Programmation Réseau

RPC/XDR

Jean-Baptiste.Yunes@liafa.jussieu.fr

Coloriages: François Armand
armand@informatique.univ-paris-diderot.fr

UFR Informatique

2011-2012

Les RPC/XDR du monde Unix

appeler une fonction distante (Remote Procedure Call)

service RPC

pour se faire, il est nécessaire de normaliser la représentation des données échangées paramètre effectifs et retour de fonction, avec XDR (eXternal Data Representation)

un service très connu NFS (Network File System)

RPC

la version 2 est normalisée dans la RFC 5531 (Mai 2009)

Network Computing) est décrit par la RFC 1831 (Août 1995)

la première initiative a été normalisée par la RFC
Sun Microsystems®

XDR

la version la plus récente est décrite dans la RFC 4506 (Mai 2006)

le document original est la RFC 1014

de nommage

anciennement connu sous le nom de sunrpc ou portmap

enregistré auprès du portmapper

services enregistrés (nom et port TCP ou UDP)

Un exemple de services disponibles (ici des services tous liés à NFS)

Terminal — ssh — 80×24

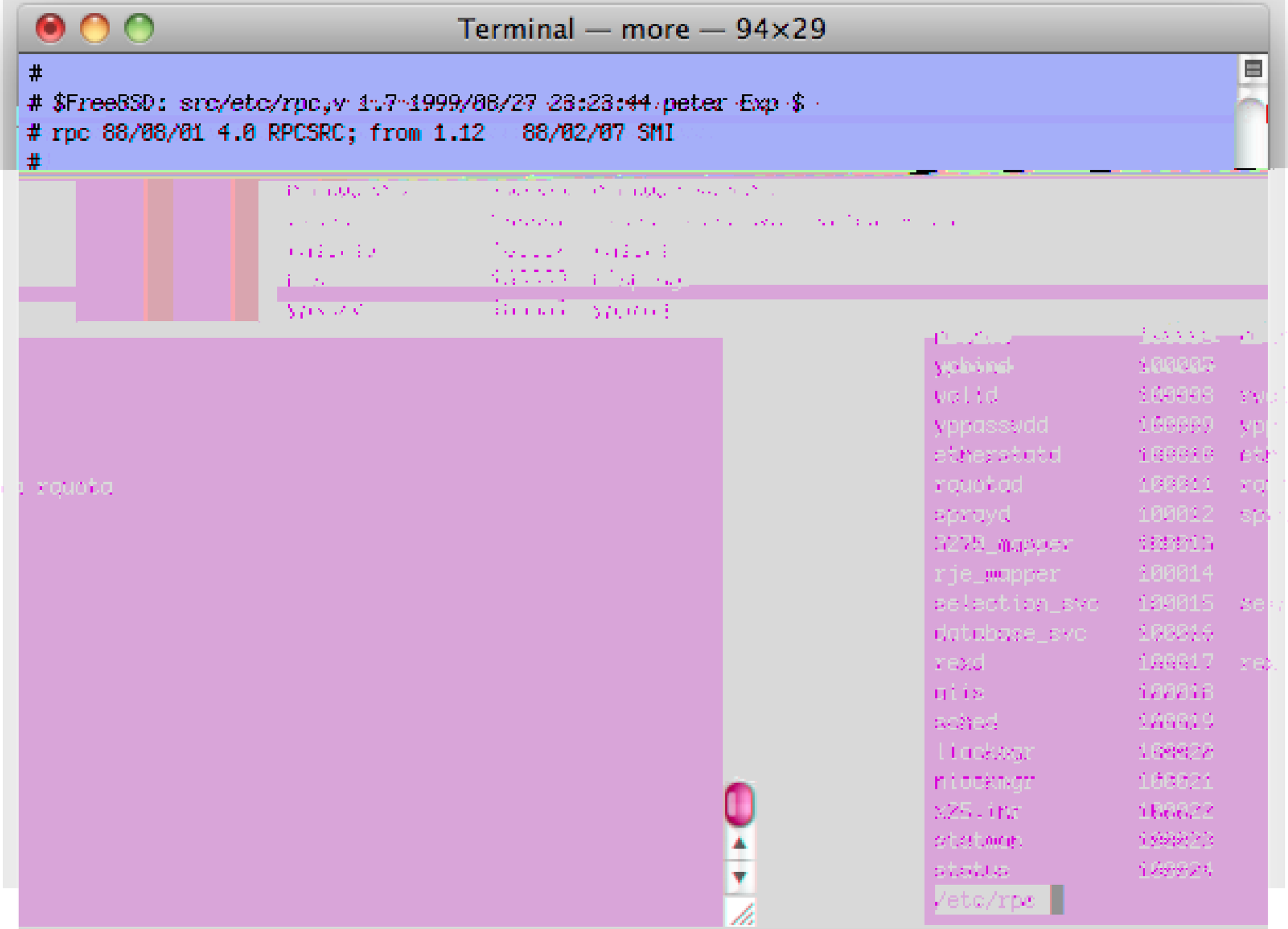
```
<liafa0-25-[11:22]-[~]> /usr/sbin/rpcinfo -p
   program vers proto   port  service
    100000    4   tcp    111  portmapper
    100000    3   tcp    111  portmapper
    100000    2   tcp    111  portmapper
    100000    4   udp    111  portmapper
    100000    3   udp    111  portmapper
    100000    2   udp    111  portmapper
    100024    1   udp  39493  status
    100024    1   tcp  49895  status
    100021    1   udp  36364  nlockmgr
    100021    3   udp  36364  nlockmgr
    100021    4   udp  36364  nlockmgr
    100021    1   tcp  52415  nlockmgr
    100021    3   tcp  52415  nlockmgr
    100021    4   tcp  52415  nlockmgr
<liafa0-26-[11:22]-[~]>
```

Ici le service supplémentaire est celui des pages jaunes

Terminal — ssh — 74×28

```
<amertume-3-[11:25]-[~]> rpcinfo -p
   program vers proto   port  service
    100000    4   tcp    111  rpcbind
    100000    3   tcp    111  rpcbind
    100000    2   tcp    111  rpcbind
    100000    4   udp    111  rpcbind
    100000    3   udp    111  rpcbind
    100000    2   udp    111  rpcbind
    100007    3   udp  32780  ypbind
    100007    2   udp  32780  ypbind
    100007    1   udp  32780  ypbind
    100007    3   tcp  32778  ypbind
    100007    2   tcp  32778  ypbind
    100007    1   tcp  32778  ypbind
    100024    1   udp  32786  status
    100024    1   tcp  32781  status
    100133    1   udp  32786
    100133    1   tcp  32781
    100021    1   udp   4045  nlockmgr
    100021    2   udp   4045  nlockmgr
    100021    3   udp   4045  nlockmgr
    100021    4   udp   4045  nlockmgr
    100021    1   tcp   4045  nlockmgr
    100021    2   tcp   4045  nlockmgr
    100021    3   tcp   4045  nlockmgr
    100021    4   tcp   4045  nlockmgr
1073741824    1   tcp  32783
<amertume-4-[11:25]-[~]>
```

Le fichier des services RPC standard connus est (sous Unix) /etc/rpc :



RPCL

types XDR, il existe un langage description des procédures qui opèrent sur ces types

ce langage est RPCL (Remote Procedure Call Language)

il est relativement simple et permet de :

décrire des types de données

décrire un service (avec version)

les données qui peuvent être décrites en RPCL sont :

des énumérations

des constantes

des structures

des unions

un exemple RPCL :

```
enum {
    LUNDI = 0,
    MARDI = 1,
    MERCREDI = 2,
    JEUDI = 3,
    VENDREDI = 4,
    SAMEDI = 5,
    DIMANCHE = 6
};
```

un exemple de constante RPCL :

```
const JOURS_PAR_SEMAINE = 7;
```

un exemple de définition de type RPCL :

```
typedef int valeurs[255];
```

les déclarations de variables RPCL peuvent prendre la forme :

simple :

int valeur;

de tableau de taille fixe :

int valeur[255];

de tableau de taille variable :

int valeur<255>;

de pointeur :

un exemple de structure RPCL :

```
struct maStructure {
  int valeur;
  int autresValeurs[200];
};
```

```
union myUnion switch(int valeur) {
  case 0:
    int iValeur;
  case 1:
    float fValeur;
default:
    void;
```

un service RPC est appelé program en RPCL et est identifié par un numéro de service RPC (auquel correspondra un ou des ports) :

```
program MYSERVICE {

} = numéro;
```

forme :

version VERSION1_1 {

déclaration de prototypes

} = numéro;

le numéro identifie le numéro de version de

```
void UNEFONCTION(int) = 1;

unsigned int UNEAUTREFONCTION(void) =
2;
```

un service de calcul pourrait donc avoir la forme suivante :

```
program PROG {

  version V1 {

    int addition(int,int) = 1;

    int soustraction(int,int) = 2;

  } = 1;

} = 0xDEADBABE;
```

RPCL utilise certains types particuliers

bool est un pseudo-type compilé en bool_t

string est compilé en char *. Attention, il est interdit de passer le pointeur NULL...

il existe un type opaque

documentation à ce sujet)

rpcgen permet de compiler une description RPCL en fichiers sources C

par convention les fichiers sources RPCL .x

rpcgen -a -NC fichier.x

source C nécessaires à la partie cliente et serveur

générée...

rpcgen -a -NC fichier.x va générer les fichiers :

en commun :

fichier.h

fichier_xdr.c

pour la partie cliente :

fichier_client.c

fichier_clnt.c

pour la partie serveur

fichier_server.c

fichier_svc.c

le fichier .h contient la traduction en C des définitions RPCL, types et prototypes

le fichier _xdr.c contient des fonctions de marshalling (le terme courant pour désigner la sérialisation XDR)

le fichier _svc.c contient le programme principal (main) permettant le service auprès de RPC (portmapper)

UDP et TCP

le fichier _server.c contient une implémentation minimale de fonctions RPC (ce fichier qui doit être modifié côté serveur : implémentation des calculs envisagés)

le fichier _clnt.c contient les talons permettant les appels distants (via clnt_call)

le fichier _client.c contient un squelette de client (main
pour obtenir les effets recherchés côté client.

Exemple

```
program FARPC {
    version V1 {
        int add (int a, int b) = 1;
        int sub (int a, int b) = 2;
    } = 1;
} = 0xFAFAFAFA;
```

```
farpc_client        # après compilation
farpc_client.c
farpc_clnt.c
farpc.h
farpc_server        # après compilation
farpc_server.c
farpc_svc.c
farpc.x
farpc_xdr.c
Makefile            # après renommage
```

farpc_client.c (extraits)

```
#include "farpc.h"

void farpc_1(char *host){
  CLIENT *clnt;
  int  *result_1;
  int add_1_a= 10;
  int add_1_b = 5;

 clnt = clnt_create (host, FARPC, V1, "udp");
 if (clnt == NULL) {
     clnt_pcreateerror (host); exit (1);
  }
 result_1 = add_1(add_1_a, add_1_b, clnt);
 if (result_1 == (int *) NULL) {
    clnt_perror (clnt, "call failed");
}
```

farpc_clnt.c (extraits)

```
int *add_1(int a, int b,  CLIENT *clnt)
{
    add_1_argument arg;
    static int clnt_res;

   memset((char *)&clnt_res, 0, sizeof(clnt_res));
   arg.a = a;
    arg.b = b;

  if (clnt_call (clnt, add,
                 (xdrproc_t) xdr_add_1_argument,
                 (caddr_t) &arg, (xdrproc_t) xdr_int,
                  (caddr_t) &clnt_res,        TIMEOUT) !=
     RPC_SUCCESS) {
       return (NULL);
  }  return (&clnt_res);
}
```

farpc_server.c

```
int *add_1_svc(int a, int b,  struct svc_req *rqstp)
{
    static int  result;
    /*
     * insert server code here
     */
    printf("Add %d %d \n", a, b);
    result = a+ b;
    return &result;
}
```

farpc_svc.c (extraits)

```
main() {
    transp = svcudp_create(RPC_ANYSOCK);
    if (transp == NULL)         exit(1);

    if (!svc_register(transp, FARPC, V1, farpc_1, IPPROTO_UDP)) {
        fprintf (stderr, "%s", "unable to register (FARPC, V1, udp).");
        exit(1);
    }
    svc_run();
    fprintf (stderr, "%s", "svc_run returned");
    exit (1);
}
```

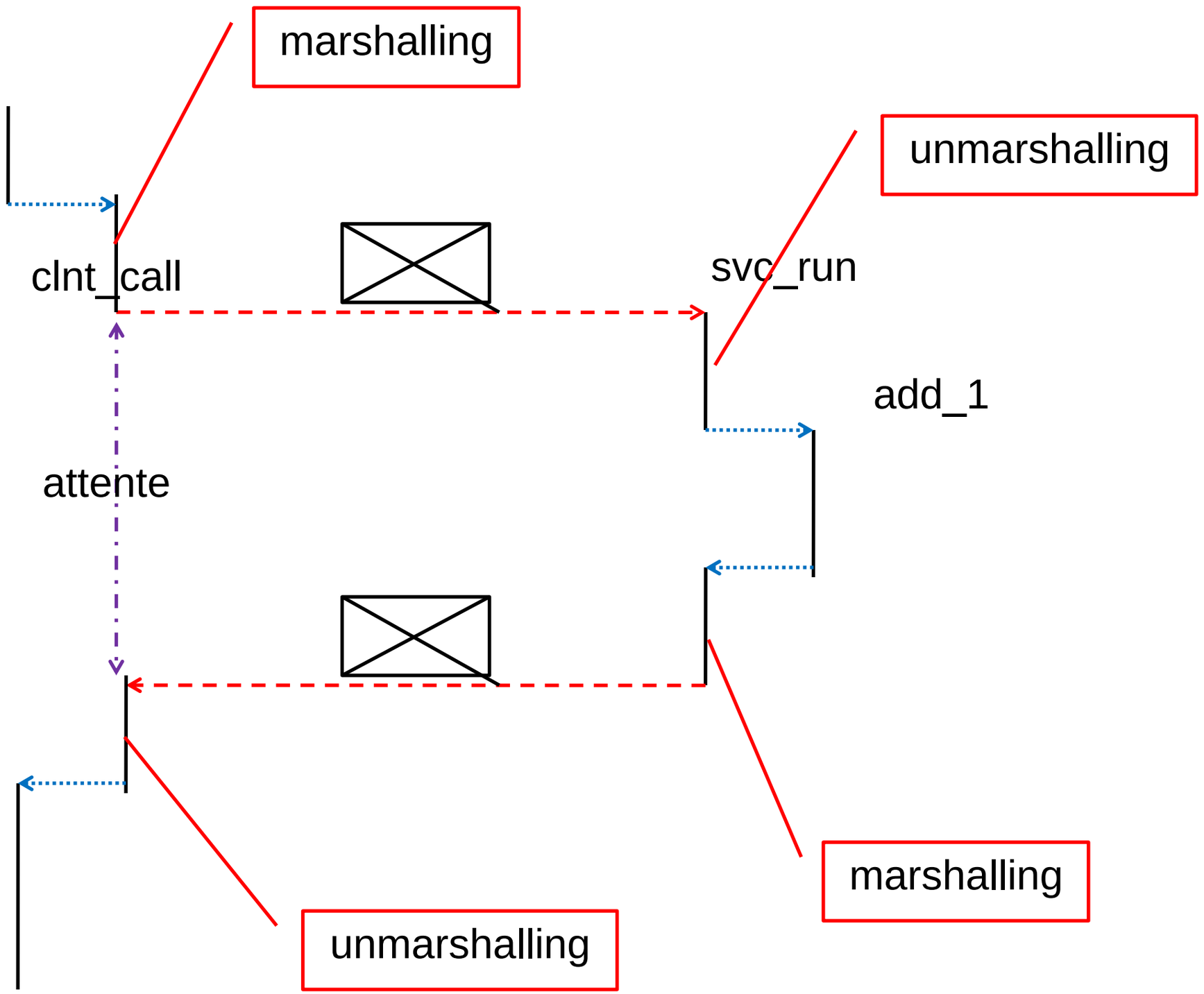
farpc_svc.c (extraits)

```
int *_add_1 (add_1_argument *argp, struct svc_req *rqstp){
      return (add_1_svc(argp->a, argp->b, rqstp));
}
static void farpc_1(struct svc_req *rqstp, register
                              SVCXPRT *transp) {
    union {
        add_1_argument add_1_arg;
        sub_1_argument sub_1_arg;       } argument;
    char *result;
    xdrproc_t _xdr_argument, _xdr_result;
    char *(*local)(char *, struct svc_req *);

    switch (rqstp->rq_proc) {
     case add:
           _xdr_argument = (xdrproc_t) xdr_add_1_argument;
           _xdr_result = (xdrproc_t) xdr_int;
           local = (char *(*)(char *, struct svc_req *)) _add_1;
           break;

      }
```

```
memset ((char *)&argument, 0, sizeof (argument));
if (!svc_getargs (transp
     svcerr_decode (transp);
    return;
}
result = (*local)((char *)&argument, rqstp);
if (result != NULL && !svc_sendreply(transp
            svcerr_systemerr (transp);
    }
    if (!svc_freeargs (transp, (xdrproc_t
        fprintf (stderr, "%s", "unable to free arguments");
        exit (1);
    }
 return;
}
```

clnt = clnt_create

res = add_1(3,4, clnt)



Les secrets de XDR

Rappel : à du NBO pour les différentes couches réseau, la représentation des données échangées lors de RPC se doit normalisée

XDR (eXternal Data Representation) est une convention normalisée de marshalling (sérialisation ou linéarisation) des différentes données

pour le programmeur il essentiellement API contenant diverses fonctions

le fonctionnement est simple :

le flux normalisé est représenté par un pointeur sur un objet de type XDR (fichier

le flux possède un attribut indiquant le sens des opérations :

XDR_ENCODE pour encoder vers le flux

XDR_DECODE pour décoder depuis le flux

Il existe trois genres de flux :

les flux **fichiers** qui sont créés par appel à :

xdrstdio_create(XDR *x,FILE *f, enum xdr_op o);

les flux en **mémoire** qui sont créés par appel à :

xdrmem_create(XDR *x,char *m, u_int taille, enum xdr_op o);

les flux **génériques** qui sont créés par appel à :

xdrrec_create(XDR *x,u_int tEcr, u_int tLec,void *d, int (*lec()),int (*ecr()));

dans ce cas le type doit être positionné directement dans le champ x_op du flux

```
:

xdr_destroy(XDR *x);
```

à chaque type de donnée, une fonction

xdr_array, xdr_bool, xdr_bytes, xdr_char, xdr_double, xdr_enum, xdr_float, xdr_hyper, xdr_int, xdr_long, xdr_longlong_t, xdr_opaque, xdr_pointer, xdr_reference, xdr_short, xdr_string, xdr_u_char, xdr_u_hyper, xdr_u_int, xdr_u_long, xdr_u_longlong_t, xdr_u_short, xdr_union, xdr_vector, xdr_void

pour encore un entier (int) :

```
bool_t xdr_int(XDR *x,int *i);
```

ou un double :

```
bool_t xdr_double(XDR *x,double *d);
```

/décodage des structures chaînées (par pointeurs) nécessite quelques précautions

la fonction xdr_pointer sert à encoder/décoder un objet désigné par un pointeur (le cas du pointeur nul est pris en compte) :

```
bool_t xdr_pointer(XDR *x,
                   char **pp,
                   u_int taille,
                   xdrproc_t encoder);
```

la fonction de codage sera appelée sous la forme :

```
encoder(x,*pp)
```

```
#include <stdio.h>
#include <rpc/types.h>
#include <rpc/xdr.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
  XDR x; FILE *f; int i=0x12345678; char *s="bonjour";
  if (argc<2) {
    fprintf(stderr,"usage: %s file\n",argv[0]); exit(1);
  }
  f = fopen(argv[1],"w");
  if (f==NULL) {
    perror(argv[0]); exit(1);
  }
  ftruncate(f,0);
  xdrstdio_create(&x,f,XDR_ENCODE);
  xdr_int(&x,&i);
  xdr_string(&x,&s,7);
  xdr_destroy(&x);
  fclose(f);
  exit(0);
}
```

```
#include <stdio.h>
#include <rpc/types.h>
#include <rpc/xdr.h>
#include <stdlib.h>
#include <strings.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
  XDR x; FILE *f; int i=0; char *s=malloc(10);
  bzero(s,10);
  if (argc<2) {
    fprintf(stderr,"usage: %s file\n",argv[0]); exit(1);
  }
  f = fopen(argv[1],"r");
  if (f==NULL) {
    perror(argv[0]); exit(1);
  }
  xdrstdio_create(&x,f,XDR_DECODE);
  xdr_int(&x,&i);
  xdr_string(&x,&s,7);
  xdr_destroy(&x);
  fclose(f);
  printf("i=%x\n",i);
  printf("s=%s\n",s);
  exit(0);
}
```

RPC (les secrets)

il existe deux couches de programmation RPC

une couche dite « haute »

une couche dite « basse » autorisant un contrôle plus fin des mécanismes

La couche haute (serveur)

du point de vue du serveur

deux fonctions :

la prise en compte de requêtes client

```
#include <rpc/rpc.h>

bool_t registerrpc(u_long prognum,
   u_long version,u_long procnum,
   char *(*fonction)(),
   xdrproc_t encode,xdrproc_t decode);
```

permet une fonction de service de numéro procnum associée à la version du service RPC de numéro prognum. La fonction sera appelée de sorte

- recevra en paramètre un pointeur sur les données envoyées
- renverra un pointeur sur la valeur de retour
- lesdites données seront encodées et décodées via les fonctions associées

Attention, cette fonction du service UDP...

```
#include <rpc/rpc.h>

void svc_run();
```

cette fonction :

requêtes client

effectue la distribution vers les fonctions de service préalablement enregistrées

Attention, du côté serveur les fonctions de service sont des fonctions :

recevant un seul paramètre, un pointeur sur un objet correspondant aux données

dans une structure

retournant un pointeur sur un type correspondant aux données attendues

en général ce pointeur est en zone statique (sinon problème de gestion mémoire)

La couche haute (client)

du point de vue du client, une fonctio46 T01.98 588.74 Tm0 g0

Un exemple

dans cet exemple :

le client appelle une procédure distante en passant une chaîne de caractère

laquelle est transformée à distance en convertissant les caractères minuscules en majuscules puis le résultat est retourné

au client qui affiche simplement le résultat

```
#include <rpc/rpc.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <ctype.h>

bool_t myencoding(XDR *x,char **m) {
  return xdr_string(x,m,100);
}

char **echo(char **v) { // convert
  char *c;
  for (c=*v;*c;c++) *c = toupper(*c);
  return v;
}

int main(int argc,char *argv[]) {
  int r;
  pmap_unset(0x87654321,1);
  if (argc==2) exit(0); // "stops" (unregister the service, only)
  r = registerrpc(0x87654321,1,1,echo,myencoding,myencoding);
  if (r==-1) { perror("registering failed\n"); exit(1); }
  svc_run();
  exit(0);
}
```

```
#include <rpc/rpc.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <strings.h>

bool_t myencoding(XDR *x,char **m) {
  return xdr_string(x,m,100);
}

char *echo(char *machine,char *m) {
  int r; static char s[101], *ss = s;
  bzero(ss,101);
  r = callrpc(machine,0x87654321,1,1,myencoding,&m,myencoding,&ss);
  if (r != RPC_SUCCESS) { clnt_perrno(r); return 0; }
  return ss;
}

int main(int argc,char *argv[]) {
  char *s;
  if (argc<3) {
    fprintf(stderr,"usage: %s host string\n",argv[0]); exit(1);
  }
  s = echo(argv[1],argv[2]);
  printf("%s\n",s);
  exit(0);
}
```

La couche basse

dans ce mode de programmation, on contrôle :

ou UDP)

la fonction de distribution des requêtes (dispatch)

divers paramètres concernant la liaison

les principales fonctions serveur sont :

svc_create() pour créer et enregistrer un service TCP ou UDP

svcudp_create() pour créer un descripteur de service UDP

svctcp_create() pour créer un descripteur de service TCP

svc_register() pour enregistrer un service déjà créé

svc_destroy

de service 0l890de créer

les principales fonctions client sont :

clnt_create() pour créer un descripteur client TCP ou UDP

clntudp_create() pour créer un descripteur client udp

clnttcp_create() pour créer un descripteur client tcp

clnt_destroy() pour détruire un descripteur client

clnt_control() pour paramétrer le client (liaison et service)

clnt_call() pour appeler une procédure distante

On notera mécanisme générique pour les RPC

sa mise en très compliquée

il existe deux schémas pré-définis :

AUTH_UNIX (en gros uid/gid)

AUTH_DES (cryptage mot de passe Unix)