

# VÁLASZ

Prof. Dr. Seres György bírálataiban megfogalmazott  
kérdésekre és észrevételekre

a

## „Pilóta nélküli légi jármű rendszerek koncepcionális-, és számítógéppel támogatott előzetes tervezése és vizsgálata”

című MTA doktora cím elnyerésére benyújtott értekezés vonatkozásában

Mindenek előtt, szeretném megköszönni Seres professzor úrnak az opponensi munkáját, és az opponenciájában feltett kérdéseket és észrevételeket, amelyekre az alábbiakban foglaltak szerint szeretnék válaszolni.

1. „Egyes hivatkozások nem elérhetőek a neten, illetve nem tartalmazzak bizonyítást vagy forrást: például az (5.19) – (5.24) összefüggések forrásai az [5.21], [5.22] irodalomban”.

**Válasz:** az (5.19)–(5.24) egyenletek forrásaként az „[5.21, 5.22, 5.30-TIV, 5.31-TIV]” irodalmakat adtam meg, amelyek az alábbiak voltak:

- a) [5.21] Szabolcsi, R. *Modern automatikus repülés szabályozó rendszerek*. ISBN 978-963-7060-328, p415, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2011.



13 « Szabolcsi Róbert (Szabolcsi Róbert Katonai műszaki tudományok) Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem  
Modern automatikus repülés szabályozó rendszerek  
Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE), 415 p. (2011)  
Nyelv: Magyar | ISBN: 9789637060328 | OSZK | BME OMIKK  
Nyilvános idéző összesen: 16 | Független: 5 | Független: 11 | Nem jelölt: 0 | DOI jelölt: 1  
Idézett közlemények száma: 6  
Közlemény: 1173403 | Admin láttamozott: | Régi azonosító: 1173403 | Forrás Idéző | Könyv ( Felsőoktatási tankönyv ) | Oktatási | kézi felvétel  
Nem duplumnak jelölés  
Utolsó módosítás: 2022.04.12. 15:16 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)  
Ideiglenesen zárva 2022.03.30. 15:06 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)

Az [5.21] irodalom az Országos Széchenyi Könyvtárban, és a BME OMIKK könyvtárban megtalálható. A teljes könyv Interneten valóban nem érhető el. Ezt a forrást nem használtam fel tézispont igazolásaként.

- b) [5.22] Prof. Dr. Szabolcsi Róbert (szerk.): *Légi robotok automatikus repülés szabályozása*. Budapest: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2016. 478 p. ISBN: 978-615-5460-23-4.

8 Szabolcsi Róbert (Szabolcsi Róbert Katonai műszaki tudományok) OE/BGK/Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet  
 Légi robotok automatikus repülésszabályozása  
 Budapest: Obudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 478 p. (2016)  
 Nyelv: Magyar | ISBN: 9786155460234 OSZK  
 Nyilvános idéző összesen: 7 | Független: 2 | Független: 5 | Nem jelölt: 0 | DOI jelölt: 4  
 Idézett közlemények száma: 46  
 Közlemény: 3077365 | Admin láttamozott | Régi azonosító: 3077365 | Forrás Idéző | Könyv ( Szakkönyv ) | Tudományos | kézi felvitel  
 Utolsó módosítás: 2022.04.14. 12:22 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)  
 Ideiglenesen zárva 2022.03.30. 15:06 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)

Az [5.22] irodalom az Országos Széchenyi Könyvtárban megtalálható. A könyv elérhető a „Műszaki Elektronikus Könyvtár” felületén is, ahonnan ’pdf’ kiterjesztéssel minden korlátozás nélkül, ingyenesen is letölthető.

**Szabolcsi Róbert: Légi robotok automatikus repülésszabályozása**  
<https://mek.oszk.hu/16100/16136> 2016-10-15

mek.oszk.hu/16100/16136/index.phtml

MAGYAR ELEKTRONIKUS KÖNYVTÁR

SZABOLCSI RÓBERT

### LÉGI ROBOTOK AUTOMATIKUS REPÜLÉSSZABÁLYOZÁSA

Közlekedés, szállítás | Gépészet, automatizálás | Hadtudomány, katonapolitika | Fizika, atomfizika / Mechanika  
 robotika - repülés nélküli repülőgépek - automatikus szabályozás - repüléstechnika - repüléstervezés

"Az erőhatásmentes (szabad) UAVk minőségi jellemzőinek javítását gyakran állapot-visszacsatolás segítségével valósítják meg. Fontos azonban megemlíteni, hogy ... az ily módon megtervezett vezérlési törvény a szabályozási rendszerre ható külső és belső zajokat nem mindig képes kompenzálni."

2016-10-15



MEGTEKINTHETŐ VERZIÓK



PDF

2024. június 27.-én az [5.22] forrás MTMT-ben elérhető rekordjának ’Külső azonosítók’ adatait kiegészítettem a teljes dokumentumra mutató linkkel.

1 Szabolcsi Róbert (Szabolcsi Róbert Katonai műszaki tudományok) OE/BGK/Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet  
 Légi robotok automatikus repülésszabályozása  
 Budapest: Obudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 478 p. (2016)  
 Nyelv: Magyar | ISBN: 9786155460234 OSZK Teljes dokumentum  
 Nyilvános idéző összesen: 7 | Független: 2 | Független: 5 | Nem jelölt: 0 | DOI jelölt: 4  
 Idézett közlemények száma: 46  
 Közlemény: 3077365 | Admin láttamozott | Régi azonosító: 3077365 | Forrás Idéző | Könyv ( Szakkönyv ) | Tudományos | kézi felvitel  
 Utolsó módosítás: 2022.04.14. 12:22 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)  
 Ideiglenesen zárva 2022.03.30. 15:06 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)

Az [5.22] forrást sem használtam fel tézispont igazolásaként.

- c) [5.30-TIV] Prof. Dr. Szabolcsi Róbert: *UAV automatikus repülésszabályozó rendszer típus- és légi alkalmazási tanúsításának megfelelési kritériumai - oldalirányú mozgás*. Bolyai Szemle XXIII: Vol2, pp(85-97), 2014.



2 **Szabolcsi Róbert** (Szabolcsi Róbert Katonai műszaki tudományok) OE/BGK/Mechatronikai és Járőtechnikai Intézet  
 UAV automatikus repülésszabályozó rendszer típus- és légialkalmassági tanúsításának megfelelési kritériumai - oldallirányú mozgás  
**BOLYAI SZEMLE (1416-1443): 23 (2) pp 85-97 (2014)**  
 Nyelv: Magyar | Teljes dokumentum  
 Hadtudományi Bizottság IXGJO HTB [1901-] D hazai  
 Nyilvános idéző összesen: 1 | Független: 0 | Fügő: 1 | Nem jelölt: 0  
 Idézett közlemények száma: 4  
 Közlemény: 2725295 | Admin láttamozott | Régi azonosító: 2725295 | Forrás Idéző | Folyóiratcikk ( Szakcikk ) | Tudományos | kézi felvitel  
 Utolsó módosítás: 2022.04.14. 15:58 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)  
 Ideiglenesen zárva 2022.03.30. 15:06 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)

Az [5.30-TIV] forrás elektronikus formában is elérhető, és olvasható. E forrást a "TIV" tézispont igazolásaként hivatkoztam.

- d) [5.31-TIV] Prof. Dr. Szabolcsi Róbert: *Lateral/Directional Flying Qualities Applied in UAV Airworthiness Certification Process*. Land Forces Academy Review, 3/2014: Vol75, pp(336-346), 2014.

13 **Szabolcsi Róbert** (Szabolcsi Róbert Katonai műszaki tudományok) OE/BGK/Mechatronikai és Járőtechnikai Intézet  
 Lateral/Directional Flying Qualities Applied in UAV Airworthiness Certification Process  
**REVISTA ACADEMIEI FORTELOR TERESTRE / LAND FORCES ACADEMY REVIEW (2247-840X 1582-6384): 19 (3 (75)) pp 336-346 (2014)**  
 Nyelv: Angol | Teljes dokumentum  
 Hadtudományi Bizottság IXGJO HTB [1901-] B nemzetközi  
 Nyilvános idéző összesen: 6 | Független: 1 | Fügő: 4 | Nem jelölt: 0 | Scopus jelölt: 1 | WoS/Scopus jelölt: 1 | DOI jelölt: 3  
 Idézett közlemények száma: 7  
 Közlemény: 2795579 | Admin láttamozott | Régi azonosító: 2795579 | Forrás Idéző | Folyóiratcikk ( Szakcikk ) | Tudományos | kézi felvitel  
 Utolsó módosítás: 2022.04.14. 15:05 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)  
 Ideiglenesen zárva 2022.03.30. 15:06 Kovács Marcell (MTMT Közp., admin)

Az [5.31-TIV] forrás elektronikus formában is elérhető, és olvasható. E forrást a "TIV" tézispont igazolásaként hivatkoztam.

2. „ Azt sem indokolja a jelölt, hogy a legyezőmozgás viselkedését leíró  $W_{3,4,5}(s)$  összefüggések (102. oldal) miért azonosak?”

**Válasz:** az értekezés (5.19)–(5.21) egyenletei szükséges és kellő magyarázattal ellátva az alábbiak:

a)  $W_3(s) = \frac{\beta(s)}{\delta_A(s)} = \frac{A\beta(s^{+1}/T_{\beta_1})(s^{+1}/T_{\beta_2})(s^{+1}/T_{\beta_3})e^{-\tau_{ep}s}}{(s^2+2\xi_D\omega_Ds+\omega_D^2)(s^{+1}/T_S)(s^{+1}/T_R)}$ , ahol  $\delta_A(s)$  az oldallirányú mozgást elindító csűrőlap szöghelyzet változása,  $\beta(s)$  a csúszási szög (kis szögeértékekre a kereszt-tengely mentén az egyenesvonalú mozgás sebessége);

b)  $W_4(s) = \frac{\beta(s)}{\delta_R(s)} = \frac{A\beta(s^{+1}/T_{\beta_1})(s^{+1}/T_{\beta_2})(s^{+1}/T_{\beta_3})e^{-\tau_{ep}s}}{(s^2+2\xi_D\omega_Ds+\omega_D^2)(s^{+1}/T_S)(s^{+1}/T_R)}$ , ahol  $\delta_R(s)$  az oldallirányú mozgást elindító oldalkormány szöghelyzet változása,  $\beta(s)$  a csúszási szög (kis szögeértékekre a kereszt-tengely mentén az egyenesvonalú mozgás sebessége);

c)  $W_5(s) = \frac{r(s)}{\delta_R(s)} = \frac{A\beta(s^{+1}/T_{\beta_1})(s^{+1}/T_{\beta_2})(s^{+1}/T_{\beta_3})e^{-\tau_{ep}s}}{(s^2+2\xi_D\omega_Ds+\omega_D^2)(s^{+1}/T_S)(s^{+1}/T_R)}$ , ahol  $\delta_R(s)$  az oldallirányú mozgást elindító oldalkormány szöghelyzet változása,  $r(s)$  a legyező szögsebesség.

Az értekezés (5.19)–(5.21) egyenletei magukba foglalják az oldalirányú mozgásnak úgy a hosszúperiodikus (fugoid), mint a rövidperiodikus mozgásformáját. Tekintettel arra, hogy az értekezés e része alapvetően a kisméretű UAVk térbeli, rövidperiodikus mozgásának identifikálásakor megadandó matematikai modellekkel foglalkozik, így a továbbiakban az (5.19)–(5.21) egyenletek helyett az (5.22)–(5.24) egyszerűsített átviteli függvényeket használja.

Bár e három egyenlet alakját tekintve azonos, de az egyes modellek sem a bemenetük, sem pedig a parametrikusan is identifikált modelljükben sem egyeznek meg.

Bár az értekezés 95. és a 96. oldalán szerepelnek a  $W_3(s)$ , a  $W_4(s)$  és a  $W_5(s)$  átviteli függvények, és az átviteli függvényekben szereplő fizikai mennyiségek és azok leírása, amit a nagy terjedelmi távolság miatt célszerű lett volna a 102. oldalon is megismételni.

- 3. „Egyes ábrák színezése következetlen (például az 5.1.-5.9. ábrákon a vastag pirossal ábrázolt függvények nem különböztethetők meg egymástól), illetve egyes színezett elemek olvashatatlaná teszik a beleírt szöveget (például a 6.1. ábra a 116. oldalon).”**

**Válasz:** az értekezés (5.1)–(5.9) ábrái egy kisméretű UAV dőlési-, legyező és bólintó csillapító automatáinak (SAS – Stability Augmentation System) a súly- és az átmeneti függvényei lengésgörbéit, valamint a négyszögjelre adott válaszfüggvényeit mutatja be, rendre 5% dinamikus pontosság mellett. A vörös színnel jelölt válaszfüggvények az egyes minőségi jellemzők maximális és minimális értékeit reprezentálják.

A MATLAB ábraablakainak tartalmát én az ábraablak menüje segítségével alakítottam ki, mert a program által nyújtott alapértelmezett, de egyébként korlátozott színkezelésben megjelent a cián (halványkék) és a sárga, ami nyomtatásban nem adott megfelelő vizuális élményt.

Ezért a jobb áttekinthetőség érdekében a program által használt vonalstílust és a vonalvastagságot újra definiáltam, valamint a program által javasolt színeket palettáról újra választottam. Elképzelhető azonban, hogy nem a leginkább megfelelő és a leginkább szerencsés formában tettem ezt meg, és így nehézkessé vált az egyes ábrák tartalmának értékelése.

További érdemi javítást már nem a színek kezelésével lehetett volna elérni, hanem az ábraablakok esetleges átméretezésével, ami lényeges mértékben növelte volna az értekezés terjedelmét, a minőség és az olvashatóság esetleges kérdéses javulása mellett.

Az értekezés 116. oldalán található 6.1. ábra dobozainak színezése ergonómiai szempontból nem szerencsés: a háttérszín választása valóban megnehezíti az olvasást, amiért a tisztelt olvasótól elnézést is kérek!

Végezetül, szeretném még egyszer megköszönni Seres professzor úr opponensi munkáját, a megfogalmazott kérdéseit, a kimerítő szakmai véleményét, és a bírálatában megfogalmazott támogatását!

Tisztelettel arra kérem Seres Professzor urat, hogy a kérdéseire adott válaszaimat elfogadni szíveskedjen!

Budapest, 2024. június 27.



Szabolcs Róbert