Übung zu Betriebssystemtechnik

Aufgabe 6: Nachrichtenaustausch

27. Juni 2024

Dustin Nguyen, Maximilian Ott & Phillip Raffeck

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Informatik 4
Systemsoftware

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Prozesse sollen über Systemaufrufe miteinander kommunizieren (Nachrichten austauschen) können

Interprozesskommunikation

Informationsaustausch zwischen Prozessen

unidirektional

App 1

App 2

Informationsaustausch zwischen Prozessen

unidirektional

send

- versendet eine Nachricht an einen Empfangsprozess

Informationsaustausch zwischen Prozessen

unidirektional

send

- versendet eine Nachricht an einen Empfangsprozess
- erwartet den Nachrichtenempfang

Informationsaustausch zwischen Prozessen

unidirektional

`send`

- versendet eine Nachricht an einen Empfangsprozess
- erwartet den Nachrichtenempfang

`receive`

- empfängt eine Nachricht von einem Sendeprozess
- erwartet den Nachrichteneingang

Informationsaustausch zwischen Prozessen

gleichberechtigt

Nachrichtenaustausch (mit Antwort)

Informationsaustausch zwischen Prozessen

gleichberechtigt

Nachrichtenaustausch (mit Antwort)

- ein Prozess agiert als Sender, der andere als Empfänger

Informationsaustausch zwischen Prozessen

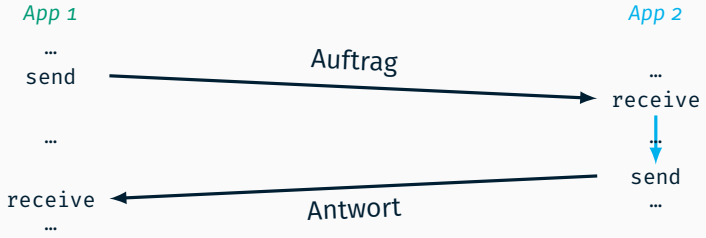
gleichberechtigt

Nachrichtenaustausch (mit Antwort)

- ein Prozess agiert als Sender, der andere als Empfänger
- die Prozesse tauschen dann ihre Rollen

Informationsaustausch zwischen Prozessen

gleichberechtigt

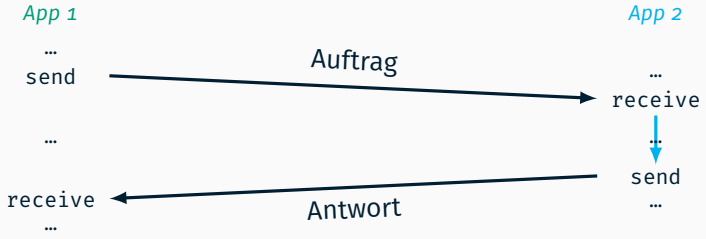


Nachrichtenaustausch (mit Antwort)

- ein Prozess agiert als Sender, der andere als Empfänger
- die Prozesse tauschen dann ihre Rollen

Informationsaustausch zwischen Prozessen

gleichberechtigt

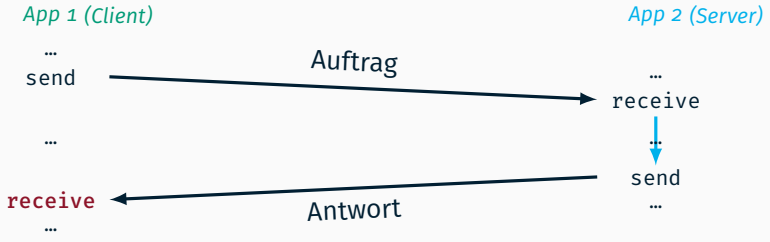


Nachrichtenaustausch (mit Antwort)

- ein Prozess agiert als Sender, der andere als Empfänger
- die Prozesse tauschen dann ihre Rollen
- aber **Verklemmungsgefahr**, falls die Prozessrollen zum Kommunikationszeitpunkt gleich sind

Informationsaustausch zwischen Prozessen

gleichberechtigt



Nachrichtenaustausch (mit Antwort, z.B. Client – Server)

- ein Prozess agiert als Sender, der andere als Empfänger
- die Prozesse tauschen dann ihre Rollen
- aber **Verklemmungsgefahr**, falls die Prozessrollen zum Kommunikationszeitpunkt gleich sind
- **App 2** (Server) muss **App 1** (Client) vertrauen (*Denial of Service*!)

Informationsaustausch zwischen Prozessen

ungleichberechtigt

Alternative mit vorgegebener Hierarchie bei Kommunikation

Informationsaustausch zwischen Prozessen

ungleichberechtigt

Alternative mit vorgegebener Hierarchie bei Kommunikation

`send` versendet einen Auftrag an einen Serverprozess und erwartet die Auftragsbeantwortung

`receive` erwartet/empfängt einen Auftrag von einem Clientprozess

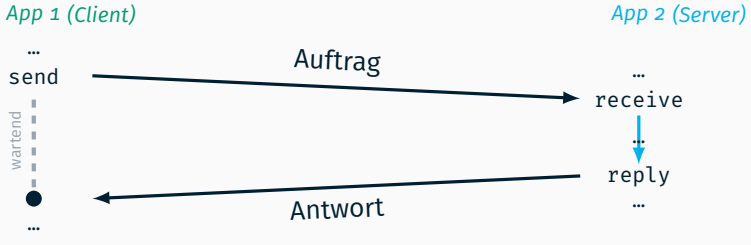
`reply` versendet eine Antwort an den beauftragenden Clientprozess

Informationsaustausch zwischen Prozessen

ungleichberechtigt

Umsetzung synchron und blockierend

Informationsaustausch zwischen Prozessen



Umsetzung synchron und blockierend

Begriffsklärung:

synchron	Prozess schläft bis IPC-Operation fertig
asynchron	Prozess beginnt IPC-Operation und kehrt zurück
blockierend	wartet bei nicht verfügbaren Betriebsmittel
nichtblockierend	schlägt bei nicht verfügbaren Betriebsmittel fehl

Informationsaustausch zwischen Prozessen

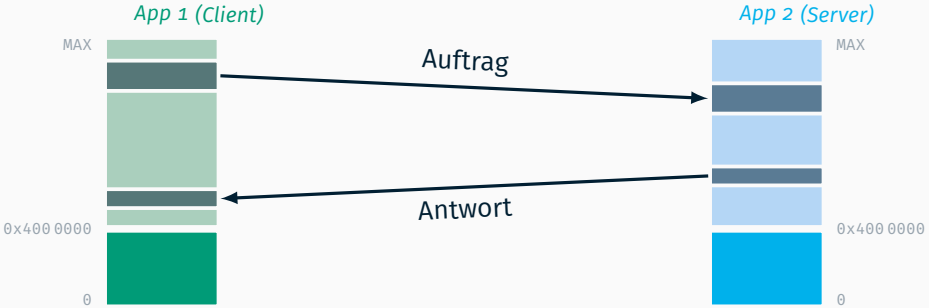
Umsetzung synchron und blockierend

- der Client wartet (passiv) im `send` auf das `receive` des Servers
- der Server wartet (passiv) im `receive` auf das `send` des Clients

➔ der Datentransfer erfolgt beim Rendezvous von Server und Client

Informationsaustausch zwischen Prozessen

ungleichberechtigt



Umsetzung synchron und blockierend

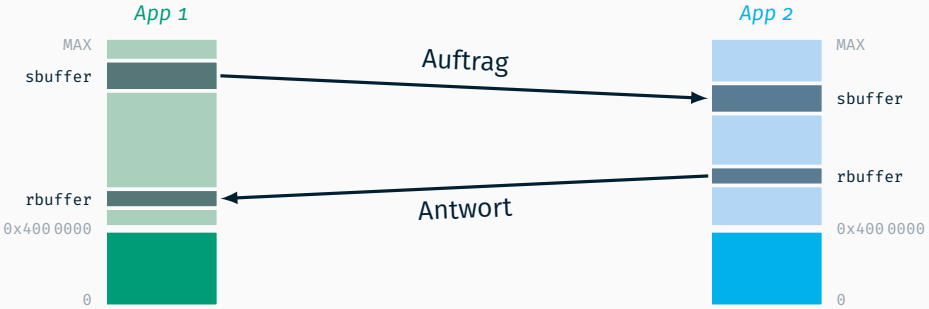
- der Client wartet (passiv) im `send` auf das `receive` des Servers
- der Server wartet (passiv) im `receive` auf das `send` des Clients

→ der Datentransfer erfolgt beim Rendezvous von Server und Client

  - Ende-zu-Ende, ohne modellbedingte Zwischenpufferung der Nachricht
  - direkt zwischen den Adressräumen der beiden involvierten Prozesse

Informationsaustausch zwischen Prozessen

ungleichberechtigt



Umsetzung synchron und blockierend mittels

- `void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize, void *rbuffer, size_t rsize);`
- `int recv(void *sbuffer, size_t ssize);`
- `void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);`

Implementierung

Vorbereitung

Threads müssen für die Interprozesskommunikation

- eindeutig identifizierbar sein

  `pid` aus Prozessverwaltung (von *Aufgabe 5*)

Vorbereitung

Threads müssen für die Interprozesskommunikation

- eindeutig identifizierbar sein

  `pid` aus Prozessverwaltung (von *Aufgabe 5*)
- Nachrichten verwalten (Queues)

  `msg_inbox` (unbearbeitete) Aufträge

  `msg_reply` ausstehende Antworten (zu empfangenen Aufträgen)

Vorbereitung

Threads müssen für die Interprozesskommunikation

- eindeutig identifizierbar sein

  `pid` aus Prozessverwaltung (von *Aufgabe 5*)
- Nachrichten verwalten (Queues)

  `msg_inbox` (unbearbeitete) Aufträge
  `msg_reply` ausstehende Antworten (zu empfangenen Aufträgen)
- blockieren und signalisieren

  `sem_recv` Empfang einer neuen Nachricht (Auftrag)
  `sem_send` abgeschlossene Bearbeitung einer Nachricht (Antwort vorhanden)

Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```

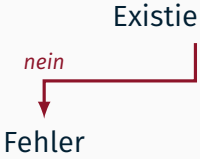
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```

Existiert `pid`?

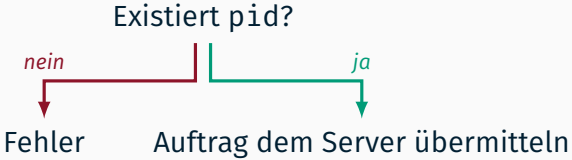
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



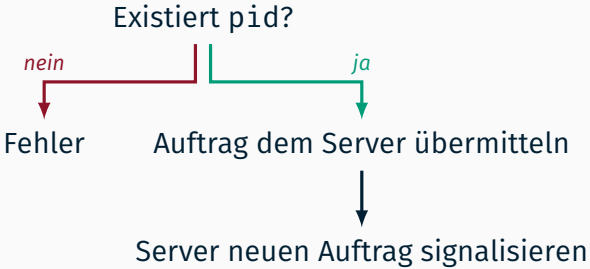
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



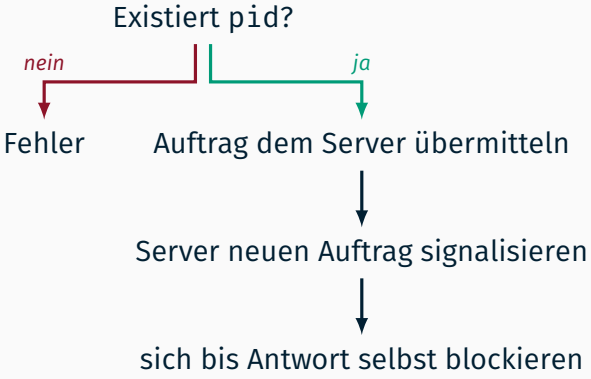
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



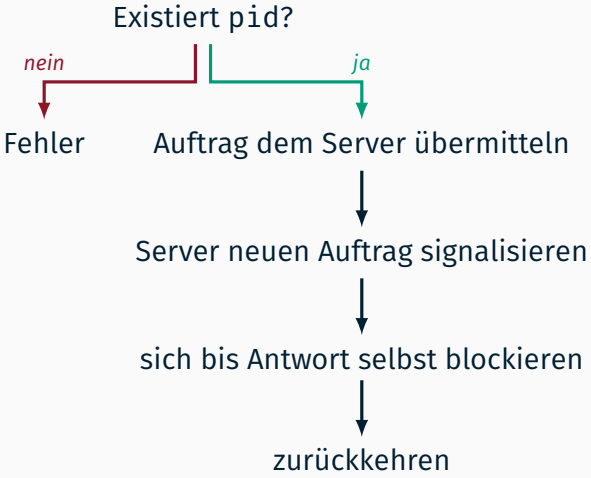
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



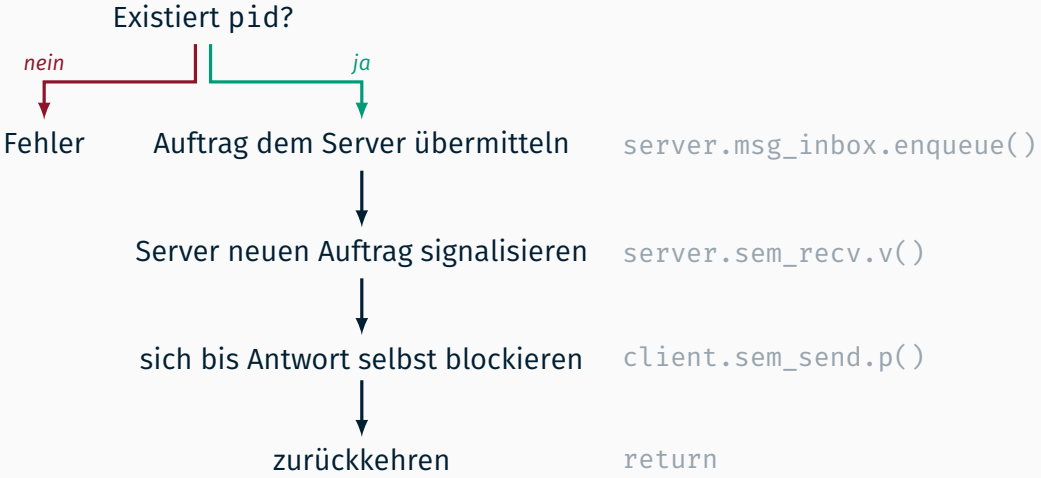
Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



Ablauf Sendeoperation

```
void send(int pid, const void *sbuffer, size_t ssize,
          void *rbuffer, size_t rsize);
```



Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```

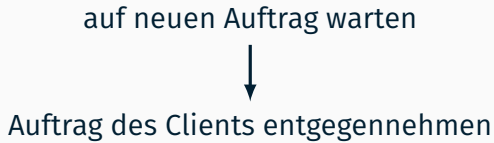
Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```

auf neuen Auftrag warten

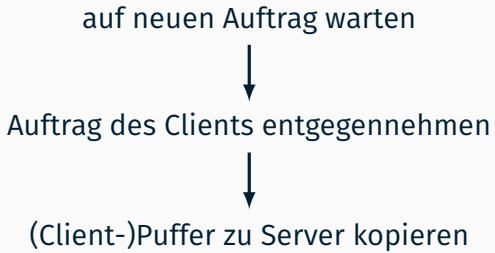
Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```



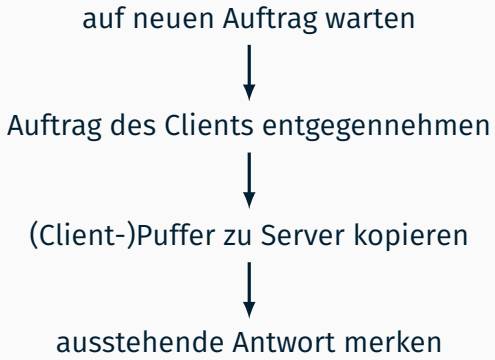
Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```



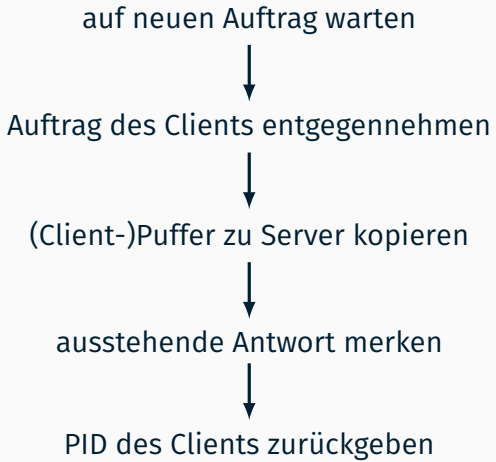
Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```



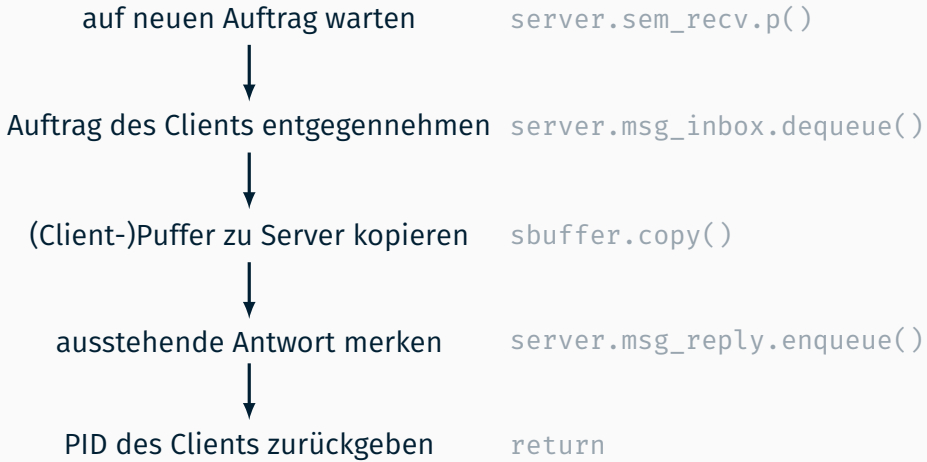
Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```



Ablauf Empfangsoperation

```
int recv(void *sbuffer, size_t ssize);
```



Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```

Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```

Gab es einen Auftrag von `pid`?

Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```

Gab es einen Auftrag von `pid`?

Fehler

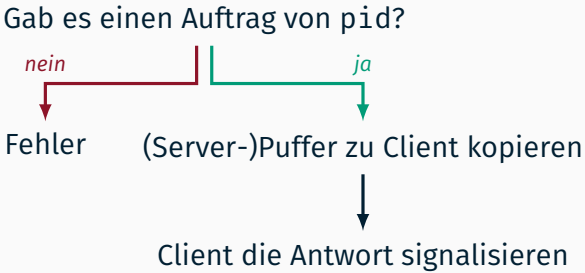
Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```

Gab es einen Auftrag von `pid`?

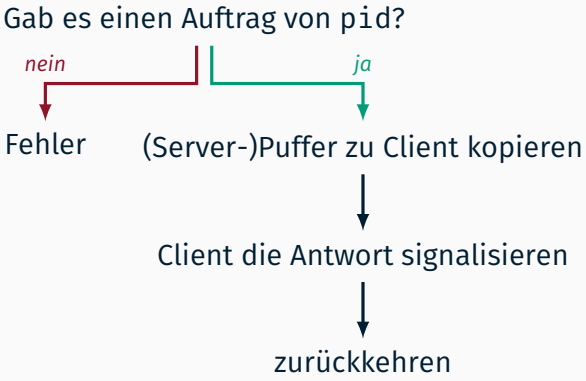
Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```



Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```



Ablauf Antwortoperation

```
void reply(int pid, const void *rbuffer, size_t rsize);
```

Testen von Aufgabe (5 &) 6

```
char sbuf[8194], rbuf[8194];
void main() {
    fork();
    fork();
    if (fork() == 0) {
        sbuf[0] = 3;
        char d = sbuf[8192] = getppid() % 22;
        sbuf[8193] = 1;
        send(getppid(), sbuf, 8193, rbuf, 8193);
        char m[] = "Reply␣A=A␣bad!\ngood";
        m[6] += rbuf[0] + sbuf[8193];
        m[8] += 4 + d;
        for(size_t i = 0; m[6] == m[8] && i < 4; i++) m[i + 10] = m[i + 15];
        write(0, m, 15);
    } else {
        int X = recv(rbuf, 8193);
        rbuf[0] = rbuf[0] + rbuf[8192];
        rbuf[8193] = 7;
        reply(X, rbuf, 8193);
    }
    exit();
}
```

Fragen?

Nächste Woche folgt die Tafelübung zur letzten Aufgabe