

Hanzelik Pál Péter: „Integrált módszertanok az adatvezérelt szoftver szenzorok fejlesztésére” című doktori (PhD) értekezésének bírálata

Tartalmi észrevételek

A szerző dolgozatában négy különböző, de egymással összefüggő módszertani hozzájárulást foglalt össze az adatvezérelt szoftver szenzorok fejlesztési területén, amelyek a négy tézispont alapját is képezik.

A dolgozat fő erőssége, hogy nem csak önmagában egy-egy, a szoftver szenzorok teljesítménynövelését elősegítő módszert ismerttet kellő részletességgel, hanem egy olyan hiánypótló keretrendszert is bemutat, amely ipari környezetben lehetővé teszi a hatékony modell életciklus menedzsmentet. Éppen ezért a témaválasztás és annak feldolgozása dicséretes, a módszerek tudományos hozzájárulása a terület fejlődését nagyban segíti, az ipari alkalmazhatóságuk pedig igazoltan magas fokú.

A dolgozat szerkezete jó, logikus felépítésű, rögtön a bevezető után a második fejezetben egy szakirodalmi áttekintéssel alapos betekintést nyújt az olvasó számára a szoftver szenzorok ipari alkalmazhatóságáról.

A harmadik fejezetben ismerteti az első módszertani hozzájárulást: egy új hierarchikus adatkiegyenlítési módszert mutat be, amely segít növelni a modellek pontosságát és megbízhatóságát. Habár az idősor-előrejelző (ARIMA) és az adatkiegyenlítési (DR) módszerek kombinálása a hagyományos hierarchikus eljárásokhoz képest kismértékű modell pontosság javulást eredményezett (RMSE-vel mérve), ugyanakkor a korrekció stabilizálja az előrejelzéseket és koherens eredményeket biztosít az egyes hierarchia szintek között. Az utóbbi gyakorlati hasznossága nagy lehet olyan ipari/üzleti környezetben, ahol nagyobb, többszintű rendszerekben az összehangoltság követelménye kritikus fontosságú.

A negyedik fejezetben egy új adatfúziós technika (CLF: complex-level ensemble fusion) került ismertetésre, amely jelentős teljesítmény növelést tesz lehetővé a modellezésben azáltal, hogy képes többlet információt kinyerni a rendelkezésre álló eltérő adatforrások (MIR, illetve Raman spektrumok) együttes kezelésével. A nagy teljesítmény javulás mellett a módszer másik fő erőssége az, hogy moduláris tervezésű, ezáltal többféle, további adatforrások/szenzoradatok (NIR, nyomás, hőmérséklet) fúzióját is lehetővé teszi.

Az ötödik fejezetben a mesterséges adatgenerálás egy új módszerét ismerteti, amely robusztusabb modellképzést tesz lehetővé. A kis számú tanítási minta problémája nagyon gyakori az iparban olyan területeken, ahol gazdasági vagy egyéb (például biztonsági) okokból nem biztosítható az elegendő számú mintavétel, vagy a megfelelően megtervezett és kivitelezett kimérés egy kulcsmutató teljes értéktartományára, így minden ilyen módszer nagy segítség, amely megbízható és hatékony módon képes a minták dúsítására.

A hatodik fejezetben egy modell életciklus-menedzsment keretrendszert ismertet, amely biztosítja a modellek hosszú távú életképességét és relevanciáját. Ipari környezetben hiánypótló egy ilyen rendszer, hiszen egyrészt szabályozza és rendszerbe foglalja a modellek elkészítési folyamatát, majd

azok üzemeltetését és továbbfejlesztését is. Napjainkban a technológia és/vagy üzleti környezet gyors változásai (például egyes berendezés meghibásodása, időszakos kiesése, vagy cseréje, vagy bizonyos terméktípusok keresletének hirtelen megváltozásai, vagy új termékek bevezetése, vagy akár az energiaárak elszabadulása miatt alternatív energiahordozóra váltás, stb.) rendkívüli adaptációs képességet igényelnek nem csak a rendszer üzemeltetésben dolgozó folyamatmérnökök és operátorok, hanem minden ML modellt készítő személyzettől is. Az ő munkájukat közvetlenül, az üzemeltetésben dolgozók munkáját pedig közvetetten támogatja egy ilyen keretrendszer, amely használatával igazoltan nagyságrendekkel kevesebb ráfordítással naprakészen tarthatóak a korábban elkészített és bevezetésre került modellek.

Formai észrevételek

A dolgozat ábrái, táblázatai alapvetően jól szerkesztettek, áttekinthető és értelmezhető formában segítik az olvasót a módszerek megértésében. A hivatkozások számozása és alkalmazása szintén rendben van. Az előzetes bírálatban jelzett hibák és elírások javítása szinte maradék nélkül megtörtént.

Kiegészítés a korábbi tartalmi észrevételekhez, kérdésekhez

A szerző a korábbi opponensi kérdésekre írásban, illetve a házi védés során szóban is részletes választ adott. A válaszok alapján megállapítható, hogy a felvetett kérdéseket alaposan átgondolta, és azokra szakmailag megalapozott magyarázatot tudott adni.

A dolgozat végső változata szintén több ponton tükrözi a pontosításokat.

A negyedik fejezetben a módszer bemutatása és pozicionálása egyértelműbbé vált. A problémafelvetés hangsúlyosabb, és jobban kirajzolódik, hogy a bemutatott adatfúziós megközelítés milyen hiányosságokra ad választ a meglévő módszerekhez képest. Emellett a fejezet végi összefoglalás is erősebbé vált, amely világosabban kiemeli a módszer hozzájárulását és alkalmazhatóságát.

Az ötödik fejezetben a módszer validációjának bemutatása részletesebbé vált, ami segíti az eredmények értelmezését és a megközelítés alkalmazhatóságának megítélését. A neurális háló paraméterezésére és a módszer gyakorlati hatására vonatkozó részletesebb magyarázatok elsősorban a válaszokban jelennek meg, amelyek a dolgozat értelmezéséhez hasznos kiegészítést adnak (ezek a magyarázatok a dolgozat szövegében történő részletesebb megjelenítéssel tovább segíthetnék az új olvasók értelmezését is).

A hatodik fejezetben a keretrendszer bemutatása jól strukturált és ipari szempontból releváns. Ugyanakkor - összhangban a korábbi bírálatomban megfogalmazott kérdésekkel - a keretrendszer gyakorlati hatása, különösen a modellfejlesztési és üzemeltetési folyamatok gyorsítására, illetve a ráfordítások csökkentésére gyakorolt hatása, nincs részletesen, kvantitatív módon bemutatva.

Összességében megállapítható, hogy a dolgozat a korábbi változathoz képest több ponton erősödött, különösen a módszertani pozicionálás és az eredmények értelmezhetősége tekintetében.

A korábbi bírálatban megfogalmazott észrevételeimet fenntartva, a dolgozatot változatlanul nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Összegzés

A szerző a korábbi opponensi észrevételekre érdemben reagált, és a dolgozat több ponton erősödött. A disszertáció egy jól strukturált, szakmailag megalapozott és ipari szempontból is releváns munka, amely értékes hozzájárulást jelent a területhez. A szerző releváns publikációinak száma és minősége is megfelelő.

Mindezek alapján a dolgozatot és a tézispontokat nyilvános vitára alkalmasnak tartom és azokat elfogadásra javaslom.

Záró megjegyzés

A dolgozat fő erőssége, hogy a bemutatott módszerek nemcsak elméleti szinten, hanem ipari környezetben is értelmezhetők és alkalmazhatók, ami külön értéket ad a munkának.

Balatonfűzfő, 2026.04.02.



Dr. Pach Ferenc Péter
adattudós, Tritoo Informatics Kft.