

## 測域センサの使い方

阿久根 大成(AKN) (2006)

宮地 晃平(MIY) (2007)

大河内 彰(OOK) (2008)

木下 和樹(KST) (2010)

佐藤 功太(SAT)(2011)

### 1.はじめに

本稿では、北陽電機株式会社製の測域センサ「URG」に関する基本的な知識と使用方法について説明します。ここでは、多くの人が使うと考えられる、URG-04LX を中心に説明をします。

### 2.「測域センサ」とは?

#### 2.1 概要

測域センサとは、ロボ研と北陽電機が共同で開発を行っている、環境認識用の光走査式距離センサ（レーザ・レンジ・スキャナ、LRS）の総称です。測域センサという言葉は我々が提案した新語であり、現在では英語論文においても"SOKUIKI sensor"と表記される単語となりました。

測域センサは内部にあるミラーを回転させることでレーザ光を走査し、2次元平面をスキャンします。

URG-04LX では測定原理として、位相差方式を採用しており、これによってセンサの小型化を実現しています。

#### 2.2 仕様

URG-04LX(以下 URG と略記する)の主な仕様を表 1 に示します [1]。URG が持つ一番の特徴は、小型軽量なことです。URG と同種の測域センサ、SICK 社製の LMS200(4.5[kg]) や Leuze 社の RS4-4(2.0[kg]) と比べても、URG の重量は 0.16 [kg]と格段に軽量です。また、測定可能距離は 0.06 ~ 5.6 [m] の範囲で、屋内で使用するには十分な距離の測定が可能です。



図 1 測域センサ

## 2.3 測距原理

距離測定には、位相差方式という方式を採用しています。位相差方式は、投光波、受光波の位相差から対象までの距離を求める方式です。位相差方式の概念図を図 2 に示します。投光波と受光波の位相差を  $\phi$  [rad]、変調周波数を  $f$  [Hz]、光速を  $c$  [mm/s] とすると、(1)式で距離  $L$  [mm] を求めることができます。

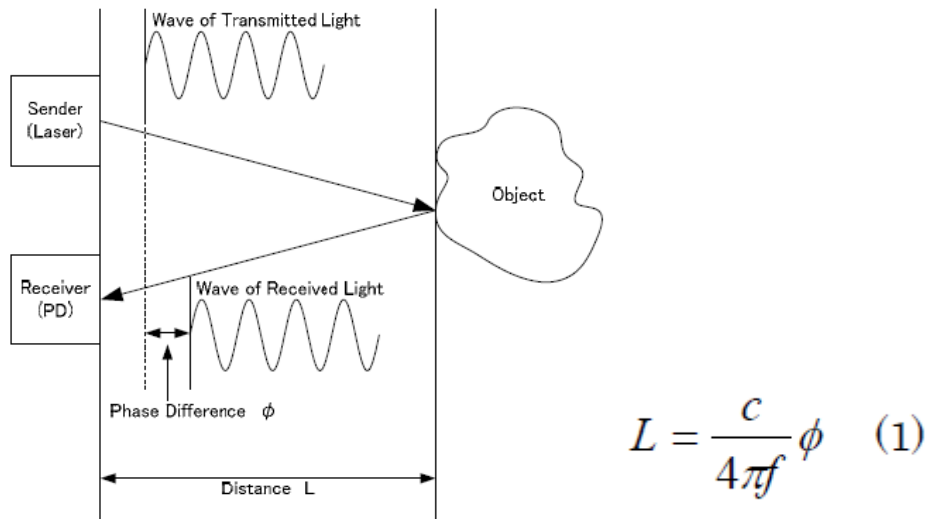


図 2 位相差方式の概念図

なお、1つの周波数だけでは1周期以上の位相差を正確に測定できないため、2つの周波数を用いて測定を行っています(例えば、 $\pi/4$  と  $\pi/4+2\pi$ 、 $\pi/4+4\pi$ 、 $\dots$ の区別ができない)。2つの周波数を使うことにより、理論的には22[m]までの距離を測定することが可能です。

## 2.4 スキャン例

例えば図 3 のような環境において URG による測定を行った場合、スキャン結果を X-Y 標にプロットすると図 4 のようになります。このように、2 次元平面における環境形状データを取得することができます。

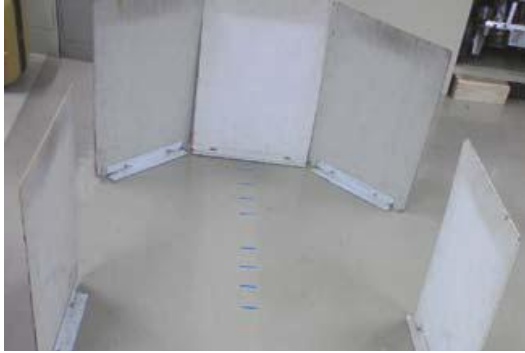


図 3 URG による測定

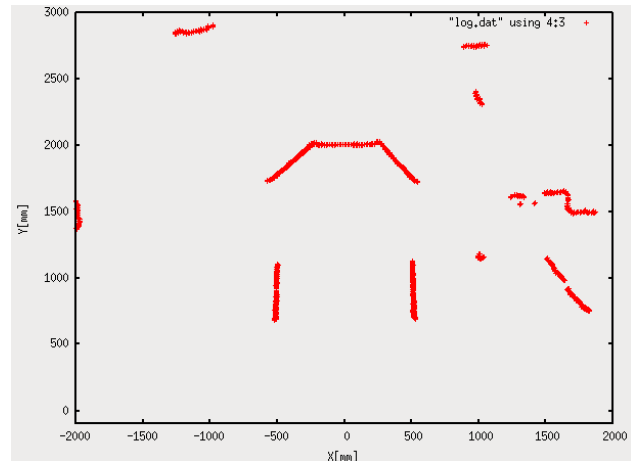


図 4 測定結果

## 3.URG との接続

### 3.1 PC-URG 間の接続方法

PC-URG 間の接続には、

- ① USB による接続
- ② RS-232C による接続

の 2 種類の方法があります。

RS-232C 接続と USB 接続の違いは、通信速度です。RS-232C を使用した場合、最大で 750 [kbps] での通信が可能です。RS-232C 規格の本来の最大通信速度は 115.2 [kbps] ですが、URG ではこれを拡張し、750[kbps] での通信を可能にしています。一方 USB で接続した場合、FullSpeed モードでの通信が可能のため、最大通信速度は 12 [Mbps] となります。

移動しながらスキャンを行う場合など高速なデータ通信が必要となる場合は、USB 接続によるデータ取得が必須となります。また、USB 接続の場合は通信速度の設定が必要ないなど、通信設定が容易なため、基本的には USB 接続での使用を推奨します。

RS-232C による接続では、URG に付属するケーブル (RS-232C 接続+電源) (図 5) を使用します。USB 接続では、さらに USB ケーブル (type A オス-type miniB オス) (図 6) が必要となります。電源ケーブルおよび USB ケーブルは、それぞれ URG 側面にある二つのコネクタ (図 7) に接続します。



図 5 電源ケーブル



図 6 USB ケーブル



図 7 電源ケーブル用コネクタ (左) と USB ケーブル用コネクタ (右)

### 3.2 USB による PC-URG 間の接続

USB 接続の場合の概要図を図 8 に示します。

USB による接続を行う場合、以下のものが必要となります。

- ①USB ケーブル (type A オス・type miniB オス)
- ②電源ケーブル (電源のみに使用)、または自作のケーブル
- ③電源 (DC 5 [V]、800 [mA] 以上)

なお、USB での接続が確立している場合、RS-232C での通信は不可能となるので注意してください。

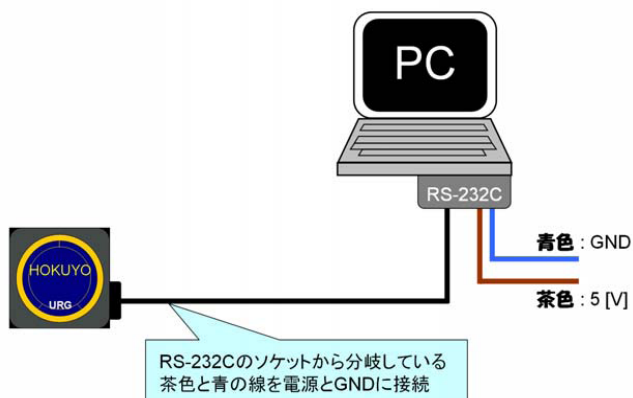


図 8 USB による接続

### 4 PC-URG 間の通信

#### 4.1 通信プロトコル

URG では通信プロトコルとして SCIP と呼ばれる新しい仕様を策定し、使用しています。本稿では SCIP2.0 に基づいて説明します。

なお USB 接続においては、CDC-ACM クラスに準拠しています。よって USB 接続においても使用するポートが異なる程度で、RS-232C とほぼ同様の使用方法が可能です。

CDC-ACM とは、Communication Device Class - Abstract Control Model という USB の規格です。基本的な通信シーケンスを図 10 に示します。

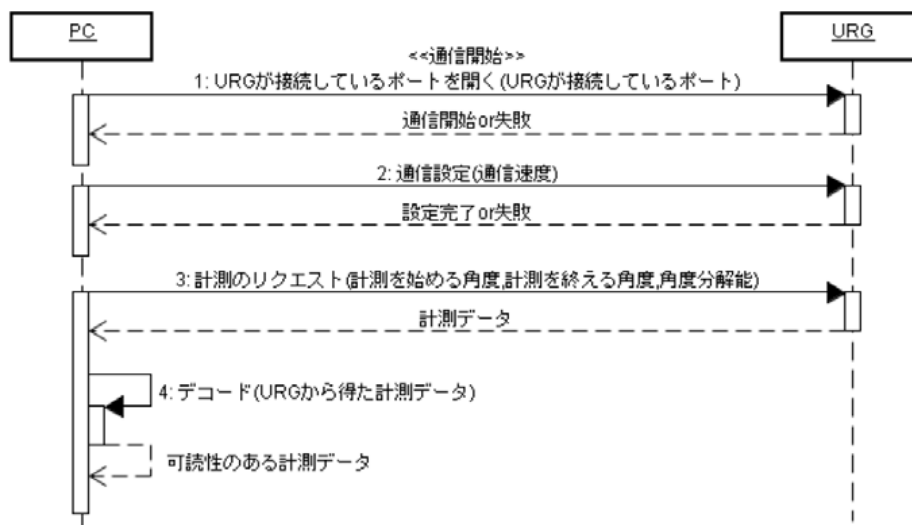


図 9 通信シーケンス

通信プロトコルの詳細については URG 通信仕様書に詳しく述べてあるので、ここでは大まかな流れを説明します。

URG との通信を開始するには、まず PC 側の URG と接続しているポートを開きます。次に、必要ならば通信速度の設定を行います。なお、USB 接続の場合は通信速度を設定しても意味がありません。USB 接続の場合には、常に可能な最大通信速度で通信が行われます。

スキャンデータを取得するには、PC から URG へ距離データ取得コマンドを発行することで、URG がその時点で取得している最新のスキャンデータを PC へ送信します。距離データ取得コマンド発行後にスキャン

が行われるわけではないので、注意してください。

ここで取得されるデータは圧縮（エンコード）されているため、デコードする必要があります。詳細については URG 通信仕様書およびサンプルプログラムを参照してください。

以上が、URG からデータを取得するための大まかな流れです。

#### 4.2 通信ポート

使用する接続方法によって、Linux 上でのポート名（デバイスファイル名）は変化します。主に、以下のようなポート名で認識されます。

- ①シリアルポート : /dev/ttyS0
- ②USB-シリアル変換器 : /dev/ttyUSB0
- ③USB (CDC-ACM クラス) : /dev/ttyACM0

dmesg コマンドを使用すると、デバイスファイル名が分かります。

※今年度の環境では、基本的には /dev/ttyACM0 として認識されます。

なお Windows 上で使用する場合、COM ポートとして認識されます。

#### 4.3 取得距離データ

URG から得られる距離データにおいて正当な値は 20～5600[mm]（精度範囲は 40～4095[mm]）です。20 未満の値はエラーコードを表しているため、注意してください。

### 5.実際に URG を使ってみよう

#### 5.1 測距範囲

URG が測定できる範囲は、図 11 に示す正面方向から約±120[°]の範囲です。また、1 周 360[°]を 1024 ステップで分割するため、測距可能範囲は、Step44 から Step725 までとなります。また、正面方向は Step384 です。

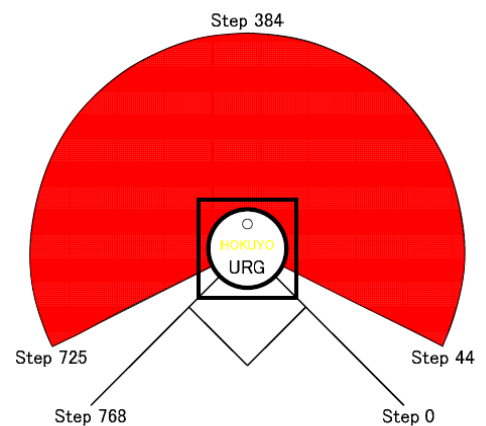


図 11 URG の測距可能範囲

#### 5.2 準備

山彦セミナー2011 の「測域センサの使い方」にある、zip のリンクから、zip をダウンロードし、解凍して下さい。

その後、

```
$ cd <zip を解凍したディレクトリ>
```

```
$ tar -zxvf awdterm-0.02.tgz
```

```
$ cd awdterm-0.02
```

```
$make && sudo make install
```

#### 5.3 コマンドによる通信

URG は SCIP と呼ばれるコマンドシステムに準拠しています。SCIP には 1.1 と 2.0 の 2 つのバージョンがあり、通常電源を入れただけでは SCIP 1.1 で起動されます。（URG-L04 の場合）そのため、SCIP2.0 に切り替える必要があります。なお、URG の電源を切り、再起動した場合には SCIP1.1 で起動されます。

(1) \$ awdterm /dev/ttyACM0

で URG と通信開始(デバイスファイル名は dmesg で確認して下さい)

(2) V

と入力すると、SCIP のバージョン情報を確認することができます。

初期状態だと SCIP1.0 となっているはずです。

(3)SCIP2.0

と入力して SCIP1.0 から SCIP2.0 に切り換える、"SCIP2.0"と返ってくれば設定は完了です。

(4)VV

と入力し、SCIP2.0 のバージョンかどうかを確認できます。

### 5.3 SCIP コマンド[2]

SCIP コマンドには、様々なものがあります。これも、通信仕様書に書かれているので参考にしてください。ここでは SCIP2.0 準拠のコマンドについて、いくつか紹介します。なお、以下のコマンドは大文字で入力してください。

#### ①PP コマンド

センサの名称、開始ステップ、分解角等の情報を返す。

#### ②MD&MS コマンド

コマンド受信後に新規に得られる距離データを指定回数分返します。

このコマンドでは、開始方向、終了方向、まとめる方向数、間引き数、測距・送信回数の 5 つのパラメータを送信する必要があります。5 つのパラメータの説明は以下の通りです。

開始、終了方向：測距範囲を指定する (0000～0768 : 4byte)

まとめる方向数：連続するステップを指定数分で 1 方向とみなしてデータの圧縮を行う (00～99 : 2byte)

間引き数：指定スキャン数おきに距離を出力する (0～9 : 1byte)

測距・送信回数：指定回数分の測距・送信を行います (00～99)

なお、これらのパラメータの詳細は、通信仕様書にあります。

MD と MS コマンドの違いは、MD コマンドが 3 キャラエンコード、MS コマンドが 2 キャ

ラエンコードであるという点です。

試しに、MD コマンドで正面方向 (Step384) のみの測距を 3 回行う。

SCIP2.0 の状態で「MD0384038400003」と入力します。

```
MD-----0384-----0384-----00-----0-----03
```

コマンド 開始方向 終了方向 まとめる方向数 間引き回数 計測送信回数

3 回分の測距データが送られていることが確認できるはずですが。(エンコードされているので、直接何を示しているかはわからないでしょうが)

また、計測送信回数を「00」とすると、垂れ流しモードとなり、センサが測距する度にデータを送信し続けるモードになります。

SCIP2.0 の状態で「MD0384038400000」と入力します。

```
MD-----0384-----0384-----00-----0-----00
```

コマンド 開始方向 終了方向 まとめる方向数 間引き回数 計測送信回数

今度はデータが送られ続けていることが確認できるはずですが。

### ③QT コマンド

レーザの消灯と計測停止を行う。

このコマンドでデータの送信が止まります。垂れ流しモードの解除に利用します。

## 5.4 ライブラリを使用する

実際にプログラムで URG のデータを利用するには、通信・デコード等の処理を記述する必要があります。これを各個人で行うのは不毛なので、本年度からロボ研では RPP の AWD 氏が開発したライブラリの利用を推奨することとなりました。

(ライブラリの最新版は <http://www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp/internal/platform/>にて管理されている)

今回はこのライブラリを使った、URG データを取得するプログラムと、URG と Ypspurs を併用したプログラムを配布いたします

(URGtestProgram には URG データを取得してスクリーン上に表示するプログラムがあり、URGandYpspur には URG と Ypspur を併用したプログラムがあります。それぞれ、コンパイルして使用してください。)



### 5.5 おまけ(マルチエコー機能というのものもあるよ)

**Tough-URG** という測域センサでは、距離を計測する原理として **Direct TOF** 方式を用いています。これは、短いパルス光を投光し、反射物に当たってセンサに戻るまでの光の飛行時間から距離を求める手法です。この時、投光された光の進行方向に光透過物質や物体の境目、雨や霧に埃などがあると、それらの物体で反射する光がある一方、そのままさらに先に飛ぶ光もあります。後者の光の先に反射物体があった場合、センサには双方からの反射光が戻ることになり、それぞれの距離を求めることが出来ます。このように同一方向で複数の反射光から距離値が得られることを、『マルチエコー』と呼びます。

**Tough-URG** は **Ethernet** による通信を行い、**TCP/IP** 準拠となっています。また、通信方法として、**SCIP2.2** を使用します。なお、現在は研究室として標準化されたライブラリというのはありません。

#### 参考文献

[1]北陽電機株式会社

<http://www.hokuyo-aut.co.jp/02sensor/07scanner/urg.html>

[2]SCIPver2.0 準拠 “URG” シリーズ通信仕様書

[3]URG 制御ライブラリ(URGCtrl C++)

[http://www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp/~satofumi/urgCtrl\\_cpp/](http://www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp/~satofumi/urgCtrl_cpp/)