

## Wywoływanie procedur zdalnych — RPC

Zagadnienia projektowe  
Zagadnienia realizacyjne

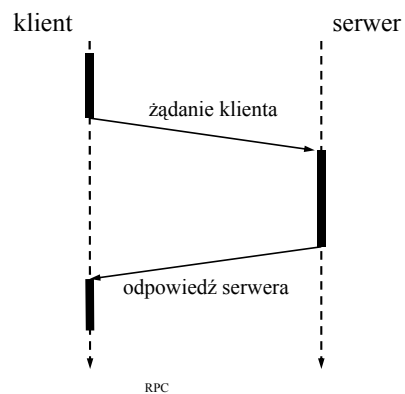
### Mechanizm wywołania procedury

```
main(int argc, char* argv[]){
    int id, status;
    id = atoi(argv[1]);
    status = zabij_proc(id);
    exit(status);
}
    .
    .
int zabij_proc (int pid){
    int stat;
    stat = kill(pid, 9);
    return stat;
}
```

RPC

2

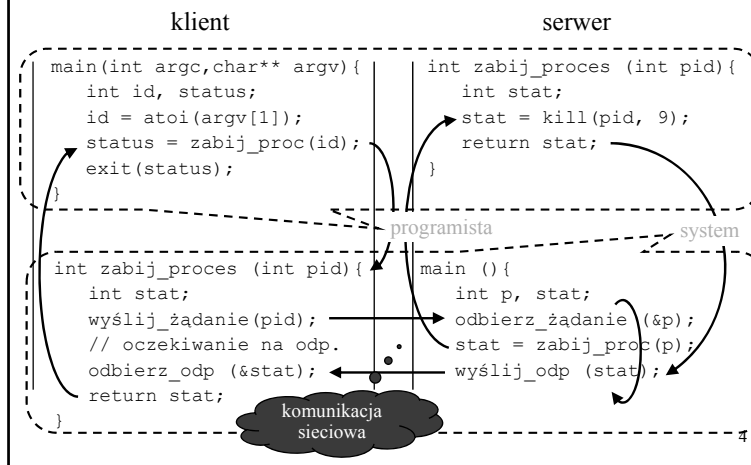
### Schemat interakcji klient-serwer (transakcja komunikatu)



RPC

3

### Semantyka wywołania procedury w komunikacji sieciowej

komunikacja  
sieciowa

4

## Zagadnienia projektowe

- przeźroczystość dostępu — ukrycie komunikacji sieciowej przed aplikacją przez odpowiednie opakowanie funkcji komunikacyjnych namiastką klienta oraz serwera.
- gwarancja wykonania — ukrywanie błędów komunikacyjnych
- specyfikacja interfejsu — sposób opisu sygnatur procedur zdalnych (nazwy, typy parametrów)
- obsługa sytuacji wyjątkowych

RPC

5

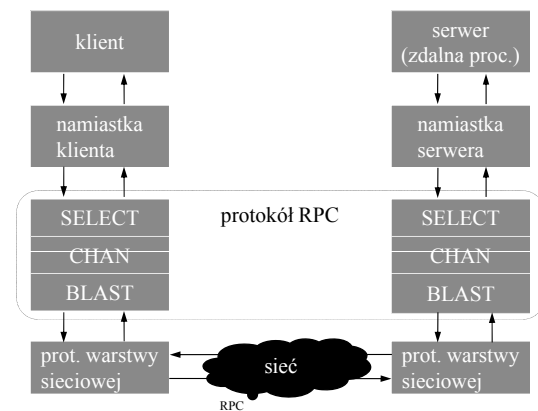
## Przezroczystość dostępu

- namiastka klienta (ang. client stub) — udostępnienie aplikacji klienckiej procedury lokalnej odpowiedzialnej za przesłanie danych do serwera oraz odebranie wyników
- namiastka serwera (ang. server stub) — udostępnienie aplikacji po stronie serwera procedury lokalnej odpowiedzialnej za odebranie identyfikatora procedury zdalnej do wywołania, parametrów procedury, a odesłanie wyników lub zgłoszenie wyjątków

RPC

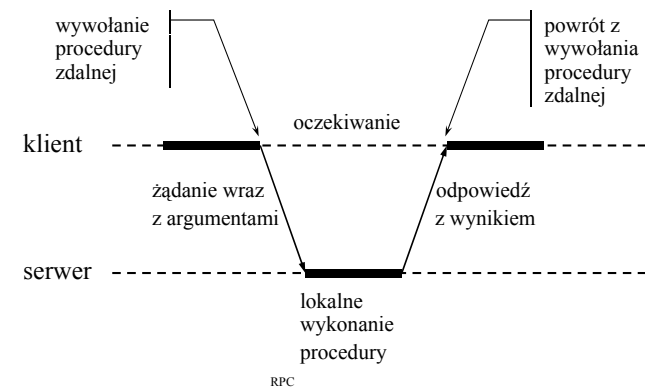
6

## Warstwy protokołu RPC



7

## Diagram przestrzenno-czasowy interakcji klient-serwer



RPC

8

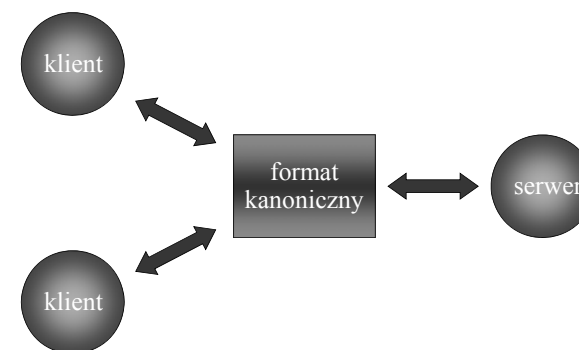
## Przekazywanie parametrów

- przekazywanie przez wartość (ang. call-by-value)
  - ↳ problem różnic w reprezentacji danych, np. w kodowaniu znaków, uporządkowaniu bajtów, w formatach liczb zmiennopozycyjnych itp.
- przekazywanie przez referencje (ang. call-by-reference)
  - ↳ problem zinterpretowania wartości wskaźnika w innej przestrzeni adresowej
- przekazywanie przez kopiowanie i odtwarzanie —
  - ↳ problem przetaczania (kwestia opisu struktur danych w celu prawidłowego zidentyfikowania wszystkich składowych)

RPC

9

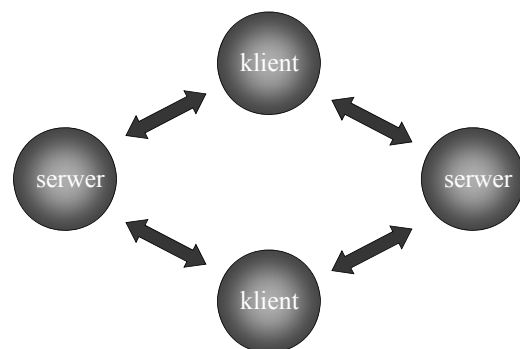
## Konwersja danych — reprezentacja kanoniczna



RPC

10

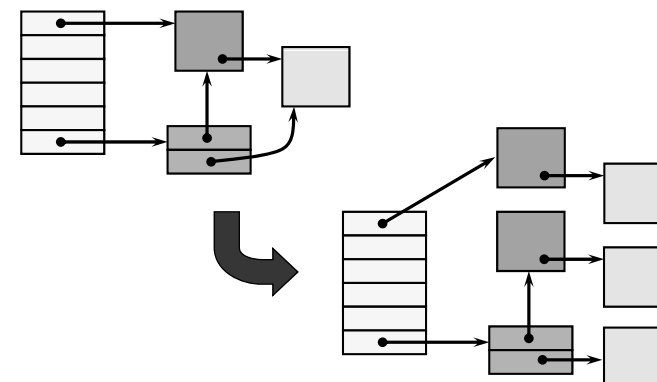
## Konwersja bezpośrednia



RPC

11

## Problem przetaczania — przykład złożonej struktury danych



RPC

12

### Gwarancja wykonania (semantyka błędu)

- Semantyka *ewentualnie* — brak gwarancji, procedura mogła się wykonać lub mogła się nie wykonać.
- Semantyka *co najmniej raz* — po uzyskaniu odpowiedzi (wyniku) od serwera klient ma pewność, że wywoływana procedura wykonała się co najmniej raz.
- Semantyka *co najwyżej raz* — po uzyskaniu odpowiedzi (wyniku) od serwera klient wie, że wywoływana procedura wykonała się dokładnie raz.

#### Jak należy zinterpretować przypadek wystąpienia błędu (wyjątku) w wywołaniu procedury zdalnej?

- Semantyka *dokładnie raz* — niemożliwa do uzyskania, jeśli system narażony jest na awarie (np. serwera lub łączy).

RPC

13

### Zagadnienia realizacyjne

- Przetwarzanie interfejsu
- Wiązanie klienta z serwerem
- Obsługa komunikacji klient-serwer
- Realizacja semantyki błędu
- Problem osieroconych obliczeń

RPC

14

### Przetwarzanie interfejsu procedur zdalnych

- Generowanie namiastki klienta
- Generowanie namiastki serwera
- Generowanie przykładowego programu klienta (client sample)
- Generowanie wzorca do implementacji procedur zdalnych (template)
- Generowanie plików do zarządzania kompilacją

RPC

15

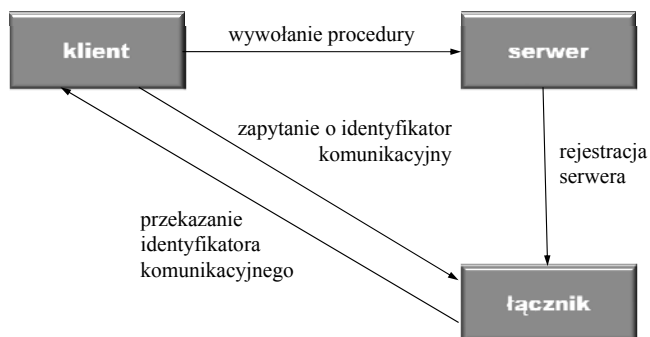
### Wiązanie klienta z serwerem

- Wiązanie statyczne — klient ma wprowadzony na stałe identyfikator komunikacyjny serwera (np. para: adres IP, nr portu).
- Wiązanie dynamiczne — klient uzyskuje adres serwera za pośrednictwem łącznika (np. portmap lub rpcbind w Sun RPC).

RPC

16

## Wiązanie dynamiczne klienta z serwerem



RPC

17

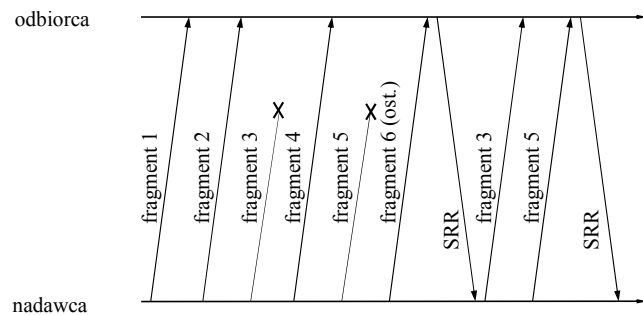
## Obsługa komunikacji klient-serwer

- BLAST — realizuje przesyłanie dużych komunikatów poprzez podział na mniejsze części, transmisję poszczególnych części i ponowne złożenie w jeden komunikat po stronie odbiorczej,
- CHAN — synchronizuje wymianę komunikatów z żadaniami wywołania procedur oraz odpowiedziami,
- SELECT — rozdziela i przekazuje komunikaty z żadaniami do odpowiednich procesów.

RPC

18

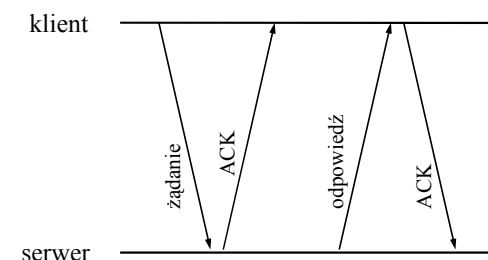
## BLAST



RPC

19

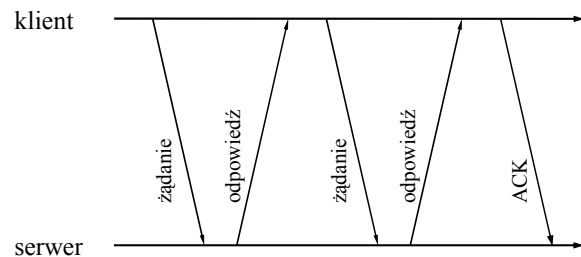
## CHAN



RPC

20

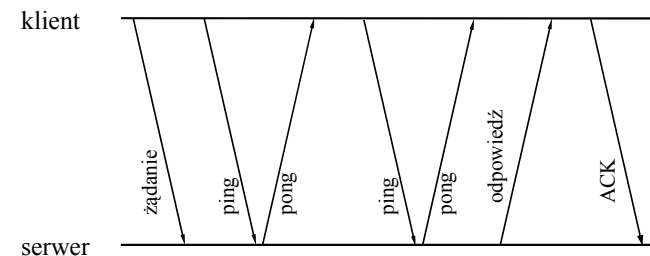
## CHAN — domniemane potwierdzenia



RPC

21

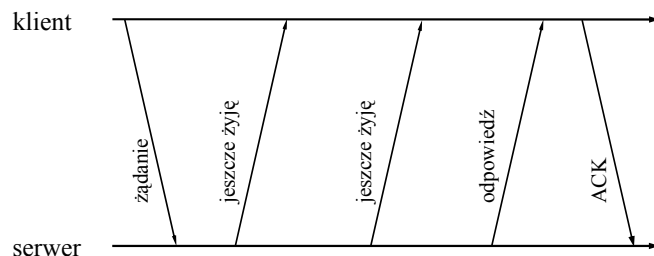
## CHAN — próbkowanie serwera



RPC

22

## CHAN — „bicie serca”



RPC

23

## Realizacja semantyki błędu

- nie można zlokalizować serwera — zgłoszenie wyjątku
- zaginione żądanie — retransmisja żądania po upływie ustalonego czasu oczekiwania
- zaginiona odpowiedź — retransmisja żądania
  - ↳ stosowanie procedur idempotentnych
  - ↳ numerowanie żądań i retransmisja odpowiedzi
- awaria serwera
  - ↳ przed podjęciem realizacji → retransmisja żądania
  - ↳ po wykonaniu → zgłoszenie wyjątku
- awaria klienta — osierocenie obliczeń

RPC

24

### Usuwanie osieroconych obliczeń (1)

- Eksterminacja — rejestrowanie działań podejmowanych przez klienta na nośniku niewrażliwym na awarie i usuwanie na tej podstawie osieroconych obliczeń po restarcie klienta.
- Reinkarnacja — każdy restart klienta rozpoczyna nową epokę (identyfikowaną przez numer kolejny), po której usuwane są wszystkie obliczenia związane z poprzednią epoką.

RPC

25

### Usuwanie osieroconych obliczeń (2)

- Łagodna reinkarnacja — reinkarnacja, w której usuwa się tylko te obliczenia rozpoczęte w starej epoce, dla których nie ma właściciela.
- Wygaśnięcie — przydział określonego czasu  $T$  serwerowi na wykonanie procedury. Jeśli wykonanie nie zakończy się w czasie  $T$ , serwer musi uzyskać kolejny przydział, pod warunkiem, że obliczenia nie zostały osierocone. Jeśli klient odczeka czas  $T$  przy restarcie, osierocone obliczenia same się zakończą.

RPC

26

### SELECT

- po stronie klienta: odwzorowanie wywoływanej procedury na jej identyfikator, przekazywany do serwera.
- po stronie serwera: zlokalizowanie wywoływanej procedury na podstawie identyfikatora.

RPC

27

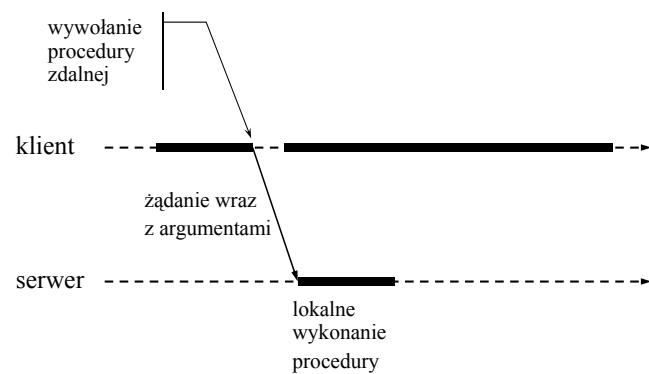
### Warianty użycia mechanizmu RPC

- Wywołanie asynchroniczne — klient nie czeka na wynik wykonania procedury zdalnej (wykonywanie procedury zdalnej odbywa się równoległe z przetwarzaniem po stronie klienta).
- Wywołanie zwrotne — klient udostępnia procedurę zdalną po swojej stronie i przekazuje serwerowi informacje umożliwiające jej wywołanie (zamiana ról pomiędzy klientem a serwerem).

RPC

28

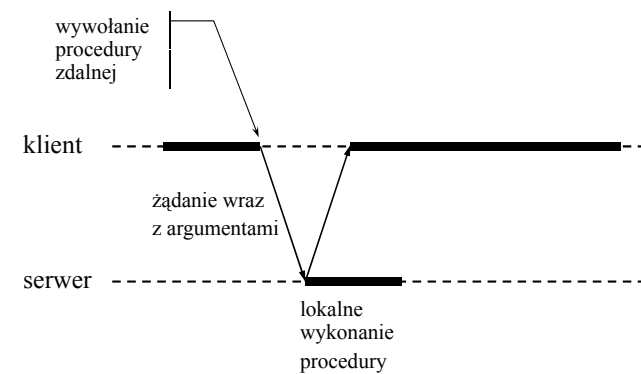
## Wywołanie asynchroniczne



RPC

29

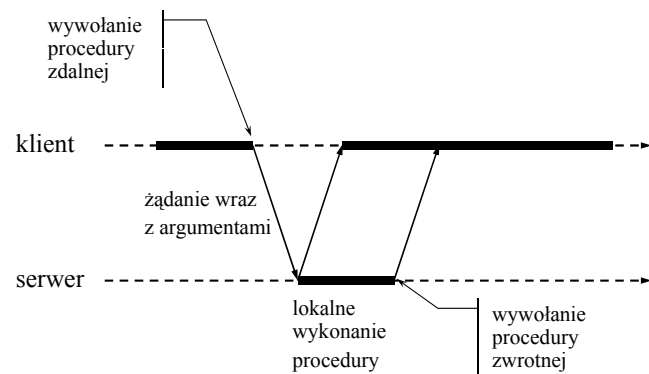
## Wywołanie asynchroniczne z potwierdzeniem odbioru



RPC

30

## Wywołanie zwrotne



RPC

31