

Folyosóhossz, és látásfelbontás mérési jegyzőkönyv

Erdélyi Áron János
(Neptun kód: JBO61Q)

Pázmány Péter Catholic University, Faculty of Information Technology and Bionics
50/a Práter street, 1083 Budapest, Hungary
erdelyi.aron.janos@hallgato.ppke.hu

I. A MÉRÉSEKRŐL

A mérés 2018.02.14-én 16:15 és 19:00 között zajlott, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karán, Budapesten, a Práter utca 50/a című épületében. A mérésben továbbá részt vett Benedek András.

II. SI MÉRTÉKRENDSZER

A mértérendszer 1960-ban született, és alapvetően általános meteorológiai definíciókat, alap és kiegészítő egységeket definiált és prefixumokat határozott meg.

Előnyei közé tartozik, hogy koherens, használatával leegyszerűsödnek a számítási egyenletek, megkönnyíti a tudományos, valamint a gazdasági összehasonlításokat.

A mérések elvégzése előtt részletesen tanulmányoztam az SI mértérendszer alapegységeit, és azok használatait, amit felhasználtam mindkét mérésben.

Ezekhez a mérésekhez a hosszúság tulajdonságot használtam fel. Az SI mértérendszer hosszúságot mérő alapegysége a méter.

Ebben a rendszerben 7 alapmértékegység szerepel. Ezek azok, amiből a többi mértékegység levezethető:

- A hossz jele l, mértékegysége méter, jele m.
- A tömeg jele m, mértékegysége kilogramm, jele kg.
- Az idő jele t, mértékegysége secundum, jele s.
- Az elektromos áramerősség jele I, mértékegysége amper, jele A.
- Az abszolút hőmérséklet jele T, mértékegysége kelvin, jele K.
- Az anyagmennyiség jele n, mértékegysége méter, mól mol.
- A fényerősség jele I_v , mértékegysége méter, kandella cd

A mértékegységekhez SI-prefixumokat lehet hozzávenni, hogy így osztó vagy szorzó mértékegységekhez jussunk. Pár fontosabb prefixum:

- Kilo: jele:k, az eredeti mértékegység 10^3 szorosát jelenti.
- Mega: jele:M, az eredeti mértékegység 10^6 szorosát jelenti.
- Giga: jele:G, az eredeti mértékegység 10^9 szorosát jelenti.
- Tera: jele:T, az eredeti mértékegység 10^{12} szorosát jelenti.
- Mili: jele:m, az eredeti mértékegység 10^{-3} szorosát jelenti.
- Mikro: jele: μ , az eredeti mértékegység 10^{-6} szorosát jelenti.
- Nano: jele:n, az eredeti mértékegység 10^{-9} szorosát jelenti.
- Piko: jele:p, az eredeti mértékegység 10^{-12} szorosát jelenti.

Ez egy folyamatosan fejlődő, optimalizálódó rendszer, amely koherenciát hoz a természettudomány világába.

III. VÍZ ÓRA

A víz órák, a nap órák mellett, az egyik legrégebbi módja az időmérésnek. Az antikvitásukból adódóan nem lehet pontosan tudni, hogy hol jelent meg először, vagy hogy ki találta fel. A legegyszerűbb struktúrájú tál alakú folyásmérő vízóra már időszámításunk előtti XVI. században létezett, és használt volt Babilóniában és egyiptomban. Más helyszíneken is találtak bizonyítékot, hogy használtak ilyen típusú időmérő eszközöket. Vannak olyan kutatók, akik szerint Kínában és Indiában, már Krisztus előtt 4000-ben is használtak víz alapú órákat.

A görög és a római civilizációnak köszönhetően kezdetben a vízóra tervezésének előrehaladása olyan összetett fogaskerekekhez kapcsolódik, amely a fantáziadús automatizmusokhoz kapcsolódott, és nagyobb pontosságot eredményezett.

Az iszlám civilizációnak köszönhetően tovább fejlődött az órák pontossága, bonyolult fejlesztésekkel.

A leghíresebb órák közé tartoztak az Elephant, a Scribe és a Castle órák, amelyek mindegyikét sikeresen rekonstruálták. Amellett, hogy elmondták az időt, ezek az óriási órák voltak az Urtuq Állam állapotának, nagyságának és gazdagságának szimbólumai.

IV. MÉRÉSÜGGYEL FOGLALKOZÓ MAGYAR TUDÓSOK

Kruspér István a modern magyar mérésügy egyik megteremtője, aki elévülhetetlen érdemeket szerzett a nemzetközi méteregyezmény megkötésében is.

Nagy Károly csillagász Schedel és Vörösmarty lapjában, az Athenaeumban már 1839-ben rámutatott a középkori eredetű mértérendszerünk nehézkességére és arra, hogy az milyen zavarokat okoz;1 sürgette a méter-rendszer bevezetését.

V. MÉRÉSI ALAPFOGALMAK

- Mérendő objektum: Az a tárgy, vagy megfigyelhető jelenség, amit mérni akarunk
- Bemenő jelek: Azok a hatások, amiket a mérendő objektumra gyakorlunk, hogy kimeneti jeleket generáljon
- Kimeneti jelek: Azok az adatok, ami alapján információt tudunk készíteni a mérendő objektumról
- Jelátviteli csatorna: Az a közeg, amin keresztül eljut a mérőeszközhöz az információ
- Zajok, zavarások: Olyan külső hatások, amiktől romlik a megfigyelés.
- Mérőeszköz: Az az műszer, ami a megfigyelést emberileg olvashatóvá teszi.
- Mérési eredmény: Az az információ, ami emberileg felfogható és használható
- Mérési hiba: a meghatározandó értékre a mérés során kapott eredmény és ideális értéke közötti különbség.

VI. A FOLYOSÓ HOSSZÁNAK LEMÉRÉSE

Feladatunk a PPKE ITK épületének 4. emeleti folyosó hosszának lemerése volt. A méréshez rendelkezésünkre állt egy "A"-val jelzett fa méterrúd, rajta 100 beosztással.

A. Mérés tervezése

A mérés stratégiánk a következő volt. A mérésre 3 alapvető szabályt fektettünk le. Egyrészt csak akkor tartjuk elég pontosnak a mérést, ha század méter pontossággal tudjuk megállapítani egy adott szakasz hosszát. Másrészt egy átlagos csempe hosszában benne van az utána következő fugának a hossza is. Így nem kell külön mérni azt is. Harmadrészt a mérőrúd végét csak a folyosó végének méréséhez használtuk, így csak kétszer kell a mérőrúd végének egyenlőtlenségéből származó hibával számolni.

Minden mért eredményről tudjuk, hogy nem teljesen pontos, hiszen a mérőrúd nem pontosan 1 méter, ezért eredményeinket beszoroztuk "L"-el, ami a mérőrúd pontos hossza méterben.

B. Eredményeink

Egy átlagos csempe hosszát úgy becsüljük, hogy 10 különböző mérés alapján, amit a folyosó különböző pontjain mértünk, és átlagoltuk eredményeinket.

Mivel egy csempét nem lehetett megfelelően pontosan lemérni, ezért több csempét mértünk egyszerre - fugáikkal együtt - így volt, hogy 2, vagy 3 csempe hosszát mértük egyszerre.

Átlag csempe hosszának mérési eredménye:

- Első mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m
- Második mérés: 2 csempe hossza = $0,61 \cdot L$ m
- Harmadik mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m
- Negyedik mérés: 2 csempe hossza = $0,61 \cdot L$ m
- Ötödik mérés: 2 csempe hossza = $0,61 \cdot L$ m
- Hatodik mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m
- Hetedik mérés: 2 csempe hossza = $0,61 \cdot L$ m
- Nyolcadik mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m
- Kilencedik mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m
- Tizedik mérés: 3 csempe hossza = $0,91 \cdot L$ m

Ebből számolva egy átlagos csempe és a hozzá tartozó fuga hossza: **$a=0,303846 \cdot L$ m.**

A folyosó 113 teljes, és 2 nem egész csempéből áll. Úgy tudtunk kellően pontosan mérni a első nem egész csempe és az utolsó nem egész csempe hosszát, hogy az első 2 teljessel együtt, a másikat 1 teljes csempével együtt mértük így tudjuk, hogy az első 3 csempe hossza **$e=0,81 \cdot L$ m**, az utolsó két csempe hossza **$v=0,32 \cdot L$ m.**

Ezekből az adatokból a folyosó hossza: $e+v+110a=(0,81+0,32+110 \cdot 0,303846) \cdot L$ **$m=34,55306 \cdot L$ m**

C. Hibajegyzék

- Statikus hiba:
 - Véletlenszerű hibák:
 - * A csempék felületének egyenlőtlensége.
 - * A megfigyelésünk szögétől függően nem láthattuk pontosan a beosztásokat.
 - Rendszeres hibák:
 - * A mérőrúd ferdesége befolyásolja a mérést.
 - * A mérőrúd beosztásainak vastagsága miatt nem pontosan megállapítható egy mért hossz.

* A mérőrúd vége nem egyenes, ezért az első és az utolsó csempe hosszát ez befolyásolja.

D. Hibabecslés

- Dinamikus hiba:
 - Ez a hibatípus nem releváns, hiszen a méterrúdnak nincsen beállási ideje.

D. Hibabecslés

- Az emberi hibákból és a csempék felületének egyenlőtlenségéből származó hibának mértékét $\pm 1\%$ -ra becsülöm.
- Az "M" értéke feltehető, hogy egy métertől $\pm 0,02$ m-el térhet el. Ez csak az első és az utolsó mérésnél következhetett be.
- A beosztások vastagságából, és a mérőrúd ferdeségéből származó hiba lineárisan terjed, hiszen minden mérésnél beleütközhattünk. Ennek a hibának a mértékét, mivel 110 csempénél használtuk az átlagolt értéket, $\pm 0,001 \cdot 110$ m-re becslem.

E. Konklúzió

A mérés alapján nagyjából meg tudjuk határozni, hogy a folyosó hossza milyen intervallumban mozog. A hibákat belekalkulálva, számításaim szerint a folyosó hossza 34,0575m és 35,0485m között lesz.

VII. SZEMEM FELBONTÁSÁNAK MÉRÉSE

A méréssel azt a beesési szöget mértük, amelynél nagyobb látószög mellett képes voltam meghatározni a színes foltok, vagy a sakktábla négyzetei közötti különbséget.

A. Színes pixelek

1) *Mért eredményeink:* Több mérés alapján a színes pixelek távolsága **$r=0,0133 \cdot L$ m**, ahol "L" a mérőrúd hossza.

Pontosan nem tudtuk megállapítani, de mérések alapján átlagolva 19 csempe + 0,8Mm távolság volt az utolsó olyan táv, aminél egyértelműen megkülömböztethetőek voltak a pixelek. Az előző mérés alapján ez a távolság $l = (19 \cdot 0,303846 + 0,8) \cdot L$ m = **$6,573074$ Mm.**

2) *Számolás:* Ezzel a két információval szerkeszthetünk egy derékszögű háromszöget a megfigyelő szeme és a kép közötti távolságot, valamint a pixelek távolságát felhasználva. Elnevezzük a megfigyelő szeménél lévő szöget α -nak. Ez a látószög.

$$\frac{r}{l} = \tan \alpha \longrightarrow \alpha = \arctan \frac{r}{l}$$

Figyeljük meg, hogy az osztás miatt az "L", a mérőrúd pontatlansága kiesik, ezért ezzel nem kell a hibában számolni.

Tehát az eredmény:

$$\alpha = \arctan \frac{0,0133}{6,573074} = 0,00202340364 \text{ rad}$$

B. Fekete-fehér pixelek

1) *Mért eredményeink:* Több mérés alapján a színes pixelek távolsága **$r=0,01 \cdot L$ m**, ahol "L" a mérőrúd hossza.

Pontosan nem tudtuk megállapítani, de mérések alapján átlagolva 8 csempe + 0,8Mm távolság volt az utolsó olyan táv, aminél egyértelműen megkülömböztethetőek voltak a pixelek. Az előző mérés alapján ez a távolság $l = (8 \cdot 0,303846 + 0,8) \cdot L$ m = **$3,230768 \cdot L$ m.** Ezzel a két információval szerkeszthetünk egy derékszögű háromszöget a megfigyelő szeme és a kép közötti távolságot, valamint a pixelek távolságát felhasználva. Elnevezzük a megfigyelő szeménél lévő szöget α -nak. Ez a látószög.

- Statikus hiba:

- Véletlenszerű hibák:
 - * A csempék felületének egyenlőtlensége.
 - * A megfigyelésünk szögétől függően nem láhattuk pontosan a beosztásokat.
- Rendszeres hibák:
 - * A mérőrúd beosztásainak vastagsága miatt nem pontosan megállapítható egy mért hossz.
 - * A mérőrúd vége nem egyenes, ezért az első csempe hosszát ez befolyásolja.
- Dinamikus hiba:
 - Mondhatnánk, hogy a szemünk beállása dinamikus hiba, hisz a fókuszálásnak idő kell, amíg beáll

D. Hibabecslés

- Az emberi hibákból és a csempék felületének egyenlőtlenségéből származó hibának mértékét $\pm 1\%$ -ra becsülöm.

VIII. MÉRŐESZKÖZ ELTÉRÉSE

Ebben a feladatban az arányok számítanak, nem konkrétan a mérőeszköz hossza. Tegyük fel, hogy a mérőeszközöm 2mm-el rövidebb, vagy hosszabb mint amit használtam. Ekkor a képletet felírva:

$$\frac{r(L \pm 0,002)}{l(L \pm 0,002)} m = \tan \alpha \quad \text{ahol } L \text{ a mérőrúd hossza.}$$

Láthatjuk, hogy a törttel kiejtjük a mérőrúd hosszában rejlő hibát.

Hasonlóképpen $\pm 5\text{mm}$ esetén:

$$\frac{r(L \pm 0,005)}{l(L \pm 0,005)} m = \tan \alpha \quad \text{ahol } L \text{ a mérőrúd hossza.}$$

A mérőrúd tényleges hossza kiesik, hisz csak az arányok számítanak egy tangensnél.

FORRÁSOK

- ITK Wiki Bevezetés a mérés technikába és jelfeldolgozásba, korábbi évi előadások
- <https://www.ancient-origins.net>
- <https://www.nist.gov>
- <http://www.tankonyvtar.hu>
- <http://phys.chem.elte.hu>