

Průběžná zpráva

Název projektu:

Výzkum, vývoj a validace univerzální technologie pro potřeby moderních ultrazvukových kontrol svarových spojů komplexních potrubních systémů jaderných elektráren

(Číslo projektu: TA01020457)

Dílčí cíle:

Modul pro operátorské navádění koncového efektoru manipulátoru pomocí taktilních čidel

Název zprávy:

Víceosý lineární ovladač s prostorovým vyhodnocením vektoru síly pro operátorské navádění manipulátoru



Technická agentura
České republiky

Zapsáno (místo, datum):

KKY, 6. ledna 2014

Autor:

Martin Švejda

Tento dokument je součástí projektu TAČR Alfa TA01020457 „Výzkum, vývoj a validace univerzální technologie pro potřeby moderních ultrazvukových kontrol svarových spojů komplexních potrubních systémů jaderných elektráren“ realizovaného za finanční spoluúčasti Technologické agentury České republiky.



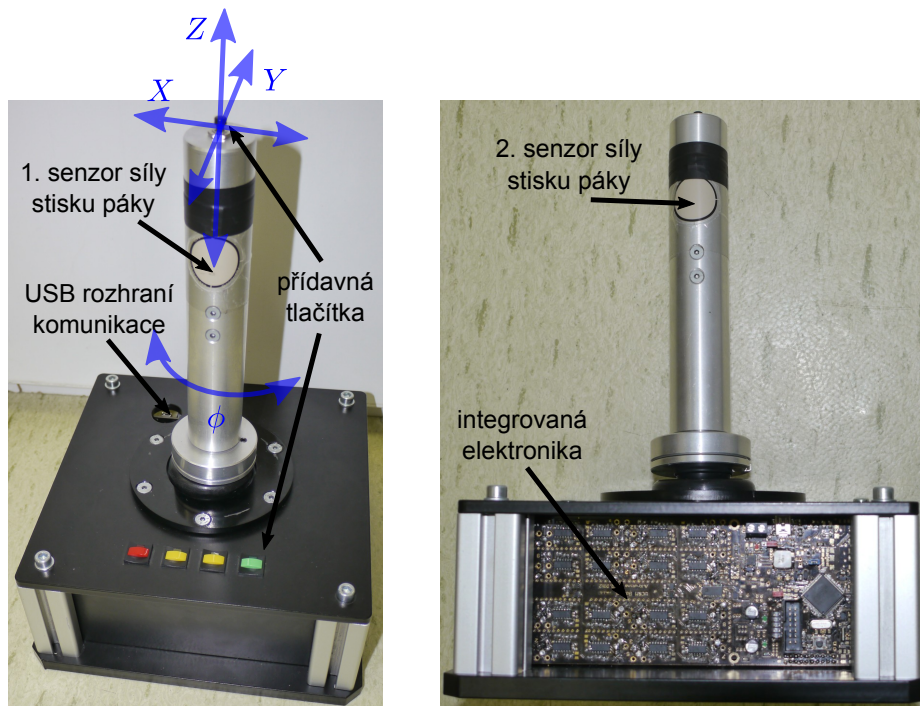
Technologická agentura
České republiky



Alfa

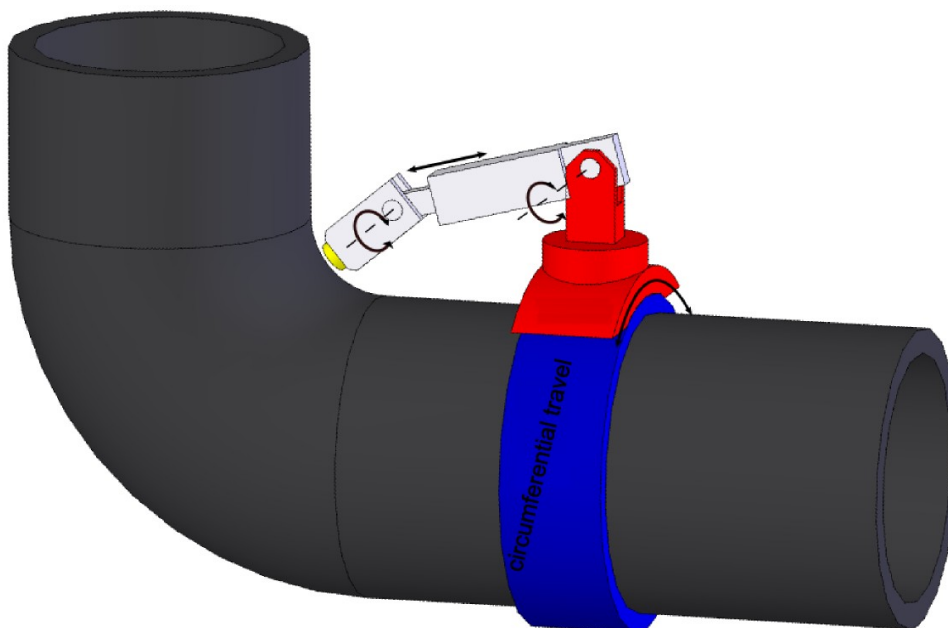
1 Úvod

Předložená technická zpráva se věnuje využití prototypu víceosého lineárního ovladače (joysticku) s prostorovým vyhodnocením vektoru síly. Víceosý lineární ovladač umožňuje snímat sílu ve třech nezávislých osách v prostoru (X , Y , Z) a silový moment jedné rotační osy (rotace ϕ okolo osy joysticku). Páka joysticku je vybavena dvěma přídavnými tenzometrickými snímači, které umožňují snímat sílu (f_1 , f_2) stisku páky. Celkem je tedy možné měřit silové působení v 6 nezávislých osách (3x translace, 1x rotace, 2x síla stisku). Navíc joystick obsahuje několik přídavných dvoustavových tlačítek. Schématické uspořádání joysticku je znázorněno na Obrázku 1. Více informací o hardwarovém provedení joysticku je možné nalézt v [1].



Obrázek 1: Joystick pro operátorské navádění koncového efektoru manipulátoru

Uvažovaný joystick je určen k operátorskému ovládání manipulátoru pro NDT svarových spojů komplexních potrubních systémů v JE. Zmíněný manipulátor je realizován sériovým manipulátorem speciální konstrukce se 4 stupni volnosti (3 translační a jeden rotační), viz Obrázek 2. Manipulátor je navržen takovým způsobem, aby mohl provádět UZ zkoušení definované množiny svarů potrubí, typicky se jedná o obvodový svar, podélný svar, podélný svar v kolenu a svar nátrubku. Mechanická konstrukce manipulátoru (obvodový pojezd po potrubí, specifické složení ramen a aktuátorů) přitom umožňuje minimalizovat jeho fyzické rozměry, manipulátor je tedy vhodný i do technologických prostorů s omezenou přístupností. Popis mechanické konstrukce manipulátoru, jejího návrhu, tvorby matematických a simulačních modelů a algoritmů plánování pohybu konc. efektoru pro uvažované typy svarů lze podrobně nalézt v [4]. Přehledový popis návrhu řízení manipulátoru v řídicím systému REX, viz [2] lze nalézt v [3].

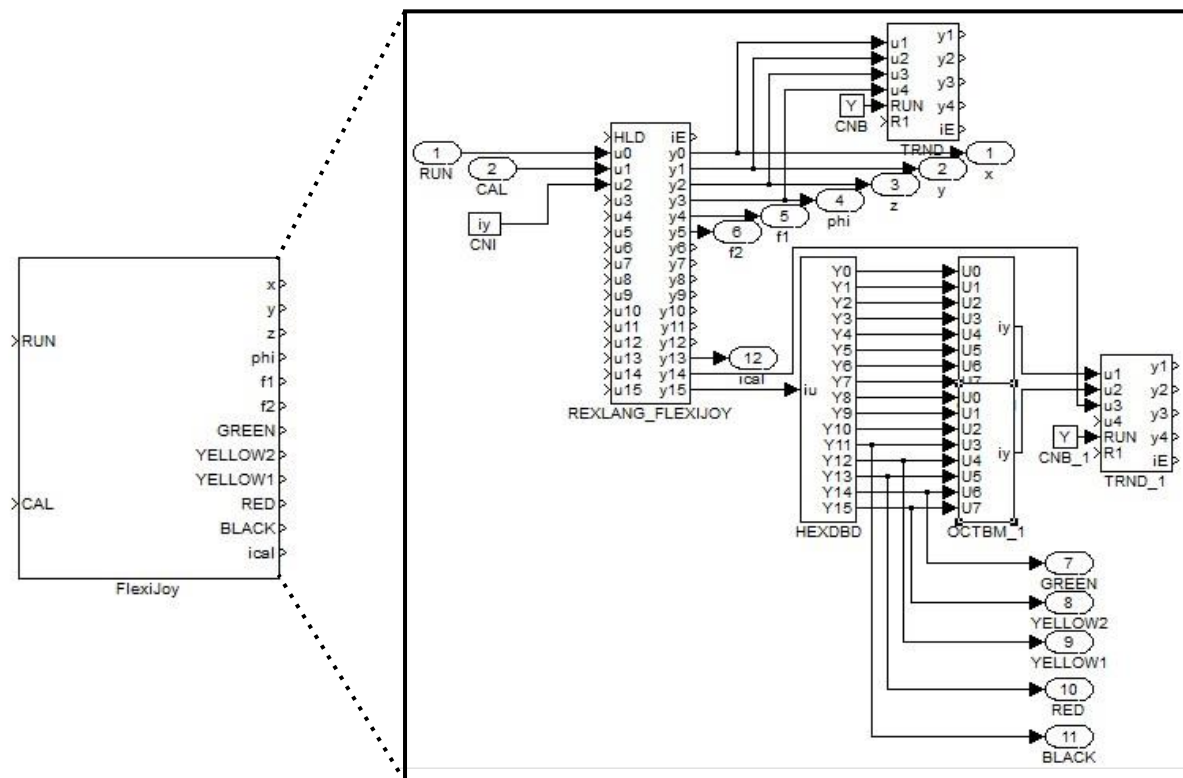


Obrázek 2: Manipulátor pro NDT aplikace

V procesu zkoušení (UZ skenování svarů) je pohyb manipulátoru řízen automaticky dle zadané trajektorie. V reálných případech ovšem nastává potřeba polohovat koncový efektor manipulátoru manuálně lidským operátorem. Tyto situace nastávají typicky při usazení manipulátoru na zkoušené potrubí, kdy je třeba ručně navést koncový efektor manipulátoru na výchozí polohu měření, nebo v případě ruční kompenzace pohybu manipulátoru. K polohování koncového efektoru je možné využít povely zadávané z klávesnice operátorského stanoviště, nicméně tento způsob je poměrně nevýhodný z hlediska přirozeného ovládání prostorového pohybu. Využití joysticku pro polohování je v současnosti známé řešení, nicméně většina těchto zařízení je spíše záležitostí zábavního průmyslu či specializovaných průmyslových aplikací a jejich funkčnost nevyhovuje potřebám polohování koncového efektoru uvažovaného manipulátoru. Předkládaný joystick je vyvinut apriori pro robotické aplikace a určen k operátorskému navádění pomocí taktilních čidel.

2 Software a propojení joysticku s řídicím systémem manipulátoru

Řídicí systém manipulátoru je kompletně implementovaný v řídicím systému REX. Propojení joysticku s řídicím systémem REX je realizováno prostřednictvím sériového komunikačního protokolu přes USB (s využitím FTDI čipu v hardwaru joysticku). Komunikační protokol je realizován jednoduchou paketovou komunikací a je popsán v [1]. Nad tímto komunikačním protokolem byl vytvořen blok, viz Obrázek 3, v řídicím systému REX, který usnadňuje jeho použití. Blok je ve skutečnosti subsystém, jehož jádrem je blok REXLANG a komunikační protokol je implementován skriptem tohoto bloku.



Obrázek 3: Blok subsystému realizující komunikaci s joystickem v řídicím systému REX

Samotný joystick má pro některé uvažované snímané směry více senzorů. Každý senzor vrací hodnotu v rozsahu 0 až 4095. Implementovaný blok řeší nejen komunikaci s joystickem, ale také přepočítá z hodnoty senzoru na interval $< -1, 1 >$ a výpočet váženého průměru z několika senzorů. Stav tlačítek blok zobrazuje tak, jak jej vrací joystick, tj. pro černé tlačítko stav (stisknuté = 1, uvolněné = 0), pro barevná tlačítka náběžná hrana (tj. 1 je jen v okamžiku stisknutí, jinak 0). Popis jednotlivých vstupů, výstupů a nastavitelných parametrů bloku komunikace s joystickem, viz Obrázek 3 je následující:

- **Vstupy:**

| | |
|-----|---|
| RUN | Komunikace s joystickem probíhá, pokud je RUN=1 |
| CAL | Pokud je CAL=1 probíhá kalibrační algoritmus |

- **Výstupy:**

| | |
|---------|---|
| x | (normalizovaná) Poloha joysticku ve směru osy X |
| y | (normalizovaná) Poloha joysticku ve směru osy Y |
| z | (normalizovaná) Poloha joysticku ve směru osy Z |
| phi | (normalizovaná) Poloha joysticku ve směru rotace ϕ |
| f1 | Síla 1. senzoru síly stisku páky |
| f2 | Síla 2. senzoru síly stisku páky |
| GREEN | Stav zeleného tlačítka |
| YELLOW2 | Stav pravého žlutého tlačítka |
| YELLOW1 | Stav levého žlutého tlačítka |
| RED | Stav červeného tlačítka |
| BLACK | Stav černého tlačítka |
| ical | Číslo právě kalibrované veličiny při kalibračním režimu (viz vstup CAL) |

- **Parametry:**

RUN Komunikace s joystickem probíhá, pokud je RUN=1
 CAL Pokud je CAL=1 probíhá kalibrační algoritmus

V bloku subsystému realizující komunikaci s joystickem existuje ještě další důležité interní signály (parametry bloku REXLANG_FLEXIJOY):

REXLANG_FLEXIJOY: fname Název komunikačního portu (ve Windows obvykle COM1, COM5 apod., v linuxu obvykle /dev/ttyUSB0 apod.)
 REXLANG_FLEXIJOY: p0 Perioda čtení hodnot z joysticku v milisekundách (musí být násobkem 10ms).
 REXLANG_FLEXIJOY: y14 Čas v sekundách od posledního přečtení hodnot z joysticku.
 REXLANG_FLEXIJOY: y0 až y7 Hodnoty senzorů v ladících režimech (CAL≠ 0)

- **Výstupy:**

dz pásmo necitlivosti. Pokud je hodnota libovolného výstup menší než toto číslo, na výstupu příslušného signálu je nastavena 0.
 filter Samotný joystick umožňuje jednoduchým způsobem filtrovat hodnotu z jednotlivých snímačů - počítá aritmetický průměr několika posledních hodnot. Pokud je parametr 0, filtr se nepoužije, jinak udává počet hodnot pro průměr. Největší přípustná hodnota je 16.

Kalibrační algoritmus spočívá v nastavení joysticku takovým způsobem, aby pro definované silové působení v jednotlivých osách pohybu se výstupní hodnoty pohybovaly v intervalu $< -1, 1 >$.

Kalibrační algoritmus lze popsat následovně:

1. Nastavením vstup CAL na hodnotu 1 se spouští proces kalibrace
2. Postupným ručním nastavením všech os do minimální a maximální polohy a potvrzení těchto poloh zeleným tlačítkem jsou limity uloženy (do souboru na disk \Rightarrow kalibraci lze provést pouze jednou).

Celý algoritmus probíhá postupně a jeho stav je signalizován výstupem ical následovně:

| | | |
|-------|---|--|
| | 0 | Kalibrace neprobíhá |
| | 1 | Klidová poloha |
| | 2 | Maximální hodnota X (tzn. doprava) |
| | 3 | Minimální hodnota X (tzn. doleva) |
| ical= | 4 | Maximální hodnota Y (tzn. od sebe) |
| | 5 | Minimální hodnota Y (tzn. k sobě) |
| | 6 | Maximální hodnota Z (tzn. nahoru) |
| | 7 | Minimální hodnota Z (tzn. dolů) |
| | 8 | Maximální hodnota ϕ (tzn. otočit doprava) |
| | 9 | Minimální hodnota ϕ (tzn. otočit doleva) |

3 Závěr

Předložená technická zpráva popisuje software pro komunikaci s víceosým lineárním ovladačem (joystickem) s prostorovým vyhodnocením síly. Hlavní náplní je implementace bloku v řídicím

systemu REX, který slouží ke kalibraci a získávání dat z joysticku. V současné době je joystick připraven na zakomponování do řídicího systému [3] manipulátoru [4] pro NDT svarových spojů komplexních potrubních systémů v JE.

Reference

- [1] Krutina, A.; Georgiev, V.: Víceosý lineární ovladač s prostorovým vyhodnocením vektoru síly. Technická zpráva, FEL, ZČU v Plzni, 2011.
- [2] REX Controls s.r.o.: Řídící systém REX. 2013.
URL <http://www.rexcontrols.cz>
- [3] Švejda, M.: Algoritmy řízení pro vybranou variantu manipulátoru pro NDT - návrh realizace. 2013.
URL http://home.zcu.cz/~msvejda/_publications/2013/7_UJV_ridiciSoftware.pdf
- [4] Švejda, M.: Manipulátor pro NDT, varianta 2: RRPR manipulátor, implementační poznámky. 2013, Katedra kybernetiky, ZČU v Plzni.
URL http://home.zcu.cz/~msvejda/_publications/2013/6_generatoryUJVrobot.pdf