

System MATLAB pomohl s vývojem optické stabilizační jednotky pro NASA

V kosmickém výzkumu se velice často přenášejí data na velké vzdálenosti. Z různých částí vesmíru je třeba dostatečně přesným a spolehlivým způsobem zajistit vysílání a příjem měřených nebo obrazových informací. Například průzkumné stanice na povrchu Marsu i na jeho oběžné dráze vysílají získaná data směrem k Zemi prostřednictvím radiofrekvenční komunikace (RF). Avšak přenos vysílaných dat na tak velkou vzdálenost pomocí RF komunikace je velmi pomalý. Řešením může být vysílání těchto dat po přesně zaměřeném paprsku vytvořeném optickým laserem. Výhodou je menší spotřeba energie a rychlejší přenos dat. Laserový paprsek však musí být vzhledem ke směrovosti dostatečně stabilní. Z tohoto důvodu firma Applied Technology Associates (ATA) vyvinula pro NASA Goddard Space Flight Center stabilizační optickou jednotku IRU (Inertial Reference Unit), která nosný paprsek stabilizuje.

Při vývoji zařízení byl použit systém MATLAB americké firmy The MathWorks. Součástí MATLABu je modul Simulink, určený pro modelování a simulaci dynamických systémů. V jeho prostředí bylo vytvořeno blokové schéma modelu jednotky IRU a zároveň zde byla provedena i její simulace. Další modul Real-Time Workshop generoval kód v jazyce C a další software takto vygenerovaný kód spouštěl v reálném čase na příslušném hardware. Samotný MATLAB snímaná data analyzoval.

Výsledkem analýzy je dosažení konzistence mezi modelem a analyzovanými daty. V důsledku použité simulace bylo při vývoji ušetřeno více jak 250,000 USD a zároveň se celý vývoj optické stabilizační jednotky urychlil a optimalizoval.

Popis problému

Porucha směrového optického paprsku má často původ v samotném zařízení. Malá úhlová odchylka způsobená vibrací přístroje může na velké vzdálenosti způsobit nežádoucí posun vysílaného paprsku. Například při vysílání ze satelitů obíhajících kolem Venuše nebo Marsu se pak může paprsek odchýlit od přijímacího zařízení na Zemi a v důsledku toho jsou přenášena data zatížena chybou. Firma ATA se tedy rozhodla navrhnout a vytvořit inerciální jednotku (IRU), která by uvedené problémy zmírnila nebo úplně odstranila. Navrhované zařízení by indikovalo a korigovalo vni-

trní zdroje chvění a zároveň by zvyšovalo přesnost zaměření. V předchozích projektech použila ATA v různých stádiích vývoje kombinaci několika jazyků, což vedlo při vývoji modelu a jeho simulaci na HW v reálném čase ke ztrátě konzistence. Představitelé ATA vysvětlují, že nemají při vývoji dostatek času na ladění, testování a verifikaci modelů psaných v různých programovacích jazycích a proto zvolili prostředky systému MATLAB.



MATLAB urychlil vývoj zařízení pro stabilizaci laserového paprsku průzkumné sondy

Řešení problému

Zařízení navrhovali dva inženýři z firmy Applied Technology Associates, kteří při vývoji modelu inerciální plošiny IRU s výhodou aplikovali softwarové nástroje od firmy MathWorks. Model obsahoval akční členy, dynamiku plošiny a snímače. Vývojáři použili také další části systému MATLAB jako jsou moduly Real-Time Workshop a Real Time Windows Target, které jim umožnily ihned testovat model v reálném čase na příslušném HW. Simulink posloužil k prvotnímu vývoji modelu celého systému. Na ideálním modelu odborníci simulovali dynamiku pohybu snímačů a akčních členů, které ovládají optickou jednotkou a zároveň eliminují možné poruchy. Pomocí MATLABu byl model lineární a tak připraven pro návrh kontroleru.

Popis optické inerciální jednotky

MATLAB a Simulink odborníkům umožnil použít numerické funkce a bloky v modelu tak, aby bylo možno snížit řád dynamiky subsystémů modelu ještě před započítáním návrhu celého regulačního systému. Ke zvýšení výkonnosti modelu byla provedena jeho analýza v časové a frekvenční oblasti s využitím Signal Processing Tool-



boxu. Na modelu sestaveném v Simulinku pomohl Control System Toolbox aplikovat různé způsoby řízení a zajistit tak optimální výkon jednotky. Optimization Toolbox pomohl doladit filtry a kontrolery. Nakonec byl použit Real-Time Workshop, který automaticky ze schématu modelu systému nakresleném v Simulinku vygeneroval C kód. Takto vytvořený program byl testován v reálném čase pomocí Real Time Windows Target instalovaném na stolním PC, které obsahovalo instalaci tří PCI karet ADADIO. Ke snímání pohybu bylo připojeno 16 analogových vstupů, 4 analogové vstupy pro měření proudu akčních členů a 4 pro vyhodnocování signálů laserových snímačů. Prostřednictvím 4 analogových výstupů jsou napájeny akční členy a 24 digitálních výstupů nastavuje parametry PGA pro výstupní elektroniku.

Závěr

Při vývoji bylo dosaženo konzistence modelů a výsledků analýzy. Skripty spuštěné v simulačním modelu byly stejné jako reálná data. Porovnání shody přesností mezi modelem a predikcí byly obdivuhodné

Úspora nákladů na vývoj byla více jak 250,000USD. „Pokud bychom při vývoji plošiny nepoužili nástroje jako je Real-Time Workshop a další, potřebovali bychom prodloužit plán vývoje o 6 měsíců. Ušetřili jsme 250,000USD“, komentovali celý projekt vedoucí pracovníci ATA.

Rychlý a optimalizovaný návrh. „Pro porovnání účinnosti navrhovaných filtrů a kontroleru jsme použili Simulink a Real Time Windows a změnili jsme tak klasický návrh na návrh ve stavovém prostoru. Nová zkouška v reálném čase mohla proběhnout během několika minut“, komentovali celý projekt odborní pracovníci ATA.

Distributor produktů společnosti The MathWorks v ČR a SR:



Humusoft, s. r. o.

**Novákových 6
180 00 Praha 8, ČR
Tel.: +420/284 011 730
Fax: +420/284 011 740
e-mail: info@humusoft.cz
http://www.humusoft.cz**

21

