



Valós-idejű szimulátorral támogatott adatvezérelt villamos gép és hajtás diagnosztika

Szerző: Zsuga Ádám

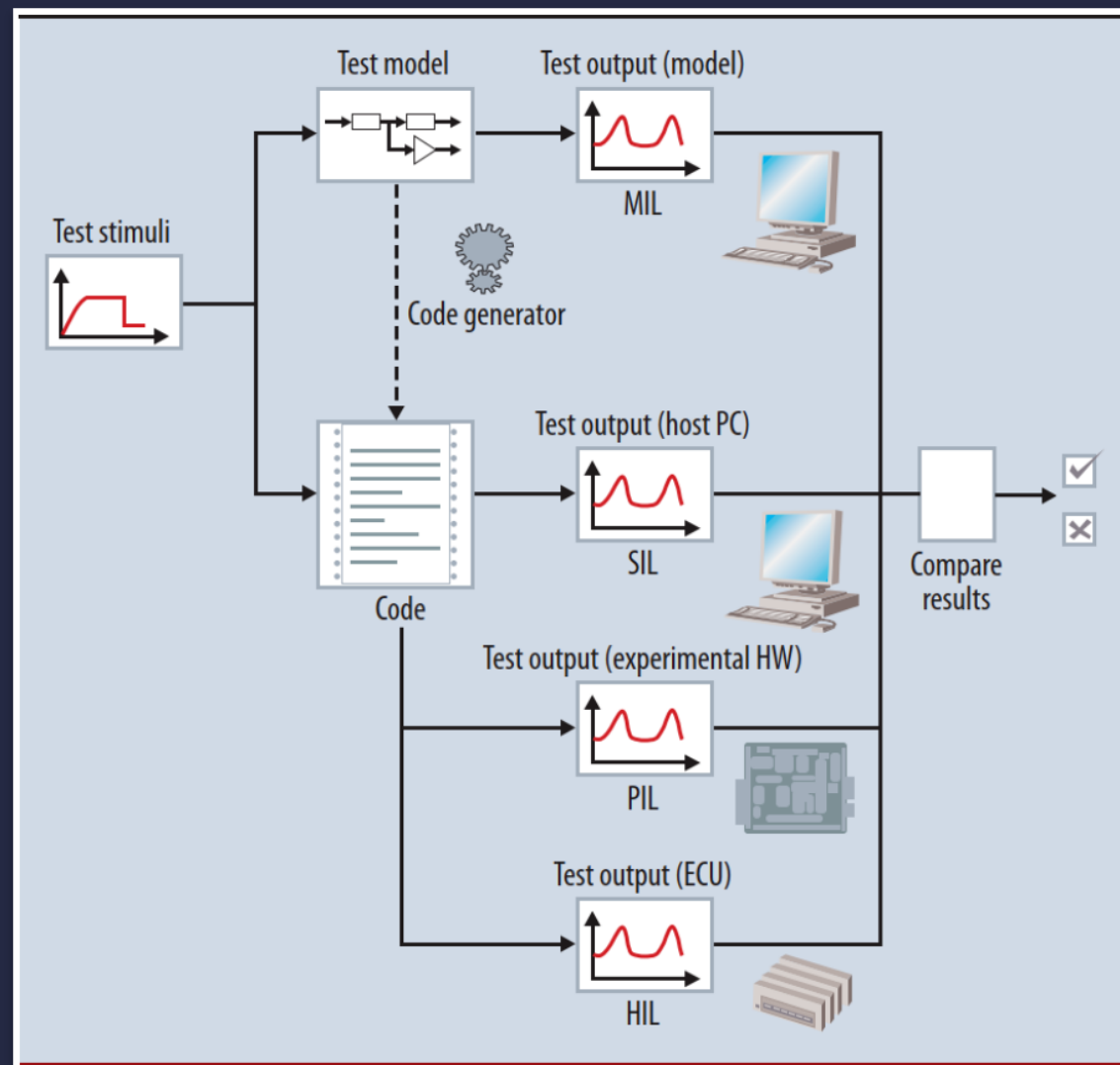
Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Széchenyi István Egyetem
E-mail: adamzsuga97@gmail.com

Bevezetés

- Klímaváltozás és globális felmelegedés miatt iparági átalakulások
- Autóiparban két fő tényező:
 - Környezetvédelmi szempontok □ alternatív hajtásrendszerek
 - Biztonsági szempontok □ vezérléstámogató és önvezető rendszerek
- Szoftver előtérbe kerül
- Az iparági szereplők célja:
 - Gyors és jól követhető fejlesztési folyamatok
 - Komplex algoritmusok és szoftverek modellezése
 - Piacra kerülési idő csökkentése
 - Költséghatékonyság
- Autóiparban: Modell-alapú szoftver fejlesztés

Verifikációs eljárások

- MIL:
 - Modellezés és szimuláció
- SIL:
 - Modelltől kódgenerálás, interakció a modellel
- PIL:
 - Kód + fejlesztői hardver + szimulátor
- HIL:
 - Valós termékkártya + szimulátor



Funkció kiterjesztése MI-alkalmazásokra

- Megnövekedett érdeklődés az MI-megoldások teljesítményelektronikákban és hajtásokban történő alkalmazására
- Ipar 4.0 által támasztott megbízhatósági követelmények miatt diagnosztika és prognosztika fejlődése
- Felmerülő problémák a diagnosztikai alkalmazásoknál:
 - Adathiány
 - Adat létrehozása valós tesztkörnyezetben költséges
- Megoldási javaslat:
 - Valós-idejű szimulátor rendszerrel történő támogatás és adatgenerálás

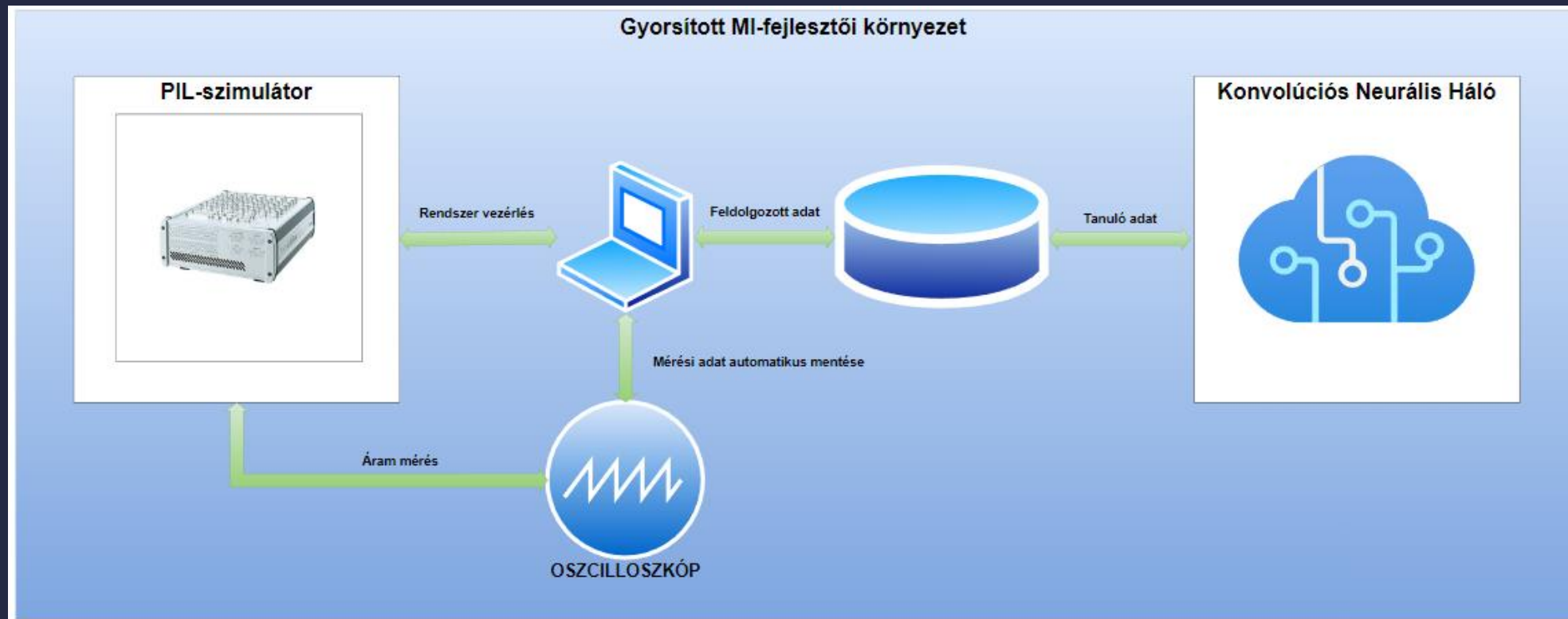
Villamos gép és hajtás diagnosztika

- A villamos gépek és hajtások hatékony diagnosztikája régi kutatási irány
- Számos diagnosztikai ág a szakirodalomban és iparban:
 - Rezgés
 - Termikus
 - Modell alapú
 - Villamos jel alapú
- Az utóbbi időben megjelent az MI-alapú megoldások diagnosztikai célra történő alkalmazása, mint fontos kutatási irány

Esettanulmány MI-alapú Park-vektor diagnosztikai alkalmazásra

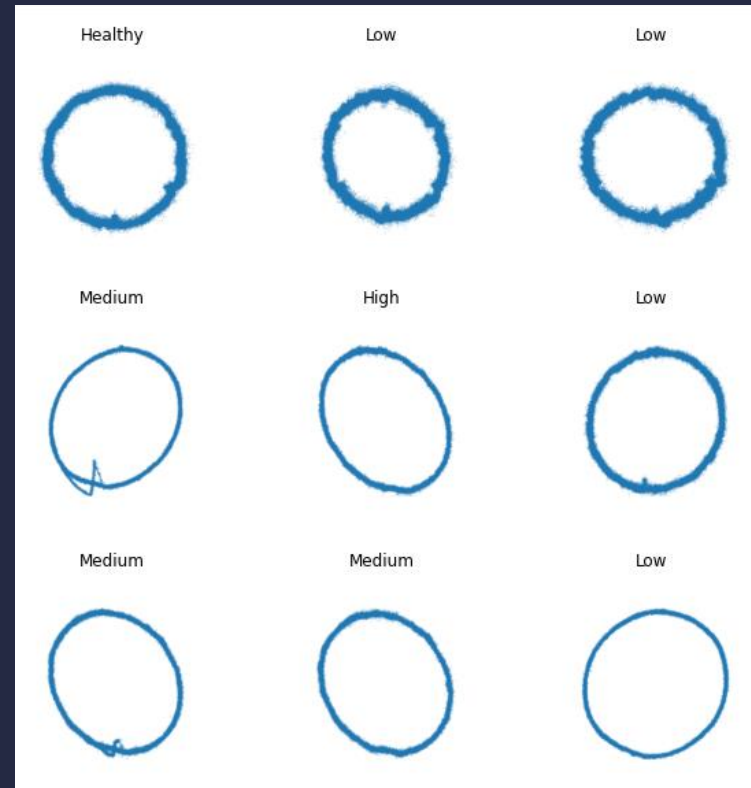
- A Park-vektor elmélet használata ígéretes terület a diagnosztika területén
- Módszer lényege:
 - A park-vektor trajektória jellegzetes mintázatai hibákat jelezhetnek
- Feltárható hibák:
 - Légrés eccentricitás
 - Forgórész és csapágyazási hibák
 - Tekercselési hibák
- Választott alkalmazás:
 - Képalapú menetzárlat hiba osztályozás Konvolúciós Neurális Háló segítségével
 - A tanításhoz szükséges adatkészlet előállítása egy PIL-rendszer segítségével

A megvalósított rendszer blokkvázlata



A létrehozott adatkészlet

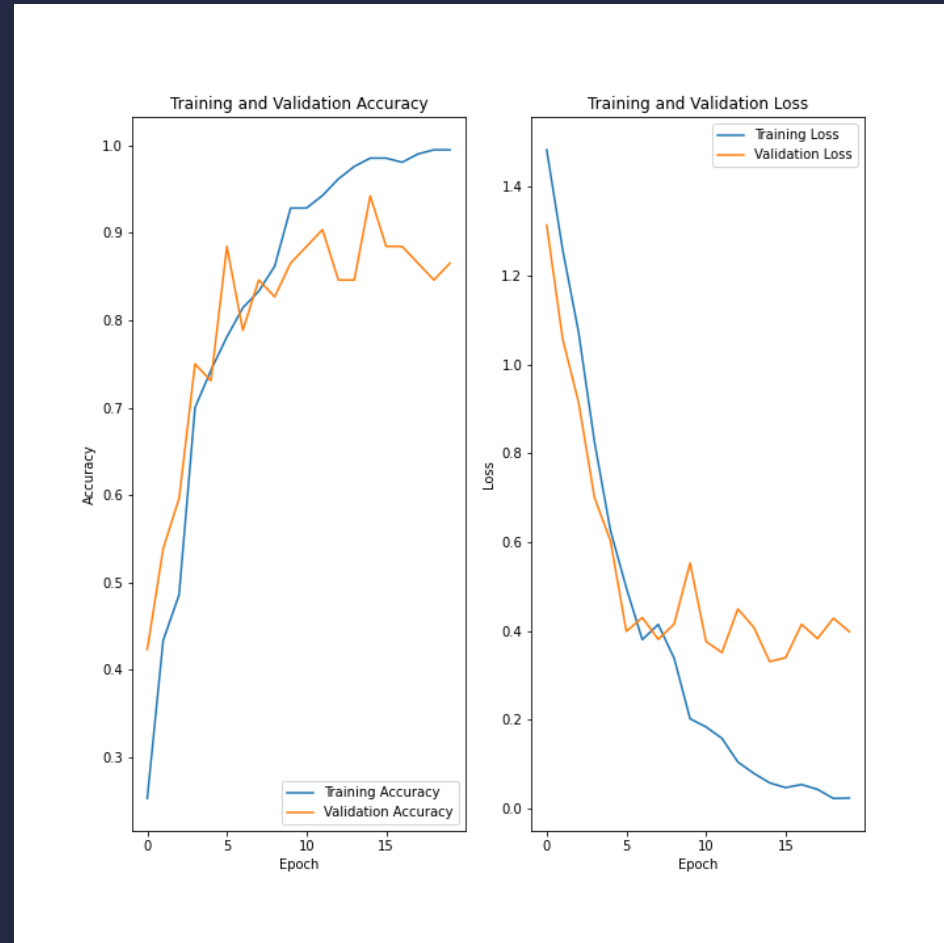
- Négy különböző mértékű hibakategória:
 - Egészséges gép ("Healthy")
 - Kezdődő menetzárlat ("Low")
 - Előrehaladott menetzárlat ("Medium")
 - Jelentős mértékű menetzárlat ("High")



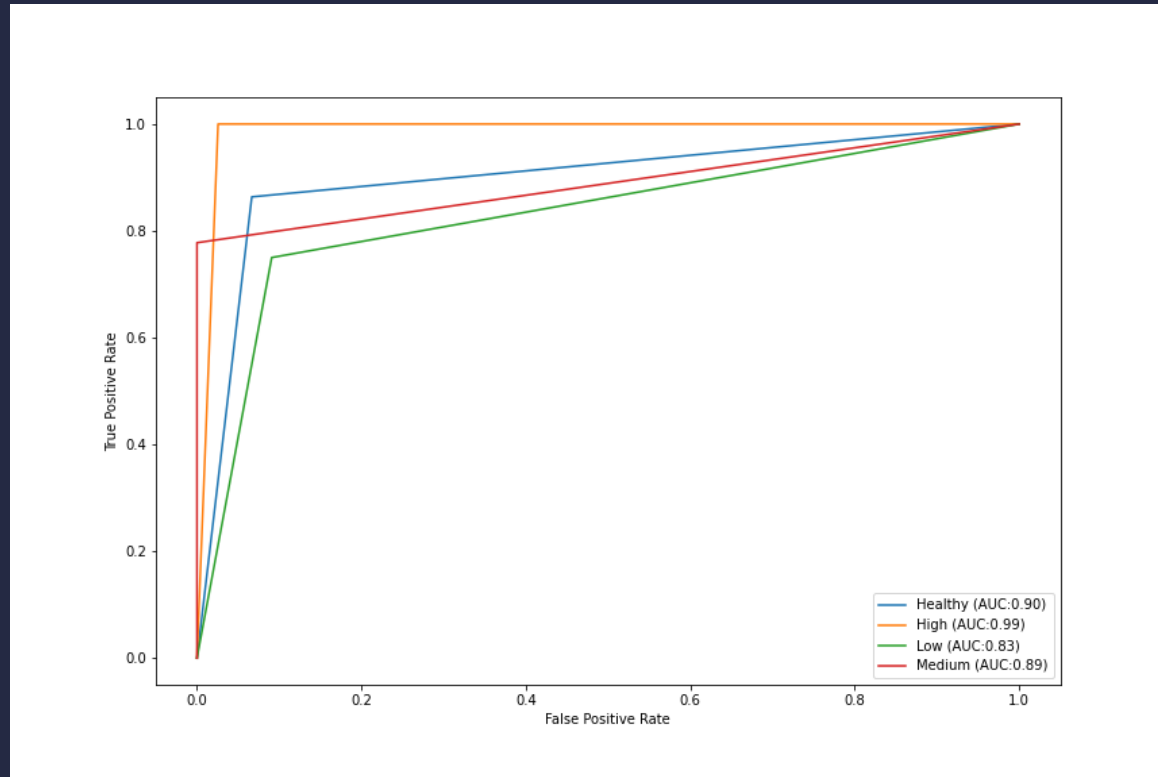
Modellezés

- Négy különböző gépi tanuló modell megvalósítására került sor:
 - Modell 1: Teszt és validációs adat aránya 80-20 %, a kimeneti eredmény integer formában adódik.
 - Modell 2: Teszt és validációs adat aránya 50-50 %, a kimeneti eredmény integer formában adódik.
 - Modell 3: Teszt és validációs adat aránya 80-20 %, a kimeneti eredmény egy ún. "one-hatch" kód.
 - Modell 4: Teszt és validációs adat aránya 50-50 %, a kimeneti eredmény "one-hatch" kód.
- Hibametrikák:
 - Tanítási görbe
 - ROC-AUC görbe
 - Tévesztési mátrix
 - F1 pontszám

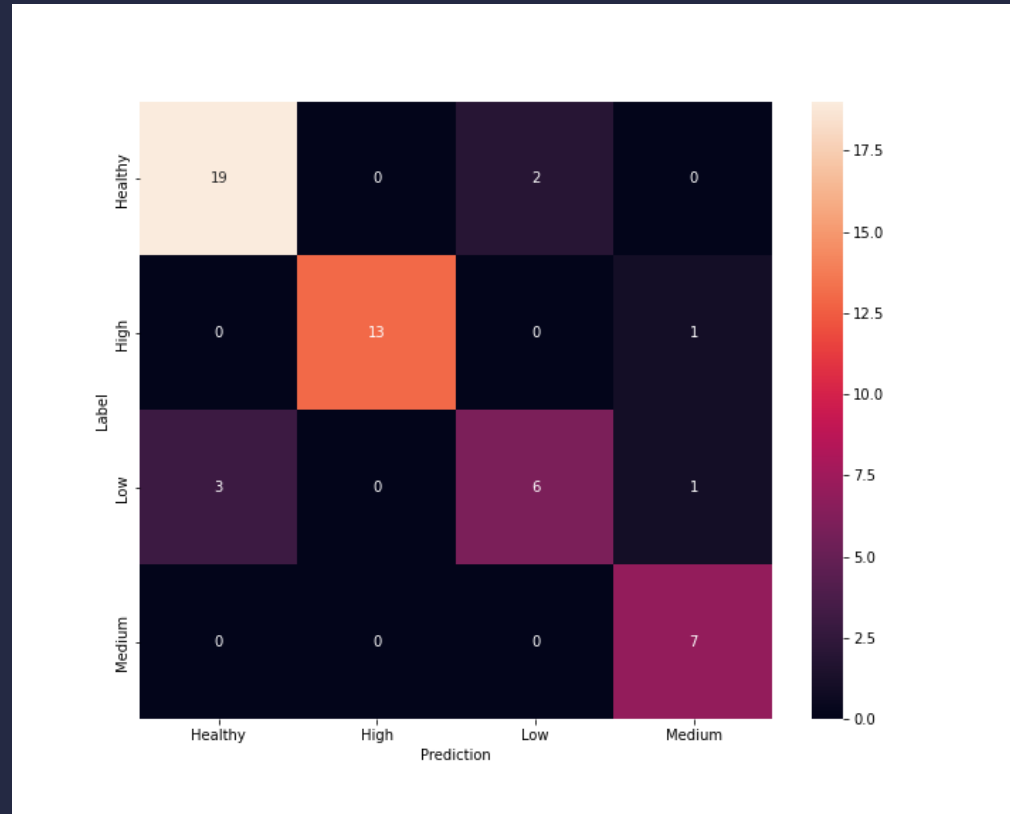
Modell 1 fontosabb jellemzői (legpontosabb iteráció)



Modell 1 fontosabb jellemzői (legpontosabb iteráció)



Modell 1 fontosabb jellemzői (legpontosabb iteráció)



F1 pontszámok összehasonlítása

	F1 pontszám			
Hiba mértéke	Normál	Magas	Közepes	Alacsony
Modell 1	0.88	0.96	0.88	0.67
Modell 2	0.87	0.92	0.87	0.63
Modell 3	0.84	0.70	0.56	0.44
Modell 4	0.77	0.91	0.82	0.43

Összegzés

- A megvalósított rendszer valós-időben, költséghatékonyan oldja meg az adatgenerálás problémáját
- A szimulátor felhasználásával tetszőleges hiba modellezhető
- A létrehozott adat alkalmazható az MI-alkalmazások kezdeti alatkészletének létrehozásához
- A kép alapú diagnosztika alapvetően jó megközelítés, de kezdődő menetzárlatoknál pontatlan
- Jövőbeli kutatási feladatok:
 - Hibajellemzők (feature) pontosabb kiválasztása
 - Ipari szabványoknak megfelelő osztályok
 - Átfedő osztályok kezelése

Köszönöm a figyelmet!