

Szabályozott mechanikai rendszerek dinamikája a mintavételezési időkézés figyelembevételével

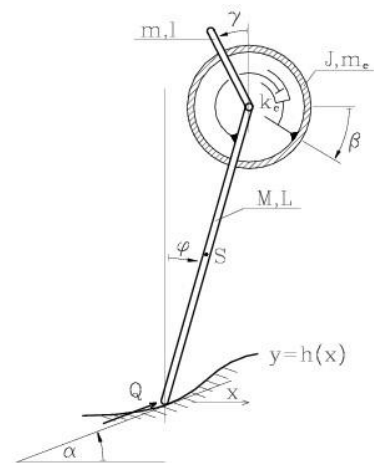
Mechanikai rendszerek instabil egyensúlyi helyzeteinek stabilizálása gyakran felmerülő probléma a mérnöki gyakorlatban. A területnek számos alkalmazása van, a hátsó tengely hajtású csuklós busz úton tartása, repülőgépek tolóerő szabályozása, terhet emelő daruknál a teher lengésének csillapítása, motorkerékpárok kormányzási problémája, álló és sétáló robotok egyensúlyozása csak néhány példa a sok közül. Ezeknek a rendszereknek a digitális szabályozásában mindig jelen van a számítógép mintavételezéséből és a mért jel feldolgozásának idejéből adódó késés. Ha a késés egy bizonyos kritikus értéket meghalad, akkor a szabályozott rendszer egyensúlyi helyzete instabillá válik. Instabil egyensúlyi helyzetek szabályozó erővel történő stabilizálásának tipikus példája az egyensúlyozás. A korábbi egyensúlyozó modellek esetén szükség volt egy abszolút referencia irány ismeretére a szabályozó erő kiszámításához. Ebben a projektben kifejlesztettünk egy olyan egyensúlyozó modellt, amely esetén a szabályozás az abszolút szögek és szögsebességek helyett relatív szögsebességeket használ a szabályozó erő meghatározásához. Ennek azért van nagy jelentősége, mert így nincs szükség abszolút referencia irány ismeretére, az egyensúlyozás enélkül is sikeressé válik.

Sok mechanikai probléma vezet erősen nemlineáris rendszerhez. Ennek egy ma is sokat kutatott területét a szakaszonként lineáris rendszerek képezik. Fogaskerékpárok kotyogással, ütközéscsillapítók, mozgó részek szárazsúrlódással és szomszédos épületek földrengés közben mind szakaszonként lineáris merevséget, csillapítást vagy kompenzáló erőt tartalmazó rendszerrel modellezhetők. Ezek a jelenségek erősen nemlineáris mozgásegyenletekhez vezetnek, így azok az analitikus megoldások, amelyek jól alkalmazhatók gyenge nemlinearitás esetén, ezúttal nem használhatók. Jelen projekt tárgya a kocsira helyezett inverz inga modellje a hajtásnál jelentkező kotyogás és a szabályozás mintavételezéséből adódó időkézés figyelembevételével. Egy egyszerűsített egy dimenziós matematikai modellt is megalkottunk, aminek a vizsgált magasabb dimenziós rendszerrel analóg matematikai tulajdonságai vannak. A megalkotott leképezés pályái olyan mozgásoknak felelnek meg, amik mintavételezéssel szabályozott szakaszonként lineáris rendszerekben figyelhetők meg.

Főbb eredmények

“Mesterséges labirintus”, az egyensúlyozás továbbfejlesztett modellje az emberi egyensúlyozó szerv alapján

- Az emberi egyensúlyozó szerv felépítése és működése alapján konstruáltunk egy modellt, a “mesterséges labirintus”-t, amely az abszolút függőleges irány ismerete nélkül is képes a sikeres egyensúlyozásra a digitális hatások figyelembevételével is. Meghatároztuk a modell egyensúlyi helyzetének stabilitási feltételeit és a kritikus mintavételezési időt.
- Meghatároztuk a digitálisan szabályozott, kocsira helyezett inverz inga felső egyensúlyi helyzetének stabilitási feltételeit és a kritikus mintavételezési időt. A mintavételezés és a kotyogás együttesen általában véges amplitúdójú stabil, de nem periodikus mozgást eredményez.
- Digitálisan szabályozott szakaszonként lineáris rendszerekkel matematikailag analóg tulajdonságokat mutató 1 dimenziós leképezést vizsgáltunk. Ebben a rendszerben kváziperiodikusnál bonyolultabb, de a káosz nem minden feltételét teljesítő mozgás alakul ki. Ez a mozgás tulajdonságai miatt “marginálisan kaotikus”-nak nevezhető.



Válogatott publikációk a témában

- Kollar, L. E., Stepan, G., Turi, J., Dynamics of Piecewise Linear Discontinuous Maps, *Int. J. of Bifurcation and Chaos*, Vol. 14, No. 7, pp. 2341-2351, 2004. IF (2004): 1.019
- Kollar, L. E., Stepan, G., Turi, J., Dynamics of Delayed Piecewise Linear Systems, *Electronic Journal of Differential Equations*, Conference 10, pp. 163-185, 2003. (presented at the *Fifth Mississippi State Conference on Differential Equations and Computational Simulations*, Starkville, MS, USA) (<http://ejde.math.swt.edu> or <http://ejde.math.unt.edu>)
- Stepan, G., Kollar, L. E., Balancing with Reflex Delay, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 31, pp. 199-205, 2000. IF (2000): 0.38