

Dr. habil. Husi Géza egyetemi docens bírálata adott válasz

Először is szeretném megköszönni Bíráló pozitív és segítő értékelését, amely megállapításaival, illetve észrevételeivel hozzájárul a disszertációm további pontosításához. A bírálatban található megjegyzésekre az alábbiakban időrendi sorrendben válaszolok:

- Az irodalomkutatás című fejezetben arra törekedtem, hogy áttekintsem a doktori kutatásom témájához kapcsolódó fontosabb szakirodalmakat, amelyek segítségemre voltak pl. a rögzítő elemek-, szerelési folyamatok-, síkbeli hajlékony rúdelemek végeselemes formulái-, stabilitásvizsgálat-, intelligens robotmegfogó kialakítások vonatkozásában. Az irodalomkutatásnál egyik fő célom az volt, hogy felmérjem a heptikus témával foglalkozó szakirodalmakat, és hogy a publikált tudományos eredmények alapján megtaláljam a téma azon „szeletét”, amelyet még nem vizsgáltak ipari robotok alkalmazása során. A talált szakirodalmak közül ugyan némelyik foglalkozik piacon elérhető erőmérő cellák ipari robotokon történő alkalmazásával, azonban ezen irodalmak a bepattanással járó szereléseket elméleti igényességgel nem tárgyalják, és programozható stabilitásvesztést figyelő feltételrendszert nem közöltek. Így adódott az ötlet, hogy egy olyan, költséghatékony, egyedileg kifejlesztett intelligens robotmegfogót tervezek, amely erővisszacsatolással rendelkezik, továbbá képes az adott feladat függvényében stabilitásvesztés megállapítására.
- A 24. számozott oldalon található – az erőmérő cellára vonatkozó különböző terhelések eseteit szemléltető – ábra nyírás részéhez tartozó vázlatán az erőmérő cella bal oldalán, a sraffozott jelölt résznél lévő megfogási peremfeltétel értelmében a cella átellenes oldalán berajzolt koncentrált erőből nyírás, illetve hajlítás is fellép a hasáb mentén, így valóban nem tisztán csak nyírásról beszélhetünk. A megfogási peremfeltételt az 5.3. ábrán a pirossal jelölt két darab menetes furat jelöli.
- Valóban, a robot munkatere nem csonkolt gömbnek, hanem inkább csonkolt toroidnak tekinthető, az tévesztett meg, hogy a meridiánkör sugara egy nagyságrenddel nagyobb, mint a középkör sugara, ezért csak látszólag csonkolt gömb.
- Valóban szerencsésebb lett volna, már az adott fejezetekben is előre vázlatosan megfogalmazni a tézis értékű megállapításokat.
- A 3. tézisnél célom volt, hogy egy dinamikus, ipari robottal elvégzett szerelési folyamatnál a megfogó mozgási sebessége függvényében az adott munkadarab hamarabb is elengedhető a kvázi-statikussal szemben, köszönhetően a munkadarab magasabb kinetikus energiájának. Ennél a tézisnél egy numerikus módszert vázoltam fel annak érdekében, hogy egy akkumulátor cella beszerelésénél meg lehessen mondani a megfogó nyitási helyzetét. Ezt az eredményt egy többitől elkülönülő cikkben publikáltam, ezért is gondoltam, hogy a disszertációban ismertetett

közelítő módszer ebben a formában akár önmagában is megálló új tudományos eredmény lehet.

- A 4. tézisnél utaltam arra, hogy a szerelési feladat meghatározza, hogy éppen milyen feltételrendszerre is van szükség. A disszertációmban bemutatott akkumulátorcella szerelésénél elegendő volt a dolgozatban közölt négy feltételből három alkalmazása, amelyek a negatív meredekség-, minimális erőérték-, illetve a fellépő maximális erő egy tolerancia értéken belüli figyelése. A második feladatban a műanyag csat szerelésénél már szükséges volt az előző három feltétel kiegészítése az átlagos szerelési erő meghatározásával.
- A disszertációban bemutatott szerelési kísérletek valóban csak kvázi-statikusak voltak, azonban megfelelő műszerek (pl. gyorskamera) hiányában nem dokumentáltan, több esetben tapasztaltuk, hogy nagyobb sebességeknél a bepattanás hamarabb is megtörtént.

A feltett kérdésre adott válasz:

- A robotot T1, azaz az első betanítási állapotában használtam, ekkor a maximális működtető sebesség 250 mm/s lehet. A szerelési folyamatoknál az elmozdulás növekmények között CNT66 mozgás befejezési módot választottam, ennek értelmében a robot megközelíti a növekmény által definiált pozíciót, de nem áll meg ott, így viszonylag folyamatos lesz a mozgás. Végeztem kísérletet a maximális betanítási sebességgel és annak 50 %-val is. Mivel a betanítási üzemmódban a mozgási utasításokban egyenletes sebességet állítottam be, így a gyorsulás zérusnak tekinthető. Ez alapján a tézis egy pontosított verziója lehetne:

Egy erőmérő cellát tartalmazó, célirányos intelligens robotmegfogót fejlesztettem ki, amellyel a bepattanással járó, kvázi-statikussal vagy dinamikus szerelési folyamatok végezhetőek el, összhangban a T2, illetve a T3 tézisekkel. A csak szerelés irányú erők mérését két rugalmas lemezből álló párhuzamos mechanizmus biztosítja. A megfogó intelligenciáját adó központi egysége egy mikrokontroller, amely adott feladathoz- és a megfogó előírt egyenletes (maximum 250 mm/s) sebességéhez alkalmasan választott feltételrendszer (pl. maximális erőérték, átlagos erőérték, negatív meredekség, minimális erőérték) alapján képes a munkadarab elengedési pontját, azaz a megfogó nyitásának TCP helyzetét megadni a robot számára.

A tézisekről tett összefoglaló pozitív, elfogadó nyilatkozatát köszönettel veszem, a negyedik tézisre vonatkozó pontosítási kérésének próbáltam eleget tenni. A disszertációval kapcsolatos építő jellegű kritikáiból sokat tanultam, és hálával vettem.

Miskolc, 2020. július 14.

Rónai László