

Opponensi vélemény

Böröcz Péter János

„ÁRUSZÁLLÍTÁSI RENDSZEREK TEREPI MÉRÉSEI ÉS ELEMZÉSÜK LABORATÓRIUMI CSOMAGOLÁSVIZSGÁLATOKHOZ KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A VÉLETLENSZERŰ REZGÉSEKRE”

c. akadémiai doktori értekezéséről

1. Témaválasztás és célkitűzések

A dolgozat témája fontos és aktuális az ipari csomagolás és szállítmányozás területén. A modern ellátási láncok és a globális szállítási igények növekedésével egyre nagyobb figyelmet kap a szállított áruk megfelelő védelme, különösen a rázkódások és egyéb szállítási hatások tekintetében. Az ipari csomagolás tudományos vizsgálata, különösen a laboratóriumi környezetben végzett szimulációk pontosságának javítása, releváns kihívás, hiszen a nem megfelelően védett áruk jelentős gazdasági veszteségeket okozhatnak.

A kutatás világosan meghatározza a laboratóriumi környezetben végzett csomagolásvizsgálatok pontosabb szimulálását és az ezekkel kapcsolatos új módszerek kidolgozását. A kutatási kérdések olyan konkrét problémákat érintenek, mint a rázkódások mérési módszerei és ezek hatása a csomagolásra, valamint a vizsgálati protokollok pontossága.

2. Irodalmi áttekintés

A dolgozat feltárja a korábbi kutatásokban meglévő hiányosságokat, amelyeket igyekeznek betölteni. Például a szállítási csomagolások rázkódásvizsgálata terén, különösen Közép-Európában és más régiókban, nem készült elegendő terepi felmérés a különböző szállítási viszonylatokra, így az értekezés a multimodális áruszállítás és a laboratóriumi vizsgálatok terén kínál új ismereteket.

Az irodalomjegyzékben 25 saját publikáció és további 87 szakirodalmi forrás szerepel. Feltűnően gyakori hivatkozás az alábbi: „Singh” nevű szerző 71 tételnél fordul elő, ebből 6 a saját közlemények részben szerzőtársként.

3. Az értékelésben alkalmazott kutatási módszerek értékelése

A doktori értekezés módszertana lényegében gyakorlati tesztesetek méréseinek rögzítésére és statisztikai elemzésére irányul. A felhasznált eszközök kereskedelmi forgalomban megvásárolható műszerek (Lasmont), amelyekkel rögzített változatos adathalmazok feldolgozása jelenti a kutatás érdemi részét. A statisztikai eszközök és adatelemző/megjelenítő megoldások nem újak, azonban az eredmények szempontjából nélkülözhetetlenek.

A következőkben a dolgozat egyes szakaszaihoz fűzött észrevételeimet és megjegyzéseimet szeretném ismertetni:

A 10. oldalon vezeti be az RMS-értékeket, sajnos mindenfajta tudományos magyarázat nélkül. Az kiderült, hogy az RMS (Root Mean Square) mit rövidít, de arra nem kapunk utalást, hogy milyen mennyiség négyzetösszegének a gyökét számítja ki és alkalmazza a vizsgálatok során. Szakterületünkön mi például a geometriai transzformáció minőségét jellemezzük RMS hiba (RMSE) formájában, ahol a számításba bevont pontok koordináta-rendszerek közötti transzformálása kapcsán értelmezett hibáknak skalár-jellemzőjeként alkalmazzuk.

A 14. oldal 1.6 ábráján olvasható feliratok nincsenek összhangban az ábrafelirat (caption) szövegével. Mivel itt frekvencia-értékekről esik szó, s a Jelölt különös jelentőséget tulajdonít a számszaki értékeknek, ezért kiemelten fontos, hogy az összhang biztosított legyen. Ugyanebben a szakaszban az 1.7a és 1.7b ábrákon a PD és PSD elnevezések keveredni látszanak. Szerintem mindkét esetben PSD-ről van szó.

A 16. oldal (1.7) képletében túlzó egyszerűsítés szerepel, mivel az integrálás és a szummázás nem azonos eredményt adnak a feltüntetett változókkal. Eleve a változók folytonos vagy diszkrét jellegét is érdemes kihangsúlyozni, illetve a közelítés értékelésére is ki lehetett volna térni. Az oldal másik képlete számozatlan, továbbá eltér a jelölések eddigi gyakorlatától; ráadásul nem igazán esztétikus a keveredő álló és dőlt betűk miatt.

A 17. oldal 1.8 ábráját nem értem. Mi a különbség a mérés és a megfigyelés között? Ugyanígy rejtély marad az is, hogy a középső fázisban található teszt milyen szerepet tölt be a teljes folyamatban. A hivatkozott forrás sem egyértelmű, hogy a pályázó doktoranduszának 2019-es PhD értekezéséből vagy a vele közösen írt 2019-ben megjelent (egyébként hibásan megadott című) közleményéből származik. A használt műszer gyártói honlapján szerencsére megtalálható a kérdéses ábra annak szeli magyarázatával együtt. A következő oldalon látható szoftver felhasználói felületét is ugyanezen gyártó készítette (Lasmont), így a hivatkozást jobb lett volna arra megadni önhivatkozás helyett.

A 18. oldalon az 1.3.4.3 alfejezet a trigger-szintekről szól. Nem világos azonban, hogy milyen triggerrel, milyen mennyiségek triggereléséről lesz szó. A dolgozat későbbi fejezetei alapján aztán kiderül, hogy mit ért a szerző ez alatt. Nem lehetett volna az egész vizsgálati sorban egyszerűen folyamatos rögzítéssel gyorsulás adatokat gyűjteni, így a teljes triggerelési beállításokra és hatások jellemzésére nem lett volna szükség?

A 19. oldalon a statisztikai vizsgálatokban alkalmazott lapultság (kurtózis) és ferdeség gyakorlati összefüggései találhatóak az 1.8 és 1.9 számú képletek alatt. Ezekben a képletekben is kétféle változó, n és N található, feltehetően ugyanannak a mintaelemszámnak a jelölésére.

A 22. oldalon a megfogalmazás („ σ szórással (RMS érték)”) szerint a szórás és az RMS-érték szinonimák. Lehetséges, de ismét felmerül az a kérdés, hogy milyen RMS-értékről van szó! Ugyanitt a π (π) jelölésére nagyon furcsa a nagybetűs Π karaktert használni. Ebben az (1.10) összefüggésben a $\exp()$ függvényben szereplő tört számlálójából nem maradt le az átlag figyelembe vétele, azaz $(x-\mu)$?

A 28. oldalon a mért minta méretként 1024 értéket ad meg. Mit jelent ez a szám? Dimenzió nélkül és magyarázat nélkül nem tudom értelmezni.

A 29. oldalon a (sokszor hibásan leírt) Weibull-eloszlás megválasztását nem látja a Jelölt különösebben indokoltnak. A mért adatokra végzett illeszkedésvizsgálat azonban pontosan erre utal, ezért ezt az előbbi megállapítást nem érzem szerencsésnek. Vagy valami másról van szó?

A 30. oldal 2.3 táblázatában kétféle, becült és aktuális átlag oszlopok olvashatók. Mit jelentenek ezek ebben a kontextusban? Szükség van az aktuálisra? Mivel folyamatosan becslésről van szó, a „becült” jelző elhagyható (hasonlóan α és β paramétereknél is).

A 33. oldal 2.8 ábráján feltünteti az ASTM I-II-III és a MIL görbéket is, melyek jellegükben jelentősen különböznek a mért értékektől. Bizonyos, hogy azok a görbék ilyen típusú mérések értékelésére alkalmasak? Vannak-e a szabványoknak olyan kikötései esetleg, amelyek nem teljesülnek vagy túlzottan teljesülnek a szerző vizsgálatainál?

A 35. oldalon a „A véletlenszerű rázkódási események eloszlása nem Gauss-görbe szerű.” mondat bonyolult; sokkal szebben lehetett volna fogalmazni: „A véletlenszerű rázkódási események nem normális eloszlásúak” vagy „... nem követik a normális eloszlást”.

A 37. oldalon olvasható „CEP ágazat” számomra nem mond semmi; érdemes ilyen dolgozat írásakor a műszaki területen általános tájékozottságon túlmutató neveket, hivatkozásokat rövid magyarázattal ellátni.

A 42. oldal 3.5 ábráján az ISTA és ASTM burkológörbék nem különböztethetők meg a mérésektől, mivel a részarábrák túl kis méretűek. Melyik ezen túl a kompozit2 spektrum?

A 43. oldalon a mérések szerint jól érzékelhető frekvencia-eltolódás figyelhető meg az alacsonyabb értékek felé (3-4 Hz helyett 2-3 Hz, illetve 15-24 Hz helyett 13-16 Hz). Van ennek a jelenségnek szignifikanciája, lehet rá műszaki magyarázatot adni (pl. a járműfelfüggesztések fejlődésének köszönhetően)? Csak függőleges irányban történtek ilyen vizsgálatok vagy a másik két irányban is?

A 45. oldal 3.5 táblázatában a mért frekvenciák és a szabványok kapcsolatának boncolgatása során mennyire állapítható meg az alul/felülcsomagolás jelensége a mért értékek alapján? Szabad-e következtetni a mérések szerint alul vagy túlcsoagolásra? Nem valami egyéb tényező okozta eltérésekről van szó? A csomagolóanyag minősége és annak hatása szerepelhet-e valamilyen módon ezekben a vizsgálatokban? Mi a magyarázat arra, hogy a szabványok (ISTA 3A és ASTM D7386) ~317%-al eltérnek a javasolt G_{RMS} értékektől? Elavultak esetleg a szabványok?

Ennek az egész közúti futárszolgálatos szállítós 3. fejezetnek az olvasása alatt azon gondolkodtam, hogy esik-e szó olyan befolyásoló tényezőkről, mint az útburkolat fajtája, a járművezető személye, a szállítási sebesség. Nem kapunk meghatározást azokra a fogalmakra, hogy mi a főút, mellékút, város, illetve hogyan vesszük figyelembe az út minőségét (pl. kátyúk, nyomvályúk, esetleg IRI (International Roughness Index)-értékek). Van-e esetleg fekvőrendőr vagy más sebességlassító burkolati elem az úton?

Az 57. oldalon a 4.4 táblázatban hogyan kell érteni a felvétel hossza (ms) mennyiségét? Hogyan függ ez össze a mérés frekvenciájával? Például a 2048 ms nincs-e ellentmondásban az 500 Hz-el?

Az 58. oldal megfogalmazása: „az R-négyzet jelzi a konfidenciaszintet”. Ez az állítás hibás, mert az R^2 és a konfidenciaszint nem szinonimák! Egyszerűsítve az R^2 a modell illesztésének mértékét, a konfidenciaszint pedig a becslés megbízhatóságát mutatja.

A 67. oldalon bemutatott mérőműszer eltér a korábbiaktól, más a minta mérete mező értéke is. Itt is az a kérdés, hogy a rögzített minta mit tartalmaz.

A 67. oldalon az 5.2.3 szakaszban talán szerencsésebb lett volna egy rögzített esemény grafikus ábrázolása és értelmezése a száraz(abb) szöveg mellett.

A kompozit görbe meghatározását hiányolom a 68. oldal szövegében. Ez – ha jól értem – valami burkológörbe (envelope).

Az 5.2.5 alfejezetben (68. oldal) a gyorsulás időbeli változását tárgyalja a Jelölt. Megállapítja helyesen, hogy vektormennyiség. Sajnos az (5.1) formula már nem tükrözi ezt. Nem lehet továbbá értelmezni azt

sem, hogy „ha vektor pozitív volt”, mivel legfeljebb a vektor egyes komponenseinek iránya szerint dönthető ez el megadott koordináta rendszerben. Egy kiválasztott irányban a gyorsulás-változás pozitív volta a gyorsulás növekedését jelenti, azon túl természetesen, hogy a sebesség és az elmozdulás is növekszik.

A fejezet gyorsítási és lassítási vizsgálatainak véleményem szerint csak statisztikai értelemben van jelentőségük: több sofőr, több útvonal, több időpont, többféle időjárás és egyéb körülmény stb. Ez még ugyanannál a járműnél is!

A 71. oldalon az 5.5 ábra és a 72. oldal 5.6 ábra kapcsán a kérdésem: miért nem azonos „magasságú”, azaz maximális gyorsulásértékű minden burkológörbe?

Volt egyébként olyan vizsgálat, amikor kiugró gyorsulást lehetett regisztrálni, ugyanakkor árusérülés is bekövetkezett (tehát a gyakorlatban is tapasztalt-e konkrét igazolást a vizsgálatok téziseire)?

A 76. oldalon leírt vizsgálatoknál eltérő útbesorolást alkalmaz a Jelölt, de itt sem részletezi, hogy a kategóriák hogyan definiáltak.

A 77. oldal 6.5 ábrája nem olvasható, illetve nem látszik a helyek pontos megjelölése. A 78. oldal 6.2 táblázat rövidítéseit fel kell oldani, pl. HPL, ECT.

4. A doktori mű új tudományos eredményei

A doktori műben dokumentált tudományos kutatás lényegében megválaszolja a kitűzött céloknál megfogalmazott kérdéseket, ugyanakkor további kutatások lehetőségére is utal. A kapott eredmények a gyakorlati élet számára hasznosítható felismeréseket tartalmaznak, továbbá más tudományterületek (járatrendezés, járműfejlesztés stb.) számára is felvillant kapcsolódási pontokat.

A doktori mű 1., 2., 3., 4., 5. és 6. tézisét el tudom fogadni a Pályázó jelölt új tudományos eredményének.

A 7. tézisnél nem látom azt, hogy a mérésekről megállapított burkológörbék reprezentatívak lennének és így jelen formájukban laboratóriumi szimulációra alkalmasak. Ezt a tézist emiatt nem tudom elfogadni.

A 8. és 9. tézist szintén elfogadom új, önálló eredménynek, noha igazság szerint számomra nem látszik különbözőnek egy PhD dolgozat téziseitől.

5. Az értékezés formai, nyelvi és alaki értékelése

A disszertáció terjedelme a köszönetnyilvánítással és az irodalomjegyzékkel együtt éppen 100 oldal, amit A-F jelzésű függelékek egészítenek ki további 4 oldalon keresztül. A dolgozat így a terjedelmi korlátoknak megfelel.

Az írásmű a formai követelményeknek megfelel; hivatalos hangneme, hivatkozási stílusa ezzel összhangban áll. Formázását tekintve az értekezés az elvárt minőséget mutatja. A dolgozat 6 érdemi fejezetben mutatja be a Jelölt szakmai munkásságát. A doktori mű bevezetésében annak célját és tartalmi felépítését olvashatjuk, ezután az 1. fejezet egyfajta elméleti megalapozást nyújt. A további fejezetek szerkezete nagyjából hasonló: eszközök és módszerek, eredmények és konklúzió jellegű alfejezetek. Minden nagyobb fejezet a tézisek bemutatásával zárul.

Nyelvi és nyelvtani szempontból a dolgozat sajnos messze elmarad az MTA doktori művekkel szemben elvárt színvonalától. Rendkívül sok elírás (typo), nyelvtanilag hibás, értelmezhetetlen mondat nehezíti meg a mondanivaló megértését. Csak egyetlen példát hadd említsek: „Az 5-ik fejezete az értekezésnek a kistehergépjárművel végzett szállítási feladatokban során megfigyelhető fékezés és gyorsítási manőverekből származó tartós gyorsulási és rándulási események vizsgálatával foglalkozik” (az értekezés 7. oldal) Ezek miatt a megfogalmazások miatt egyes mondatokat többször kell újraolvasni, hogy érthetővé váljék a szakmai üzenet! A dolgozatban többször előfordul a '0.15 g-os' megjelölés, bár helyesen '0.15 g-s' lenne, vagyis a normál nehézségi gyorsulás (g) értékéhez viszonyított gyorsulásról van szó, nem pedig „0.15 grammos”.

A dolgozatban szereplő mennyiségek jelölése sem következetes, hiszen ugyanarra többféle jelölést használ egyidejűleg, pl. RMS G, *RMS G*, G_{rms} , RMS gyorsulás, Grms stb. Szerencsés lett volna az értekezés elején egy rövid felsorolásban összefoglalni és a későbbiekben konzisztensen (betűnagyság, stílus, kisbetűs-nagybetűs stb.) követni ezen mennyiségek jelölését.

Javaslat

A fentiekben leírtakkal összhangban a doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez és javaslom a nyilvános védés kitűzését.

Budapest, 2024. október 7.



Dr. Barsi Árpád
MTA doktora