szeretném felvenni a zsetont.
2. Milyen magasságban van.
3. Melyik helyre szeretném letenni.
4. Milyen magasságba kívánom elhelyezni.

A robotkar vezérlőpanelje az előbbi négy adatot várja soros porton az irányító számítógéptől. Ez a függvény a későbbi vezérlésben nagy segítségemre lesz.

4.5. Tapasztalatok

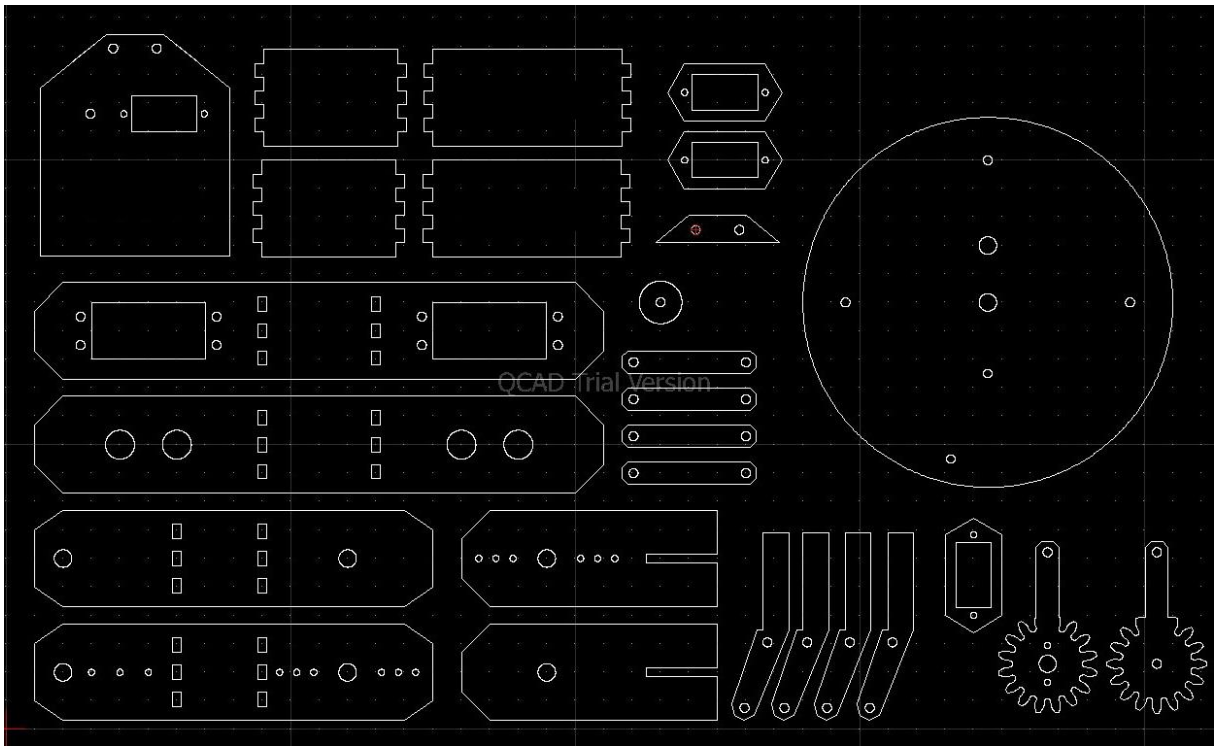
Az első prototípus nagy hibáját sikerült kiküszöbölnöm és egy stabil robotkart kaptam, amellyel a pókerező robotom elfogadható precizitással működött. A kézi megmunkálás és a szervomotorok pontatlansága miatt döntöttem úgy, hogy építek egy harmadik robotkart is.

4.6. Harmadik prototípus

Az új verziónál erősebb és pontosabb motorokat alkalmaztam, amelyek digitálisak, így 300 Hz-en képesek fogadni az adatokat, illetve a nyomatékuk 20 kg/cm-es és 40 kg/cm-es.

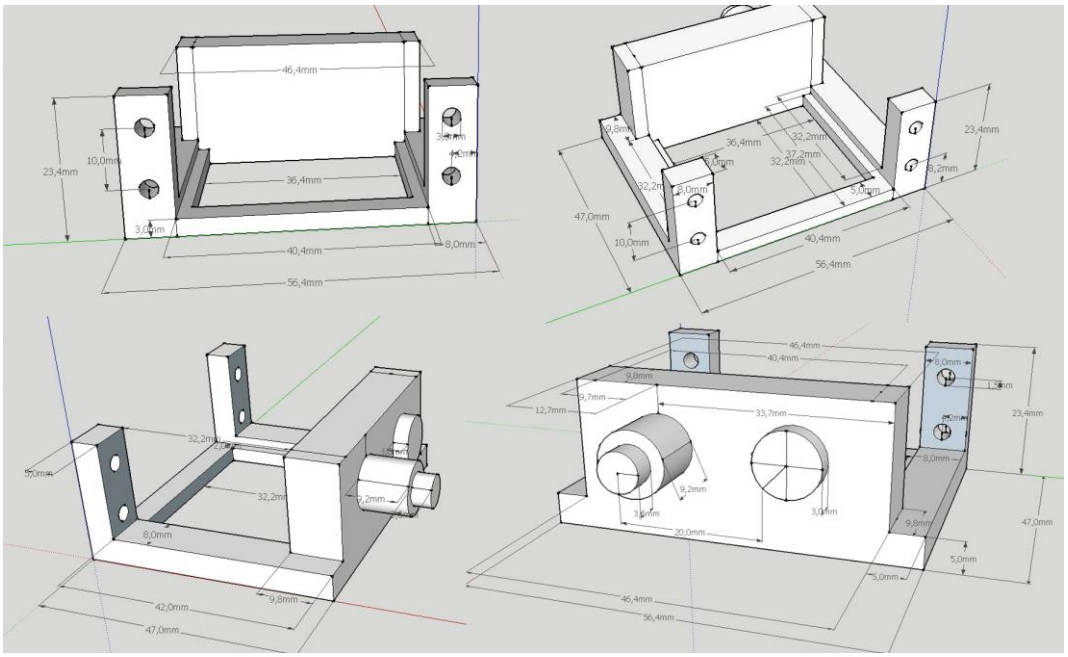
9. ábra: XQ POWER S4020

A rétegelt lemez vázszerkezetét is lecseréltem 3 mm-es plexire. Számítógépen QCAD nevezetű programban megterveztem a kar elemeit és azokat lézerszabászatnál gyártattam le a lehető legnagyobb pontosság érdekében.

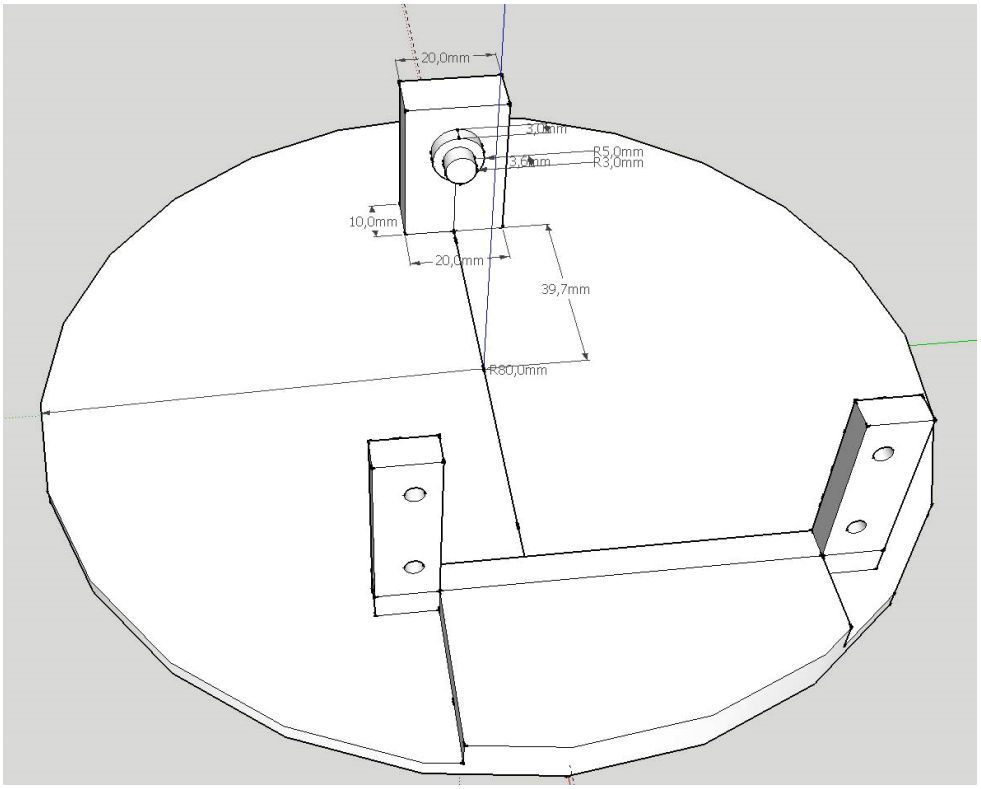


10. ábra: A 3. robotkar CAD fájlja

Továbbá egyedi, erre a célra szánt szervomotor foglalatokat terveztem, ami forgácsolással lett legyártatva. Az előző prototípusoknál a robotkar forgatásakor pontatlanságot tapasztaltam, ezért konstruáltam egy olyan forgózsámolyt, amely 2 csapággyal megakadályozza a kar billegését, mindemellett alacsony súrlódással képes elfordulni. Ezt a szerkezetet is forgácsolással gyártattam le.



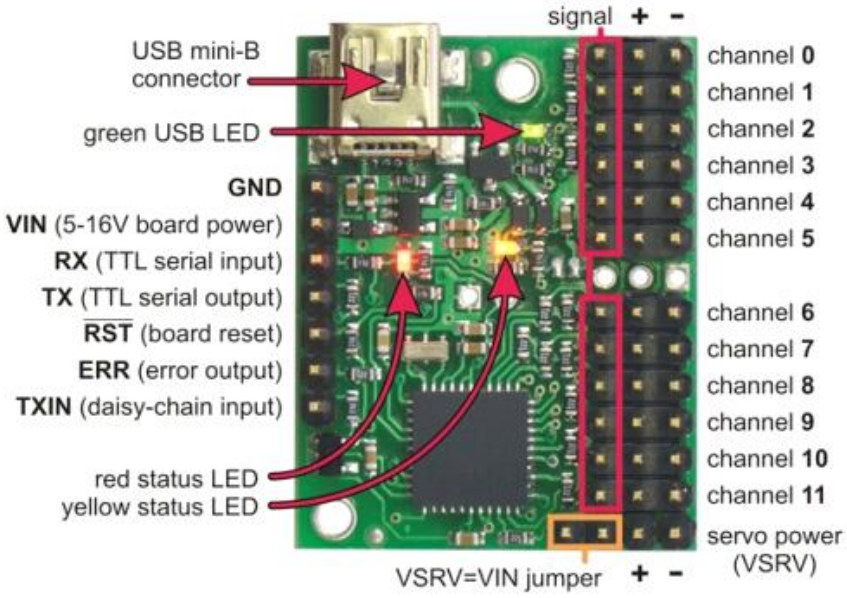
11. ábra: Egyedi szervomotor foglalat



12. ábra: Forgózsámoly felülete

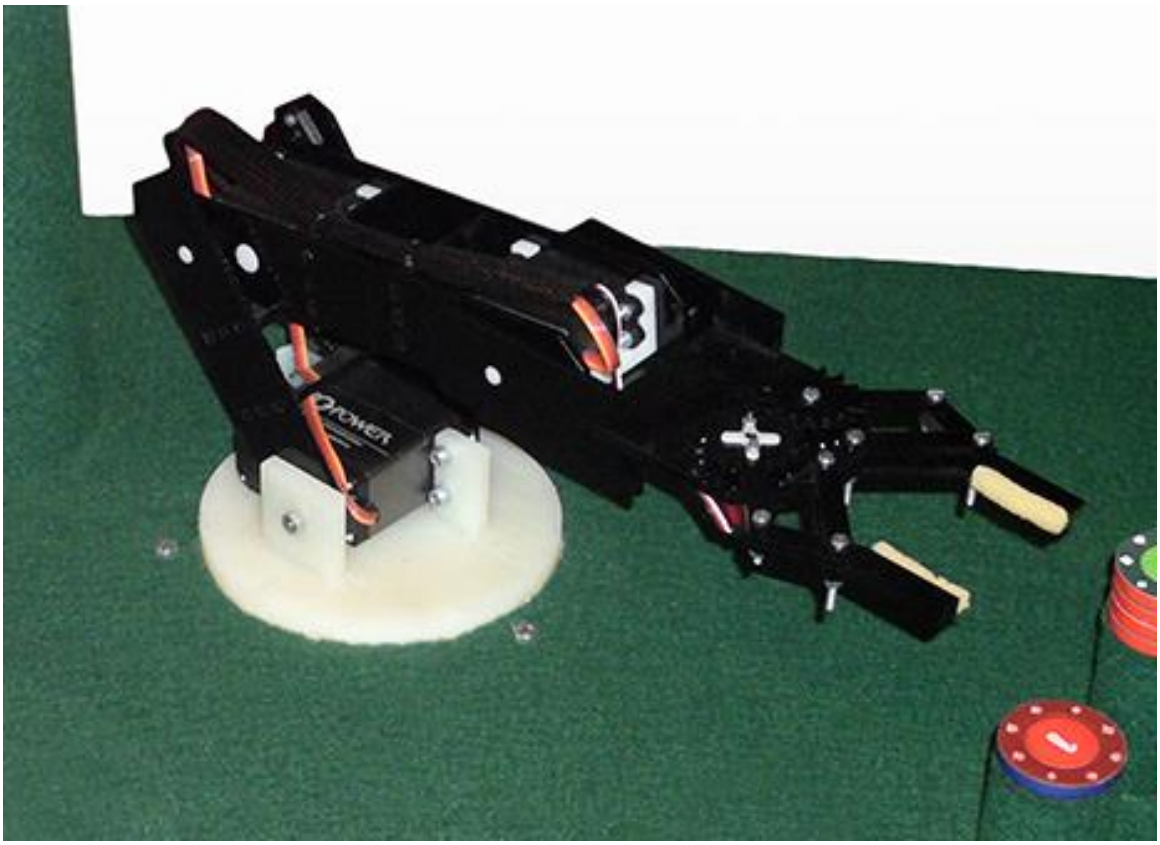
4.7. Vezérlése és tapasztalatok

Az előző verzióknál alkalmazott Arduino nem képes 300 Hz-en PWM jelet küldeni a digitális szervomotoroknak, ezért vezérlőt kellett váltanom. A választásom a Pololu egyik termékére, a Maestro 12-Channel USB Servo Controller-re esett.



13. ábra: Maestro 12-Channel USB Servo Controller

A változtatás miatt a robotkart vezérlő algoritmust áthelyeztem a Pókerező Robotot irányító számítógépre, ami USB-n kommunikál a szervo vezérlővel. Egy szervomotornak a pozícióját egy impulzusszélességgel adom meg. A vezérlőpanelnek sajátosan kell továbbítania az adatokat. Először a kívánt impulzusszélességet egy bittel el kell tolni, s ezután külön kiküldenie a high és a low bitet.



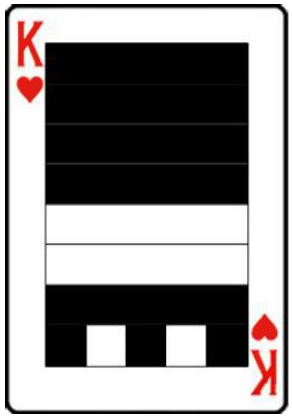
14. ábra: A robotkar harmadik verziója

A tápegységet is nagyobbra cseréltem, amely 5V-on 9A-t képes leadni. Az új prototípus finomabban és pontosabban mozog, ez kielégíti a robotkarral szemben támasztott összes követelményemet.

15. ábra: A Pókerező Robot tápegysége

5. A kamerarendszer és a képelemzés

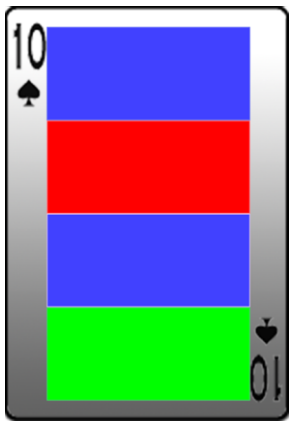
Ahhoz, hogy a Pókerező Robot tudjon egy emberrel játszani, elengedhetetlenül fontos a lapok és a zsetonok felismerése. Első gondolatom egy fekete-fehér színsáv kóddal ellátott lapok gyártása volt, amelyeket egy robotkarra szerelt fototranzisztorral olvastam volna be. Az alábbi kártyalapkódolást találtam ki:



16. ábra: Fekete fehér kódolt lap

Ezáltal az ember és robot is egyaránt képes felismerni a kártyalapokat. A felső sor mindig fekete, az alsó pedig mindig szaggatott, így lehet tudni, hogy a kódolás honnan kezdődik. A maradék 6 rubrika elegendő az 52 lap kódolására, hisz 2^6-on az 64.

Végül elvetettem ezt a gondolatot, mivel nagyban lassította volna a játékot, ami a használhatóság rovására ment volna. Helyette két színes kamerával oldottam meg ezt a problémát. Ugyan fokozottabb számítási kapacitásra van szükség, cserébe viszont kevesebb, mint egy másodperc alatt be lehet olvasni több kártyalapot is.



17. ábra: Színes kódolt lap

Ebben az esetben színes kódolást találtam a legcélravezetőbbnek, hisz így kevesebb sávra van szükség, tehát 1-1 rubrika nagyobb lehet, ami javítja a felismerési pontosságot. A lap tetejét a színátmenetből lehet következtetni. A 4 színes négyzettel maximum 3^4, azaz 81 kártyát tudnék kódolni. Csak piros, zöld és kék színeket használok, mivel a kamera szenzorjai is ezekre a színtartományokra vannak felosztva.

Az első kamerát a pókerasztalban helyeztem el, amely látja a robot saját, lefelé fordított kártyáit. A másodikat egy toronyra szereltem, ami felülről észleli a játékteret, így a látószögébe beleesnek a felfordított kártyalapok és a zsetonok is.

18. ábra: A felső kamera képe

Mind a két kamera USB-n keresztül kapcsolódik a számítógéphez. Az alsó 640*480-as felbontásút, a felső pedig 1600*1200-as színes képeket készít. A zsetonokra színsávokat helyeztem el, így az általuk alkotott tornyok magasságából lehet következtetni a zsetonok számára.

19. ábra: A zsetonokról vett kép

OpenCv függvénykönyvtárat használok a képek elemzésére. A megfelelő időpillanatokban vett képeket beépített függvénnyel elemzem. A kamera és a kártyalapok fix helyzete miatt mindig azonos területen vizsgálom a pixelek színeit, és ily módon ismeri fel egy kártyalapot a programom.

Gyakori probléma volt a fényviszonyok változása, ami nem csak a képek világosságán módosított, de legtöbb esetben a kártyalapok színein is. A probléma megoldására saját fényforrást helyeztem el a roboton, bízva abban, hogy a külső fényeket elnyomva konstans viszonyokat fogok kapni. Ez a próbálkozás kis mértékben javított a problémán, de továbbra sem tudtam garantálni a lapok biztos felismerését. Szoftveres gamma korrekcióval folytattam a próbálkozást. Ezzel is csak elhanyagolható arányban tudtam javítani a színhűséget. A végső megoldást egy saját szoftveres szűrő jelentette. Különböző megvilágítások mellett vizsgáltam a gép által látott pixelek színeit, végül az RGB skála színhatárait eltoltam a korábban tapasztalt mértékekkel. Ezzel a módszerrel sikerült végleg megoldanom a fényviszony változásokból

adódó problémákat. A robotom az esetek több mint 99%-ban helyesen ismeri fel a kártyákat és a zsetonokat.

6. Központi vezérlőegység

A Pókerező Robot vezérléséhez már elengedhetetlen nagyobb számítási kapacitás, hisz a 2 kamera képfeldolgozása megköveteli ezt. A költséghatékonyságot továbbra is szem előtt tartva első gondolatom egy ARM alapú kisméretű pc volt. Ezekhez meglehetősen olcsón lehet hozzájutni.

A konzulensem tanácsára mégis egy más platformot választottam, egy olyan mini pc-t, ami az x86-os architektúra köré épül. Ezek a rendszerek már jól ismertek, tehát, amennyiben elakadnék, szakirodalmakban, interneten könnyedén találnék megoldást a problémáimra.

A számítógép típusa: eBox 3310MX-AP. A 115×115×35 mm-es fizikai paraméterei lehetővé teszik, hogy a pókerasztalban helyezzük el, ezáltal kompaktabb és esztétikusabb lesz a robot. A pc-ben 1 GHz-es processzor, és 1 GB DDR2-es ram található.

20. ábra: eBox 3310MX-AP számítógép

6.1. Adattároló

Eredetileg SD kártyáról futtattam az operációs rendszert, viszont hamar kiderült, hogy ezzel a módszerrel nem tudok kellő számítási kapacitást biztosítani a robotom szoftverének. Emiatt CF

kártyára váltottam, aminek az írási és olvasási sebessége nagyobb. Sajnos ez sem volt elegendő. Már csak egy lehetőség maradt, ez pedig az SSD volt. Szerencsére ennek a sebessége már elegendőnek bizonyult.

6.2. Kommunikációs portok

Három darab RS232-es kommunikációs port mellett, rendelkezik három darab USB 2.0-ás porttal is. Ezáltal a robotkar vezérlővel és a kamerákkal USB-n keresztül képes kommunikálni. A computerhez UTP kábelen router lett kapcsolva, amely segítségével tud kommunikálni egy grafikus megjelenítőt tartalmazó táblagéppel. Ezen át az egész játék menetét lehet irányítani, továbbá, Wi-Fi-n keresztül a Pókerező Robot programját is egyszerűen lehet módosítani.

21. ábra: TP-LINK router

Az operációs rendszer választásánál hamar megszületett a döntés. A Linux mellett döntöttem, így optimalizáltan tud futni a robot programja számítógépen, felesleges erőforrásokat nem vesz el.

22. ábra: Pókerező Robot első prototípus

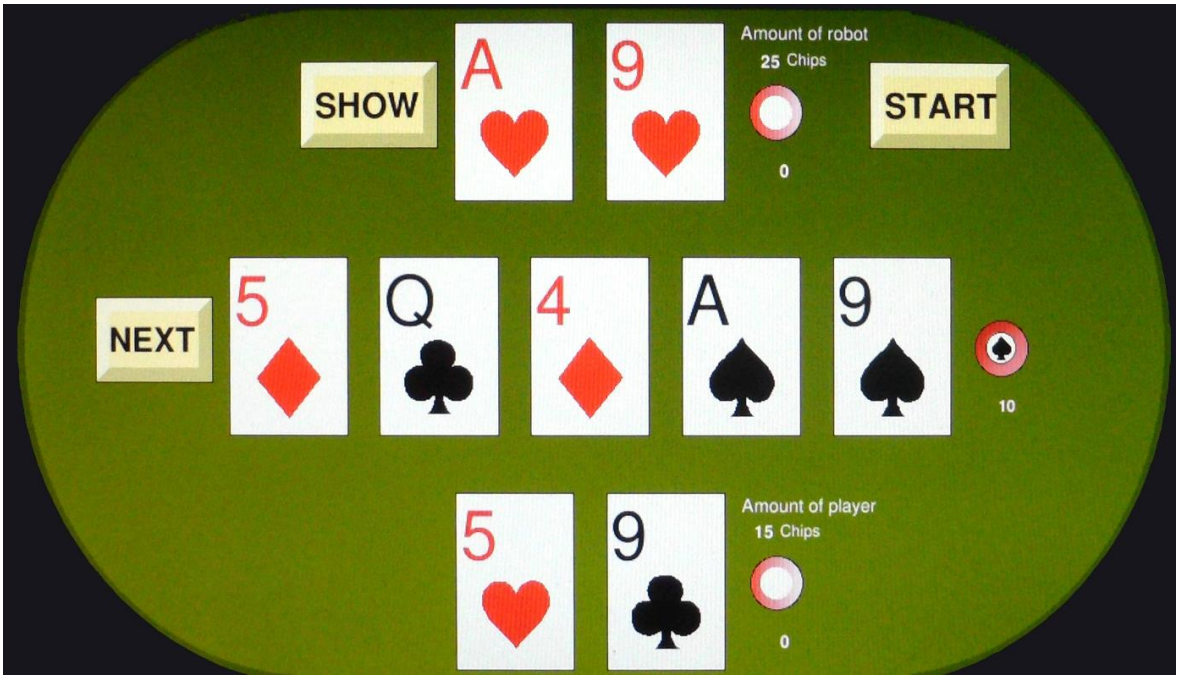
23. ábra: Pókerező Robot második prototípus

7. Grafikus felhasználói felület

A Pókerező Robotot úgy terveztem meg, hogy képes legyen bármilyen megjelenítő nélkül működni, de tapasztalataim azt mutatták, hogy néha a játékos elveszti a mérkőzés fonalát, nem tudja követni, hogy mi és történik, ami zavaró, ezért arra gondoltam: hasznos lenne egy, a játékost segítő felhasználói felület.

Első alkalommal egy 7 colos érintőkijelzős számítógépre váltottam, amire Linuxon fejlesztettem egy grafikus, interaktív felületet. Mindehhez egy célprogramot használtam a Proview-t, ami egy nyílt forráskódú folyamatirányító rendszer, melyhez grafikus felület is társul.

A felhasználó számára megjelennek a robot által felismert lapok. Ezen kívül mutatja a zsetonok számát, az emelés nagyságát és a közös kassza méretét. Nyomógombok segítségével indíthatjuk a játékot és jelezhetjük a robot felé a cselekedési szándékunkat a pókerjátszmában.



24. ábra: A grafikus felhasználói felület

A későbbiekben kiderült, az érintőkijelzős számítógép nem kezeli megfelelően a 2 kamerát, emiatt visszatértem a korábbi eBox számítógépre. A grafikus felületet pedig elérhetővé tettem más eszközökre is. Jelenleg bármilyen okoskészüléken használható a grafikus program. Egy 10

colos táblagéppel használom, amellyel könnyedén vezeték nélkül demonstrálható a robotom működése.

25. ábra: Pókerező Robot harmadik prototípusa

8. Póker szabályai

Ebben a bekezdésben a legelterjedtebb, Texas Hold'em nevű pókerjátékot szeretném bemutatni, annak érdekében, hogy könnyebben meglehessen érteni a póker mögött lévő matematikai alapokat, és a robotom döntéshozatalát.

„Póker: kártyajáték, két vagy több játékos részvételével, akik fogadásokat kötnek a kezükben tartott kártyák értékére."

OXFORD Advanced Learner's Dictionary (1993)

Mint a legtöbb kártyajátékban, itt is lényeges a szerencse, illetve az is, hogy mely eseményeknek mekkora a valószínűsége. Feltételezve, hogy végtelen mennyiségű játékot

játszunk a szerencse faktor mégis elhanyagolható, hisz mindenkinek azonos arányban lesznek pozitív, illetve negatív leosztásai. Pontosan ezért fontos a matematikailag helyes döntések meghozása ebben a játékban. Először a szabályokról és a póker menetéről ejtenék néhány szót. A játékot 52 lapos francia kártyával játszák, amely 4 színből (Treff, Pikk, Kör, Káró), s minden szín 13 figurából (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q, K, A) áll. Az Ász a játék során egyesként is szerepelhet!

Egy adott körben minden játékos kézhez kap 2 lapot, melyeket csak ő lát, majd ezután egytől egyig lehetőségük van dobniuk a kártyáikat, tartaniuk a kezdőtétet, vagy emelniük azt. Miután a megadások lezajlottak, az osztó elhelyez három felfordított lapot (FLOP) az asztalon, s ezt egy licitkör (dobás/tartás/emelés) követi. A második megadások után egy újabb kártyát tesz a korábbi három mellé (TURN), s elkezdődik a harmadik licitkör. Amikor a hívásokat megadták, az osztó végezetül lehelyezi az utolsó közös lapot is az asztalra az előző négy mellé (RIVER). Ezt követően a versenyzőknek még van egy negyedik lehetőségük a hívásra, mielőtt megmutatják egymásnak a lapjaikat, végül a legjobb „kézzel” rendelkező versenyző viszi a kasszát (döntetlen esetén osztoznak). A játékosnak a 2 saját és az 5 közös lapból kell a legmagasabb kombinációt (5 lapot) kiválasztania a mutatáshoz.

26. ábra: Kombinációs sorrend

9. Póker és a matematika

Először vizsgáljuk meg hányféleképpen vehetünk ki 5 lapot az 52 lapos pakliból, ha nem teszünk vissza egyet sem. Ehhez az ismétlés nélküli variációt kell alkalmazni: $\binom{52}{5} = \frac{52!}{5!*47!}$, azaz 2 598 960 eset lehetséges.

Nézzünk meg néhány kombinációt! Kezdjük a legerősebbel, a Royal Flössel! A kedvező esetek számát könnyedén beláthatjuk, hogy 4, hisz pontosan ennyi szín van a pakliban. Tehát a valószínűsége annak, hogy Royal Flöss legye: $\frac{4}{2598960}$ = 0,000001539.

A 9. helyen álló „Egy Pár" esetén kicsit nehezebb dolgunk van, ugyanis ki kell választanunk 1 figurát a 13-ból, amelyhez ezután 2 színt rendelünk, s így kapjuk meg az egy darab párunkat. Számolással: $\binom{13}{1}*\binom{4}{2}$ = 13*6 = 78. Következőnek a maradék 12 lapból szintén választani kell 3-at és mindegyikhez 1-1 színt is kell rendelni, azonban itt a színek megválasztásának a sorrendje is számít. Tehát a kalkulálás menete: $\binom{12}{3}*4^3$ = 220*64 = 14080. Végezetül a két számítást össze kell szorozni: 14080*78 = 1 098 240. Vagyis annak az esélye, hogy legyen egy párunk: $\frac{1098240}{2598960}$ = 0,4226.

Hasonlóképpen a többi kombináció is kiszámolható. Ezek eredményei:

1. Royal Flöss: 0,0000015
2. Színsor: 0,000014
3. Poker: 0,00024
4. Full House: 0,0014
5. Flöss: 0,0020
6. Sor: 0,0039
7. Drill: 0,0211
8. Két Pár: 0,0475
9. Egy Pár: 0,4226

9.1. Outok kiszámítása

Outoknak azokat a kártyákat nevezzük, amelyekkel véleményünk szerint nyerő lapunk lesz. Az outokkal való számítás egyfajta becslés. Az esélyünk kikalkulálásához az „out" és „nem out" lapok egymáshoz viszonyított arányát kell meghatároznunk.

A „nem out” kártyák számát úgy kaphatjuk meg, hogy az összes ismeretlen lapok számából kivonjuk a gondolt outjaink számát. Amennyiben turn-ön járunk (4 közös lap már leosztásra került), azaz csak egy „utca” (egy lap és még egy licitkör) van hátra, egyszerű dolgunk van: az 52 lapos pakliból 6 lapot ismerünk (4-et asztalról, 2-t a kezünkből), 46-ot nem. Ekkor a nyerési esély (odds) = $\frac{outok\ száma}{46-outok\ száma}$. Tekintsünk egy példát: színhúzóval (1 lap kell ahhoz, hogy Flöss-ünk legyen) az outjaink száma 9, mert 13 színkártyából 2 a kezünkben van, 2 pedig az asztalon. Turn-ön a nyerési odds-unk így 9 : (46 - 9) = 1 : 4,1 lesz. Míg ez egy arányszám, addig ugyanez százalékosan számítva: $\frac{9}{46}$ = 20,45%.

Amennyiben nem a turn-nél, hanem még flop-on járunk (még csak három közös lap van lent), akkor bonyolultabb a helyzet (hiszen 2 kártya jön még az asztalra). A fenti eljárással (az ismeretlen kártyák száma 47-re módosul), csak azt az esélyt tudjuk megbecsülni, amivel turn-re javulunk. A turn - river együttes becslése nehezebb. Annak az esélye, hogy a két utca egyikén megjön valamelyik outunk, a következővel lesz egyenlő: a 100%-ból ki kell vonni annak az esélyét, amikor egyik utcán sem javulunk. Képlettel leírva: P (valamelyik utcán javulunk) = 1 – $\frac{47-outok\ száma}{47} * \frac{46-outok\ száma}{46}$. Előző példát tekintve: 1 - $\frac{38}{47} * \frac{37}{46}$ = 1 - 0,65 = 35% lesz az esélye annak, hogy egy floppolt kilenc élő outos színhúzóval river-ig valahol Flöss-re javulunk.

OUTOK	ESÉLY FLOPRÓL TURNRE	ESÉLY FLOPRÓL RIVERRE	PÉLDA
1	45:1	22:1	Kisebb szett vs. nagyobb szett
2	22:1	11:1	Kisebb pár vs. nagyobb pár
3	15:1	7:1	Egy fölélap
4	**11:1**	**5:1**	**Lyuksor**
5	8:1	4:1	Közepes pár vs. nagyobb pár
6	7:1	3:1	Két fölélap
7	6:1	2,5:1	Lyuksor plusz fölélap
8	**5:1**	**2:1**	**Kétirányból nyitott sorhúzó**
9	**4:1**	**2:1**	**Színhúzó**
10	4:1	1,6:1	Lyuksor plusz két fölélap
11	3:1	1,4:1	–
12	3:1	1,2:1	Lyuksor plusz színhúzó
13	2,5:1	1,1:1	–
14	2,4:1	1:1	Sorhúzó plusz két fölélap
15	**2:1**	**1:1**	**Színhúzó plusz két fölélap**

27. ábra: Outok függvényében a javulási esély

Annak érdekében, hogy eldönthessük, dobunk vagy folytatjuk-e a játékot, ki kell számolnunk az oddsokat a fentiek szerint (Esély flopról turnre) és össze kell őket hasonlítani a pot oddsal. A pot odds a kassza mérete és a megadandó tét aránya. A kassza mérete a zsetonok összegét jelenti, amelyek már bent vannak a potban, valamint az adott licitkörben berakott tételeket. Ha a pot odds magasabb, mint a nyerési esély, meg kell adnunk a tétet, (vagy kivételes esetekben emelhetünk is). Ha a pot odds alacsonyabb a saját nyerési esélyünknél, el kell dobnunk a lapunkat.

- ***1. példa:***

A legjobb színhúzónk van (kilenc out) a flopon (3 közös lap van az asztalon), a pot (kassza) mérete pedig 400. Ellenfelünk 100-at hív. Ezzel 500 van a kasszában (400 + 100) és 100-at kell megadni. A pot odds így 5:1. A fenti táblázat alapján a nyerési esély 4:1, ezért meg kell adnunk.

- ***2. példa:***

Lyuksorunk van (négy out) a flopon, és 250 van a potban. Ellenfelünk 50-el nyit, így már 300 van a kasszában (250 + az ellenfelünk 50-es nyitása) és 50-et kell megadnunk. A pot odds 300 az 50-hez, vagyis 6:1. Ennek megfelelően a táblázat szerint a leosztás megnyerésének az esélye 10:1, így nincs meg a megfelelő pot odds és el kell dobnunk a lapunkat.

10. A Pókerező Robot pókerező algoritmusa

Az előző részben leírt póker szabályokkal és számításokkal képesek vagyunk matematikailag helyes módon játszani. Ezen ismeretek alkalmazásával nyereségesebbek lehetünk a többi versenyzőnél.

A saját játékom során is erre törekszem, s ebből adódóan jött a gondolat, hogy ezt leprogramozzam, és a robot döntéshozó algoritmusaként használjam. Közel egy évig alkalmaztam ezt a robotomban, viszont feltűnt, hogy én mégis többször nyerek, mint ő. Nem értettem, mi lehet ennek az oka.

Ez idő alatt természetesen az én játékstílusom is fejlődött és változott, s egyre több időt fordítottam az ellenfeleim megfigyelésére. A közhiedelemmel ellentétben az ember arca nem árul el annyi információt, mint a szokásai. Valaki gyakran száll játékba, míg mások sokkal

ritkábban. Néhány ember, ha jó lapja van, akkor sokat emel és van, aki szinte egyáltalán nem emel.

A játékosok megfigyelésére számos statisztikai mutató létezik, ezek közül a legfontosabbakat tárom fel, amelyek közül később többet beépítettem a robotomba.

- Az első a VPIP (Voluntarily Put Money into Pot) megmutatja, milyen gyakran tesz a játékos tétet önkéntesen a kasszába.
- A PFR (Pre Flop Raise) megadja, milyen sűrűn emel a versenyző az első licitkörben.
- A 3Bet információt ad a visszaemelések gyakoriságáról.
- CBet (Continuation BET), folytatólagos hívás, ha már egyszer emelt a játékos, megmutatja milyen valószínűséggel fog ismét emelni.
- Fold to Bet, azaz milyen gyakran dob az ellenfél, ha emeltek előtte.

Ezekkel, és az ehhez hasonló mutatókkal jól kiismerhető az ellenfelünk, tudni fogjuk, hogyan módosítsuk a sztenderd játékunkat ellene. Mindehhez természetesen sok leosztásnyi információra van szükségünk, viszont a robot ezeket könnyedén képes tárolni.

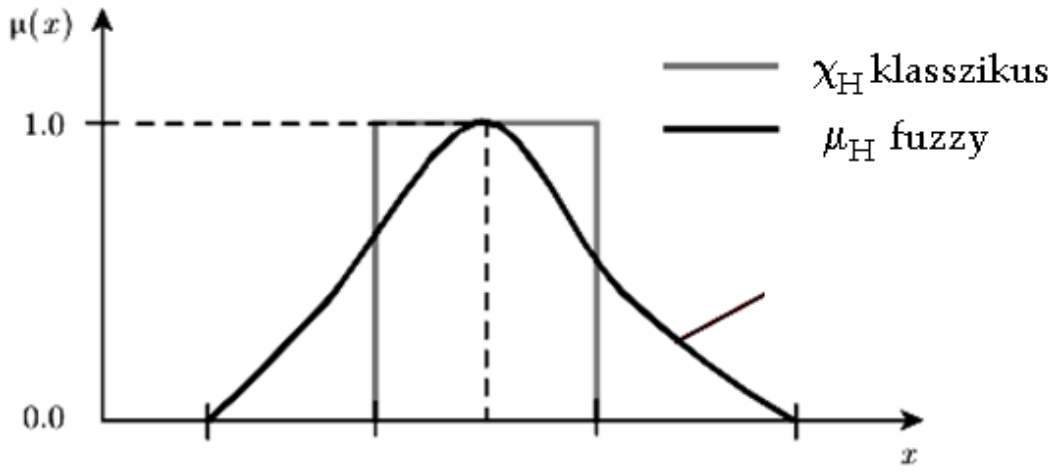
Tehát egy játékos e statisztikai adatok birtokában „érzés” szerint módosítja a saját stratégiáját, viszont felmerül a kérdés: mindezt hogyan tehetné meg egy robot? A választásom a fuzzy logikára esett.

10.1. A fuzzy logika

A fuzzy logika az elmosott halmazok logikája. A fuzzy logika alkalmazásai megtalálhatók az automatizálási módszerekben, az üzemgazdaságban, az orvosi technikában, a szórakoztató elektronikában, az autóiparban stb. A fuzzy logika gyakran akkor hasznos, ha egy bizonyos probléma matematikai leírása nem áll rendelkezésre, ill. nem, vagy csak túlzott ráfordítással lenne elkészíthető, azonban a hétköznapi verbális, szöveges megfogalmazás adott. Ilyen esetekben a folyó nyelven, tehát normális emberi beszédben szerkesztett mondatokból és szabályokból a fuzzy logika segítségével egy olyan matematikai leírás nyerhető, amely aztán számítógépeken is alkalmazható.

Egy tipikus felhasználása a mosógépek oly módon történő programozása, hogy a gép a tisztítandó textíliák szennyezettségének függvényében adagolja a mosószert. A gondolatmenet kiindulópontja, hogy a ruhák szennyességi foka nem egyértelműen meghatározható. Például

nem létezik egy 55%-os szennyezettségi fok definíció. Mivel azonban a mosószer mennyisége világosan meghatározandó, ezért egy olyan logikára van szükség, amely pontatlan, életlen fogalmakkal, mint "enyhén szennyes" vagy "erősen koszolódott" is bánni tud. A fuzzy logika, illetve a fuzzy logika alapján felállított szabályrendszer, a szennyeződési fokot dokumentáló verbális kifejezéseket egy konkrétan definiált tisztítószer mennyiségre fordítja. Például a kifejezés "kissé szennyezett" 23 gramm tisztítószert, míg "erősen koszolódott" 65 grammnyit eredményez. A legfontosabb megállapítás, hogy e logika mögött nem található egy egyértelmű matematikai függvény, a nevezett mennyiségeket megfigyelésekből, tapasztalati értékekből, empirikus vizsgálatokból kell nyerni.



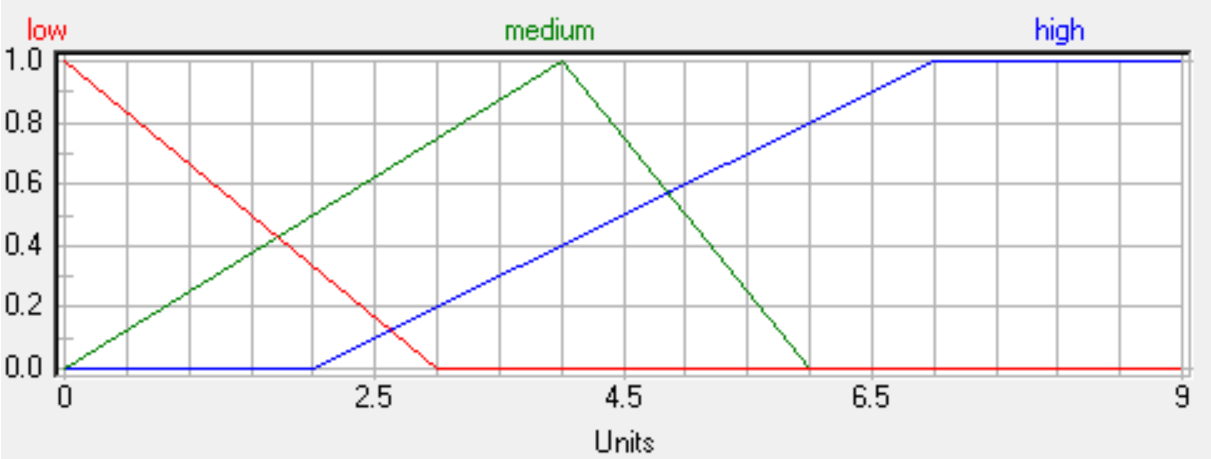
28. ábra: A fuzzy halmaz a hagyományossal szemben

10.2. A Pókerező Robot és a fuzzy logika

A robotom döntésénél több bemenő változó értékeinek függvényében kell más és más döntést hoznia, emelési struktúrát alkalmaznia. Jelen esetben a bemenő adatok: A robot lapjai (erőssége), a kassza mérete, a közös lapok, a robot/ játékos zsetonjainak a száma és az ellenfél játékstílusa. Mindezeket a döntéshozatalnál különböző súlyozással kell számításba venni. Mivel ilyen bonyolult, sokváltozós rendszernél szinte lehetetlen felállítani egy matematikai modellt, ezért választottam a fuzzy logikát.

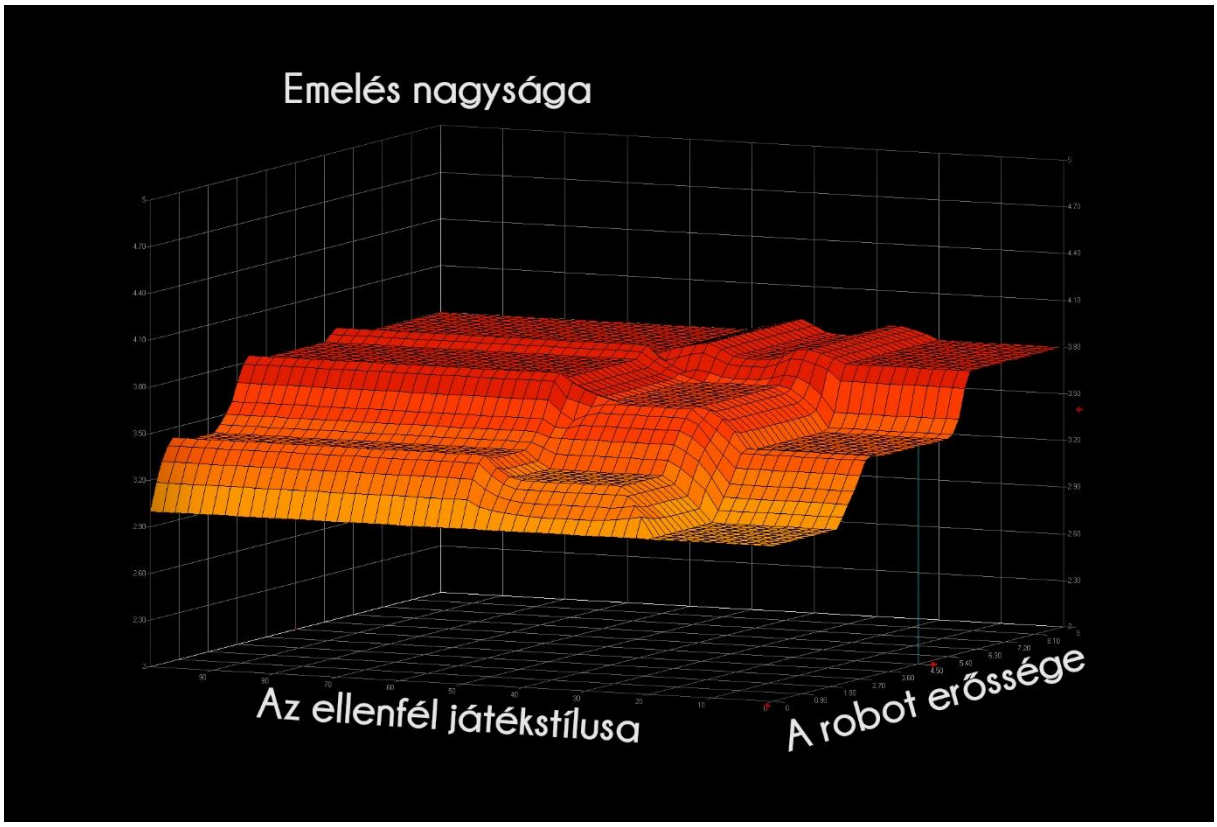
Első lépésként fuzzyfikálnom kellett a bemenő változókat. Ez azt jelenteti, hogy fel kel kellett venne úgynevezett tagsági függvényeket, amelyeket empirikus úton határoztam meg. Így a hagyományos változó helyett, nyelvi változókkal dolgozhat tovább az algoritmus. A bemenő

adatokhoz hasonlóan szintén felvettem egy kimeneti tagsági függvényt is. Itt szeretném megjegyezni, hogy a fejlesztés ezen szakaszában alkalmam volt találkozni Korokani András profi pókerjátékossal, aki kipróbálta a robotomat és tanácsaival segített kialakítani egy erős stratégiát.



29. ábra: A robot "kezében" lévő lapok erősségének tagsági függvénye

Az összes bemenő adat fuzzyfikálását követően egy igazságtáblát vettem fel, ahol szintén tapasztalat alapján súlyoztam az egyes bemeneti változókat. Ezen halad végig a programom, minden döntéshozatalnál. Megnézi mely kimenetek „tüzelnek. Ezt követően jön a defuzzyfikálás, melynek során a kimeneti nyelvi változóból hagyományos változó lesz, amely tartalmazza például az emelés nagyságát.



30. ábra: Emelés nagysága 2 változó értékeinek függvényében

A fenti képen láthatjuk mennyi különböző emelés lehetséges, mindössze 2 változó függvényében. A robotom 5 bemenő adatból határozza meg a kimenetet. Ilyen helyzetekben látszanak a fuzzy logika előnyei.

11. Összefoglalás

Nehéz összegeznem 2 év munkáját, és értékelni a saját teljesítményemet. Kétség sem fér hozzá, hogy ez idő alatt rengeteget fejlődtem mind szakmailag, mind pedig emberileg. A Pókerező Robot a személyiségem és a mindennapjaim részévé vált, e projekt nélkül most teljesen más lenne az életem. Rengeteg emberrel találkoztam ennek folyamán, így jelentős kapcsolati tőkére tehettem szert, ami már több esetben is hasznosnak bizonyult.

A kezdeti elképeléseimet, miszerint szeretnék egy olyan robotot építeni, amely képes teljes értékű versenyzőként részt venni egy pókerjátszmában, teljesítettem. Sőt, rengeteg plusz funkcióval bővítettem a rendszert, amely időközben jutott eszembe. Gondolok itt például a grafikus felületre, amelyet táblagépen keresztül érhetünk el, vagy az összetett fuzzy logikával

támogatott döntéshozatalra. Ezekkel, úgy vélem, emeltem a projektem színvonalát és bővítettem a tudásomat. Megismerkedtem a Linux operációsrendszerrel, a kamerás képfeldolgozással, a 3 dimenziós térleképezéssel, a fuzzy logikával, a lézerszabászattal, a forgácsolással és az asztalos megmunkálással is.

Ezen projekt nélkül most rengeteg élménnyel, tapasztalattal, és tudással lennék szegényebb.

31. ábra: Végleges állapotban a Pókerező Robot

Irodalomjegyzék

Gary Bradski & Adrian Kaebler: Learning OpenCV Computer Vision With the OpenCV Library. ISBN 978-0-596-51613-0. United States of America. 2008.

Robert Laganière: OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook. ISBN 978-1-849513-24-1. United Kingdom. 2011.

Kóczy Á. László: A Neumann-féle játékelmélet. In: Közgazdasági Szemle. LIII. évf. 2006. január (31–45. o.)

John von Neumann & Oskar Morgenstern: Theory of Games and Economic Behavior. United States of America. 1955.

Timothy J. Ross: Fuzzy Logic with Engineering Applications. ISBN 0-470-86075-8. United States of America. 2004.

Simon Béláné dr. Balogh Ágnes: Lágy Számítástechnikai Módszerek Alkalmazásának Lehetősége a FUZZYTECH5.5 Szoftverrel. Informatika a Felsőoktatásban '99 . Debrecen. 1999.

Phil Gordon & Jonathan Grotenstein: A póker kis fekete könyve. Fordítás: Oravecz Ferenc. ISBN 978-963-88037-4-0. Budapest. 2008.

Phil Gordon & Jonathan Grotenstein: A póker kis kék könyve. Fordítás: Oravecz Ferenc. ISBN 978-963-88037-6-4. Budapest. 2008.