

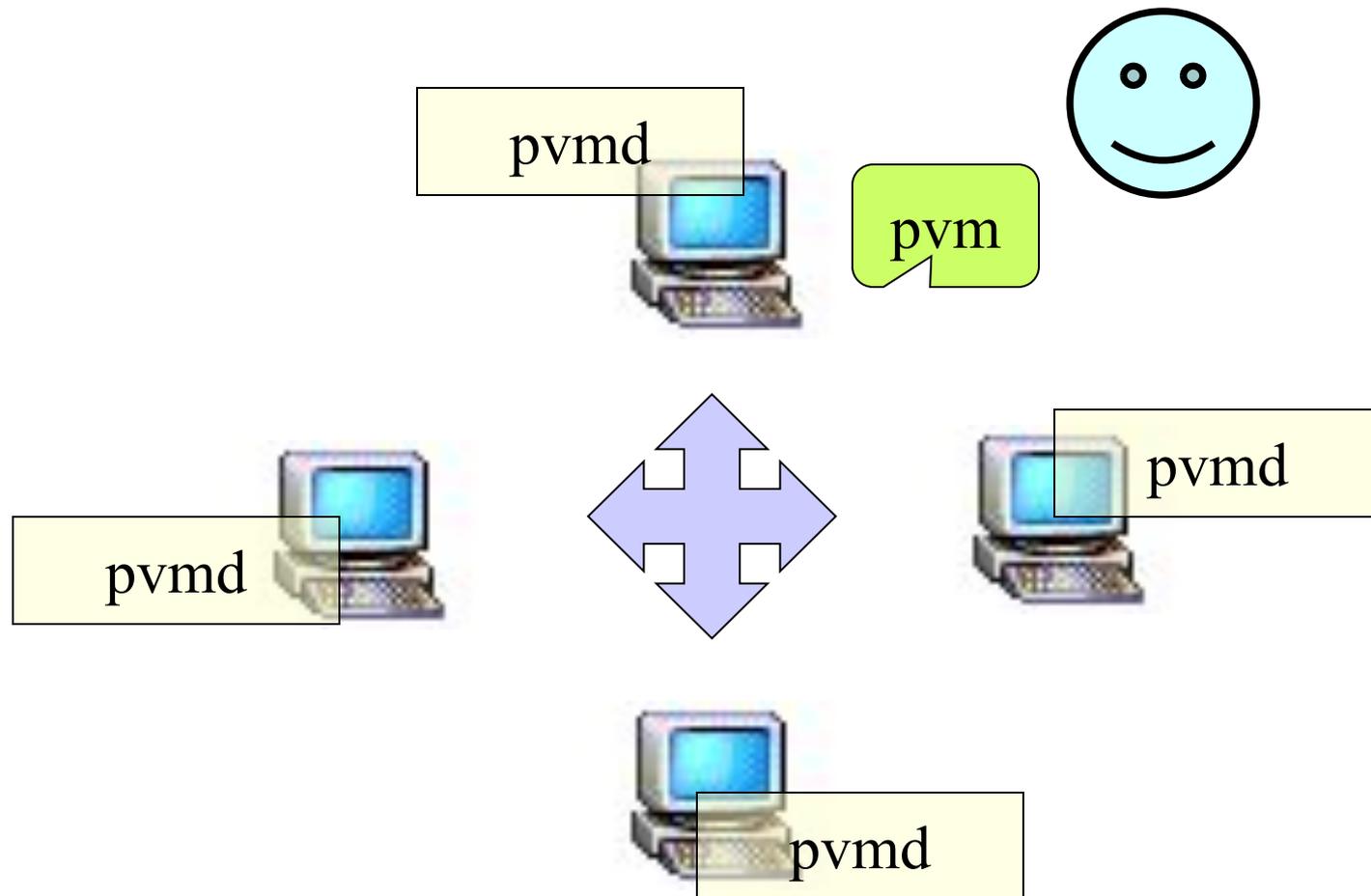
Parallel Virtual Machines

История создания

Проект PVM был начат в 1989 году в Oak Ridge National Laboratory
Первый релиз – Март 1991.

Библиотека была полностью переписана в 1993 году. Версия 3.3,
которая и будет рассматриваться далее.

Парадигма РVM



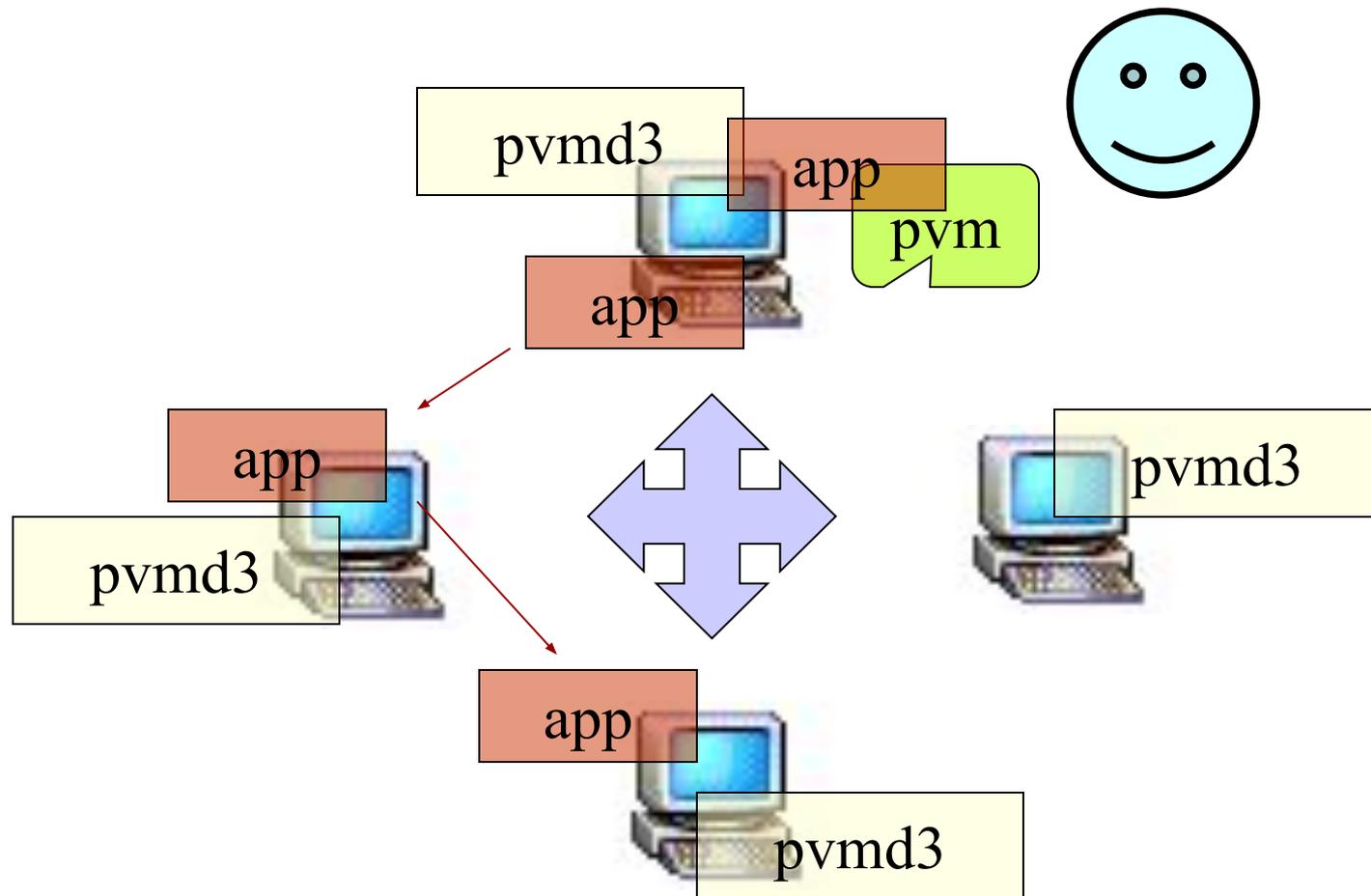
«Демон» pvmd

- «Отвечает» за работу на вычислительном узле.
- Используется для запуска, контроля и завершения заданий.

Работа пользователя в PVM

- Запуск PVM.
- Создание виртуальной машины.
- Запуск процесса приложения, который порождает другие процессы.

Запуск приложения



Консоль PVM

Консоль PVM предоставляет возможность контроля всех процессов виртуальной машины. Она используется для

- конфигурирования параллельной машины;
- запуска и завершения процессов виртуальной машины;
- получения информации о запущенных процессах;

Консоль является отдельным процессом PVM, может быть запущена или завершена в любой момент.

Управление виртуальной машиной с консоли

`pvm> add hostname` добавление узла в виртуальную машину

`pvm> delete hostname` удаление узла из виртуальной машины

`pvm> conf` печать конфигурации виртуальной машины

`pvm> halt` завершить работу всех демонов и закрыть PVM

Работа с процессами

`pvm> spawn task` запуск процесса с именем *task*

`pvm> kill tid` прерывание выполнения задания

`pvm> ps` печать списка запущенных процессов

`pvm> reset` завершение всех запущенных задач

Другие команды консоли

`rvm> spawn task` запуск процесса с именем *task*

`rvm> kill tid` прерывание выполнения задания

`rvm> ps` печать списка запущенных процессов

Способы запуска приложения

- Из командной строки.
- Из консоли **pvmt** на локальной или удаленной машине.
- Из приложения с помощью функции **pvmt_spawn** на локальной или удаленной машине.

Управление виртуальной машиной ИЗ КОНСОЛИ

- На машине должна быть установлена библиотека PVM.
- Должны существовать права для удаленного доступа.
- `pvm add hostname`

Управление виртуальной машиной из программы

```
int pvm_add_hosts(char** hosts, int nhosts, int* infos);
```

hosts – список имен добавляемых машин

nhosts – число добавляемых машин

infos – коды ошибок (< 0 означает ошибку)

возвращает число корректно добавленных узлов

```
int pvm_del_hosts(char** hosts, int nhosts, int* infos);
```

Запуск процесса из консоли

- Предварительно скопировать в стандартный (или указанный для данной машины) каталог на нужной машине.
- `spawn app_name` – обычный запуск (вывод сохраняется в директории tmp)
- `spawn -> app_name` – запуск с перехватом вывода.

Запуск процесса

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

Запуск **ntask** процессов с именем **task**.

task – имя загрузочного модуля

argv – аргументы командной строки

flag – способ запуска

PvmTaskDefault (0) - PVM выбирает машину

PvmTaskHost - **where** задает конкретную машину

...

tids – массив идентификаторов запущенных заданий (или кодов ошибок при частичном запуске).

numt – число реально запущенных заданий, значение меньше нуля означает ошибку; если **numt < ntask**, то запущено меньше заданий, чем ожидалось (ошибки в **tids**)

Различные примеры запуска процессов

```
numt = pvm_spawn( "host", 0, PvmTaskHost,  
                  "sparky", 1, &tid[0] );  
numt = pvm_spawn( "host", 0, (PvmTaskHost+PvmTaskDebug),  
                  "sparky", 1, &tid[0] );  
numt = pvm_spawn( "node", 0, PvmTaskArch,  
                  "RIOS", 1, &tid[i] );  
numt = pvm_spawn( "FEM1", args, 0, 0, 16, tids );  
numt = pvm_spawn( "pde", 0, PvmTaskHost,  
                  "paragon.ornl", 512, tids );
```

Завершение задания

Выход из параллельной машины:

```
int pvm_exit();
```

стандартная последовательность вызова:

```
pvm_exit();
```

```
exit();
```

Принудительное завершение процесса по идентификатору:

```
int pvm_kill(int tid);
```

Пример (hello.c)

```
main()
{
    int cc, tid, msgtag;
    char buf[100];

    printf("i'm t%x\n", pvm_mytid());

    cc = pvm_spawn("hello_other", (char**)0, 0, "", 1, &tid);
```

```
if (cc == 1) {
    msgtag = 1;
    pvm_recv(tid, msgtag);
    pvm_upkstr(buf);
    printf("from t%x: %s\n", tid, buf);
} else
    printf("can't start hello_other\n");

pvm_exit();
}
```

Пример (hello_other.c)

```
#include "pvm3.h"
```

```
main()
```

```
{
```

```
    int ptid, msgtag;
```

```
    char buf[100];
```

```
    ptid = pvm_parent();
```

```
strcpy(buf, "hello, world from ");
gethostname(buf + strlen(buf), 64);
msgtag = 1;
pvm_initsend(PvmDataDefault);
pvm_pkstr(buf);
pvm_send(ptid, msgtag);

pvm_exit();
}
```

int tid = pvm_mytid(void)

Возвращает номер задания. Если процесс не включен в PVM, то добавляет его (как и любой другой первый вызов PVM).

int tid = pvm_parent(void)

Возвращает идентификатор процесса, запустившего данный или PvmNoParent, если такого нет.

Обмен сообщениями

Посылка:

1. Инициализация буфера.
2. Упаковка в буфер данных.
3. Посылка данных.

Прием:

1. Прием данных в буфер.
2. Распаковка данных из буфера.

Посылка сообщений.

```
int bufid = pvm_itsend( int encoding )
```

Очищает буфер отправки сообщений и инициализирует кодировку.

encoding:

PvmDataDefault – кодировка XDR (самый общий случай)

PvmDataRaw – кодировка отсутствует (однородная платформа)

PvmDataInPlace – копирования не производится (сохраняются указатели и размеры данных пользователя)

Управление несколькими буферами

RVM допускает существование нескольких буферов, из которых в данный момент может быть активен только **один** буфер для отправки и в точности **один** буфер для приема сообщений. Активный буфер можно менять.

Функции для управления несколькими буферами

int pvm_mkbuf(int encoding) – создает буфер возвращает идентификатор созданного буфера

int pvm_freebuf(int bufid) – освобождает буфер

int pvm_getsbuf() – возвращает активный буфер для отправки сообщений

int pvm_getrvuf() – возвращает активный буфер для приема сообщений

int pvm_setsbuf(int bufid) – устанавливает активный буфер для отправки сообщений (возвращает id предыдущего буфера)

int pvm_setrvuf(int bufid) – устанавливает активный буфер для приема сообщений (возвращает id предыдущего буфера)

Возможное применение нескольких буферов

За счет переключения между буферами удастся передавать сообщения без перекодировки:

```
bufid = pvm_recv( src, tag );  
oldid = pvm_setsbuf( bufid );  
info = pvm_send( dst, tag );  
info = pvm_freebuf( oldid );
```

Упаковка сообщений

```
int info = pvm_pkbyte( char *cp, int nitem, int stride )
int info = pvm_pkcplx( float *xp, int nitem, int stride )
int info = pvm_pkdcplx( double *zp, int nitem, int stride
)
int info = pvm_pkdouble( double *dp, int nitem, int
stride )
int info = pvm_pkfloat( float *fp, int nitem, int stride )
int info = pvm_pkint( int *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_pklong( long *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_pkshort( short *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_pkstr( char *cp )
int info = pvm_packf( const char *fmt, ... )
```

Посылка сообщений

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

tid – идентификатор процесса приемника
msgtag – тэг сообщения

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

Посылка асинхронная.

Посылка сообщений

```
int info = pvm_psend( int tid, void* p, int  
msgtag,  
int cnt, int typ)
```

tid – идентификатор процесса приемника;

msgtag – тэг сообщения;

cnt – число посылаемых элементов данных;

typ – тип элементов данных;

Типы

- PVM_STR
- PVM_BYTE
- PVM_SHORT
- PVM_INT
- PVM_LONG
- PVM_ULONG
- PVM_FLOAT
- PVM_CPLX
- PVM_DOUBLE
- PVM_DCPLX
- PVM_UINT
- PVM_USHORT

Прием сообщений

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

tid – идентификатор процесса отправителя

msgtag – тэг сообщения

(Значение тэга или идентификатора сообщения, равное –1, воспринимается как шаблон.)

Блокирующий прием сообщения. Освобождает старый (если последний

не был сохранен с помощью `pvm_setrbuf`) и создает новый активный буфер, который заполняет принятым сообщением и возвращает его.

Прием сообщений

```
int bufid = pvm_trecv( int tid, int msgtag, struct timeval*  
timeout )
```

Прием по таймауту.

tid – идентификатор процесса отправителя

msgtag – тэг сообщения

timeout – максимальное время блокировки

возвращает 0, если сообщение не доставлено после
прошествя

периода времени

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

Неблокирующий прием – возвращает 0 в случае
если сообщение не пришло неготовности отправителя

Распаковка

```
int info = pvm_upkbyte( char *cp, int nitem, int stride )
int info = pvm_upkcplx( float *xp, int nitem, int stride )
int info = pvm_upkdcplx( double *zp, int nitem, int stride
)
int info = pvm_upkdouble( double *dp, int nitem, int
stride )
int info = pvm_upkfloat( float *fp, int nitem, int stride )
int info = pvm_upkint( int *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_upklong( long *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_upkshort( short *np, int nitem, int stride )
int info = pvm_upkstr( char *cp )
```

```
int info = pvm_unpackf( const char *fmt      )
```

Прием + распаковка

```
int pvm_precv( int tid, int msgtag, void *p, int cnt, int typ,  
int * rtid, int* rcnt, int * rtag)
```

Комбинирует прием и распаковку сообщения, состоящего из однородных элементов. Возвращает (через параметры rtid, rcnt, rtyp) информацию о числе элементов в принятом сообщении, идентификаторе процесса-передатчика и тэге сообщения.

Нотификация о событии

int pvm_notify(int what, int msgtag, int cnt, int* tids)

what – тип события (**PvmTaskExit**, **PvmHostDelete**, **PvmHostAdd**)

msgtag – тэг, который будет использован для нотификации

cnt – число элементов в массиве **tids**

tids – массив идентификаторов процессов, события которых подвергаются мониторингу (пуст, если **PvmHostAdd**)

Нотификация о событии

При возникновении запрашиваемого события процессу, вызывавшему **rvm_notify**, посылается сообщение с указанным тэгом.

Сообщение содержит id процесса, для которого произошло событие (одно сообщение на событие):

RvmTaskExit – id процесса, завершившего работу;

RvmHostDelete – id удаленного rvmд;

RvmHostAdd – id добавленного rvmд (не более cnt сообщений).

```
/*
    Failure notification example
    Demonstrates how to tell when a task exits
*/

/* defines and prototypes for the PVM library */
#include <pvm3.h>

/* Maximum number of children this program will spawn */
#define MAXNCHILD  20
/* Tag to use for the task done message */
#define TASKDIED   11

int
main(int argc, char* argv[])
{

    /* number of tasks to spawn, use 3 as the default */
    int ntask = 3;
    /* return code from pvm calls */
    int info;
    /* my task id */
    int mytid;
    /* my parents task id */
    int myparent;
    /* children task id array */
    int child[MAXNCHILD];
    int i, deadtid;
    int tid;
    char *argv[5];
```

```
/* find out my task id number */
mytid = pvm_mytid();

/* check for error */
if (mytid < 0) {
    /* print out the error */
    pvm_perror(argv[0]);
    /* exit the program */
    return -1;
}

/* find my parent's task id number */
myparent = pvm_parent();

/* exit if there is some error other than PvmNoParent */
if ((myparent < 0) && (myparent != PvmNoParent)) {
    pvm_perror(argv[0]);
    pvm_exit();
    return -1;
}
```

```
/* if i don't have a parent then i am the parent */
if (myparent == PvmNoParent) {
    /* find out how many tasks to spawn */
    if (argc == 2) ntask = atoi(argv[1]);
    /* make sure ntask is legal */
    if ((ntask < 1) || (ntask > MAXNCHILD)) { pvm_exit(); return 0; }

    /* spawn the child tasks */
    info = pvm_spawn(argv[0], (char**)0, PvmTaskDebug, (char*)0,
        ntask, child);

    /* make sure spawn succeeded */
    if (info != ntask) { pvm_exit(); return -1; }

    /* print the tids */
    for (i = 0; i < ntask; i++) printf("t%x\t",child[i]); putchar('\n');
```

```

/* ask for notification when child exits */
info = pvm_notify(PvmTaskExit, TASKDIED, ntask, child);
if (info < 0) { pvm_perror("notify"); pvm_exit(); return -1; }

/* reap the middle child */
info = pvm_kill(child[ntask/2]);
if (info < 0) { pvm_perror("kill"); pvm_exit(); return -1; }

/* wait for the notification */
info = pvm_rcv(-1, TASKDIED);
if (info < 0) { pvm_perror("rcv"); pvm_exit(); return -1; }
info = pvm_upkint(&deadtid, 1, 1);
if (info < 0) pvm_perror("calling pvm_upkint");

/* should be the middle child */
printf("Task t%x has exited.\n", deadtid);
printf("Task t%x is middle child.\n", child[ntask/2]);
pvm_exit();
return 0;
}

/* i'm a child */
sleep(63);
pvm_exit();
return 0;
}

```