

O načelih vzdrževanja kiberfizičnih sistemov

Santiago Ruiz-Arenas^{1,2} – Imre Horváth¹ – Ricardo Mejía-Gutiérrez² – Eliab Z. Opiyo¹

¹ Tehnična univerza v Delftu, Fakulteta za industrijski dizajn inženiring, Nizozemska

² Univerza EAFIT, Raziskovalna skupina za dizajn inženiring, Kolumbija

Kiberfizični sistemi (KFS) se hitro širijo na različnih področjih. Lastnosti teh sistemov se v veliki meri razlikujejo od lastnosti linearnih kompleksnih sistemov (LKS). Zagotavljanje brezhibnega in zanesljivega delovanja je zato velik izziv, ki zahteva razvoj novih načel snovanja, implementacije in vzdrževanja. Doseganje visoke stopnje zanesljivosti je ena novjših teoretičnih in praktičnih nalog v zvezi s KFS, še posebej pri kiberfizičnih sistemih, ki so ključnega pomena za poslovanje. Znano je, da je tudi za vzdrževanje takšnih sistemov potrebno razviti in uveljaviti nova načela, ki se lahko uporabljajo v različnih kontekstih.

V naši raziskavi je bil uporabljen model sklepanja, ki je prikazan na Sliki 1 (stran 816). Cilj je opredelitev razmerij med principi vzdrževanja, uporabljenimi za LKS, in sistemskimi lastnostmi KFS. Zato smo najprej raziskali, po čem se razlikujejo lastnosti sistemov LKS in KFS. V naslednjem koraku smo opredelili znana načela vzdrževanja LKS ter ugotovljali, katera med njimi so uporabna tudi za KFS, ob upoštevanju drugačnih sistemskih lastnosti.

Po analizi in primerjavi lastnosti sistemov LKS in KFS smo ugotovili, da so tako pri enih kot pri drugih v fizične naprave integrirane informacijske tehnologije, da so geografsko porazdeljeni, imajo več virov energije, združujejo večje število funkcijskih enot ter, da se izvaja intenzivna interakcija s človeškimi deležniki in okoljem, v katerega so vgrajeni. KFS so običajno odprti in nelinearni sistemi, ki imajo več funkcijskih povezav med komponentami, pridobivajo informacije za krmiljenje v realnem času iz realnih procesov, imajo visoko raven avtomatizacije in inteligence ter so pogosto razviti za delo v dinamičnih ali celo agresivnih okoljih.

Izhajajoč iz teh razlik smo postavili hipotezo, da je pri vzdrževanju KFS potreben drugačen pristop kot pri LKS. Zaradi visoke ravni sinergije sestavnih delov, ki je lastna KFS, ni mogoče ločevati vzdrževanja fizičnih, programskih in kiberkomponent. To je velika razlika v primerjavi z LKS, kjer se sodelovanje komponent strojne in programske opreme dogaja na nižji ravni sinergije.

Na osnovi teh teoretičnih razglabljanj predlagamo strategijo vzdrževanja, ki istočasno vključuje heterogene komponente KFS. Raziskava je pokazala naslednje: (i) zaradi določene podobnosti lastnosti sistemov obstaja priložnost za neposreden prenos nekaterih načel vzdrževanja iz LKS na KFS, (ii) obstajajo načela vzdrževanja LKS, ki jih je mogoče izkoristiti z ustreznimi prilagoditvami, (iii) nekatera načela vzdrževanja pa zaradi razlik v sistemskih lastnosti ne pridejo v poštev.

Nove lastnosti sistemov KFS zahtevajo razvoj novih principov vzdrževanja, ki veljajo izključno za KFS. Glavni prispevek tega članka je opredelitev novih načel vzdrževanja KFS. Kot aplikativni kontekst je bila obravnavana domena kiberfizičnih rastlinjakov. Predstavljenih je več primerov omenjenih vrst načel vzdrževanja. To delo je le prvi korak na novo raziskovalno področje.

Za poglobljeno razumevanje bodo potrebne dodatne intenzivne raziskave, razvoj cele vrste načel vzdrževanja za različne KFS in njihova validacija na večjem številu praktičnih aplikacij. Prihodnje študije bodo usmerjene v identifikacijo in preučitev glavnih dejavnikov vpliva ter vzrokov odpovedi KFS.

Ključne besede: kompleksni tehnični sistemi, kiberfizični sistemi, načela vzdrževanja, odpovedi, vzdrževalni svetovalni sistem