

Interaktions framework til løst-koblede controllere

Af Simon Falsig, Syddansk Universitet, Odense, 2012

Som robot systemer bliver mere og mere avancerede, bliver forskere og studerende indenfor området nødt til at specialisere sig i bestemte underområder for at kunne opnå nye resultater – for eksempel indenfor høj-niveau algoritmer eller lav-niveau elektronik. Denne fragmentering resulterer ofte i ikke-genbrugelige, sub-optimale og/eller ad-hoc prototyper, når en struktureret tilgang til konstruktion af de dele af det samlede system, der ikke er interessant for den aktuelle forsker, bliver ofret til fordel for at få tingene til at virke hurtigt.

Med en interesse i at afhjælpe disse problemer, præsenterer denne afhandling hypotesen at et struktureret lav-niveau framework, baseret på FPGA'er, kan laves nemt at bruge for forskere i alle områder indenfor robotteknik, samtidig med at det er fleksibelt og skalerbart nok til i praksis at kunne bruges i en meget stor andel af robot systemer. Denne hypotese testes gennem konstruktionen af det FPGA-baserede TosNet framework, anvendelse af dette på en række robotter, og sammenligning af de opnåede løsninger med alternative teknologier der ofte anvendes i robotsystemer, såsom Robot Operating System (ROS), Ethernet POWERLINK (EPL) og Microsoft Robotics Developer Studio.

De alternative teknologier diskuteres og analyseres på en række karakteristika som performance, struktur og API kompleksitet. Ud fra dette er den beskrevne kløft mellem hardware og software tydelig: med lav-niveau netværk og høj-niveau software middleware på hver deres side af spektret, uden en klar løsning for hvordan sammenkoblingen mellem de to skal laves.

Som grundlag for det videre arbejde udvikles ”node”-konceptet derfor til at beskrive elementer i distribuerede robot-controllere, der abstrahere de enkelte lav-niveau hardware dele af systemet til en system-ensartet repræsentation, og gør denne tilgængelig over et fælles netværk. Baseret på dette laves Node-on-Chip arkitekturen, der fokuserer på at placere så meget funktionalitet som muligt i disse noder på én enkelt FPGA-chip. Med anvendelse af simple, generiske FPGA-boards og system-specifikke add-on boards, giver denne arkitektur en struktureret metode til at designe FPGA-baserede noder til lav-niveau systemer.

TosNet frameworket bruger denne arkitektur, og består yderligere af TosNet protokollen og netværket, en række generiske FPGA-boards, samt gateways til at forbinde TosNet-baserede netværk til høj-niveau systemer. TosNet protokollen er en isokron realtids protokol, der understøtter op til 15 noder i en ring. TosNet netværket er en FPGA-baseret implementation af denne. Til de projekter der ikke har brug for TosNets distribuerede funktionalitet, præsenteres en simplificeret version, μ TosNet, der understøtter én enkelt node.

For at undersøge TosNet frameworkets funktionalitet er det anvendt i kurser og til en lang række projekter udført af studerende og forskere. Det bruges også til tre case-projekter, hvor eksisterende robotter (MiniVGT og CATO robotterne, samt en industriel Panasonic SCARA robot) udstyres med nye controllere. I alle tilfælde er TosNet blevet brugt til nemt at lave fleksible og modulære controllere, hvor noder nemt og hurtigt kan tilføjes, fjernes eller ændres. De tre case-projekter sammenlignes kvalitativt med EPL, CAN-bus og ROS, af hvilke ingen opnår de samme fordele som TosNets kombination af performance, fleksibilitet og simplicitet. Udover fleksibiliteten og skalerbarheden demonstrerer projekterne også hvordan TosNet gør det nemt at genbruge moduler, eftersom de enkelte projekter genbruger elementer fra både framework og tidligere robot-controllere.

I de projekter hvor TosNet har været anvendt har det hjulpet med at give en struktureret tilgang til systemdesignet, og en høj grad af effektivitet på grund af dets skalerbarhed, fleksibilitet, og muligheder for genbrug; hypotesen er derfor valid.

Dette ph.d. projekt bidrager både TosNet frameworket selv, Node-on-Chip arkitekturen, samt terminologi og taksonomi til at give en fælles forståelse af ofte anvendte termer i robot-controllere. Det i ph.d. projektet udførte arbejde har haft indflydelse på både forskning og uddannelse på SDU, og eksternt er meget af arbejdet blevet præsenteret på konferencer, messer og udstillinger verden rundt, med deraf følgende opmærksomhed fra akademiske miljøer, industrien og offentligheden.