Válasz

Dr. Kuczmann Miklós Professzor Úr

„Prediction, Control, and Design: Machine Learning and Optimisation Methods for Battery-Enhanced Renewable Energy Systems"

című PhD értekezéshez írt

bírálói véleményére

Mindenekelőtt szeretném őszinte köszönetemet kifejezni Dr. Kuczmann Miklós Professzor Úrnak azért a figyelemért és alaposságért, amellyel értekezésemet a házi védés után ismét elolvasta és értékelte. Megtiszteltetés számomra, hogy a házi védésen is bírálóként vett részt, és hogy javaslatai nyomán a tézispontok megfogalmazása és a dolgozat több állításának pontossága érdemben javult. Hálásan köszönöm, hogy téziseimet új tudományos eredményként elfogadta, és javasolta a nyilvános vita kitűzését. A bírálatban feltett kérdésre az alábbiakban legjobb tudásom szerint igyekszem válaszolni.

Nagyon hasznosnak tartom a kérdést arról, milyen vonalvezetőt lehet használni a jó optimalizációs módszer megválasztásában, hiszen a dolgozat valóban sokféle módszert alkalmaz. Röviden úgy foglalnám össze a választ, hogy nincs minden feladatra egyformán jó módszer, ezért a feladat karakterisztikáiból és a módszerek előzetes feltételezéseiből érdemes kiindulni. Ha a keresési tér kicsi és véges, a kimerítő keresés a legbiztosabb út. Ha a feladatnak igazolható szerkezete van, az erre épülő célzott módszer gyorsabb és megbízhatóbb. A dolgozatban ilyen a DSSO, amely a célfüggvény unimodalitására épít. Ugyanígy az OptEnT-GD a célfüggvény kezdeti monotonitását használja ki. A neurális hálózatok hangolásánál egyetlen kiértékelés is drága, ezért ott a Bayes-optimalizálás és a TPE bizonyult jó választásnak. Ha egyik feltétel sem teljesül, a megbízható tartalékot a metaheurisztikák jelentik. A dolgozatban ilyen az OptEnT-DE, amelynek ára a nagyobb számítási igény. A szerkezetre épülő módszer feltevését minden új alkalmazásnál ellenőrizni kell, és ha nem teljesül, az általánosabb módszerhez kell fordulni.

Ezt a gondolatmenetet a dolgozat Konklúziója röviden már összefoglalja. Kérdése nyomán egy rövid útmutatót és egy hozzá tartozó ábrát is készítettem, amelyeket mellékelten küldök. Az ábra három kérdés mentén vezeti végig az olvasót, és minden módszernél feltünteti a feltételezéseket, az előnyöket és a hátrányokat. A melléklet a dolgozat meglévő eredményeit foglalja össze, az értekezés szövegét nem érinti.

Még egyszer köszönöm alapos munkáját és támogató szavait.

Tisztelettel:

Miseta Tamás

Miseta Tamás

Veszprém, 2026. november 16.

Útmutató az optimalizációs módszer megválasztásához

Nincs olyan optimalizációs módszer, amely minden feladatra egyformán jó, ezért a választást a feladat karakterisztikáiból és az egyes módszerek előzetes feltételezéseiből érdemes levezetni. Az 1. ábra ezt három egymást követő kérdésként és egy tartalékmódszerként foglalja össze. Minden módszernél feltünteti, mit feltételez a feladatról, mi az előnye és mi a hátránya, a dolgozatban alkalmazott módszereknél pedig a vonatkozó tézispontot is.

Kiinduló kérdések. Először a feladatot kell jellemezni: milyen típusúak a döntési változók és hány van belőlük, milyen a célfüggvény és milyen korlátok vannak, valamint mennyi ideig tart egyetlen kiértékelés. Ez utóbbi gyakran többet nyom a latban, mint a változók száma.

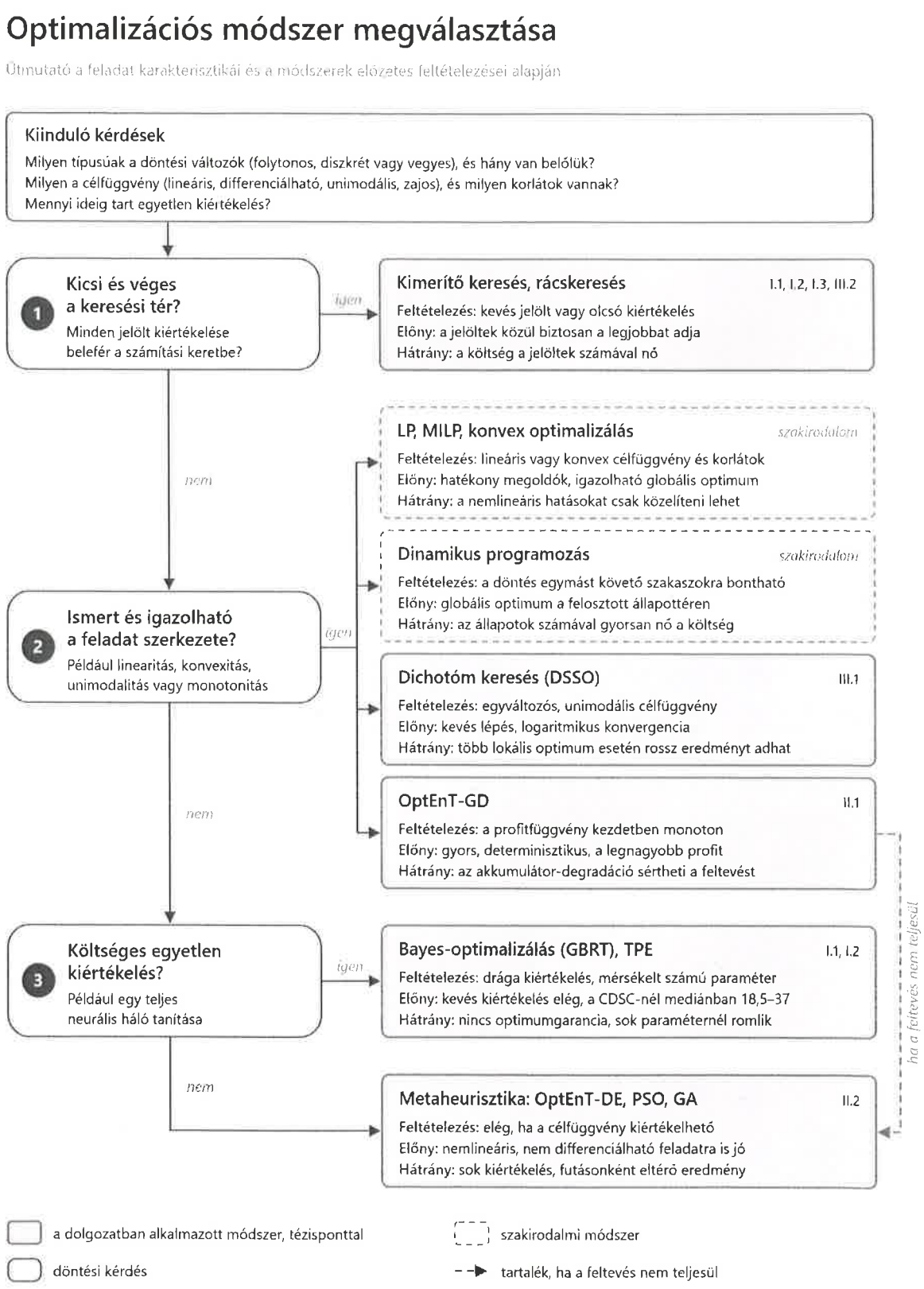
1. Kicsi és véges a keresési tér? Ha minden jelölt kiértékelése belefér a számítási keretbe, a kimerítő keresés (exhaustive search) vagy a rácskeresés a legbiztosabb választás, mert a jelöltek közül biztosan a legjobbat adja. Hátránya, hogy a költség a jelöltek számával nő. A CDSC paraméterrácsa azért volt bejárható, mert a leállítási kritériumokat elmentett epochnaplókon szimuláltuk (I.1). Rácskereséssel rögzítettük a HUPX-piaci LSTM-konfigurációt (I.2) és az alapmodellek kontextushosszát (I.3), kimerítő kereséssel pedig a 12 PV–akkumulátor-forgatókönyv közül választottuk ki a legjobbat (III.2).

2. Ismert és igazolható a feladat szerkezete? Lineáris vagy konvex feladatnál az LP, a MILP és a konvex optimalizálás hatékony megoldókkal igazolható globális optimumot ad, a nemlineáris hatásokat azonban csak közelíteni lehet. Ha a döntés egymást követő szakaszokra bontható, a dinamikus programozás a felosztott állapottéren ad globális optimumot, költsége viszont az állapotok számával gyorsan nő. Egyváltozós, unimodális célfüggvénynél a dichotóm keresés kevés lépésben, logaritmikus konvergenciával találja meg az optimumot (DSSO, III.1), több lokális optimum esetén azonban rossz eredményt adhat. Az OptEnT-GD a profitfüggvény kezdeti monotonitására épít, ezért gyors és determinisztikus, és a vizsgált esetekben a legnagyobb profitot érte el (II.1).

3. Költséges egyetlen kiértékelés? Ha egy kiértékelés például egy teljes neurális háló tanítása, a helyettesítő modellre (surrogate model) épülő Bayes-optimalizálás GBRT-vel vagy a TPE a célravezető, mert kevés kiértékelés is elég. A CDSC paramétereinél a GBRT-alapú Bayes-optimalizálás adathalmazonként 50 futás mediánjában 18,5–37 kiértékelés alatt talált versenyképes beállítást, miközben a paramétertartományok már 0,05-ös küszöblépésnél is 1800–4300 kombinációt adnak (I.1). Az LSTM-ek teljes konfigurációját három piacon TPE-vel, Optuna keretben hangoltuk (I.2). Ezek a módszerek nem garantálnak optimumot, és sok paraméternél romlik a hatékonyságuk.

Ha egyik feltétel sem teljesül. Ekkor a metaheurisztikák (OptEnT-DE, PSO, genetikus algoritmus) jelentik a megbízható tartalékot. Elég, ha a célfüggvény kiértékelhető, így nemlineáris, nem differenciálható feladatra is alkalmasak. Áruk a sok kiértékelés és a futásonként eltérő eredmény: az OptEnT-DE mintegy 3%-kal kisebb maximális profitot ért el, mint az OptEnT-GD, és a 100 futás legjobb és legrosszabb eredménye között 25–30% volt a különbség (II.2).

Ha a feltevés nem teljesül. A szerkezetre épülő módszer csak addig érvényes, amíg a feltevése teljesül, ezt jelzi az ábrán a szaggatott nyíl. A DSSO unimodalitási feltevése a dolgozatban az NPV-célfüggvényre igazolt, más célfüggvény esetén előbb ellenőrizni kell. Az OptEnT-GD monotonitási feltevését az akkumulátor-degradáció sértheti, ilyenkor az OptEnT-DE veszi át a szerepét.



1. ábra. Útmutató a feladat karakterisztikái és a módszerek előzetes feltételezései alapján. Kitöltött keret: a dolgozatban alkalmazott módszer a tézisponttal; szaggatott keret: szakirodalmi módszer; szaggatott nyíl: tartalék, ha a feltevés nem teljesül.