

Abstract

In this work we consider a certain class of continuous-time, uncertain systems having the following properties

- quadratically constrained nonlinearity/uncertainty,
- non-accessible state space,
- external disturbances and
- quadratic cost function.

These specifications cover several frequently investigated types of uncertain systems. We propose a nonlinear model predictive control (NMPC) and prove that the applied control policy gives an upper bound of the cost function i.e. a cost guaranteeing control is constructed. For a certain class of disturbances we show that the proposed controller gives a closed-loop system with locally asymptotically stable equilibrium.

Due to the non-accessible state space, we use dynamic output feedback control what we keep quadratically constrained. The abstract multiplier method is used to obtain matrix inequalities that give necessary and sufficient condition for the existence and the computation of a quadratic Lyapunov function. The matrix inequalities are converted into linear matrix inequalities (LMI) in order to obtain a computationally much more effective way for the control design though this latter inequalities provide only a sufficient condition for the existence of the Lyapunov function. The application of the model predictive control makes it possible to improve the quality of the controlled system. Namely, the speed of the convergence to the equilibrium can be increased in comparison with the initially computed dynamic output feedback. Simultaneously, the overall cost of the process is reduced, as well.

A novel element of the proposed method is the application of the NMPC technique with non-accessible state space.

Kivonat

A dolgozat a folytonos idejű rendszerek egy bizonyos osztályával foglalkozik szerepeltetve

- kvadratikusán korlátozott bizonytalanságokat,
- az állapot helyett egy output mérhetőségét,
- külső perturbációs függvényeket és
- kvadratikus célfüggvényt.

Ezek a tulajdonságok az irodalomban tárgyalt bizonytalan rendszerek széles körét lefedik. Bemutatunk egy NMPC szabályzót és felső korlátot bizonyítunk a célfüggvényre, vagyis garantált költségű szabályzót konstruálunk. Megmutatjuk, hogy a perturbációk egy osztálya esetén ez a szabályozó biztosítja az egyensúlyi helyzet lokális aszimptotikus stabilitását is.

Feltételezzük, hogy az állapot helyett csak egy output hozzáférhető a visszacsatoláshoz, ezért dinamikus output-visszacsatolást alkalmazunk, mely kvadratikus korlátnak engedelmessé válik. Az absztrakt multiplikátor módszer használatával mátrix egyenlőtlenségeket vezetünk le, amelyek kvadratikus Lyapunov függvény létezésének szükséges és elégséges feltételeit adják. Ezen egyenlőtlenségeket átalakítjuk lineáris mátrix egyenlőtlenségekké (LMI). Bár ezek az egyenlőtlenségek a Lyapunov függvény létezésének csak elégséges feltételeit adják, de megoldásuk számításigénye kisebb. Az NMPC technikának köszönhetően képesek vagyunk futás közben javítani a vezérelt rendszer minőségét, nevezetesen gyorsabb konvergenciát tudunk elérni, mint ha csak a kezdő időpillanatban kiszámított dinamikus visszacsatolást használnánk, egyben csökkentjük a költség felső korlátját is.

A dolgozatban újdonságként szerepel az NMPC szabályzó nem állapot-visszacsatolással, hanem dinamikus output-visszacsatolással történő alkalmazása.