

Válasz Dr. Székely Vladimir professzor úr bírálatára

Először is köszönöm szépen, hogy professzor úr elvállalta disszertációm bírálatát, gondosan áttanulmányozta és véleményezte azt! A következőkben kitérek a bírálatban szereplő felvetésekre és kérdésekre, melyek a disszertációval és tézisekkel kapcsolatos problémákat említik.

A bíráló hiányolja a jelölés- és rövidítésjegyzéket, ami egységesebbé és érthetőbbé tehetné volna a disszertációt. Én is gondoltam erre, de azért hagytam mégis el, mert a disszertáció több alfejezetet tartalmaz, melyekben nehezen tudtam volna egységes jelölést találni. Igyekeztem ugyanis az egyes alfejezetekben olyan jelölésrendszert alkalmazni, mint ami a kapcsolódó publikációimban van, ellenkező esetben nehéz lett volna a disszertációt ezekkel összevetni. Így tehát azt a kompromisszumot kötöttem, hogy nem vezettem be a disszertációban egységes jelölésrendszert, cserébe a fejezetek megfelelő szinkronban maradtak a publikációkkal. Ennek valóban az a hátránya, bizonyos fejezetek között különbség van a jelölések használatában.

Professzor úr említi, hogy a disszertációban és tézispontokban nem odaillo részek, nem tudományos eredmények is szerepelnek. A következőkben igyekszem megindokolni, miért fogalmaztam meg így a tézispontokat, amellet, hogy a fentieket én is mérlegeltem a disszertáció elkészítésekor. A tézispontjaimat és disszertációm a beküldés előtt átnézte egyik kollégám, aki rendelkezik az MTA doktora címmel, de valószínűleg számára sok olyan tény ismert volt, ami viszont a disszertációból nem derül ki. A harmadik tézisponttal kapcsolatban – melyet professzor úr nem fogad el – kifejtem részletesebben is, miért szerepeltettem tézispontként, de előzetesen röviden megadom, hogy a tézispontok megfogalmazásánál milyen szempontokat követtem.

Fontosnak tartottam, hogy a tézispontok olyanok legyenek, amelyekből kiderülnek a saját eredményeim, saját tudományos munkám, ugyanakkor pontos és érthető összefoglalását adják a teljesebb eredményeknek. A tézispontoknál igyekeztem az eredmények jelentőségét, a használt fontosabb eszközöket, módszereket és a kapcsolódó munka jellegét, sorrendjét megadni, ezért is szerepelhetnek itt olyan dolgok, melyeket professzor úr kifogásol. Úgy gondoltam, hogy annak ellenére, hogy a tézispontok valóban tartalmazznak vitatható részeket, saját munkám, eredményeim és azok jelentősége mégis látható. A tézispontoknál a cikkek végén levő összefoglalás stílusát követtem, egy helyen foglaltam össze az eredmények eléréséhez szükséges munkám lényegét és az eredmények jelentőségét. A disszertáció főszövegében is a tudományos eredmények lehetőleg teljes leírását tekintettem elsődlegesnek, a tézispontokkal szándékoztam tisztázni hozzájárulásomat. Fontosnak tartottam megmutatni, hogy a tudományos eredmények eléréséhez elengedhetetlenül szükséges műszaki feladatokat is megoldottam, a tudományos tevékenység számos módszerét – elméleti és gyakorlati kezelés, modellezés, matematikai kezelés, numerikus szimulációk, mérés és jelfeldolgozás, kísérleti és numerikus rendszerek tervezése és megépítése, stb. – alkalmaztam gyakran interdiszciplináris területeken is.

Sajnálom, hogy a fenti törekvésemet nem sikerült kellően jól megvalósítanom, olyan egyértelművé tennem, ahogy szerettem volna.

A következőkben az egyes tézispontokkal kapcsolatban felvetett problémákra igyekszem magyarázatot adni.

1. tézispont

A tézispont végén levő szöveg valóban nem a tudományos eredmény része, hanem az ide tartozó eredmények jelentőségét, lehetséges hasznát emeli ki.

Az 1.1 alpont – melyet professzor úr nem fogad el tudományos eredménynek – főleg azért került ide, mert egy lektorált nemzetközi folyóiratban megjelent cikkhez kapcsolódik az eredmény. Itt sajnos nem jól fogalmaztam, természetesen nem az áramköri tervet tekintetem tudományos eredménynek, hanem a megvalósítási ötletet, elvet, a valós és mögötte levő virtuális rendszer összehangolt megtervezését.

Professzor úr jogosan jegyzi meg, hogy nem tudja értelmezni, mit jelent az, hogy társszerzőim elméleti leírást találtak egy bizonyos esetre. Itt egyrészt arra céloztam, hogy a disszertációban szereplő levezetés csak arra az esetre igaz, ha a küszöbszintek rendkívül közeliek a jel átlagértékéhez, illetve arra, hogy ez az elméleti eredmény társszerzőim érdeme, nem az enyém. Ugyanakkor fontosnak tartottam a szerepeltetését a pontos összefoglalás érdekében, mivel jelentősen megerősíti a tézispont állítását.

2. tézispont

Elfogadom a megjegyzést, hogy a cím túl általánosnak tekinthető. Azért szerepel így, mert az eszközök fontos elemeinek degradációs folyamatáról van szó, a jelentőségét szerettem volna ezzel kiemelni. Több kapcsolódó publikációm címében is ugyanez az általánosítás szerepel [2.1].

A 2.1 alpont azért került ide, mert a tudományos munka nélkülözhetetlen részét képezte, úgy gondolom jóval többről van szó, mint a hálózat megoldásának algoritmusáról és grafikus felület elkészítéséről. Az általam kifejlesztett modul végezte az összes szimulációs feladatot, a modell numerikus generálását és reprezentálását, spektrumszámítást, elemi zajfolyamatok generálását és megfelelő összegzését és a Monte Carlo szimulációs lépéseket, melyek az mennyiségek időbeli változását adták meg. Feladatomból volt így a teljes fizikai modell minden fontos elemét, működését megfelelően átülteti numerikus környezetbe. Sokkal magasabb szintű tudást követelő munkának éreztem, mint magának a kódnak a megírását és futtatását, ami az eredményeket szolgáltatja. Növeli a kidolgozott rendszer jelentőségét, hogy társszerzőim ennek a szimulációs modulnak a felhasználásával további tudományos eredményeket értek el (közel 30 publikációt jelentettek meg 2009-ig). Későbbi modellezésekhez is sikeresen felhasználtam a szimulációs környezetet az Eindhoveni Műszaki Egyetemmel folyt együttműködésben [2.2].

Nem állt szándékomban rutinszerű szoftverfejlesztési munkát tudományos eredményként feltüntetni, elnézést kérek a félreérthetőségért.

[2.1] *Gingl Z et al, Biased percolation and abrupt failure of electronic devices, Semiconductor Science And Technology 11:(12) pp. 1770-1775. (1996),*
<http://dx.doi.org/10.1088/0268-1242/11/12/002>

[2.2] *Vandamme LKJ, Sodini D, Gingl Z, Solid-State Electronics 42:(6) pp. 901-905. (1998),*
[http://dx.doi.org/10.1016/S0038-1101\(98\)00105-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-1101(98)00105-1)

3. tézispont

Természetesen megértem, hogy ez nem feltétlen alkalmas külön tézispontnak, sokáig bizonytalan is voltam, hogy így szerepeltessem-e. Professzor úr bírálatában megfogalmazta, hogy „a műszer hardver fejlesztési eredmények igen színvonalas, a VLSI IC technika mindenkori első vonalára épülő berendezéseket eredményeztek, melyek meglete

elengedhetetlen volt a kutató munka folytatásához”. Mivel ennek megfelelően számos publikációt tudtam közvetlenül a kísérleti berendezéshez kötni, úgy gondoltam, hogy ez alátámasztja a tudományos értékét és különbségét akár a forgalomban levő univerzális műszerekhez, akár a gyakorlati célú műszerfejlesztésekhez képest. A berendezés kifejlesztését épp az motiválta, hogy minél hatékonyabb és rugalmasabb, valós jelekkel működő tudományos célú kísérletezést lehessen végezni. Általánosabb fizikai rendszerek modellezésének elektronikai és digitális jelfeldolgozási módszerekkel való megvalósítását kellett összehangolnom, szem előtt tartva az univerzális felhasználási lehetőséget. Az első tézispontnál említetthez hasonlóan itt is a munka töredéke volt az áramkörök megtervezése és megépítése, melyeket egyébként szintén magam végeztem el.

Fontosnak tartottam kiemelni munkáim jelentős műszaki tartalmát is, és rendkívül megtisztelő számomra, hogy professzor úr ezt ennyire színvonalasnak tartja. A disszertáció minden főfejezetéhez tartozik tézispont alpontokkal, így az egységesség sem tört meg. A 3. fejezetben található műszaki dokumentálást igyekeztem lehetőleg rövidre fogni, de a fontosabb részleteket mégis megemlíteni (a sokkal részletesebb technikai leírás személyes oldalaimon található: <http://www.inf.u-szeged.hu/~gingl/achievements/DAS1414/>). A fotók szerepeltetésével a szándékom az volt, hogy kiemeljem a munka konkrétságát, és a mögötte álló valódi, határozott műszaki tartalmat. Elfogadom természetesen, hogy szerepelnek itt kifogásolható részek. A kísérleti berendezés egy-egy verzióját 2000-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem munkatársai által szervezett nemzetközi konferencián [3.1], 2002-ben pedig a nemzetközi Hungelektro szimpózium felkért előadóként is bemutattam [3.2].

Szeretném még azt is megemlíteni, hogy régebben kevésbé gondoltam tudományos célú műszaki fejlesztési eredményeim külön publikálására, ami segíthetett volna abban, hogy indokoltabb legyen ez a tézispont. Ma már sokkal jobban törekszem erre, példaként hoznám fel egy USB fluorométer kifejlesztését, melyet a Photosynthesis Research 2,41-es impakt faktorú folyóiratban közöltünk [3.3] és azt is, hogy 2013-ban meghívott előadóként számoltam be egy szenzormodul kifejlesztéséről a legrangosabb nemzetközi zajkonferencián [3.4]. Megerősített még több tudományos eszköz- és műszerfejlesztéssel foglalkozó cikk tanulmányozása is, melyek az IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, Review of Scientific Instruments, IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, IEEE Transactions on Biomedical Engineering magas presztízsű és magas impakt faktorú műszaki folyóiratokban jelentek meg.

- [3.1] *Gingl Zoltán, Kántor Zoltán, Intelligent General Purpose Data Acquisition Units For Student Labs, In: Pacher Pál, Pipek János (eds.), Proceedings of the Second European Conference on Physics Teaching In Engineering Education (PTEE 2000).*, Budapest, Hungary, 2000.06.14-2000.06.17., Budapest University of Technology and Economics, pp. P23/1-P23/5., <http://www.inf.u-szeged.hu/~gingl/Publications/C30.pdf>
- [3.2] *Gingl Zoltán, Kántor Zoltán, Mingesz Róbert, A DAS1414 általános célú intelligens adatgyűjtő és vezérlő egység és alkalmazásai, HUNGELEKTRO 2002, 7th International Exhibition and Conference on Electronics Technology, Budapest, 23 April 2002 (2002),* <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/gingl.pdf>
- [3.3] *P. Kocsis, E. Asztalos, Z. Gingl, P. Maróti, Kinetic bacteriochlorophyll fluorometer, Photosynthesis Research, July 2010, Volume 105, Issue 1, pp 73-82 ,* <http://dx.doi.org/10.1007/s11120-010-9556-6>
- [3.4] *International Conference on Noise and Fluctuations (ICNF2013), Montpellier, 24-28 June 2013, Gingl, Z.; Mingesz, R.; Vadai, G.; Balogh, K.S.; Erdelyi, A., "Fluctuation enhanced gas detector for wireless sensor networks,"* <http://icnf.wordpress.com/invited-speakers/>, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6578901>

4. tézispont

A professzor úr szerint tisztázandó alponatok közös kutatást jelentenek. Az alábbiakban pontosítást adok a kérésnek megfelelően.

4.1. Az elsőként elért jel/zaj viszony erősítés [4.1] esetén nem a sztochasztikus rezonancia területén szokásos definíciót használta a szerző (hiszen a jel nem is volt periodikus), hanem egy keresztspektrumokra épülő definíciót. Sokan ennek tulajdonították, hogy 1-nél nagyobb erősítés kihozható, szkeptikusok voltak, hogy a szokásos definícióval is kapható lenne jelentős erősítés. Az volt az ötletem ezért, hogy használjunk periodikus impulzussorozatot és a szokásos jel/zaj viszony definíciót. A numerikus szimulációs vizsgálatokat végezte el a PhD hallgató az útmutatásaimnak megfelelően. Sajnos a munkát később nem folytatta, disszertációját sem készítette el, külföldre távozott.

4.5 A disszertáció 4.6.1 fejezetében vezetem be, miért merült fel a színes zajok vizsgálta a sztochasztikus rezonancia területén. A dolgozat 4. fejezetéhez tartozó három publikációt olvastam [4.2,4.3,4.4], melyekben az 1/f zajnak kitüntetett szerepét vetik fel a Fitzhugh-Nagumo neuronmodell esetén. Ez motivált arra, hogy megvizsgáltsam ennél a modellnél jóval alaposabban a zajkitevő szerepét, és kiterjesszem a vizsgálatok körét a más fontos sztochasztikus rezonanciát mutató rendszerekre is (szintmetszés-detektor és Schmitt-trigger). Az ezzel kapcsolatos numerikus szimulációs munkákat végezte el PhD hallgatóm. Tézisfüzete megtalálható itt: <http://doktori.bibl.u-szeged.hu/495/>, a releváns tézispont a 4.

4.6 Javasoltam, hogy nem-periodikus és véletlenszerű bemenő jelek esetére is vizsgáljuk meg a kettős potenciálvölgy alapú dinamikai rendszer esetén a jel/zaj viszony növelési lehetőségeket, mert úgy gondoltam, hogy eséllyel kapható erősítés. Az általam felépített kísérletező és mérőrendszer azonos azzal, amit 4.3 tézispontban is említettem. Mingesz Róbert akkori PhD hallgatóm végezte el a szisztematikus méréseket és vizsgálatokat, emellett numerikus szimulációkat is végzett. Tézisfüzete megtalálható a doktori.hu oldalon: <http://doktori.bibl.u-szeged.hu/1552/2/MingeszRobert-Tezispontok.pdf>, a releváns tézispont az 5.

[4.1] L.B. Kiss, “Possible Breakthrough: Significant Improvement of Signal to Noise Ratio by Stochastic Resonance”, 3rd International Conference on Chaotic, Fractal, and Nonlinear Signal Processing Mystic, Connecticut, USA, July 1995, http://www.ece.tamu.edu/~noise/research_files/mystic.pdf

[4.2] Nozaki D, Yamamoto Y, Enhancement of stochastic resonance in a FitzHugh-Nagumo neuronal model driven by colored noise. Physics Letters, Section A: General, Atomic And Solid State Physics 243:(5-6), pp.281-287. (1998), [http://dx.doi.org/10.1016/S0375-9601\(98\)00247-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0375-9601(98)00247-3)

[4.3] Nozaki D, Mar DJ, Grigg P and Collins JJ, Effects of Colored Noise on Stochastic Resonance in Sensory Neurons. Physical Review Letters 82 p. 2402 (1999), <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.82.2402>

[4.4] Nozaki D, Collins JJ and Yamamoto Y, Mechanism of stochastic resonance enhancement in neuronal models driven by 1/f noise, Physical Review E 60 p.4637 (1999), <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.60.4637>

5. Tézispont

A PC1 és PC2 mennyiségek és a PCA módszer valóban nincsenek a szövegben definiálva, elnézést kérek a hibáért, ezt korrigálom. A PCA (principal component analysis) algoritmus bemenő adatai az átlagolt teljesítményspektrumok voltak, melyek egy adott mérési körülményhez tartoztak. A módszer lényegében egy olyan optimális vetítést határoz meg

kétdimenziós síkra, amely esetén a különböző spektrumokhoz tartozó pontok átlagosan a lehető legtávolabb esnek egymástól, azaz a legjobban megkülönböztethetők. Az eredeti tér, amiből a vetítés történik a spektrum frekvenciáihoz tartozó értéke által van meghatározva, minden egyes frekvenciához tartozó érték egy dimenzió mentén értendő. Minden spektrum tehát egy pont egy N-dimenziós térben, és keressük azt a síkot, melyre vetítve az összevetendő spektrumokhoz tartozó pontok egymástól a lehető legtávolabb esnek: ennek a síknak a koordinátái a PC1 és PC2.

Az 5 tézispont bírálatára adott válasznál egy problémába ütköztem. Professzor úr a bírálata első oldalának alján az 5.1 alpontot zárja ki, a 3. oldalon viszont az 5.3 alpontot. A biztonság kedvéért megindokolom mind a két alpont szerepeltetését.

Az. 5.1 alpont ahhoz kapcsolódik, hogy zajkutatásokban szerzett jártasságom alapján felkérést kaptam arra, hogy adjak megoldást számítógép-vezérelt kísérleti rendszer kialakítására a minták fluktuációkkal segített érzékeléses méréséhez és elemzéséhez. A munka magában foglalta a szenzorjelek kiszajú mérésének megtervezését, a zaj mintavételezéses mérési és digitális feldolgozási módszereinek megadását, a számítógépes vezérlés és jelfeldolgozás tervezését. Szeretném hozzátenni, hogy ez a rendszer volt az alapja az 5.3 pontban említett kompakt eszköz kifejlesztésének is.

Az 5.3. alpontot azért szerepeltettem, mert az említett nemzetközi kutatási pályázat egyik fontos eredményének tekinthető és a legrangosabb nemzetközi zajkonferencián publikálásra fogadták el az eredményt, ami az IEEE adatbázisban szereplő konferenciaticünkben jelent meg [5.1].

- [5.1] Mingesz, R.; Gingl, Z.; Kukovecz, A.; Konya, Z.; Kordas, K.; Moilanen, H., "Compact USB measurement and analysis system for real-time fluctuation enhanced sensing," *Noise and Fluctuations (ICNF), 2011 21st International Conference on*, pp.385,388, 12-16 June 2011, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5994350>

6. Tézispont

A tézispontban szereplő többes szám („Kísérleteink alapján a rendszer robusztus, a biztonsági és jelminőségi tulajdonságai lényegesen meghaladják a kvantumkommunikátorokét. Eredményeink egy másik kulcscserélési módszer kidolgozását is inspirálták”) arra utal, hogy közös munka eredményéről van szó. Ebben a feladatomban a fizikai modellnek megfelelő kevert jelű (analóg és digitális) elektronikai modell megadása, a folytonos és mintavételezett jelek közötti kapcsolat tervezése és kivitelezése és a rendszer megépítése volt. A kapcsolódó cikk – melynek legfontosabb üzenete épp egy KLJN biztonságos kulcscserét valóságban biztosító rendszer létrehozása és tesztelése volt – egy magas impakt faktorú folyóiratban jelent meg [6.1]. Az első kísérleti megvalósítást jelentő rendszer alapja volt egy alternatív módszer kifejlesztésének is [6.2], a nemzetközi és hazai sajtóban is visszhangot kapott [6.3, 6.4].

- [6.1] Robert Mingesz, Zoltan Gingl, Laszlo B. Kish, Johnson(-like)-Noise-Kirchhoff-loop based secure classical communicator characteristics, for ranges of two to two thousand kilometers, via model-line, *Physics Letters A*, Volume 372, Issue 7, (2008), Pages 978-984, <http://dx.doi.org/10.1016/j.physleta.2007.07.086>
- [6.2] Liu PL, A Key Agreement Protocol Using Band-Limited Random Signals and Feedback, *Journal Of Lightwave Technology* 27: (23) 5230-5234 (2009), <http://dx.doi.org/10.1109/JLT.2009.2031421>
- [6.3] D. Jason Palmer, Noise keeps spooks out of the loop, *New Scientist Tech*, 23 May 2007, http://www.ece.tamu.edu/~noise/news_files/KLJN_New_Scientist.pdf

[6.4] Ötvös Zoltán, *Lopásbiztos adatátvitel Szegedről*, *Népszabadság Online*, 2007. június 22., <http://www.nol.hu/archivum/archiv-451361>

Zárásként köszönöm, hogy professzor úr elvállalta disszertációm bírálói munkáját és gondosan áttanulmányozta disszertációm, eredményeimet. Elnézést kérek a több helyen félreérthető, nem megfelelő megfogalmazásért, remélem sikerült megválaszolnom a felvetett problémás kérdéseket és meg tudtam indokolni, miért ebben a formában és tartalommal adtam meg munkám összefoglalását és a téziseimet.

Professzor úr összegző véleményét külön köszönöm, amiben az általa felvetett problémák ellenére is úgy ítéli meg, hogy igen eredményes kutatómunkát végeztem az elmúlt évtizedekben, mely alapján odaítélhető az MTA doktora cím.

Szeged, 2014. január 13. Gingl Zoltán