

Tóth Attila
"Folyamatrendszerek esemény alapú diagnosztikája" című
PhD értekezésének bírálata

Az értekezés témaválasztása korszerű, hiszen a műszaki rendszerek diagnosztikájában alapvető a működtetés helyességének szavatolása akkor is, ha valamelyik komponens vagy részegység meghibásodik.

A hagyományos diagnosztikai megközelítések a rendszer belső architektúrája és funkcionalitása mellett a kezelendő meghibásodásokat leíró hibamodell ismertségéből abból indultak ki. A rendszerintegrációs tervezés, az informatika alapú megoldások széleskörű alkalmazása és a bonyolultság növekedése azonban abba az irányba hatnak, hogy az explicit hibamodell helyett a megfigyelés alapú, fenomenologikus diagnosztika szerepe egyre jelentősebbé váljon. Ennek alapja a valós rendszerekből gyűjtött megfigyelések alapján egy durva, funkcionális hibabehatárolás.

A feladatot különösen nehezíti az egyes iparágak szakterületi kultúrájának különbözősége, bár folyik az egységes diagnosztika elmélet kialakítása.

Az értekezés bírálata elkészítése során alapvető kritériumként a szűkebb szakterület elméleti és gyakorlati hátterének ismeretét vizsgáltam, de -- az általános vonatkozásokon túl-- nem értékeltem részletesen az egyéb szakterületekkel való kölcsönhatásokat.

Az értekezés céljának szoros kötését a folyamatrendszerek területéhez elfogadom. Azt a célkitűzését, hogy ezen a területen belül a hibrid megfigyelés halmaz és a gyors diagnosztikára és beavatkozásra alkalmas diszkrét absztrakció lehetőségeinek feltárására fókuszál, komplex tudományos igényű feladatnak fogadom el. A disszertáció 6 fő fejezetből és függelékből áll.

A bevezető rész (1. fejezet) célja a motiváció. Az 1.2 pont foglalja össze a folyamatrendszerekben alkalmazott diszkrét megközelítéseket. Alapvető forrása Venkatasubramanian a 2000-es évek elejéről származó cikkei. Áttekinti a legfontosabb hibahatás elemzési módszereket (HAZID, HAZOP, FMEA), hivatkozva a szabványokat is.

- Megemlítenéd, hogy a dinamikus architektúrák vizsgálatában az elmúlt évtizedben jelentős előrelépések történtek, ezekre szerencsés lett volna kitérni.

Az 1.2.2. alpont röviden áttekinti a statisztikai alapú diagnosztika metodikai háttérét.

- Ennek is --az értekezés egészéhez hasonló-- problémája azonban, hogy bár felületesen utal az egyes matematikai módszerekre, de hiányzik azoknak a technológiához való kötése.

A klaszterezés például impliciten tartalmazza azt a feltételezést, hogy az egyazon klaszterbe tartozó eredmények hasonló technológiai viselkedést tükröznek. Ez azonban számos technikai diagnosztikai feladat esetében túl durva absztrakció lehet. Például egy mozgó elem esetében mozgása a teljes szabad térrészben fizikailag lehet hasonló, de a diagnosztika szempontjából az üzemszerűen használható térrész illetve az egyéb objektumok körüli védőzóna eltérő módon modellezendő.

Az 1.2.3 alfejezet helyesen fogalmazza meg a dekompozíció, mint a diagnosztika bonyolultságát csökkentő módszer fontosságát.

- Az ismertetett módszerek mögül hiányolom lényegük fél fél mondatos összefoglalását.
- Megjegyzendő még – nem vitatva a dekompozíció fontosságát – hogy bár az itt felmerülő feladatok számításelméleti szempontból valóban NP-teljesek, de a

gyakorlati diagnosztikai bonyolultság gyakran polinomiális a rendszerek jól tagoltsága, modularitása stb. miatt.

Az 1.3 alfejezet fogalmazza meg a célkitűzést, a dinamikus folyamatrendszerekben végzett hibadiagnosztikát.

- A jelölt azon állítását, mely szerint a dinamikus rendszerekben végzett vizsgálat teljesen újszerű, fenntartásokkal fogadom, hiszen az elmúlt évtizedekben is folytak hasonló jellegű kutatások.

Ezek céljukat, metodikájukat tekintve részben átfednek a jelölt munkájával, de meglétük nem csorbítja jelölt munkájának a jelentőségét.

A 2. fejezet vezeti be az alapvető fogalmakat és modelleket. Rendszerelméleti szempontból közvetlenül a diszkrét esemény modellre fókuszál, amely helyes döntés, de szerencsés lett volna egy félmondatos indoklás.

- A diagnosztikai feladat megfogalmazása (2.2.) esetében a bemenetek specifikációját célszerű lett volna szabatosabbá tenni. Ezt részben pótolja a 2.3., mely bevezeti a kvalitatív modellezés alapjait.
- A jelenlegi bevezetés bár gondolatilag helyes, de nem illeszkedik a jelölt által korábban egyébként hivatkozott „qualitative reasoning” fogalomkészletéhez..

A 2.4 és 2.5 alfejezet az esemény és szekvencia fogalmát vezeti be egy példával illusztrálva.

- Érdemes lett volna az események összefonódásának problémáját is vizsgálni. Pl. ha egy hiba hatása a megfigyelési pont felé több úton is terjedhet, akkor a két utat jellemző eseményekből alkotott szekvencia a részszekvenciák késleltetéstől függő, gyakran véletlenszerűnek modellezett összefűzéséből adódik.

A 2.6. alfejezetben ismertetett hibamodell a szokásos megszorításokat tartalmazza, azonban ezeknek újfent szükséges lett volna egy technológiai vonatkozású érvelő megalapozása.

A 2.7 alfejezet egy szemléletes példát mutat be.

- A meghibásodások számának korlátozását érdemes lett volna a megbízhatóságelmélet oldaláról megalapozni. A korlátozás valósághűsége modellezési kérdés is, hiszen --a megfigyelési pontoktól függően-- egyetlen fizikai hiba is okozhat többszörös korrelált hibajelenségeket.

A 3. fejezet a P-HAZID diagnosztika, mint új algoritmus bemutatása. Alapvető gondolata a korábbi statikus módszerek kiterjesztése dinamikus rendszerekre.

- A modellezési módszertan más területen jól ismert, hiszen a referencia és aktuális rendszer viselkedésének összehasonlítása már 1966-ban megjelent a digitális áramkörök diagnosztikában J.P. Roth D-algoritmusáról szóló munkájában.
- Sajnálatos módon a jelölt nem tekintett ki a társterületekre, így figyelmen kívül hagyta az itt elért eredményeket, pl. Csértán György PhD értekezése vagy a jelen bírálát szerzőjének MTA doktori munkája. A folyamatrendszerekre alkalmazást, mint ráépülő felépítményt viszont eredeti eredménynek tartom.

A 3.2. alfejezet tartalmazza az alapvető fogalmakat. Miközben a fogalomkészlet bevezetése tiszta több triviálisan adódó kérdés megválaszolatlan marad:

- A beérkező eseményfolyam egydimenzióssákká szeletelése egy a metodikai korlátok oldaláról végzett beavatkozás a modellezésbe, amely adott esetben csonkíthatja a modell valósághűségét, hiszen N megfigyelés együttese más, komplexebb információt hordoz, mint a megfigyelések külön-külön vett összessége. Ugyanakkor miután a feladat során véges elemkészlettel dolgozik a jelölt elvben semmi nem akadályozza meg azt, hogy az ugyancsak véges számú vektorhoz rendeljen egy kódoló alfabetát.

- Az eltérések bevezetése ugyancsak informális. Az időtartományban célszerű lett volna az Allen-féle intervallum logikára hivatkozni, illetve az eltérések esetén szükség lett volna annak indoklásának, hogy adott esetben mikor elégséges és mikor nem csak az eltérések alapján modellezni, hiszen egy folyamatrendszernek nem lineáris esetben is akár több különböző munkapontja és hozzá tartozó működési tartománya lehet.

A 3.3 alfejezet tekinti át a P-HAZID alapú diagnosztikát.

- A korábbiakhoz hasonlóan szerencsés lett volna, ha a 3.3.1. pontbeli matematikai megkötetések mögött technológiai megfontolásokat ismertetett volna.
- A leírás ugyancsak félformális a teljes szabotosság kedvéért egy pszeudó-algoritmus formájú leírás itteni és nem függelékbeli közlése elegáns lett volna.

Az algoritmus maga logikus és helyesnek tűnik, bár erre formális bizonyítást a jelölt nem közöl.

- A történelmi hűség kedvéért emlitem, hogy ez erős rokonságot mutat Sziray József áramköri bináris diagnosztikai megközelítésével, de ez nem csorbítja a munka újszerűségét.
- Sajnálatos, hogy a 3.4. táblázat alig olvasható.

A fenti kritikai megjegyzésekkel a jelölt által 1.-es számú tázisként megfogalmazott P-HAZID „diagnózer” címen említett eredményeket elfogadom (bár a „diagnózer” kifejezés furcsán hangzik).

A 4. fejezet a klaszterezés alapú diagnosztikával foglalkozik. Alapja az egyik legegyszerűbb, k-közép algoritmus, melynek kiválasztását nem kíséri indoklás. A 4.2 alfejezet vezeti be az alapfogalmakat. Ezek közül a 4.2.1 egy szokásosan konkretizációnak nevezett kvalitatív-kvantitatív leképezést mutat be.

- Az alapgondolat itt kissé ködös, célszerűbb lett volna egy a kvalitatív és valós tartomány közötti rendezéstörtő leképezésként bevezetni. Mint ilyen ez egy invertálható leképezés, de a bevezetés mellől hiányzó érvelés miatt nem teljesen tiszta, hogy a kódoláson túl mi a szerepe. Ez csak a 4.2.3-ban jelenik meg.
- Az itt bevezetett távolságfogalom, amely a klasszikus euklideszi távolságnak felel meg, azonban nincs kellően kibontva. Több dimenziós vektoroknál felmerül a különböző fizikai entitások egy azonos távolság mértékre való, mértékegység független leképezésének problémája. Erre a statisztikában szokásos például a Mahalanobis-távolság bevezetése. Ennek megfelelően ezt a távolságfogalmat szerencsétlennek érzem, de a későbbieket viszonylag kevésbé befolyásolja a metrikaválasztás.

A jelölt a továbbiakban --a választást nem indokolva-- a k-közép algoritmusra építi a diagnosztikai megoldását.

- Ez önmagában helyes, ugyanakkor, mint minden távolság alapú módszernél felmerül az a kérdés, hogy a sok koordinátában kis eltérés illetve az egy koordinátában ennek megfelelően nagy eltérés azonos fizikai tartalmat fed-e.

A fejezet érdeme, hogy az algoritmus alkalmazhatóságát diagnosztikai szempontból kellőképpen körüljárja.

Összefoglalásként a jelölt 2. tázisát a csoportosításon alapuló diagnosztikát új tudományos eredményként elfogadom.

Az 5. fejezet a komplexitás csökkentését szolgáló dekompozícióval foglalkozik. Elsőként a komplex gráfot vezeti be, amelyet láttam jelterjedési gráf néven illetnek.

- Hasonlóan a korábbihoz további feltételezéseket vezet be, amelyek közül a komponens interfész hibák kizárása bár szokatlan, de a közölt megoldási lehetőséggel modellezés útján megkerülhető.

A fejezet alapvetően a korábbi eredmények finomításáról szól. A diagnosztika elmélete szempontjából a számítási bonyolultság csökkentését leszámítva, amely nagyteljesítményű számítástechnikai eszközök elérhetőségével jelentősen csökkent nem tér ki a diagnosztikai felbontás és a javítás gyakorlati kapcsolatára.

A 3. tézist, mint a hierarchikus, részeredmény vezérelt modellfinomítás egy speciális esetét elfogadom.

A 6. fejezet az eredmények tézisszerű összefoglalója mellett bemutatják a jelölt publikációs tevékenységét. **Ez két folyóirat cikket és két hazai részben egyetemi rendezésű konferenciát fed, amelynél a munka tényleges tartalma egészen bizonyosan többet érdemelt volna.**

A 7. fejezet a korábban hivatkozott pszeudó-algoritmus mellett egy értékes, a szakterületen benchmarkszerűen használt példára mutatja be a kidolgozott algoritmus alkalmazhatóságát.

A dolgozat összességében érdekes eredményeket közöl. Egy ígéretes úton viszi végig az olvasót. Szerencsés lett volna, ha a felhasznált módszerek és a technológiai problémák közötti kapcsolatot mindenütt explicit módon kimondta volna.

A dolgozat angol nyelven készült. Nyelvi minősége és technikai kivitele igényes. A szakterminológiában való jártasság általában megfelelő. Néhány helyen a matematikai fogalomkészlet felhasználásával feszebben lehetett volna fogalmazni.

Az irodalmi áttekintés a hivatkozott saját publikációkat is beleértve mindösszesen 54 tételt tartalmaz. Sajnálatos módon a hazai iskolák eredményei ebben nem-igen tükröződnek.

Összefoglalásként Tóth Attila értekezésével bizonyította kutató-fejlesztői munkára való alkalmasságát. A befektetett munka lényegesen többnek tűnik, mint amit a jelenlegi értekezés, illetve az azt megalapozó publikációs tevékenység tükröz. Mindezen kritikai megjegyzések figyelembevételével együtt is az értekezés nyilvános vitára hocsájtását és sikeres védés esetén a fokozat odaítélését javaslom.

A nyilvános vitára javaslom az alábbi kérdéseket:

- Mennyivel ad finomabb diagnosztikát a kvalitatív reasoning finomabb, a deriváltakat és az egyes változók kölcsönhatását is leképező modellje?
- Milyen alternatívái vannak a k-közép módszernek a klaszterezés céljára?
- Hogyan kapcsolódik össze a dekompozíció és a megkívánt diagnosztikai felbontás, különös tekintettel az adaptív diagnosztikára?

Budapest, 2017. március 29.



Dr. Pataricza András
egyetemi tanár,
az MTA doktora