Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik

Aufgabe 1

Benjamin Oechslein, Daniel Lohmann, Jens Schedel, Michael Gernoth,
Moritz Strübe, Reinhard Tartler, Timo Hönig

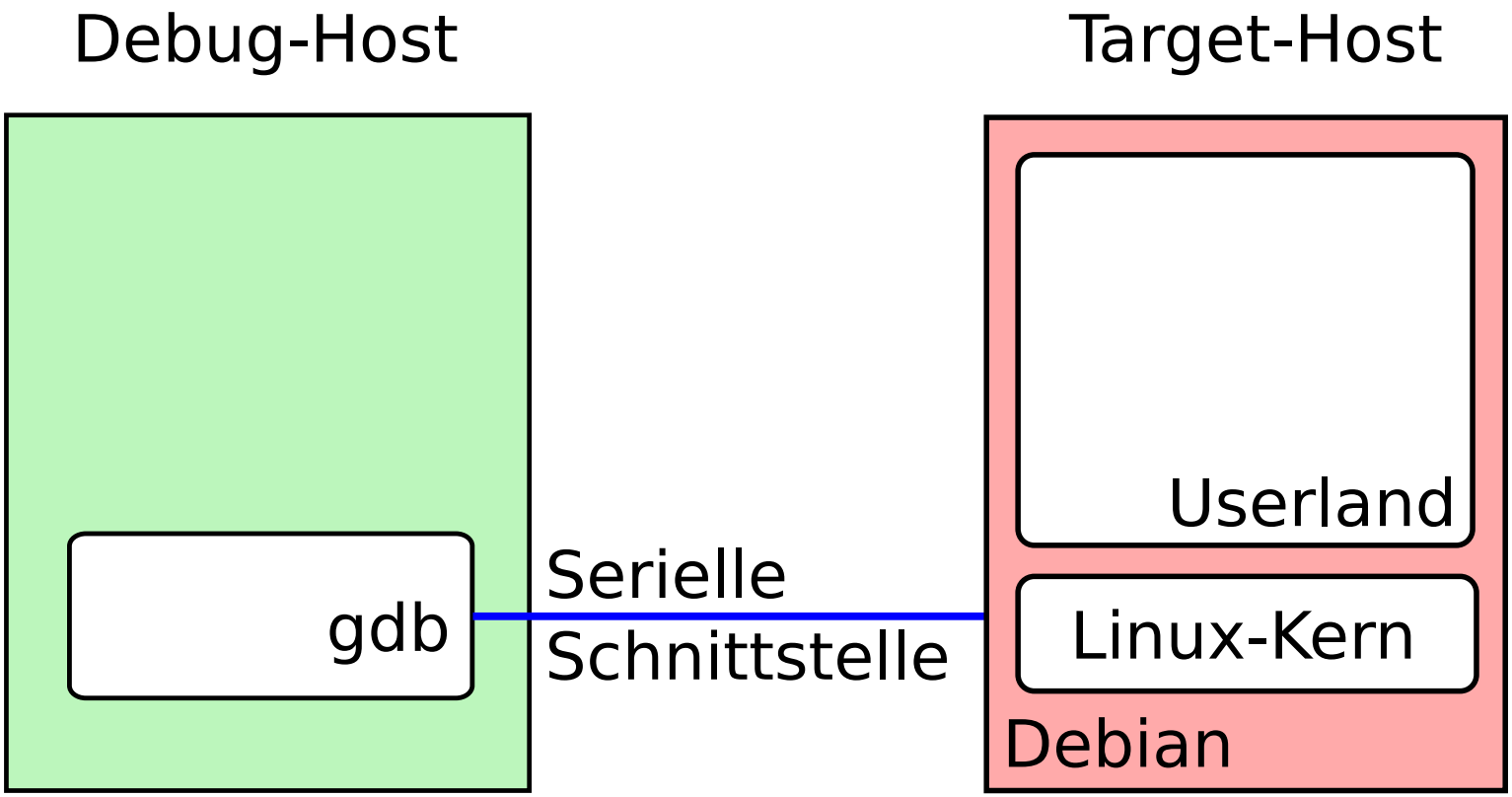
Lehrstuhl Informatik 4

Oktober, 2011

Rechnerzugang

- Die Rechnerarbeit findet in der *Manlobbi* (Raum: **0.058**) statt.
- Es sind spezielle Zugänge erforderlich, bitte bei den Betreuern melden!
- Zusätzliche Software kann auf Anfrage problemfrei nachinstalliert werden.
- Es steht zusätzlicher lokaler Speicherplatz in `/srv/scratch` zur Verfügung. Dieser wird auch bei Neuinstallationen nicht gelöscht.
- Es wird nur `/home` und `/proj` gesichert.

Logisches Rechnersetup



Virtualisierungswerkzeug: KVM

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

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

```
>> ls -la /dev/kvm
crw-rw-rw-+ 1 root kvm 10, 332 2011-04-29 21:43 /dev/kvm
```

Virtuelle Festplatte vorbereiten

Virtuelle Festplatte anlegen:

```
>> dd if=/dev/zero of=p_passt.img \
      bs=1 count=1 seek=8G
>> du -sh p_passt.img
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

boot.sh

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

- 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 KVM/qemu ist der Escape-key auf C-a aktiviert. Folgende Kommandos sind verfuegbar:

Qemu Escape Commands

```
C-a h    print this help
C-a x    exit emulator
C-a s    save disk data back to file (if -snapshot)
C-a t    toggle console timestamps
C-a b    send break (magic sysrq)
C-a c    switch between console and monitor
C-a C-a  sends C-a
```

Ein *emergency sync* (SysRq-s) kann damit so ausgelöst werden: C-a b s.

Minimales Installationsprogram laden

Download Debian Installer (netinst)

```
host="http://debian.informatik.uni-erlangen.de/\
debian/dists/squeeze/main/installer-amd64/\
current/images/netboot/debian-installer/amd64/"
wget $host/linux
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 `debian.informatik.uni-erlangen.de` benutzen!

Installation im Textmodus

Starten mittels Hilfsscript

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

Quellen vorbereiten

- Im Labornetz existiert ein Spiegel des Linux-Kernels:

Clonen der Linux Quellen

```
>> mkdir /srv/scratch/$USER/
>> cd /srv/scratch/$USER/
>> git clone /proj/i4passt/kernel/linux-stable
git clone /proj/i4passt/kernel/linux-stable
Cloning into linux-stable...
done.
```

- Konfiguration von Linux mittels `make menuconfig` oder `make xconfig`
- Bauen mittels `make`

Wichtige Debug-Kernel-Optionen

- `CONFIG_DEBUG_INFO`
  - Übersetzt den Kernel mit Debuginformationen.
- `CONFIG_FRAME_POINTER`
  - Unterbindet das Wegoptimieren des Framepointers.
- `CONFIG_DEBUG_RODATA`
  - Erlaubt das Schreiben in das Text-Segment. Dies wird für Softwarebreakpoints benötigt.
- 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.

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
  - `-initrd` Bei Bedarf: Pfad zur Initramfs
- Nützliche Kerneloptionen:
  - `kgdboc=ttyS1,115200`: KGDB konfigurieren
  - `kgdbwait`: Beim Booten auf eine GDB-Verbindung warten

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

```
GRUB_DEFAULT=0
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="verbose"
GRUB_CMDLINE_LINUX="console=ttyS0 kgdboc=ttyS1,115200"
GRUB_TERMINAL=serial
GRUB_SERIAL_COMMAND="serial --unit=0 --speed=115200 --stop=1"
```

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

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:

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

Debuggen mit dem GDB

Aufruf und Verbindung zum entfernten Kern:

```
>>  gdb vmlinux
[...]
Reading symbols from /build/morty/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/morty/linux-2.6.38/kernel/debug/debug_core.c:960
960 wmb(); /* Sync point after breakpoint */

  (gdb)
```

Breakpoints

- Breakpoints:
  - `b [<Dateiname>:]<Funktionsname>`
  - `b <Dateiname>:<Zeilennummer>`
  - `b <Adresse>`

Breakpoint im Systemcall open

```
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)
- Breakpoints anzeigen: `info breakpoints`
- Breakpoint löschen: `delete breakpoint`

Variablen, Stack

- Anzeigen von Variablen mit: `p expr`
  - `expr` ist ein C-Ausdruck, im einfachsten Fall der Name einer Variable
- Automatische Anzeige von Variablen bei jedem Programmstopp (Breakpoint, Step, ...): `display expr`
- Setzen von Variablenwerten mit `set <variablenname>=<wert>`
- Ausgabe des Funktionsaufruf-Stacks (backtrace): `bt`

Watchpoints

- Stoppt 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