

Bírálat

Drenyovszki Rajmund

doktorjelölt

Valószínűségi eljárások alkalmazása a Smart Grid hálózatok hatékonyságának növelésére

című PhD dolgozatához

Témaválasztás, és általános bevezető: A PhD dolgozat témaválasztása időszerű. Ahogy a jelölt is részletezi, napjainkban a villamosenergia-rendszer jelentős változáson megy keresztül. A megújuló források integrációja növeli a rendszer bizonytalanságait, és az ezen jelenség kapcsán felmerülő kihívásokra az újszerű, modern kommunikációs architektúrákat és számítási eljárásokat használó megközelítések megfelelő, a hatékonyságot biztosító megoldást jelenthetnek.

Szerkezet: A dolgozat 6 fejezetre tagolódik, melyek közül az első bevezető jellegű, a többi 5 fejezet pedig 5 különféle problémakört vizsgál (fogyasztási idősorok modellezése, aggregált fogyasztás szélsőértékeinek becslése, megbízhatósági analízis és méretezési feladat, valószínűségi-alapú fogyasztás-engedélyező algoritmus, fogyasztásengedélyezési feladat sztochasztikus optimalizálási modellje).

Formai szempontok: A dolgozat szerkezete arányos, a formai követelményeknek megfelel, általában véve jól szerkesztett.

Elméleti háttér és eredmények: A dolgozat demonstrálja, hogy a jelölt több területen jártas és hogy ezen területek eszköztárát magabiztosan és adekvát módon használja.

- Ahogy az első fejezet mutatja, a jelölt a dolgozat motivációját adó energetikai fogalmakat, kihívásokat jól ismeri.
- A 2. fejezetben a jelölt a készülékek villamosenergia-fogyasztását leíró modelleket (IID modell, Markov- és szemi-Markov-modellek) rendszerezi és áttekintő módon tárgyalja. Az áttekintés részeként információelmélet alapú mértékek szerint is összehasonlítja azokat. A jelölt ezenkívül a korábban tekintett modelleket (a REDD és GREEND adatbázisokból származó) valós mérési adatokhoz illesztette és a kiadódó modelleket különféle metrikák alapján összehasonlítja.
- A 3. fejezetben a jelölt áttekinti a nagy eltérések elméletének (LDT) alapvető egyenlőtlenségeit, és megmutatja, hogy ezek hogyan használhatóak Smart Gridék túl- és alulfogyasztási problémái esetén. A jelölt itt tárgyalja továbbá a kapcsolódó számítási módszereket (gyors konvolúció és FFT), illetve ezek potenciális alkalmazhatósági korlátait (pl smart mérők memóriamérete). A jelölt ezenkívül a 3.2.6 fejezetben bizonyítja a Chernoff határ kiszámítására alkalmazott függvény

konvexitását. A jelölt ezen felül a különféle egyenlőtlenségeken alapuló módszereket több készülékmodell esetén elemzi, igazolja, hogy a Chernoff-egyenlőtlenség adja a legélesebb becslést a túlfogyasztási valószínűsége, valamint (3.2.8 alfejezet) új eljárást ad smart grid alhálózatok alulfogyasztási valószínűségének becslésére, amely a Chernoff egyenlőtlenség alsó becsléssé történő átalakításán alapul.

- Míg a 3. fejezetben IID típusú modelleket feltételez a jelölt, a 4. fejezetben a korábban használt, a Chernoff-egyenlőtlenségen alapuló módszert általánosítja Markov-lánc típusú modell esetére is. Ez jelentős eredmény, mivel a Markov-lánc típusú modellek az IID modellekkel szemben már képesek leírni a fogyasztási idősorok időben korrelált jellegét. Ezenkívül a 4. fejezetben a jelölt numerikus eredményeket ad, többek között a méretezési problémára, előírt túlfogyasztási valószínűség (LOLP) esetén.
- A jelölt az 5. fejezetben egy LDT-alapú fogyasztás-engedélyezési módszert definiál, amely alkalmas az alul- és túlfogyasztás valószínűségének korlátozására, miközben a fogyasztók kiszolgálása egy adott időn belül megtörténik. Az 5.3.3 fejezetben a jelölt összehasonlítja hogy adott statisztikai egyenlőtlenségek vizsgálata milyen eredményre vezet – ez a rész jól demonstrálja a különféle egyenlőtlenségek eltérő használhatósági körét. Tanulságos például látni, hogy a centrális határeloszlás-tétel nem feltétlenül ad felső becslést, így quality-of-service (QoS) kritériumok esetén a használhatósága korlátozott. A Chernoff-egyenlőtlenségen alapuló módszerek itt is megfelelően bizonyulnak (ezen fejezet is tartalmaz numerikus vizsgálatokat).
- Végül a 6. fejezet a fogyasztásengedélyezési probléma sztochasztikus optimalizálási feladatként történő megfogalmazását tűzi ki célul. Pontosabban, a kitűzött feladat a vezérelhető készülékek (pl. mosógép) bekapcsolási idejének meghatározása úgy, hogy az összes fogyasztás meghatározott korlátokon belül maradjon. A jelölt ehhez kapcsolódóan több módszertani kontribúciót ismertet (pl oracle algoritmus használata a valószínűség-maximalizálási feladat megoldásában).

Kapcsolódó publikációk értékelése:

A jelölt publikációs listája megfelelő, 6 db folyóiratcikket tartalmaz, ezek közül tudtommal 3 db SCI-s, az SCI-sek közül 2 db Q1-es nemzetközi folyóiratcikk (ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, Electric Power Systems Research folyóiratok). A jelölt 2db nem SCI-s folyóiratcikkben első szerző (Kybernetica, GRADUS).

Értékelés, kritikai észrevételek, kérdések:

Főbb észrevételek:

A dolgozat a házi védelem beadott verzióhoz képest konzisztensebb, és igényesebb képet mutat. Az ábrák feliratait magyar nyelvre lettek fordítva, az ábra feliratok mérete és minősége is javult.

A dolgozatban használt megfogalmazások precízebbek lettek, az egyenletek olvashatósága is jobb (lásd pl a (3.27) egyenletet).

A dolgozat ezenkívül a kontextualizáció szempontjából is javult. Az újonnan bekerült hivatkozások egyrészt más tudományterületek hasonló problémáival kötik össze a

dolgozatban vizsgált problémákat (lásd pl a [48, 49, 50] hivatkozásokat, melyek a telekommunikációs irodalom hasonló felvetéseire vonatkoznak), másrészt a méretezési probléma irodalmi bevezetője (4.1) is alaposabbá vált (ezzel a szerző megfelelően reflektált az általam a korábbi verzióval kapcsolatban megfogalmazott kritikára). A szakirodalmi bevezetés, illetve a kontextualizáció az 5. fejezet elején, illetve a 6.3 fejezetben is alaposabbá vált a korábbi verzióhoz képest.

A dolgozat újabb verziójába bekerült 6.10-es fejezetben leírt példa, mely a fogyasztásengedélyezési feladat megoldását demonstrálja.

Apróbb észrevételek:

Elírások:

- 2.1, 2.2. táblázatok: ‘Egyes átmenetek nem fordulnak elő a kiindulási idősorban, így átmeneti valószínűségek sem becsülhetők’ – ‘átmeneti valószínűségek sem becsülhetők’
- 2.12 ábra ‘Hűtőszekrény autókorrelációs függvények különbségének mérték’
- 3.7 ábra: ‘analitikus cdf’ Az ábrafeliratok az új verzióban (helyesen) már jellemzően magyar nyelvűek, a ‘cdf’-et is le lehetett volna fordítani ‘eloszlásfüggvény’-re.
- 4. fejezet: ‘készülék hamaz’
- 4.1 ‘Gyakorlatban azonban az a bevett gyakorlat’
- 5.2 ‘A SAC modul igaz/hamis kimenettel ad,’ felteszem ‘kimenetet’.
- A neveket (Chernoff, Benett) az ábrafeliratokban is nagybetűvel illik kezdeni.

Kérdések:

- A 2.5-2.8 ábrákon a korábbi verzióhoz képest egyrészt változott az ábrázolt tartomány (az X tengely a 2-es értékről indul, ami érthető), de ezzel együtt a görbék is változtak néhol (pl a hűtőszekrény görbéje az eredeti verzióban 2-től jobbra monoton csökkent, és 8-nál az értéke 0.1 – az új verzióban nem monoton a görbe és értéke 8-nál 0.18). Mivel magyarázza az eltérést? Ha az eredmények ennyire variábilisek, nem lenne jobb akár egy görbesereget feltüntetni, pontonként statisztikai határokkal, stb?
- Az 5.2 alfejezetben említett fairness koncepcióhoz kapcsolódóan: ‘A pártatlanság (fairness) jelzi, hogy a készülékek a sorszámuktól függetlenül, egyenletes valószínűséggel kerüljenek tiltásra’. Ha például 10 azonos, potenciálisan letiltható készülék közül előző nap csak az első volt letiltilva, akkor, ha jól értem, elképzelhető, hogy a következő nap is ugyanaz az egy lesz letiltilva, ami bizonyos szempontból talán nem teljesen kívánatos. Van lehetőség az ilyen esetek kezelésére?
- Az ‘Expected shortfall (ES)’ egy eredetileg a pénzügyi szakirodalomból származó koherens kockázati mérték (lásd még: ‘Conditional Value at Risk’). Az 5%-os ES például a vizsgált probléma esetén azt írja le, hogy mi a fogyasztás várható értéke, feltéve, hogy az eloszlásfüggvény 0.95-ös értékétől jobbra járunk (nagy vonalakban azt jellemzi, hogy a legrosszabb eset kimenetele mennyire rossz). Ezen mértéknek

például olyan valószínűségi változók esetén lehet kiemelt szerepe, ahol a sűrűségfüggvény több lokális maximummal rendelkezik, melyek közül egy például a jobb oldali ‘farok’ részre esik. Lát-e a jelölt lehetőséget illetve indokoltságot az ilyen mértékek alkalmazására a vizsgált problémakörben (beépíthető-e esetleg korlátként az algoritmusokba)?

Összefoglalva, a jelölt munkája megfelel a nyilvános vitán elvárt szintnek. A nyilvános vita sikeres lefolyásának esetében javaslom a dolgozat, illetve mindhárom tézis elfogadását, és a PhD cím odaítélését.

Budapest, 2021. Július 13.



Cserecsik Dávid Ph.D.
Egyetemi Docens, PPKE ITK