

Válaszok Vida Rolland által feltett kérdésekre

Nagyon köszönöm Dr. Vida Rolland egyetemi docensnek a disszertációmmal és a tanszéki védésemmel kapcsolatos észrevételeit és javaslatait. Az alábbiakban válaszolok a bírálóban feltett kérdéseire.

1. kérdés: *Vizsgálta-e a jelölt, hogy milyen hatással vannak a rádióinterferenciás mérések a korlátozott energiatartalékokkal rendelkező szenzorok élettartamára? Az első tézisben bemutatott megoldásnál a lokalizáció pontosságát és robusztusságát a mérő-négyesek (quad) számának növelésével biztosítja, ám ezzel a pozícionálni kívánt eszköz rádiós interfészére is nagyobb terhelés jut, még akkor is, ha az csak vételi üzemmódban van. Érdekes lehet tehát egy adott alkalmazás esetében vizsgálni a lokalizáció pontosságának és az eszköz energiafogyasztásának a kompromisszumát.*

A disszertációban bemutatott rádióinterferometrikus követési eljárások prototípuszerű implementálásánál a felhasznált eszközök vezeték nélküli szenzorhálózatok megvalósítására tervezett eszközök voltak. Ennek megfelelően akkumulátorról és korlátozott ideig működtek (pár óra időtartamban). Ezek az eszközök lehetőséget biztosítottak arra, hogy megmutassák: a javasolt eljárások korlátozott erőforrásokkal rendelkező eszközökön is megvalósíthatóak.

Azonban a dolgozatban ismertetett rendszereknek nem célja, hogy szenzorhálózatokban hosszútávon felhasználhatóak legyenek. Ennek megfelelően egy valós alkalmazásban mindenképpen ajánlott az infrastruktúrát alkotó eszközöket az elektromos hálózaton keresztül táplálni. Telepes működést, rövid ideig, a mozgó eszközök esetében lehet megvalósítani.

A hálózati működésre elsősorban a bemutatott rádióinterferometrikus módszerek jellege miatt van szükség: ezek mindegyike követés és nem lokalizáció, azaz a követett eszköz mozgását folyamatosan monitorozni kell, lehetőség szerint minél sűrűbben. (Itt utalok a 3.3 fejezet, (13) megszorítására, amelyből látszik, hogy a mintavétel sűrűsége szoros összefüggésben van a rendszer performancia tulajdonságaival, különös tekintettel az objektum megengedett legnagyobb sebességére.)

A bemutatott rendszerekben az infrastruktúráként szolgáló, fix és ismert helyzetű eszközök esetében a mintavételezés gyakoriságának csökkentése nem célszerű, mivel ezek az eszközök több követett eszköz lokalizációjához is hozzájárulhatnak. Ezzel szemben a mozgó eszközök esetében elképzelhető egy olyan energia-megtakarítást lehetővé tévő megoldás, ahol a lokalizáció gyakorisága arányos a mozgó objektum sebességével. Ekkor szélsőséges esetben, amikor az objektum mozdulatlan, a mérési folyamat akár le is állítható. Ennek természetesen feltétele, hogy az újbóli elmozdulást valamilyen módon érzékelni lehessen (például gyorsulás érzékelővel).

2. kérdés: A 69. ábrával kapcsolatban azt olvashatjuk, hogy a LED teljesítményének növelésével nő az érzékelt folt mérete is. Ehhez képest az ábrán azt látjuk, hogy az 1 W-nak megfelelő zöld görbe sokszor látható a 2.5W-nak megfelelő piros görbe fölött. Ezt mivel magyarázza? Mivel itt minden pont 50 mérésnek az átlaga volt, mindez nem magyarázható egyszerű mérési hibával.

A 69. ábrán látható mérési eredmények egy halszem optikával szerelt, olcsó, színes web-kamera segítségével készültek. (Ennek szürkeárnyaltos képe látható például a 70(a) ábrán.) A mérések folyamán a kamerát elhelyeztük a fix mérési pozícióba, majd 50 képet készítettünk egy adott távolság értékkel. Ezután a LED-kamera távolságot változtattuk. A különböző teljesítményű fényforrások mérési sorozatai egymás után készültek. Ennek megfelelően a különböző teljesítményű LEDekhez tartozó, de azonos távolságban készült mérések kissé eltérő pozíciókban készülhettek.

A foltok méretváltozása a következő hatások miatt léphet fel:

- A CCD érzékelőben az egymás mellett lévő pixelek elektromosan nem szeparálhatóak el teljesen. Így az egyikben tárolt töltésmennyiség kis mértékben „átfolyhat” a szomszédos cellákba is. A bemutatott mérési megoldásban a rekeszidő és a blende olyan módon került beállításra, hogy a jeladók fénye lehetőség szerint „beégjen”, azaz maximális értéket adjon a jeladó pozíciójában (ezzel elérve a maximális kontrasztot). Ennek megfelelően az azonos rekeszidő és blende beállításokkal mért, de nagyobb teljesítményű fényforrást használó méréseknél a beérkező töltések mennyisége is nagyobb volt, melyek nagyobb valószínűséggel növelték meg a szomszédos pixelek értékét.
- A használt kamera a képek átvitelekor veszteséges tömörítést használ. Ennek megfelelően különböző képhibák léphetnek fel, amely hatással van a jeladó által okozott folt méretére. (Például: A tömörítésnél használt blokkméret tipikusan 8x8 pixel, ami területében közel áll a jeladó által létrehozott folttal. Amennyiben a folt két blokkra esik a veszteséges kódolás miatt a kapott értékek is eltérőek lehetnek.)
- A kamera képét szürkeárnyaltos képként dolgoztuk fel, ugyanakkor a kamera a valóságban egy speciális elrendezésű, piros-zöld-kék színszűrőt (Bayer) tartalmaz az egyes pixelek előtt. Ennek megfelelően a fényforrás minimális elmozdítása is azt eredményezheti, hogy a szűrő különböző mintázatú pixelei kerülnek megvilágításra, eltérő megvilágítási értéket adva a szürkeárnyaltossá alakítás során.
- Az optikai rendszer hibája miatt minden egyes pixel elmosódik, amelynek a mértékét a pontszórási függvény (point spread function) segítségével lehet leírni, mely akár erősen helyfüggő is lehet. Ennek hatása a használt optika (olcsó műanyag lencse) miatt a kép egyes részein, különösen a kép szélein, nagyon erősen jelentkezett szemmel látható elmosódások formájában. Ennek megfelelően a fényforrás áthelyezésekor (a távolság változtatásakor), a minimális pozícióbeli eltérés is különböző mértékű elmosást eredményezhetett.

A mérési módszer sajátosságai miatt az első három hibaforrás hatása jó közelítéssel (egy adott pozícióban is) mérésenként függetlennek tekinthető, ezáltal az átlagolás ezek hatásait csökkenti. Ezzel ellentétben az optika helyfüggő torzítása az 50 méréses sorozaton belül

állandónak tekinthető, így ez a hatás nem „átlagolódik ki”. Ennek megfelelően a 69. ábrán látható anomália (amely mindössze a folt sugarának körülbelül 1 pixelnyi változását jelenti) annak tudható be, hogy a mérés során az optika torzítása egyes pozíciókban az 1W-os kísérleteknél markánsabban jelentkezett, mint a 2,5W-os esetben.

3. kérdés: Az 5.2.3. alfejezetben a jelölt egy hatékonyabb szinkronizációs megoldást mutat be, ahol a szinkronizáció pontossága 30 μ s-ról 18 μ s-ra csökken. Kérdés, hogy ez mit jelent a lokalizáció pontosságában.

A dolgozatban bemutatott két szinkronizációs megoldás alapvetően két eltérő időzítést biztosít, ezért a pontosságot és a lokalizációra gyakorolt hatásukat érdemes különválasztani:

- Időbélyeggel ellátott üzenetek a „durvább” felbontású szinkronizációra; a mintavételezés indítására. Ennek felbontása 30 μ s.
- Rögzített mintákon alapuló „finom” felbontású szinkronizáció; minden fázisméréskor, ennek pontossága 18 μ s.

Az üzenet alapú szinkronizáció a javasolt rendszerben csak a mintavételezés indításáért felel, ezért pontossága / felbontása nincs hatással a lokalizációra.

A „finom” felbontású szinkronizáció a fázismérés pontosságát és ezáltal lokalizáció pontosságát befolyásolja. A teszt rendszerben a szinkronizációs pont eszközönként ± 1 minta (9 μ s) pontossággal meghatározható, ami ± 2 mintányi (18 μ s) szinkronizációs hibát eredményez. A fázismérés hibájához ezt a hibát kell összevetni a rögzített jel hosszával: Az implementált megoldásban ez kb. 3 ms. Ennek megfelelően a fázismérés szinkronizációból eredő hibája kisebb, mint $\pm 0.6\%$.

A fázismérés hatása a lokalizációs hibára a következőképpen interpretálható:

Utalva a dolgozat 14. ábrájára, amennyiben a kérdéses pontban két hiperbola távolsága $2\Delta g$, akkor 2π fázishiba nagyságrendileg $2\Delta g$ pozíció hibának feleltethető meg. Ebből következően a rendszer szinkronizációs hibájából kevesebb, mint $0.6 \frac{2\Delta g}{100}$ lokalizációs hiba adódik. Δg értéke helyfüggő, például a két jeladó közötti tengelyen $\Delta g = \lambda/4 \sim 9$ cm, így itt a szinkronizációs hibából eredő lokalizációs hiba maximum 1 milliméter körül van. Ebből látható, hogy a jelenlegi szinkronizációs megoldásból eredő hiba elhanyagolható a más hatásokból eredő hibákhoz képest.

Még egyszer szeretném megköszönni a bírálatába fektetett munkáját!

Veszprém, 2019. 03. 12.


Zachár Gergely