

Bírálói vélemény

Földesy Péter

„Integrált érzékelés és jelfeldolgozás a fókuszsíkbán”

című MTA doktori értekezéséről

1. Az értekezés témája

Az értekezésben ismertetett tudományos munka az elektromágneses sugárzás érzékelésének és a mért jelek hatékony feldolgozásának témaköréhez kapcsolódik. A szenzorok és a kellően nagy teljesítményű feldolgozó egységek összevonásával lehetővé válik a képelemzés számos feladatának elvégzése az érzékelés helyén kompakt, alacsony fogyasztású integrált áramkörök segítségével. A téma egyértelműen időszerű, elméleti és gyakorlati szempontból is jelentőséggel bír, nemzetközi szinten is aktívan kutatott területnek számít.

2. Az értekezés szerkezete, kivitelezése

Az értekezés a bevezetés után két nagy fejezetben ismerteti a kutatási munkát, melyet az összefoglalás és a tézisek ismertetése követ.

A doktori mű felépítése logikus, a tagolás megfelelően illeszkedik az elvégzett kutatási munka elkülöníthető részeihez. Az egyes fejezetek és alfejezetek kellő részletességgel mutatják be a kapcsolódó ismert eredményeket, világossá teszik a célkitűzéseket, a továbblépési lehetőségeket és ezek indokoltságát. Kimondottan hasznos, hogy több fejezet végén is szerepel a saját munka kapcsolódó részeinek összefoglalása. Kicsit hiányolom ezt a 2.4. és 2.5. alfejezetek esetén.

Az értekezés kivitelezésében és fogalmazásmódjában kettősség látható. Lényegében olvasmányos, jó stílusú a fogalmazás, szerencsésen találja el az idegen kifejezések használati arányát is. Sajnos pár oldalanként megakad az olvasó egy-egy mondat nyelvtani egyeztetési vagy stilisztikai hibáin, hiányzó részein, nem megfelelő szabatoságán. Példa ilyenre az 1. fejezet utolsó mondata, a 4. ábra alatti harmadik mondat vagy a 2.5.3. fejezet harmadik mondata. Négyyszer szerepel hivatkozás a „0 fejezetre”, ami nem része a dolgozatnak, képleteknél néhol hiányos a használt mennyiségek megnevezése, nem minden ábránál egységes a nyelvhasználat.

Néhány helyen zavaró, hogy váltogatja az egyes és többes szám első személy használatát még szűkebb szövegrészekben is, aminek feltehetően a saját munka kiemelése volt a célja.

A fentebb említett problémák nem vonnak le a munka szakmai értékesességéből és nem befolyásolják az érthetőséget sem, de egy MTA doktori értekezés kivitelezésére szerintem több gondot kellene fordítani.

3. Az ismertetett tudományos eredmények, tézisek

A dolgozat két nagy fejezete és ezek alfejezetei, valamint az összefoglalóban felsorolt tézisek világosan ismertetik az új tudományos eredményeket. A jelölt az összefoglalóban a két részre bontott tudományos munka eredményeit téziscsoportokba és ezekhez tartozó tézisekbe rendezi.

Véleményem szerint indokoltabb tézisekről és ezekhez tartozó altézisekről beszélni és akár nem is pont ebben a bontásban. Például a II.1., II.2. és II.3. pontokat egyetlen közlemény támasztja alá, elég szorosan összetartozók, önmagukban nem mind tézis súlyúak, így három tézis helyett inkább egy

tézis három alpontjaként lett volna ésszerű ezeket szerepeltetni. Az I.1. és I.2. pontok, illetve a II.4., II.5. és II.6. pontok is inkább egy-egy jelentősebb tézis alpontjait képezhetnék.

3.1. Fókuszsíkbeli érzékelő-processzor architektúrák

A dolgozat második fejezetében a jelölt az érzékelőtömbök és a hozzájuk tartozó processzortömbök témakörében végzett kutatásairól számol be. Szemléletesen mutatja be, hogyan épített a celluláris neurális hálózatok területén szerzett tapasztalataira az analóg és digitális komponenseket integráló architektúrák vizsgálata során, melynek fő célja az ismert megoldások hatékonyságának, alkalmazhatóságának növelése. Jó arányérzéssel és kellő alapossággal ismerteti az elérhető megvalósításokat, azok előnyeit és hátrányait. Logikus felépítésben és részletesen mutatja be az általa megtervezett úgynevezett „bit-soros” és „byte-os” architektúrákat szem előtt tartva a számítási teljesítményt, skálázhatóságot, felületkihasználást és energiahatékonyságot. A megvalósított áramkörök futási idejét és teljesítményfelvételét összevetette az ismert DSP és FPGA alapú megoldásokkal. Ennek eredményeképp megállapította, hogy közel egy nagyságrenddel kisebb felület és teljesítményfelvétel mellett érhető el hasonló számítási teljesítmény. Létrehozott egy olyan kameraarchitektúrát is, amelynek segítségével képpontonként megválasztható az érzékelők integrálási ideje, így az érzékenység adaptív módon, rugalmasan állítható.

Kérdések

- A fejezetben a jelölt több helyen írja, hogy partnerekkel dolgozott együtt, illetve megemlíti, hogy a munka egy nemzetközi projekthez is kapcsolódik. Ezekről ennél többet nem mond, nem tudunk meg érdemi információt a szerepükről, nemzetközi elismertségükről, az együttműködés jelentőségéről. A közlemények szerzői listája és a köszönetnyilvánítás ad meg közvetetten bizonyos adatokat. Milyen partnerekről és projektekről van szó, milyen főbb szerepük volt az értekezésben bemutatott kutatáshoz kapcsolódó együttműködésben?
- A 2.6.1. fejezetben szerepel, hogy a dinamikus fogyasztás csökkentésének korlátja a tranzistorok jelentős szivárgási árama. Más technológiák alkalmazásával mekkora további csökkentés becsülhető?
- A 36. oldalon tárgyalja az érzékelők sötétárama okozta hibát, melyet kompenzálhatónak tart a letakart szenzorok segítségével. Mennyire pontos és megbízható ez a módszer? A mérhető hasznos jeltartományhoz hogyan viszonyítható az okozott hiba? Kell-e számolni különböző nagyságú áramokkal, hőmérsékleteloszlással az érzékelőtömb különböző részein?
- A változtatható integrálási időnek milyen korlátai vannak a jel/zaj viszonyt, jel/hiba viszonyt is figyelembe véve?

A kapcsolódó tézispontok elfogadása

A fejezethez kapcsolódó I.1. és I.2. pontokat elfogadom egy tézis két alpontjaként.

3.2. Szub-terahertzes sugárzások érzékelése és alkalmazása

Az értekezés harmadik fejezete a szub-terahertzes elektromágneses sugárzás érzékelésével foglalkozik. Erre a célra térvázérlésű tranzistorokat használt, melyek jóval a hagyományos működési határfrekvenciájuk felett alkalmasak teljesítményérzékelésre. Ennek a fejezetnek az elején is igényes áttekintés olvasható az ismert eredményekről, a motivációról és a rendszerezett kutatási munka egymásra épülő lépéseiről. A kezdeti tanulmányozás, kísérleti munka és mérések után ismert modellek alapján egy új modellt alkotott meg, mely az eddigieknél lényegesen pontosabban írja le a

térvezérlésű tranzisztorok sugárzásra adott válaszát, segíti a működés pontosabb megértését és újabb alkalmazásokat tesz lehetővé. Fontos eredményeket ért el a csatornaáramnak, a hordozó és forrás feszültségkülönbségének és az áramköri környezetnek a hatásával kapcsolatosan. Rámutatott az ismert modellek hiányosságaira és azok hibáit is kiigazította. Az elméleti eredményeit kísérletekkel is igazolta.

Megoldást mutatott arra is, hogyan lehet egy tervezérlésű tranzisztorral az elektródáira kapcsolt antennák jelei közül választani az előfeszítés megváltoztatásával. A módszer működését és előnyeit egy polarimetriás kísérlettel szemléltette.

Ismertetett egy új eljárást, mely különbözően polarizált antennák használatával képes a terahertz alatti frekvenciatartományú sugárzások komplex amplitúdójának mérésére interferometriás érzékelés során.

Az utolsó alfejezet egy módszert ismertet, amelyet a jel/zaj viszony javítására dolgozott ki a jelölt. Az antennák hullámhosszhoz képest kis méretét kihasználva több antenna jelének összegzésével éri el a hasznos jelnek a termikus zajénál nagyobb arányú növelését.

Kérdések

- A 43. oldalon lehallgathatatlan kommunikációt említ. Mit ért ez alatt?
- A 49. oldalon beszámol arról, hogy a minták tönkrementek, de a megjelent publikációk ezt a jelenséget nem emelték ki. Nem emelték ki, vagy egyáltalán nem említették? Az idézett közleményben [78] nem található erről információ. Lehetséges, hogy a körülmények nem voltak azonosak? Milyen lehetőségeket lát a probléma megoldására?
- Több helyen szerepel, hogy az irodalomban a tranzisztorok érzékelési mechanizmusainak leírásában hibákat követtek el, ami félreértésekhez is vezetett. Mennyire volt ez hatással a közlemények eredményeire, különösen azok használatosságára? Kompenzálhatók-e adott elrendezésben az ilyen eredetű hibák?
- Fontos eredmény a helyes értelmezés megadása még akkor is, ha a hibák nem súlyosabbak. Kapott-e visszajelzést erről az érintett cikkek szerzőitől, eljuthatott-e hozzájuk az eredmény? Az MTMT-ben található idézetekből egyelőre ez nem olvasható ki. Számít-e az eredményeinek jelentősebb hatására?
- A 63. oldalon olvasható a megállapítás, hogy „szaturációban működő tranzisztor szaturált (nyelő) elektródája nem járul hozzá a kimenethez”. Ez milyen pontossággal igaz, figyelembe véve az esetlegesen alkalmazott lock-in technika működési frekvenciáját is?
- A 16. közlemény egy magyar szabadalmi bejegyzés. Használja-e bárki az eredményt? Miért hazai a szabadalom? Milyen a szabadalom viszonya a 15. közleményhez?
- A 89. oldalon kiszámítja a jel/zaj viszonyt N detektorra az egy detektorra jutó érték ismeretében. A gyakorlatban milyen értékekben gondolkozhatunk egy detektor esetén? Hogyan kapható ez meg a hasznos jel és a fehér zaj tulajdonságainak ismeretében?
- Milyen esetekben lehet szükség ilyen megoldásra a jel/zaj viszony növelése érdekében?
- Több helyen lock-in technikát említ, ami nem csak az $1/f$ zajt csökkenti. Mennyire van szükség ennek alkalmazása mellett az említett jel/zaj viszony növelésre?

A kapcsolódó tézispontok elfogadása

A II.1., II.2. és II.3. pontokat elfogadom azzal a megjegyzéssel, hogy ezeket egyetlen tézispont alpontjainak tekintem.

A II.4., II.5. és II.6. pontokat elfogadom, ezeket is egy tézispont alpontjainak tekintem.

4. Az eredmények alátámasztottsága, hatása

A szerző „A tézispontokhoz kötődő saját tudományos közlemények” részben adja meg a tézispontokat alátámasztó cikkeinek listáját. Az értekezésben 14, a tézisfüzetben 15 közlemény szerepel. Az utóbbinál a 7-es és 8-as számú cikk azonos, így ez nyilvánvalóan hiba. Minden egyes alponthoz megad a listából közleményeket, de meglepő módon kettőt egyetlen ponthoz sem társít. Ezek közül az egyik szerepel a szerző által az eljáráshoz csatolt legfontosabbnak ítélt 5 közlemény között is.

Az MTMT adatbázisa szerint az I.1. és I.2. pontokhoz rendelt 6 közlemény 36 független hivatkozást, a II.1.-II.6. pontok esetén 6 közleményhez 11 hivatkozás tartozik. A tézispontokhoz közvetlenül nem társított két közlemény egy további idézetet ad ehhez.

Kicsit meglepő, hogy a gazdag életműnek (82 közlemény, 377 független idézet, a PhD fokozat megszerzése óta 58 közlemény, 147 független idézet) viszonylag kis része támasztja csak alá az értekezéshez tartozó munkát.

Kiemelendő, hogy a II.1.-II.6. pontokat alátámasztó cikkek igen rangos folyóiratokban jelentek meg, közülük 2 egyszerezős tartozik a szakterület folyóiratainak legelismertebb 10%-hoz, további 1 egyszerezős és egy háromszerzős a legrangosabb 25%-hoz. Ennek ismeretében 6 cikkre kicsit kevésnek látszik a 11 hivatkozás.

5. Összegzés

A jelölt egy fontos területen végzett alapos, értékes és eredményes tudományos munkát. Bizonyította jártasságát elméleti és gyakorlati területeken is, igen tájékozott a szakterületén és több kapcsolódó területen is. Az értekezésben ismertetett tudományos eredményeket az MTA doktora cím elnyeréséhez elegendőnek tartom, a nyilvános vitára bocsátást támogatom.

Szeged, 2018. 02. 14.

Gingl Zoltán

az MTA doktora