

Automatizált internetes hossz mérés

Automated online measurement

Dr. SAMU Krisztián¹, NAGY Olivér²

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.,
+36 1 463 2602, www.mogi.bme.hu, ¹samuk@mogi.bme.hu, ²nagyoliver576@gmail.com

Abstract

The aim of this project was to design, and build a complex measurement station, which can be operated remotely (via internet), and can measure various length dimensions. The primary function of the device is to be able to assess the production quality of the samples in accordance with the defined tolerances, provided by the manufacturer. The pictures from the LED samples, created by a digital microscope, are used as input data, and the measurement is fully automatic. We built a belt-drive, connected to the axis of a stepper motor and the whole unit is controlled by a Raspberry Pi. Through this article, we discuss the idea behind the project, the parts and basic functions of the measurement station, and some concepts for future development.

Keywords: measurement techniques, length, online measurement, precision mechanics, microscope

Összefoglaló

A projekt célja egy olyan komplex mérőállomás megtervezése és megépítése volt, amely (interneten keresztül) távvezérelhető és különböző gépészeti hossz mértékek mérésére, illetve értékelésére is alkalmas. Az eszköz elsődlegesen a mintadarabok gyártástechnológiáját értékeli, azok, a gyártó által definiált, tűrésmezőjükhöz képest. Bemeneti adatként LED mintadarabokról készült fényképek szolgálnak, melyeket egy digitális mikroszkóp készít el. A mérés teljesen automatizált. Építettünk egy bordás ékszijas egyenes vezetékes hajtást, melyet egy léptetőmotor hajt meg. Ezt a lineáris egységet vezérli egy Raspberry Pi 3. A cikkben áttekintjük az alapkoncepciót, az eszköz felépítését és működését, valamint kitérünk a további terveinkre is.

Kulcsszavak: mérés technika, hossz mérés, internetes mérés, finommechanika, mikroszkóp

1. Bevezetés

A 21. századot a digitális nemzedék koraként is szokás emlegetni. Az elmúlt évtizedekben gyökeresen megváltozott az emberek, diákok viszonya mind a munkahelyhez, iskolához, mind a magánélethez. Közös vonás az említett folyamatokban a számítás - és a hálózati technika széleskörű térhódítása.

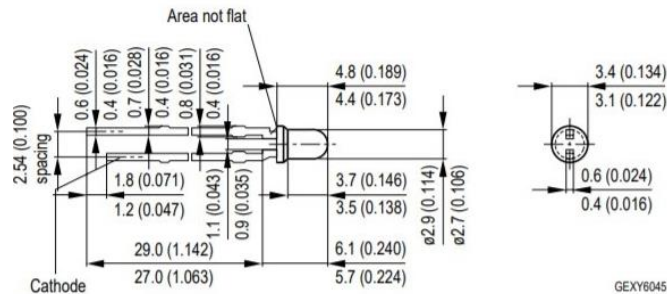
Az internet folyamatos fejlődése és elterjedése az oktatásra is komoly hatást gyakorolt, egyre inkább gyakorlattá válik a távoktatás mind a közoktatásban, mind az egyetemeken. A szüntelenül gyorsuló világunkban jelentősen átalakultak az egyetemista lét alapvető ismérvei is. Nem ritka, hogy a hallgatók párhuzamosan akár több képzésben is részt vesznek vagy különböző részmunkaidős szerződések keretében munkát is vállalnak a tanulmányaik mellett. Épp ezért a diákok vállalt egyre nagyobb súllyal terhelő elvárások és követelmények új igényeket támasztottak az oktatási rendszer felé is. Válaszul az intézmények egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az online szemináriumokra, oktatási csatornák, video-blogok létrehozására és gondozására is. Emellett fokozatosan terjednek el az olyan hálózatba kötött műszerek, amiket a hallgatók akár otthonról vagy külföldről is el tudnak érni internetkapcsolat segítségével. Ezek az eszközök lehetőséget teremtenek a műszaki élet során elengedhetetlen mérés technikával és adatfeldolgozással kapcsolatos tevékenységek demonstrálására, bemutatására. [1]

A projektünk célja egy online vezérelhető mérőműszer megtervezését és megépítését foglalta magába. Mérendő mintadaraboknak LED-eket választottunk és mivel távmérésre terveztük az eszközt, így célszerűnek

tűnt kontaktusmentes mérőeszközt választani. Végül egy digitális mikroszkóp mellett döntöttünk, ezek az eszközök napjainkban már olcsón és széleskörűen elérhetőek a piacon. A műszer pozicionálását egy bordás ékszíjas mozgatómechanika megépítésével oldottuk meg, az automata méréseket pedig egy képfeldolgozó szoftver végzi. Az egész mérőállomás központi vezérlő egysége pedig egy Raspberry Pi egykártyás számítógép.

2. Mérési terv

Mivel LED-ek fizikai méreteit kívánjuk lemérni, olyan mintadarabokat választottunk, melyekhez elérhető részletes műszaki rajz állt rendelkezésre túrésezett méretekkel. Továbbá figyelembe kellett vennünk, hogy a választott mérőeszköz (digitális mikroszkóp) látómezőjébe a LED teljes terjedelmével beleférjen. Ezen követelmények mentén mérési mintának a 3 mm átmérőjű LW3333-T1U2-5 fehér LED típust választottuk az OSRAM-tól [2].



1. ábra. OSRAM LW3333-T1U2-5 méret adatai

A LED-ek fizikai paramétereinek mérési gyakorlatát – mely feladatot a mérőállomással automatizálni kívánunk – a következő lépésekre lehet felbontani:

- LED-enként 3 db. túrésezett méret lemérése (pl. l, D, d);
- Kiszámoljuk a mérési adatok átlagát mindhárom méretre ($\bar{D}, \bar{h}, \bar{l}$);
- A LED-eket 3 db 10-es mérési részsorozatra bontjuk;
- Kiszámoljuk a 3 db 10-es részsorozat korrigált tapasztalati szórását (s_D^*, s_h^*, s_l^*);
- Kiszámoljuk a 3 db részsorozat átlagának becsült szórását ($s_{\bar{D}}^*, s_{\bar{h}}^*, s_{\bar{l}}^*$);
- A mérési sorozatok kiértékelése „A” típusú becsléssel 99,7%-os konfidenciaszint mellett.

A mérési eredmények alapvető statisztikai értékelését [3] az alábbiak szerint kell végezni:

Legyen:

- x_i a mérési eredmények ($i = 1 \dots n$)
- $\delta_i = x_i - \bar{x}$

Ekkor $n = 10$ esetén a korrigált tapasztalati szórás (1.):

$$s^* = + \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} \delta_i^2} \quad (1.)$$

valamint az átlag becsült szórása (2.):

$$s_{\bar{x}}^* = \frac{s^*}{\sqrt{n}} \quad (2.)$$

Ezekből a mérési sorozat már kiértékelhető „A” típusú becsléssel (3.):

$$y = \bar{x} - H \pm k \cdot s_{\bar{x}}^* = \bar{x} - H \pm k \frac{s^*}{\sqrt{n}} \quad (3.)$$

ahol:

y eredmény;

\bar{x} sorozat átlaga (vagy az átlagok átlaga);

H eredő rendszeres hiba (ha van);

k megbízhatósági szint faktora (pl. 99,7% mellett $k = 3$);

s_x^* átlag becslt szórása.

A kapott eredményeket összevetve a katalógusban található tűrésmezőkkel megállapítható a mintadarabok minősége, illetve gyártástechnológiája. Fontos megemlíteni, hogy a jelen mérési elrendezésben nem szerepelnek a LED-ek világítástechnikai mérései. A jövőben a mérőállomást fel kívánjuk szerelni egy fénymérő szenzorral, így ennek megfelelően a mérési terv változni fog.

3. Eszköz felépítése és működése

A mérőkör hajtása egy szíjtárcsából, egy állítható feszítő görgőből, bordás ékszíjből, damilszálból, az előbbi kettőt összekötő feszítő rugóból és az optikai egységet tartó csúszkából áll. A mozgásvezetést egy kétjáratú függönysínből alakítottuk ki. Egyik végén helyezkedik el a léptetőmotor. Ennek tengelyéhez rögzítettük a szíjtárcsát, mely a bordásékszíjat a vezető sín egyik járatából a másikba vezeti. A kétjáratú sín másik végén az állítható távolságú feszítőgörgőt helyeztünk el, melyen a damilszál fut a sín egyik járatából a másikba. Az egyik járatba pontosan illesztett csúszka egyik oldalára a bordásékszíz végét, a másik oldalára a damilszál végét erősítettük. A vezetősín másik járatában a damil és a bordásékszíz egy feszítőrugóval kapcsolódik. Végül a sín két végén az ékszíjtárcsa- és a feszítőgörgő házat lelemezeltük.



2. ábra. Bordás ékszíjas mozgatómechanika



3. ábra. Élkiemelés a mintadarabról készített fényképen (M 5:1)

A fizikai megvalósítást követően a kitűzött célnak megfelelően úgy kellett beprogramozni az eszközt, hogy teljesen automatikusan el tudja végezni a mérési folyamatot. A működtető szoftver három komponensből áll: a motorvezérlésből, egy mozgásdetektáló algoritmusból és a mérést végző képfeldolgozásból. A motorvezérlés felelős a mérőmikroszkóp mozgásáért. Mellette párhuzamosan fut a mozgásdetektálás mely figyel, ha új mérendő mintadarab úszik be a képbe. A mérés bemenete az aktuális mintadarabról készített fénykép. Ezen először szegmentáljuk az objektumot, majd kiemeljük az éleit (3. ábra). A megfelelő logikával az éleken kijelölhetők azok a pontok, amelyek közt a távolságot mérni szeretnénk (4. ábra). [4]

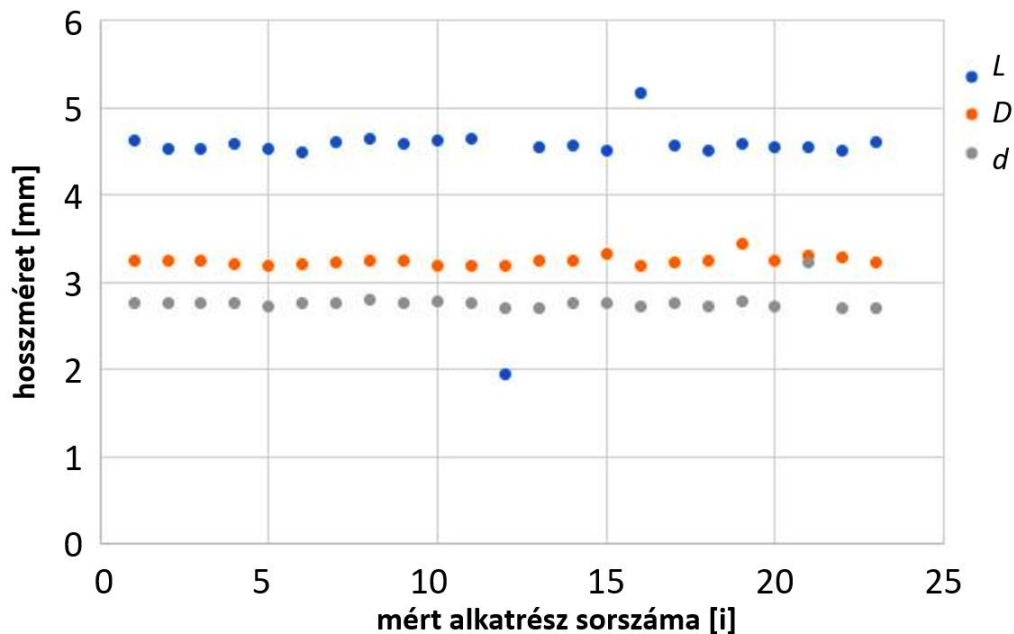
A felhasználó az eszközhöz egy webszerveren keresztül fér hozzá. Nyomon követhető a mérés egy webkamera segítségével, valamint a mérés végén a mérési eredmények kiexportálhatóak további felhasználásra. A honlap képes mérési jegyzőkönyv készítésére is.



4. ábra. Mérésre kijelölt élszakaszok (M 5:1)

4. Mérési eredmények

Az alábbi diagramon láthatók az első teszt mérési eredményei.



Ábra 5 – Mérési eredmények

Jól látszik, hogy előfordul egy néhány kiugró érték, ezek okai elsődlegesen a nem megfelelő fényviszonyok. Eszköztelepítés során ügyelni fogunk rá, hogy úgy tervezzük meg a digitális mikroszkóp megvilágítását, hogy az lehetőleg egyenletes legyen. Ezzel a hiba megszüntethető.

5. Konklúzió

Létrehoztunk egy automata mérőállomást, amely alkalmas arra, hogy interneten keresztül távvezéreljük. Az eszköz építése során ügyeltünk arra, hogy kis számban alkalmazzunk oldhatatlan kötések, így az eszköz könnyen átalakítható, bővíthető. A jövőben szeretnénk további mérési terveket is kidolgozni és az eszközt világítástechnikai mérések irányában tovább fejleszteni.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] de Lima, JPC, et. al: Design and implementation of a remote lab for teaching programming and robotics. IFAC PAPERSONLINE, Vol. 49 (30), pp: 86-91, 2016.
- [2] OSRAM: LW 3333-T1U2-5 Osram White LED, <http://www.fairchip.com/osram/through-hole-leds/3mm/l-3333-series/16496-lw-3333-t1u2-5-osram-white-led.html>, 2018.
- [3] Czifra Árpád et al.: Méréstechnika. ISBN: 978-963-2795-37-9, 2012.
- [4] Lisa I. Stephens et al.: Evaluating the Use of Edge Detection in Extracting Feature Size from Scanning Electrochemical Microscopy Images. Analytical Chemistry Vol. 91 (6), pp. 3944-3950, 2019.