

IA039: Architektura superpočítačů a náročné výpočty

PVM

Luděk Matyska

Fakulta informatiky MU

Jaro 2015

- Parallel Virtual Machine (PVM)
 - Vyvinut koncem na přelomu 80. a 90. let minulého století
 - Primární motivace: tvorba paralelního virtuálního superpočítače
 - Nedostatečný výkon
 - Původně pouze superpočítače byly propojeny vysokorychlostní sítí
 - Postupně propojování pracovních stanic
 - Distribuované prostředí pro vývoj a spouštění distribuovaných programů

- Síť pvmd démonů
 - Odpovídají za vlastní prostředí virtuálního paralelního (distribuovaného) počítače
- Knihovna funkcí
 - API pro meziproceso(ro)vou komunikace
 - API pro manipulaci s jednotlivými procesy
 - Přilinkována k programu

- PVM podporuje primárně programy tvořené *kooperujícími úlohami*
 - Samostatné procesy na různých procesorech
 - Komunikace pomocí výměny zpráv
- Přirozená podpora *task paralelismus*
 - Odpovídá MPMD (Multiple Programs Multiple Data)
 - Vhodný i pro SPMD výpočetní model
 - Je možné realizovat i *data paralelní* programy
- API dostupné pro jazyky
 - C, C++, Fortran 77 (a Fortran 90)

Základní třídy příkazů

- Řízení procesů
- Posílání zpráv
- Přijímání zpráv
- Správa bufferů
- Skupinové operace
- Informace
- Signály

- Každý proces má vlastní identifikátor
 - **TID** –Task Identifier
 - Jedinečný v rámci celé PVM
- Nese informace o úloze i o jejím umístění v PVM
 - Umístění – uzel, na němž proces běží
- Vydáván master PVM démonem
 - Každá PVM má jeden master démon
 - Potenciální slabé místo
 - Nebezpeční přetížení
 - Single point of failure

Příkazy řízení procesů

```
int tid = pvm_mytid(void)
```

```
int info = pvm_exit(void)
```

```
int info = pvm_kill(int tid)
```

```
int info = pvm_addhosts(char **hosts, int nhosts,  
                        int *infos)
```

```
int info = pvm_delhosts(char **hosts, int nhosts,  
                        int *infos)
```

Spuštění nového procesu

```
int numt = pvm_spawn(char *task, char **argv,  
                    int flag, char *where,  
                    int ntask, int *tids)
```

```
flag: PvmTaskDefault  
      PvmTaskHost  
      PvmTaskArch  
      PvmTaskDebug  
      PvmTaskTrace  
      PvmMppFront  
      PvmHostCompl
```


Posílání a přijímání zpráv

- Předávání zpráv zprostředkováno pvmd démony
 - Odpovídají za spolehlivý přenos a doručení
 - Zprávu vždy přebírá lokální (procesu příslušný) pvmd
 - Následně z TID cílové procesu určí jeho umístění a zprávu zašle vzdálenému pvmd procesu.
- Musí zajistit převod dat mezi různými architekturami

Jednoduchý příklad

- Vlastní zaslání dat může realizovat např. následující jednoduchý příklad: `int bufid = pvm_initsend(int encoding)`
- Encoding udává způsob překódování dat
 - `PvmDataDefault`
 - Data jsou překódována do systémového bufferu
 - `PvmDataRaw`
 - Data se průchodem sítí nemění (vhodné pokud víme, že používáme identickou architekturu a prostředí)
 - `PvmDataInPlace`
 - Data jsou konvertována přímo v bufferu

Zasílání zpráv

```
int info = pvm_bufinfo(int bufid, int *bytes,  
                        int *msgtag, int *tid)
```

```
int info = pvm_send(int tid, int msgtag)
```

```
int info = pvm_psend(int tid, int msgtag,  
                     char *buf, int len, int datatype)
```

```
int info = pvm_mcast(int *tids, int ntask,  
                     int msgtag)
```

Přijímání zpráv

```
int info = pvm_recv(int tid, int msgtag)
```

```
int info = pvm_precv(int tid, int msgtag,  
                    char *buf, int len, int datatype,  
                    int atid, int atag, int alen)
```

```
int info = pvm_nrecv(int tid, int msgtag)
```

```
int info = pvm_trecv(int tid, int msgtag,  
                    struct timeval tmout)
```

Ověření dostupnosti zprávy

```
int info = pvm_probe(int tid, int msgtag)
```

Příprava a rozebírání dat

```
pvm_pk<ptype>(<type> *data, int cnt, int stride)
pvm_upk<ptype>(<type> *data, int cnt, int stride)
<ptype>          <type>
byte             char
short           short
int             int
long           long
float          float
double        double
cplx          float
dcplx         double
str           char
```

- PVM podporuje tvorbu *skupin procesů*
 - Proces se může kdykoliv ke skupině přidat
 - Proces může skupinu kdykoliv opustit
- Není nutná žádná synchronizace
 - Je implementován model slabé konzistence

Příkazy skupinové komunikace

```
int inum = pvm_ingroup(char *group)
int info = pvm_lvgroup(char *group)
int info = pvm_bcast(char *group, int msgtag)
int info = pvm_barrier(char *group, int count)
int info = pvm_reduce(void *op, void *data, int cnt,
                     int datatype, int msgtag, char *group,
                     int root)
    void op(int *datatype, void *x, void *y,
           int *num, int *info)
int size = pvm_gsize(char *group)
int tid  = pvm_gettid(char *group, int inum)
int inum = pvm_getinst(char *group, int tid)
```


Množina informačních příkazů

```
int tid = pvm_parent(void)
int dtid = pvm_tidtohost(int tid)
int info = pvm_config(int *nhost, int *narch,
                     struct pvmhostinfo **hostp)
int info = pvm_tasks(int which, int *ntask,
                    struct pvmtaskinfo **taskp)
int oldval = pvm_setopt(int what, int val)
int      val = pvm_getopt(int what)
```

Pokročilé funkce

```
int info = pvm_reg_hoster()
```

```
int info = pvm_reg_tasker()
```

```
int info = pvm_reg_rm(struct hostinfo **hip)
```

- Všechny tři uvedené procedury slouží k nahrazení defaultních funkcí PVM při spouštění nových uzlů (pvmd) i nových úloh.
- `pvm_reg_hoster()` a `pvm_reg_tasker()` zajišťují konkrétní činnosti (addhost či spawn)
- `pvm_reg_rm()` umožní definovat nový plánovač (scheduler)

- Parallel **Virtual Machine**
 - Důraz na virtuální stroj
 - Nástroje pro stavbu (rozebírání) tohoto stroje
 - Ovládání úloh
- „Následníkem“ je Message Passing Interface (MPI)
 - Důraz na práci s daty (zprávami)
 - Dlouho žádná podpora práce s úlohami (tasks)
 - Podpora paralelního I/O