

Řízení unikátní robotické paže s využitím metody Model-Based Design

Robotické systémy představují nevyčerpatelnou studnici nových řešení, nápadů a inovací. Nové koncepce usnadňují interakci s lidmi, a to nejen z hlediska funkčnosti, ale i bezpečnosti. K prudkému rozvoji robotiky přispívají i moderní vývojové přístupy, jako je metoda Model-Based Design postavená na nástrojích MATLAB a Simulink firmy MathWorks.

Společnost Festo AG vyvinula zcela novou koncepci mechatronické paže, nazvanou Bionic Handling Assistant, která byla inspirována pohybem sloního chobotu (obr.1). Na rozdíl od průmyslových robotických ramen, která jsou obvykle uzavřena v ochranných klecích, je Bionic Handling Assistant navržen tak, aby mohl být v přímém kontaktu s lidmi. Náhodný styk člověka s mechanickou částí paže je neškodný, protože je vyrobena z lehkých plastových dílů poháněných stlačeným vzduchem. Bezpečnost hlídá také řídicí systémem pneumatiky.

Bionic Handling Assistant představuje složitý systém s 11 stupni volnosti, který zahrnuje 12 komor, 13 pneumatických pohonů a 12 senzorů polohy. Řízení pohybu paže s hmotností 1,8 kg a délkou je 1,1 metru zajišťuje 12 regulátorů tlaku a 12 regulátorů polohy, které musí pracovat ve vzájemném souladu. Pneumatické systémy jsou vysoce nelineární a chobot je elastický, takže nebylo možné použít jednoduché PID regulátory. Optimální odezva byla zajištěna pomocí aktivního tlumení vibrací a specializovaných nelineárních stavových modelů se zpětnovazební i dopřednou řídicí strukturou.



Obr. 1 Bionic Handling Assistant firmy Festo (Image® Festo AG)

Model-Based Design

Cílem vývojářů byla implementace řídicího systému na sériové vyráběné hardware - PLC, namísto výroby nákladné specializované elektroniky. V předchozích projektech byla PLC programována ručně. Řízení robotické paže Bionic Handling Assistant však bylo pro tento způsob práce příliš složité. Proto byl návrh řídicího systému realizován metodou Model-Based Design pomocí nástrojů MATLAB a Simulink (obr. 2).

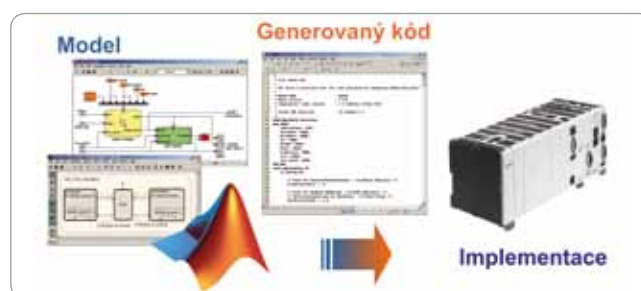
Středem návrhového procesu metodu Model-Based Design je model systému v prostředí Simulink. Ten je využíván od definice požadavků na finální zařízení, přes návrh dynamického systému, až po jeho implementaci na cílovou platformu a testování prototypu. Model systému je během vývoje průběžně zpřesňován a jeho kvalita je testována při simulacích. Pakliže aplikace vyžaduje implementaci na software/hardware platformu, MBD nabízí automatické generování kódu z modelu v Simulinku a to včetně kódu pro systémy pracující v pevné řádové čarce nebo real-time systémy. Automatické generování kódu nejen zásadně zkracuje vývojový cyklus, ale také odstraňuje obvyklé a časté chyby vznikající při manuálním psaní programů.

Od modelu systému k výsledné aplikaci

Vývojáři sestavili v Simulinku matematické modely pneumatických komor, ze kterých je robotická paže složena, a navrhli řídicí systém. Jeho funkčnost byla ověřena pomocí simulací.

Z modelu byl automaticky vygenerován zdrojový kód v jazyce C. Kód byl nasazen na prototypový hardware, s nímž proběhly počáteční laboratorní testy. Naměřená data sloužila ke zpřesnění modelu soustavy v Simulinku, na jehož základě mohla proběhnout optimalizace řídicího systému, vedoucí ke zlepšení výkonnosti a stability.

Poté byl využit nástroj Simulink PLC Coder, který umožnil přímé generování strukturovaného textu (dle normy IEC 61131) z optimalizovaného modelu řídicího systému. Strukturovaný text byl importován do vývojového prostředí CoDeSys firmy 3S-Smart Software Solutions. Zde byl zkompileován a nasazen na řídicí systém Festo CMXR-C2.



Obr. 2 Princip programování PLC metodou Model-Based Design

Algoritmy implementované v PLC byly prověřeny srovnáním frekvenční a časové odezvy systému s výsledky získanými z modelů v Simulinku.

Automatická implementace řídicích algoritmů na sériové PLC umožnila snadné iterace návrhu. Opakovaným laděním modelu a generováním strukturovaného textu bylo dosaženo optimální chování celého systému.

Závěr

Robotická paže Bionic Handling Assistant byla úspěšně prezentována na mnoha místech světa a získala řadu ocenění v Evropě a Severní Americe.

Metoda Model-Based Design umožnila modelování, simulace, optimalizace a generování kódu pro implementaci regulátoru, to vše v rámci jednotného prostředí. Důsledkem byla vyšší efektivita vývojového procesu, a to nejen při projektu Bionic Handling Assistant. Firma Festo nyní používá Simulink PLC Coder a standardní PLC k vývoji dalších pokročilých mechatronických systémů, i v těch případech, kdy by vývoj specializovaných řídicích systémů byl z ekonomických důvodů nerealizovatelný.

Distributor produktů společnosti MathWorks v České republice a na Slovensku.



HUMUSOFT s. r. o.

Pobřežní 20, 186 00 Praha 8
Česká Republika
Tel.: +420 2 84 01 17 30
Fax: +420 2 84 01 17 40
info@humusoft.cz
www.humusoft.cz