

人型レスコン事例紹介
RB2000SF

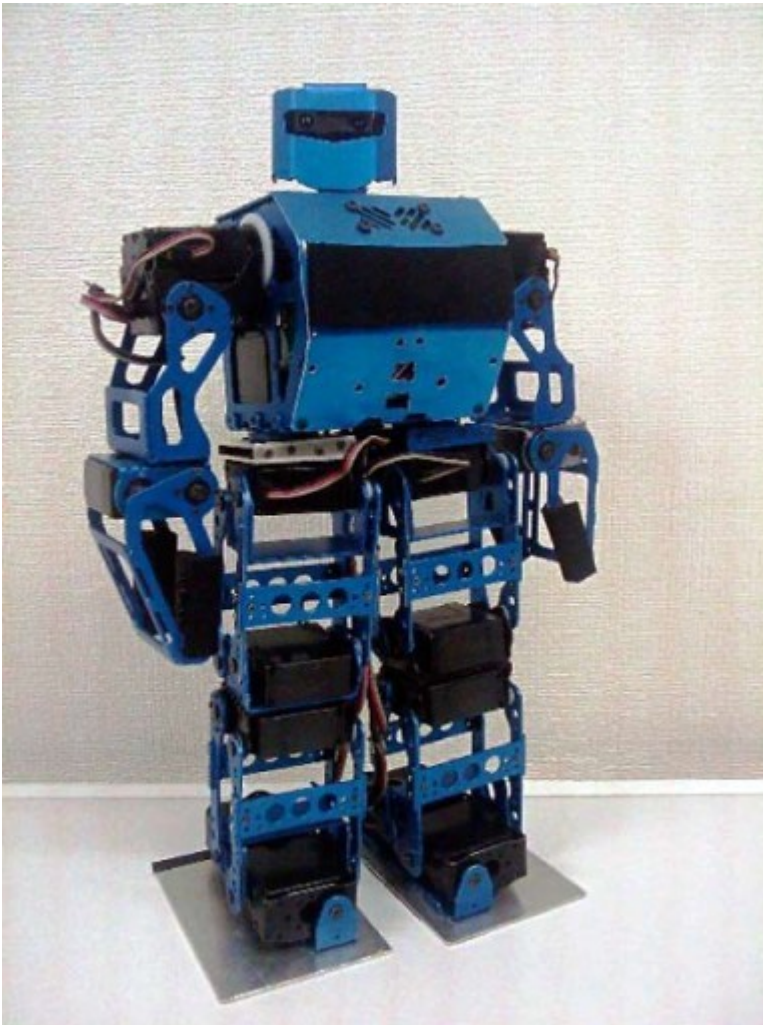
2014/10/16(第1版)

製作者:zeno

目次

1. RB2000SF のハードウェア
2. アナログスティックを用いた「全方向移動」による歩行
3. アナログスティックによるマスタースレイベ
4. モーションプログラムの割り当て
5. 参考 web ページ

1. RB2000SF(2013 大会時)ハードウェア



サーボモータ:

頭: 首ピッチ軸 首ヨー軸 (DS386×2軸)

腕: 肩ピッチ軸 肩ロール軸 肘ロール軸 (RBS582×6軸)

足: 大腿ヨー軸 独立大腿ピッチ軸 平行リンクピッチ軸膝上 平行リンクピッチ軸膝下 独立足首ピッチ軸 足首ロール軸 (RBS582×12軸)

CPU:

VS-RC003HV

バッテリー:

リチウムポリマー 7.4V 1100mAh

※サーボモータ保護のためダイオードで0.7V 降圧

その他:

足を開くための大腿ロール軸は搭載していない。このため足を開く動作や横移動はできない。しかし、前進後退時に大腿ロールがゆれることがないため、大変安定した歩行が可能となる。

2. アナログスティックを用いた「全方向移動」による歩行

人型レスコンでは瓦礫除去や、段差乗り越えの場面では細かい位置調整が必要なため、歩幅の小さいモーションプログラムが必要である。反対に、その他の移動の際は速く移動し要救助者のもとへたどりつかなくてはならないため、歩幅の大きいモーションプログラムが必要となる。また、小型人型ロボットのモーションプログラムは、たいていの場合前進、後退、右旋回、左旋回、右横歩き、左横歩きの6個のモーションプログラムに分かれている。これに歩幅の大きいモーションプログラムと小さいプログラムそれぞれ2個を製作すると、歩行に関するプログラムは12個となる。さらに、各動きに要救助者とガレキを持ち上げながら歩行するプログラムが必要であれば、最低でも $12 \times 3 = 36$ 個のプログラムを製作しなければならない。モーションプログラム製作が大変である。人型レスコン会場では、会場のフィールドの摩擦にあわせ36個のモーションプログラムを調整しなければならなくなり、この作業が当日に必要な場合は、時間が足りなくなる。

また、モーションプログラムが分かれていることにより、前進→停止→右旋回→停止→前進のように、動きが変わるたびに立ちどまらなければならない。時間制限がある人型レスコンにおいてこのような移動方法では効率が悪い。

そこでRB2000SFはヴイストン株式会社製のRB200019軸化キットのダウンロードモーションやRobovie-Xのサンプルモーションに使われている「全方向移動」を採用した。

全方向移動による歩行例

2013年人型レスコンRB2000SF動画

<https://www.youtube.com/watch?v=X6OBtcB2ZTo&t=3m07s>

上記URLの動画のようにRB2000SFは前進、右旋回、左旋回、またはそれらの組み合わせ(例:前進しながら右に曲がる)を歩行中に自由に切り替えることができる。このシステムは

(1)基本のモーション

「全方向移動」は以下の4つのポーズ(足ふみの動作)を繰り返している。

- ①右足に重心を移す
- ②左足を上げる
- ③左足に重心を移す
- ④右足をあげる

(2) 前進

(1)のモーションプログラム再生中に、アナログスティックを前に倒すと①と③のモーションが以下のように変わるよう VS-RC003 の設定を行う。メニューの「プロジェクトの設定」→「CPU の設定」から行うことができる。

- ①右足に重心を移す→右足と左腕を前に出す
- ②左足を上げる
- ③左足に重心を移す→左足と右腕を前に出す
- ④右足をあげる

※後退は上記設定ができれば、自動的にできるようになる。(アナログスティックを後ろに倒す)

(3) 右旋回

(1)のモーションプログラム再生中に、アナログスティックを前に倒すと①と③のモーションが以下のように変わるよう VS-RC003 の設定を行う。メニューの「プロジェクトの設定」→「CPU の設定」から行うことができる。

- ①右足に重心を移す→両足のヨー軸を外側に開く(ガニ股)
- ②左足を上げる
- ③左足に重心を移す→両足のヨー軸を内側に閉じる(内股)
- ④右足をあげる

全方向移動を行うための「CPU の設定」方法は以下の web ページが参考になる。

Let,s ロボット ダウンロードページ

<http://lets-robot.com/modules/mydownloads/viewcat.php?cid=2>

RB2000 19 軸化キット専用「全方向移動モーション」「高速右横歩きモーション」の項目

全方向移動の動画はこちらに公開されている

RB2000 19 軸化キット 全方向移動

http://lets-robot.com/modules/x_movie/x_movie_view.php?cid=1&lid=201

Robovie-X 全方向移動

http://www.vstone.co.jp/products/robovie_x/movie/rx_walk.wmv

3. アナログスティックによるマスタースレーブ

小型二足歩行ロボットのモーションプログラムは、パラパラ漫画のように決まったポーズを順番に再生することで動いている。決まった動作しか行うことができず、途中で再生を止めたり、微調整することはできない。このため、瓦礫除去作業などの繊細な作業には、ポーズを順番に再生する方式は向いていない。これに比べ、微調整が可能であり、途中でいつでも止めることができるマスタースレーブ(オペレーターの操作をロボットなどのマニピレータがトレースする)によるロボットの操作は、繊細な瓦礫除去作業に向いている。

RB2000SF は VS-C1 の2つのアナログスティックを使い、左右肩ピッチ軸、左右肩ロール軸の角度を自由に操作することができる。以下の URL よりこの方法を用いて瓦礫を除去する様子を見ることができる。

マスタースレイブによる腕の操作例

2013 年人型レスコン RB2000SF 動画

<https://www.youtube.com/watch?v=X6OBtcB2ZTo&t=4m51s>

また、救助する際にもマスタースレーブを使い、要救助者の頭と足を RB2000SF の腕の穴に通す作業を行っている。

マスタースレイブによる腕の操作例

2012 年人型レスコン RB2000SF 動画

<https://www.youtube.com/watch?v=cUlBxA4ziz4&t=3m08s>

右肩ピッチ軸(VS-RC003 の CN4-3PWM 出力)のマスタースレーブ設定方法を以下に示す。

(1)CPU の設定

以下の写真の赤で囲んでいる部分のように CPU の設定を行う

CPUの設定

CPUの設定 | サーボモータ出力 | 拡張機器

サーボモータ選択 CN4-1(18):

基本設定

サーボモータ名

サーボモータの電源投入タイマ 19 サイクル
(電源投入タイマに0を指定するとそのモータの電源は入りません)

出力値設定

$x = v[18]$ 項の有効条件

+ 300 * Va1[60]/256 * Vb1[80]/256 常に有効

+ 500 * Va2[43]/256 * Vb2[247]/256 常に有効

+ 1000 * Va3[46]/256 * Vb3[245]/256 常に有効

+ -500 * Va4[51]/256 * Vb4[247]/256 常に有効

出力値範囲制限 $-32767 \leq x \leq 32767$

出力PWM設定

PWM = 24061 + 15000 * x/32768 (単位は1/15MHz)

脱力機能設定

脱力機能有効 参照変数 63 参照ビット番号 2

サーボモータON/OFF 適用 閉じる

右肩ピッチ軸(CN4-1)の出力(角度)Xは以下の式により出力が決定する。

$$X=v[18]+係数 \times (Va/256) \times (Vb/256)$$

以下に各項について説明する。

v[18]:RobovieMaker2 で設定した CN4-1 の角度

係数:自分で決めることができるゲイン(どれだけ Va と Vb を反映させるかを定める数字)
ここでは $(Va/256) \times (Vb/256)$ の値を 1000 倍にして V[18](CN4-1)に足している。

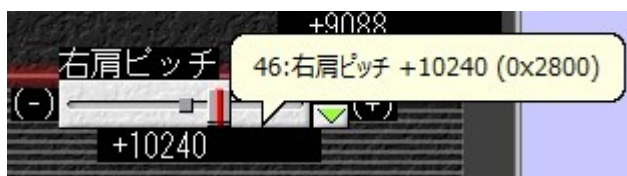
Va,Vb:V[18](CN4-1)の角度に何を+するかを決める項。Vaには46(RobovieMaker2 のス

ライダーの値)、Vb には 245 (VS-C1 の右アナログスティック前後の値) の値を設定する。その他設定できるものは以下の VS-RC003 変数表を確認するとよい。

VS-RC003 変数表

http://www.vstone.co.jp/products/vs_rc003hv/download/VS-RC003_valuelist.pdf

以下の写真のように RobovieMaker2 のスライダー 46 を適度な値に設定する。



右アナログスティックを前か後ろにいっぱい倒すと-128 が Vb に代入される。Vb を-128、v[18]を角度 0 度としたときの値を計算する。

$$X = v[18] + \text{係数} \times (V_a / 256) \times (V_b / 256) = 0 + 1000 \times (10240 / 256) \times (-128 / 256) = -20000$$

-20000 が X に代入される。

RB2000SF に搭載されているサーボモータ RBS582 は RobovieMaker2 では 218 ごとに 1 度動く。このため $-20000 / 218 = \text{約} -92.6$ 度。アナログスティックをいっぱい倒したとき約 92.6 度サーボモータが動くように設定することができる。アナログスティックを半分倒せばサーボモータの角度は約 46.3 度となる。

4. モーションプログラムの割り当て

操作マップ 00: 基本操作

×
操作マップの設定

ファイル名	参...	再生条件	受	割	L	移行マップ	ファイルパス
アイドリング(高橋立ち).txt	24...	□SELECTを入力	×	×	×	<03>救出	アイドリング(
くぐる前改造.txt	24...	R2△を入力	×	×	×	移行しない	*ヒト型レスコ
トンネル動かす.txt	24...	R2STARTを入力	×	×	×	移行しない	*ヒト型レスコ
カメラリセット.txt	24...	R2SELECTを入力	×	×	×	移行しない	*ヒト型レスコ
これで買った.txt	24...	SELECT前を入力	×	×	×	移行しない	攻撃*これで
横横レング高持ち上げる.txt	24...	△を入力	×	×	×	<01>横横レング	ヒト型レスコ
ジャンプ.txt	24...	SELECT右を入力	×	×	×	移行しない	攻撃*ジャン
要救助者を持ち上げる.txt	24...	R1を入力	×	×	×	<03>救出	ヒト型レスコ
縦横レング高持ち上げる.txt	24...	□を入力	×	×	×	<02>縦横レング	ヒト型レスコ
歩行テスト(全方向移動).txt	24...	L1を入力	×	×	×	移行しない	*歩行テスト
段差超え.txt	24...	L2R2を入力	×	×	×	移行しない	ヒト型レスコ
横横レング持ち上げる.txt	24...	○を入力	×	×	×	<01>横横レング	ヒト型レスコ
くぐり体制に移動.txt	24...	R2後を入力	×	×	×	移行しない	ヒト型レスコ
くぐる前.txt	24...	R2前を入力	×	×	×	移行しない	*ヒト型レスコ
マスタースレーブ瓦礫除去.txt	24...	R2左を入力	×	×	×	移行しない	ヒト型レスコ
縦横レング持ち上げる.txt	24...	×を入力	×	×	×	<02>縦横レング	ヒト型レスコ
マスタースレーブ瓦礫除去直立.txt	24...	R2右を入力	×	×	×	移行しない	ヒト型レスコ
後ろ起き上がり.txt	24...	L3を入力	×	×	×	移行しない	後ろ起き上カ
前起き上がり.txt	24...	R3を入力	×	×	×	移行しない	前起き上が

登録モーション設定

モーションの追加/削除/変更 モーションの並び順変更 参照変数の変更

アイドリングモーションの設定

キャンセル設定

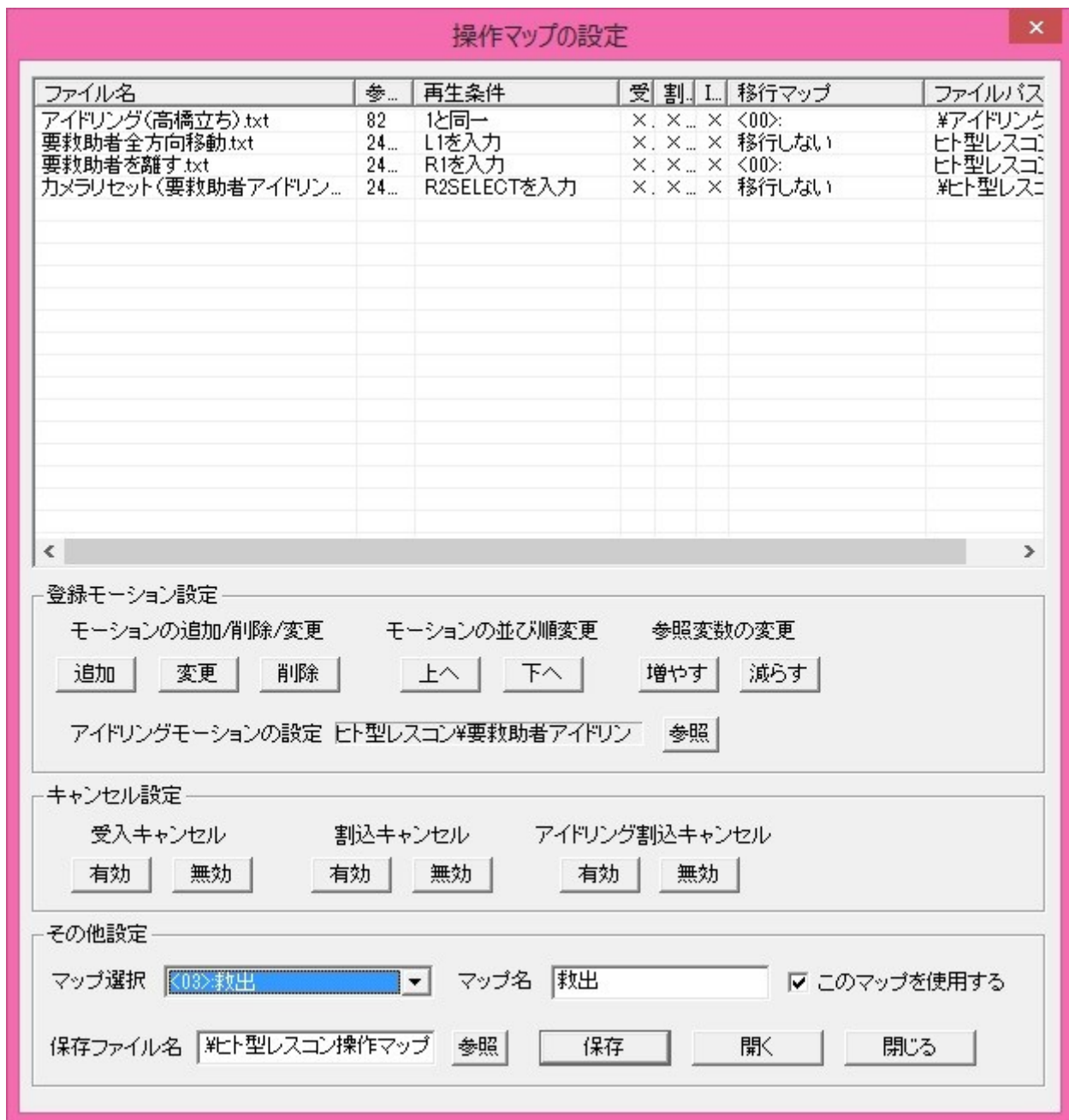
受入キャンセル 割込キャンセル アイドリング割込キャンセル

その他設定

マップ選択 マップ名 このマップを使用する

保存ファイル名

操作マップ 03:救出



RB2000SF は、人型レスコン競技中4種類の基本姿勢(操作マップ)を使い分けており、その切り替えは RobovieMaker2 の操作マップ V2 の設定により自動で行っている。例えば操作マップ 00 の R1 ボタン「要救助者を持ち上げる」というモーションプログラムを実行後は、移行マップに「03 救出」が設定されているため、自動的に操作マップ「03 救出」に移行する。これは救助後に要救助者を抱えあげたポーズの基本姿勢にするためである。

以上

5. 参考 web ページ

20141016 記載

1. ヴイストーン株式会社 VS-RC003HV

http://www.vstone.co.jp/products/vs_rc003hv/index.html

2. 電通大杯 ヒト型レスキューロボットコンテスト 2014 ノウハウ集

http://jiyukobo-oecu.jp/modules/p_seminar/index.php?content_id=165

3. Let,s ロボット ダウンロードページ

<http://lets-robot.com/modules/mydownloads/>

4. Let,s ロボット 動画ページ

http://lets-robot.com/modules/x_movie/