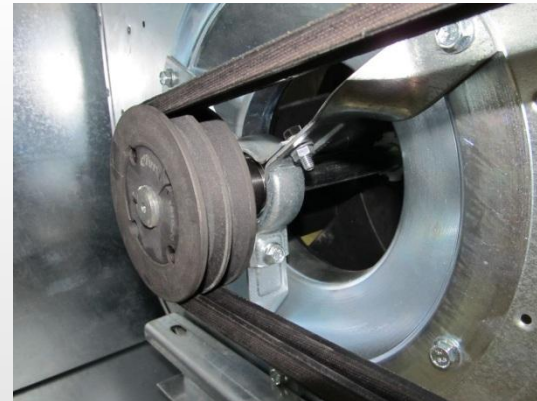


Hibadetektáló rendszer légtechnikai berendezések számára

Tudományos Diákköri Konferencia

A feladatunk

- Légtechnikai berendezések
 - Monitorozás
 - Hibadetektálás
 - Újrataníthatóság



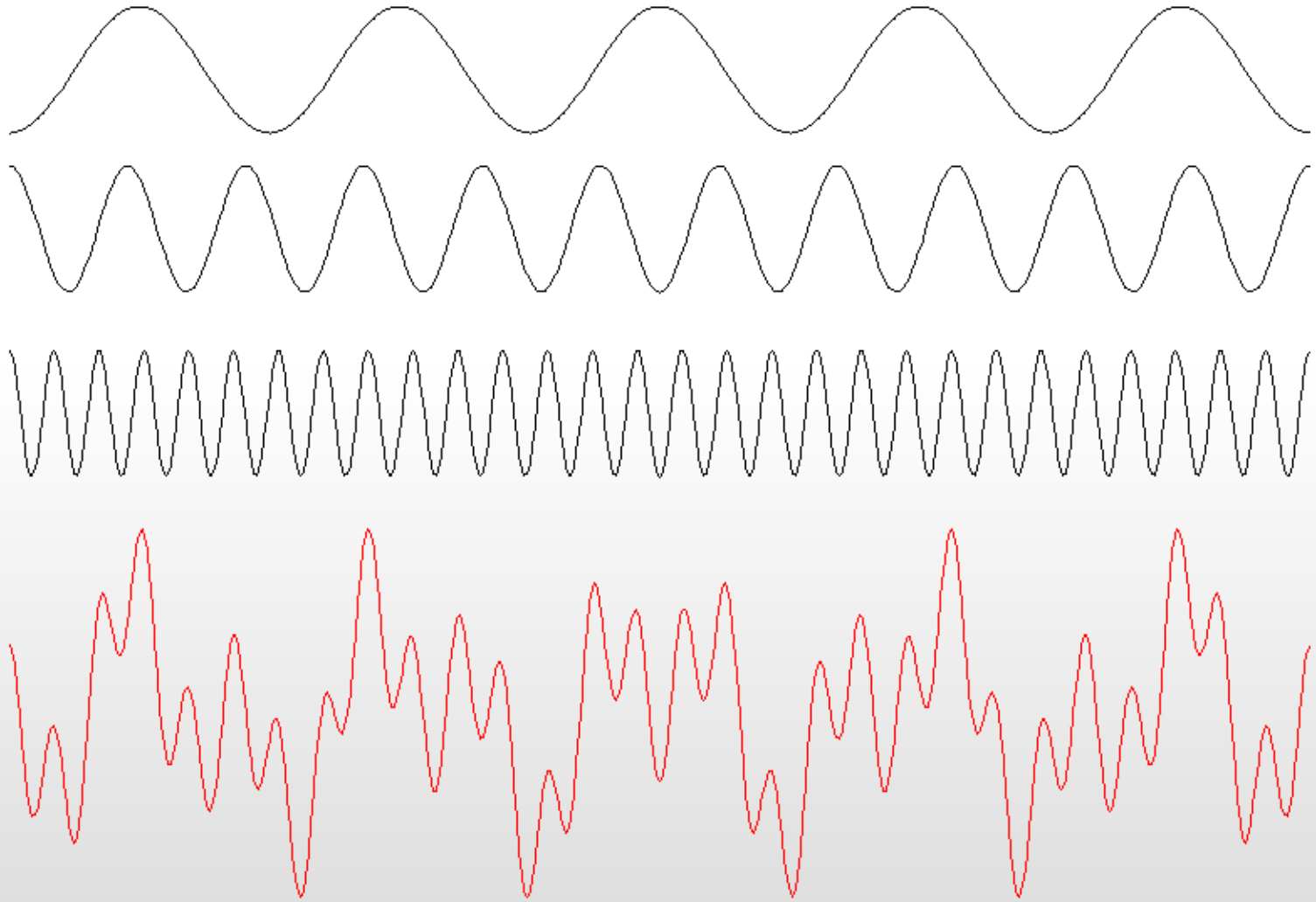
A megvalósítás

- Mozgásérzékelő szenzorok
 - Forgástengelyek közelében
- Fourier-transzformáció
 - Jól jellemzi az ilyen típusú mozgás változásait
 - Referencia \leftrightarrow hibás működés
- Neurális hálózatok

Fourier-transzformáció

- Egy módszer, hogy egy jelet feldaraboljunk az alkotó frekvenciáira.
- Alkalmazása
 - WiFi, Tömörítés, Differenciálegyenletek
- Variációi
 - Fourier-transzformáció
 - Fourier-sor
 - Diszkrét Fourier-transzformáció (DFT)
 - Gyors Fourier-transzformáció

Fourier-transzformáció

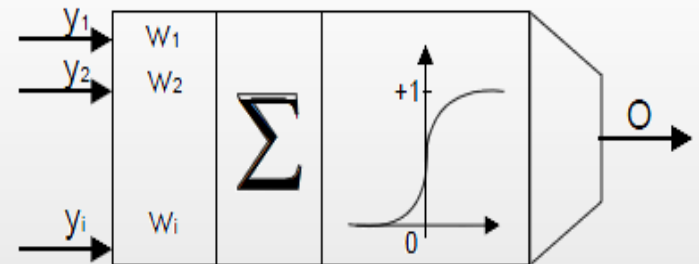


Neurális hálózatok

- Eredetük
 - Biológiai rendszerek
- Hatékonyak
 - Felismerési- és optimalizálási feladatoknál
- Nincs szükség sem a rendszer matematikai modelljének, sem a paramétereinek ismeretére!

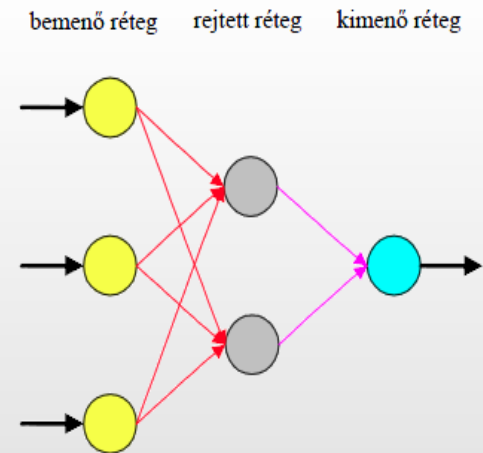
Neurális hálózatok

- Tanulási algoritmussal rendelkeznek
 - A bementi és a kimeneti megkívánt minták alapján a hálózat paramétereit módosítja a kívánt leképezés megvalósítása érdekében.
- Műveleti eleme a neuron
 - Több bemenet
 - Egy kimenet
 - Nemlineárisan viselkedik



Neurális hálózatok

- Egyirányú jelterjedés
 - Egy kimenet több bemenettel összeköthető
 - A kimenetek egymással nem köthetők össze
- A neuronokat rétegekbe szervezzük
 - Bemeneti réteg (input layer)
 - Rejtett réteg (hidden layer)
 - Kimeneti réteg (output layer)



Szenzorok a légtechnika ékszíjas részén

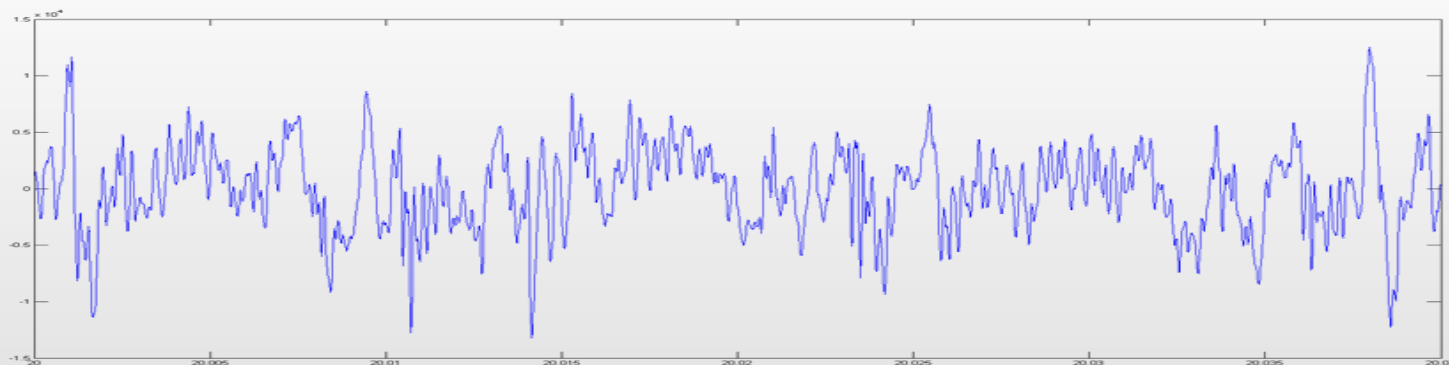
Sorszám	Pozíció
1	a ventilátor nem meghajtott oldalán a tengellyel párhuzamosan
2	a ventilátor nem meghajtott oldalán vízszintesen
3	a ventilátor nem meghajtott oldalán függőlegesen
4	a motor nem hajtó oldalán vízszintesen
5	a motor nem hajtó oldalán a tengellyel párhuzamosan
6	a motor nem hajtó oldalán függőlegesen
7	a motor hajtó oldalán függőlegesen
8	a motor hajtó oldalán vízszintesen
9	a ventilátor meghajtott oldalán vízszintesen
10	a ventilátor meghajtott oldalán függőlegesen

Felmért hibák a légtechnika ékszíjas részén

Sorszám	Hiba neve	Mérések száma
1	a befúvó ventilátor ékszíja laza	1
2	a befúvó ventilátor ékszíz fellazulási hiba	2
3	a befúvó ventilátor ékszíz szakadása, 1 szíjon	1
4	a befúvó ventilátor ékszíz szakadása, 2 szíjon	1
5	a befúvó ventilátor hajtása rögzítése fellazulása	1
6	a befúvó ventilátor talapzata fellazulási hibája	2
7	a befúvó ventilátor kiegyensúlyozási hibája	3
8	a befúvó ventilátornál félig zárva van a zsalu	1
9	a befúvó ventilátornál a zsalu teljesen zárva	1
10	a befúvó ventilátor légáramlási hiba, a külső rács, vagy a kalorifer eltömődött	2
11	a befúvó ventilátor légáramlási hiba, a szerkezeti elem lelazult	1
12	a befúvó ventilátor légáramlási hiba, a zsalu nem nyit ki	2
13	a befúvó ventilátor motorjának csapágy hibája	2
R	(referencia)	(4)

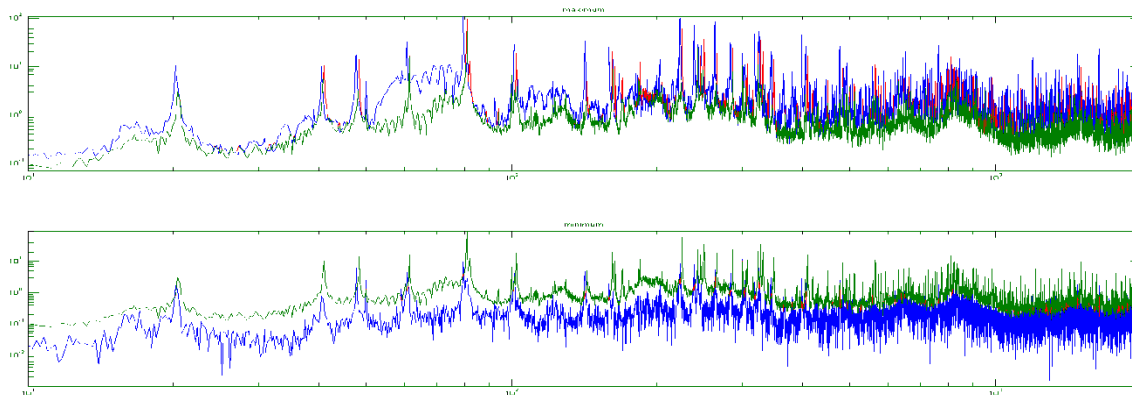
Eddigi méréseink

- Helyesen működő gép adatsorai
 - 4 század másodperces intervallum
 - 50Hz-en működő gép
 - Látható pl. a motor frekvenciája



Eddigi méréseink

- FFT adatsorok
 - Csúcsok
 - Pl. a motor frekvenciája
 - Hibás működés esetén a csúcsok helyzete, illetve az általuk jelzett energia nagysága fog megváltozni.

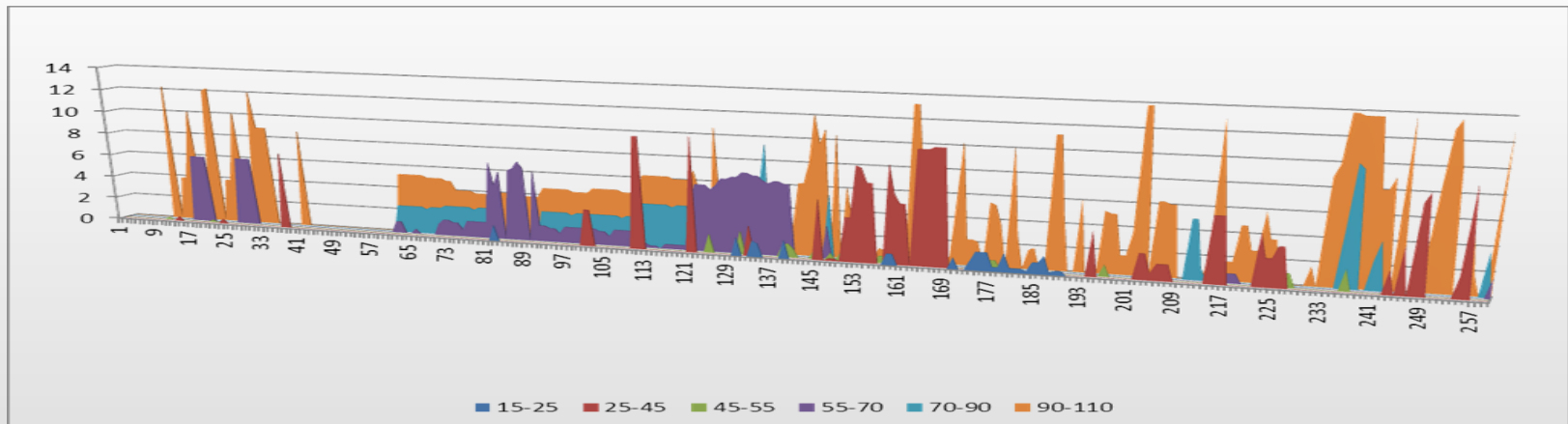


Eddigi méréseink

- FFT adatsorok változása
 - Referencia adat
 - FFT-ben az alábbi frekvencia tartományok:
 - 15-25 Hz
 - 25-45 Hz
 - 45-55 Hz (motor)
 - 55-70 Hz
 - 70-90 Hz (lapát)
 - 90-110 Hz

Eddigi méréseink

- FFT adatsorok
 - 5-5 másodperces időintervallumok a kb. 60 másodperces mérés közepéből
 - Megvizsgáltuk ezen idősorok FFT adatsorainak szórását



Eredmények

- A kísérletezéshez a MATLAB rendszer neural network toolbox klaszterező beállításait használtuk.
- A neuronháló
 - 1200 adatsor
 - 70% tanításra
 - 15% validálásra
 - 15% tesztelésre

Eredmények

Szenzor\Hibák0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	R	Átlag
1	0	60	56	100	40	49	69	42	84	59	48	64	83	77	59,4
2	84	75	64	84	74	60	76	62	70	52	62	64	74	70	69,4
3	80	73	74	82	82	51	79	46	38	79	12	52	67	83	64,1
4	68	85	98	98	50	60	57	78	80	54	26	62	81	68	68,9
5	46	74	78	100	86	62	71	50	98	58	30	67	82	76	69,9
6	100	68	14	100	88	67	67	72	84	65	0	55	86	71	66,9
7	72	75	74	100	84	67	65	64	94	64	48	70	84	70	73,6
8	76	74	58	100	72	75	66	58	90	45	68	49	72	73	69,7
9	62	66	66	100	62	64	77	60	86	57	62	66	91	80	71,4
10	60	76	66	100	48	64	79	82	74	65	68	48	91	75	71,1
1, 2	34	79	74	0	86	67	90	74	84	82	50	73	88	75	68,3
1, 3	74	76	78	100	90	66	80	78	72	86	24	76	88	77	76,1
2, 3	92	68	70	88	74	56	63	72	78	69	34	73	83	72	70,9
4, 5	78	84	98	86	100	71	74	88	90	58	32	75	93	71	78,4
4, 6	88	89	96	98	88	0	75	88	94	64	82	74	0	79	72,5
5, 6	94	76	66	100	92	76	91	90	86	70	40	61	86	80	79,1
7, 8	96	72	84	94	100	82	85	84	94	51	18	65	87	88	78,6
9, 10	56	81	88	0	92	70	77	76	96	57	42	83	91	65	69,6
1, 2, 3	82	69	88	100	94	60	88	76	92	74	66	75	83	87	81,0
4, 5, 6	88	89	94	98	100	82	79	96	98	73	42	74	97	77	84,8
1, 3, 5, 6, 7, 9	100	87	100	98	100	90	89	68	98	77	54	84	88	85	87,0
1-10	100	85	98	100	100	91	85	100	100	96	74	91	92	85	92,6

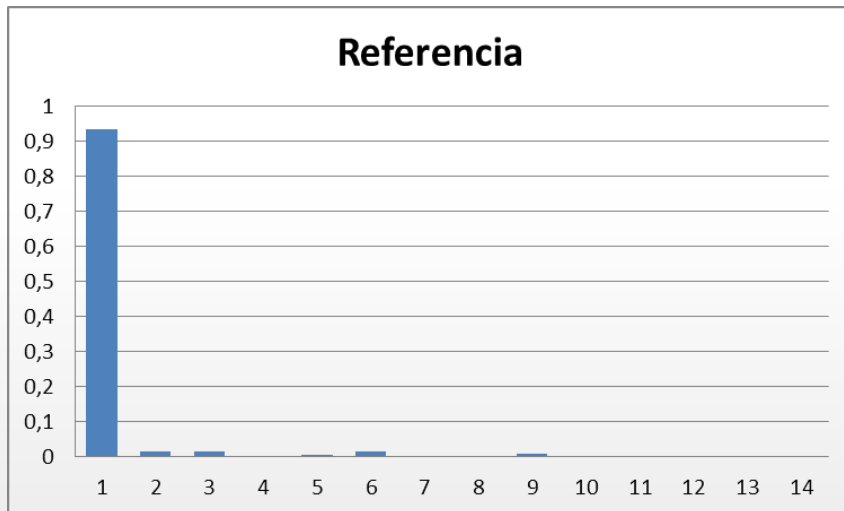
Eredmények

- Ezek az eredmények azokon az adatsorokon születtek, amelyekkel a neurális hálót tanítottuk.
- Helyesek-e ezek az eredmények?
- Azt tanulta-e meg a neuronháló, amit kellett?
 - Hiba \leftrightarrow valami más tulajdonság
 - Komoly veszély neuronhálóknál!

Vak tesztek

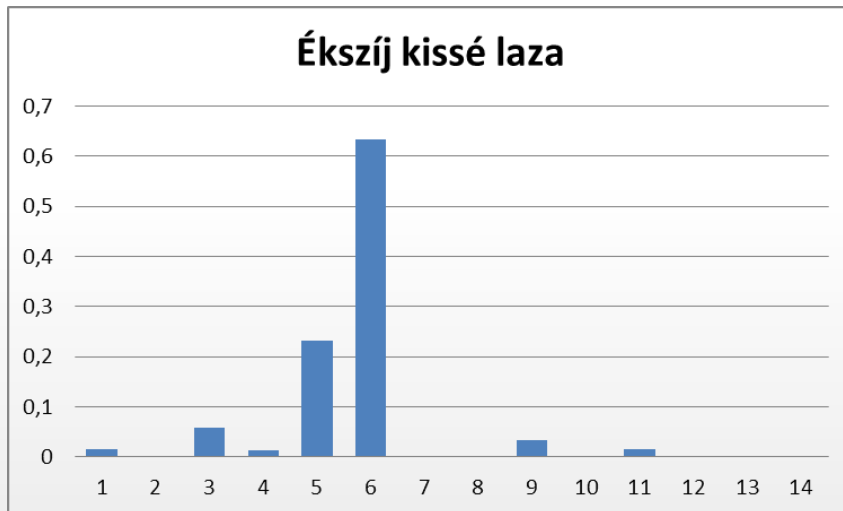
- Olyan mérések adatsorait kaptuk, amelyekről nem mondták meg, hogy mi volt a hiba
- Nekünk kellett „vakon” kitalálni
- A vak tesztek során felmért hibák különböznek a fentiektől.

Vak tesztek



- Helyesen működő gép esetén 93%-ban helyes eredményt kaptunk.

Vak tesztek



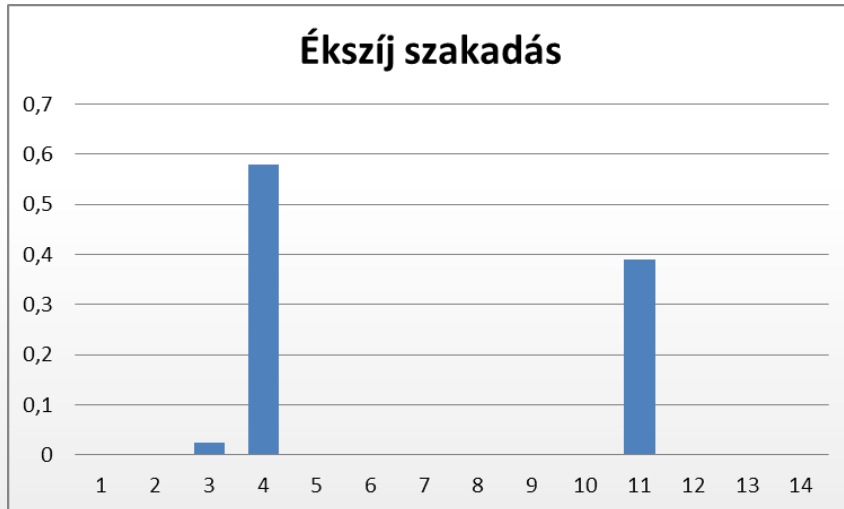
- Kissé laza ékszíj esetén 23%-ban kaptunk helyes eredményt, 63%-ban nagyon laza ékszíj hibát detektált a rendszer.

Vak tesztek



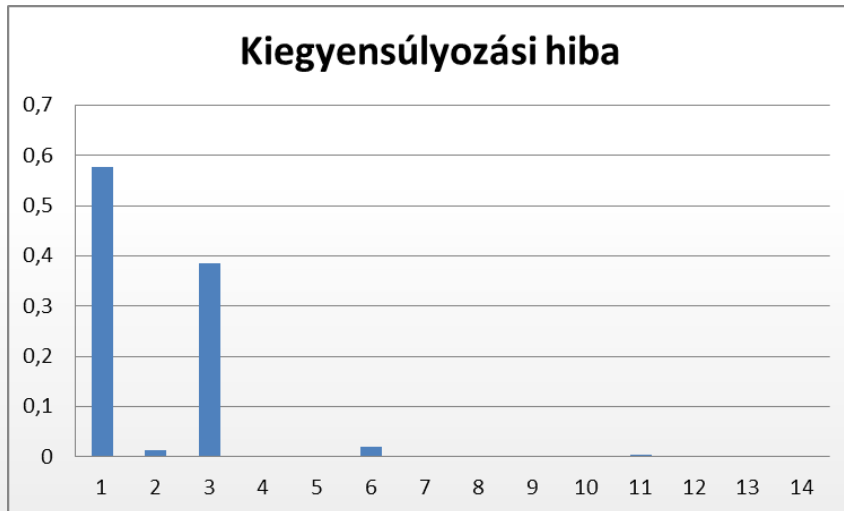
- Nagyon laza ékszíj esetén 83%-ban helyes eredményt kaptunk.

Vak tesztek



- Ékszíj szakadás esetén a helyes eredmények aránya 58%, viszont 40%-ban talapzat fellazulási hibát érzékelt a rendszer

Vak tesztek



- Kiegyensúlyozási hiba esetén 58%-ban hibátlan működést, 39%-ban csapágy hibát észlelt a rendszer.

Ami még hátravan

- További tesztelések
- Költségcsökkentés
- Felhasználói felület

