Gyebrószki Gergely PhD tanszéki vitájának jegyzőkönyve

## Értekezés címe: Mikro-káosz jelenséget mutató dinamikai rendszerek (Dynamical Systems Exhibiting Micro-Chaos)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 2018.11.30. 14:00

Műszaki Mechanikai Tanszék, I. 29 (Könyvtár)

**Elnök:** Dr. Insperger Tamás, BME Műszaki Mechanikai Tanszék, egyetemi tanár

**Témavezető:** Dr. Csernák Gábor, BME Műszaki Mechanikai Tanszék, egyetemi docens

**Felkért belső véleményezők:**

Dr. Stépán Gábor, BME Műszaki Mechanikai Tanszék, egyetemi tanár;  
Dr. Várkonyi Péter, BME Építészmérnöki kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, egyetemi docens

**Jegyzőkönyvvezető:** Kiss Ádám, BME Műszaki Mechanikai Tanszék, PhD hallgató

A tanszéki vita eseményeinek és az elhangzottak rövid összefoglalása:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| időpont | Személy | Esemény |
| 14:00 | Insperger Tamás (IT) | Köszöntő |
| 14:04-14:48 | Gyebrószki Gergely (GyG) | Előadás.  Bevezető, érintett témák rövid ismertetése. Bemutatásra került a mikro-káosz jelensége digitálisan szabályozott inverz inga mechanikai modelljén és a digitális szabályozásból eredő kerekítési problémák. Szabályozási sávok közötti kaotikus attraktorok vizsgálatára kidolgozott cellaleképezési módszer ismertetése. Leképezés periodikus pályáinak megkeresése szimbolikus dinamikát alkalmazó módszer segítségével.  Bemutatásra kerül a kvantálás (kerekítési hibák) lehetséges kezelése.  A Jelölt ismerteti az egyszerű cellaleképezés módszerét és annak kibővítését, amellyel egy dinamikai rendszer fázisterének feltérképezésére lehetséges. A bemutatott módszerrel egy leképezés fixpontjai és a hozzájuk tartozó vonzási tartományok meghatározhatóak, ezáltal korábban feltáratlan fázistér beli objektumok azonosítása lehetséges. Bemenetek és kimenetek kerekítésének hatása a fázistér topológiájára és a kapcsolóvonalak ütközése. Végül szárazsurlódás hatásának figyelembevétele és bemutatása, hibrid mikro-káosz leképezéses módszer ismertetése. |
| 14:48 | IT | A Jelöltnek megköszöni az előadást és felkéri a bírálókat, először Várkonyi Pétert, a kérdéseinek és megjegyzéseinek ismertetésére. |
| 14:48 | Várkonyi Péter (VP) | Összefoglalással kezdi: a disszertáció formailag megfelelő, jó angol nyelvhasználattal íródott és a bemutatott és eredmények alkalmasak a probléma vizsgálatára. Azonban az eredmények néhány helyen pontosításra szorulnak.  A bíráló az apróbb megjegyzéseket nem részletezi, ezeket átadta a Jelöltnek.  *Bírálat/észrevételek:*   * 1. tézis első felét érdemes lenne pontosítani, aszerint, hogy ritka mintavételezés és finom kvantálás esetén mi marad meg az egyes dinamikai struktúrákból. Ezeket a főszövegben is érdemes lenne részletezni * 2. tézis nagyon jó, azonban megjegyzendő, hogy hosszú periódus esetén a módszer nem hatékony a probléma exponenciális komplexitás miatt; továbbá javasolt egy szócsere: *upper bounding* * 3. tézis: a leírt eredmény és eljárás helyesnek tűnik. Egy továbbfejlesztési javaslat fogalmazódott meg: garantáltan megtaláljon mindent, de már rövid után is adjon érdekes eredményt * 4. tézis egyik állítása valószínűleg nem igaz, mert lehetséges egyéb megoldási módszer is, ezáltal javasolt a tézis pontosítása; egy kérdés is megfogalmazható: leírható egzakt módon az a konkrét esemény, ami az attraktor megszűnését kiváltja? * 5. tézis során egy megjegyzés merül fel: a tézis máshogy fogalmazza meg a dead zone fogalmát mint a főszöveg, ezáltal nem ugyan azt a két objektumot jelöli meg; hasznos lenne numerikus szimulációban bemutatni a *switching line collision* szerepét * 6. tézis helyes és jól megfogalmazott. |
| 14:54 | IT | Megköszöni VP-nek az észrevételeket és felkéri Stépán Gábort bírálatának ismertetésére. |
| 14:54-15:17 | Stépán Gábor (SG) | Bírálat/észrevételek:   * a disszertáció érdemi rész 75 oldal; nagyon szép a kiállítása, nagyon jól olvasható, a megértést az ábrák nagy mértékben segítik és jó angollal íródott, amelyekhez egy-két apróbb észrevételeket fűz az írott bírálatban; azonban a disszertáció nagyon tömör és sokszor bonyolult jelölésrendszer használ * a tézisfüzet hiányzik, így ezt be lehetne tenni a dolgozat végébe, mert van rá hely. * észrevétel a dolgozat címével és megfogalmazásával kapcsolatban: mechanikai szó beszúrása célszerű lenne * nagyon fontos lenne megfelelő mennyiségű rész a bevezetőben a digitális zajjal való megközelítés összevetésre; amely a disszertációban kaotikus folyamatként van kezelve, azt a szabályozástechnikában egy véletlenszerű zajként veszik figyelembe (szemléletmód mint időtartomány / frekveciatartomány, mint kaotikus folyamat / zaj) * második fejezet érdemi részek: mechanikai kifejezés megjelenése fejezetcímekben, alcímekben (pl.: mechanical oscillator). * sajátkörfrekvenciára *alfa* jelölés helyett célszerűbb lenne *omega* * „*relative damping*” helyett „*damping ratio”* * zárójelek és *phi/varphi* nem konzisztens használata * 2.6 ábrán a feliratok nem látszanak * fraktáldimenziók megmagyarázásra szorulnak * 2 dof inverz inga nagyon jó eredmény. Miért sikerült ezt három dimenzióban ábrázolni? A leírt szövegből nem derül ki, miért lehet kikapcsolni egy szabályozó paramétert. * felhívja a figyelmet a tézisek megfogalmazásával kapcsolatos ajánlások figyelembevételére * első tézisben megjelenik a „*repeller*” kifejezés, ami azelőttig nem szerepelt a törzsszövegben, mire utalt ezalatt a szerző? * ne legyen tézisben képlethivatkozás * 3. tézis nagyon jók a magyarázó rajzok az algoritmus megértésére; a törzsszöveg nagyon nehezen olvasható, de meggyőző. * előnyök felsorolását át lehetne emelni magába a tézisbe is * 4.6 ábra nagyon szép, érdemes lenne az előadásba is beemelni * input kvantálás rész nagyon rövid, kis indoklás és részletezés célszerű lenne * 5. tézis *dead zone crisis*: olyan mintha egy fold bifurkációja lenne egy kaotikus megoldásnak, ezáltal egy *kaotikus attraktor* menne át *repellorba.* Ha így van akkor ez egy szemléletes jelenség, célszerű lehet óvatosan belefogalmazni a törzsszövegbe * mire gondol a szerző a „*flow-like”* és *hibrid mikro-káosz* elnevezés alatt? * 6. tézis nagyon jó, de rövid * kísérletek hiányának megvédésére érdemes felkészülni; esetleg célszerű lehet *HIL* irányba elmenni, és a disszertáció végére kísérleti eredmények hivatkozását beemelni |
| 15:17 | IT | Megköszöni a bírálók hozzászólásait, észrevételeit és kérdéseit, felszólítja a Jelöltet a válaszadásra. |
| 15:17-15:26 | GyG | Megköszöni a bírálók munkáját, reagál az észrevételekre, először a mérések hiányára: voltak mérések, azonban nem lehetett egy jelenségre sem egyértelműen rámutatni, hogy csak mikro-káosz jelenséget produkál a szerkezet, de az Appendixbe kerülnek erre vonatkozó eredmények   * VP második fejezet tézisére vonatkozó észrevételeit jogosnak tartja és egyetért vele. Nem csak a border collision lehet a kiváltó ok, hanem sok más hatás és jelenség is szerepelhet, ezek ki lesznek részletezve a dolgozatban. * A periodikus pályára vonatkozó megjegyzést is abszolút jogosnak tartja és elfogadja. * A következő fejezetben tárgyalt csoportosított cellaleképezés továbbfejlesztésére utalt irányt, miszerint minden objektumot megtaláljon a módszer, jogos iránynak tartja, amelyről a dolgozatban is említést fog tenni * 4. tézis: nagyon hálás a megjegyzésnek, miszerint lehetséges 0-1 közé paraméterezni a kerekítési arányt, ezáltal a matematikai probléma feloldódhatna. A jelölt közli, hogy keresik azt a a transzformációt ami ezt véghez tudná vinni. * 5. tézissel kapcsolatos nem pontos megfogalmazásra vonatkozó megjegyzéssel egyetért, valóban nem jól van leírva maga a tézis, a főszöveg jobban kifejezi a problémát, így a tézis módosításra kerül, miszerint a méréshez kötődő holtsáv miatt nőnek az attraktorok. * *switching line collisionra* jelenség szemléltetésére egy ábra be fog kerülni a disszertációba |
| 15:26 | VP | A Jelölt minden felvetett észrevételre és kérdésre reagált, köszöni |
| 15:27 | SG | a Bíráló még hozzáteszi, hogy az észrevételeiből kimaradt, hogy a delta paraméter értékének -1 és +1 között kell lennie |
| 15:27 | GyG | Fraktáldimenzió kikerülne a disszertációból |
| 15:28 | SG | A jelölt javaslatát elfogadja |
| 15:28 | GyG | A kapcsolófelület 3D, az ábrán vetületi képek szerepeltek |
| 15:29 | SG | Nincs határozott állítás, hogy az egyik tézissel kapcsolatban minden lehetséges előforduló esetet lefedett a jelölt, nem érződött egy kemény bizonyítás a fejezet végén. Ha nincs a jelölt meggyőződve, hogy minden esetet lefed, akkor esetleg kicsit óvatosabban lehetne megfogalmazni a tézist. |
| 15:30 | GyG | Átnézi a vonatkozó cikkeket, amelyben valószínűleg van olyan technikai megjegyzés, ami megerősítheti ezt az alátámasztást. A jelölt meg van róla győződve, hogy minden eset lehetséges  A jelölt ismerteti a *hibrid mikro-káosz* kifejezés jelentését, valamint hozzáteszi, hogy a kísérletekhez kapcsolódó észrevétel kiegészítéseként, hogy az elvégzett kísérletekhez két konferencia cikk kapcsolódik. így bekerül egy kitekintés vagy melléklet a disszertáció végére. |
| 15:35 | SG | Célszerű lenne videóban bemutatni a mikro-káosz jelenséget egyéb mechanikai rendszereken (Pl.: segway)  Elfogadja a Jelölt válaszát |
| 15:35 | SG, VP | Mindkét Bíráló kijelenti, hogy elfogadják a Jelölt válaszait |
| 15:36 | IT | Felhívja a hallgatóságot további észrevételeik és kérdéseik feltevésére. |
| 15:36 | Bachrathy Dániel (BD) | Miért dupla holtsáv lett alkalmazva a nulla felé való kerekítésre, miért nem végtelen felé? Mi a hatása a kapcsolóvonal eltolásának? |
| 15:37 | GyG | Dupla holtsáv esetén a jel elkülöníthető félsíkokra, nulla felé kerekítés hatására több instabil régió keletkezik, valamint kitér a kapcsolóvonal hatására |
| 15:39 | Csernák Gábor (CsG) | lebegőpontos ábrázolásnál nulla körül nagyobb a rés ami igazolhatja, ezt a fajta beállítást |
| 15:40 | BD | elfogadja a választ és további kérdést tesz fel: maximális kitérésre van közelítés? |
| 15:40 | GyG | Elmagyarázza, hogy ez miért nem egy durva közelítés, és miért ad egy jó becslés a gyakorlatban |
| 15:42 | BD | Cellaleképezés működik periodicitással rendelkező rendszereken? |
| 15:42 | GyG | Működik, az eredeti könyv lefedi ezeket az eseteket, de célszerű a dolgozatban megemlíteni ezeket |
| 15:44 | Kovács Ádám (KÁ) | A disszertáció címéből mintha másodlagos szerepe lenne a mikro-káosz jelenségnek, és elsődlegesen dinamikai rendszerekkel foglalkozna a dolgozat. Ha az állítások csak az inverz ingára vonatkoznak, akor ezt a címben érdemes lenne jelölni, vagy a tézisek szempontjából utalni ezekre a feltételekre.  Mennyire általános a bemutatott modell és módszer általános dinamikai rendszerek esetén? |
| 15:45 | GyG | Kijelenti, hogy egy szabadságfokú mechanikai rendszerekre teljesen általános, stabilan állíthatja, hogy alkalmazható a módszer. Több szabadságfokú rendszereknél megjegyzi, hogy csak az inverz kettős inga szerepel a dolgozatban és kitér hogy milyen feltételek teljesülése mellett általánosítható a bemutatott módszer. Ezen feltételek közül a topológiai tranzitivitás bebizonyítása a legnehezebb feladat. A szakirodalomban található egy formalizmus, amivel bizonyos esetekben több szabadságfokra is általánosítható a modell. |
| 15:48 | Antali Máté (AM) | Kizárjátok-e hogy nincs ütközés a hibrid rendszerben? Megjegyzi, hogy az általános terminológiában a súrlódás az nem tekinthető hibridnek. |
|  | GyG | Kijelenti, hogy az ütközés meg van engedve és hozzáteszi, hogy a hibrid kifejezésen megfontolandó a pontosítás. Itt a kapcsolások szempontjából hibrid rendszerről van szó |
|  | AM | Elfogadja a választ |
| 15:49 | Kovács Sándor (KS) | 10. oldal 1.7 egyenlet: max függvény mire utal?  A szakirodalom nem egyértelmű egészrész függvény értelmezésében, lehetne nyugodtan definiálni azt  2.1.2 fejezet. érdemes kiírni a karakterisztikus polinomot  2.10 folytonos vagy nem? kicsit félrevezető az ábra használata |
| 15:52 | CsG | mintavételezett rendszer, csak a kvantálás szempontjából folytonos |
| 15:53 | KS | 2.30 képlet: fólián jól szerepel  2.34 formula: mire vonatkozik a maximalizálás  4.3 ábra: mi a célja az ábrának? non-smooth kifejezés nem szükséges  59. oldal alján lévő következtetés (számozatlan képlet): ebből következő 4.15 egyenlet akkor helyes, ha a függvény folytonos, de ez a függvény nem folytonos 0-ban |
| 15:56 | GyG | Megválaszolja KS kérdéseit |
| 15:59 | KS | KS elfogadja GyG válaszait |
| 15:59 | IT | Ha nincsenek további kérdése, akkor következhetnek a megjegyzések |
| 15:59 | KÁ | Tézis kifejezés helyett célszerű Main Results, vagy Main Contribution kifejezések használata. További megjegyzések: felhívja a figyelmet az előadás időtartamára és a bevezetőből a célkitűzés hiányára |
| 16:01 | IT | Védésen a kivetített diák magyar nyelven szerepeljenek (pl.: dead-zone helyett holt-sáv) |
| 16:03 | IT | házivédés címmódosítást javasol  *Összefoglaló/Zárszó:*  **Megköszöni a jelenlévőknek a részvételt és a hasznos észrevételeket. Az összes jelenlévő nevében kijelenti, hogy elismerik ezt a munkát GyG saját tudományos munkájának és a dolgozatot egyértelműen PhD fokozatra történő benyújtásra érdemesnek ítélik.** |

*Melléklet: Jelenléti ív*

………………………………………… ……………………………………..

Dr. Insperger Tamás Kiss Ádám

Elnök Jegyzőkönyvvezető

Budapest, 2018. november 30.