

Opponensi vélemény

Darányi András

„Gépi tanulás alapú ipar 4.0 megoldások fejlesztése szerszám menedzsment támogatása érdekében” c.

PhD értekezéséről

1. Témaválasztás, a téma aktualitása

A dolgozat témaválasztása kifejezetten időszerű, mivel az ipar 4.0 megoldások egyre nagyobb szerepet kapnak a modern gyártási rendszerekben. Az intelligens gyártási folyamatok iránti igény napjainkban kulcsfontosságúvá vált, ezek jelentősen növelik a versenyképességet és a hatékonyságot. A dolgozat középpontjában álló szerszám-menedzsment gépi tanulási és az adatvezérelt megközelítésű alkalmazása kiemelten fontos szerepet tölthet be a termelési folyamatok optimalizálása szempontjából. A szerszám-menedzsment egyike azoknak a területeknek, ahol az adatvezérelt algoritmusok óriási potenciált rejtenek, hiszen a szerszámok megfelelő kezelése közvetlen hatással van a gyártási költségekre, a termelékenységre és a minőségre. A dolgozat fő erénye, hogy elsősorban gyakorlati problémákra keresi a választ és általában alkalmazható megoldási javaslatokat. Ezáltal a kutatás mind az ipar, mind a tudományos közösség számára értékes hozzájárulást nyújt.

2. A dolgozat szerkezete és nyelvezete

A dolgozat angol nyelven íródott, terjedelme 86 oldal. A nyelvezet szakmailag pontos, jól strukturált, és könnyen olvasható. A szerző részletesen ismerteti a bemutatott módszertanokat és azok matematikai hátterét. A terminológia használata összhangban áll az ipar 4.0, a gépi tanulás és a szerszám-menedzsment témaköreivel. Az ábrák és táblázatok tartalmilag relevánsak, jól megválasztottak, és megfelelően alátámasztják az elemzéseket és az elért eredményeket. A dolgozat 140 hivatkozást tartalmaz, amelyek jelentős része friss, releváns szakirodalmi forrás.

A dolgozat szerkezete átgondolt és logikusan felépített. A bevezető fejezet megfelelően alátámasztja a téma aktualitását, és világosan vezeti fel a kapcsolódó kutatási irányokat. A jelölésrendszer minden fejezet elején ismertetésre kerül. Bár nem teljesen egységes, a szerző által alkalmazott prezentációs forma jól támogatja az olvashatóságot és a tartalom megértését. A dolgozat formalizmusai matematikailag megalapozottak, világosan dokumentáltak, és megfelelően illeszkednek a vizsgált gyártási problémákhoz.

3. Új tudományos eredmények értékelése

Szerszámallokáció többcélú hierarchikus klaszterezéssel

A kutatás célja egy olyan hatékony szerszámallokációs módszertan kidolgozása volt, amely megfelelően képes kezelni a rugalmas gyártórendszerek eszközhasználati komplexitását. A jelölt két különböző megközelítést ismertet: a probléma bin-packing típusú optimalizálására mint baseline megoldásra tekint, s ezzel veti össze az általa javasolt többcélú, hierarchikus klaszterezésen alapuló megoldást. A javasolt módszertan alapját a különböző termékek gyártásához szükséges szerszámok hasonlóságán alapuló klaszterező algoritmus adja, melyhez egy Pareto frontot figyelembe vevő heurisztikus optimalizációt javasol. A javasolt módszertan legfőbb előnye a kis számítási időigénye.

A jelölt a javasolt módszer hatékonyságát valós ipari esettanulmányokon demonstrálta. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a hierarchikus klaszterezéssel módszer lényegesen rövidebb futási idő mellett hasonló minőségű megoldásokat nyújt, ezáltal alkalmas nagy esetszámú, ipari környezetben való alkalmazásra is.

Kérdések a javasolt módszerrel és eredményeivel kapcsolatban:

1. A javasolt többcélú klaszterező algoritmus minden iterációban a Pareto-front egyetlen elemét választja ki a legkisebb szerszámkészletű klaszterből kiindulva, és ehhez rendeli a legkisebb disszimilaritású klasztert. Ugyanakkor a Pareto-front egyenrangúan optimális elemei között más összevonási lehetőségek is léteznek, amelyek eltérő klaszterstruktúrát és esetlegesen más végső szerszámcsoporthoz tartozó eredményezhetnének. Vizsgálta-e, hogy milyen hatással lenne a végeredményre, ha a másik Pareto-optimális pontot választaná az iteratív algoritmusban a csoportosítás során, illetve mi indokolta ezen pont választását?
2. Nagyon érdekes és informatív a 2.6 ábrán bemutatott eredmény. A 2.6 ábra alapján a többcélú hierarchikus klaszterezés és a bin-packing módszer eltérő módon osztja fel a termékeket a gépek között, azaz a szerszámallokáció lényegesen különbözik. Az eltérés oka természetesen az eltérő optimalizálási módszer alkalmazása. Más esetekben is ilyen jelentős eltérések adódtak a két módszer eredményei között? Illetve, milyen metrikák vagy szempontok mentén lenne még érdemes összevetni a két módszer hatékonyságát, illetve választani közülük?
3. A javasolt módszer számos fontos szempontot nem vesz figyelembe, mint például az egyes termékek gyártási idejét vagy a megrendelések határidejét. Beépíthetők ezek a tényezők a módszer továbbfejlesztett változatába, vagy egy teljesen új módszertan kidolgozása lenne szükséges, ha ezeket is figyelembe szeretnénk venni?

Szerszámkihasználtság monitorozása célorientált, felügyelt fuzzy klaszterezéssel pozícióadatok alapján

A harmadik fejezet olyan adatvezérelt módszertant mutat be, amely a mozgatható szerszámok beltéri helymeghatározása alapján képes azok mozgásmintáinak, használati állapotainak és kihasználtsági jellemzőinek azonosítására. A javasolt módszertan a pozíció- és állapotbecslést a fuzzy logika és a Gauss-keverékmodellek integrációjával valósítja meg, amely során feltételes valószínűségek alapján történik a gyártóterület zónáinak azonosítása és a szerszámhasználat monitorozása.

A javasolt módszertan megfelelő választásnak tekinthető, mivel képes kezelni a helymeghatározási adatok bizonytalanságát, és a fuzzy logikával kiegészített valószínűségi modellezés jól illeszkedik a gyártási környezet komplexitásához. Ugyanakkor hiányolom a javasolt módszer elhelyezését a szakirodalomban, és hasonló célokat kitűző megoldásokkal való összevetést, illetve azok irodalmi áttekintését.

A javasolt módszertan alkalmazhatóságát a jelölt valós mintapéldán keresztül szemlélteti. A bemutatott alkalmazás részletesen dokumentált, az eredmények értékelése kellően kritikus.

Kérdés:

- Kérdésként merül fel, hogy indokolt-e a gyártóberendezések pozíciójának klaszterezés útján történő azonosítása, tekintettel arra, hogy ezek helye a legtöbb esetben előre ismert. Nem lett volna módszertanilag célszerűbb a doménismeretet explicit módon beépíteni a modellbe, és az ismert géppozíciók köré szervezni a szerszámok térbeli eloszlásának és kihasználtságának elemzését?

Chapter 4: Risk-based tool maintenance under dynamic manufacturing conditions

A 4. fejezet egy kockázatalapú döntéstámogató modell kidolgozását és alkalmazását mutatja be, amely a szerszámkarbantartás ütemezését támogatja valós gyártási adatok és aktuális termelési igények figyelembevételével. A módszertan alapját megbízhatósági, rendelkezésre állási és karbantartási modellek képezik, amelyek lehetővé teszik a szerszámok állapotának, várható élettartamának és meghibásodási valószínűségének kvantitatív értékelését. A modell külön figyelmet fordít a kockázat fogalmának formális definiálására, amelyet a meghibásodás valószínűsége és annak termelésre gyakorolt hatása alapján számít.

A módszertan ismertetése kellő részletezettségű: bemutatja az optimalizációs szempontrendszer, valamint a karbantartási döntéseket befolyásoló tényezők modellezését. A bemutatott megközelítés komplexitását jól mutatja, hogy nemcsak a műszaki szempontokat (mint például a hibatörténet és beavatkozási idő), hanem a gazdasági (kiesési költségek) és termelésbiztonsági tényezőket is integrálja a döntési keretbe.

A bemutatott módszertan alkalmazását a jelölt szintetikus adathalmazon szemlélti. A példaszámítás igazolja, hogy a modell képes hatékonyan támogatni a karbantartási döntéseket, a vállalati prioritásokhoz illeszkedve.

Kérdés:

- Előfordulhat-e, hogy a javasolt módszertan olyan időablakba alokáálja egy szerszám javítását, amikor a szerszám ugyan éppen nincs használatban, de a beavatkozás időigénye meghaladja az aktuális inaktív ciklusidőt? Amennyiben igen, akkor milyen módon kezelhető ez a konfliktus a javasolt döntési modell keretében?

Tézisek értékelése

A jelölt az új tudományos eredményeit 3 tézisben foglalja össze. Az angol nyelvű tézisek megfelelőek, a magyar nyelvű tézismegfogalmazások azonban számos nyelvtani hibát tartalmaznak, s helyenként még az igék alakja (ige grammatikai személye és száma) sem megfelelő (pl. saját eredmény esetén a „genetikus algoritmust használnak” kifejezés).

Az első két tézis publikációs alátámasztása kiemelkedő, azonban a jelölt a harmadik tézishoz nem adott meg kapcsolódó publikációt. Az első két tézis megfelelően alátámasztottnak és elfogadhatónak tartom, a harmadik tézis elfogadását csak abban az esetben javaslom, ha a Doktori Iskola szabályzata megengedi, hogy publikációs alátámasztás nélkül is megfogalmazható legyen tézis.

A leadott publikációs lista alapján a jelölt teljesíti a Doktori Iskola publikációs követelményeit, miszerint rendelkezik „minimálisan 3 db idegen nyelvű referált folyóiratban, ebből 2 külföldi referált folyóiratban megjelent vagy közlésre elfogadott közlemény”-nyel.

4. Összegzés

Összességében megállapítható, hogy Darányi András doktori (PhD) disszertációja értékes, új tudományos eredményekkel járul hozzá az ipar 4.0 környezetben megvalósítható szerszámmenedzsment témaköréhez. A javasolt módszertanok újak, gyakorlati alkalmazhatóságuk széleskörű.

Az értekezést szakmai szempontból megfelelőnek tartom arra, hogy a doktori fokozat odaítélésének alapjául szolgáljon. Az első két tézis elfogadom. A 3. tézisben megfogalmazott eredményeket szakmai szempontból megfelelőnek tartom, azonban a tézis elfogadhatóságát a Doktori Iskola szabályzatának való megfelelésség szempontjából szükséges megítélni.

2025. augusztus 04.

Dr. Fogarassyné dr. Vathy Ágnes
tanszékvezető egyetemi docens
Pannon Egyetem
Rendszer- és Számítástudományi Tanszék