

Optimalizační úlohy v hierarchických decentralizovaných řídicích systémech (2)

Zdeněk Bradáč
Václav Jirsík

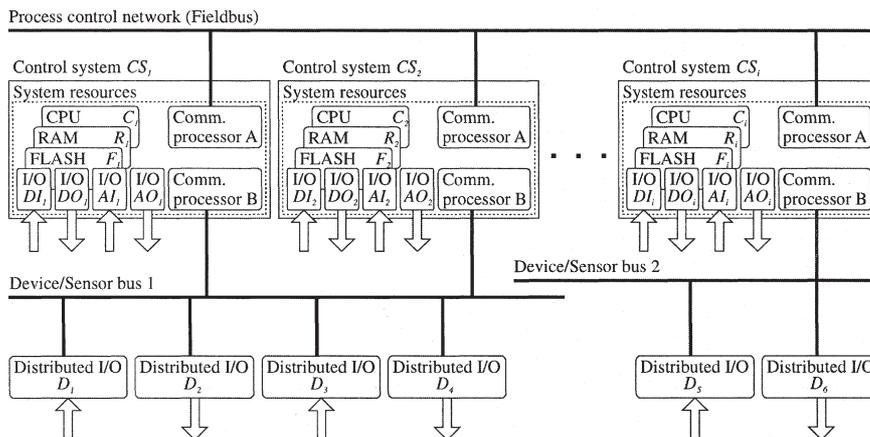
Na důsledném využívání rozdělení průmyslových sériových komunikačních sběrnic je založena stavba hierarchicky decentralizovaných řídicích systémů. Je tedy vidět, že některé průmyslové sériové komunikační sběrnice vzhledem ke svým přenosovým komunikačním schopnostem jsou hierarchicky nadřazeny jiným. Tudíž sériové sběrnice vyšších tříd jsou obecně schopny poskytnout za přesně definovaných podmínek služby a schopnosti sítí hierarchicky nižších. Tento předpoklad umožňuje tzv. hierarchický routing datových toků v rámci hierarchického řešení decentralizovaných řídicích systémů.

Výše uvedené podmínky jsou nutným předpokladem k zavedení formální specifikace, formálního modelu a matematického popisu hierarchicky decentralizované řídicí struktury. Vhodný formalismus následně umožní optimální směrování datových toků v rámci hierarchického decentralizovaného systému, a tím umožní řešení optimalizačních úloh pro vyvážené zatížení sítí, časově optimální přenosy dat a další v závislosti na požadavcích a definicích kritériálních optimalizačních funkcí.

Grafický model [5] s následnou definicí matematického popisu umožňuje řešit problematiku zajištění vysoké funkčnosti a bezpečnosti decentralizovaného systému, a umožňuje současně definovat postupy řešení kritických stavů v rámci definice fault-tolerant systémů. Na základě představeného modelu je možno řešit problematiku začlenění inteligentních postupů do decentralizovaného systému k automatickému řešení úloh typu self-organisation, self-configuration, self-tuning a dalších a tím zavést do decentralizovaného systému algoritmy umožňující programovými prostředky (za využití specifických vlastností technického vybavení) zvýšit jeho bezpečnost a spolehlivost.

2. Hierarchický decentralizovaný řídicí systém

Hierarchický decentralizovaný řídicí systém je založen na předpokladu využití inteligentních řídicích systémů, inteligentní procesní instrumentace a sériových komunikačních sběrnic. Příkladem klasické konstrukce může být řídicí systém zobrazený na obr. 2.



Obr.2 Hierarchický decentralizovaný řídicí systém

Hierarchický decentralizovaný řídicí systém se skládá z řídicích inteligentních stanic CS_i , které jsou vzájemně propojeny sériovou sběrnicí typu fieldbus pro zabezpečení datové komunikace. Dále je decentralizovaný řídicí systém vybaven inteligentní instrumentací představovanou jednak vstupně/výstupními periferiemi I/O DI_i, DO_i, AI_i a AO_i zabudovanými do řídicích systémů a jednak distribuovanými periferiemi D_j propojenými s řídicím systémem pomocí sběrnice typu Device/Sensor bus.

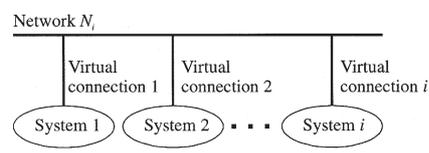
Schopnosti Proces Control Network sběrnice z vyšší úrovně zahrnují schopnosti přenosu datových toků podporovaných sběrnicí Device/Sensor bus z nižší úrovně. Naopak sběrnice z nižší úrovně neumožňuje přenos datagramů sběrnice vyšší úrovně.

Je tedy nutno podotknout, že řídicí systémy CS_i vzájemně komunikují vždy přes Proces Control Network, ale řídicí systémy CS_i s distribuovanými periferiemi D_j komunikují jednak přímo přes Device/Sensor bus případně je povolena hierarchická komunikace.

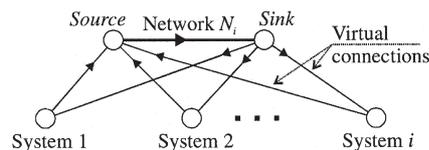
Hierarchická komunikace zahrnuje přenos informace přes Device/Sensor bus, některý řídicí systém CS_i ve funkci routeru a následně přes Proces Control Network k cílovému řídicímu systému.

2.1 Formální model distribuované struktury

Formální model distribuované struktury je dán množinou řídicích systémů System i ,



Obr.3 Struktura decentralizovaného řídicího systému



Obr.4 Grafová prezentace decentralizovaného systému

kteří jsou propojeny sériovou komunikační sběrnicí Network i . Dvoubodový spoj mezi řídicím systémem a sériovou sběrnicí se nazývá Virtual connection i . Potom ať se takováto struktura nazve decentralizovaný systém (obr. 3). Decentralizovaný systém tohoto typu lze zobrazit jako orientovaný ohodnocený graf (obr. 4).

Přenosové schopnosti sériové komunikační sběrnice jsou vyjádřeny ohodnocenou hranou Network N_i spojující uzly Source a Sink. Uzel Source je jediným bodem vstupu datových toků do sériové sítě a uzel Sink je jediným výstupem datových toků ze sériové sítě. Řídicí systémy jsou potom prezentovány ekvivalentně pojmenovanými uzly.

Virtual connections jsou definovány jako orientované hrany spojující vrcholy prezentující řídicí systém s vrcholy Source a Sink prezentujícími vstupní a výstupní body sériové sběrnice Network N_i .

Ohodnocením hran se rozumí přiřazení dvou číselných omezení $\{C_i, P_i\}$ každé hraně, kde:

C_i – je kapacitní omezení přenosových schopností dané hrany,

P_i – je cena za přenesenou objemovou jednotku dat přes korespondující hranu

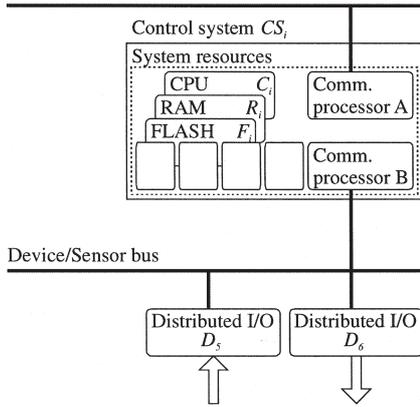
Kapacitní omezení hran prezentujících jednotlivé komunikační sítě číselně odpovídá přenosové kapacitě sériové sběrnice. Naopak je možno přijmout fakt, že za určitých okolností hrany prezentující Virtual connections nemusí být kapacitně omezeny, tzn. že je jim možno přiřadit nekonečnou kapacitu.

Cenové ohodnocení hran nechť koresponduje s přenosovými schopnostmi příslušné komunikační sběrnice. Platí:

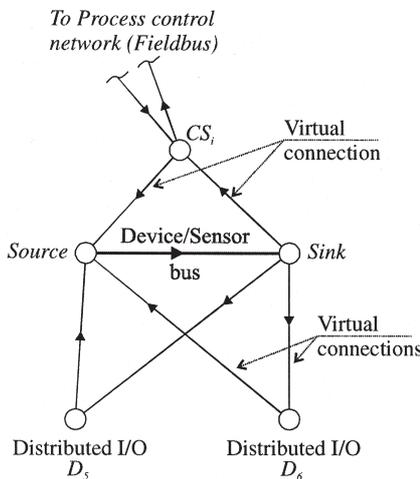
$$P_i^{(low-level net)} > P_j^{(high-level net)} \quad (1)$$

2.2 Formální model distribuovaných periferií

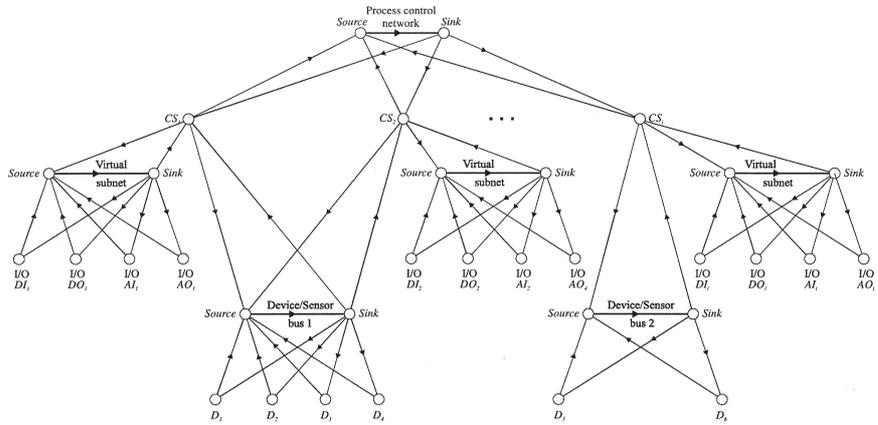
Distribuovanými periferiemi se rozumí jednoduché vstupně/výstupní inteligentní subsystémy, využívané řídicími systémy ke komunikaci s procesem, respektive technologií. Distribuované periferie jsou připojovány výhradně sériovými sběrnicemi typu Device bus nebo Sensor bus (obr. 5). Grafová prezentace distribuovaných periferií je na obr. 6, kde Device/Sensor bus je



Obr.5 Distribuované periferie



Obr.6 Grafová prezentace distribuovaných periferií



Obr.9 Formální model hierarchického decentralizovaného řídicího systému

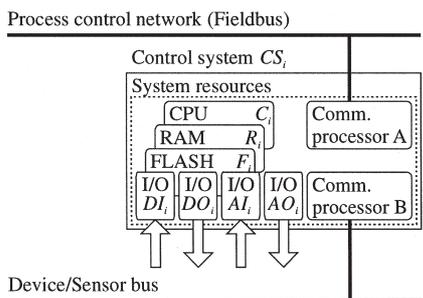
opět prezentována orientovanou ohodnocenou hranou a decentralizované periferie jsou uzly orientovaného grafu.

2.3 Virtuální subsítě

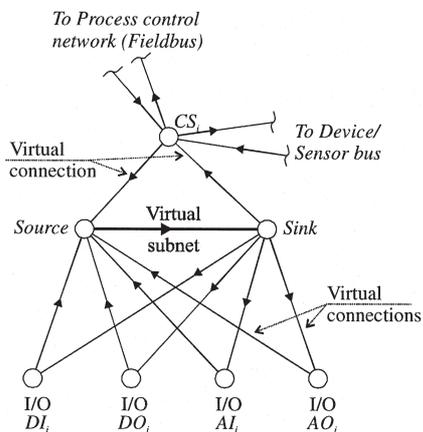
V některých případech není možno v plném rozsahu akceptovat předpoklad, že všechny vstupně/výstupní periferie je možno použít jako distribuované periferie. V tomto případě je možno akceptovat požadavky na začlenění klasických vstupně/výstupních periferií zabudovaných přímo do distribuovaných řídicích systémů (obr. 7).

Pro obecný formální popis takovéto struktury nechť je zaveden pojem Virtual subnet, který popisuje virtuální distribuování vestavěné periferie přes virtuální komunikační sběrnici. Potom je možno definovat parametry této distribuované subsítě následovně:

- komunikační kapacita hran prezentující virtuální subsítě je nekonečná,



Obr.7 Zabudované V/V periferie



Obr.8 Virtuální subsítě

- cena za přenos datové jednotky přes hranu virtuální subsítě je nulové.

Za těchto podmínek můžeme virtuální subsítě popsat podobně jako v případě distribuovaných periferií pomocí orientovaného ohodnoceného grafu (obr. 8).

2.4 Formální model/specifikace hierarchického decentralizovaného řídicího systému

Na základě výše uvedených popisů přijmeme hypotézu, že decentralizovaný systém je možné v plném rozsahu popsat orientovaným ohodnoceným grafem. Tento předpoklad umožňuje zaměřit pozornost na popis a tvorbu formálního modelu a specifikace hierarchického decentralizovaného řídicího systému.

U formálního popisu hierarchického decentralizovaného řídicího systému však jednotlivé hierarchicky odlišné sériové sběrnice disponují různými funkčními vlastnostmi, což přináší rozšířené požadavky na ohodnocení a funkční omezení jednotlivých hran grafové prezentace.

Je nutno vzít v úvahu, že pro implementaci hierarchie v decentralizovaném řídicím systému vyvstávají problémy s výpočty hodnotami typu nekonečno. Proto se objevují problémy v oblasti nespojitosti při řešení optimalizačních úloh, a to primárně při vyčíslování kritériálních funkcí.

Na základě uvedené struktury hierarchického decentralizovaného řídicího systému (obr. 2) sestavíme globální formální model. Tento model se rozpadá na části tvořené modely sériových komunikačních sběrnic a periferií v součinnosti s virtuálními subsítěmi (obr. 9).

Pokračování v budoucím čísle.

Ing. Zdeněk Bradáč
Ing. Václav Jirsík, CSc.

VUT FEKT Brno
Božetěchova 2, 612 66 Brno, ČR
e-mail: bradac@feec.vutbr.cz
jirsik@feec.vutbr.cz