

Dulai Tibor

Planning of Fault-Tolerant Solutions of Operations Research Problems and Multi-level Heuristic Scheduling

című PhD értekezésének bírálata

Az értekezés témaválasztása a termelési folyamatokban használatos erőforrások allokálása illetve a műveletek ütemezése.

Ez egyike az operációkutatás olyan örökzöld problémáinak, amelyeknek közvetlen gazdasági hatásuk is van, hiszen a termelésszervezés intelligenciája a hatékonyság növelésével gyakorlatilag különösebb tárgyi beruházás nélkül közvetlenül javítja a költséghatékonyságot és jelentős közvetett hatásként pedig hozzájárul az energiafogyasztás csökkentéséhez illetve a környezet védelméhez.

A disszertáció e széles területen belül részben a termeléstervezés és ütemezés témakörhöz kapcsolódva célozza meg egyes speciális kérdések megoldását illetve a harmadik részében kiszálítási problémák hibátűrő tervezését és végrehajtását támogató módszert mutat be.

A három résztéma tematikusan alkot egységes vonulatot. Azok között a kapcsolatot a hasonló háttérapparátus teremti meg. Miközben a témaválasztás erősen igényli matematikai eszközök használatát, de a alkalmazott metodika egyértelműen az informatika területéhez kapcsolja a disszertációt.

Az értekezés öt fő fejezetből áll, amelyek közül az első a bevezetés, a második foglalja össze a többszintű heurisztikus termelés ütemezéshez kapcsolódó eredményeket, a harmadik egy, a genetikus algoritmusok elvén működő ütemezőt mutat be, míg a negyedik egy jármű ütemezési probléma hibátűrő megoldását ismerteti. A disszertáció a tanulságokat összefoglaló rövid fejezettel zárul. Több, a bemutatott technikákat is illusztráló függelék egészíti ki, majd egy 167 tételes irodalomjegyzék zárja.

Az első fejezet ismerteti az alapvető definíciókat, majd ezt követően a munka fő motivációját mutatja be (1.2). Szerencsés lett volna, ha az értekezés kicsit bővebben tér ki az IPODS rendszerek tipikus problémáira.

Az 1.3 alfejezet az operációkutatási feladat és a termelési folyamatok matematikai modellezésének összekapcsolásához szükséges alapvető definíciókat adja meg.

A definíciók általában helyesen vannak megfogalmazva, de nem értem, hogy a 18. definícióban miért nem jelenik meg az, hogy az egyes gépek milyen műveletek végrehajtására képesek hiszen általában nem univerzálisak a gépek. Ez a definíció az én olvasatomban ugyanis egy adott job

műveletsszekvenciájához lépésenként egy-egy konkrét $\mu_{i,j}$ gépet rendel hozzá. Jelentősen segítette volna a megértést, ha a disszertáció fő szövege az értekezés 2.2 és a téziszfüzet 1. ábrájához hasonlóan bemutatta volna az osztályokat.

A leírást szabatosságát lényegesen javítják egyes függelékek, például a fenti esetben is. Ezeket mindenképp célszerű lett volna jobban kötni a fő szöveghez, akár explicit hivatkozás formájában, akár pedig önálló részfejezetként beemelve azokat. Én bírálatomban az értekezés teljes értékű részének tekintem azokat.

A fejezet további része az egyes speciális problémaosztályok rövid definícióját ismerteti. Ez az ismertetés korrekt, ugyanakkor a speciális termelésütemezési problémaosztályok problématerbeli elhelyezését jobban érthetővé tette volna, ha az azokat illusztráló 1.3 ábrán a finomítási aspektusok is megjelentek volna (egy döntési diagram vagy táblázat stílusában), hasonlóan, mint a jelölt a későbbiekben az 1.6 ábrán igen jól alkalmazza egy más kontextusban ezt az ábrázolásmódot.

Az értekezés ütemezési problémáját a 9. oldal közepén megjelenő eszmefuttatás írja le. Ez, -az erősen verbális prezentáció miatt-, alig követhető és alapvetően hiányzik belőle annak a technológiai feladatkörnek a körvonala, amely az ehhez kapcsolódó munka célja. A szabatos leírás viszont megtalálható a C függelékben.

Ez a rész ugyanakkor jó lehetőséget adott volna annak a bemutatására, hogy

- ez a probléma miért jelentős gyakorlati szempontból
- az általános algoritmusok illetve azoknak esetlegesen szűkített verziói helyett miért szükséges erre a problémaosztályra külön célalgoritmus kidolgozása.

A fejezet további része a fennmaradó másik két főfejezet megalapozását szolgálja.

A 2. fejezet ötletes algoritmust ad termelésütemezési feladatok többszintű részfeladatokká particionálásán alapuló hatékony megoldására. Az alapgondolata, hogy egy gyors közelítő algoritmussal támogassuk egy egzakt megoldó munkáját, szellemes.

A jelölt a további részekben ezt az alapgondolatot részletesen és alaposan kidolgozza.

Részletesen kiértékelt kísérleti vizsgálatokkal igazolja a példák érvényességi körén belül a módszer hatékonyságát. Az egyes döntési pontokon számba veszi a főbb alternatívákat és ezeket kísérletileg értékeli.

A némiképpen szaggatott főszöveg-függelék szerkezet ennek a fejezetnek is rontja a követhetőségét. Maga a leírás meglehetősen epikus, sokat segített volna az egyes alternatívák kissé formálisabb, legalább pszeudoalgoritmus szintű megadása, illetve a döntési alternatívák illetve kiválasztott metodikai lehetőségek jobb indoklása.

A megértést sokban segíti a fejezet végén lévő igen tömör összefoglaló.

Összességében a 2. fejezet tartalmas, mély munkát mutat be, kissé nehezen követhető módon. A kidolgozott metodika fő lépéseiből fogalmazza meg 1. tézisé.

A két aleredményből álló 2. téziscsoportot elfogadom, azzal, hogy az első altézis megfogalmazását a túlrészletezés elhagyásával általánosabbnak tekintetem.

Az értekezés 3. fejezete egy genetikus algoritmus mutat be, egy az előző fejezethez képest általánosabb probléma kezelésére.

A fejezet röviden áttekinti a genetikus algoritmusok megvalósításának legfontosabb elemeit. A jelölt meghatározza a speciális genetikus algoritmus főbb paramétereit.

Egybeveti az algoritmus hatékonyságát a szimulált hűtésével, illetve megvizsgálja, hogy a kettő kombinációja mennyiben javítja a hatékonyságot. A vizsgálat genetikus algoritmus kiértékelését és finomhangolását kiterjedt benchmark kísérletekkel végzi el.

A fejezet a függelékben tartalommal együtt jól olvasható és gondosan dokumentált.

Egyetlen ponton lehetett volna lényegesen javítani a "hogyan" típusú kérdéseket jól megválaszoló leíráson azzal, hogy ha a jelölt kissé részletesebben ismertette volna a "miért" típusú kérdéseket és az azokra adott válaszait is.

A genetikus algoritmusokhoz kapcsolódó eredmények alapozzák meg a 2. tézist. A tézis megfogalmazása a korrekt, bár megjegyzem hogy a tézis szövegében a részletes parametrizálás feltüntetése nem indokolt.

A 2. tézist új tudományos eredményként elfogadom.

Az értekezés 4. fejezete foglalja össze a hibatűrő szállítás a feladathoz kapcsolódó új algoritmusát és annak eredményeit. Ez a fejezet az értekezés legjobban megírt része, strukturáltan foglalja össze a háttérfeltételezéseket és az azok megoldására szolgáló algoritmust.

Irodalomból vett benchmark készleten vizsgálja az algoritmus hatékonyságát egyúttal röviden összefoglalja az algoritmus általánosabb esetre történő használatának következményét, ha egyes feltételeket korlátozó feltételeket relaxálunk. A szimuláció alapú vizsgálatok 5-15 % nagyságrendű javulást mutatnak.

A fejezetbeli eredmények alapozzák meg a 3. tézist. Ezt elfogadom új tudományos eredményként.

Az értekezést egy rövid összefoglaló és a közvetlen továbbfejlesztési lehetőségek felvázolása zárja.

Az értekezés egészét tekintve Dulai Tibor bebizonyította a tématerületen való magas szintű jártasságát és az ismert eredmények továbbfejlesztése mellett új algoritmusok kidolgozására való felkészültségét.

Munkája hátterében, amelyet sok aspektusból és alaposan visz végig, jelentős alkotó informatikai tevékenység is megtalálható, elsősorban az egyes algoritmusok benchmark alapú kísérleti validációja területén.

A jelölt munkáját egyértelműen dicséri, hogy egy gyakorlati inspirációja feladat teljes vonulatát átfogja.

Ez a szokásoshoz képest sokrétűbb tevékenység egyúttal komoly kihívást eredményez a disszertáció szerkesztésével szemben.

Az átfogó téma rendkívül nagy, ezért a disszertáció szerkesztése szükségképpen túlzsúfolt. Mindemellett egy feszebb szerkesztés mellett a prezentáció érthetősége javulhatott volna.

Kiemelendő, hogy az ilyen típusú problémák esetében sok heurisztikus, tétel-bizonyítás módjára nem kezelhető elem is van, amely csak kísérleti módon validálható. Ezeket a jelölt példamutató gondossággal végezte el.

Összességében a felmutatott példák meggyőzőek.

A disszertáció kapcsán a következő, részben tisztázó, részben kitekintő jellegű kérdéseim vannak a jelölthöz:

1. A célkitűzés rögtön a legelején a termelési és a kapcsolódó kiszolgáló folyamatokra korlátozza az értekezés témáját. Ugyanakkor már a motivációról szóló 1.2 alfejezetben is megjelennek infokommunikációs példák. Értékelése szerint az eredmények mennyire specifikusak a termelési környezetre illetve az azok mögött rejlő matematikai apparátus általánosabb alkalmazhatósága milyen további lehetőséget kínál az alkalmazási terület esetleges bővítésére?
2. A gyorsító heurisztikák alkalmazása esetében a leírtak szerint bizonyos egyszerűsítések nem mindig alkalmazhatóak. Van egzakt kritérium arra, hogy ezek az esetek milyen feladatoknál következnek be?
3. A hatékonyság értékelésénél mindhárom problémánál véletlen feladathalmazokat alkalmaz. Mi biztosítja azt, hogy ezek az adott feladatkörre általános reprezentatívak?
4. Van-e lehetőség arra, hogy egy új feladat felmerülése esetén algoritmikusan döntsünk legalább jó valószínűség erejéig a szóban lévő alternatívák közötti választásról!

5. Az értekezés legvégén vázoltakon túl, mennyire általánosíthatóak az eredmények, ha például az egyes megszorító feltételeket elkezdjük relaxálni?
6. Volt-e a kidolgozott algoritmusoknak gyakorlati alkalmazása, és ha igen az milyen eredményeket mutatott?

Az értekezés angol nyelven íródott. A szöveg megfogalmazása és kivitele megfelelő, néhány nyelvtani hiba fordul elő benne.

Több helyen azonban a szakterminológia helyett körülíró köznyelvi megfogalmazások fordulnak elő, illetve néhány helyen a szóhasználat túlságosan zsargonszerű. Összességében azonban ezek a megfogalmazásbeli döccenők nem befolyásolják az érthetőséget.

Összefoglalásképpen elmondható, hogy Dulai Tibor jelentős munkát végzett a termelés ütemezési algoritmusok optimalizálása illetve a hibátűrő szállítás ütemezési algoritmusok területén.

Publikációs tevékenysége kiemelkedő, összesen 73 tételt tartalmaz, amelyre 32 független hivatkozást kapott. Publikációi rangos fórumokon is megjelentek. Számos publikációja társszerzős, de ezt a feladat komplexitása miatt természetesnek érzem.

Tézisei publikációkkal jól alátámasztottak.

A fentiek alapján az értekezés nyilvános vitára bocsátását és sikeres védelem esetén a PhD fokozat odaítélését javaslom.

2021. május 31



Dr. Pataricza András
egyetemi tanár,
az MTA doktora