

# IoT-alapú árammérő szenzor fejlesztése ipari villamos gépekhez

BARVA TAMÁS

BME, VIK, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék  
barva7tamas@gmail.com

Konzulens: Dr. Fehér Gábor (BME, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék)

Kulcsszavak: IIoT, árammérő szenzor, MQTT, Ipar 4.0

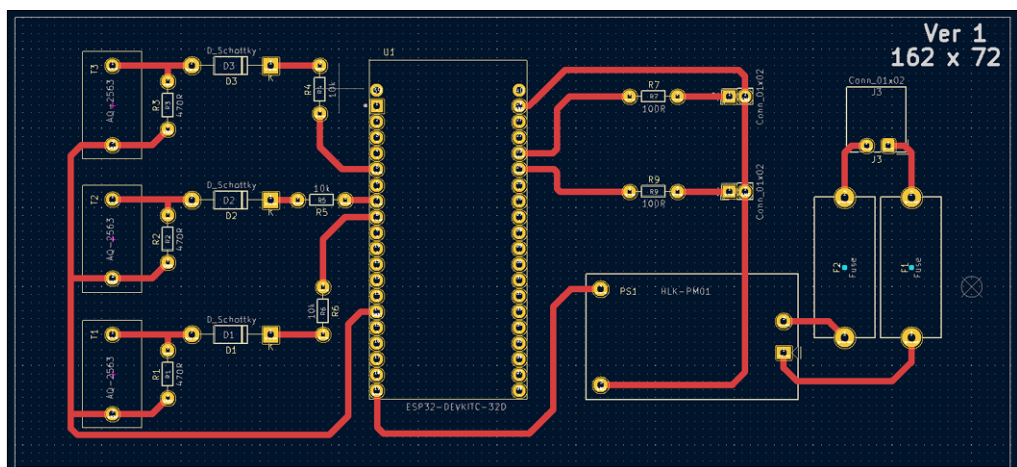
Az emelkedő villamosenergia-árak mellett az iparban is fontossá vált a gépek villamosenergia-fogyasztásának monitorozása. Erre nyújtanak megoldást az „okos” fogyasztásmérő készülékek, amelyek valós időben képesek a fázisáramok, teljesítmény, energiafogyasztás mérésére és az eredmények továbbítására. A gyűjtött adatok alapján a vállalat optimalizálhatja az energiafogyasztását, meg tudja állapítani a gépek kihasználtságát, illetve állapotát. Ezen információk által a cég döntéseket tud hozni abban a kérdésben, hogy a gyártásban az adott feladatot melyik berendezéssel végezze el, ütemezni tudja a berendezések karbantartását. Hiba esetén pedig segítséget nyújthat a probléma forrásának megtalálásában.

A dolgozatomban bemutatom a két legnépszerűbb árammérő szenzor működését, felépítését, elemzem őket erősségeik és gyengeségeik alapján, kiválasztom a feladathoz legjobban illeszkedő megoldást. Továbbá bemutatom még a piacon elérhető két vezeték nélküli IoT-árammérő szenzort.

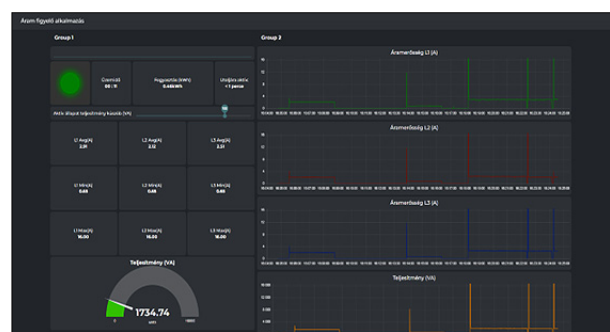
Ezt követően az iparban elérhető vezeték nélküli IoT-technológiákat elemzem tulajdonságaik alapján, majd kiválasztok két technológiát, melyek legjobban illeszkednek az adott feladathoz és részletesen bemutatom ezeket. Ezután az alkalmazásokat kiszolgáló platformokra térek ki, ezek közül kettőt részletesen bemutatok és összehasonlítom őket.

Szakedolgozatomban bemutatom az általam készített vezeték nélküli árammérő szenzor és IoT-szolgáltatás tervezésének folyamatát, melynek során az ipari elvárásokat is szem előtt kellett tartanom. Részletesen bemutatom a kapcsolási rajzom és nyomtatott áramköri tervem elkészítésének folyamatát, az IoT-szolgáltatás topológiáját. Részletezem a tervezés során felmerülő problémákat és az ezekre nyújtott megoldásokat, valamint a vezeték nélküli árammérő szenzor során használt mikrokontroller és IoT-platform programozását és konfigurálását.

Legvégül gyakorlati vizsgálati példák alapján ellenőrzöm az általam épített árammérő szenzor és IoT-szolgáltatás helyes működését. Erre egy-egy régebbi típusú fúró és forgácsoló gépet használtam, amelyekben az



aszinkron motorok voltak a legnagyobb fogyasztók. Mivel ezeket a motorokat nem látták el semmilyen lágy indítással, ezért tesztelés során jól látható a rájuk jellemző nagy indulási áram.



## A szerzőről



**BARVA TAMÁS** tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen végezte, villamosmérnöki alapszakon, majd az Óbudai Egyetemen folytatta PLC-szakmérnök-képzésen. Jelenleg a Weldmatic Kft.-nél dolgozik tervezőmérnökként a hegesztés-automatizálás területén.

# Mérésautomatizálás mesterséges intelligencia segítségével

BÉKÉSI GERGŐ BENDEGÚZ

*BME, VIK, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék  
bekesi.gergo@aut.bme.hu*

*Konzulensek: Dr. Ekler Péter (BME, VIK, AUT), Urbin Ágnes (BME, GPK, MOGI), Szőke Szilárd Zsigmond (Robert Bosch Kft.)*

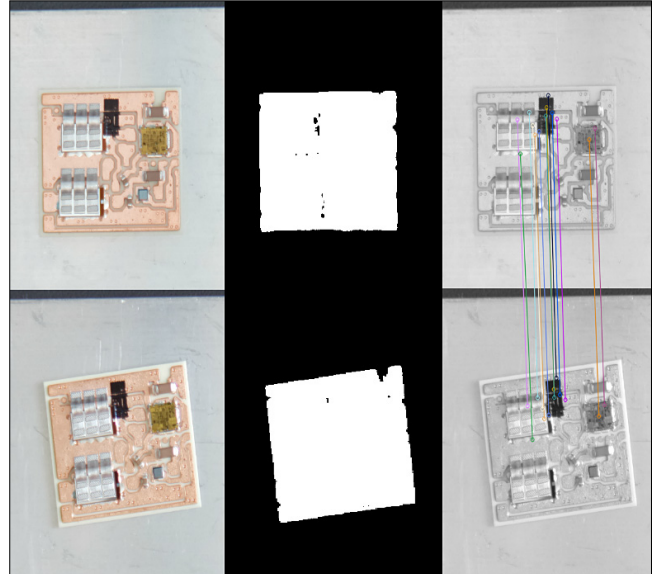
*Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, mérésautomatizálás, látórendszer, mélytanulás, képfeldolgozás*

Napjainkban a növekvő elektrifikáció, az okoseszközök elterjedése, a villamosenergia-fogyasztási igények növekedése, az elektronika és autóelektronika terén végbemenő bővülés, valamint a villamos autók egyre népszerűbbé válása miatt különös hangsúly helyeződik az elektronikai iparra, azon belül is a teljesítménytranszistorok iparágára. Ezen elektronikai eszközöknek a nagyobb leadott villamos teljesítményéhez az egyre kisebb felületükön, egyre nagyobb hőteljesítményt kell leadniuk, ami komoly műszaki kihívást eredményez, hiszen épp a túl magas hőmérséklet a vezető meghibásodási ok esetükben. Így kiemelten fontos a termikus vizsgálatuk, melyet termikus tranziens méréssel, azaz T3Ster méréssel lehet elvégezni.

Ezen mérési folyamat automatizálásában, gyorsításában, gazdaságosabbá tételében vettem részt a Robert Bosch Kft. ThID csapatában, amely termikusmodell-identifikációval foglalkozik. Egy LabVIEW-környezetben vezérelt robothoz fejlesztettem olyan komplex elektronikai eszközt, illetve látórendszert, amely segíteni tudja az automatikusan mérni kívánó robotot a mérendő MOSFET-ek és más elektronikai komponensek megtalálásában, a hozzájuk való navigációban. A látórendszer hardver-és szoftverfejlesztését is én végeztem. Megfelelő szenzorral rendelkező kamerát és hozzá alkalmas optikát választottam. Ezekhez egy egyszerre akár több vezérlő számítógép kiszolgálására is képes szerverplatformot valószínűsítem meg egy Raspberry Pi 4 Model B segítségével. Autodesk Inventor Professional 2022 szoftverben megterveztem a mechanikai integrációt segítő konstrukciót, majd 3D-nyomtatóval kinyomtattam.

Munkám leghangsúlyosabb részében mesterséges intelligencia, teljesen konvolúciós neurális hálók, valamint számítógépes látás algoritmusainak segítségével szemantikus szegmentációt és kulcspontkeresést végeztem a robot navigálásához. A teljesen konvolúciós neurális hálókat saját kóddal implementáltam, a tanításhoz szükséges adathalmazt az éles mérés esetében is használt kamerával és optikával készítettem el, és kézzel annotáltam.

A neurális hálókat komplex vizsgálat alá vettem. Automatizált futtatások segítségével 21380 alkalommal tanítottam be és értékeltem ki hálókat, módosítva a mélységet, a csatornaszámokat, a felbontást, és a batch méretet. Ezeket a nyílt forráskódú Python 3 programozási nyelven elsősorban az OpenCV, Pytorch és Torchvision



könyvtárak segítségével végeztem. A mérendő komponensekhez való navigálást robusztusan megvalósító, 100  $\mu\text{m}$  és  $1^\circ$  pontosságú elektronikai rendszert készítettem, amelyhez 94% pontosságú IoU érték társult a szemantikus szegmentáció esetében, amelyet valós, eredeti mérési környezetben teszteltem.

Szakirodalmi vizsgálatom során nem találtam olyan megoldást, amely ilyen pontossággal használt volna szemantikus szegmentációt és helymeghatározást elektronikai komponensekre, így munkám felhasználható további tudományos és ipari újításokhoz, projektekhez. Ezen felül újszerű megoldásnak számít a teljesen konvolúciós neurális hálók és a SIFT-algoritmus együttes használata, amelyekkel ezeket az eredményeket elértem. Ezen megoldásomnak kiterjeszhetőségét is igazoltam azzal, hogy hiperparaméter optimalizációs algoritmus alkalmazásával továbbfejlesztettem és implementáltam közvetlen kötésű réz kerámiahordozók esetén is.

## A szerzőről



**BÉKÉSI GERGŐ BENDEGÚZ** BSc- és MSc-tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen végezte energetikai mérnöki és villamos-mérnöki szakon. Jelenleg az intézmény Informatikai Tudományok Doktori Iskolájának PhD hallgatója, valamint az i-Cell Mobilsoft Zrt. deep learning mérnöke.

# Adaptív fuzzing módszertana autóiipari környezetben

SASKA SZILVIA

BME, VIK, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
saska.szilvi09@gmail.com

Konzulensek: Schulcz Róbert (BME, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék),  
Babud Imre (thyssenkrupp Components Technology Hungary Kft.)

Kulcsszavak: kiberbiztonság, autóiipar, tesztelés, fuzzer

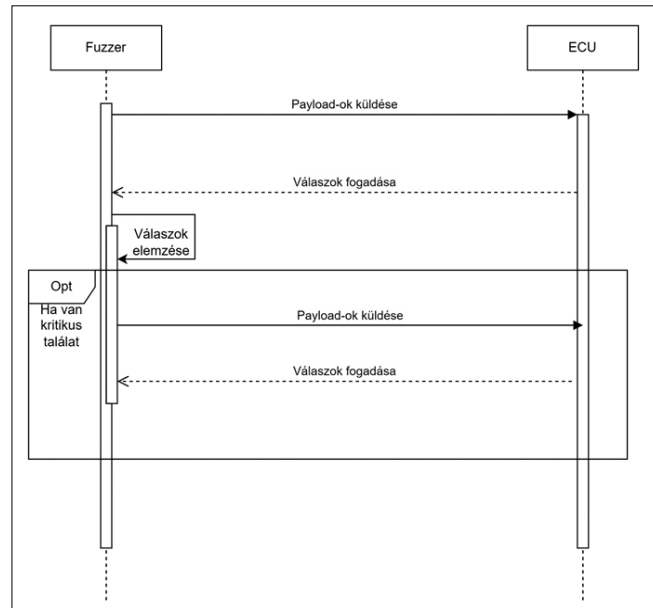
A mai modern járművek egyre összetettebb rendszerekből állnak össze. Ennek a növekvő komplexitásnak megfelelően a támadási és sérülékenységi pontok száma is növekszik. Az új technológiák, például az önvezető járművek és a kommunikációs hálózatok fejlődése új biztonsági kihívásokat vet fel. Ennek eredményeként az autóiipari kiberbiztonságnak alkalmazkodnia kell a változásokhoz, és új módszerekkel kell lépést tartania a nagy kihívásokkal. Az új, hatékonyabb eszközök fejlesztése és alkalmazása révén pedig biztonságosabb rendszerek jöhetnek létre. Az autóiipari szektor szereplőinek alkalmazkodniuk kell a megnövekedett igényekhez, ami új tesztelési eljárások széles skálájának megjelenéséhez és beépítéséhez vezet a termékfejlesztési folyamataikban.

Az autóiiparban egyre elterjedtebbé válik az információs technológiák világából ismert fuzzing módszer alkalmazása, különösen a fenti jelenségek hatására. A fuzzing olyan technika, amelynek során a szoftver vagy a rendszer bemeneteinek véletlenszerűen módosított változatait tesztelik annak érdekében, hogy felfedezzék a hibákat és sérülékenységeket.

Szakdolgozatomban az okos fuzzing módszertanát mutatom be, mely elméleti tesztesetek kidolgozásával is foglalkozik. Ezek a tesztesetek az autóiiparban használt UDS (Unified Diagnostic Services) és CAN (Control Area Network) protokollokra épül.

Munkám első részében az olvasó megismerkedhet a fent említett autóiipari protokollokkal, illetve a különböző tesztelési technikákkal és módszertanokkal. Ezek után dolgozatom fő témájára, az okos, más néven adaptív fuzzing bemutatására kerül sor. A fejezetben belül megtalálható az adaptív és az egyszerű fuzzer általános összehasonlítása és a különböző iparágakban – fő hangsúly az IT és az autóiipar – használatos nyílt és zártforráskódú keretrendszerek is. A következő fejezetben bemutatom a két általam választott UDS szolgáltatás elméleti teszteseteinek felépítését (egy általánosabb és egy összetettebb folyamatot), melyeket adaptív fuzzer segítségével hoztam létre. Ezenfelül ismertetem a Security Access-hoz (egy specifikus UDS-szolgáltatás) való hozzáférés módszerét, valamint kifejtem az NRC- (Negative Response Code) kódokból tanuló adaptív fuzzer szerkezetét is.

A tervezés során az elsődleges célom az volt, hogy olyan eszközt lehessen kifejleszteni, amely képes auto-



matikusan finomhangolni a tesztelési folyamatot a gyűjtött, illetve a kapott adatok alapján. A hatékony adaptív megoldásokhoz egy általam kidolgozott stratégiát is elkészítettem, melynek a fő lépéseit pontokba szedtem.

Munkámban a fuzzer architektúráját legtöbb esetben Python-kód példákkal és szekvenciadiagramokkal mutatom be. Az ábrán a TesterPresent funkcióhoz tartozó válasz elemzést lehet látni, mely a mai modern járművekben alapfunkciónak tekinthető.

Az utolsó részben áttekintem a kutatásom továbbfejlesztési lehetőségeit és következtetéseit annak érdekében, hogy a jövőben hatékony és eredményes felhasználást lehessen biztosítani.

## A szerzőről



**SASKA SZILVIA** tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán végezte üzemmérnök-informatikus szakon, Hálózat és Biztonság specializáción. A jövőben szeretne kiberbiztonsági területen elhelyezkedni.

# Szteganográfiai szoftver fejlesztése

TIBOR ATTILA GÁBOR

Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet  
tattigbr@gmail.com

Konzulensek: Dr. Katona József (Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet),  
Szarka Péter (CodeCool Kft)

Kulcsszavak: szteganográfia, kriptográfia, kódolás, C#, WPF

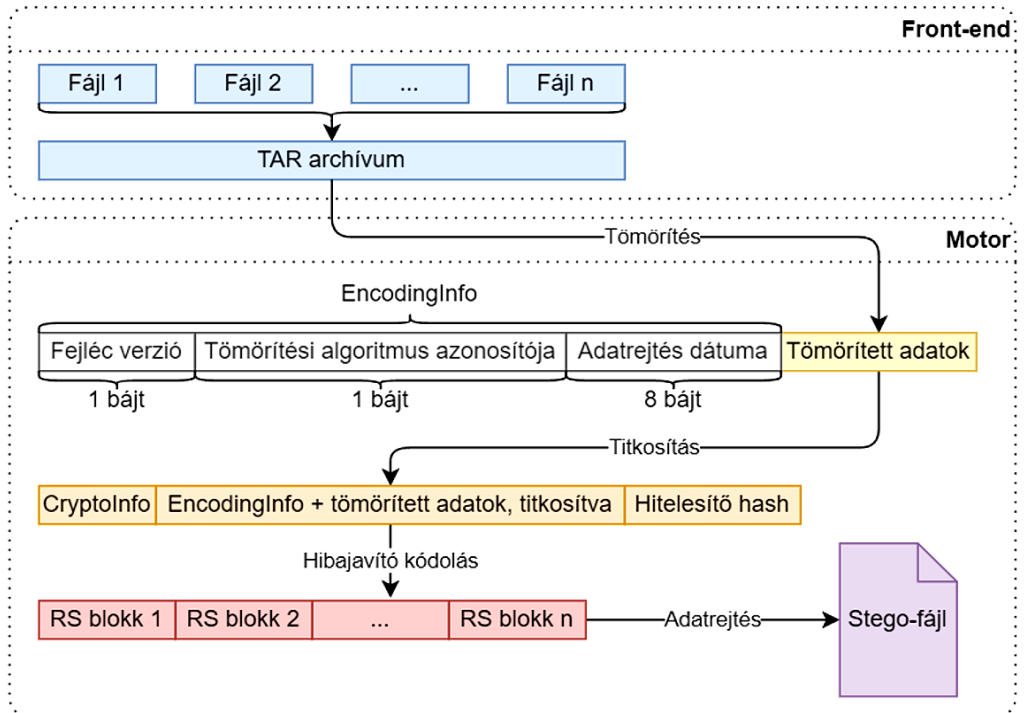
Amikor először találkoztam a szteganográfiával, mint tudományággal, azt tapasztaltam, hogy nem volt olyan ingyenesen elérhető adatrejtő szoftver, amely egy ilyen szoftverrel kapcsolatos elvárásimat kielégítette volna.

Szakdolgozatom első részében ezzel a problémával foglalkozom. Egy egyszerű értékelési rendszer keretében felmértem számos elérhető szoftvert különféle szempontok szerint, hogy egy általános képet kapjak az elérhető funkcionálisokról, illetve hiányosságokról. Ezt követően az értékelési rendszer szempontjából legjobb szoftvereket közelebbről is megvizsgálom, például információ-biztonsági szempontból is.

A levont tanulságok, illetve az elvárásaim fényében egy biztonságos, rugalmas és felhasználóbarát adatrejtő szoftver elkészítését határozom meg célkitűzésként, amely igyekszik kiküszöbölni a konkurens szoftverekben talált problémákat is. Ennek megfelelően határozom meg az elkészítendő szoftver specifikációját, ahol a követelmények rangsorolása a MoSCoW módszer szerint történik.

Dolgozatom hátralévő részében próbát teszek egy ezen követelményeknek megfelelő szoftver kifejlesztésére, amelynek első lépéseként egy előzetes tervezési fázist részletezek. A tervezés során – az ábrán is látható adatrejtési folyamat lépéseinek megfelelően – rétegekre bontom a program motorját, illetve meghatározom az egyes rétegekben használatos algoritmusokat. Ebben a fejezetben ismertetem a fejlesztés során használt eszközöket és konvenciókat is.

Ezt követően a már megvalósított program, valamint a megvalósítás során meghozott további tervezési döntések kerülnek tárgyalásra. Az elkészült programot a dolgozat első részében használt értékelési rendszerrel



is pontozom, illetve mérlegelem a konkurenciával szemben. A projekt során csak egy egyszerűbb szteganográfiai algoritmus került implementálásra, a Random-LSB, amellyel a program PNG-kiterjesztésű fájlalba képes adatot rejteni. A program hasznosságát jelentősen fokozná, ha képes lenne több fájltypussal működni (legfőképp vesztéségesen tömörített fájltypusokkal) – így ez az egyik elsődleges lehetséges továbbfejlesztési iránya.

Úgy érzem a fejlesztés során a legnagyobb kihívást a kriptográfia kutatása és implementációja jelentette, ami jelentős időráfordítást igényelt. Még a dolgozat végleges verziójának leadása után is találtam egy kisebb biztonsági problémát, amit azóta javítottam.

## A szerzőről



**TIBOR ATTILA GÁBOR** tanulmányait 2018-ban a BME VIK mérnök-informatikus alapképzésén kezdte, végül a Dunaújvárosi Egyetem mérnök-informatikus alapképzésén fejezte be, szoftvertechnológia szakirányon. Jelenleg a Thyssenkrupp Components Technology Hungary Kft.-nél dolgozik szoftver-tesztmérnökként.