

Válasz Dr. Heckl István bírálataira

Bálint Roland

2021. április 19.

Először is szeretném megköszönni Dr. Heckl István Docens Úrnak a dolgozatomban bírálatába fektetett idejét és energiáját mind a munkahelyi, mind a nyilvános vitára. A munkahelyi vitára megfogalmazott bírálatában az észrevételek és kérdések nagyban hozzájárultak és segítettek a kész dolgozat elkészülésében, melyet szintén köszönök! Továbbá köszönöm, hogy a munkahelyi vitára készített bírálatában szereplő észrevételek, megjegyzések alapján elvégzett módosításokat elfogadta, és a dolgozatot nyilvános vitára alkalmasnak ítélte.

Köszönöm a bírálatában feltett kérdéseket, melyekre az alábbi válaszokkal tudok szolgálni:

Kérdés 1 *Mennyire lehetne adaptálni a modelleket arra az esetre, amikor a környezeti hőmérséklet nem állandó? (éjszaka sokan 3-4 fokkal kisebb hőmérsékletet tartanak a lakásban)*

Válasz A dolgozatban ismertetett modell a külső környezet hőmérsékletét mint külső zavarást veszi figyelembe. Azért, hogy az eredmények összehasonlíthatóak legyenek mind működési költség, mind futási idő tekintetében ez a zavarás mint konstans bemenet jelenik meg az ismertetett eredmények esetén. Azonban itt is van lehetőség a modellnek időben változó hőmérsékletértékek megadására.

Kérdés 2 *Az MPC kapcsán 3 heurisztikus szabályt használt. Mely szabályról tételezi fel, hogy bár gyorsít a megoldáson, de a globális optimum elvesztésével járhat?*

Válasz A MPC ütemező algoritmusnál használt szabályok meghatározásánál és implementálásánál fontos szempont volt, hogy az ütemezésnél csak az olyan lehetőségek legyenek figyelmen kívül hagyva, amik biztosan nem az optimális ütemezéshez vezetnek. A dolgozatban megfogalmazott és alkalmazott heurisztikus szabályok használatával a futási idő nem indokolta, hogy olyan heurisztika, szabály is implementálásra kerüljön, ami gyorsítja ugyan az ütemezés sebességét, de az optimális ütemezés elvesztéséhez vezethet.

Kérdés 3 *Mennyivel drágább 3,5 fokon tartani a hőmérsékletet, mint 5,5 fokon?*

Válasz A működési költség függ a hűtőgép paramétereitől (hőkapacitás) és a bemenetektől (energiaár változások, környezet hőmérséklete) is. Azonban azonos paraméterekkel, konstans energiaárral és környezeti hőmérséklettel futtatva a modellt 3,5°C-on tartani a hőmérsékletet 22%-os többletköltséggel jár, mint 5,5°C esetén.

Kérdés 4 *Milyen esetben törekszik az algoritmus arra, hogy ne a felső, hanem az alsó határon tartsa a hőmérsékletet, hogy minél nagyobb legyen a tartalék?*

Válasz Az algoritmus két esetben fog túlhűteni, így közelíteni a hőmérsékletet az alsó hőmérsékleti korláthoz:

- a) Amikor az energiaárban relatív nagy árnövekedés fog bekövetkezni - Például, ha az energia ár a következő időszakban a 10-szeresére nő, akkor költségben megéri az aktuális ár mellett 9 időegységnyi (10-nél lenne azonos a költség) üzemeltetni a hűtőgépet, mint a következőben 1 időegységnyi, így az algoritmus biztos túlűtést fog alkalmazni. Azonban a hűtőgép dinamikájától, belső hőkapacitásától (méret, belső tartalom) függően előfordulhat, hogy például csak 5 időegységnyi éri meg túlűteni ilyen esetben is.
- b) Amikor az energia ára nulla (esetleg negatív) - Ilyen esetben a hűtőgép működtetése nem növeli a működési költséget, azaz az algoritmus az alsó korlát körül fogja tartani a hőmérsékleteket. Nulla energiaárról beszélhetünk, ha például a saját napelemes rendszerünk termeli meg a működéshez az energiát. Negatív energiaár a villamos energia tőzsdén előfordulhat (próbálnak túladni a túltermelt megújuló energiaforrásokból származó energián), de lakossági fogyasztóknál nem.

Kérdés 5 A hűtő ajtó 1, 2, 3, 4 perces nyitva tartás mennyire változtatja meg a belső hőmérsékletet? Mennyi idő kell, hogy ezt a zavart korrigálja a vezérlés?

Válasz Az ajtó nyitás, mint zavarás a jelenlegi modellben nem szerepel. Az ajtó nyitásával nagymértékben változik a rendszer szigetelésének, hővezetésének értéke. Továbbá sokat számít a hűtőgép belső tartalma és így a hőkapacitásának aktuális értéke is. Az ajtó nyitásával, nyitva tartásával a hűtőgépből a hideg levegő az, ami távozik. A hűtéshez szükséges energia viszont a belső térnek a hőkapacitásával van összefüggésben. A víz hőkapacitása ($4,1813 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$) több mint négyszerese a levegő hőkapacitásának ($1,0035 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$), továbbá míg $1 kg$ víz ($4^\circ C$ -os) térfogata $1 dm^3$, addig $1 kg$ levegő térfogata $1,2 - 1,3 m^3$ ebben a hőmérséklettartományban. Kiszámolva $3,2 - 3,5 m^3$ levegő hűtéséhez/melegítéséhez kell annyi energia mint $1 l$ ($1 dm^3$) vízhez.

Ezek alapján egy átlagos hűtőszekrény esetén, ami félig vagy teljesen tele van, elmondható, hogy az ajtó nyitásával a beltér energiaszintje minimálisan változik csak, mivel csak a levegő cserélődik ki, aminek a hőkapacitása sokkal kisebb, mint a relatív nagy víztartalmú élelmiszercinké. Ezért a belső hőmérséklet megváltozása ilyen esetben csekély, mivel az ajtó becsukása után a részben lecserélődött levegő gyorsan lehűl.

Amennyiben a hűtőgépben kevés az élelmiszer, és így kicsi a hőkapacitása, az algoritmus a mért hőmérséklet alapján a hőkapacitásban változást fog detektálni, és így újrabecsüli azt. Ez egy tranziens zavarásnak felel meg, ami a lecserélődött levegő lehűtése (2-3 ciklus) után le fog csengeni.

A konstruktív és pozitív bírálatot, és a bele fektetett időt és energiát még egyszer köszönöm!

Tisztelettel,


Bálint Roland

Veszprém, 2021. április 19.