Sun RPC/XDR

Remote Procedure Call

eXternal Data Representation

Sun RPC

- trójwymiarowa identyfikacja procedur (nr programu, nr wersji, nr procedury)
- protokół RPC oparty na protokołach warstwy transportowej stosu TCP/IP (TCP lub UDP)
- wiązanie dynamiczne (portmap lub rpcbind)
- kanoniczny format reprezentacji danych (XDR)
- opis interfejsu w języku C-podobnym i przetwarzanie przez narzędzie **`rpcgen`**

Tworzenie aplikacji (1)

- przygotowanie pliku z opisem interfejsu w języku RPC (języku narzędzia **`rpcgen`**), zawierającego:
  - definicją struktur danych dla przekazywanych parametrów ,
  - specyfikację procedur zdalnych, obejmującą:
    - numer programu, numer wersji i numer procedury,
    - typy argumentów
    - typ zwracanej wartości.

Tworzenie aplikacji (2)

- wygenerowanie przez **`rpcgen`** plików do kompilacji w języku C:
  - pliku nagłówkowego z definicjami stałych,
  - plików z namiastką klienta i namiastką serwera,
  - plików zawierających szkielet procedur zdalnych (fragment programu serwera) i szkielet programu klienta dla potrzeb przetestowania procedur zdalnych,
  - plik do zarządzania kompilacją (`Makefile`),
  - plik z funkcjami XDR do konwersji zdefiniowanych typów danych.

Tworzenie aplikacji (3)

- uzupełnienie lub dokonanie niezbędnych modyfikacji w zawartości wygenerowanych plików
  - uzupełnienie plików zawierających szkielety procedur zdalnych,
  - uzupełnienie/modyfikacja programu klienta,
  - uzupełnienie/modyfikacja pliku Makefile.

Tworzenie aplikacji (4)

- kompilacja programów,
- testowanie działania procedur zdalnych,
  - ewentualne przygotowanie aplikacji w wersji zwartej (nie rozproszonej) w celu przetestowania działania samych procedur,
- przygotowanie programu klienta korzystającego z procedur zdalnych w sposób wynikający z potrzeb aplikacji.

Język RPC — specyfikacja procedur zdalnych

```
program NAZWA_PROGRAMU {
  version NAZWA_WERSJI1 {
    typ nazwa_proc1(typ_arg)=nr_proc;
    typ nazwa_proc2(typ_arg)=nr_proc;
      ⋮
  }=numer wersji;
  version NAZWA_WERSJI2 {
    typ nazwa_proc1(typ_arg)=nr_proc;
    typ nazwa_proc2(typ_arg)=nr_proc;
      ⋮
  }=numer_wersji;
}=numer_programu;
```

Dostępne zakresy numerów programów

- 0 – 0x1FFFFFFF — numery standardowe, zdefiniowane (przydzielane) przez firmę Sun,
- 0x20000000 – 0x3FFFFFFF — przydzielone przez użytkownika,
- 0x40000000 – 0x5FFFFFFF — zarezerwowane dla aplikacji, które generują numery programów dynamicznie,
- 0x60000000 – 0xFFFFFFFF — zarezerwowane.

Przykład opisu prostego interfejsu

```
program REMOTE_KILL {
   version DEFAULT_SIGNUM {
      int rkill(int) = 1;
   } = 1;
} = 0x20000001;
```

Przykład opisu interfejsu z definicją struktury danych

```
struct rkill_params{
   int pid;
   int signum;
};

program REMOTE_KILL {
   version SPECIFIED_SIGNUM {
      int rkill(rkill_params) = 1;
   } = 2;
} = 0x20000001;
```

Przykład opisu interfejsu dla **rpcgen -N**

```
program REMOTE_KILL {
   version SPECIFIED_SIGNUM {
      int rkill(int, int) = 1;
   } = 2;
} = 0x20000001;
```

Standard XDR

- Opis standardu — RFC 1014
- Kanoniczna reprezentacja danych oparta na formacie IEEE
- Deklaratywny język opisu struktur danych (zbliżony do języka C)
- Koncepcja konwersji oparta na
  - potokach — miejscach przechowywania danych w formacie XDR
  - filtrach — procedurach konwersji pomiędzy własnym formatem maszyny a formatem kanonicznym (w obu kierunkach)

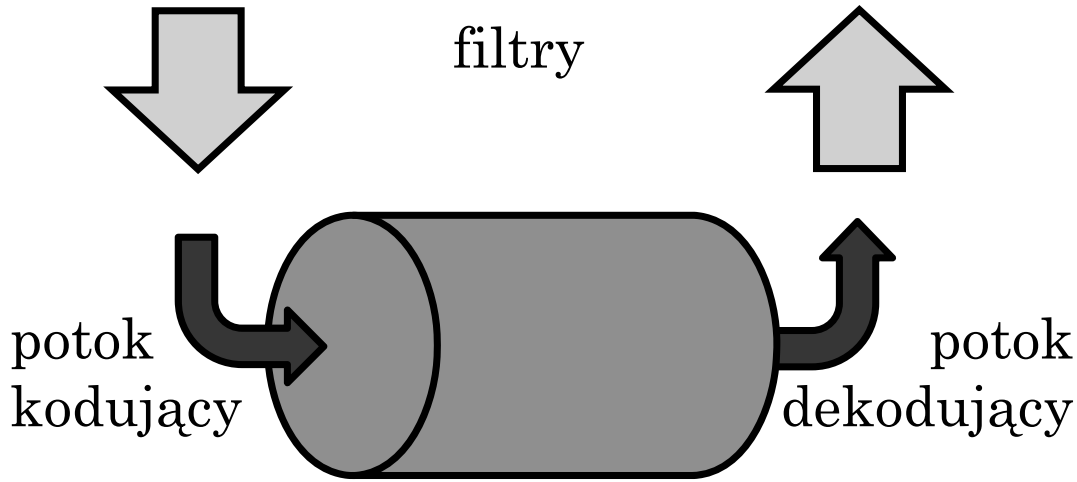
Potok XDR

- Potok jest miejscem składowania danych XDR, a dokładniej środkiem dostępu do nich w celu:
  - zapisu — potok kodujący
  - odczytu — potok dekodujący
- Rodzaje potoków:
  - potok na standardowym wejściu-wyjściu — na otwartym pliku
  - potok w pamięci — w obszarze pamięci opisanym przez adres i rozmiar w bajtach
  - potok komunikatów (rekordów) — na strumieniu danych, zdefiniowanym wraz z procedurami obsługi tego strumienia (zapis, odczyt)

Filtr XDR

- Filtr jest procedurą konwersji, służącą do realizacji dostępu do danych w potoku w celu zapisu (kodującą) lub odczytu (dekodującą) — zależnie od kierunku działania potoku.
- Rodzaje filtrów
  - filtr prosty — służy do konwersji typów prostych
  - filtr złożony — służy do konwersji typów złożonych (np. tablicowych, wskaźnikowych)
  - filtr pochodny — połączenie innych filtrów w ramach jednej procedury filtrującej

Potoki i filtry XDR



Filtry proste

- Filtr dla:
  - typów prostych: `bool_t`, `char`, `short`, `int`, `long`, (również bez znaku) `float`, `double`
  - typu wyliczeniowego (`enum`)
  - typu `void`
- Ogólna postać procedury filtrującej (na przykładzie typu `unsigned int`):

```
bool_t
xdr_u_int(XDR* xdrs,
          unsigned int *ptr);
```

Filtry złożone (1)

- Filtr do konwersji
  - tablic bajtów o ustalonej lub zmiennej wielkości — `xdr_opaque`, `xdr_bytes`
  - tablic elementów określonego typu o ustalonej lub zmiennej wielkości — `xdr_vector`, `xdr_array`
  - łańcuchów znaków — `xdr_string`, `xdr_wrapstring`
  - typów wskaźnikowych — `xdr_reference`, `xdr_pointer`
  - unii — `xdr_union` (w praktyce dla statycznie zdefiniowanych typów unijnych stosowany jest filtr pochodny)

Filtry złożone (2)

- Ogólna postać filtru złożonego:

```
xdr_typ(XDR* xdrs, ptr, ...,
        [xdrproc_t elproc]);
```

- W przypadku typu statycznego (ustalona zajętość pamięci) wskaźnik *ptr*, ma postać `char *ptr`, w przypadku typu o zmiennej wielkości (konieczność dynamicznej alokacji pamięci) `char **ptr`.
- Jeśli typ podstawowy (w przypadku tablic, wskaźników) nie jest z góry określony, konieczne jest wskazanie filtru XDR do konwersji elementu typu podstawowego.

Filtry złożone do konwersji tablic

```
xdr_array(xdrs, arrp, sizep, maxsize, elsize, elproc)
   XDR *xdrs;
   char **arrp;
   u_int *sizep, maxsize, elsize;
   xdrproc_t elproc;
xdr_vector(xdrs, arrp, size, elsize, elproc)
   char *arrp;
   u_int size, elsize; // pozostałe parametry — j.w.
xdr_bytes(xdrs, sp, sizep, maxsize)
   char **sp; // pozostałe parametry — j.w.
xdr_opaque(xdrs, cp, cnt)
   char *cp;
   u_int cnt;
```

Filtry złożone do konwersji łańcuchów znaków

```
xdr_string(xdrs, sp, maxsize)
   XDR *xdrs;
   char **sp;
   u_int maxsize;
xdr_wrapstring(xdrs, sp)
   ≡ xdr_string(xdrs, sp, MAXUN.UNSIGNED );
```

`xdr_wrapstring` nie wymaga podania rozmiaru (liczby znaków łańcucha)

Filtry złożone do konwersji struktur wskaźnikowych

```
xdr_reference(xdrs, pp, size, proc)
   XDR *xdrs;
   char **pp;
   u_int size;
   xdrproc_t proc;
xdr_pointer(xdrs, objpp, objsize, xdrobj)
   XDR *xdrs;
   char **objpp;
   u_int objsize;
   xdrproc_t xdrobj;
```

`xdr_pointer` w przeciwieństwie do `xdr_reference` interpretuje wskaźnik pusty, co umożliwia obsługę rekurencyjnych struktur danych

Przykład filtru pochodnego

Definicja struktury

```
struct struktura {
        int x;
        long y;
        char c;
        short s;
};
```

Filtr XDR

```
bool_t
xdr_struktura (XDR *xdrs,
               struktura *objp) {
   if (!xdr_int (xdrs,
      &objp->x)) return FALSE;
   if (!xdr_long (xdrs,
      &objp->y)) return FALSE;
   if (!xdr_char (xdrs,
      &objp->c)) return FALSE;
   if (!xdr_short (xdrs,
      &objp->s)) return FALSE;
   return TRUE;
}
```

Zarządzanie pamięcią

- Przekazanie pustego wskaźnika typu `char**` przy konwersji dekodującej spowoduje dynamiczną alokację pamięci przez filtr XDR.
- Zwolnienie obszaru dynamicznie zaalokowanej pamięci przez filtr XDR musi nastąpić w programie aplikacyjnym.
- Ogólna postać funkcji zwalniania pamięci:

```
xdr_free(xdrproc_t proc,
         char* objp);
```

Tworzenie potoków XDR

- Potok na standardowym wejściu-wyjściu:
```
void xdrstdio_create(XDR *xdrs,
                     FILE *file, enum xdr_op op);
```
- Potok w pamięci:
```
void xdrmem_create(XDR *xdrs, char *addr,
                   u_int size, enum xdr_op op);
```
- Potok komunikatów:
```
void xdrrec_create(XDR *xdrs,
                   u_int sendsize, u_int recvsize,
                   char *handle,
                   int (*readit)(char*,char*,int),
                   int (*writeit)(char*,char*,int));
```

Potoki komunikatów (1)

- Ustalenie kierunku potoku musi nastąpić po jego utworzeniu (np. `xdrs -> x_op = XDR_ENCODE`)
- Rozmiary buforów (parametry *sendsize* i *recvsize*) mogą mieć wartość 0, co oznacza przyjęcie wartości domyślnych.
- Gdy konieczne jest opróżnienie bufora wyjściowego (wysłanie danych) lub zapełnienie bufora wejściowego, wywoływana jest odpowiednia funkcja (*writeit*, *readit*) z trzema parametrami:
  - uchwytem *handle*
  - adresem bufora
  - liczbą bajtów do zapisu/odczytu

Potoki komunikatów (2)

- Oznaczenie końca rekordu (przy zapisie)
```
xdrrec_endofrecord(XDR *xdrs,
                   int sendnow);
```
- Pominięcie reszty rekordu (przy odczycie)
```
xdrrec_skiprecord(XDR *xdrs);
```
- Sprawdzenie zakończenia strumienia (przy odczycie)
```
xdrrec_eof(XDR *xdrs);
```

Definicja struktur danych (1)

XDR (rpcgen)

- stałe

```
const MAX = 512;
```

- typy wyliczeniowe

```
enum COLOR {
    red   = 1,
    green =  2,
    blue  = 4
};
```

język C

```
#define MAX 512
```

```
enum COLOR {
    red   = 1,
    green =  2,
    blue  = 4
};
typedef enum COLOR
COLOR;
```

Definicja struktur danych (2)

XDR (rpcgen)

- stuktury

```
struct ST {
   int a;
   int b;
};
```

język C

```
struct ST {
  int a;
  int b;
};
typedef struct ST ST;
```

Definicja struktur danych (3)

XDR (rpcgen)

- unie

```
union UN switch (int d)
{
   case 1: int a;
   case 2: char b;
   default: short c;
};
```

język C

```
struct UN {
   int d;
   union {
      int a;
      char b;
      short c;
   } UN_u;
};
typedef struct UN UN;
```

Definicja struktur danych (4)

XDR (rpcgen)

- tablice

```
typedef int tabf[10];
typedef int tabv<10>;
```

- podobnie tablice bajtów

```
typedef opaque btf[10];
typedef opaque btv<10>;
```

- łańcuchy znaków

```
typedef string s10<10>;
typedef string sbo<>;
```

język C

```
typedef int tabf[10];
typedef struct {
        u_int tabv_len;
        int *tabv_val;
} tabv;
```

- typem bazowym w jest wówczas `char`