

<https://doi.org/10.17048/AM.2020.332>

Horváth Krisztián

Eszterházy Károly Egyetem, Informatikai Tanszék

hkrisztian1997@gmail.com

Keller Zsófia

Eszterházy Károly Egyetem, Informatikai Tanszék

kellerzsofi2@gmail.com

Hagyományos időmérés a modern korban

Absztrakt

Az egri Líceum nem csak, mint műemlék fontos épülete a városnak, hanem tudománytörténeti jelentősége is elvitathatatlan. Alapításakor európai szinten is egyedülálló csillagászati felszereltséggel rendelkezett (Monk, 2013). Erre az eszközrendszerre alapozva egy olyan komplex rendszer megvalósítását tűztük ki célul, amely képes detektálni és jelezni a helyi dél időpontját a Líceum építésekor kijelölt meridián vonal felhasználásával a hagyományoknak megfelelően.

Tudománytörténeti szempontból érdeklődésre tarthat számot egy ilyen rendszer működése, de fontosnak tartottuk, hogy későbbi feldolgozás érdekében rendelkezzen naplózási funkcióval is.

Kulcsszavak: képelemzés, komplex IT rendszer, időmeghatározás, tudománytörténet

Traditional timing in the modern age

The Lyceum in Eger, while being one of the most known Monuments of the city, plays an important role in the history of science. When it was founded, it became one of the best equipped observatories in Europe. Knowing this, our goal is to use its equipment to build a complex system that is able to determine the exact time of the local noon, using the meridian line that was created during the construction of the building. While our primary goal was to research and realize how a system like that could work at its core, a logging feature has also been implemented in the system for later reuse of the data.

Keywords: image processing, complex IT system, time determination, history of science

1. Motiváció

Napjainkban a pontos idő meghatározása nem okoz gondot, hiszen számtalan erre alkalmas eszköz áll rendelkezésünkre.

Ezek nagyban megkönnyítik az életünket, de vajon hiányuk elődeink életét hogyan befolyásolta. Az idő múlására már régóta a nap állásából következtetünk. A delelési pont meghatározása nagyon egyszerűen elvégezhető, ugyanakkor tőlünk keletebbre ez korábban, tőlünk nyugatabbra később következik be, ami a helyi idő fogalmának ad értelmet. A 19. század végéig az emberek mindennapi életüket a közeli városok helyi idejéhez igazították, ahol is általában napóra segítségével meghatározott helyi dél időpontjában szólaltatták meg a templomok harangjait. Ez tehát azt jelenti, hogy egy adott városban hamarabb hangzott el a déli harangszó, mint egy tőle nyugatabbra, nagyobb távolságban lévő másikban.

Napjainkban a helyi idő használata meglehetősen nagy problémákat okozhatna. Bonyolultabbá tenné az időpontok egyeztetését. A fentebb említett két település esetében, például nem mondhatnánk távolabb élő ismerősünknek, hogy pontosan délben hívjuk telefonon. Mindaddig ez nem is okozott problémát, amíg az információ továbbítása nagy távolságok esetében meglehetősen lassan történhetett. Az ilyen jellegű problémák kiküszöbölésére a 19. század végén időzónákat alakítottak ki²⁹, amely szükségtelenné tette a helyi idő használatát, ugyanakkor ennek lehetőségét és szükségszerűségét is a gyorsabb információtovábbítás teremtette meg. A helyi középdel Egerben a téli időszámítás szerint mindig 11 óra 25 perc és 11 óra 50 perc között változik. Ezt megelőzően Egerben az 1774-ben alapított csillagvizsgálóban (Csaba, 1997) határozták meg a helyi dél időpontját, ami a Líceum épületének egyik termében, a Hell Miksa által kijelölt meridián vonal segítségével volt lehetséges (Vasné, 2001).

²⁹ Ennek megfelelően 1891-től Magyarország a Közép-európai időzónához tartozik és az egi középdel az időzóna déli 12 órájához képest 21 perc 33 másodpercet siet.

1. kép A meridián vonal



A delelés időpontjának meghatározása úgy történt, hogy figyelték a terem déli falán körülbelül 5 méter magasan lévő kör alakú nyíláson át beszűrődő napsugarak mikor vetődnek a padlón lévő meridián vonalra. Ekkor megszólaltatták azt a kis harangot, amelyet mai napig adományozója után Hell-harangnak neveznek³⁰, amely eredetileg a Líceum teraszán volt elhelyezve. A Hell-harang megszólalása után húzták meg a város templomainak harangjait. Ezt követően a környező települések harangjai is megkondultak. Ez a fajta időmeghatározás megfigyelés alapján történt, mai szóhasználatnál élve nagy volt a humán erőforrás igénye. Jó ideje a meridián vonal ezt a feladatát már nem tölti be, de látogatható a terem, amelyben kialakították, és itt a Hell-harang is megtekinthető (2. ábra).

2. ábra Hell-harang az eredeti felfüggesztéssel, de már az új alkalmazási módhoz kialakított tartószerkezeten



³⁰ Akkoriban, hogy még pontosabban tudják meghatározni a csillagászati dél időpontját, egy zsineget is kifeszítettek a vonal fölé.

2. A problémakör leírása, célkitűzések

A helyi dél meghatározásához a meridián vonal felhasználásával meg kell tudnunk állapítani azt az időpontot, amikor a nyíláson keresztül a Nap sugarai a meridián vonalra esnek.

Egy másik problémát a meridián vonal kialakítása jelenti (1. ábra), ugyanis a téli napfordulót megelőző időszakban a Nap sugarai a függőleges falfelületre vetődnek. Ez természetesen az emberi szemmel történő észlelés szempontjából nem jelentett problémát, de a tervezett, automatizált rendszer kialakításánál ezt is figyelembe kellett vennünk.

Mindenekelőtt megfelelő szenzort kellett választanunk, amelyek körét leszűkítette, hogy a rendszert egy műemlék épületben terveztük megvalósítani, ami azt is jelenti, hogy a szenzor helyének megválasztásában és az elhelyezés módjában is korlátozva vagyunk.

Számtalan lehetőséget megvizsgálva, a választásunk a Raspberry Pi kamerájára esett (Monk, 2013) mivel egyben költséghatékony megoldást is kerestünk. Ennek a szenzornak a jelek feldolgozását végző Raspberry-vel együtt az elhelyezése is egyszerű megoldást kínált.

A kamera szenzorként való alkalmazása az egyszerű rögzítési módon túl azért is jó megoldást kínált, mert ezzel kellő mennyiségű információt tudunk kinyerni a képekből (Biró és Geda, 2010; Geda és Vida, 2004), ami feleslegessé tette további szenzorok alkalmazását.

Kezelnünk kellett továbbá azt a problémát is, hogy a meridián vonal képe a fentebb említett kialakítás miatt a kamera elhelyezésétől függően nem feltétlenül illeszkedik egy egyenesre (3. ábra)

14. ábra Kamera kép



Ennek megoldására olyan univerzális módot kellett találnunk, amely a kamera elhelyezését kellően tág határok között teszi lehetővé a műemlékvédelmi szempontok miatt.

Mivel a meridián vonal és a harang egymástól távol helyezkedik el, és célunk a harang megszólaltatása a detektált időpontban, ezért meg kellett oldanunk a két egység közötti kommunikációt is. Erre a célra különböző szempontok figyelembevételénél (műemlékvédelem, vezeték nélküli kommunikáció lehetősége, költséghatékonyság) a NodeMCU bizonyult megfelelő választásnak, amely egy wifi kommunikációra is képes mikrokontrolleres kártya.

3. Probléma megoldása

Legelső lépésként a kamera rögzítése után egy kalibrációs folyamatot kell végrehajtanunk. Ennek során a rendszer „megtanulja”, hogy a kamera által alkotott képen hol helyezkedik el a meridián vonal.

A meridián vonalon (1. ábra) jelölve vannak a téli és a nyári napforduló pontjai (P_2 és P_1). Ebből tudjuk, hogy az észlelés az év bármely napján csak e két pont közötti részén történhet, tehát a kameraképen a mérés szempontjából felesleges szerepeltetnünk a meridián vonal ezen részén kívül eső pontjait. A kalibráció során a fent említett két pont azonosítása mellett a korábban említett töréspont (P_0) megjelölése is szükséges. Ehhez 3 fényforrást helyezünk el a téli és a nyári napforduló, valamint a meridián vonal töréspontjában (1. ábra). Ezeket tekintjük kalibrációs pontoknak, amelyek alapján számítjuk, hogy hol helyezkedik el a meridián vonal a kamera által alkotott képen. A művelet eredményeként a kalibrációs pontokhoz azok helyét rendeljük a kamera által készített képen értelmezhető pixel-koordinátákkal kifejezve.

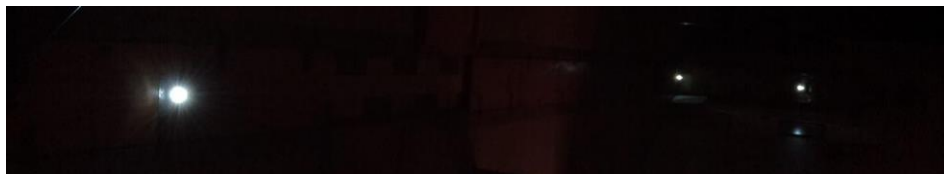
4. A képfeldolgozás folyamata

Bár a rendszer működése során a kalibráció és a helyi dél időpontjának észlelése különválasztható, mindkét esetben a fényfoltok képen való elhelyezkedésének meghatározása a cél. Ez azt jelenti, hogy mindkét funkció során hasonló képfeldolgozó módszereket kell alkalmaznunk.

4.1 Kalibráció

A képelemzés első lépéseként a felvételt (4. ábra) szürkeárnyaltos képpé (5. ábra) konvertáljuk.

15. ábra A rendszer telepítésekor a Raspberry kamerájával készített nyers kép a meridián vonalról és a kalibrációs pontokat jelölő fényforrásokról



16. ábra A nyers kép szürkeárnyaltos változata



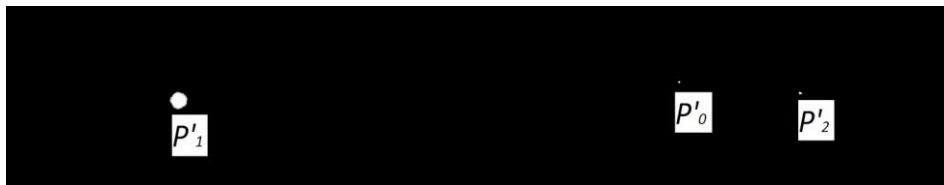
Ezt követően „összemosást” (blur effekt) hajtunk végre, aminek a segítségével az erős visszatükröződő fényeket tudjuk tompítani (6. ábra). Ezzel az a célunk, hogy kiküszöböljünk minél több olyan pixelt, amelyek nem közvetlenül a fényforrástól, fényfolttól származnak, előkészítve ezzel a feldolgozás következő lépését.

17. ábra A zavaró reflexió csökkentése a képen



Az utolsó képmódosító lépésben az összemosott képből vágás műveletével fekete-fehér képet hozunk létre (7. ábra). Ezen már jól látható, hogy a fényforrásoknak bár különböző méretű, de szabályos körök felelnek meg, amelyek középpontjának meghatározása a következő feladat.

18. ábra Vágási művelet eredményeként előállt fekete-fehér kép, amely már közvetlenül alkalmas a jelzett pontok helyének meghatározására



Végezetül ezt a képet (7. ábra) dolgozzuk fel, aminek eredményeként pixelkoordinátákat rendelünk a képen található fényfoltokhoz (függetlenül attól, hogy a kép kalibráció vagy észlelés során készült). A 7. ábra segítségével detektálhatjuk a 3 kalibrációs pont helyzetét úgy, hogy vizsgáljuk a fehér foltok függőleges és vízszintes irányú kiterjedését, amelyek középpontját fogadjuk el a fényfoltok pozíciójaként.

- $P'_1(x_1, y_1)$: nyári napforduló
- $P'_2(x_2, y_2)$: téli napforduló
- $P'_0(x_0, y_0)$: töréspont

(Ahol P'_i -k (7. ábra) a fényforrásokkal megjelölt P_i -pontok (1. ábra) megfelelői a kameraképen (4. ábra) értelmezhető (x_i, y_i) ($i = 0,1,2$) pixel-koordinátákkal kifejezve. (Geda, 2009)

Ezeket az adatokat elmentve az észlelés során a kalibrációkor meghatározott koordinátákat használjuk fel annak megállapítására, hogy a napsugarak mikor vetülnek a meridián vonalra.

Ezt a fentebb ismertetett műveletet kalibrációnak neveztük. A kalibráció pontosságának szemléltetésére a 8. ábrát mutatjuk be.

19. ábra Az ábrán megjelenített sárga vonal (kalibrációs vonal) a kalibráció eredményeként kapott koordináták alapján rajzolható meg. A kalibrációs vonalat tekinthetjük a meridián vonal fölé kifeszített zsinór modern megfelelőjeként is.

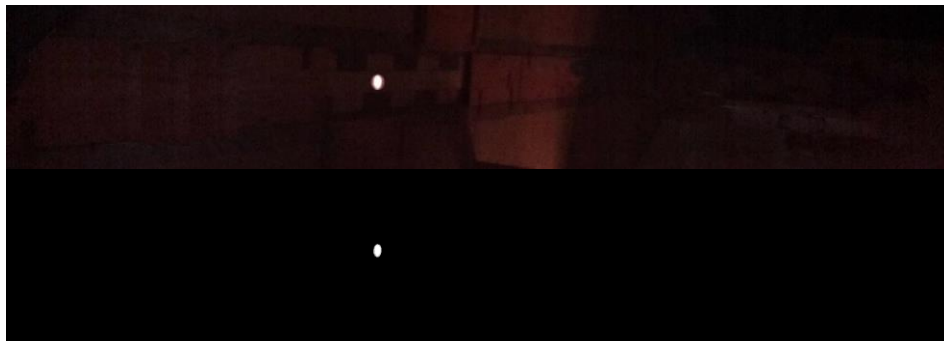


5. Észlelés

Az észlelés során lényegében a Naptól származó fényfolt kalibrációs vonalhoz való illeszkedését vizsgáljuk.

A 9. ábra egy, az észleléskor készült kezdeti, a feldolgozás alapjául szolgáló képet és a feldolgozás eredményeként kapott képet mutatja be.

20. ábra Az észlelés során a képfeldolgozás a kalibrációkor alkalmazott módszerhez hasonló módon történik.



Tehát a napsugaraktól származó fényfolt középpontjához (F -pont) szintén pixel koordinátákat rendelünk $F(x_f, y_f)$. A kapott koordináták felhasználásával már egyszerűen számítható F -pontnak a kalibrációs vonaltól való távolsága. Mivel a meridián vonalnak van padlón, illetve a függőleges falfelületen lévő szakasza is, ezért az algoritmust fel kellett készíteni annak eldöntésére is, hogy a kalibrációs vonal mely szakaszához való illeszkedést vegye alapul a delelési időpont megállapításakor.

Végül, amikor a rendszer úgy ítéli meg, hogy a csillagászati dél bekövetkezett, utasítja a vezérlő egységet a harang megszólaltatására.

6. Zavaró tényezők kiküszöbölése

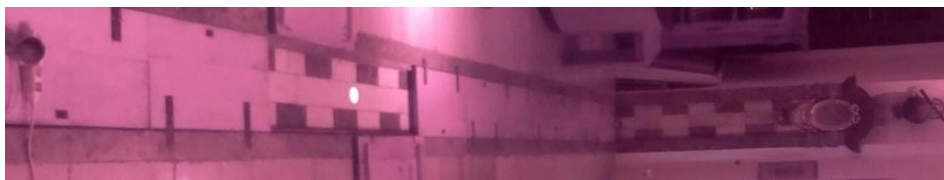
A fejlesztés során több hibalehetőséggel is szembesültünk, amelyekre fel kellett készíteni a rendszert.

6.1 Nem kívánt fényvisszaverődések

A zavaró fényviszonyokat sok esetben külső fényforrások, az ablakréseken beszűrődő napfény, vagy a kalibrációs pontok jelölésére szolgáló fényforrások visszatükröződése jelentették.

Az észlelést vagy a kalibrációt zavaró fényvisszaverődés származhat például a terem világításától (10. ábra). Ennek kiküszöbölésére kézenfekvő megoldás a zavaró lámpák lekapcsolása, de így sem tudunk megszüntetni minden reflexióból adódó zavaró hatást. A megfelelő megoldást a fényfoltok helymeghatározását előkészítő képfeldolgozó eljárások megfelelő paraméterezése és a fényfolt alakjának elemzése jelenti.

21. ábra Hibalehetőség, ha a teremben lévő lámpák fénye visszatükröződik a padlóról



A 10. ábrán jól látható, hogy a fényfolttól jobbra a terem lámpájától származó tükröződés milyen erősen jelenik meg a képen.

11. ábra Hibásan kiértékelt kép a feldolgozási műveletek után



A feldolgozás után látható (11. ábra), hogy a végső képen is megjelent a terem lámpája a képfeldolgozás nem megfelelő paraméterezése esetén, ami megnehezíti a fényfolt helyének meghatározását.

6.2 Kedvezőtlen időjárási körülmények

Természetesen az észlelés sikerét az időjárási tényezők ma is jelentős mértékben befolyásolják. Ha nem jut megfelelő mennyiségű napfény a terembe a nyíláson keresztül, akkor a delelés időpontjának meghatározása lehetetlenné válik.

6.3 A fényfolt kamera által való láthatóságának befolyásolása

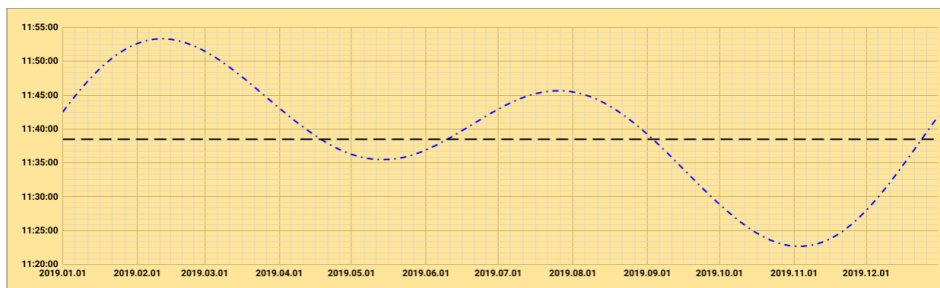
Ez abban az esetben következhet be, amikor vagy a nyíláson keresztül beszűrődő fény, vagy pedig már a padlóról visszaverődő fénysugarak útjába kerül idegen objektum. Ilyen esetekben a fényfolt

vagy egyáltalán nem látható a kamera számára, vagy pedig a képen nem megfelelő helyen jelenik meg, mivel a fénysugarak nem a padló síkjáról, hanem az objektum felületéről verődnek vissza.

A csillagászati dél időpontját a rendszer adatbázisában rögzítjük, valamint azt is, hogy a meghatározás megfigyelés, vagy kalkuláció alapján történt. (Ezzel biztosíthatjuk a rendszer működésének követését, valamint alapjául szolgálhat különféle statisztikai elemzéseknek is.)

A 12. ábrán az általunk készített grafikont láthatjuk, amelyet olyan matematikai számítások segítségével hoztunk létre, ami lehetővé teszi a delelés időpontjának számítását.

22. ábra A csillagászati dél időpontja Egerben 1 évre lebontva



7. Összegzés

Későbbi terveink között szerepel, hogy mivel a Varázstoronyban dolgozók a csillagászati dél időpontja előtt le szokták kapcsolni a lámpákat, hogy a látogatók jobban lássák a fényfoltot, így a lámpa vezérlését is ez a rendszer működtetné, ezzel is javítva a tükröződő fényfoltok esetleges problémáját.

Végezetül elmondhatjuk, hogy sikerült egy több száz évre visszanyúló tudománytörténeti és turisztikai szempontból is fontos eszközt és eseményt újra a mindennapok részévé tenni; azonban már a korszerű, 21. századi informatikai technológiák felhasználásával, amelyhez már nem szükséges emberi erőforrásokat alkalmaznunk. Ezzel nem csak egy régi hagyomány vált ismét élővé, de az is bebizonyosodott, hogy a régi, több százéves technológia megfelelő alkalmazás mellett tökéletesen összefér a mai modernkori technológiákkal.

Terveink között szerepel még a rendszer további funkcionális bővítése is, ami kiterjedne a működési környezet automatizálására.

Irodalomjegyzék

Biró, Cs; Geda, G: Computer-aided quantitative observation of a crystallization process the 8th International Conference on Applied Informatics: January 27-30, 2010, Eger, Hungary

Geda, Gábor: Matematikai modellezés és számítógépes szimuláció. A problémakör néhány didaktikai aspektusa 123 p. Megjelenés/Fokozatszerzés éve: 2009

Geda, Gábor; Vida, József: Observation of mechanical movements through virtual experiments
Proceedings of the 6th international conference on applied informatics (ICAI 2004)

Csaba György Gábor (szerk.): A csillagász Hell Miksa írásaiból: 1997, Budapest

Simon Monk: Raspberry Pi Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions. O'Reilly
Media, Inc. (2013)

Vasné Tana Judit: Albert Ferenc és az egri csillagásztorony: 2001, Eger