

Bírálat

Dörgő Gyula Ádám

Gépi tanulási technikák fejlesztése alarm managementben

című doktori (Ph.D.) értekezéséről

1. Témaválasztás, időszerűség

Az értekezés témaválasztása lényeges, újszerű és időszerű. A jelölt által vizsgált problémakör, a hatékony riasztás menedzsment a gyártási folyamatok felügyeletének lényegi és alapvető kérdése. A jelölt által javasolt megoldások, az eseménynapló offline feldolgozása, gyakori eseményszekvenciák keresése, majd ezek alapján a technológiai folyamat állapotának meghatározása alkalmas a riasztások minőségének lényeges javítására. Az alacsony információ tartalmú riasztások elnyomhatók, a hibasorozatok forrása felderíthető, események bekövetkezése megjósolható, az üzemzavarok hatásának terjedése nyomon követhető, illetve alkalmas lehet az operátori tevékenység minősítésére és a beavatkozásokat illető ajánlattételre. Mindez a gyártási folyamat szempontjából elengedhetetlenül fontos, jelenleg is intenzíven kutatott terület.

Azaz a választott téma, a gépi tanulási technikák alkalmazása a riasztás menedzsmentben egyértelműen időszerű és tudományos érdeklődésre számot tartó kutatási terület.

2. Tartalmi és formai ismertetés

A dolgozat bevezető része a riasztás menedzsment problémakörének bemutatásával foglalkozik, pozicionálja a további tartalmi részeket és felteszi a kutatás dolgozatban megválaszolni kívánt alapkérdéseit.

A dolgozat első nagyobb egysége a riasztási rendszerek minőségi mutatóit taglalja, különös tekintettel a riasztási üzenetek minőségének és mennyiségének kérdésére. A kutatni kívánt problémakör bemutatásán túl ezen szakasz vezeti be a dolgozat további részeiben használt alapfogalmakat és alapproblémákat. *A szakaszban megjelenő állítások adják a 1.3 altézis igazolását.*

A következő nagyobb egységben a jelölt a döntési fák alkalmazásával hibafelismerést és azonosítást segítő, természetes nyelven jól értelmezhető hibaüzenetek alkalmazó riasztási rendszerre tesz javaslatot. A javasolt módszer lényege, hogy az egyidejűleg fellépő hibaüzenetek jellemezhetnek egyes üzemzavarfajtákat, alkalmasak lehetnek a hibák felismerésére és azonosítására. A módszer feltételezi, hogy a folyamat normális és hibás működési módozatai megkülönböztetők pusztán a hibaüzenetek alapján. A normális és hibás működési módozatok során gyűjtött adatokat felhasználva a jelölt egy döntési fát határoz meg, mely a mérési adatok alapján alkalmas a hiba azonosítására. A döntési fa kialakítása során meghatározásra kerülnek a riasztásra leginkább alkalmas változók és riasztási határok. A jelölt az ajánlott módszer hatékonyságát a vinyl-acetát gyártási folyamat benchmark szimulált modelljén vizsgálja. *A szakaszban megjelent eredmények adják a 3.2 altézis igazolását.*

A dolgozat harmadik nagyobb egysége az ipari folyamatok riasztás és eseménynapló adatainak feldolgozásával, a multi-temporális gyakori eseményszekvenciák bányászatával

foglalkozik. A szakaszban a jelölt több eredménye is megjelenik. Javaslatot tesz a gyakori multi-temporális szekvenciák bányászatára, majd a temporális szekvenciákhoz Bayes valószínűségi metrikát rendelve meghatározza a folyamat állapotát. Ezek alapján javaslatot tesz a riasztási szekvencia üzeneteinek becslésére. A szekvencia első riasztása utalhat a riasztási szekvencia forrására. Majd javaslatot tesz azon riasztások elnyomására, melyek a szekvenciában magas bizonyossággal megjósolhatók, így az operátor számára információ tartalmuk alacsony. A jelölt az ajánlott módszer hatékonyságát ez esetben is a vinyl-acetát gyártási folyamat benchmark szimulált modelljén vizsgálja. *A szakaszban megjelent eredmények adják az 1.1 és 1.2 altézisek igazolását.*

A dolgozat negyedik nagyobb egysége a hierarchikus multi-temporális gyakori eseményszekvenciák adatbányászatával és elemzésével foglalkozik. A hierarchia kialakításának célja a nagyszámú változó csoportosítása. A hierarchia magasabb szintjén jól követhető a hibaterjedés a gyártási folyamatban, míg az alacsonyabb szinteken a meghibásodások átgyűrűző hatása érzékelhető. A jelölt által javasolt multi-temporális gyakori eseményszekvencia bányászat kiegészül az események hierarchia szint jelölésével. A javasolt hierarchikus formában egy állapot előfordulási valószínűsége a hozzá tartozó hierarchiában alatta levő állapotok előfordulási valószínűségének összege. Így ha egy állapot gyakori akkor a hierarchiában felette lévő hozzá tartozó állapot is gyakori. Az eseményszekvencia bányászat fentről lefelé az alacsonyabb hierarchia szinten folyik azon eseményszekvenciák szerint, amiket magasabb szinten fedtek fel. A jelölt bevezeti a temporális esemény párok között az irányultság mértékét, mely meghatározza, hogy mennyire vagyunk bizonyosak benne, hogy az adott sorrendben egymást követik. Így az egymást követő események súlyozott irányított gráfot alkotnak, melyen a hibaterjedés követhető. Ugyanebben a szakaszban vizsgálja a jelölt szekvencia alapú oksági elemzés formájában a meghibásodások átgyűrűző hatását. A kapott eredmények hierarchikus vizualizációjára a jelölt egy párhuzamos koordináta rendszer formájában tesz javaslatot. A jelölt az ajánlott módszer hatékonyságát egy valós ipari folyamat (MOL Dunai Finomító) működése során gyűjtött riasztás és eseménynapló adatokon mutatja be. *A szakaszban megjelent eredmények adják az 3.1, 1.1 és 1.2 altézisek igazolását.*

A dolgozat ötödik nagyobb egysége a szekvencia alapú hibafelismeréssel és hibabehatárolással foglalkozik. A jelölt alapötlete, hogy a hibák szempontjából vizsgálja a hozzájuk tartozó lehetséges riasztás szekvenciákat. A javasolt megoldásban egy LSTM (long short-term memory) mesterséges neurális hálózatot használ arra, hogy a multi-temporális eseményszekvenciákhoz hibavalószínűségeket rendeljen. A javasolt struktúrában a vizsgált események egy beágyazási rétegen keresztül folytonos értékű vektorként kapcsolódnak a LSTM hálózathoz. A betanítás a hiba esemény és az azt követő multi-temporális riasztás szekvencia adatokkal történik. A betanított hálózat alkalmas a multi-temporális riasztás szekvenciák alapján a hiba klasszifikációjára. További előnye a javasolt struktúrának, hogy a betanítás után a beágyazási réteg súlymátrixából meghatározható a riasztások hibák szempontjából vett hasonlósága. Ezen súlymátrix főkomponens analízisével pedig ezen hasonlóság vizualizálható. Az LSTM hálózat rejtett réteg aktivitás értékeinek főkomponens analízisével vizualizálható az egyes hibák izolálhatósága. A jelölt az ajánlott módszer hatékonyságát a vinyl-acetát gyártási folyamat benchmark szimulált modelljén vizsgálja. *A szakaszban megjelent eredmények adják a 2.1, 2.2 és 2.3 altézisek igazolását.*

A dolgozat az elért eredmények összegzésével és a tézisek megfogalmazásával zárul.

Az egyes tézisek tartalmi elemei, a tézisekre való hivatkozással, a dolgozat érintett szakaszainak záró összefoglaló értékeléseiben külön kiemelten is megjelennek.

A Jelöltnek tézisei kapcsán 9 publikációja jelent meg, melyek közül 7 folyóirat cikk (melyekből egy elfogadott, megjelenés előtt álló). Az MTMT szerint ezen publikációkra eddig összesen 28 független hivatkozást kapott.

A Jelölt által benyújtott értekezés formai tekintetben színvonalas, gondos és esztétikus, tartalmában precíz munka. Arányai megfelelnek a tartalom által megkívánt terjedelmi elosztásnak. Valamennyi fejezet részletes bevezető résszel indul és a bemutatott eredmények összefoglalásával, elemzésével zárul.

A szakirodalom feldolgozása kellő mélységű és átfogó. A hivatkozott irodalom (153 hivatkozás) lényegi és szervesen kapcsolódik az értekezés témájához. A dolgozat nyelvhelyessége megfelelő. Az ábrák és táblázatok világosak és érthetőek.

Összefoglalva, az értekezés az adott szakterület irodalmában alapos áttekintést nyújt és aktuális, kutatott problémák megoldására javasol újszerű módszereket. A témaválasztás tehát korszerű, tudományos és gyakorlati értelemben egyaránt aktuális, megfelelő a doktori (Ph.D.) értekezések témájával szemben támasztott általános követelményeknek.

2. A Jelölt tézisei

A jelölt tézisei három téziscsoportból állnak, melyek az alábbiak:

1. I introduced a novel methodology for the prediction of alarm messages in which the state of the technology is represented by the events recorded in the alarm & event-log database of alarm management systems.

(három altézis)

A tézis eredményei hat folyóirat cikkben és egy konferencia kiadványban lettek publikálva. Melyekre a jelölt az MTMT szerint eddig összesen 25 független hivatkozást kapott.

2. I have demonstrated the capability of deep recurrent neural networks for the extraction of hidden relationships between the variables of large process datasets.

(három altézis)

A tézis eredményei két folyóirat cikkben és egy konferencia kiadványban lettek publikálva. Melyekre a jelölt az MTMT szerint eddig összesen 14 független hivatkozást kapott.

3. I extended machine learning techniques with process relevant information to provide deeper support for alarm management tasks by facilitating the extraction of relevant engineering knowledge from these models.

(két altézis)

A tézis eredményei két folyóirat cikkben lettek publikálva. Melyekre a jelölt az MTMT szerint eddig összesen hat független hivatkozást kapott.

Az értekezés, valamint a jelölt publikációs tevékenysége alapján egyértelműen megállapítható, hogy a mindhárom téziscsoportban leírtak helytállóak és azok a jelölt saját tudományos eredményei.

3. Részletes megjegyzések, kritikai észrevételek

Megjegyzések:

Az értekezés felépítése arányos, logikus. Nyelvezete, nyelvhelyessége jó, az ábrák és táblázatok világosak, érthetőek.

Kritikai észrevételek:

A Jelölt értekezése formai tekintetben színvonalas és gondos, tartalmában precíz munka.

A munkahelyi védésen elhangzott és az előbírálásban részletezett megjegyzéseimet a jelölt maradéktalanul orvosolta, az értekezés jelenlegi végleges változatával kapcsolatban lényeges kritikai észrevételeim nincsenek.

Kérdések:

A javasolt riasztás elnyomási, szakértői javaslattevési megoldások, még ha azok csak mint információk, tanácsadó rendszerként működnek is, megváltoztatják az operátori felületet, az operátori szokásokat. Lát-e abban problémát, hogy a magas szintű, de nem teljes automatizálás esetén az operátori figyelem és gyakorlat csökkenhet, és emiatt a ritkán felmerülő nem automatizált hibaesemények megoldásában az operátorok rosszabbul teljesíthetnek, mint egy alacsonyabb automatizálási szint esetén? (Hasonlóan az önvezető járművek automatizálási szintjeinek kérdéséhez.)

Összefoglaló megjegyzések:

A fenti értékelés alapján megállapítom, hogy a jelölt munkája mind tudományos, mind gyakorlati szempontból értékes és hasznosítható új eredményeket tartalmaz. Az értekezés és a jelölt tézisekhez kapcsolódó publikációi meggyőzően bizonyítják, hogy az értekezésben bemutatott tézisek a jelölt saját eredményei. A jelölt értekezésével és publikációs tevékenységével minden kétséget kizáróan igazolta, hogy alkalmas magas színvonalú tudományos kutatói munka végzésére.

Mindezek alapján az a véleményem, hogy **Dörgő Gyula Ádám „Gépi tanulási technikák fejlesztése alarm managementben”** című PhD értekezése a Pannon Egyetem Vegyészmérnöki és Anyagtudományok Doktori Iskolája doktori képzés és a doktori fokozatszerzés szabályzatának megfelelően **nyilvános vitára bocsátható és egyben javaslom a jelöltnek a doktori (Ph.D.) tudományos fokozat odaítélését.**

Miskolc, 2021. július 29.



dr. Kovács Szilveszter
egyetemi tanár