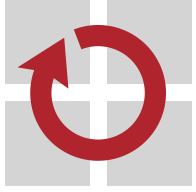
Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik (PASST)

Arbeitsumgebung / Aufgabe 1

19. April 2018

Stefan Reif, Peter Wägemann, Florian Schmaus, Michael Eischer, Andreas Ziegler, Bernhard Heinloth und Benedikt Herzog

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



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

Rechnerzugang

- Die Rechnerarbeit findet in der *Manlobbi* (Raum: **0.058-113**) statt.
- Es sind spezielle Zugänge erforderlich
- Zusätzliche Software kann auf Anfrage problemlos nachinstalliert werden.
- Es wird nur `/home` und `/proj` gesichert.

Rechnerumgebung

- Rechner: `faui49man[1-12]`
- Logins: Erstellen gleich in Rechnerübung
- /home mit Backup aber begrenzte Grösse und NFS
- lokal für grosse Dinge und wenns schnell gehen soll:
  `/srv/scratch/$USER`
  (z.B. Kernel bauen)
- notfalls auch per NFS über
  `/net/faui49man11/srv/scratch/...`

Debian in eine KVM installieren

Virtualisierungswerkzeug: KVM

- In PASST entwickeln und arbeiten wir mit Virtualisierungstechniken.
- Wir empfehlen QEMU/KVM, Bearbeitung ist aber auch z.B. mit Virtualbox oder VMware möglich.
- Für KVM (Hardwaresupport) werden Schreibrechte auf `/dev/kvm` benötigt:

Zugriffsrechte bzw. ACLs auf `/dev/kvm` prüfen

```
01 $ ls -la /dev/kvm
02 crw-rw-rw-+ 1 root kvm 10, 332 2012-04-29 21:43 /dev/kvm
```

Virtuelle Festplatte vorbereiten

Virtuelle Festplatte anlegen

```
01 $ dd if=/dev/zero of=p_passt.img bs=1 count=1 seek=8G
02 $ du -sh p_passt.img
03 4,0K        p_passt.img
```

- Erstellt eine **virtuelle** Festplatte in der Datei `p_passt.img`
- Nicht allokierter Platz wird auch tatsächlich nicht belegt (**sparse file**)
- Mit `qemu-img(8)` können auch Abbilder in besseren Formaten (z.B. `qcow2`) angelegt werden.

Hilfscript beim Umgang mit KVM

Datei /proj/i4passt/boot.sh

```
01 #!/bin/sh
02 kvm -m 1024 -nodefaults -nographic \
03  -echr 0x01 -serial mon:stdio \
04  -serial tcp:localhost:`id -u`,server,nowait,nodelay \
05  -net nic,model=virtio -net user \
06  -drive file=p_passt.img,if=virtio,cache=writeback \
07  "$@"
```

- Häufig benutzte Optionen werden mit diesem Skript gekapselt; weitere Optionen können angehängt werden
- Mittels `-nographic` wird die Graphikkarte nicht simuliert, d.h. Interaktion mit System ist nur via serieller Konsole (unter Linux `/dev/ttyS0`) möglich!
- Es wird ein Netzwerk per NAT zur Verfügung gestellt. ICMP (also z.B. `ping`) funktioniert nicht.

Escape Key

Im QEMU/KVM ist der Escape-key auf Ctrl + a aktiviert.
Folgende Kommandos sind dann verfügbar:

h	Hilfe anzeigen
x	Emulator beenden
s	Festplattendaten in Datei speichern (bei `-snapshot`)
t	Konsolenzeitstempel umschalten
b	Abbruch senden (Magic SysRq)
c	Zwischen Konsole und Monitor umschalten
Ctrl + a	Sende Ctrl + a in die VM

Ein **emergency sync** (SysRq) kann damit so ausgelöst werden:
Ctrl + a, b, s.

Minimales Installationsprogram laden

Download Debian Installer (netinst)

```
01 host="http://ftp.fau.de/\
02 debian/dists/stretch/main/installer-amd64/\
03 current/images/netboot/debian-installer/amd64/"
04 wget $host/linux
05 wget $host/initrd.gz
```

- Minimaler Debian Installer (nur wenige MiB gross)
- Besteht nur aus Kernel und Ramdisk mit kleinem Installationsprogramm
- Alles Weitere wird vom Debian Spiegel nachgeladen.
- Für die eigentliche Installation den Spiegel `ftp.fau.de` benutzen!

Installation im Textmodus

Starten mittels Hilfsscript

```
01 /proj/i4passt/boot.sh -kernel linux -initrd initrd.gz \
02           -append "console=ttyS0 priority=low"
03 Loading Linux 2.6.32.38 ...
04 Loading initial ramdisk ...
05 [    0.000000] Initializing cgroup subsys cpuset
06 [    0.000000] Initializing cgroup subsys cpu
07 [    0.000000] Linux version 2.6.32.38 (root@faui48d)
```

Linux Kern übersetzen

Quellen vorbereiten

- Im Labornetz existiert ein Spiegel des Linux-Kernels

Klonen der Linux Quellen

```
01 $ mkdir /srv/scratch/$USER/
02 $ cd /srv/scratch/$USER/
03 $ git clone /proj/i4passt/kernel/linux-stable.git
04 git clone /proj/i4passt/kernel/linux-stable.git
05 Cloning into linux-stable...
06 done.
```

- Konfiguration von Linux mittels

```
make menuconfig
```

oder

```
make xconfig
```

- Bauen mittels

```
make -j 4
```

Kernel-Optionen

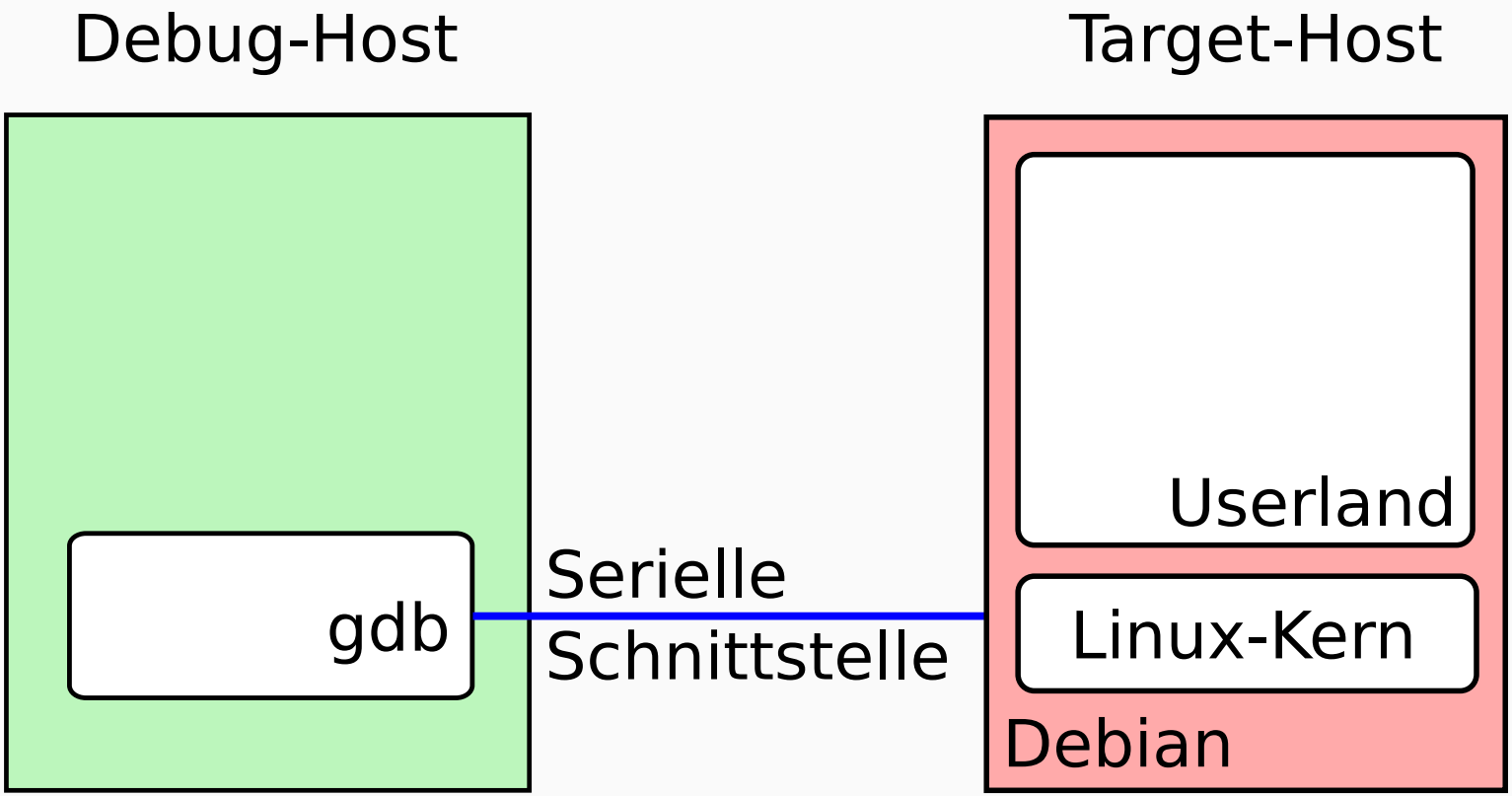
- `CONFIG_VIRTIO_BLK`, `CONFIG_SCSI_VIRTIO`
  - Paravirtualisierte Plattentreiber. Schneller und default bei Debian-Installation.
  - restliche `VIRTIO`-Optionen oft auch sinnvoll
- `CONFIG_64BIT`
- Module gegebenenfalls statisch binden.
  - Erspart das Erstellen der Initramfs (erleichtert möglicherweise das Laden des Kernels durch QEMU)
  - Module müssen nicht manuell in GDB geladen werden.
  - Module in der Kconfig ausschalten $\rightarrow$ alle Module sind statisch.
- Suche in `make menuconfig`: 

tippen
  - Ziffer springt zum jeweiligen Ergebnis
- Nutzlose Treiber rauswerfen: Firewire, Sound, Multimedia, obskure Netzwerkprotokolle...
  - Beschleunigt `make` und reduziert Fehlerquellen.

Aufgabe: Wer schafft den kleinsten Kernel?

Kernel Debugger konfigurieren

Logisches Rechnersetup



Wichtige Debug-Kernel-Optionen

`CONFIG_DEBUG_INFO`

: Übersetzt den Kernel mit Debuginformationen.

`CONFIG_FRAME_POINTER`

: Unterbindet das Wegoptimieren des Framepointers.

`CONFIG_GDB_SCRIPTS`

: Aktiviert GDB-Skripte zum leichteren Kernel-Debugging.

`RANDOMIZE_BASE`, `RANDOMIZE_MEMORY`

: ASLR, randomisiert Speicheraddressen, verwirrt GDB

Diese Liste ist nicht vollständig...

Booten des Kerns mittels QEMU

- QEMU implementiert eigenen Bootloader, so dass der Bootloader nicht unbedingt nötig ist.
- Über Kommandozeile werden die Bootparameter übergeben:
  - `-kernel` Pfad zu bzImage
  - `-append` Kernelparameter (durch Leerzeichen getrennt, s.u.)
  - `-initrd` Bei Bedarf: Pfad zur Initramfs
- Nützliche Kernelparameter
  - `kgdboc=ttyS1,115200` KGDB konfigurieren
  - `kgdbwait` Beim Booten auf eine GDB-Verbindung warten
  - `root=/dev/vda1` Root-Dateisystem auf virtio-Platte (default bei VMs mit Debian, statt früher `/dev/sda1`)

Alternative: Installation des Kernels in die VM

- Auf dem Buildhost:

  ```
  fakeroot make deb-pkg V=1 -j4
  ```

- Entstehende `.deb` dateien per `scp` in die virtuelle Maschine kopieren, und mit `dpkg -i *.deb` installieren
- Geeignete Kernel-Boot-Optionen setzen!

Grub-Optionen in `/etc/default/grub`

```
01 GRUB_DEFAULT=0
02 GRUB_TIMEOUT=5
03 GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="verbose"
04 GRUB_CMDLINE_LINUX="console=ttyS0 kgdboc=ttyS1
       ↪ ,115200 root=/dev/vda1"
05 GRUB_TERMINAL=serial
06 GRUB_SERIAL_COMMAND="serial --unit=0 --speed=115200
       ↪ --stop=1"
```

- Aktivieren der Änderungen: `update-grub`
- Neustarten: `reboot`

Umgang mit dem Kernel Debugger

Debuggen mit dem GDB

- Programm muss mit Debugsymbolen (`-g`) übersetzt werden.
  In Linux gibt es hierfür eine Konfigurations-Option.
- Normalerweise (wie z.B. in Systemprogrammierung) werden *lokale* Anwendungen untersucht.
- In PASST: *remote debugging*.
- Unterbrechen funktioniert nicht via kgdb.

Der laufende Linux-Kernel kann so unterbrochen werden

```
01 echo g >/proc/sysrq-trigger
```

Debuggen mit dem GDB

Aufruf und Verbindung zum entfernten Kern:

```
$  gdb vmlinux
[...]
Reading symbols from /build/foo/linux-2.6.38/vmlinux
...done.

  (gdb) target remote localhost:4444

Remote debugging using localhost:4444
kgdb_breakpoint (new_dbg_io_ops=<value optimized out>)
at /build/foo/linux-2.6.38/kernel/debug/debug_core.c:960
960       wmb(); /* Sync point after breakpoint */

  (gdb)
```

Breakpoints

- Anlegen mit

  `b [<Dateiname>:]<Funktionsname>`

  `b <Dateiname>:<Zeilennummer>`

  `b *<Adresse>`

  Breakpoint im open-Systemaufruf: `b sys_open`
- Fortfahren der Ausführung mit c (continue)
- Schrittweise Abarbeitung auf Ebene der Quellsprache mit

  `s` (step) läuft in Funktionen hinein

  `n` (next) behandelt Funktionsaufrufe als einzelne Anweisung

  `finish` läuft bis zum Ende der aktuellen Funktion (nützlich wenn man versehentlich s statt n verwendet hat)
- Breakpoints anzeigen: `info breakpoints`
- Breakpoint löschen: `delete breakpoint`

Variablen, Stack

`p expr` Anzeigen von Variablen (`expr` ist ein C-Ausdruck, im einfachsten Fall der Name einer Variable)

`display expr` Automatische Anzeige von Variablen bei jedem Programmstopp (Breakpoint, Step, ...)

`set <variablenname>=<wert>` Setzen von Variablenwerten

`bt` (backtrace) Ausgabe des Funktionsaufruf-Stacks

Watchpoints

Stoppen Ausführung bei Zugriff auf eine bestimmte Variable

`watch expr`	Stoppt, wenn sich der Wert des C-Ausdrucks `expr` ändert
`rwatch expr`	Stoppt, wenn `expr` gelesen wird
`awatch expr`	Stopp bei jedem Zugriff (kombiniert `watch` und `rwatch`)

Anzeigen und Löschen analog zu den Breakpoints

Dokumentation

Documentation/dev-tools/gdb-kernel-debugging.rst

Fragen?