

4. félévi beszámoló

Balla Norbert Csaba (ballanorb@gmail.com)

Fizika Tanítása Program

Témavezető: Oroszlány László

A dolgozat címe: Modern informatikai eszközök alkalmazása a fizika oktatásában

Bevezetés:

A hang kitölti mindennapi életünket. Az emberi kommunikáció egy meghatározó eszköze, a rádióból is hangot hallunk, a televíziót nézve is fontos szerepet tölt be a kábelezéshez tartozó hang, egy-egy közlekedési helyzetnél is hangjelzést adunk, stb.

A téma a fizika tanítása során is megjelenik. A gimnáziumi oktatás egy fontos része a hanghullámok tulajdonságainak megismerése. Az egyik ilyen a terjedési sebesség. Azonban a fizika tankönyvek többségében alig szerepel a sebesség értékének mérésére vonatkozó kísérlet, demonstrációs vagy tanulói kísérlet pedig szinte egyáltalán nem. Véleményem szerint nagyon fontos, hogy a diák megismerje a fizikai jelenségeket valós mérési eredmények alapján. Ehhez azonban olyan eszközökre van szükség, amely képes a hangerősség (dB) értékeket rögzíteni, majd a különböző távolságokból beérkezett adatok alapján kiszámolni a mért hangsebesség értékeket.

Az előző három félévben elért kutatási eredmények összegzése

Kutatásom kezdetén megismerkedtem a Peer Instruction módszerrel [1], amelyet a kísérlet részeként kívánom felhasználni.

A munka folytatásaként a Python programozási nyelvvel ismerkedtem meg [2]. A megismerés során nagy hangsúlyt fektettem azokra a webes és hálózati megoldásokra, amelyek képesek a hálózaton keresztüli adatok fogadására és feldolgozására. A számítógépes program írása során folyamatos tesztelést végeztem, amelyben azt vizsgáltam, hogyan fogadhatom az adatokat egy mobiltelefonról egy vezeték nélküli (wifi) hálózaton keresztül. A mobiltelefonról érkező adatokból a megfelelő információ kinyerése és feldolgozása elengedhetetlen a sikeres mérés elvégzéséhez.

Párhuzamosan az előző részben leírtakkal több telefonos alkalmazást is kipróbáltam. Android operációs rendszerrel dolgoztam és a Google Play "áruházból" ingyenesen elérhető alkalmazásokat vizsgáltam meg. Fontos szempont volt számomra, hogy a mobiltelefon legyen a mérőeszköz. Tapasztalatom szerint már szinte minden diáknak van mobiltelefonja, jellemzően a fent említett operációs rendszerrel. A jelenleg elérhető mobiltelefon alkalmazások közül a legalkalmasabbnak bizonyult a Sensor Node Free. Több fizikai mennyiség mérésére is lehetőség nyílik (gyorsulás, giroszkóp, nyomás, fény intenzitás, stb.) az alkalmazással.

A számítógépes program, a telefonos alkalmazás és az őket összekötő hálózat így alkalmas lehet a fizika különböző területein is kísérletek elvégzésére. A mért adatok fogadásánál

célul tűztem ki, hogy a kísérlet elvégzése után rövid időn belül az eredmények láthatóak legyenek csoportos, illetve egyéni szinten is.

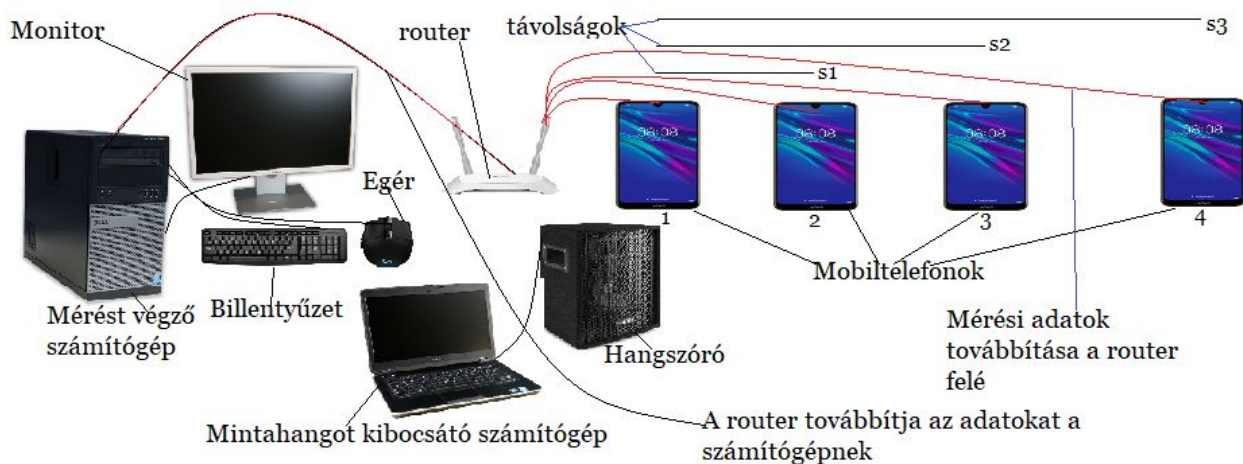
A mérés megkezdésekor az intézményünk szomszédságában lévő templom adottságait próbáltam kihasználni a hang sebességének méréséhez (hangforrás, távolság). A templomban több diák segítségével teszteltük a kísérleti elrendezést és próbamérést végeztünk.

A kísérlet elvégzése a következő módon történt:

A méréshez szükséges eszközök: hangforrás, Androidos operációs rendszerrel működő mobiltelefon (a diák saját telefonja), vezeték nélküli hálózat (wifi), az adatok fogadására alkalmas számítógép, lézeres távolságmérő.

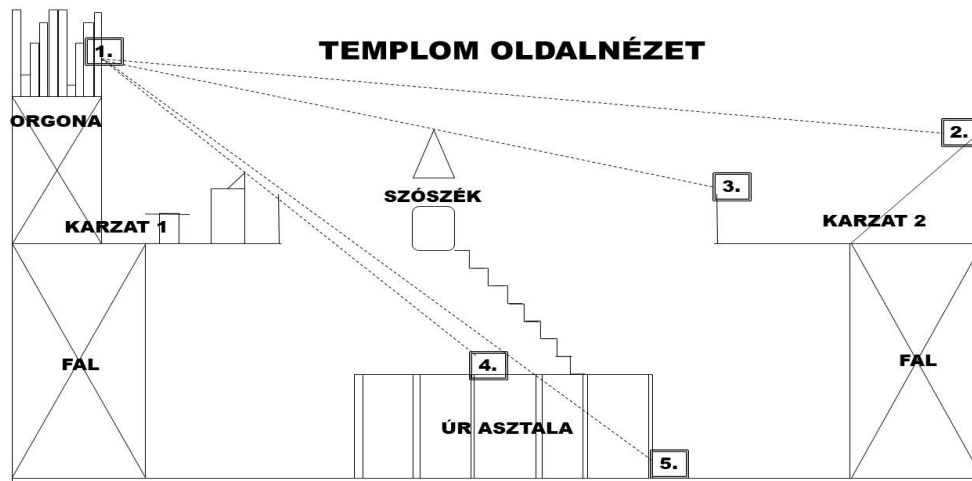
A kísérlethez szükséges eszközök összeállítását és a mérés sematikus elvi rajzát mutatja az 1. ábra. Az s_1 , s_2 , s_3 távolságok a mobiltelefonoknak a hangforrástól mért távolságát jelentik. Az 1, 2, 3, 4 számmal jelölt mobiltelefonok a mért hangerősség (dB) értékeket továbbítják a mérés során a router felé. A router ezek után a beérkező jelet továbbítja a mérést végző számítógép felé, ahol letárolásra kerülnek (telefon azonosító, mért dB érték). A számítógép az előbbi adatok mellé még egy időbélyeget is ír. A mintahangot kibocsátó számítógép és a hozzá kapcsolódó hangszóró teljesen független rendszert alkot a mérést végző számítógéptől. Egyedüli célja a mintahangjel kibocsátása.

A mérés menete: A mobiltelefonokon a jel továbbítását végző alkalmazás beállításait kell elvégezni (telefon név, mintavételezési gyakoriság, IP cím, port, jel típusa). Ez után indulhat a mérést végző számítógépes program, amely a routeren keresztül fogadja a mobiltelefonokról érkező adatokat. Utolsó lépésként a mintahang elindítása következik a mintahangot kibocsátó számítógépen.



1. ábra A mérés sematikus rajza

A templomi kísérlet során a következő mérési elrendezést hoztam létre (2. ábra).



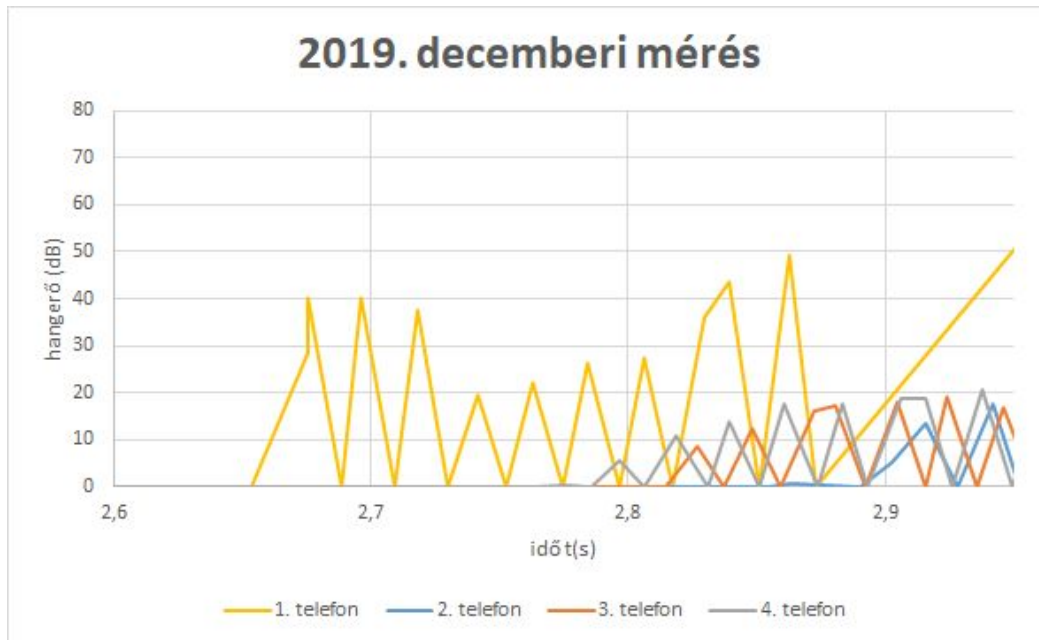
2. ábra Templomi mérés

A 2. ábra bal oldali részén levő hangforrásból (orgona) érkező hangerősséget (dB) érzékeli a (1,2,3,4,5) helyen lévő mérőeszköz (mobiltelefon). Az adatok továbbításra kerülnek a mérést végző számítógép felé (az 1. ábránál jelzett módon). A mérés után egy grafikonon megjeleníthetők a beérkezett adatok (3. ábra).

A 3. ábra grafikonján nagyon jól látszik, hogy először a sárga színű (1. telefon), majd a kék színű (2. telefon) mobiltelefon jele érkezett be. A mérési eredmények alapján a két telefon távolságának különbségéből, valamint a jelek beérkezésének időkülönbségéből kiszámolható a hangsebesség. A mérési eredményekből kiszámolt hangsebesség érték (körülbelül 150 m/s) jóval elmarad a [4,5]-ben ismertetett értékektől.

A munka folytatásaként tovább kellett vizsgálnom a lehetséges okokat, amely eredményezheti az eltérést. Véleményem szerint az eltérést a következők okozhatják:

1. Nem vettem figyelembe a templomban a levegő hőmérsékletét, illetve az épületen belüli hőmérséklet változást, amely befolyásolhatja a hang terjedési sebességét.
2. Lehetséges, hogy a hang továbbítása nem levegőben történt, hanem a templom padozatán, falán, más szilárd anyagon keresztül, ahol a hangsebesség sokkal gyorsabban terjedhet, mint a levegőben.
3. A hang terjedése során a templomnak a zárt geometriájából fakadóan a visszaverődések miatt a hang önmagával való interferálódását figyelembe véve nem a közvetlen, hanem az esetlegesen szóródott hangot érzékeli az érzékelő.
4. A programkódban is lehet hiba, amely a beérkező adatokat dolgozza fel.
5. A mérő berendezések szinkronizációjának hibája.
6. A telefon szenzorainak maximális mintavételezési képessége.



3. ábra 2019. decemberi mérési eredmények

Az 1. és 2. esetet már az előző félévben kizártam. A többi eset vizsgálatát a 4. félévre terveztem. A kísérlet elvégzése alatt több tapasztalatot is szereztem a diákokkal végzett közös munka során, amelyek nagy segítséget nyújtanak majd ahhoz, hogy egy osztállyal végzett mérés esetén mire kell odafigyelnem.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:

Az aktuális félévben az előző félévben felvetett teóriáimat vettem sorra. Próbáltam kizárni minden olyan tényezőt, amely befolyásolhatja a mérés eredményét.

Az ütemezés azonban nem a terveim szerint alakult. A karantén okozta helyzet miatt a félév jelentős részében nem tudtam a diákokkal méréseket végezni a bezárt iskolában. Emellett terveim megvalósítását nagymértékben befolyásolta a karanténnal járó szervezési és adminisztratív feladatok terhei. A félév második felében a diákok nélkül elvégzett kísérletek száma viszont jelentősen megnövekedett, amelyhez nagymértékben hozzájárult a templomba telepített wifi hálózat, amit szintén a járványhelyzet indokolt.

Munkám folytatásaként először a számítógépes programot módosítottam. A program kezdetben a beérkező adatokat közvetlenül megjelenítette a monitoron grafikonos formában. Az ábrázolás sok műveletvégzést igényel, amely befolyásolhatja a számítógépre érkező jelek fogadását. A program átalakítása után már nem közvetlenül jelentek meg az adatok. A futás alatt csak tárolás történik, a grafikonok megjelenítése a mérés befejezése után valósul meg. Ez az átalakítás sem eredményezte a hangsebesség értékének [4,5]-ben közölt értékeinek megközelítését.

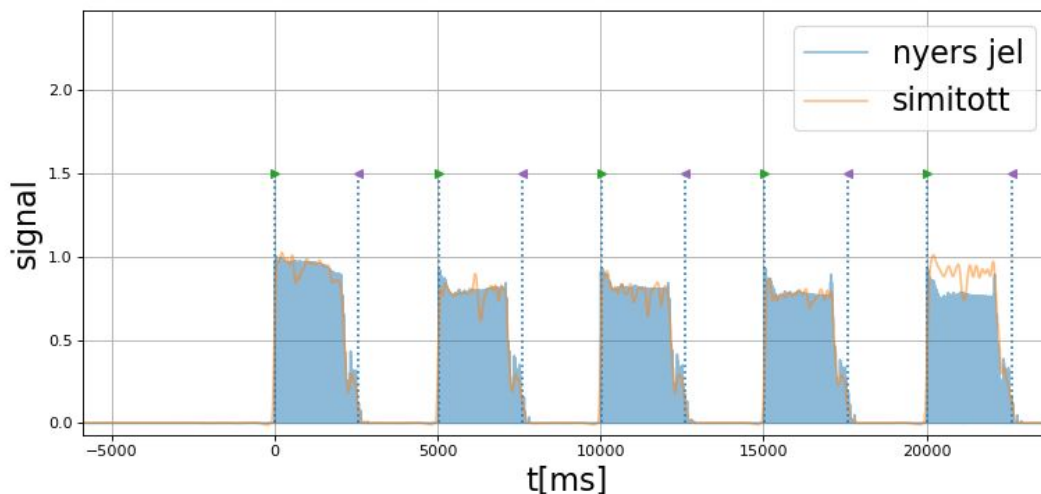
Mérési helyszínt is változtattam, hogy nagyobb távolságra kerüljenek a mobiltelefonok a hangforrástól. Először az iskolai folyosón, majd szabad téren az intézmény egyik udvarán

végeztem méréseket. A mérési eredményeim elemzésekor és a számítások elvégzése után kizártam azt a lehetőséget, hogy a kisebb távolságok okozzák a kiszámolt hangsebesség értékek eltérését a [4, 5]-ben meghatározottól.

A következő változtatás egy standardizált hangfájl létrehozása volt, amely bizonyos ideig 0 dB értéket, majd azt követően szintén meghatározott ideig nagy dB értékű folytonos jelet bocsát ki. A mérési hiba megtalálásához elengedhetetlen volt egy olyan standard hangfájl létrehozása, amellyel összehasonlíthatóvá válnak az egyes mérési eredmények. Többféle jel szekvenciával próbálkoztam. A jelenleg használt jelben 1,5 másodperc szünet után következik 0,5 másodperc normál zenei A hang. Ezt a jelet alapul véve 1 perces mintajelet hoztam létre. A változtatással azonban nem kerültem közelebb a hangsebesség értékének pontosabb meghatározásához [4, 5].

A 4. ábra egy jelfeldolgozási módszert mutat, amelyet a beérkező telefonok jelein alkalmaztam. A jelfeldolgozás részeként a jelben lévő “tüskéket” is ki akartam szűrni, amelyhez a Fourier-transzformációt hívtam segítségül. A programkód először egy Fourier-transzformációt végez a jel “simítására” majd megkeresi, hogy a jel hol éri el a küszöbértéket. Ez után a küszöb értékhez tartozó időpontból elindulva lépünk az eredeti jelben és megkeressük azokat, amelyek nem nulla értéket vesznek fel.

A jel kezdő és végpontjának beazonosítása, valamint a burkoló görbe egyértelműen meghatározza a mobiltelefonokról érkező adatokat.

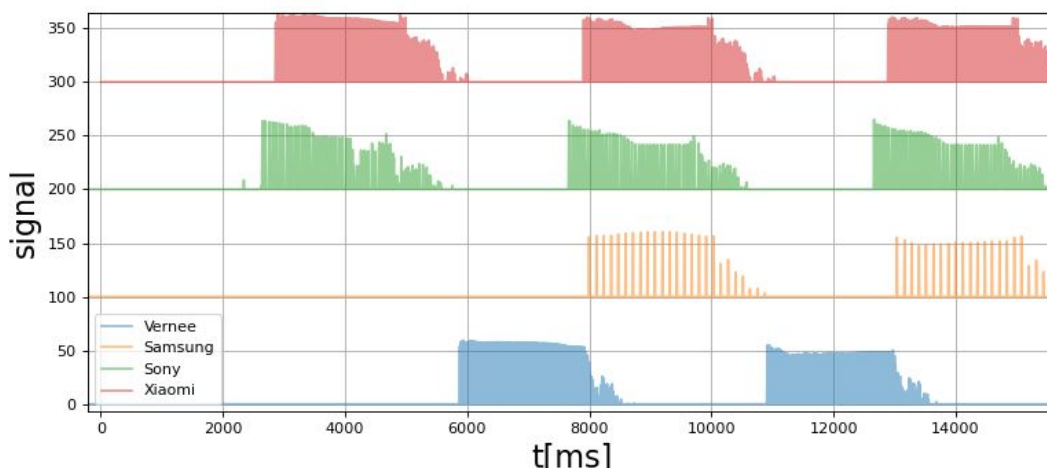


4. ábra Jelfeldolgozási módszer

További változtatásokat végeztem a telefonról beérkező jelre. A számítógép időbélyege helyett a mobiltelefonok időbélyegét használom a jel beérkezési idejének rögzítéséhez. A szinkronizációs probléma megoldására egy kezdő mérést kell végezni, amikor minden telefon ugyanazon a helyen van (az 1. ábrán s1, s2, s3 értéke azonos). A szinkronizáció során a programkód az ugyanazon helyről beérkező telefonok jeleit vizsgálja. Ha az egyes telefonokról

beérkező jelek nem ugyanazon időpillanatban érkeznek, akkor a programkód korigálja az adatokat, úgy hogy minden telefon jele egy időpillanatban kezdődjön. Ennek segítségével minden résztvevő telefont egy “központi” telefonhoz tudok szinkronizálni. Ez után felhasználom a 4. ábrán ismertetett módon a jelek automatikus megtalálását.

A fentebb említett módosításokkal egy szinkronizációs mérés eredménye látható az 5. ábrán. A négy telefon jelei különböző időpontokban érkeznek be. A Samsung telefon jelei jóval ritkábbak, mint bármelyik másik telefonról érkező. Ebből arra következtetek, hogy a Samsung telefon hardveres mintavételezési frekvenciája jóval alacsonyabb a többinél, ezért csak korlátozottan alkalmazható a hangsebesség mérésére (jellemzően nagy távolságoknál).



5. ábra Mérési eredmények

A mérési eredményekkel sikerült jól kimérni a hangsebesség értékét. A mérési eljárás jól működik.

Publikációk:

A félévben nem sikerült publikációs tevékenységet megvalósítanom, amelyhez úgy érzem jelentősen hozzájárult a karantén adta helyzet.

Célként az előző félévben meghatározottakat kívánom elérni:

A Fizikai Szemlében tervezek megjelentetni egy cikket, amelyben pontosan leírom a kísérlet menetét és a tapasztalatokat. Munkámat 2020. novemberében elküldöm a folyóiratnak.

Kutatásom folytatásaként a mobiltelefonnal végzett kísérleteimet bővítem ki az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás gyorsulás mérésével. Terveim szerint második cikkem témája ezen kísérleti eredmény lesz, amelyet a Fizikai Szemlében tervezek megjelentetni.

Harmadik cikkem témájának az előbbi kettő munkám alkalmazását szeretném kiterjeszteni több középiskolára. A több intézményből beérkezett adatok alapján statisztikát kívánok készíteni, amelyben azokat a tapasztalatokat kívánom leírni hogyan ágyazható be az

oktatásba és milyen hatást váltott ki a módszer bevezetése. A megjelenést egy tudományos folyóiratban tervezem.

Negyedik cikkemnek az előző háromból szeretnék írni egy összefoglalót angol nyelven. A folyóirat kiválasztása még nem történt meg.

[1] Mazur, Eric. Peer Instruction : a User's Manual. Upper Saddle River, N.J. :Prentice Hall, 1997.

[2] <http://oroszl.web.elte.hu/fiznum1/>

[3] <https://pilath.wordpress.com/hangsebesseg-merese/>

[4] <https://www.muszeroldal.hu/assistance/hangsebesseg.html>

[5] <https://soundproofpanda.com/speed-sound-changes-different-materials/>