CAN-Bus mit Linux und Python

Grazer Linuxtage 2014

Jörg Faschingbauer

Table of Contents

FASCHINGBAUER

1. Basics
2. CAN Interfaces
3. Programmierung
4. Hardware, Kernel
5. Schluss

Overview

FASCHINGBAUER

1 Basics
2 CAN Interfaces
3 Programmierung
4 Hardware, Kernel
5 Schluss

Warum dieser Vortrag?

FASCHINGBAUER

- Schamlose Werbung
  - Jörg Faschingbauer
  - jf@faschingbauer.co.at
  - www.faschingbauer.co.at
- Es ist alles sehr kompliziert (©Fred Sinowatz)
  ... wenn man alles vermischt
- CAN-Bus wird *nicht* mit Einfachheit in Verbindung gebracht
- Linux bringt Einfachheit rein
  - Netzwerkprogrammierung → Allgemeinwissen
  - "SocketCAN": gespendet von Volkswagen
  - Keine Bindung der Applikation an Hardware
  - Freie Wahl der Programmiersprache → natürlich Python
- Spezielles Goodie: Virtueller CAN-Bus
  → Entwickeln und Testen am PC, ganz ohne Hardware

Halbherzig: Geschichte aus Wikipedia

FASCHINGBAUER

jjj hier noch was her

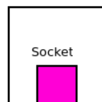
Netzwerkprogrammierung: Datagrammverkehr

FASCHINGBAUER

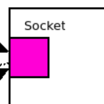
Paketvermittlung → Datagramme

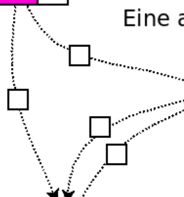
- Am Internet: User Datagram Protokoll (UDP)
- Keine Point-to-Point Verbindung wie TCP
- Broadcasts möglich
- Paketgrenzen

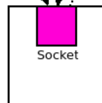
Eine Applikation



Eine andere Applikation





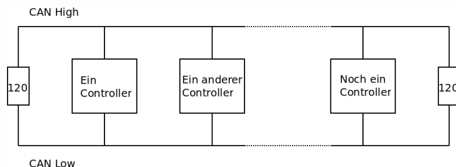


Noch eine Applikation

Und CAN?

FASCHINGBAUER

- Sehr kleine Pakete (bis 8 Bytes Nutzdaten)
- Bus-Arbitrierung, Priorität und Applikationszuordnung anhand von "Paket-IDs"
- Keine Adressen $\rightarrow$ nur Broadcasts
- $\Longrightarrow$ sieht aus wie ein Netzwerk, ist ein Netzwerk



Ein Netzwerkpaket ...

FASCHINGBAUER

- Definiert als C-Struct
- Host-Byteorder
- Python: `struct.pack()`, `struct.unpack()`

```
#include <linux/can.h>
```

```
struct can_frame {
    canid_t can_id;  /* 32 bit CAN_ID + EFF/RTR/ERR flags */
    __u8    can_dlc; /* frame payload length */
    __u8    data[8] __attribute__((aligned(8)));
};
```

Overview

FASCHINGBAUER

1 Basics
2 CAN Interfaces
3 Programmierung
4 Hardware, Kernel
5 Schluss

Das CAN-Interface: Konfiguration

FASCHINGBAUER

CAN ist ein Netzwerk ...

```
# ip link show
... alle interfaces hier ...
# ip link show can0
3: can0: <NOARP,ECHO> mtu 16 qdisc noop state DOWN mode DEFAU
    link/can
# ip link set can0 type can help
# ip link set can0 bitrate 500000
# ip link set can0 bitrate 500000 listen-only on
# ip link set can0 up
```

CAN Utils

FASCHINGBAUER

Nette kleine Utilities ...

- `https://github.com/linux-can/can-utils.git`
- Überbleibsel des SocketCAN Projektes (→ "CAN als Netzwerk")
- `cansend`: Frame senden
- `candump`: Aufzeichnen aus 1.. Interfaces
- `canplayer`: Replay aus Logfile
- ... und einige andere
- → Testen der Konfiguration
- ... und mit Fantasie mehr

CAN Utils: Bauen (1)

FASCHINGBAUER

- Linux-ismen all over
- $\rightarrow$ Automake: build tool
- `https://www.gnu.org/software/automake/`

Private Installation

```
$ git clone https://github.com/linux-can/can-utils.git
$ cd can-utils
$ ./autogen.sh
$ ./configure --prefix=$HOME/installed
$ make
$ make install
```

… und PATH anpassen: `$HOME/installed`

CAN Utils: Bauen (2)

FASCHINGBAUER

Installation für alle ...

- `configure` Default Prefix: `/usr/local`
- `/usr/local/bin` normalerweise in `$PATH` voreingestellt

Build mit Default Prefix

```
$ ./configure
$ make
```

Installieren nach `/usr/local` als Root

```
# make install
```

CAN Utils: Usage (1)

FASCHINGBAUER

Frames generieren:

```
$ cansend can0 123#deadbeef
$ cangen -D deadbeef -L 4 can0
$ cangen -D deadbeef -L 4 -I 42 can0
$ cangen -D i -I 42 -L 8 -g 100 -p 100 can0
```

Frames mitschnüffeln:

```
$ candump can0
$ candump can0 can1 ...
```

CAN Utils: Usage (2)

FASCHINGBAUER

Record, Replay:

```
$ candump -L can0 > can0.log
$ canplayer < ./can0.log
```

Wechseln des Interfaces:

```
$ canplayer can1=can0 < ./can0.log
```

vcan: Virtuelles CAN-Interface

FASCHINGBAUER

Problem:

- CAN-Programmierung braucht Hardware
- ... mindestens zwei Teilnehmer (oder Loopback über Controller)
- → Programmieren und Testen so schwer wie möglich

Lösung:

```
# modprobe vcan
# ip link add dev mein-test-can type vcan
# ip link set mein-test-can up
# canplayer mein-test-can=can0 < ./can0.log
```

Fantasie:

- Programmieren und Testen zuhause am PC
- Continuous Integration
- ...

Overview

FASCHINGBAUER

1. Basics
2. CAN Interfaces
3. Programmierung
4. Hardware, Kernel
5. Schluss

CAN Programmierung

FASCHINGBAUER

CAN geht über Sockets ...

- Paketvermittlung → ähnlich wie UDP
- Neue *Protocol Family*: `PF_CAN`
- Keine Adressen → Binden per “Interface Index”
- Pakete (“Frames”) von fixer Größe

CAN in C — Socket, "Interface Index"

FASCHINGBAUER

Documentation/networking/can.txt

```
int s;
struct sockaddr_can addr;
struct ifreq ifr;

s = socket(PF_CAN, SOCK_RAW, CAN_RAW);

strcpy(ifr.ifr_name, "can0");
ioctl(s, SIOCGIFINDEX, &ifr);

addr.can_family = AF_CAN;
addr.can_ifindex = ifr.ifr_ifindex;

bind(s, (struct sockaddr *)&addr, sizeof(addr));
```

CAN in Python — Socket, “Interface Index”

FASCHINGBAUER

```
can_socket = socket.socket(
    socket.PF_CAN, socket.SOCK_RAW, socket.CAN_RAW)
can_socket.bind(('can0',))
```

CAN in C — Frames (1)

FASCHINGBAUER

Kernel liefert (und akzeptiert) “Netzwerkpakete” fixer Größe → CAN Frames

#include <linux/can.h>

```
struct can_frame {
    canid_t can_id;  /* 32 bit CAN_ID + EFF/RTR/ERR flags */
    __u8    can_dlc; /* frame payload length */
    __u8    data[8] __attribute__((aligned(8)));
};
```

CAN in C — Frames (2)

FASCHINGBAUER

```
struct can_frame frame;
read(s, &frame, sizeof(struct can_frame));

/* do something with frame */

write(s, &frame, sizeof(struct can_frame));
```

CAN in Python — Frames

FASCHINGBAUER

```
struct can_frame {
    canid_t can_id;  /* 32 bit CAN_ID + EFF/RTR/ERR flags */
    __u8    can_dlc; /* frame payload length */
    __u8    data[8] __attribute__((aligned(8)));
};
```

```
frame_layout = "=IB3x8s"
frame_size = struct.calcsize(frame_layout)
frame = can_socket.recv(frame_size)
can_id, can_dlc, data = struct.unpack(frame_layout, frame)

/* do something with frame */

frame = struct.pack(frame_layout, can_id+1, len(data), data)
can_socket.send(frame)
```

Was gibts noch zu sagen?

FASCHINGBAUER

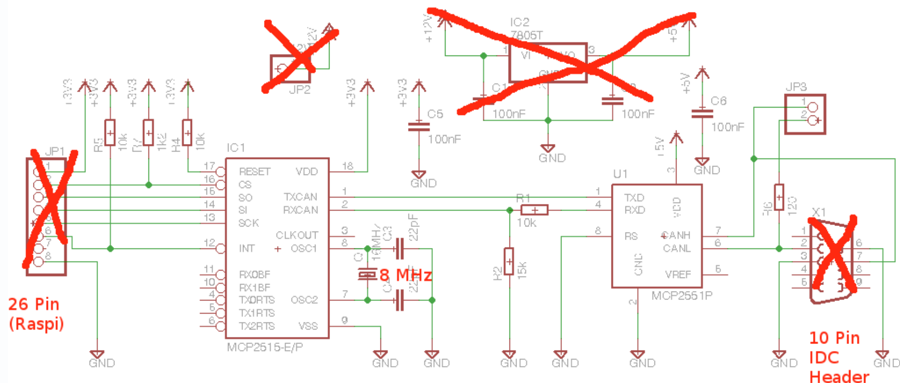
- Interface Index `0` (Python: leerer Interface-Name, `''`) → *alle* Interfaces
- Alternative System Calls: `recvfrom()`, `sendto()`, wenn man am Interface interessiert ist
- Der Rest ist Unix
  - Filedescriptoren
  - Event Loops
  - → Client-Server Techniken, die altbekannt sind
- Realtime ... hat nix damit zu tun
  - Kann man machen, wenn man will/muss
  - *Vorsicht*: soll man nicht, wenn man nicht muss

Overview

1 Basics
2 CAN Interfaces
3 Programmierung
4 Hardware, Kernel
5 Schluss

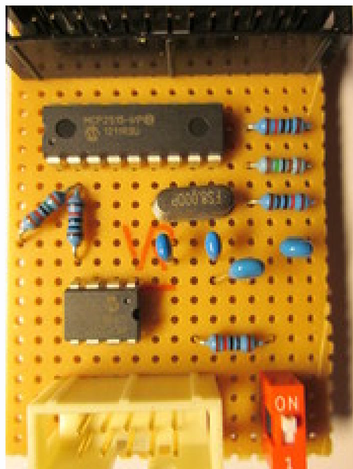
MCP2515: Schaltplan

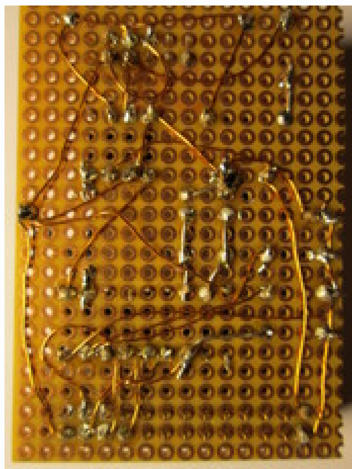
http://lnxpps.de/can2udpe/openwrt/



MCP2515: Löterei

FASCHINGBAUER



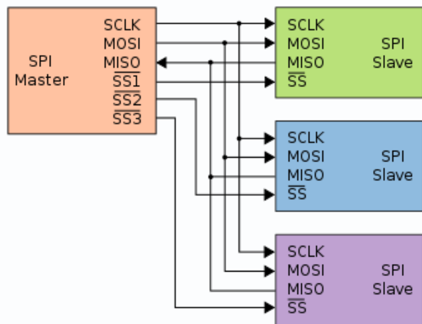


MCP2515: SPI

FASCHINGBAUER

- SPI: asymmetrisch (Master/Slave)
  - `MOSI`, `MISO`, `SCLK`: SPI an sich
  - "Chip Select" ("Slave Select")
- Benachrichtigung an Master
  - Interrupt
  - Raspi: beliebiger GPIO

Serial Peripheral Interface — SPI



MCP2515: Raspberry

FASCHINGBAUER

- Broadcom BCM2835
  - 2 SPI Master, davon einer über Header P1 erreichbar
  - 2 Chip-Select → `CE0` ("Chip Enable")
  - Haufenweise IO → `GPIO25`
- Stromversorgung
  - 3.3V für MCP2515
  - 5V für Transceiver

Raspberry P1 Pinout

Arbeiten am Kernel

FASCHINGBAUER

- **“Board File”**: Verdrahtung der Software mit Hardware
- C Code
- Hauptsächlich Strukturen in Analogie zur Hardware
- Raspberry Board File: `arch/arm/mach-bcm2708/bcm2708.c`
- MCP2515 Driver: `drivers/net/can/mcp251x.c`
- `http://github.com/jfasch/linux/tree/rpi-mcp2515`

Overview

FASCHINGBAUER

1 Basics
2 CAN Interfaces
3 Programmierung
4 Hardware, Kernel
5 Schluss

Weiterführendes

FASCHINGBAUER

- SocketCAN: `http://en.wikipedia.org/wiki/SocketCAN`
- CAN-Utils: `https://gitorious.org/linux-can/can-utils`
- Kernel Doc: `Documentation/networking/can.txt` (im Kernel Source)
- Python-CAN: `http://python-can.readthedocs.org`
- OBD II: `http://de.wikipedia.org/wiki/On-Board-Diagnose`

Viel Spass

FASCHINGBAUER