Linux – Prinzipien und Programmierung

Dr. Klaus Höppner

Hochschule Darmstadt – Wintersemester 2012/2013

RPMs

Socket-Programmierung

TCP

RPMs: Grundlagen

Die meisten Linux-Distributionen benutzen das Format des *Redhat Package Managers* für die Installation und Deinstallation von Softwarepaketen (Alternative: *APT – Advanced Packaging Tool auf Debian & Co.*).

Was leistet RPM:

- Prüfen auf Abhängigkeiten/Konflikten mit anderen Paketen vor der Installation (z. B. wird die grafische CD-Brennoberfläche K3b nur installiert, wenn auch die eigentlichen (Kommandozeilen-)Brennprogramme installiert sind),
- Installation und Deinstallation von Paketen (mit Vor- und Nacharbeiten, z. B. Ausführen von `ldconfig`),
- Nachverfolgen, welche Dateien zu welchem Software-Paket gehören, Prüfung auf Integrität,
- Update von Paketen

Das Programm rpm

Auf der Kommandozeile wird mit dem Befehl `rpm` gearbeitet:

`rpm -i dateiname.rpm` zum Installieren eines RPM (falls die Abhängigkeiten erfüllt sind).

`rpm -e paket` zum Deinstallieren eines Paketes.

`rpm -U dateiname.rpm` installiert die angegebene RPM-Datei, ältere Versionen (so vorhanden) werden deinstalliert.

`rpm -q paket` zeigt an, ob und in welcher Version das Paket installiert ist.
`rpm -qi paket` gibt Informationen zum Paket aus.

`rpm -ql paket`, `rpm -qd paket`, `rpm -qc paket`
Liste aller zum Paket gehörenden Dateien bzw. Liste der Dokumentations- und Konfigurationsdateien.
`rpm -V paket` zum Prüfen der Integrität des Pakets.

Bauen von RPMs

Zum Erstellen von RPMs für ein Projekt benötigt man

- die Quellen des Projekts
- evtl. Patches für die Anpassung an die Distribution/Architektur
- eine *SPEC*-Datei mit den Anweisungen, wie der RPM erzeugt werden soll.

Der RPM-Build erfordert eine bestimmte Dateistruktur:

```
topdir/SPECS
      /SOURCES
      /BUILD
      /RPMS
      /SRPMS
```

wobei das Toplevelverzeichnis in `~/.rpmmacros` definiert wird:

```
%_topdir /home/klaus/rpms
```


Einfache SPEC-Datei

```
Summary: Demon to ping syslog messages
Name: logdaemon
Version: 1.0
Release: 1
License: Public Domain
Group: System/Services
Prefix: /usr
Source: logdaemon-1.0.tar.gz
Packager: Santa Claus <sclaus@northpole.com>
BuildRoot: /tmp/logdaemon-1.0-root

%description
This is just a test RPM

%prep
%setup
```

Einfache SPEC-Datei (Forts.)

```
%build
./configure --prefix=%{_prefix} --sysconfdir=%{_sysconfdir}
make all

%install
make install DESTDIR=${RPM_BUILD_ROOT}

%files
%doc README
%{_sbindir}/log
%{_initrddir}/log
```


Anatomie der SPEC-Datei

Wie man sieht, besteht die SPEC-Datei aus verschiedenen Abschnitten:

- `%prep` Auspacken der Quellen, evtl. Anwenden von Patches
- `%build` Kompilieren des Projektes
- `%install` Installieren der Dateien (unterhalb von *BuildRoot*)
- `%files` Dateien, die in den RPM übernommen werden sollen (ggfs. mit Markierung als Dokumentation oder Konfigurationsdatei)

Dabei kann eine SPEC mehrere RPM-Pakete definieren, in die die Dateien aufgesplittet werden (z. B. Trennung Programm und Headerdateien). Befehle vor oder nach der (De-)Installation können in den Abschnitten `%pre`, `%post` bzw. `%preun`, `%postun` definiert werden.

Aufruf von `rpmbuild`

Der oder die RPMs werden dann mit `rpmbuild` erzeugt:

- `-bb` Erzeugen des (binary) RPMs,
- `-bs` erzeugen des Source-RPMs (SRPM),
- `-ba` erzeugen von allen beiden.
- `-bp` Nach `%prep` aufhören,
- `-bc` nach `%build` aufhören,
- `-bi` nach `%install` aufhören.

`--short-circuit` sorgt in Verbindung mit `-bc` bzw. `-bi` dafür, dass die Schritte *vorher* übersprungen werden.

Netzwerkschichten

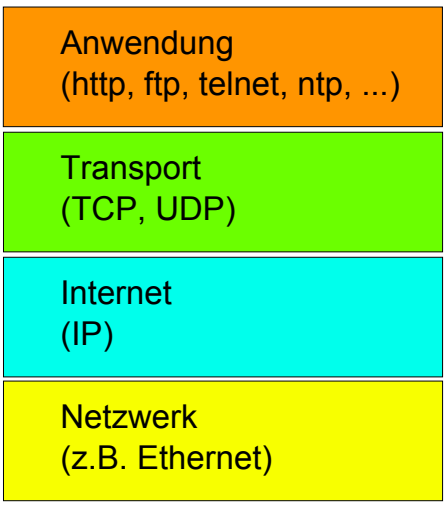
Die Kommunikation über Netzwerk besteht aus einem komplexen Zusammenspiel von

- Hardware: Netzwerkkarte im Rechner, Switche/Hubs/Router, Kabel
- Software: Netzwerktreiber, Datenverifikation/Fehlerkorrektur, Kommunikationssicherheit (Handshakes), Protokolle für Datenpakete, Datenaustauschprotokolle

Klassisch werden die einzelnen Schichten der Kommunikation über Netzwerke durch das recht granulare *OSI-Schichtenmodell* beschrieben.

Für ein Verständnis der Netzwerkprogrammierung reichen aber im Wesentlichen vier Schichten aus: *Netzwerkschicht*, *Internetschicht*, *Transportschicht*, *Anwendungsschicht*

Schaubild



Bedeutung der Schichten

Netzwerkschicht Eigentliche Physik der Übertragung, im Wesentlichen Hardware

Internetschicht Low-Level-Kommunikationsprotokoll: Definition von Adressen, Ports, Format von Datenpaketen, heute i. A. IP(v4), in Zukunft evtl. IPv6

Transportschicht Legt den wesentlichen Typ der Kommunikation fest: Punkt-zu-Punkt-Verbindung (TCP), verbindungslos (UDP)
Analogien: Telefongespräch, Rundfunksendung
Frage: Ist ein klassischer Post-Brief verbindungslos oder nicht?

Anwendungsschicht realisiert ein anwendungsbezogenes Protokoll: z. B. SMTP/POP für Mail, http für WWW usw.

Übersicht Socket-API

```
#include <sys/socket.h>

int socket(int domain, int type, int protocol);

int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);

int accept(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen);

int connect(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);

ssize_t send(int sockfd, const void *buf, size_t len, int flags);
ssize_t sendto(int sockfd, const void *buf, size_t len, int flags,
               const struct sockaddr *dest_addr, socklen_t addrlen);

ssize_t recv(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags);
ssize_t recvfrom(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags,
                 struct sockaddr *src_addr, socklen_t *addrlen);
```

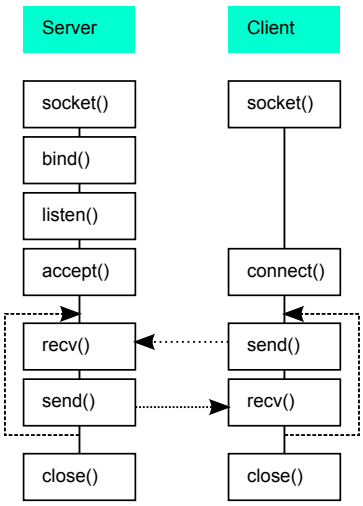

Client-Server

Für die Programmierung einer Netzwerkverbindung zwischen zwei Rechnern (also TCP/IP) soll ein Client-Server-Paar realisiert werden, wobei der Server die empfangenen Daten einfach als Echo zurück gibt.

Was muss der Server hierfür leisten:

- Einen Socket anlegen und
- diesen an eine/mehrere IP-Adresse(n) und einen Port binden.
- Auf dem Port lauschen und
- Verbindungen von Clients annehmen und mit diesen kommunizieren.

Schaubild Client-Server



Implementierung Echo-Server

```
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <stdio.h>

#define MAX 1024

int main() {
    int sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (sock<0) {
        printf("Fehler %d beim Anlegen des sockets: %s\n",
               errno, strerror(errno));
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    int yes = 1;
    setsockopt(sock, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, &yes, sizeof(yes));
```


Implementierung Echo-Server (Forts.)

```
    struct sockaddr_in address;
    memset(&address, 0, sizeof(address));
    address.sin_family = AF_INET;
    address.sin_port = htons(9999);
    address.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

    if (bind(sock, (struct sockaddr *) &address, sizeof(address))<0) {
        printf("Fehler %d beim bind: %s\n", errno, strerror(errno));
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    listen(sock, 1);

    char buf[MAX];
    struct sockaddr_in client_address;
    size_t addrlen = sizeof(client_address);
```

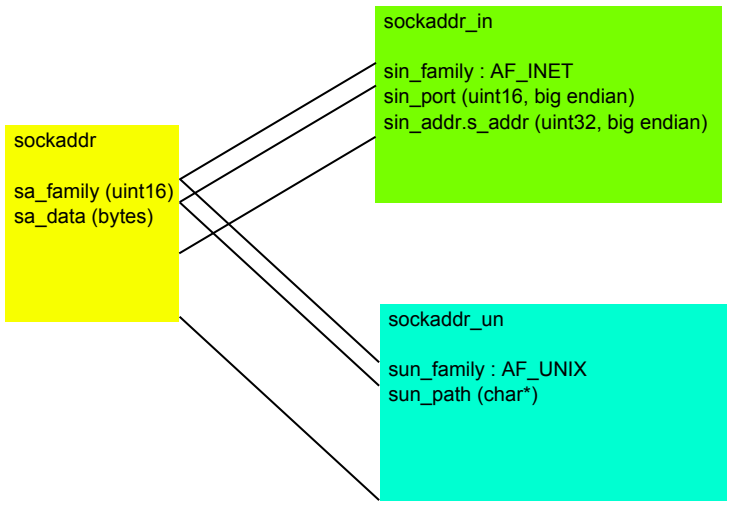

Implementierung Echo-Server (Forts.)

```
    while(1) {
        int client_sock = accept(sock,
                (struct sockaddr *) &client_address, &addrlen);
        if (client_sock<0) {
            printf("Fehler %d beim accept: %s\n",
                   errno, strerror(errno));
            exit(EXIT_FAILURE);
        }
        printf("Verbindung von %s, Port %d\n",
               inet_ntoa(client_address.sin_addr),
               ntohs(client_address.sin_port));
        sprintf(buf, "Bereit fuer Echo (quit fuer Ende)\n");
        send(client_sock, buf, strlen(buf), 0);
        do {
            int size = recv(client_sock, buf, MAX-1, 0);
            buf[size] = '\0';
            printf("%d Zeichen gelesen: +++%s+++\n", size, buf);
            send(client_sock, buf, strlen(buf), 0);
        } while (strcmp(buf,"quit"));
        close(client_sock);
    }
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

Besonderheiten bei Sockets

- IP-Adressen (32-Bit Ganzzahl) und die Portnummer (16-Bit Ganzzahl) sind in *Network Byte Order* (Big Endian), unabhängig von der Byte-Order des Host-Rechners. Zur Konvertierung existieren die Funktionen `ntohs`, `ntohl`, `htons` und `htonl` (d. h. auf Little-Endian-Systemen drehen diese Funktionen die Byte-Reihenfolge um).
- Die Struktur `sockaddr` ist generisch und besteht aus Angabe der Familie und Binärdaten, die für die Familie spezifische Daten enthalten. Zur Erleichterung existieren binär kompatible Strukturen wie `sockaddr_in` für IP-Sockets und `sockaddr_un` für Unix Domain Socket Files.

Schaubild



Aufgaben des Clients

Die Aufgaben des Clients sind etwas einfacher. Theoretisch könnte auch für diesen ein `bind` ausgeführt werden, damit dieser einen festen Port verwendet, praktisch wird dieses i. A. weg gelassen, da dann automatisch ein freier Port ($>$ 1024) verwendet wird.
Somit muss also

- Ein Socket angelegt werden,
- eine Verbindung mit der IP des Server-PC und dem Port, auf dem der Server lauscht, angelegt werden.
- Anschließend findet dann die Kommunikation statt.

Implementierung des Clients

```
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <stdio.h>

#define MAX 1024

int main() {
    int sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (sock<0) {
        printf("Fehler %d beim Anlegen des sockets: %s\n",
               errno, strerror(errno));
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
```


Implementierung des Clients

```
    struct sockaddr_in address;
    memset(&address, 0, sizeof(address));
    address.sin_family = AF_INET;
    address.sin_port = htons(9999);
    inet_aton("127.0.0.1", &address.sin_addr);

    if (connect(sock, (struct sockaddr *) &address, sizeof(address))<0) {
        printf("Fehler %d beim connect: %s\n",
               errno, strerror(errno));
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    char buf[MAX];

    int size = recv(sock, buf, MAX-1, 0);
    buf[size] = '\0';
    printf(buf);
```


Implementierung des Clients

```
    do {
        printf("Zeile eingeben: \n");
        gets(buf);
        send(sock, buf, strlen(buf), 0);
        printf("Gesendet wurde: +++%s+++\n", buf);
        int size = recv(sock, buf, MAX-1, 0);
        buf[size] = '\0';
        printf("Empfangen wurden %d Zeichen: +++%s+++\n", size, buf);
    } while (strcmp(buf,"quit"));
    close(sock);

    return(EXIT_SUCCESS);
}
```