

ET ソフトウェアデザイン ロボットコンテスト

2009年 NXT走行体&開発環境

実施説明会資料



Embedded Technology Software Design Robot Contest



目次

- **NXT走行体**
- 開発環境
- nxtOSEK/JSP開発環境
- C言語サンプルプログラム



RCX vs. NXT



機能	RCX	LEGO MINDSTORMS NXT
CPU	H8 (8bit, 16MHz)	ARM7(32bit, 48MHz)
メモリサイズ (バイト) 1	32K (含むファームウェア)	・ ROM+RAM:64K (拡張NXTファームウェア) ・ ROM:224K / RAM:50K (NXT BIOS)
デバイスI/O	センサ × 3ch モータ × 3ch	センサ × 4ch (A/D, I2C) モータ × 3ch (分解能1degのエンコーダ内蔵) LEGO社はHW回路図/SWを公開
表示	液晶	100 × 64ピクセル液晶
サウンド	8bit PCM	8bit PCM (トーン/WAV)
通信	赤外線	Bluetoothマスタ/スレーブ (NXT/PCと通信可能) USBスレーブ (PCと通信可能)
コンパイラ	GCC for H8	GNU ARM (GCC 4.0.2)
オープンソース 開発環境	BrickOS: C/C++ leJOS: Java	nxtOSEK/JSP (TOPPERS ATK/JSP): C/C++ leJOS NXJ : Java

1: NXTのメモリサイズはnxtOSEK/JSP使用時のデータ



NXT走行体仕様

・ 2輪倒立振り子ライトレースロボット(NXTway-ET)

- 倒立振り子制御により2輪でバランスしながら走行
坂道や多少の凸凹も走破可能
- ジャイロセンサ、光センサ、タッチセンサ、
超音波センサを搭載
- エンコーダ内蔵DCモータによる左右輪独立制御
- Bluetooth、USB通信対応
- 開発環境はオープンソース(無償提供)
- 倒立振り子制御機能はC APIとして提供
- 制御工学用教材としても利用可能
- 2008年チャンピオンシップ大会における
デモ走行の様子

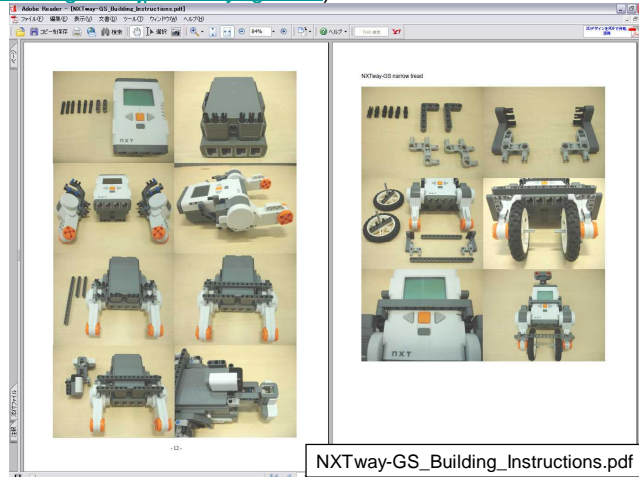
<http://www.kumikomi.net/article/movie/2008/05nxt/index.html>





組立図(PDF)

- nxtOSEK/JSPのWebサイトにて入手可能
(http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/nxtway_gs.htm)



目次

- NXT走行体
- **開発環境**
- nxtOSEK/JSP開発環境
- C言語サンプルプログラム



nxtOSEK/JSP(C/C++)

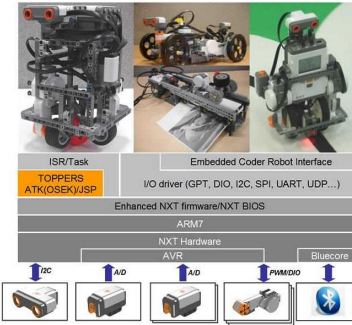
- NXT用C/C++開発環境(<http://lejos-osek.sourceforge.net/>)
 - TOPPERS ATK/JSPをベースとした国産オープンソースプロジェクト
 - OSEK仕様RTOS(デフォルト) 又は μITRON4.0仕様RTOS
 - クロス環境: GCC 4.0.2(GNUARM)
 - NXT用C/C++ APIを提供
 - モデルベース開発にも対応
 - 倒立振り子制御C APIを提供
 - 対応OS: Windows XP/Vista

nxtOSEK/JSP

ANSI C/C++ with OSEK/μITRON RTOS for LEGO® MINDSTORMS® NXT

English / Japanese(日本語) / Simplified Chinese(简体中文)

- nxtOSEK仕様 2009/01更新
- ダウンロード
- nxtOSEK 2.07
- NXT Command 1.04
- インストール
- 2009/01更新
- プログラムダウンロード
- 2009/01更新
- Eclipse IDE適用
- 2009/01更新
- C APIドキュメント
- 2009/01更新
- C++ APIドキュメント
- NXTプロジェクト
- サンプルプログラム
- ユーティリティ
- nxtOSEK Hack
- Embedded Coder Robot NXT
- 最新 NXT Button
- 最新 NXT Scanner
- FAQ
- リンク



Copyright © 2007-2008 Takashi Chikama. All rights reserved. Chinese site is translated by Gung Hui. Disclaimer: LEGO® is a trademark of The LEGO Group. OSEK is a registered trademark of Siemens AG. Copyright of the Bluetooth icon is reserved by SIGSOFI.



leJOS NXJ(Java)

- NXT用Java開発環境 (<http://lejos.sourceforge.net/>)
 - NXT専用VMを使用
 - 豊富なNXT用Java APIを提供
 - OOP、デザインパターンに対応
 - 倒立振り子制御APIは未提供(独自に作成する必要あり)
 - 対応OS: Windows/Linux/Mac



leJOS News:

December 11, 2008 18:09 PM
Version 0.7 of the leJOS NXJ Eclipse Plugin is available now. It supports the new version 0.7 of leJOS NXJ on Windows, OS or Vista, Mac OS X and Linux. Use Eclipse's Update manager to install it from the remote update site as follows:

- Name: leJOS NXJ (or whatever you like)
- URL: <http://lejos.sourceforge.net/lejos/eclipse/plugin/faq/>

For configuration and usage, consult the leJOS NXJ topic in Eclipse's Help->Help contents view after installation.

November 15, 2008 11:36 AM
The new leJOS NXJ 0.7 is now available for download. This version includes a Windows installer to make installation a breeze for new users (the compressed file distribution is also still available). New features include better USB support, no more using a paper clip to upload firmware, faster garbage collection, three new GUI tools, a brand new TxDotNet support for many new sensors, bug fixes and much more (<http://lejos.sourceforge.net/>). We also have preliminary packages for the incredible Home-Cards localization technique, plus mobile phone remote control. (These packages are still undergoing changes and are not yet supported. For the brave only!) As usual if you find any bugs please report them to our Source.

May 06, 2008 4:58 PM
NXJ Version 0.6 is available for download. Along with numerous bug fixes, this version includes full Mac OS X support, output using System.out and System.err, proxy statements, Bluetooth GUI, Bluetooth hardware (SPI, I2C, HID), preliminary Java Bluetooth API, auto-run a program and many more. (see above). Please report any bugs to the Source.



目次

- NXT走行体
- 開発環境
- **nxtOSEK/JSP開発環境**
- C言語サンプルプログラム



nxtOSEK/JSP開発環境構築

- 対象OS: Windows XP SP2/Windows Vista SP1
- 開発環境構築に(最低限)必要なもの
 - Cygwin (+ make 3.8.1)
 - GNUARM 4.0.2
 - LEGO MINDSTORMS NXT Driver
 - NeXTTool(プログラムアップロード用)
 - 拡張NXTファームウェア
 - nxtOSEK/JSP v2.07
- 拡張NXTファームウェアの使用を推奨

上記ソフトウェアは全て無償入手可能
nxtOSEK Webサイトに詳細情報

The screenshot shows the website for **nxtOSEK/JSP**, which is an ANSI C/C++ environment for LEGO MINDSTORMS NXT. It lists various software components such as the driver, NeXTTool, and firmware, along with their versions and update dates. A hardware architecture diagram is also visible, showing the connection between the AVR microcontroller and the ARM7 processor, with various communication protocols like I2C, A/D, and PWM/DIO.



NXT GamePad

- Bluetooth通信PCソフトウェア (<http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/nxtgamepad.htm>)
 - Bluetooth通信によるR/C(別途PC HIDゲームパッドが必要)、データロギング機能を提供
 - ロギングデータはPCへ随時送信、結果はCSVファイルとして保存
 - Bluetooth dongleが必要(LEGO推奨dongleでのみ動作確認)

Time	Data1	Data2	Battery	Motor Rev A	Motor Rev B	Motor Rev C	ADC S1	ADC S2	ADC S3	ADC S4	ADC L
1	0	77	4	8239	0	0	0	181	1003	596	606
2	0	77	4	8239	0	0	0	181	1003	596	606
3	4	77	4	8239	0	0	0	181	1004	596	606
4	8	77	4	8239	0	0	0	181	1005	596	606
5	12	77	4	8114	0	0	0	181	1004	596	609
6	16	77	3	8114	0	0	0	181	1004	587	609
7	20	77	4	8114	0	0	0	181	1006	596	606
8	24	77	3	8142	0	0	0	181	1007	597	606
9	28	77	3	8142	0	0	0	181	1007	587	610
10	32	78	2	8128	0	0	0	181	1007	588	612
11	36	78	2	8128	0	0	0	1023	1007	588	610
12	40	78	2	8128	0	0	0	1023	1009	589	610
13	44	79	1	8128	0	0	0	1023	1009	600	606
14	48	79	0	8128	0	0	0	1023	1009	601	606
15	52	79	0	8100	0	0	0	1023	1009	601	606
16	56	80	0	8100	0	0	0	1023	1010	602	606
17	60	79	0	8100	0	0	0	1023	1011	600	606
18	64	79	-1	8114	0	0	0	1023	1011	604	607



倒立振り子制御 C API

- nxtOSEK/JSP Cライブラリとして提供 (http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/nxtway_gs.htm)
 - Simulinkモデルからの自動生成Cコードを採用
 - モデルをHTMLファイルとして配布(要SVG対応Webブラウザ)
 - 現代制御(状態フィードバック + サーボ制御)
 - 制御パラメータは適合可能

```

void balance_control(
  F32 args_cmd_forward,
  F32 args_cmd_turn,
  F32 args_gyro,
  F32 args_gyro_offset,
  F32 args_theta_m_f,
  F32 args_theta_m_r,
  F32 args_battery,
  S8 *ret_pwm_l,
  S8 *ret_pwm_r)

void balance_init(void)
  
```

説明

NXTway-GS用バランス制御関数。この関数は4ms毎周期で起動されることを前提に設計されています。なお、ジャイロセンサオフセット値はセンサ個体および通信によるドリフトを伴いますので、適宜補正する必要があります。また、左右の車輪駆動モータは個体差により、同じPWM出力を与えても回転数が異なる場合があります。その場合は別途補正機能を追加する必要があります。

パラメータ:

- args_cmd_forward: 前進 後進命令。100(前進最大値)~-100(後進最大値)
- args_cmd_turn: 旋回命令。100(右旋回最大値)~-100(左旋回最大値)
- args_gyro: ジャイロセンサ値
- args_gyro_offset: ジャイロセンサオフセット値
- args_theta_m_f: 左モータエンコーダ値
- args_theta_m_r: 右モータエンコーダ値
- args_battery: バッテリ電圧値(mV)
- 戻り値: ret_pwm_l: 左モータPWM出力値, ret_pwm_r: 右モータPWM出力値

NXTway-GS用バランス制御初期化関数。内部状態量変数を初期化します。この関数によりバランス制御機能を初期化する場合は、併せて左右の車輪駆動モータのエンコーダ値を0にリセットしてください。

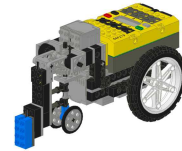
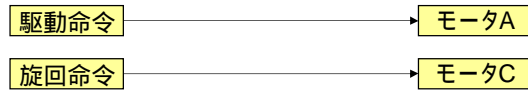
パラメータ: 無し, 戻り値: 無し



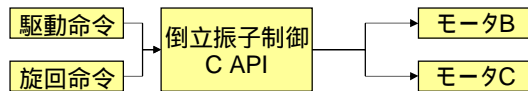
倒立振り子制御 C API

- 車両制御命令はRCX走行体と同様(駆動命令と旋回命令)
- ユーザー独自の旋回制御も可能(例、PID制御)

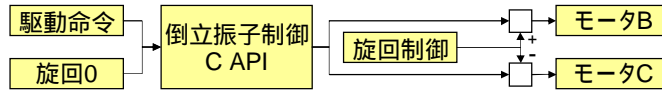
[RCX車両制御サンプル]



[NXT車両制御サンプル]



[NXT車両制御拡張例]



目次

- NXT走行体
- 開発環境
- nxtOSEK/JSP開発環境
- **C言語サンプルプログラム**



C言語サンプルプログラム

- ライントレースサンプルプログラム
(RCX用サンプルをベースに必要最低限の機能を実装)
sample.c: TOPPERS/ATK(OSEK)用メインソースファイル

```
/**
*****
** ファイル名 : sample.c
**
** 概要      : 2輪倒立振りライントレースロボットのTOPPERS/ATK(OSEK)用サンプルプログラム
*****
**/
#include "kernel.h"
#include "kernel_id.h"
#include "ecrobot_interface.h"
#include "balancer.h" /* 倒立振り制御用ヘッダファイル */

#define GYRO_OFFSET 605 /* ジャイロセンサオフセット値(角速度0(deg/sec)時) */
#define WHITE 500 /* 白色の光センサ値 */
#define BLACK 700 /* 黒色の光センサ値 */

/**
*****
// 関数名      : user_lms_isr_type2
// 引数        : なし
// 戻り値      : なし
// 概要        : 1msec周期割り込みフック関数(OSEK ISR type2カテゴリ)
*****
void user_lms_isr_type2(void){/* 空 */}
...

```



```
/**
*****
// タスク名      : OSEK_Task_bg
// 概要          : バックグラウンド(常駐)タスク
*****
TASK(OSEK_Task_bg)
{
    signed char forward; /* 前後進命令: -100(後進)~100(前進) */
    signed char turn; /* 旋回命令: -100(左旋回)~100(右旋回) */
    signed char pwm_L, pwm_R; /* 左右モータPWM出力 */

    while (!ecrobot_get_touch_sensor(NXT_PORT_S1)); /* タッチセンサ押下待機 */

    balance_init(); /* 倒立振り制御初期化 */
    ecrobot_set_light_sensor_active(NXT_PORT_S3); /* 光センサ赤外線ON */
    nxt_motor_set_count(NXT_PORT_C, 0); /* 左モータエンコーダリセット */
    nxt_motor_set_count(NXT_PORT_B, 0); /* 右モータエンコーダリセット */
    forward = 50; /* 前進命令 */
    while(1)
    {
        if (ecrobot_get_light_sensor(NXT_PORT_S3) <= (WHITE + BLACK)/2)
            turn = 50; /* 右折 */
        else
            turn = -50; /* 左折 */

        /* 倒立振り制御(forward = 0, turn = 0で静止バランス) */
        balance_control(
            (float)forward,
            (float)turn,
            (float)ecrobot_get_gyro_sensor(NXT_PORT_S4), /* ジャイロセンサ値 */
            (float)GYRO_OFFSET, /* ジャイロセンサオフセット値 */
            (float)nxt_motor_get_count(NXT_PORT_C), /* 左モータ回転角度(deg) */
            (float)nxt_motor_get_count(NXT_PORT_B), /* 右モータ回転角度(deg) */
            (float)ecrobot_get_battery_voltage(), /* バッテリ電圧[mV] */
            spwm_L,
            spwm_R);
        nxt_motor_set_speed(NXT_PORT_C, pwm_L, 1); /* 左モータPWM出力セット */
        nxt_motor_set_speed(NXT_PORT_B, pwm_R, 1); /* 右モータPWM出力セット */

        systick_wait_ms(4); /* 4msecウエイト */
    }
}

```

sample.cの続き



balancer_param.c: 倒立振り制御パラメータソースファイル

```
/**
*****
** ファイル名 : balancer_param.c
**
** 概要      : 倒立振り制御パラメータ
**
** 注記      : 倒立振り制御パラメータは制御特性に大きな影響を与えます。
**
*****
**/

/*-----*/
* データ定義
/*-----*/

float A_D = 0.8F;      /* ローパスフィルタ係数(左右車輪の平均回転角度用) */
float A_R = 0.996F;   /* ローパスフィルタ係数(左右車輪の目標平均回転角度用) */

/* 状態フィードバック係数
* K_F[0]: 車輪回転角度係数
* K_F[1]: 車体傾斜角度係数
* K_F[2]: 車輪回転角速度係数
* K_F[3]: 車体傾斜角速度係数
*/
float K_F[4] = {-0.870303F, -31.9978F, -1.1566F, -2.78873F};
float K_I = -0.44721F; /* サーボ制御用積分フィードバック係数 */

float K_PHIDOT = 25.0F; /* 車体目標旋回角速度係数 */
float K_THETADOT = 7.5F; /* モータ目標回転角速度係数 */

const float BATTERY_GAIN = 0.001089F; /* PWM出力算出用バッテリー電圧補正係数 */
const float BATTERY_OFFSET = 0.625F; /* PWM出力算出用バッテリー電圧補正オフセット */
```



sample.oil: TOPPERS/ATK(OSEK)設定ファイル

```
/**
*****
** ファイル名 : sample.oil
**
** 概要      : サンプル用OSEK OIL(OSEK Implementation Language)ファイル
**
** OSEK OIL記述方法詳細については
** nxtOSEK/toppers_osek/doc/TOPPERS_OSEKカーネルsg取扱帳書.pdfを参照してください。
**
*****
**/

#include "implementation.oil"

CPU ATMEL_AT91SAM7S256
{
  OS LEJOS_OSEK /* nxtOSEKの旧名 */
  {
    STATUS = EXTENDED;
    STARTUPHOOK = FALSE;
    ERRORHOOK = FALSE;
    SHUTDOWNHOOK = FALSE;
    PRETASKHOOK = FALSE;
    POSTTASKHOOK = FALSE;
    USEGETSERVICEID = FALSE;
    USEPARAMETERACCESS = FALSE;
    USERESSCHEDULER = FALSE;
  };

  APPMODE appmodel{}; /* TOPPERS OSEKでは単一のAPPMODEのみサポート(?) */

  /* OSEK_Task_bgタスク設定 */
  TASK OSEK_Task_bg
  {
    AUTOSTART = TRUE { APPMODE = appmodel; }; /* StartOSで自動的にREADY */
    PRIORITY = 1; /* 最低優先度 */
    ACTIVATION = 1;
    SCHEDULE = FULL;
    STACKSIZE = 512; /* bytes */
  };
};
```



さいごに

世の中、ロボコンは星の数あれど、
2輪倒立振子ロボットによる競技は**世界初!**(とおもわれます)

技術委員会も、**わくわく**しながら今年のETロボコン
をサポートしていきたいと思えます。

ぜひ奮ってご参加ください。

技術委員会一同