

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság  
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

**XXVII. Nemzetközi  
Gépészeti Konferencia**



**27<sup>th</sup> International Conference  
on Mechanical Engineering**

**OSGÉFT  
2019**

**Nagyvárad, 2019. április 25–28.  
Oradea, 25-28 April, 2019**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság  
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania



**OGÉT 2019**

**XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia  
27<sup>th</sup> International Conference on Mechanical  
Engineering**

Nagyvárad, 2019. április 25–28.  
Oradea, 25–28 April, 2019

## **A konferencia szervezője**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT  
Gépészeti Szakosztály

## **Organizer**

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania  
Mechanical Engineering Department

## **Társszervezők / Co-organizers**

MTA – Kolozsvári Akadémiai Bizottság  
Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar  
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar  
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Közúti járművek, Mechatronika és Mechanika Kar  
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar  
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest  
Pannon Egyetem, Műszaki Kar, Veszprém  
Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki Informatikai Kar, Kecskemét  
Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Győr

## **A konferencia elnöke / Chairman**

Dr. BARABÁS István professzor / professor

## **A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee**

Dr. CSIBI Vencel-József akadémikus, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. BARABÁS István, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. ÁBRAHÁM György, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
VADÁSZNÉ Dr. BOGNÁR Gabriella, Miskolci Egyetem  
Dr. DUDÁS Illés, Miskolci Egyetem  
Dr. HORVÁTH Sándor, Óbudai Egyetem, Budapest  
Dr. KAMONDI László, Miskolci Egyetem  
Dr. LAKATOS István, Széchenyi István Egyetem, Győr  
Dr. MÁTÉ Márton, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Dr. NAGY Vince, Széchenyi István Egyetem, Győr  
Dr. PÁLFFY Károly, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. TIMÁR Imre, Pannon Egyetem, Veszprém

### **Kiadó / Publisher**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT  
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

### **Szerkesztő / Editor**

Dr. BARABÁS István professzor / professor

### **Lektorok / Reviewers**

Dr. ÁBRAHÁM György, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Dr. BALÁZSI Csaba, MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest  
Dr. BARABÁS István, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. BERECHKY Ákos, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Dr. GÁSPÁR Ferenc, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. FODOR Dénes, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. FORGÓ Zoltán, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Dr. GYURIKA István Gábor, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. HORVÁTH Pál, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. ILLÉS Béla, Miskolci Egyetem  
Dr. KAMONDI László, Miskolci Egyetem  
Dr. KOCSIS Levente, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. KOVÁCS Ádám, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Dr. KULCSÁR Tamás, Alap Inspektor Kft., Veszprém  
Dr. LAKATOS István, Széchenyi István Egyetem, Győr  
Dr. MÁTÉ Márton, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Dr. NAGY András, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Dr. PÁCZELT István, Miskolci Egyetem  
Dr. PÁLFFY Károly, Kolozsvári Műszaki Egyetem  
Dr. PÁSZTOR Judit, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Dr. POÓS Tibor, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Dr. POPA-MÜLLER Izolda, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
ÓVÁRINÉ Dr. BALAJTI Zsuzsanna, Miskolci Egyetem  
Dr. SZABÓ Barna, Washington University in St. Louis  
Dr. SZALAI István, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. SZAUTER Ferenc, Széchenyi István Egyetem, Győr  
Dr. TIMÁR Imre, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. TOLVALY-ROSCA Ferenc, Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar  
Dr. TÓTH-NAGY Csaba, Széchenyi István Egyetem, Győr  
Dr. TÖRÖK Ádám, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
VÁDÁSZNÉ Dr. BOGNÁR Gabriella, Miskolci Egyetem  
Dr. VERDES Sándor, Pannon Egyetem, Veszprém  
Dr. VINCZE-PAP Sándor, Jáfi-Autókut Kft., Budapest  
Dr. ZÖLDY Máté, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

### **Támogató / Financial Support**

Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. – Budapest / Budapest





## Szekció-előadások

- 18.00 KMETZ Barbara, KAMONDI László  
*Szenzoros vezérlésű kéz művértag tervezése*
- 18.12 FÜZESI Dániel, JÓZSA Viktor  
*Perdületszám égésre gyakorolt hatásának elemzése*
- 18.24 FEHÉR Anna, JÓZSA Viktor  
*Mérőberendezés építése hőátadási tényező mérésére*
- 18.36 CSAPÓ Dániel  
*Használati melegvíz bojler dinamikus energetikai tulajdonságainak vizsgálata*
- 18.48 NAGY Dalma J., BENCsik László, INSPERGER Tamás  
*Emberi egyensúlyozó szabályozás identifikációja szimuláció és kísérleti elemzés segítségével*
- 19.00 LADÁNYI Ákos Zsolt, TÓTH Adrián Gergely, ÁBRAHÁM György  
*Optikai átviteli függvény mérése vonalszórás detektálásával*
- 19.12 SIPKÁS Vivien, VADÁSZNÉ BOGNÁR Gabriella  
*Mikrokapcsolók élettartam vizsgálatának kérdései*

### D. terem

#### Minőségbiztosítás és környezetvédelem

Ülésvezetők:

Dr. ILLÉS Béla, Dr. TÖRÖK Ádám

- 14.30 HEGYI Ádám, PINTÉR Judit Mária  
*Légtér minőségének felmérésére tanácsadó algoritmus fejlesztéséhez*
- 14.42 VERES Péter, ILLÉS Béla  
*Algoritmusok összehasonlító elemzése moduláris alkalmazással logisztikai problémákon*
- 14.54 MARGITAI Péter, KOVÁCS Sándor, SZÁVAI Szabolcs  
*Elektromos csatlakozók fretting-korróziójának vizsgálata numerikus eszközökkel*
- 15.06 BURKALI Dávid, SASS Péter  
*Turbófeltöltő tribológiai rendszerét vizsgáló komponensvizsgálat mérő- és vezérlőrendszerének fejlesztése*
- 15.18 SZENTESI Szabolcs, ILLÉS Béla, TAMÁS Péter  
*Élelmiszeripari termékeket gyártó vállalat készletezési rendszerének szimulációs vizsgálata*
- 15.30 SZABÓ László  
*Nyomonkövetés az ellátási láncokban*
- 15.42 HARDAI Ibolya, ILLÉS Béla, BÁNYAINÉ TÓTH Ágota  
*Az Ipar 4.0 alkalmazási lehetőségeinek áttekintése*

- 15.54 KASZÁS Ádám, ZSIROS Ádám, PETRUSKA Ildikó  
*Egységben a sokszínűség – A BME Gépész Szakkollégium sikertényezőinek elemzése*
- 16.06 NAGY Gábor, BÁNYAINÉ TÓTH Ágota, ILLÉS Béla  
*Ipar 4.0 hatása az autóiipari beszállítói rendszerekre*
- 16.18 SKAPINYECH Róbert, ILLÉS Béla  
*Egy minőségközpontú kockázatkezelési eljárás logisztikai felhasználási lehetőségeinek bemutatása Ipar 4.0 környezetben*
- 16.30 **kávészünet**

### CAD

Ülésvezetők:

Dr. KULCSÁR Tamás, Dr. ENISZ Krisztián

- 17.00 NAGY Judit  
*Tartályok és műveleti készülékek ANSYS alapú végelelemes vizsgálata*
- 17.12 SZABÓ Martin, TOMPA Tamás, MILEFF Péter, NEHÉZ Károly  
*Modern autóiipari termékfejlesztést támogató CAD modulok megvalósítása*
- 17.24 DÉCSEI-PARÓCZI Annamária, BOJTOS Attila  
*Összetett geometriai modell korrigálása és előkészítése végelelemes modál analízishez*
- 17.36 DÓCZI Martin Olivér, SIMONOVICS János, SZÓDY Róbert  
*Vápakosaras rögzítés vizsgálata végelelemes módszerrel*
- 17.48 KULCSÁR Tamás, VALLER István  
*Bázis rendszerek és a bázisolás jelentősége a nagy pontosságú 3D optikai felület szkennerek alkalmazásánál*
- 18.00 GYÖRGY Levente, SIPOS Bence  
*Teljesítményhatékony drónkonstrukció precíziós ereszkedéshez*
- 18.12 FEKULA Márk  
*Robotos Pick and Place szcenárió támogatása a munkadarab egyensúlyi helyzeteinek vizsgálatával*
- 18.24 SZABÓ András, PAÁL György  
*Sík szabadsugár és élhang lengéseinek vizsgálata*
- 18.36 PAPP Bálint, KRISTÓF Gergely  
*Épületminitáratok optimalizálása a levegőminőség javításának érdekében GPU alapú nagyvörvény szimulációval*
- 18.48 ALI Szabolcs, SASS Péter, HATOS István  
*Változtatható inerciával rendelkező egyhengeres versenymotor lézer szinterezett forgattyús tengelyének tervezése és tömegoptimalizálása*
- 19.00 PÁLYA Zsófia, KISS Rita M.  
*Hogyan segíthetik a biomechanikai mérések a sportruhák tervezését?*



## Szekció-előadások

### A. terem

#### Általános gépészet

Ülésvezetők:

Dr. PÁSZTOR Judit, Dr. SZABÓ Barna

- 14.30 FEKETE Gusztáv, JÁNOSI Endre, SINGH Tej  
*Ízületi kopás numerikus modellezése*
- 14.42 PÁSZTOR Judit, POPA-MÜLLER Izolda  
*Erőgép hárompont-függesztő berendezésének szerepe a vontatásban*
- 14.54 KLECSKÓ Szimonetta, KUN Patrik  
*Miért is nem magyar találmány a radar? – Csorba György élete és munkássága*
- 15.06 TIMÁR Imre, HORVÁTH Pál  
*Szélkerék oszlopának méretezése*
- 15.18 KISS Balázs, SZEKRÉNYES András  
*Kompozit rudak rétegek közti törésének leírására alkalmas mechanikai modellek fejlesztése és összehasonlítása*
- 15.30 SZABÓ Barna, PÁCZELT István  
*Rugalmasságtani feladatok numerikus megoldásainak igazolása*
- 15.42 RÁCZ Balázs, SASS Péter  
*Turbófeltöltő tribológiai rendszerének vizsgálata rezgésdiagnosztika segítségével*
- 15.54 SIPOS Bence, GYÖRGY Levente  
*Összehasonlító vizsgálat spektroszkóppal, one-shot technikával*
- 16.06 PÁSZTOR Judit, FARMOS Rudolf, ILYÉS Szilárd  
*Foton EUROPARD FT 504 traktor tüzelőanyag fogyasztását mérő berendezés bemutatása*
- 16.18 MESTER Sándor, HORVÁTH Barnabás, SZALAI István  
*Magnetoreológiai tengelykapcsoló nyomatékátviteli időállandójának vizsgálata*
- 16.30 **kávészünet**
- Ülésvezetők:  
Dr. POÓS Tibor, Dr. BEREZKY Ákos
- 17.00 RÁCZ Kristóf, NAGYMÁTÉ Gergely, KOVÁCS Tamás, BODZAY Tamás, KISS Rita M.  
*Anatómiai pontok kijelölési precizitásának mérése*
- 17.12 GUBA Sándor, HORVÁTH Barnabás, SZALAI István  
*Mágneses folyadékcseppek kontakt szögének meghatározása különböző felületeken*
- 17.24 HORVÁTH Barnabás, SZALAI István  
*Mágneses folyadékok nemlineáris AC szuszceptibilitása*
- 17.36 HUZSVÁR Tamás, HÖS Csaba  
*Periodikusan mozgó, áramlásba helyezett testek ellenállástényezőjének mérése*

- 17.48 BOROS Róbert, KOVÁCS József Gábor  
*Fröccspréglő technológia vizsgálata*
- 18.00 SZABÓ Ferenc  
*Többfészkés fröccsöntő szerszámok kitöltési szimulációjának továbbfejlesztése*
- 18.12 HORVÁTH Dániel, POÓS Tibor, TAMÁS Kornél  
*Keverős dobszárító keverőelemének diszkrét-elemes vizsgálata*
- 18.24 SZABÓ Viktor, POÓS Tibor  
*Szemcsés anyagok tulajdonságainak meghatározása fluidizációs szárításhoz*
- 18.36 VARJU Evelin, POÓS Tibor  
*Anyagátadási tényező elméleti és empirikus összefüggéssel történő meghatározása víz párolgása esetén*
- 18.48 ROZSNYAI Gábor, PINTÉR Judit Mária  
*Irodaszoba energia felhasználásának vizsgálata*
- 19.00 SZAKÁLY Norbert, TEREBBESY Tamás  
*Hátfelszín mérése Microsoft Kinect-tel*
- 19.12 LELKES János, KALMÁR NAGY Tamás  
*Nemlineáris aeroelasztikus rendszer bifurkáció vizsgálata*

### B. terem

#### Általános gépészet

Ülésvezetők:

Dr. POPA-MÜLLER Izolda, Dr. GYURIKA István Gábor

- 14.30 LENDVAI Bálint, BENEDEK Tamás  
*Szárnyrácsok numerikus aeroakusztikai vizsgálata*
- 14.42 PATKÓ Dóra, ZELEI Ambrus  
*A poszturális egyensúlyozáshoz és a futás stabilizációjához felhasznált energiamennyiség viszonyának becslése*
- 14.54 TÓTH Sándor Gergő, TAKÁCS György, SZILÁGYI Attila  
*Hidrosztatikus hordozó csapágyakra jellemző határfordulatszám fizikai hátterének vizsgálata*
- 15.06 NEMCSICS Ákos  
*Középkori templomok építésének gépészeti és egyéb eszközei*
- 15.18 PAPP Szonja  
*Olajvizsgálatok értékelése mikrotopográfiai módszerrel*
- 15.30 KÁLLAI Viktória, SZEPESI L. Gábor  
*Tányérról-tányérra számolás propán-propilén szétválasztó kolonna esetén*
- 15.42 UNGÁR Péter  
*Motorhűtő ventilátor kiegyensúlyozatlanságának vizsgálata*
- 15.54 KÁDÁR Fanni, ERDŐDI István, STÉPÁN Gábor  
*Biztonsági szelep öngerjesztett rezgéseinek analitikus és numerikus vizsgálata*

# Összehasonlító vizsgálat spektroszkóppal, one-shot technikával

## COMPARATIVE SPECTROSCOPY WITH ONE-SHOT TECHNIQUE

SIPOS Bence, GYÖRGY Levente

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem BSc hallgató,

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3; tel.: +36 1 463-1111

Központi fax: +36 1 463-1110, www.bme.hu

### ABSTRACT

*The purpose of the dissertation is to create an optical device that can be used to determine if two samples are the same. The evaluation of the measurement is done with a deep learning algorithm called one-shot. The idea behind this technique is to compare the given two samples and decide whether they are the same or not. With this algorithm there is no need for large amounts of training data or calibration. The software and device can jointly reduce the costs of spectroscopic testing and make it widely available.*

### KIVONAT

*A célunk a spektroszkópia kiértékelésének megújítása, az egyre jobban terjedő gépi tanuló algoritmusok használatával. Ennél a módszernél a problémát az jelenti, hogy igen nagy adatmennyiségre van szükség a tanításukhoz, de ez alól létezik néhány kivétel, például a one-shot technika. A mérések elvégzéséhez és a rendszer összköltségének alacsony szinten tartása miatt két eltérő módon működő spektroszkópot is építettünk.*

**Kulcsszavak:** One-shot, Deep Learning, Spektroszkópia, Anyagvizsgálat, Összehasonlító vizsgálat

### 1. BEVEZETÉS

Az adatok kiértékelésében egyre több módszer jelenik meg, melyet sokszor nem kötnek iparban használható alkalmazáshoz. Ilyen terület például a Deep Learning, ahol az utóbbi években hatalmas fejlődés ment végbe. Ennek egyik oka, hogy a korábban kifejlesztett módszerek most váltak gyorsan futtathatóvá a számítástechnika fejlődése miatt. A másik mozgatórugója az ilyen irányú fejlődésnek a felhasználói kényelem növelése. Erre jó példa, hogy már az újlényomat olvasást is szeretnénk elhagyni és helyette egyetlen pillantással nyitni telefonunk. Pontosan az előbb felhozott példa adta az ötletet ezen spektroszkópiail alkalmazáshoz.

A spektroszkópia nagy múltra tekint vissza. Már 1802-ben William Hyde Wollaston észrevette, hogy a nap fénye nem folytonos. Ezen elv alapján később a mérés technika képessé vált bizonyos anyagok megkülönböztetésére, felismerésére. A módszer nagy hátránya, hogy igen költséges eszközök kellenek hozzá. A Raman-spektroszkópok például egy drága notch filtert kell, hogy használjanak, a monokromatizálás is igen költséges lehet nagy pontosságnál. De nem csak az anyagvizsgálatokban használnak spektroszkópokat, hanem egyre több területen, például a nagyon gyorsan fejlődő kijelző iparban vagy a világítás technikában.

Mindenképp szerettük volna, hogy a feldolgozási módszer ne legyen eszközfüggő, és a lehető legkevesebb megszorítással rendelkezzen azt illetően, hogy milyen specifikációkkal kell a spektroszkópnak rendelkeznie. Ennek bizonyítására két eszközt is építettünk, amelyek képesek a módszert alkalmazni és a kiértékelését is megcsinálni gyorsan és kedvező áron. Emellett végeztünk Konica Minolta CS-1000 fotoradiométerrel is méréseket, amely igazolta, hogy a nagyobb pontosság nem növeli jelentősen az anyagvizsgálat pontosságát, tehát nem jelentős a javulás nagyobb pontosság és felbontás esetén sem.

### 2. MONOKROMATIZÁLÁS

A spektroszkópia a fény hullámhossz szerinti energia vagy intenzitás eloszlását vizsgálja, így fontos, hogy a beérkező összetett fényt képesek legyünk színeire bontani. Erre igen sok lehetőség van. Mi a lehető legalacsonyabb költségre törekedtünk saját berendezésünknel, és ezt is számításba vettük a monokromátor kiválasztásánál.

A kézenfekvő megoldás egy prizma használata lenne, de sajnos ezzel egy kissé bonyolultabb optikai felépítést kell használni. Emellett az üveganyagok hullámhossz szerinti törésmutatója nem lineárisan változik, így, ha később a vetített képből szeretnénk meghatározni a hullámhosszt, nehezebb a dolgunk. A mi megoldásunknál ez nem jelent problémát, mivel nincs szükség a pontos hullámhossz értékekre, hanem csak

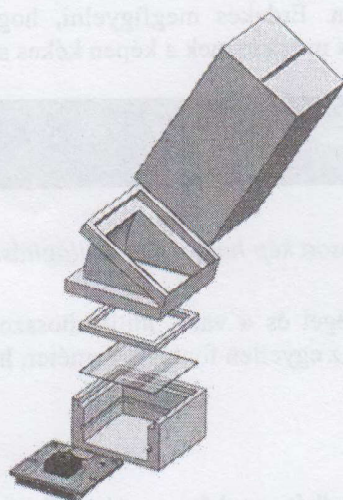
arra, hogy az eszköz a két mintát azonosnak lássa. Ez azt is jelenti, hogy nincs szükség kalibrálásra, de később erről bővebben beszámolunk.

A másik egyszerű és általunk választott megoldás az optikai rács használata. A diffrakció jelenségét kihasználva ezzel a sűrűn vonalazott lappal képesek voltunk a fény komponensekre bontására. Mi 1000 vonalpár per milliméteres rácsot használtunk és egyszerűen a kamera meglévő optikájával és egy réssel képesek voltunk méréseket végezni.

### 3. ESZKÖZEINK FELÉPÍTÉSE

Sok alacsony árú telefonra kapcsolható kit vásárolható, amellyel a mi megoldásunkhoz hasonlóan lehet a spektrumot vizsgálni. Az a probléma velük sajnos, hogy használatuk sokszor nehézkes és a telefonok sokszínűsége miatt a kamera kép feldolgozásához is összetettebb program kell. Ezért döntöttünk a Raspberry Pi fejlesztőlap és az ehhez tartozó kamera mellett. Ezek igen elterjedtek a hobbisták körében, és igen jól dokumentáltak.

Az eszköz váza 3D nyomtatással készült, egymásba pattanó elemekből, amelynek köszönhetően könnyen össze és szétcserezhető. Így például, ha más projektben van szükség a kamerára, akkor kevesebb, mint egy perc alatt szét és össze is rakhatjuk. A másik fontos jellemző a moduláris felépítés [1. ábra]. Itt a cél az volt, hogy nem csak egy típusú elemekből lehessen megépíteni, hanem különböző kamerák is használhatók kell, hogy legyenek vagy eltérő optikai rácsokat is használhassunk. Ennek köszönhetően egy változtatás alkalmával nincs szükség minden elem újranomtatására.

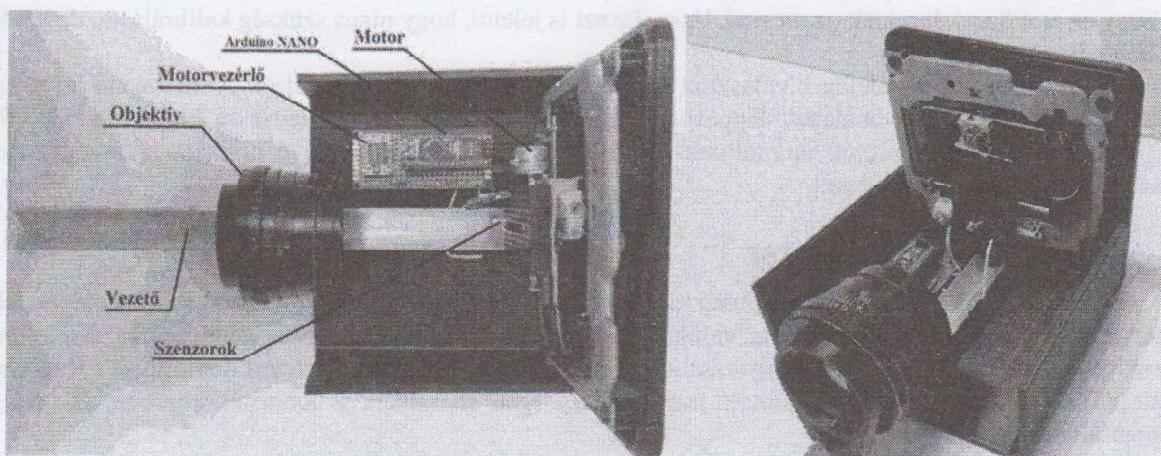


1. ábra

Robbantott ábra az eszköztől

A robbantott ábrán láthatjuk az egyes elemeket. A résen érkező fény a rácson eltérítődik és a kamera optikáján keresztül a szenzorra vetül. A képet ezt követően egy CSI porton keresztül a Raspberry Pi-be küldjük.

A másik felépítés jóval nagyobb érzékenységre képes, ami például a Raman-spektroszkópiánál elengedhetetlen. Emiatt nincs lehetőség egyszerű CCD vagy CMOS szenzor használatára. A legjobb és legnagyobb érzékenység fotoelektron-sokszorozó segítségével érhető el ebben az esetben. Ennek hátránya, hogy nagyfeszültségre van szükség hozzá, ami veszélyessé teszi kevésbé hozzáértők számára, így inkább egy nagy érzékenységű fototranzisztort és műveleterősítőket használtunk [2. ábra], mely a működési elv igazolása megfelelő.



2. ábra

*Lineárisan mozgatott szenzoros gép*

A képen is jól látszik, hogy egyetlen szenzort használunk, melyet síneken mozgatunk és így olvassuk ki az adatokat. A kiolvasott adatokat később a program azonos módon kezeli. Az első bemutatott eszköz a következő képet adja vissza [3. ábra], melyet később a program a rövidebb oldala mentén összegez, így egy hullámhossz szerinti eloszlást ad vissza. Érdekes megfigyelni, hogy mivel infraszűrő nélküli kamerát használtunk bőven 680 nm feletti sávok is megjelennek a képen kékes színűen.



3. ábra

*Beolvasott kép halogén megvilágításról*

A szenzorok spektrális érzékenységet és a valós hullámhosszokat nem kell figyelembe vennünk a kiértékelés összehasonlító jellege miatt. Az egyetlen fontos paraméter, hogy jó ismételhetőségi tulajdonsággal kell rendelkezzen az összeállítás.

#### 4. ADATOK FELDOLGOZÁSA

Az adatok egydimenziósok mindkét eszköz esetén. Ezen adatokat több eltérő módon is klasszifikálhatjuk, de legtöbb esetben érdemes normálni ezen értékeket, ezzel elkerülve a fényességbeli eltérések okozta anomáliákat.

A neurális hálókat felépítő rétegek ismeretét feltételezve, a következőkben az összehasonlítást végző hálókat mutatjuk be. Ezek tanításához 3 különböző polimer (PET-G, PLA, ABS) fényelnyelését vizsgáltuk, 30-30 mintával. Ez a mennyiség gyorsan begyűjthető, mivel egy minta felvétele kevesebb mint egy másodpercet vett igénybe. A tanítást Amazon és Google felhőszolgáltatásaiban végeztük. A teszteléshez további adatokat használtunk, hogy könnyen észleljük az "overfitting"-et, ami a kevés adat miatt biztosra vehető volt. Fontos még kiemelni, hogy a mért mintákat szemmel alig lehetett megkülönböztetni, mivel minden eltérő anyagú próbatest fehér volt, így attól függetlenül, hogy mi nyomtattuk azokat, fel kellett, hogy címkézzük ahhoz, hogy képesek legyünk megkülönböztetni őket egymástól.

Próbát tettünk a neurális háló megkerülésére is,  $k$  - legközelebbi szomszéd és Hausdorff távolság figyelembevételével. Ezek is sikeresnek mondhatóak a kevés csoport miatt, de a később bemutatott módszerekhez képes még ilyen kevés kategória esetén is 10-15%-kal kisebb pontosságot tudtak produkálni.

Az LSTM [1] hálókat igen elterjedtek, de kissé már elavultnak számítanak több területen, mivel relatív rosszul parallelizálhatóak, így a tanításuk hosszabb lehet. A mi esetünkben a kevés adat használata miatt ez nem jelentett problémát, emellett a tanítás nem a Raspberry Pi-n történik, hanem felhőben. LSTM hálókat használatával sikerült elérni 96%-os pontosságot a teszt halmazon a bemutatott tanítóadatmennyiség használatával.

Az LSTM hálókat felváltó módszer a trendeket figyelembe véve úgy tűnik az egy dimenziós konvolúciós háló [3]. Ezek jobban taníthatóak, és nagyobb pontosságot is lehetővé tehetnek. Sajnos nekünk nem sikerült megtalálni a megfelelő hiperparamétereket, mellyel meg tudná előzni az LSTM hálónkat.

Siamise hálókka [2] is próbát tettük, de nem jelentettek pontosság növekedést, de lassabb futást eredményeztek. MANN [4] hálókka is hasonló a helyzet. A továbblépést a DNS szekvenálásnál használt hálók jelenthetik, ebben az irányban is folytatjuk a munkát jelen pillanatban is.

## 5. ALKALMAZÁSOK

A tesztjeinket is már polimerek vizsgálatával végeztük, tehát ezt egy lehetséges felhasználásnak gondoljuk, akár fröccsöntött elemek összehasonlításánál az összetétel megváltozásának kimutatására. Ezzel hasonló módon akár az otthoni 3D nyomtatók automatikus anyagfelismeréssel okosítása is megoldható lehet. Erre a kényelem növelése miatt lehet szükség, mivel sok anyag más nyomtatási paramétereket igényel és ezt egyelőre beállított profil alapján a nyomtató automatikusan is választhatná.

A másik nagy alkalmazási lehetőség a világítástechnikában jelenik meg, mivel az egyre terjedő LED-es világítás színösszetétele azonos színhőmérsékleten is eltérő lehet, ami zavaró lehet, de ha a boltban ki tudjuk próbálni a fényforrást, akkor jobb választást tud biztosítani. Az akkumulátorról való működés - tesztjeink szerint - több óra működést is lehetővé tesz.

Emellett fontos eszköze lehet az oktatásnak, mivel alacsony ára lehetővé teszi, hogy akárki megépítse és az által tanuljon. Sajnos az optika a fizika oktatásban általában kis hangsúllyal jelenik meg, de egy ilyen eszköz sok emberben felkeltheti az érdeklődést a téma iránt.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálával tartozunk konzulensünknek, Nagy Balázs Vincének, valamint Urbin Ágnesnek, a mérésekhez nyújtott segítségükért. Köszönjük a Mechatronika Szakosztálynak, hogy műhelyüket használhattuk az eszköz megépítéséhez és teszteléséhez.

## HIVATKOZÁSOK

- [1] GERS, Felix A., SCHMIDHUBER, Jürgen, et CUMMINS, Fred. Learning to forget: Continual prediction with LSTM. 1999.
- [2] SUN, Yi, WANG, Xiaogang, et TANG, Xiaoou. Deep learning face representation from predicting 10,000 classes. In : Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2014. p. 1891-1898.
- [3] TABAR, Yousef Rezaei et HALICI, Ugur. A novel deep learning approach for classification of EEG motor imagery signals. Journal of neural engineering, 2016, vol. 14, no 1, p. 016003.
- [4] VINYALS, Oriol, BLUNDELL, Charles, LILLICRAP, Timothy, et al. Matching networks for one shot learning. In : Advances in neural information processing systems. 2016. p. 3630-3638.