

Open Robotic Board
Firmware
Remote Interface Protocol

Thomas Breuer
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
Datum: 12.11.2023

1 Kommunikationsschnittstelle

Zur Kommunikation mit der Firmware kann wahlweise USB oder Bluetooth verwendet werden.

Über diese beiden Kommunikationsschnittstellen lassen sich:

- Anwendungssoftware zur lokalen Steuerung herunterladen
- Daten zur Steuerung austauschen

1.1 Datenübertragung

1.1.1 Allgemein

Ein Datenpaket umfasst maximal 64 Byte, bestehend aus 2 Byte CRC, 1 Byte ID, 1 Byte reserved sowie bis zu 60 Byte weiterer Nutzdaten.

Die CRC wird aus ID, reserved und den Nutzdaten gebildet.

Länge: 16-Bit
Start: 0xFFFF
Generator: 0xA001

1.1.2 USB

USB-Class: Vendor Specific Class
VID: 0x0023
PID: 0x2000
Endpoint: 1, Interrupt, Intervall = 10ms
MaxPacketSize: 64

Siehe: `Project/Src/descriptor.txt` bzw. `*.cpp`

1.1.3 Bluetooth

Zur Synchronisation der UART-Datenübertragung (Start- und Ende der Datenübertragung) wird die Start-Kennung 0x41 den Nutzdaten vorangestellt bzw. sowie End-Kennung 0x42 den Nutzdaten angehängt.

Falls Nutzdaten der Start- bzw. der Endkennung entsprechen, wird ein weiteres Steuerzeichen 0x40 sowie ein zusätzliches BYTE gemäß folgender Tabelle übertragen:

Nutzdatum	Übertragene Daten
0x40	0x40, 0x00
0x41	0x40, 0x01
0x42	0x40, 0x02
sonst	original Nutzdatum

1.2 Datenformat:

Siehe: `Project/Src/Properties.h`

Datentypen:

BYTE	unsigned	1 Byte
WORD	unsigned short	2 Byte
DWORD	unsigned int	4 Byte
short	signed short	2 Byte
int	signed int	4 Byte

Byte Reihenfolge: Little Endian

1.3 Datenstrukturen

1.3.1 ConfigToORB

Konfiguration an ORB

Datentyp		Port	
WORD	CRC		Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID		0
BYTE	reserved		0
BYTE	type	Sensor-Port 1	Sensortyp
BYTE	mode		Sensormodus
WORD	option		Sensoroption
4 BYTE	...	Sensor-Port 2	s.o.
4 BYTE	...	Sensor-Port 3	s.o.
4 BYTE	...	Sensor-Port 4	s.o.
WORD	ticsPerRotation	Motor-Port 1	
BYTE	acceleration		
BYTE	Regler_Kp		
BYTE	Regler_Ki		
3 BYTE	reserved		
8 BYTE	...	Motor-Port 2	s.o.
8 BYTE	...	Motor-Port 3	s.o.
8 BYTE	...	Motor-Port 4	s.o.
12 BYTE	reserved		reserviert

type

Sensortyp

Wert		
0	ANALOG	nicht sensorspezifisch, kann für beliebige analoge (z.B. NXT-Lichtsensoren) und digitale Sensoren verwendet werden.
1	UART	EV3-UART Sensor (z.B. Farb-, Ultraschall-, Infrarotsensor)
2	I2C	Sensoren mit I2C Schnittstelle (z.B. NXT-Ultraschallsensor)
3	TOF	Laufzeitmessung (TOF) Ultraschallsensor
4	TOUCH	NXT/EV3-Touch-Sensor mit automatischer Erkennung

mode

Sensormode

Eingestellter Sensortyp	Wert	
ANALOG	-	nicht verwendet
UART	0..7	Betriebsmodus für EV3-UART-Sensoren
I2C	0	NXT-Ultraschall
	1	TCS3472
	2	VL53L0X
TOF	-	nicht verwendet
TOUCH	-	nicht verwendet

option

Sensoroption

Eingestellter Sensortyp	Wert	
ANALOG	-	Konfiguration der I/O-Pins 1,2,5 und 6 mit jeweils 4 Bit je Pin: option[3:0] Pin 1 option[7:4] Pin 2 option[11:8] Pin 5 option[15:12] Pin 6 x000 Input-Floating x001 Input mit Pull-Up x010 Input mit Pull-Down x011 reserved x100 Output Open Drain x101 Output Open Drain mit Pull-Up x110 Output Push-Pull x111 reserved 0xxx Set Output low 1xxx Set Output high
UART	-	nicht verwendet
I2C	-	Verwendung abhängig vom I2C-Sensortyp (siehe mode)
TOF	-	nicht verwendet
TOUCH	-	nicht verwendet

1.3.2 PropToORB

Steuerkommando an ORB

Datentyp	Feld	Port	
WORD	CRC		Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID		1
BYTE	reserved		0
BYTE	mmode	Motor-Port 1	Motor-Steuermodus
short	speed		Geschwindigkeit / Spannung
int	pos		Soll-Position
7 BYTE	...	Motor-Port 2	siehe oben
7 BYTE	...	Motor-Port 3	siehe oben
7 BYTE	...	Motor-Port 4	siehe oben
BYTE	sspeed	Servo-Port 1	Servo Modus
BYTE	spos		Servo Soll-Position
2 BYTE	...	Servo-Port 2	siehe oben

mmode

Motor-Steuermodus

Wert		
0	POWER_MODE	Die durch speed angegebene Spannung wird eingestellt
1	BRAKE_MODE	Bremsbetrieb durch Kurzschluss des Motors
2	SPEED_MODE	Die durch speed angegebene Drehzahl wird geregelt
3	MOVETO_MODE	Die durch pos angegebene Motor-Position wird angefahren, die in speed angegebene Geschwindigkeit wird dabei nicht überschritten.

speed

Geschwindigkeit / Spannung

Eingestellter Motor-Steuermodus	
POWER_MODE	Spannung im Bereich -1000 bis 1000 (Einheit: 1/1000 der Versorgungsspannung)
BRAKE_MODE	nicht verwendet
SPEED_MODE	Geschwindigkeit in 1/1000 Umdrehungen/Sekunde
MOVETO_MODE	Maximale Geschwindigkeit in 1/1000 Umdrehungen/Sekunde, Vorzeichen wird ignoriert

pos

Soll-Position

Eingestellter Motor-Steuermodus	
MOVETO_MODE	Absolute Position in 1/1000 Umdrehungen
sonst	nicht verwendet

sspeed

Servo Einstellgeschwindigkeit

Wert	
0	Es wird kein Steuersignal generiert, Servo passiv
1,...,100	Geschwindigkeit, mit der die Pulsbreite an den aktuellen Sollwert angepasst wird (Stellgeschwindigkeit des Servos, Einheit: 1/10 Aussteuerbereich/s).

spos

Servo Soll-Position

Wert	
0,...,100	$\text{Pulsbreite des Steuersignals} = (0.01 \cdot \text{spos} + 1) \cdot 1\text{ms}$ Dies entspricht bei üblichen Modellbau-Servos dem Winkelbereich 0,...,90°

1.3.3 PropFromORB

Messwerte von ORB

Datentyp		Port	
WORD	CRC		Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID		2
BYTE	reserved		0
char	pwr	Motor-Port 1	Spannung
short	speed		Geschwindigkeit
int	pos		Encoder-Position
7 BYTE	...	Motor-Port 2	siehe oben
7 BYTE	...	Motor-Port 3	siehe oben
7 BYTE	...	Motor-Port 4	siehe oben
DWORD	value	Sensor-Port 1	Sensor-Messwert
BYTE	type		Gültigkeit und aktueller Sensortyp
BYTE	descriptor		Block-Descriptor
BYTE	option		Zusatzinformationen über Messwert
7 BYTE	...	Sensor-Port 2	siehe oben
7 BYTE	...	Sensor-Port 3	siehe oben
7 BYTE	...	Sensor-Port 4	siehe oben
BYTE	digital		Digitale Messwerte Zusatzport
BYTE	Vcc		Versorgungsspannung in 1/10 Volt
BYTE	status		Status
BYTE	reserved		---

pwr

Spannung

Ausgegebene Motor-Spannung im Bereich -100 bis 100 (Einheit: 1/100 der Versorgungsspannung)

speed

Geschwindigkeit

Gemessene Geschwindigkeit in 1/1000 Umdrehungen/Sekunde

pos

Encoder-Position

Gemessene absolute Position in 1/1000 Umdrehungen

value

Sensor-Messwert

Eingestellter Sensortyp	
ANALOG	value[11:0] Analogspannung Sensorport-Pin 1 value[23:12] Analogspannung Sensorport-Pin 2 value[24] Digital Sensorport-Pin 5 value[25] Digital Sensorport-Pin 6
UART	Sensorwert vom EV3-Sensor (raw)
I2C	Sensorwert vom I2C -Sensor
TOF	Laufzeit in μ s
TOUCH	1: Sensor betätigt, 0: sonst

type

Gültigkeit und Sensortyp

Bit	
7	Gültigkeit des Sensorwertes
6..0	Aktueller Sensortyp gem. ConfigToORB

descriptor

Block-Descriptor

7..5	Anzahl Bytes pro Messwert ⁽¹⁾	<u>Wert</u>	<u>Anzahl Bytes</u>
		000	1
		001	2
		010	4
		011	8
		100	16
		101	32
		110	64
		111	128
4...0	Paket-Nummer		

(1) Es werden maximal nur 2x4 Bytes unterstützt (20.10.2023)

option

Zusatzinformationen

Bit	
ANALOG	nicht verwendet
UART	Vom Sensor zurückgelieferter Modus
I2C	nicht verwendet
TOF	nicht verwendet
TOUCH	nicht verwendet

digital

Digitale Messwerte

Bit		Wert	
0	Digital-Port 1	0	Eingang offen
		1	Eingang geschlossen
1	Digital-Port 2	...	siehe oben

Vcc

Versorgungsspannung

Versorgungsspannung in 1/10 V

status

Status

Bit		Wert	
0	Lokale Steuerung	0	nicht aktiv
		1	aktiv
1	ConfigToORB	0	sonst
		1	Datenpaket zur Sensor/-Motorkonfiguration wurde empfangen, das Bit wird automatisch zurückgesetzt

1.3.4 MonitorToORB

Monitor an ORB

Datentyp		
WORD	CRC	Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID	3
BYTE	reserved	0
BYTE	bmode	Betriebsmodus
BYTE	parameter	Startparameter
BYTE	keycode	Tastaturcode

bmode

Betriebsmodus

Wert	
0	Nur Abfrage der Messwerte
1	Lokale Steuerung starten mit Startparameter
2	Lokale Steuerung stoppen

parameter

Startparameter

Startparameter, wird an lokale Steuerung weitergegeben
--

keycode

Tastaturcode

Wert	
0	Keine Taste betätigt
1,....	Nummer der betätigten Taste

1.3.5 MonitorFromORB

Monitor von ORB

Datentyp		
WORD	CRC	Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID	4
BYTE	reserved	0
BYTE	line	Zeilennummer
31 BYTE	text	Text

line

Zeilennummer

Zeilennummer der Textzeile (0,...,3)

text

Text

Null-terminierter Char-String

1.3.6 SettingsFromORB

Einstellungen von ORB

Datentyp		
WORD	CRC	Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID	5
BYTE	reserved	0
2 WORD	version	Firmware Version
2 WORD	board	Board Version
21 BYTE	name	Board Name
BYTE	VCC_ok	Versorgungsspannung OK
BYTE	VCC_low	Versorgungsspannung niedrig

version

Firmware Version

Index	
0	Versionsnummer der Firmware
1	Unterversionsnummer der Firmware

board

Board Version

Index	
0	Versionsnummer des Boards
1	Unterversionsnummer des Boards

Die Board-Version wird durch die installierte Firmware definiert

name

Board Name

Null-terminierter Char-String, enthält einen individuellen Board-Namen.
Der Name kann mit cSettingToORB eingestellt werden.

VCC_ok

Versorgungsspannung OK

Grenze, ab der Firmware die Versorgungsspannung als OK (= Batterie voll) erkennt. Einheit: 1/10 Volt.
Die Spannungsgrenze kann mit cSettingToORB eingestellt werden.

VCC_low

Versorgungsspannung niedrig

Grenze, ab der Firmware die Versorgungsspannung als zu niedrig (= Batterie leer) erkennt. Einheit: 1/10 Volt.
Die Spannungsgrenze kann mit cSettingToORB eingestellt werden.

1.3.7 SettingsToORB

Einstellungen an ORB

Datentyp		
WORD	CRC	Cyclic Redundancy Check
BYTE	ID	6
BYTE	reserved	0
BYTE	command	Kommando
21 BYTE	name	Board Name (siehe oben)
BYTE	VCC_ok	Versorgungsspannung OK (siehe oben)
BYTE	VCC_low	Versorgungsspannung niedrig (siehe oben)

command

Kommando

Bit		Wert	
0	Schreibe Name	0	keine Aktion
		1	Schreibt Settings (name, VCC_ok, VCC_low) in den Speicher
1	Lösche Speicher	0	keine Aktion
		1	Löscht persistenten Speicher der Application

1.4 Verhalten der ORB-Firmware

Lokale Steuerung	Empfang	Aktion	Senden
nicht aktiv	<u>Monitor</u> ToORB	ggf. lokale Steuerung starten	<u>Prop</u> FromORB
	<u>cProp</u> ToORB	Einstellungen übernehmen	<u>Prop</u> FromORB
	<u>Config</u> ToORB	Einstellungen übernehmen, Bit 1 in PropFromORB.status setzen	---
	<u>Settings</u> ToORB	ggf. Einstellungen übernehmen	<u>Settings</u> FromORB
aktiv	<u>Monitor</u> ToORB	ggf. lokale Steuerung stoppen	<u>Prop</u> FromORB <u>Monitor</u> FromORB
	<u>Prop</u> ToORB	keine	---
	<u>Config</u> ToORB	keine	---
	<u>Settings</u> ToORB	ggf. Einstellungen übernehmen	<u>Settings</u> FromORB

Falls für länger als 1 Sekunde kein PropToORB Datenpaket empfangen wurde und keine lokale Steuerung aktiv ist, werden die Motoren ausgeschaltet.