

Opponensi vélemény

Pózna Anna Ibolya

“Model based diagnostic methods with energetic applications”

címen benyújtott PhD értekezéséről

1. Bevezetés

Pózna Anna Ibolya PhD értekezését a Pannon Egyetem Informatikai Tudományok Doktori Iskolájában készítette el, kutatóhelye a Pannon Egyetem Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszéke. Munkáját Dr. Hangos Katalin egyetemi tanár és Dr. Gerzson Miklós egyetemi docens irányításával végezte.

A disszertáció témaválasztása időszerű és mind elméleti, mind gyakorlati szempontból érdekes. A diagnosztika, mint a gyors hibafelismerés és hibaok azonosítás eszköze egyre nagyobb jelentőséggel bír lényegében minden ipari területen. A diagnosztika eredményei számos további folyamat és rendszer bemenetét képezik/képezhetik az érintett rendszereket a biztonságos működési tartományba vezérlő beavatkozásoktól kezdve a rekonfiguráción és a különböző hibatűrési mechanizmusok aktivizálásán keresztül egészen a preventív karbantartásig.

A dolgozat modellalapú diagnosztikai módszereket dolgoz ki elektromos és technológiai rendszerek hibamodellezéséhez és a modellek segítségével végzett üzem közbeni hibabehatároláshoz. Jellegét tekintve a dolgozat interdiszciplináris, hiszen a folyamatmérnöki ismereteket ötvözi a matematikai modellezés és a rendszerelmélet eredményeivel. A kidolgozott tézisek három fő eredmény körül csoportosulnak:

1. Az első tézis egy paraméterbecslésen alapuló diagnosztikai módszert ad egy egyszerű, hőmérséklettől függő parametrikus akkumulátor modellre alapozva. Két lépéses módszert alkalmaz, amely első lépésként a kulcsfontosságú paraméterek paraméterbecslését végzi el különböző hőmérsékleteken, ezután egy statikus optimalizálási lépéssel meghatározza a megfelelő paraméterek hőmérsékleti együtthatóit. A javasolt módszer számítási szempontból hatékony megoldást kíván adni a kulcsfontosságú akkumulátor-paraméterek meghatározására egy adott hőmérsékleten.
2. A második tézis diagnosztikai módszert ír le alacsony feszültségű elektromos elosztó hálózatok ún. *nem műszaki veszteségeinek* (ezek közül specifikusan a fogyasztói visszaéléseknek) kimutatására és beazonosítására. A bemutatott módszer a hálózat egyszerű statikus lineáris modelljének segítségével a mért és a modell által számított feszültségek közötti különbségek elemzésén alapul. A diagnózis előkészítő lépéseként a jelölt a hálózat részhálózatokra bontását javasolja a számítás hatékonysága érdekében. Az elemzés a modellparaméterek és a mérések bizonytalanságát is figyelembe veszi annak érdekében, hogy a diagnosztika valós hálózatokban is alkalmazható legyen.
3. A harmadik tézis a rendszer kvalitatív dinamikus modelljén alapuló online hibadiagnosztikai módszert ad technológiai folyamatokhoz. A megoldás színezett Petri-háló modellt

alkalmaz a bekövetkezett hibák azonosításához. A diagnózis a nominális és a valós működés mért adatai közötti eltérések keresésével történik a CPN modell elérhetőségi gráfján (állapotterén). Több komponensből álló ún. kompozit rendszerek esetén ez az állapotter rendkívül nagy lehet, ezért a jelölt ebben az esetben is egy, a rendszerstruktúráján alapuló felbontási módszert javasol, amellyel a megnövekedett számítási igény és keresési időt kezelhető.

A választott témakör és azon belül a fent vázolt három résztema időszerű és alkalmazási szempontból jelentős érdeklődésre tarthat számot, tehát az értekezés gyakorlati beágyazottsága és felhasználhatósága egyértelmű.

2. Formai észrevételek

A dolgozat angol nyelven íródott. A dolgozat teljes terjedelme 124 oldal, lényegi része (ami az eredmények tartalmi ismertetését foglalja magában) 93 oldal, amit az 5. fejezetben az értekezés téziseinek kimondása követ. Az értekezés tagolása logikus és jól követhető. Két összetett mintapéldát is bemutat a dolgozat, amelyek külön függelékekben kaptak helyet. Ez elfogadható, mert a főszövegben megadott egyszerű mintapéldák megfelelő módon magyarázzák a bemutatott algoritmusok működését, ezek a mellékletek pedig a gyakorlathoz közelebb álló méretű és bonyolultságú problémák megoldhatóságát demonstrálják.

A dolgozat formai kialakítása igényes, követi a doktori iskola formai előírásait. A nyelvezet szabatos, angolsága megfelelő. Elírással, elütéssel lényegében alig találkoztam (csak egyeztetési hibák és nehezen kiszűrhető elütések maradtak benn, pl. $\text{angle} \rightarrow \text{angel}$), így a disszertáció nyelvtani hibáktól mentesnek mondható. Az ábrák minősége jó, azok mérete és a bennük szereplő szövegek olvashatósága általában megfelelő, néhány esetben (pl. 2.8-as és 2.9-es ábra) az ábra vagy betűméret lehetne nagyobb. Összességében a formai kialakítás és a kidolgozás minősége teljesíti az értekezésekkel kapcsolatos elvárásokat.

3. Publikációs tevékenység, felhasznált irodalom

A dolgozatban, illetve az angol nyelvű téziszfűzetben a szerző összesen 9 kapcsolódó saját publikációt sorol fel. Ezek közül 6 referált angol nyelvű folyóiratcikk (kettő a szakterület elismert, impakt faktorral rendelkező, nemzetközi referált idegen nyelvű folyóiratában jelent meg), 3 pedig angol nyelvű referált konferenciakiadványban szereplő cikk. Négy publikációra már független hivatkozások is keletkeztek. A három tézis mindegyike egyenlő mértékben külön-külön is alátámasztott releváns publikációkkal. Megállapítható tehát, hogy a jelölt publikációs tevékenységével teljesíti a Informatikai Tudományok Doktori Iskola követelményeit és általában a PhD fokozathoz tartozó publikációs elvárásokat.

Az értekezés irodalomjegyzéke több, mint 100 művet tartalmaz, így kimondható, hogy a jelölt a feldolgozott három tématerületen széles körű olvasottsággal és tájékozottsággal rendelkezik.

4. Tartalom, felépítés

A disszertáció három tézise más-más alkalmazási területhez kapcsolódik és eltérő diagnosztikai megközelítést használ, a leírt módszerek egy része is alkalmazásspecifikus. A modellalapú diagnosztika, mint vezérfonal fűzi össze a téziseket.

A tézisekhez kapcsolódó három fő fejezet elején egy rövid összefoglaló található, ami tömören felvázolja az adott témakör elméleti hátterét és vázolja a területen elért korábbi kutatási eredményeket. Ezek alapján megadja az adott fejezetben leírt kutatás gyakorlati megalapozottságát és

azonosítja azt a célt (a korábbi munkák által nem kezelt probléma megoldását vagy hiányosságuk kiküszöbölését), amit el kíván érni. A fejezetek végén rövid összefoglalás emeli ki a fontosabb eredményeket. A jelölt itt emeli ki az elért eredmények újszerűségét és saját hozzájárulását, valamint kijelöli a folytatási, továbbfejlesztési irányokat, lehetőségeket is.

A jelölt sok munkát fektetett abba, hogy a dolgozat munkahelyi vitára bocsátott változatát a bírálók észrevételei alapján továbbfejlessze, a felfedett hiányosságokat orvosolja. Ezt alaposan és sikeresen hajtotta végre, és az elvégzett változtatásokat szemléletes formában egy külön bírálói példányban be is mutatta, amivel nagyon megkönnyítette a bírálók számára a korábbi megjegyzések kezelésének ellenőrzését. Ez alapján kijelenthető, hogy a jelölt a bírálók összes lényegi észrevételét figyelembe vette és azoknak megfelelően javított a dolgozaton. Így említésre méltó hiányosság e területen nem maradt: a disszertáció áttekinthető és jól olvasható, valamint minden ismeretet tartalmaz, ami a munka és az eredmények megismeréséhez, megértéséhez szükséges.

5. Értékelés

Összefoglalva megállapítható, hogy Pózna Anna Ibolya a szakterület szempontjából aktuális és lényeges kérdéseket vizsgált, és az általa kimunkált eredmények valóban újszerű megoldást jelentenek a kitűzött problémákra. Az eredményeket a jelölt három tézisben foglalta össze, amelyek mindegyikét új tudományos eredményként fogadom el. Módszereit a szerző valódi eszközökön vagy mintarendszereken is implementálta, így azok gyakorlati alkalmazhatóságához nem férhet kétség. Továbbá a jelölt az értekezés témakörében kellő számú és minőségű nemzetközi publikációval rendelkezik, és tézisei mindegyikét publikációkkal megfelelően alátámasztotta.

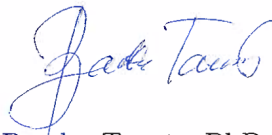
A dolgozatban szereplő eredményeket a jelölt önálló munkájának ismerem el, véleményem szerint a dolgozat nyilvános vitára bocsátható, és sikeres védelem után javaslom a dolgozat PhD fokozat odaítélését.

Kérdések a jelölthöz:

- Az első tézissel kapcsolatban: az akkumulátorok paramétereinek pontos becslése nagy jelentőséggel bír azok minden alkalmazási területén, az autóipartól kezdve a mobil és hordható eszközökig; ezért a kutatási eredmények komoly gyakorlati jelentőséggel bírnak. Azonban azok alkalmazhatóságát korlátozza, hogy gyors feltöltés/lemerítés esetén az akkumulátorok hőmérséklete jelentősen megnő, ezért a hőmérsékletére vonatkozó feltételezések már nem érvényesek. Emiatt a jelölt is további kutatási irányként tekint erre a problematikára.
 - Lát-e lehetőséget a jelölt ennek a kérdésnek megfelelő kezelésére az általa kidolgozott paraméterbecslési eljárás kiterjesztésével?
 - A módszer alapjául szolgáló lítium-ion akkumulátortechnológia jelenleg a legelterjedtebb és emiatt a gyakorlati jelentősége is a legnagyobb, de számos más megoldás is létezik vagy fejlesztés alatt áll. Mennyire „technológiafüggetlen” a jelölt által alkalmazott megközelítés, átvihető-e más kialakítású akkumulátorokra is?
- A második tézissel kapcsolatban: a kidolgozott hibadetektálási és veszteség lokalizálási eljárás egy adott időpillanatban elvégzett mérések alapján történik és eredménye erre az időpillanatra érvényes. Ugyanakkor a mérési hibák hatásaival is számolnia kell, amiket egy hibakorlát felvételével tud kezelni. Ha a mérési hibákat véletlenszerűnek tételezzük fel, akkor lát-e a jelölt lehetőséget arra, hogy több különböző időpontban a méréseket és a diagnosztikát elvégezve a mérési hibák hatása „kiátlagolható”, és ezzel a hibakorlát csökkenthető, azaz a diagnosztikai pontosság növelhető legyen?

- A harmadik tézissel kapcsolatban: a dolgozat egyik fontos eredménye az a strukturális dekompozíciós eljárás, amivel összetett rendszerek esetén egy globális CPN rendszermodell létrehozása helyett az egységek egyenkénti diagnosztikáiból vett eredményeket komponálja megfelelően. Ez a módszer gyakorlati alkalmazhatóságát „kitolja” az elemzésre használt eszköz modellméret- és komplexitásbeli korlátai fölé. Azonban egyszerűbb felépítésű komponensekből álló és kevésbé bonyolult rendszerek esetén a modellező eszköz képes lehet a teljes rendszermodell kezelésére. Ekkor a CPN modellek hierarchikus felépítésével szemléletesen és egyszerűen lehetne a komponensmodellekből a rendszermodellt felépíteni.
 - Hogyan alkalmazható a tézisben bemutatott diagnosztikai megközelítés egy ilyen, nem dekomponált rendszermodell esetén? Jelent-e bármilyen előnyt a diagnosztika szempontjából, hogy ez esetben a struktúrát és a komponensek csatlakozásából adódó megkötéseket nem kell külön figyelembe venni, hiszen azok össze vannak „huzalozva”?
 - Kialakult-e valamilyen elképzelés a kutatás során, hogy hol lehet az a modellméretbeli/komplexitási határ, amely fölött az eszköz (a használt cpnTools szoftver) már nem tudja az összetett rendszermodellt kezelni?

Budapest, 2020. október 29.



Bartha Tamás, PhD
tudományos főmunkatárs

Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI)
Rendszer- és Irányításelméleti Kutató Laboratórium