

Embedded Linux Docs en UIO

Een half jaar ES7

Joris van Rooij

26 Januari 2007



Inhoud

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- Conclusie

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- Conclusie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel

Voorwaarden

Uitwerking

Resultaten

Linux UIO

Introductie

Voorbeelden

Conclusie

Vragen

■ Embedded Linux op de TI OMAP

■ EL

■ ES7

■ ARM Userland Filesystem en Toolchain

■ Documentatie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel

Voorwaarden

Uitwerking

Resultaten

Linux UIO

Introductie

Voorbeelden

Conclusie

Vragen

- Embedded Linux op de TI OMAP
 - EL
 - ES7
- ARM Userland Filesystem en Toolchain
- Documentatie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Embedded Linux op de TI OMAP
 - EL
 - ES7
- ARM Userland Filesystem en Toolchain
- Documentatie

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- **Voorwaarden**
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- Conclusie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden

Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Geen Linux Distributie
- “Live” Kernel en Filesystem
- Crosstool (Daniel Kegel)

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden

Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Geen Linux Distributie
- “Live” Kernel en Filesystem
- Crosstool (Daniel Kegel)

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden

Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Geen Linux Distributie
- “Live” Kernel en Filesystem
- Crosstool (Daniel Kegel)

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- **Uitwerking**
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- Conclusie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

■ Stappenplan

- Research
- Uitproberen (patchen)
- Verifiëren
- Automatiseren
- Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

■ Stappenplan

- Research
 - Uitproberen (patchen)
 - Verifiëren
 - Automatiseren
 - Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

■ Stappenplan

- Research
- Uitproberen (patchen)
- Verifiëren
- Automatiseren
- Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Stappenplan
 - Research
 - Uitproberen (patchen)
 - Verifiëren
 - Automatiseren
 - Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Stappenplan
 - Research
 - Uitproberen (patchen)
 - Verifiëren
 - Automatiseren
 - Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Stappenplan
 - Research
 - Uitproberen (patchen)
 - Verifiëren
 - Automatiseren
 - Documenteren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

■ Script: build.sh

- Omgevingsvariabelen (PATH, *_DIR)
- Aanduwen *make(1)*
- Starten IDE (Eclipse, Netbeans)

■ Script: Makefile

- Dependency resolving
- Downloaden source files, configs en patches
- Patchen waar nodig
- Configureren
- Compilen en Installeren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Script: build.sh
 - Omgevingsvariabelen (PATH, *_DIR)
 - Aanduwen *make(1)*
 - Starten IDE (Eclipse, Netbeans)
- Script: Makefile
 - Dependency resolving
 - Downloaden source files, configs en patches
 - Patchen waar nodig
 - Configureren
 - Compilen en Installeren

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

Voorbeeld Project Makefile

```
CFLAGS+=-Wall -O2
LDFLAGS+=-lm
OBJ=main.o lib.o
PROG=calculator
.PHONY: all clean
all: $(PROG)
$(PROG): $(OBJ)
    $(CC) $(CFLAGS) $(LDFLAGS) -o $@ $(OBJ)
%.o: %.c
    $(CC) $(CFLAGS) -c $< -o $@
clean:
    -rm -rf $(PROG) $(OBJ)
```

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

Voorbeeld Shell-acties

```
$ ./build.sh my_calculator
```

```
$ ./build.sh un_calculator
```

```
$ ./build.sh linux
```

```
$ ./build.sh eclipse
```

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- **Resultaten**

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- Conclusie

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Documentatie
 - Software op de OMAP
 - Schrijven, bouwen en debuggen van software
 - Opzetten “Live” Linux file system (NFS, TFTP, BOOTP)
 - Configureren van hardware
- Scripts en Voorbeeldcode

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Documentatie
 - Software op de OMAP
 - Schrijven, bouwen en debuggen van software
 - Opzetten “Live” Linux file system (NFS, TFTP, BOOTP)
 - Configureren van hardware
- Scripts en Voorbeeldcode

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Crosstool is Verouderd
 - Bestaande Software wil niet altijd Cross Compilen
 - Handmatige Dependency Tracking (Slack!)
 - Eclipse
 - Feature bloat
 - Feature creep
 - Een *chroot(8)* Ontbreekt

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Crosstool is Verouderd
- Bestaande Software wil niet altijd Cross Compilen
- Handmatige Dependency Tracking (Slack!)
- Eclipse
 - Feature bloat
 - Feature creep
- Een *chroot(8)* Ontbreekt

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Crosstool is Verouderd
- Bestaande Software wil niet altijd Cross Compilen
- Handmatige Dependency Tracking (Slack!)
- Eclipse
 - Feature bloat
 - Feature creep
- Een *chroot(8)* Ontbreekt

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Crosstool is Verouderd
- Bestaande Software wil niet altijd Cross Compilen
- Handmatige Dependency Tracking (Slack!)
- Eclipse
 - Feature bloat
 - Feature creep
- Een *chroot(8)* Ontbreekt

User Friendly Embedded Linux Guide

monkey see, monkey do

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Crosstool is Verouderd
- Bestaande Software wil niet altijd Cross Compilen
- Handmatige Dependency Tracking (Slack!)
- Eclipse
 - Feature bloat
 - Feature creep
- Een *chroot(8)* Ontbreekt

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Int roductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- **Int roductie**
- Voorbeelden
- Conclusie

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Gemakkelijk
 - Ontwikkelen
 - Debuggen
 - Begrijpen
- Veiligheid
- Microkernel-esque

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Gemakkelijk
 - Ontwikkelen
 - Debuggen
 - Begrijpen
- Veiligheid
- Microkernel-esque

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- Gemakkelijk
 - Ontwikkelen
 - Debuggen
 - Begrijpen
- Veiligheid
- Microkernel-esque

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

Kernelspace Drivers

- Onbeperkte geheugentoegang
- N interrupts
- Alle devices

Userspace Drivers

- Zeer beperkte geheugentoegang
- 1 interrupt
- Alleen memory mappable

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- **Kernelspace**
 - Map device memory range(s)
 - Register interrupt
- **Userspace**
 - Interrupt routine
 - Device memory range(s) in *mmap(2)*
 - Driver logica

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- **Kernelspace**
 - Map device memory range(s)
 - Register interrupt
- **Userspace**
 - Interrupt routine
 - Device memory range(s) in *mmap(2)*
 - Driver logica

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

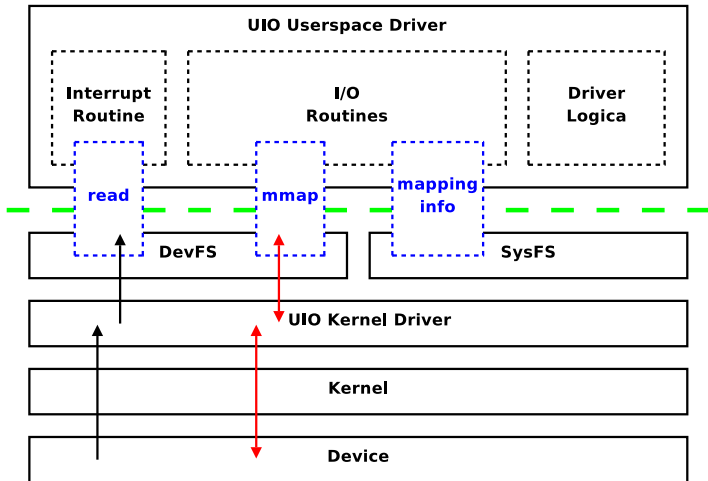
Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen



Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- **Voorbeelden**
- Conclusie

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

Kernelspace: struct uio_info

```
static struct uio_info uio_gpio_info = {  
    .name = "uio_gpio",  
    .version = "0.1",  
    .irq = MY_IRQ_NUMBER,  
    .irq_flags = IRQF_SHARED, /* request_irq(9) */  
    .mem[0].addr = 0xDEAFBABE,  
    .mem[0].size = 0x1337,  
    .mem[0].memtype = UIO_MEM_PHYS,  
    /* .mem[0].memtype = UIO_MEM_LOGICAL, */  
    /* .mem[0].memtype = UIO_MEM_VIRTUAL, */  
};
```

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

Userspace: interrupts

```
int uio_dev;
fd_set uio_set;
/* open(2) op /dev/uioN etc. */
FD_ZERO(&uio_set);
FD_SET(uio_dev, &uio_set);
while (select(uio_dev + 1, &uio_set,
              NULL, NULL, NULL))
    printf("Got an interrupt!\n");
```

Vordering Presentatie

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

1 Embedded Linux Docs

- Doel
- Voorwaarden
- Uitwerking
- Resultaten

2 Linux UIO

- Introductie
- Voorbeelden
- **Conclusie**

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- UIO is ongeschikt voor GPIO
 - Onvoldoende vrijheid interrupt mapping
 - 1 interrupt per UIO char device
 - Memory range is niet aansluitend
 - Oftewel: complexer dan kernelspace
- Nog geen werkende UIO GPIO code voor de OMAP

Linux Userspace I/O Drivers

userspace implementatie van OMAP GPIO

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs

Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

- UIO is ongeschikt voor GPIO
 - Onvoldoende vrijheid interrupt mapping
 - 1 interrupt per UIO char device
 - Memory range is niet aansluitend
 - Oftewel: complexer dan kernelspace
- Nog geen werkende UIO GPIO code voor de OMAP

Vragen en Antwoorden

hehe, eindelijk

Embedded
Linux Docs
en UIO

Joris van
Rooij

Embedded
Linux Docs
Doel
Voorwaarden
Uitwerking
Resultaten

Linux UIO
Introductie
Voorbeelden
Conclusie

Vragen

“Daarna stellen ‘we’ vragen.”