

Globální datová struktura pro řízení polohovacích zařízení

Abstract:

Well designed data structure simplifies programming of complex systems and makes its application more efficient. The issue in proper data structure declaration in programmable logic controller (PLC) is what technique for describing parameters, commands and states of system to choose. For universal system implementation is important to determine common requirements of different system types and allow its individual expansibility for each system.

This paper describes universal global data structure for driving multi-axis positioning machines and manipulators. The structure consists of three main substructures in which PLC, motion and main program parameters, commands and state machines are described. Global structure can be transformed to control various systems which support PLCopen standard.

Cíl:

Cílem této práce je návrh a vývoj univerzální globální datové struktury, kterou lze použít pro vývoj softwarů schopných řídit různé typy více-osých systémů, strojů a zařízení. Struktura je realizována pro stroje řízené PLC, které jsou schopné řídit i stroje s desítkami pohonů se softwaru s tisíci parametry. Univerzální struktura je dána její hierarchickou stavbou a užitím standardu PLCopen pro řízení pohonů. Struktura rozděluje systém do několika subsystémů a definuje vazby mezi nimi a tím určují celkové chování systému. Motivací pro vývoj struktury je zjednodušení a zrychlení vývoje nových softwarů, debugování a týmové spolupráce.

Určení požadavků na systém:

Univerzální software by měl být schopen řídit více typů strojů a zařízení. Návrh takového softwaru zahrnuje mnohem více specifických požadavků, přičemž by měl zohlednit variabilitu systémů. Základním požadavkem je oblast zaměření softwarů s **globální datovou strukturou** (GDS) [3], kterou jsou více-osé polohovací zařízení (např. polohovací CNC stroje a manipulátory, dopravníkové pásy, výrobní linky nebo mobilní roboti). Všechny tyto zařízení lze řídit pomocí PLC, které jsou dostatečně robustní pro řízení různých typů zařízení a ve kterých lze deklarovat **GDS** společnou pro všechny typy strojů. **GDS** vychází z následujících požadavků na systém:

- Způsob komunikace softwaru s PLC, I/O a řídicími moduly
- Způsob komunikace s pohony a jejich řízení
- Návrh a princip softwarového řízení systému
- Řešení chybových stavů systému

Cílem těchto požadavků je zkrátit a zjednodušit vývoj a debugování softwarů pro různé typy zařízení a zefektivnit týmovou spolupráci při jejich vývoji. **GDS** je navržena ve vývojovém prostředí **Automation studio** firmy B&R pro vyšší programovací jazyky (C, C++, Structured text) pod normou IEC 61131-3 [1]. **GDS** je deklarována jako **strukturovaný datový typ**, který lze jednoduše rozšířit pro potřeby různých typů strojů. Na základě určených požadavků na univerzální řídicí systémy je **GDS** rozdělena do tří hlavních částí (**substruktur**):

- gtPLC** – hardwarové vstupy, výstupy, příkazy, komunikace se softwarem
- gtMC** – struktura pohonů s parametry a příkazy pro jejich řízení
- gtPRG** – struktura programů v softwaru, Errorová struktura

Substruktura PLC:

Substruktury **gtPLC** v **Tab. 1** rozvíjejí možnost komunikace softwaru s PLC, řídicím hardwarem a I/O moduly. Dalším významem je sledování stavu PLC na jejichž základech umožňuje spouštět hlavní PLC příkazy (CMD). Skrze USB nebo ethernet lze komunikovat s externími zařízeními a načítat, ukládat nebo vytvářet soubory. Substruktura **gtPLC** také umožňuje více-úrovňový přístup k PLC nebo daným částem hardwaru na základě zadaného hesla, což usnadňuje rozdělení a vývoj distribuovaného řídicího systému.

Tab. 1: Datová struktura PLC

| Substruktura | Popis |
|--------------|----------------------------------|
| State | Stavy PLC systému |
| CMD | Příkazy PLC (restart, logger) |
| IO | Vstupy/výstupy (analog, digital) |
| Password | Více-úrovňové ovládání |
| File | Práce se soubory |
| Info | Info PLC (o stavu a chybách) |

Tab. 2: Datová struktura pohonů

| Substruktura | Popis |
|--------------|--------------------------------|
| FBMotion | Funkční bloky pro řízení osy |
| Control | Řídicí substruktura |
| - CMD | Příkazy osy (power, ref, move) |
| - Parameter | Parametry pro řízení osy |
| - Status | Výstupy a signály osy |
| - State | PLCopen stavy osy |

Substruktura pohonů:

Řízení pohonů [4] je deklarováno v souladu s PLCopen ve struktuře **gtMC** na **obr. 2**. PLCopen definuje stavy osy a povolené příkazy v každém z nich. Užití standardu umožňuje řízení systémů jiných výrobců PLC s podporou PLCopen. K řízení os slouží substruktury CMD a parameter, které umožňují inicializaci osy a několik typů pohybu (přímý, krokový, hrubý). Výstupy osy jsou v zobrazovány v substruktuře status.

Řídicí programová struktura:

Substruktura **gtPRG** rozděluje systém na menší úlohy, jejichž sekvenční charakter lze reprezentovat stavovými automaty. Každý stavový automat řeší lokálně vlastní úlohu, avšak jejich globální deklarace jim umožňuje vzájemnou komunikaci na základě současných stavů.

Součástí **gtPRG** je substruktura **Errors**, která shromažďuje informace o chybách z pohonů, funkčních bloků a všech částí systému, kde může nastat chyba. Při vývoji a debugování softwaru lze okamžitě zjistit, v jakém programu, stavovém automatu a stavu chyba nastala. V komplexních systémech o sto a více stavových automatech je tato struktura užitečná a šetří mnoho času při jejich vývoji.

Na **obr. 1** je příklad řídicí struktury systému tvořené stavovými automaty. Vzájemná komunikace této řídicí struktury se strukturami globální datové struktury je zobrazena na **obr. 2**. **GDS** má vliv na funkcionality všech částí systému, který je možné použít pro řízení **univerzálních polohovacích zařízení**.

Závěr:

Vývoj globální datové struktury se zaměřuje na její univerzální využití pro řízení robustních více-osých zařízení a systémů, které mohou mít i stovky os a tisíce parametrů. Při návrhu systému bylo třeba udělat několik kompromisů a omezit tak hardware (jen pro PLC s podporou PLCopen) a software (nemožnost užití nižších programovacích jazyků) pro dosažení žádaných požadavků na univerzálnost, zjednodušení a zrychlení vývoje a debugování nových softwarů. **GDS** je základem diplomové práce [2], která se zabývá vývojem řídicího softwaru pro univerzitní tří-osý polohovací CNC stroj TUL_CNC. V současné době řídí navíc pěti-osý průmyslový CNC stroj. Struktura je dostatečně robustní, aby pokryla potřeby pro řízení obou strojů. **GDS** bude použita pro řízení šestnácti-osého mobilního robota v rámci disertační práce.

Reference:

- [1] JOHN, Karl-Heinz; TIEGELKAMP, Michael. IEC 61131-3 Programming Industrial Automation Systems: Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision - Making Aids. 2nd Edition. New York : Springer 2010, p. 390, ISBN 978-3-642-12015-2.
- [2] VOJÍŘ, Martin. Software pro ovládání CNC stroje. Liberec, 2014. 76 s. Diploma thesis. Technical university of Liberec.
- [3] Liu, T.; Simon, M.; Chin, D.; Romanowitz, H., "Machine control software design," Robotics and Automation. Proceedings. 1986 IEEE International Conference on, vol.3, no., pp.1761,1765, Apr 1986.
- [4] AUTOMATION, B&R. Motion - training text. Austria : [s.n.], 2008. p. 150.

Kontakt:

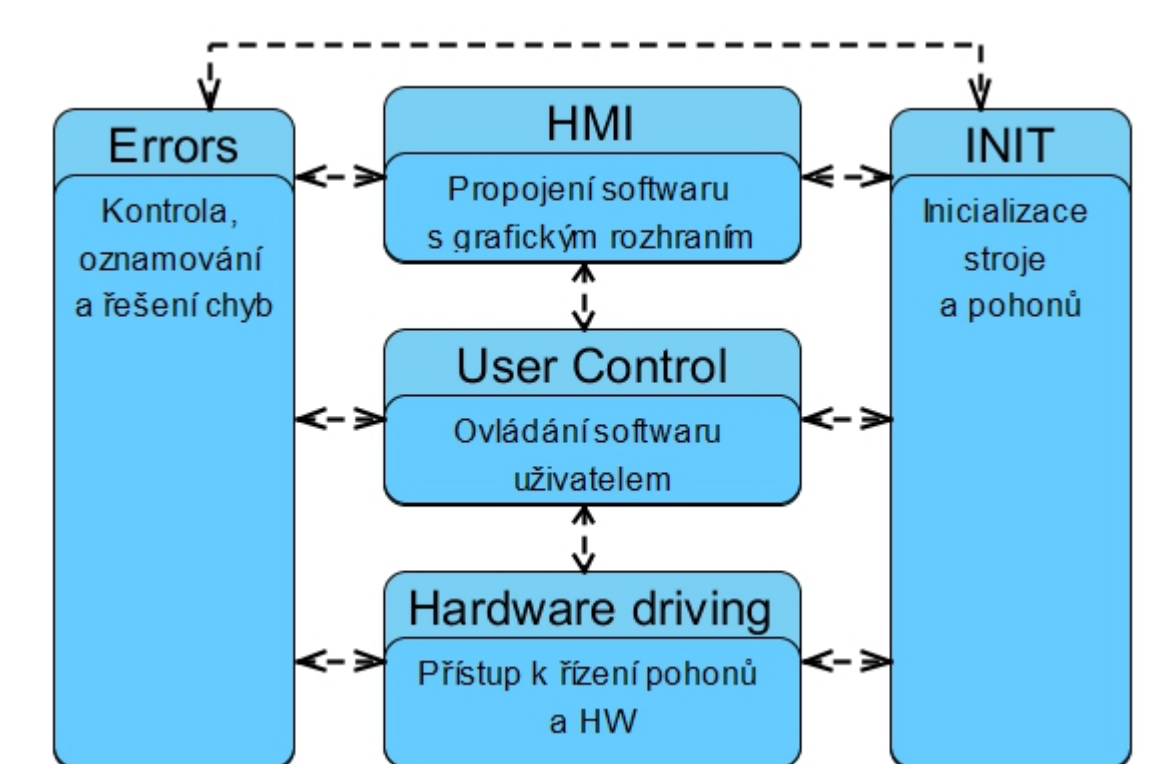
Email: martin.vojir@tul.cz

Tab. 3: Programová struktura

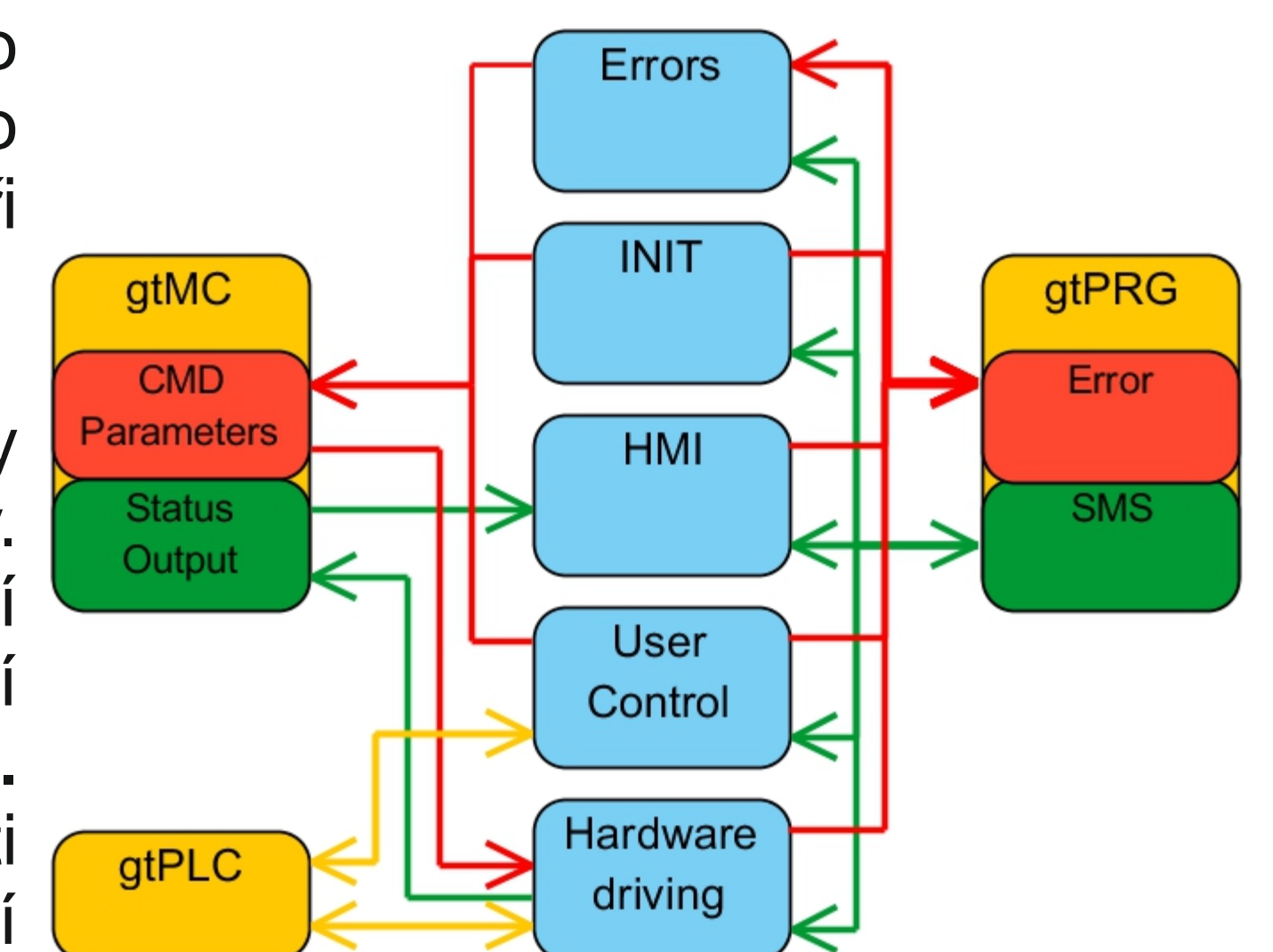
| Substruktura | Popis |
|--------------|---------------------------|
| SMS | Stavové automaty softwaru |
| CMD | Programové příkazy |
| Error | Alarmová substruktura |

Tab. 4: Errorová substruktura

| Substruktura | Popis |
|--------------|-------------------------|
| Error | Indikace chyby |
| Task | Task, kde nastala chyba |
| State | Stav, kde nastala chyba |
| Number | Číslo chyby |
| Acknowledge | Potvrzení chyby |
| Message | Zpráva o chybě |



Obr. 1: Řídicí struktura



Obr. 2: Vazby globální a řídicí struktury