〔非公開〕

TR－C－0029

# 光切断法による3次元形状の自動入力に関するソウトウェア取扱説明書

西野　治彦　HARUHIKO NISHINO
小林　幸雄　YUKIO KOBAYASHI
秋山　健二　KENJI AKIYAMA

1988.　2.　28.

ATR通信システム研究所

# 目　次


1．システム概要　2

2．システム構成と処理の流れ　4

3．ディレクトリー構造　5

4．本プログラムを使用するための環境設定　6

5．本システムで取扱うファイル　7
- 5.1　henkan.par　8
- 5.2　henkan.dat　11
- 5.3　slit.par　13
- 5.4　<file>.obj　17
- 5.5　<file>.coo　20
- 5.6　graauto.par　22
- 5.7　<file>.pst　24
- 5.8　hough1.par　25
- 5.9　<file>.pl1　28
- 5.10　hough2.par　31
- 5.11　<file>.pl2　35

6．各プログラムの使用方法　37
- 6.1　henkan　37
- 6.2　slit7　41
- 6.3　grahole2　48
- 6.4　gracmpl　50
- 6.5　merge1　53
- 6.6　graauto1　56
- 6.7　coowav　59
- 6.8　hough1　61
- 6.9　hough2　64

## 1. システム概要

本報告は、1987年3月から1989年2月までの2年間、光切断法による3次元形状の自動入力に関する研究（ＡＴＲテクニカルレポート「光切断法による3次元形状の自動入力」参照）を行うために作成したソフトウェアについて、主としてその使用方法を説明したものである。

本報告で説明するソフトウェアの一覧を下表にまとめる。

| No | 名　称 | 概　略　機　能 | 作成者 |
|---|---|---|---|
| 1 | henkan | カメラ変換マトリクスΛを作成するのに必要なデータ（3次元座標(x,y,z)とカメラ座標(u,v)の対応表）を作成する。 | 浦 |
| 2 | slit7 | 回転テーブルを利用して物体を回転させながら全周囲の形状を自動的に計測し、三角パッチの集合でサーフェイスモデルを再構成する。出力は、3次元座標データファイル（〈file〉.coo）と形状データファイル（〈file〉.obj、WAVEFRONTで読込可）である。 | 浦<br>西野 |
| 3 | grahole2 | slit7 で入力した形状データファイル（〈file〉.obj）で、三角パッチが貼られていない欠落部分を検出する。 | 浦 |
| 4 | gracmpl | メイン・サブの形状データの位置合わせを行い（手動）、サブの表面上の点を対応するメイン表面上の点に座標変換するマトリクスを出力する。 | 浦 |
| 5 | mergel | メインの欠落部分内部にサブの形状データを使って三角パッチを生成し、欠落部分のない完全な形状データを生成する。 | 西野 |
| 6 | graautol | 山登り法を使って、メインとサブの形状データの位置合わせを自動的に行う。（gracmpl の機能を自動化したもの。ただし、予め、大まかな位置合わせを行っておく必要がある。） | 浦 |
| 7 | coowav | 3次元座標データファイル（〈file〉.coo）から形状データファイルを（〈file〉.obj）を作成する。（slit7 の機能の一部を独立させたもの。） | 浦 |
| 8 | hough1 | 直線を直接Ｈｏｕｇｈ変換して、3次元Ｈｏｕｇｈ空間上にＨｏｕｇｈ曲線を描き、そのピーク点（交点）から平面を抽出する。 | 浦 |
| 9 | hough2 | 直線をｚ切片の値で分類したのち、2次元Ｈｏｕｇｈ空間上にＨｏｕｇｈ曲線を描き、そのピーク点（交点）から、平面を抽出する。 | 西野 |

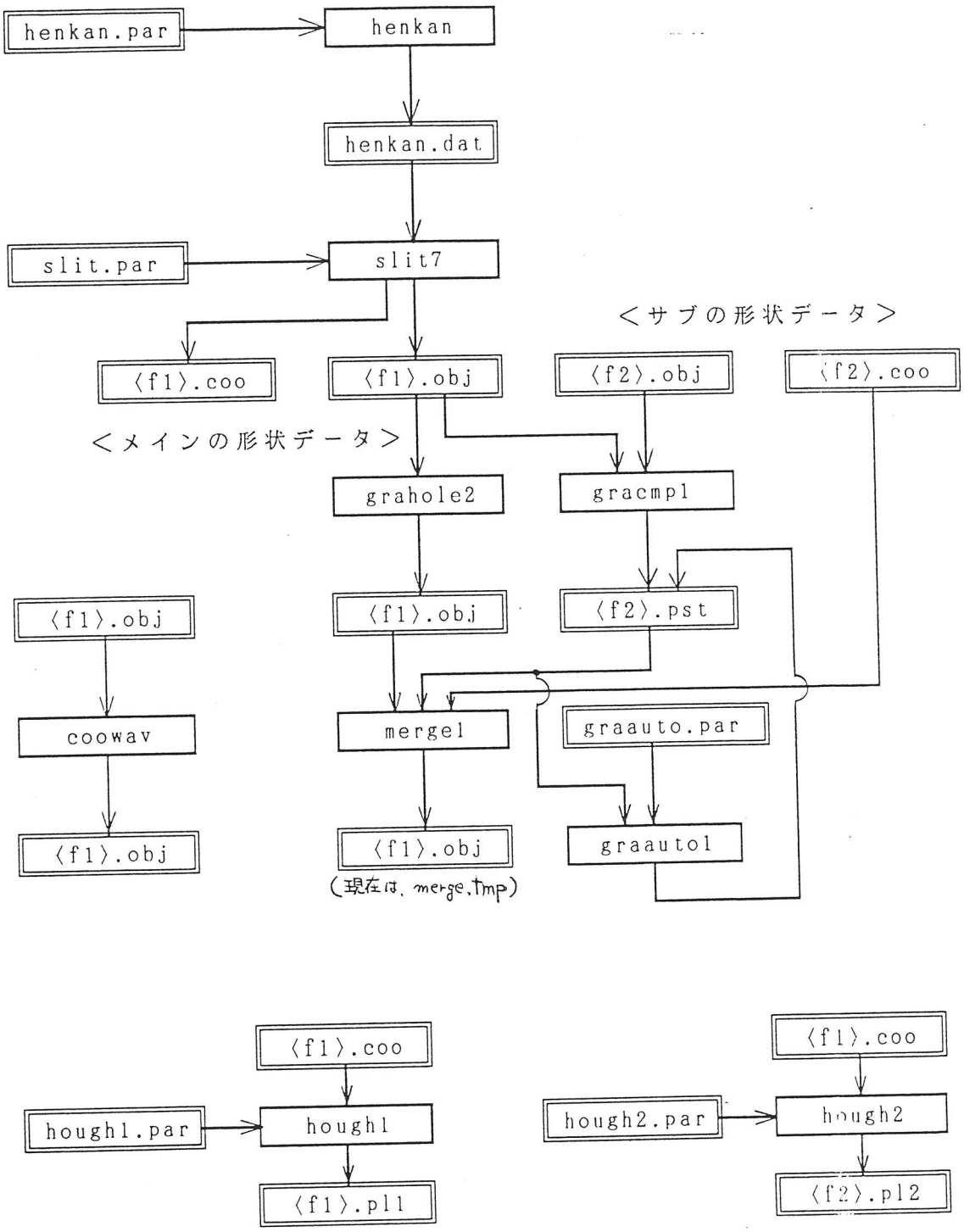
以上のプログラムのうち、ｇｒａｃｍｐｌ以外は、ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ（ＣＶ０１）上で動作する。ただし、ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥで動作するプログラムのうち、ｇｒａｈｏｌｅ２、ｍｅｒｇｅｌ、ｃｏｏｗａｖ、ｈｏｕｇｈｌ、ｈｏｕｇｈ２は、ＶＩＣＯＭの画像処理機能を使用しておらず、通常のＳＵＮ３ワークステーションの環境下で動作する。ｇｒａｃｍｐｌは、ＩＲＩＳ－3030（ＣＩＲＩＳ０１）のグラフィックス機能を用いるため、ＩＲＩＳ上でのみ動作する。

上表のほか、光切断法による３次元形状の本入力システムの関連で作成した西田氏仕様のプログラムは、次のとおりである。

| No | 名　称 | 概　略　機　能 | 作成者 |
|---|---|---|---|
| 1 | grasmp | slit7 で出力された３次元座標データファイル（〈file〉.coo）から、ｚ軸方向に一定の間隔でサンプリングした３次元座標データ（円柱座標系）を生成し、バイナリー形式でファイル（〈file〉.smp）に出力する。 | 浦 |
| 2 | smpwav | 〈file〉.smp のファイルから、形状データファイル（〈file〉.obj、WAVEFRONT で読込可）を生成する。 | 浦 |
| 3 | smparea | 〈file〉.smp のファイルから、入力した立体形状をあるｚ座標で切断したときの断面図をＳＵＮのディスプレイ上に表示する。 | 大内 |
| 4 | smpint | 〈file〉.smp のファイルから、（θ，ｚ）に対する半径ｒの値の分布状況を、濃淡画像としてＶＩＣＯＭの画像モニタ上に表示する。 | 大内 |

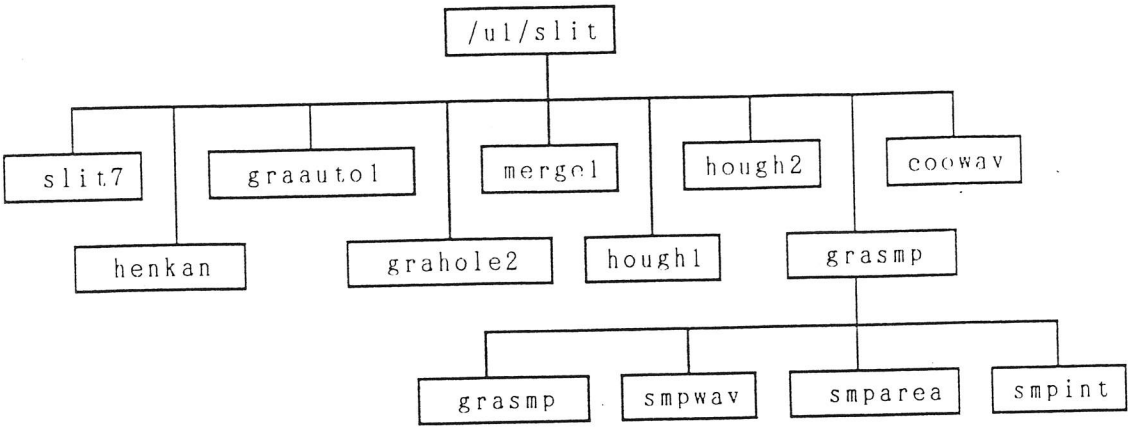
## 2. システム構成と処理の流れ

本形状入力システムの全体的な処理の流れを下図に示す。

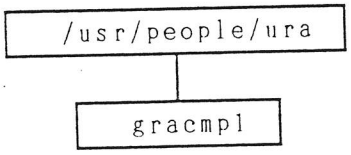


## 3．ディレクトリー構造

ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ（ＣＶ０１）、及び、ＩＲＩＳ（ＣＩＲＩＳ０１）上のディレクトリー構造示す。このディレクトリー構造の下にも階層的にサブディレクトリーが存在するが、詳細は各プログラムの説明の項で説明する。



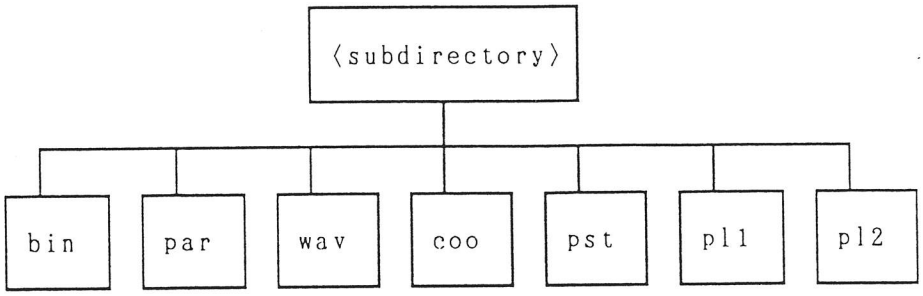

ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ上のディレクトリー構造




ＩＲＩＳ上のディレクトリー構造

## 4. 本プログラムを使用するための環境設定

本システムの各プログラムをＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ上で使用するときは、/ul/slit の下の各ファイルはオリジナルなものとして保存し、必要なファイルを自分のサブディレクトリーにコピーして使用するものとする。この場合、下図のようなディレクトリー構造を作成し、必要なファイルを所定のサブディレクトリーにコピーする。各サブディレクトリーの使用目的を下表にまとめる。




| | |
|---|---|
| bin | 実行モジュール（henkan,slit.7 等）の格納エリア |
| par | 処理パラメータファイル（slit.par 等）の格納エリア |
| wav | 形状データファイル（〈file〉.obj）の格納エリア |
| coo | ３次元座標データファイル（〈file〉.coo）の格納エリア |
| pst | 座標変換マトリクスファイル（〈file〉.pst）の格納エリア |
| pl1 | hough1における平面データファイル（〈file〉.pl1）の格納エリア |
| pl2 | hough2における平面データファイル（〈file〉.pl2）の格納エリア |

## 5．本システムで取扱うファイル

本形状入力システムで取扱うファイルの一覧を下表にまとめる。

| No | ファイル名 | 内　　容 |
|---|---|---|
| 1 | henkan.par | henkan の処理パラメータファイル |
| 2 | henkan.dat | henkan の出力ファイル（座標対応ファイル） |
| 3 | slit.par | slit7 の処理パラメータファイル |
| 4 | <file>.obj | 形状データファイル |
| 5 | <file>.coo | 3次元座標データファイル |
| 6 | graauto.par | graautol の処理パラメータファイル |
| 7 | <file>.pst | 座標変換マトリクスファイル |
| 8 | hough1.par | hough1 の処理パラメータファイル |
| 9 | <file>.pl1 | 平面データファイル（hough1） |
| 10 | hough2.par | hough2 の処理パラメータファイル |
| 11 | <file>.pl2 | 平面データファイル（hough2） |

以下、上表の各ファイルについて、詳細な仕様を説明する。

## 5.1　henkan.par

（内容）

henkanの処理パラメータファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊　カメラの台数

numcam＝X

＊　キャリブレーション板上のマーク数

nummark＝X

＊　回転テーブルの回転角度　（deg）

＊　メインカメラのNo.1角度

rotmain＝X.X

＊　メインカメラのNo.2角度

rotmain＝X.X

＊　サブカメラのNo.1角度

rotsub＝X.X

＊　サブカメラのNo.2角度

rotsub＝X.X

＊　キャリブレーション板上のマーク位置の座標（x，y）

x＝X.X

y＝X.X

・

・

x＝X.X

y＝X.X

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　パラメータの指定は、変数　＝　数値　の形式で行い、各パラメータの順序はフリーとする。

※　ブランク行の挿入は特に制限しない。

（パラメータの内容）

カメラの台数

使用するＴＶカメラの台数（１、または、２）を指定する。通常、２台のＴＶカメラを使用して、３次元計測の死角部分を少なくする。２台を使用するときは、スライドプロジェクタの位置から回転テーブルに向かって、右側をメインカメラ、左側をサブカメラとする。

キャリブレーション板上のマーク数

キャリブレーション板に貼ったマークの数を指定する。通常、４～６点のマークを使用して、キャリブレーションを行う。

回転テーブルの回転角度

回転テーブル上のキャリブレーション板を回転させることにより、板上のマーク位置がもつ３次元座標をキャブレーションの基準座標とする。そのために、キャリブレーション板の回転させる角度をメイン・サブの各ＴＶカメラについて設定する。回転テーブルを回転させない最初の位置（ｚ＝０の平面）におけるキャリブレーション入力は、必ず行うものとし、それ以外の２個の回転角度の値を指定する。したがって、１台のＴＶカメラについて３個の回転角度から入力を行う（固定）。角度の符号は、上側（ｙ軸の正方向）から見て、右回りを正とし、絶対角度で指定する。

キャリブレーション板上のマーク位置の座標（ｘ，ｙ）

キャリブレーション板上のマークの座標（ｘ，ｙ）を指定する。指定する座標は、キャリブレーション板が、ｚ＝０の平面上（スリット光平面をｙ－ｚ平面とする）にあるとして、マークの座標（ｘ，ｙ）を順々に指定する。座標系の原点は回転軸上の任意の点でよいが、対象オブジェクトの中心あたりに設定するのが望ましい。

（ファイル例）

```
*       NUMBER OF CAMERA
        numcam = 2
*       NUMBER OF MARKS
        nummark = 4
*       ANGLE FOR MAIN CAMERA
        rotmain = -30.0
        rotmain = -60.0
*       ANGLE FOR SUB CAMERA
        rotsub = 30.0
        rotsub = 60.0
*       COORDINATE OF MARK 1
        x=50.0
        y=40.0
*       COORDINATE OF MARK 2
        x=-50.0
        y=40.0
*       COORDINATE OF MARK 3
        x=-50.0
        y=-40.0
*       COORDINATE OF MARK 4
        x=50.0
        y=-40.0
```

## 5.2　henkan.dat（座標対応ファイル）

（内容）

henkanの出力ファイルで、3次元空間上の座標（x，y，z）とTVカメラ上の座標（u，v）との対応表を表わす。

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

```
camera1　←　メインカメラのデータの始まり
*          U        V        X        Y        Z
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
          .        .        .        .        .
          .        .        .        .        .
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
*
camera2　←　サブカメラのデータの始まり
*          U        V        X        Y        Z
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
          .        .        .        .        .
          .        .        .        .        .
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
        XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X    XXX.X
          ↑        ↑        ↑        ↑        ↑
        画像横座標 画像縦座標 空間X座標 空間Y座標 空間Z座標
```

※　メイン・サブカメラのデータの始まりを、それぞれ　camera1、camera2　フラグで示す。

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　U－V－X－Y－Z間のデータの区切りは1個以上のブランクとする。

（ファイル例）

```
*****************************************************
*
*                henkan point data file
*
*****************************************************
*      U          V          X          Y          Z
camera1
     337.0      145.0       50.0       40.0        0.0
     202.0      147.0      -50.0       40.0        0.0
     204.0      371.0      -50.0      -40.0        0.0
     364.0      387.0       50.0      -40.0        0.0
     347.0      140.0       43.3       40.0      -25.0
     183.0      144.0      -43.3       40.0       25.0
     185.0      374.0      -43.3      -40.0       25.0
     345.0      367.0       43.3      -40.0      -25.0
     325.0      146.0       25.0       40.0      -43.3
     191.0      144.0      -25.0       40.0       43.3
     195.0      382.0      -25.0      -40.0       43.3
     331.0      359.0       25.0      -40.0      -43.3
*
camera2
     347.0      140.0       50.0       40.0        0.0
     183.0      135.0      -50.0       40.0        0.0
     176.0      401.0      -50.0      -40.0        0.0
     350.0      387.0       50.0      -40.0        0.0
     355.0      135.0       43.3       40.0       25.0
     179.0      143.0      -43.3       40.0      -25.0
     182.0      390.0      -43.3      -40.0      -25.0
     355.0      392.0       43.3      -40.0       25.0
     335.0      131.0       25.0       40.0       43.3
     203.0      144.0      -25.0       40.0      -43.3
     205.0      375.0      -25.0      -40.0      -43.3
     336.0      403.0       25.0      -40.0       43.3
*
* U,V no atai wa 0 - 511 ( #pri no atai -1 )
```

## 5.3　slit.par

（内容）

slit7の処理パラメータファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊　画像2値化のためのしきい値

thresh＝X.X

＊　変形スリット像の折れ線近似処理における近似度のしきい値

thline＝X.X

＊　画像u方向（横方向）画素数

xsize＝XXX

＊　画像v方向（縦方向）画素数

ysize＝XXX

＊　回転テーブルの回転角度の刻み幅（deg）

delta＝XX

＊　TVカメラの台数

numcam＝X

＊　折れ線近似処理フラグ　0：折れ線近似なし、1：折れ線近似

＊　2：折れ線近似 & 直線方程式のフィッティング処理

fitflag＝X

＊　変形スリット像の接続フラグ　0：接続しない　1：接続する

conflag＝X

＊　形状データファイルの出力フラグ　0：出力しない　1：出力する

waveflag＝X

＊　形状データの蓋付けフラグ　0：付ける　1：付けない

futaflag＝X

＊　スリット光平面の方程式　(e1*x+e2*y+e3*z+e4=0.0)

e1＝X.X

e2＝X.X

e3＝X.X

e4＝X.X

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　パラメータは　変数　＝　数値　の形式とし、各パラメータの順序はフリーとする。

※　ブランク行の挿入は特に制限しない。

（パラメータの内容）

画像２値化のためのしきい値

入力画像から変形スリット像を抽出する処理において、画像を２値化処理するときのしきい値である。実数値（0.0～1.0）で、通常0.05～0.2程度の値を指定する。

変形スリット像の折れ線近似処理における近似度のしきい値

画像上の変形スリット像を折れ線近似するとき、原点列と近似折れ線との最大許容距離である。単位は、画素で、通常、0.5～1.0の値を指定する。

画像ｕ方向画素数

ディジタル画像処理を行うときの横方向の画素数で、ＶＩＣＯＭ画像処理システムに合わせて、５１２を指定する。

画像ｖ方向画素数

ディジタル画像処理を行うときの縦方向の画素数で、ＶＩＣＯＭ画像処理システムでは５１２であるが、４７６画素分しか画像データが入力されないので、４７６を指定する。

回転テーブルの回転角度の刻み幅

全周囲の形状を計測する際、何度刻みで計測するかを指定する。指定は、整数値で行い、通常１～５〔deg〕の値を指定する。

ＴＶカメラの台数

使用するＴＶカメラの台数である。通常、死角部分を少なくするため２台のＴＶカメラを使用する。

### 折れ線近似処理フラグ

変形スリット像の処理を規定する。

0　：　変形スリット像を構成するすべての点を出力する

1　：　変形スリット像を折れ線近似し、各折れ点の座標を出力する

2　：　変形スリット像を折れ線で近似し、さらに、折れ線を構成する各線分に対応する点列に対して直線方程式をフィッティングし、直線間の交点の座標を出力する

### 変形スリット像の接続フラグ

変形スリット像が途切れたときの処理を規定する。

0　：　接続しない

1　：　途切れた部分を直線で接続する

### 形状データファイルの出力フラグ

形状データファイル（〈file〉.obj）の出力を規定する。

0　：　出力しない（3次元座標データファイルのみ出力する）

1　：　出力する

### 形状データの蓋付けフラグ

形状データの上下面に蓋をつけるかどうかを規定する。

0　：　蓋を付ける（三角パッチを貼る）

1　：　蓋を付けない

### スリット光平面の方程式　(e1*x+e2*y+e3*z+e4=0.0)

スリット光平面がｙ－ｚ平面になるように設定するので、平面の方程式は、ｘ＝０となる。したがって、ｃ１＝１．０、ｃ２＝０．０、ｃ３＝０．０、ｅ４＝０．０　を指定する。

（ファイル例）

```
*****************************************************************************
*
*       measurement parameters definition file
*
*****************************************************************************

*       threshhold level
        thresh = 0.08

*       line approximation threshhold level
        thline = 0.9

*       x direction size (512 or 1024)
        xsize = 512

*       y direction size
        ysize = 476

*       minmum radius (mm)
        minrad = 10.0

*       rotation angle (degree)
        delta = 3

*       number of camera
        numcam = 2

*       fitting flag            ! 0 : raw   1 : approximation
*                               ! 2 : approximation & fitting
        fitflag = 1

*       connection flag         ! 1 : connect  0 : not connect
        conflag = 0

*       cover flag              ! 1 : cover    0 : not cover
        futaflag = 0

*       wavefront flag          ! 1 : write    0 : not write
        waveflag = 1

*       e
        e1 = 1.0
        e2 = 0.0
        e3 = 0.0
        e4 = 0.0
```

## 5.4 ＜file＞.obj

（内容）

ＷＡＶＥＦＲＯＮＴで読み込み可能な形状データファイルで、節点の３次元座標リストと三角パッチのリストで構成される。

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

```
#   ファイル名
#   作成された日付け・時間
#   画像２値化のためのしきい値
#   変形スリット像の折れ線近似処理における近似度のしきい値
#   画像ｕ方向画素数
#   画像ｖ方向画素数
#   回転テーブルの回転角度の刻み幅（ｄｅｇ）
#   ＴＶカメラの台数
#   変形スリット像の接続フラグ
#   形状データの蓋付けフラグ
#   折れ線近似処理フラグ
#   形状データファイルの出力フラグ
#
#   Ｘ座標        Ｙ座標        Ｚ座標
v   ｘ．ｘ        ｘ．ｘ        ｘ．ｘ
v   ｘ．ｘ        ｘ．ｘ        ｘ．ｘ        v ： 節点データ
      .             .             .
      .             .             .
v   ｘ．ｘ        ｘ．ｘ        ｘ．ｘ
v   ｘ．ｘ        ｘ．ｘ        ｘ．ｘ
#
ｆｏ    x             x             x
ｆｏ    x             x             x        ｆｏ： 三角パッチデータ
        .             .             .
        .             .             .
ｆｏ    x             x             x
ｆｏ    x             x             x
```

※　本ファイルは、ＷＡＶＥＦＲＯＮＴのフォーマットに準拠する。

※　詳細はＷＡＶＥＦＲＯＮＴマニュアル参照。

※　先頭第１カラム目＃は、コメント行である。

（ファイル例）

```
# <<  WAVE FRONT .obj FILE DATA  >>
#
# file name                 :  ../wav/test1.obj
# date & time               :  Thu Dec  1 12:16:58 1988
# thresh hold level         :  0.150000
# line approximation        :  0.600000
# minmum radius             :  10.000000
# x direction size          :  512
# y direction size          :  476
# rotation angle            :  3
# number of camera          :  2
# conflag                   :  not connect
# futaflag                  :  not cover
# fitting flag              :  approximation
# wavefront flag            :  write
#
# vertices coordinates
v       0.00000      2.09522      0.48402
v       0.00000      2.01376      0.52459
v       0.00000      1.74254      0.52211
v       0.00000      1.57238      0.59873
v       0.00000      1.44400      0.58194
v       0.00000      1.35462      0.54986
v       0.00000      1.09125      0.79723
          .            .            .
          .            .            .
          .            .            .
v      -0.04682      0.88554      0.89328
v      -0.05146      0.54001      0.98196
v      -0.05208      0.18347      0.99378
v      -0.04832     -0.10949      0.92206
v      -0.04073     -0.32281      0.77710
v      -0.03676     -0.37589      0.70138
#  1631 vertices
#
# group
g slit
#
# face outline elements
fo        1        2       14
fo        2       15       14
fo        2        3       15
fo        3       16       15
fo        3        4       16
fo        4       17       16
fo        4       18       17
fo        4        5       18
fo        5       19       18
          .        .        .
```

```
        .        .        .
        .        .        .
fo    1622        6        5
fo    1622     1623        6
fo    1623        7        6
fo    1623     1624        7
fo    1625     1626        8
fo    1626        9        8
fo    1626     1627        9
fo    1627       10        9
fo    1627     1628       10
fo    1628       11       10
fo    1628     1629       11
fo    1629       12       11
fo    1629     1630       12
fo    1630       13       12
fo    1630     1631       13
#   2486 elements
```

## 5.5 <file>.coo

（内容）

slit7により計測された3次元座標データファイル

（形式）

バイナリーファイル形式

（フォーマット）

128バイトの固定長ヘッダとそのあとの可変長レコードデータで構成される。

| | | |
|---|---|---|
| 回転テーブルの回転角度の刻み幅 | 4バイト整数 | 計測パラメータエリア（128バイト） |
| 画像2値化のためのしきい値 | 4バイト実数 | |
| 変形スリット像の折れ線近似処理における近似度のしきい値 | 4バイト実数 | |
| 画像u方向画素数 | 4バイト整数 | |
| 画像v方向画素数 | 4バイト整数 | |
| TVカメラの台数 | 4バイト整数 | |
| 変形スリット像の接続フラグ | 4バイト整数 | |
| 形状データの蓋付けフラグ | 4バイト整数 | |
| 折れ線近似処理フラグ | 4バイト整数 | |
| 形状データファイルの出力フラグ | 4バイト整数 | |
| 予備エリア | 88バイト | |
| 1ショット目のデータ数（節点数） | 2バイト整数 | 各ショットの節点データ数（可変長） |
| 2ショット目のデータ数（節点数） | 2バイト整数 | |
| ・ | ・ | |
| Nショット目のデータ数（節点数） | 2バイト整数 | |
| 1ショット目X座標値1 | 4バイト実数 | 各ショットごとの節点座標データ（ショット数分この並びの繰返し） |
| 1ショット目X座標値2 | ・ | |
| ・ | ・ | |
| 1ショット目X座標値n | ・ | |
| 1ショット目Y座標値1 | ・ | |
| 1ショット目Y座標値2 | ・ | |
| ・ | ・ | |
| 1ショット目Y座標値n | ・ | |
| 1ショット目Z座標値1 | ・ | |
| 1ショット目Z座標値2 | ・ | |
| ・ | ・ | |
| 1ショット目Z座標値n | 4バイト実数 | |

次ページに続く。

| | | |
|---|---|---|
| 1ショット目データ状態フラグ1 | 1バイト整数 | |
| 1ショット目データ状態フラグ2 | ・ | |
| ・ | ・ | |
| 1ショット目データ状態フラグn | 1バイト整数 | |
| 2ショット目X座標値1 | 4バイト実数 | |
| ・ | ・ | |
| ・ | ・ | |

たとえば、回転テーブルの回転角度の刻み幅が3（deg）であれば、ショット数Nは、360/3 = 120 となる。

## 5.6 graauto.par

（内容）

graauto1の処理パラメータファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊　歩み幅のステップ数

numstep＝X

＊　XYZ方向の歩み幅（numstepの数分のデータ）

trnsize＝

X.X

：

X.X

＊　回転方向の歩み幅（numstepの数分のデータ）

rotsize＝

X.X

：

X.X

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　ブランク行の挿入は特に制限しない。

（パラメータ内容）

**歩み幅ステップ数**

歩み幅の設定数。（最初の歩み幅で収束すれば、さらに小さな歩み幅に変更して収束させる。こうして、最終の歩み幅で収束したとき、近似最適解が得られたものとする。この設定すべき歩み幅の数を指定する。）

**XYZ方向の歩み幅**

各歩み幅のステップにおけるxyz軸の各方向に移動させる歩み幅。（x・y・zの各方向への1回の移動量は同じである。）「歩み幅ステップ数」で指定した数だけ指定する（単位は、mm）。

**回転方向の歩み幅**

各歩み幅のステップにおけるxyz軸回りの各回転方向に移動させる歩み幅。「歩み幅ステップ数」で指定した数だけ指定する（単位は、deg）。

（ファイル例）

```
*****************************************************************************
*
*       measurement parameters definition file
*
*****************************************************************************

*       number of step
        numstep = 4

*       translate step size (mm)
        trnsize =
                        3.0
                        1.0
                        0.3
                        0.1

*       rotate step size (deg)
        rotsize =
                        3.0
                        1.0
                        0.3
                        0.1
```

## 5.7 <file>.pst

（内容）

サブ形状データの表面の3次元座標を、メイン形状データの表面の対応する座標に変換する同次座標変換マトリクスの各要素が書き込まれる。

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊　メイン形状データファイル名

＊　サブ形状データファイル名

| | | | |
|---|---|---|---|
| x.x | x.x | x.x | x.x |
| x.x | x.x | x.x | x.x |
| x.x | x.x | x.x | x.x |
| x.x | x.x | x.x | x.x |

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　ブランク行の挿入は特に制限しない。

※　このマトリクスをMとすれば、次の関係が成立する。

$$[sX', sY', sZ', s]^t = M \cdot [X, Y, Z, 1]^t$$

↑　　↑

メイン形状データ表面上の座標　　サブ形状データ表面上の座標

（ファイル例）

```
* ########<< .obj data compose matrix (sub to main) >>########

*   main data   :   rab7003_m4.obj
*   sub data    :   rab7003_s4.obj

     0.2475619     -0.9632368      0.1042228      0.3699957
     0.9681277      0.2501146      0.0119664     -0.2200023
    -0.0375949      0.0979407      0.9944728      0.0100000
     0.0000000      0.0000000      0.0000000      1.0000000
```

## 5.8 houghl.par

（内容）

houghlの処理パラメータファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊　θ 軸分割数
numsii＝XXX

＊　φ 軸分割数
numpai＝XXX

＊　ρ 軸分割数
numrou＝XXX

＊　ρ の範囲
rousize＝XXX

＊　最小直線長
kyori＝XX.X

＊　ピークテーブルの数
maxpeak＝XXX

＊　有効ピーク値のしきい値
thpeak＝X.X

＊　ボーティングフラグ
disflag＝X

＊　ピーク値フラグ
addflag＝X

＊　有効ピーク値フラグ
peakflag＝X

※　先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※　パラメータは　変数　＝　数値　の形式とし、各パラメータの順序はフリーとする。

※　ブランク行の挿入は特に制限しない。

（パラメータ内容）

θ　軸分割数

$0 \leqq \theta < 2\pi$ の範囲の分割数。

φ　軸分割数

$0 \leqq \phi \leqq (\pi/2)$ の範囲の分割数。

ρ　軸分割数

ρ軸方向の分割数。

ρの範囲

分割すべきρの範囲を指定する（単位は、mm）。

最小直線長

折れ線近似で求めた線分（直線）のうち、実際にHough変換する直線データの最小長を指定する（単位は、mm）。この値より短い線分に対応する部分は、直線データではないとして無視する。

ピークテーブルの数

ピーク値を格納する配列の大きさを指定する。

有効ピーク値のしきい値

最大のピーク（平面）の値に対して、どの程度であれば平面とするかを決定するしきい値を指定する。

ボーティングフラグ

ボーティングする値を定義する。

0　：　値＝1（ピークは、直線の本数）

1　：　値＝直線データの長さ（直線の長さに重みをつける）

ピーク値フラグ

ピーク値を定義する。

0　：　3次元Ｈｏｕｇｈ配列上の自分の値をピーク値とする。

1　：　3次元Ｈｏｕｇｈ配列上の２７近傍（3×3×3）の値の和をその要素のピーク値とする。

有効ピーク値フラグ

ピークテーブルから実際の平面を抽出する方法を指定する。

0　：　２７近傍（3×3×3）でピークになるもののみを取り出す。

1　：　１２５近傍（5×5×5）でピークになるもののみを取り出す。

（ファイル例）

```
*******************************************************************************
*
*       measurement parameters definition file
*
*******************************************************************************
*       number of theta
        numsii = 45

*       number of phi (number of array = numpai+1 )
        numpai = 20

*       number of ro (number of array = numrou+1 )
        numrou = 25

*       maximum length of ro (mm)
        rousize = 200

*       minimum distance between vertics for voting (mm)
        kyori = 10.0

*       number of peak array
        maxpeak = 100

*       threshhold of peak
        thpeak = 0.5

*       distance flag   ! 0 -> atai = 1    ,  1 -> atai = distance
        disflag = 1

*       add flag        ! 0 -> jibun no atai  1 -> 27 kinbou no atai
        addflag = 0

*       peak flag       ! 0 -> 27 kinbou  1 -> 125 kinbou
        peakflag = 1
```

## 5.9 ＜file＞.pll

（内容）

houghlで抽出した平面データファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊＊＊＊＊＜houghlの処理パラメータ＞＊＊＊＊＊

3次元座標データファイル名（〈file〉.coo）

平面データファイル名（〈file〉.pll）

θ軸分割数

φ軸分割数

ρ軸分割数

ρの範囲

最小直線長

ピークテーブルの数

有効ピーク値のしきい値

ボーティングフラグ

ピーク値フラグ

有効ピーク値フラグ

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊　＜平面データ＞　＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

| 平面番号 | θ | φ | ρ | ピーク値 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | X.X | X.X | X.X | XXX.X |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |

＊＊＜平面データの方程式（aX＋bY＋cZ＝d、直交座標系）＞＊＊

| 平面番号 | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |

＊＊＊＊＊＜平面データ（配列上のすべてのデータ）＞＊＊＊＊＊

| θ | φ | ρ | ピーク値 |
|---|---|---|---|
| X.X | X.X | X.X | XXX.X |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |

（ファイル例）

```
########### << HOUGH SYSTEM PLANE DATA >> ###########

************* < input parameter > *******************

zahyou data file name     :   /u1/slit/slit5/coo/pen5001_f.coo
plane data file name      :   /u1/slit/hough1/pln/nishino001
number of theta           :   90
number of phi             :   30
number of ro              :   50
maximun length of ro(mm)  :   200
minimun distance between  :   10.000000
vertics for voting
number of peak array      :   100
threshhold of peak        :   0.500000
distance flag             :   1
add flag                  :   0
peak flag                 :   1

**************** < plane data > *********************
```

| PLANE NUMBER | THETA | PHI | RO | PEAK |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 184.00 | 66.00 | 72.00 | 5980.17 |
| 2 | 328.00 | 63.00 | 72.00 | 5686.86 |
| 3 | 44.00 | 63.00 | 72.00 | 5537.01 |
| 4 | 112.00 | 63.00 | 72.00 | 5493.92 |
| 5 | 256.00 | 63.00 | -52.00 | 5480.26 |
| 6 | 328.00 | 63.00 | -52.00 | 5420.42 |
| 7 | 112.00 | 63.00 | -56.00 | 5401.56 |
| 8 | 260.00 | 63.00 | 76.00 | 5313.69 |
| 9 | 184.00 | 66.00 | -56.00 | 5266.17 |
| 10 | 44.00 | 63.00 | -56.00 | 5224.40 |

```
********* < plane equation aX+bY+cZ=d > *************
```

| PLANE NUMBER | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.06 | 0.41 | -0.91 | 72.00 |
| 2 | -0.47 | 0.45 | 0.76 | 72.00 |
| 3 | 0.62 | 0.45 | 0.64 | 72.00 |
| 4 | 0.83 | 0.45 | -0.33 | 72.00 |
| 5 | -0.86 | 0.45 | -0.22 | -52.00 |
| 6 | -0.47 | 0.45 | 0.76 | -52.00 |
| 7 | 0.83 | 0.45 | -0.33 | -56.00 |
| 8 | -0.88 | 0.45 | -0.15 | 76.00 |
| 9 | -0.06 | 0.41 | -0.91 | -56.00 |
| 10 | 0.62 | 0.45 | 0.64 | -56.00 |

********** < all plane data > **********

| THETA | PHI | RO | PEAK |
|---|---|---|---|
| 184.00 | 66.00 | 72.00 | 5980.17 |
| 188.00 | 66.00 | 72.00 | 5927.49 |
| 328.00 | 63.00 | 72.00 | 5686.86 |
| 44.00 | 63.00 | 72.00 | 5537.01 |
| 112.00 | 63.00 | 72.00 | 5493.92 |
| 256.00 | 63.00 | -52.00 | 5480.26 |
| 40.00 | 63.00 | 72.00 | 5475.23 |
| 328.00 | 63.00 | -52.00 | 5420.42 |
| 112.00 | 63.00 | -56.00 | 5401.56 |
| 252.00 | 63.00 | -52.00 | 5362.20 |
| 260.00 | 63.00 | 76.00 | 5313.69 |
| 256.00 | 63.00 | 76.00 | 5313.18 |
| 184.00 | 66.00 | -56.00 | 5266.17 |
| 44.00 | 63.00 | -56.00 | 5224.40 |
| 260.00 | 63.00 | -52.00 | 5219.53 |
| 40.00 | 63.00 | -56.00 | 5202.61 |
| 188.00 | 66.00 | -56.00 | 5044.67 |
| 324.00 | 63.00 | -52.00 | 4874.09 |
| 112.00 | 66.00 | 72.00 | 4808.21 |
| 332.00 | 63.00 | -52.00 | 4777.87 |
| 116.00 | 63.00 | -56.00 | 4618.61 |
| 328.00 | 63.00 | 76.00 | 4333.14 |
| 192.00 | 66.00 | 72.00 | 4234.22 |
| 48.00 | 63.00 | -56.00 | 3897.79 |
| 320.00 | 63.00 | -52.00 | 3835.08 |
| 108.00 | 63.00 | -56.00 | 3802.68 |
| 48.00 | 63.00 | 72.00 | 3784.30 |
| 248.00 | 63.00 | -52.00 | 3757.57 |
| 36.00 | 63.00 | -56.00 | 3727.28 |
| 36.00 | 63.00 | 72.00 | 3680.50 |
| 332.00 | 63.00 | 72.00 | 3661.40 |
| 116.00 | 63.00 | 72.00 | 3637.24 |
| 264.00 | 63.00 | -52.00 | 3590.80 |
| 336.00 | 63.00 | -52.00 | 3429.29 |
| 180.00 | 66.00 | 72.00 | 3409.87 |
| 252.00 | 63.00 | 76.00 | 3358.22 |
| 264.00 | 63.00 | 76.00 | 3305.62 |
| 336.00 | 63.00 | 72.00 | 3285.63 |
| 104.00 | 66.00 | -52.00 | 3185.75 |
| 324.00 | 63.00 | 72.00 | 3145.29 |
| 116.00 | 66.00 | 72.00 | 3123.30 |
| 108.00 | 66.00 | 72.00 | 3100.62 |
| 104.00 | 63.00 | -56.00 | 3086.36 |
| 120.00 | 66.00 | -52.00 | 3075.51 |
| 176.00 | 66.00 | -52.00 | 3066.66 |
| 264.00 | 63.00 | 72.00 | 2980.77 |
| 108.00 | 63.00 | 72.00 | 2966.66 |
| 108.00 | 66.00 | -52.00 | 2861.35 |
| 120.00 | 63.00 | -56.00 | 2855.48 |
| 52.00 | 63.00 | -56.00 | 2824.98 |
| 116.00 | 66.00 | -52.00 | 2806.39 |
| 100.00 | 66.00 | -52.00 | 2788.42 |

## 5.10 hough2.par

（内容）

hough2の処理パラメータファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

＊ 最小直線長

kyori＝XX.X

＊ z軸分割数

numcrs＝XXX

＊ 分割中心の半径r（mm）

cenrad＝XXX.X

＊ 分割中心のz座標（mm）

cenzzz＝XXX.X

＊ z軸分割のフラグ

zdsflag＝XXX

＊ z軸ピーク検出フラグ

zpkflag＝XXX

＊ z軸ピークテーブルの数

zmxpeak＝XXX

＊ z軸有効ピーク値のしきい値

zthpeak＝X.X

＊ θ 軸分割数

numsii＝XXX

＊ ρ 軸分割数

numrou＝XXX

＊ ボーティングフラグ

hdsflag＝XXX

＊ ピークテーブルの数

hmxpeak＝XXX

＊ 有効ピーク値のしきい値

hthpeak＝X.X

※ 先頭第1カラム目＊は、コメント行とする。

※ パラメータは 変数 ＝ 数値 の形式とし、各パラメータの順序はフリーとする。

※ ブランク行の挿入は特に制限しない。

（パラメータ内容）

最小直線長

折れ線近似で求めた線分（直線）のうち、実際にＨｏｕｇｈ変換する直線データの最小長を指定する（単位は、ｍｍ）。この値より短い線分に対応する部分は、直線データでないとして無視する。

ｚ軸分割数

ｚ切片の値で直線データを分類するために、ｚ軸を分割する分割数を指定する（通常、１８０を指定している）。

分割中心の半径ｒ

ｚ軸を分割するのに、分割中心の内側の180〔deg〕を「ｚ軸分割数」で指定した数に均等の角度で分割する。この分割する各直線がｚ軸と交わる交点ごとにｚ軸を分割する。このときの分割中心の半径ｒ（ｒ＞０）を指定する（単位は、ｍｍ）。

分割中心のｚ座標

同様に、分割中心のｚ座標を指定する（単位は、ｍｍ）。

ｚ軸分割のフラグ

上の方法で分割したｚ軸の各区間に直線データをボーティングするとき、ボーティングする値を定義する。

０：１をボーティングする。（ピーク値は、直線の本数となる）

１：各直線データの長さをボーティングする。
（直線の長さに重みをつける）

ｚ軸ピーク検出フラグ

０：その区間の両側の区間を含め、３区間の値の合計をその区間のピーク値とする。（通常、０を指定する）

１：その区間の両側の各２区間を含め、合計５区間に対する値の合計をその区間のピーク値とする。

２：その区間の両側の各３区間を含め、合計７区間に対する値の合計をその区間のピーク値とする。

z 軸ピークテーブルの数

z 切片値の分布のピーク値を格納するテーブルのサイズを指定する。

z 軸有効ピーク値のしきい値

z 切片の最大のピーク値に対して、どの程度であればピークとして検出するかを決定するしきい値を指定する。

θ 軸分割

θ 軸方向の分割数。

ρ 軸分割数

ρ 軸方向の分割数。

ボーティングフラグ

ボーティングの値を指定する。

0：値＝1（ピーク値は、直線の本数）

1：値＝直線データの長さ（直線の長さに重みをつける）

ピークテーブルの数

ピーク値を格納する配列の大きさを指定する。

有効ピーク値のしきい値

最大ピーク（平面）の値に対して、どの程度であれば平面とするかを決定するしきい値を指定する。

（ファイル例）

```
*****************************************************************************
*
*       measurement parameters definition file
*
*****************************************************************************
*       <<<<<<<<<< parameters on line element >>>>>>>>>>
*       minimum line length for voting (mm)
        kyori = 10.0

*       <<<<<<<<<< parameters on classifying z-crossing point >>>>>>>>>>
*       division number of z-axis (numcrs+1 <= ZZZSIZE)
        numcrs = 180

*       radius value of division center (mm)
        cenrad = 100.0

*       z value of division center (mm)
        cenzzz = 0.0

*       flag for voting value   (0 : atai = 1  1 : atai = distance)
        zdsflag = 0

*       flag for detecting peak (0 : 3 kinbou  1 : 5 kinbou  2 : 7 kinbou)
        zpkflag = 0

*       number of peak array    (zmxpeak <= ZPKSIZE)
        zmxpeak = 10

*       threshhold of peak
        zthpeak = 0.1


*       <<<<<<<<<< parameters on 2-D hough transform >>>>>>>>>>
*       division number of theta (0 - 360 deg.) (numsii+2 <= SIISIZE)
        numsii = 360

*       devision number of rou  (numrou+3 <= ROUSIZE)
        numrou = 200

*       flag for voting value   (0 : atai = 1  1 : atai = distance)
        hdsflag = 0

*       number of peak array    (hmxpeak <= HEISIZE)
        hmxpeak = 20

*       threshhold of peak
        hthpeak = 0.5
```

## 5.11 ＜ｆｉｌｅ＞．ｐｌ２

（内容）

ｈｏｕｇｈ２で抽出した平面データファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォマット）

＊＊＊＊＊＜ｈｏｕｇｈ２の処理パラメータ＞＊＊＊＊＊

３次元座標データファイル名（〈file〉.coo）

平面データファイル名（〈file〉.pl2）

最小直線長

ｚ軸分割数

分割中心の半径ｒ（ｍｍ）

分割中心のｚ座標（ｍｍ）

ｚ軸分割のフラグ

ｚ軸ピーク検出フラグ

ｚ軸ピークテーブルの数

ｚ軸有効ピーク値のしきい値

θ　軸分割数

ρ　軸分割数

ボーティングフラグ

ピークテーブルの数

有効ピーク値のしきい値

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊　＜ｚ切片による分類結果＞　＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

| | |
|---|---|
| 直線数 | ＸＸＸ |
| ｚ切片ピーク数 | ＸＸＸ |

| 度数 | 配列番号 | ｚ座標開始値 | ｚ座標終了値 |
|---|---|---|---|
| ＸＸＸ | Ｘ | ＸＸＸ．Ｘ | ＸＸＸ．Ｘ |
| ： | ： | ： | ： |
| ： | ： | ： | ： |

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊　＜平面データ＞　＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

| 平面番号 | ピーク値 | θ | φ | ρ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ｘ．Ｘ | Ｘ．Ｘ | Ｘ．Ｘ | ＸＸＸ．Ｘ |
| ： | ： | ： | ： | |
| ： | ： | ： | ： | |

（ファイル例）

```
########### << HOUGH SYSTEM PLANE DATA >> ##########
************* < input parameters > *****************
'.coo' file name              : ../coo/dode0001.coo
'.pln' file name              : ../pln/dode0001.pln
minimum line length           : 10.000000
division number of z-axis     : 180
radius of division center     : 100.000000
z value of division center    : 0.000000
zdsflag  (0:atai 1:dis)       : 0
zpkflag  (0:3kin 1:5 2:7)     : 0
zmxpeak  (peak array size)    : 10
zthpeak  (peak threshold)     : 0.100000
division number of theta      : 360
division number of rou        : 200
hdsflag  (0:atai 1:dis)       : 0
hmxpeak  (peak array size)    : 20
hthpeak  (peak threshold)     : 0.500000

**************** < z-bunpu data > ****************
number of lines               : 720
zpktbl            zpknum      : 2
     DOSUU          I        Z_ST      Z_END
    360.00       34.00    -156.97    -140.19
    360.00      146.00     140.19     156.97

***************** < plane data > *****************
plntbl            plnnum      : 10
PLANE NUMBER    PEAK        THETA        PHI         ROU
      1        73.00        36.00       63.24      -66.76
      2        73.00       108.00       63.24      -66.76
      3        73.00       180.00       63.24      -66.76
      4        73.00       252.00       63.24      -66.76
      5        73.00       324.00       63.24      -66.76
      6        73.00        36.00       63.24       66.76
      7        73.00       108.00       63.24       66.76
      8        73.00       180.00       63.24       66.76
      9        73.00       252.00       63.24       66.76
     10        73.00       324.00       63.24       66.76
     11        16.00        33.00       63.92      -65.19
     12        16.00        39.00       63.92      -65.19
     13        16.00       105.00       63.92      -65.19
     14        16.00       111.00       63.92      -65.19
     15        16.00       177.00       63.92      -65.19
     16        16.00       183.00       63.92      -65.19
     17        16.00       249.00       63.92      -65.19
     18        16.00       255.00       63.92      -65.19
     19        16.00       321.00       63.92      -65.19
     20        16.00       327.00       63.92      -65.19
```

# 6．各プログラムの使用方法

## 6.1　henkan

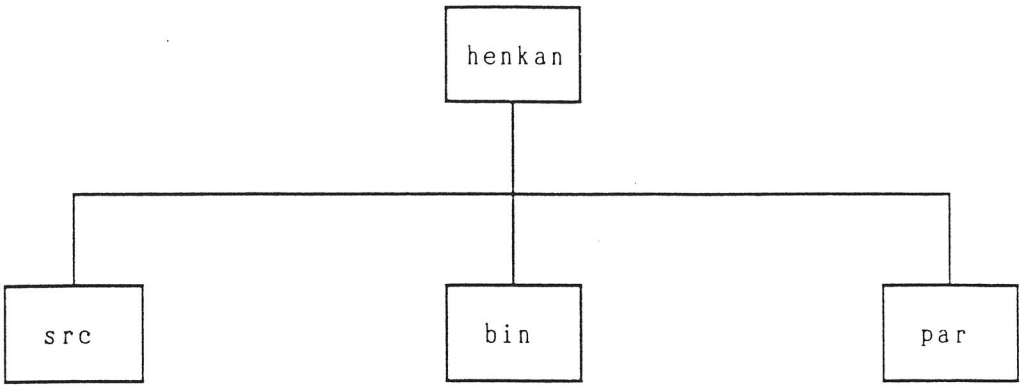
［機能］

カメラ変換マトリクスＡを作成するために、３次元空間上の既知の座標（ｘ，ｙ，ｚ）とＴＶカメラで入力した画像上の座標（ｕ，ｖ）との対応表を出力する。カメラ変換マトリクスＡは、３次元空間上の任意の点の座標をＴＶカメラによる画像上の対応する点に変換する座標変換マトリクスである。このマトリクスを最小自乗法で求めるには、同一平面上にない６点以上の３次元空間上の既知座標の対応表が必要である。そのため、キャリブレーション板上に貼ったマークを既知座標とし、ＴＶカメラで入力した画像上のマーク位置をマウスで入力することにより、（ｘ，ｙ，ｚ）と（ｕ，ｖ）の対応表を出力する。回転テーブルを利用して、キャリブレーション板を回転させることにより、同一平面上にない基準点を生成する。回転テーブルの回転角度は、各ＴＶカメラについて、キャリブレーション板をｘ－ｙ平面とした場合とあと２回転角度の合計３角度である。本プログラムを起動させるときは、予め、キャリブレーション板をｘ－ｙ平面に一致させておく必要がある。

（１）　処理パラメータをパラメータファイルから読み込む。
（２）　ＴＶカメラでキャリブレーション板上のマーク画像を取り込む。
（３）　ＶＩＣＯＭ　インタラクティブデバイス（マウス）により（３）の画像上のマーク位置をカーソルでピックし、その座標値（ｕ，ｖ）を格納する。
（４）　処理パラメータに合わせて回転テーブルの制御を行なう。
（５）　（２）～（４）の処理を繰り返す。（メインカメラ・サブカメラの各々について３回ずつ繰り返す。）回転角度は、処理パラメータファイル（henkan.par）のｒｏｔｍａｉｎ，ｒｏｔｓｕｂパラメータに対応する。
（６）　処理パラメータから取り込んだプレート上のマーク座標（ｘ，ｙ）から回転テーブル回転後の３次元座標（ｘ，ｙ，ｚ）を計算する。
（７）　以上の処理により作成した（ｕ，ｖ，ｘ，ｙ，ｚ）座標をファイル出力する。（henkan.dat）

［ディレクトリー構造］

ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ（ＣＶ０１）の /ul/slit/henkan の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




プログラム　　実行　　処理
ソース　　モジュール　　パラメータ

［ＩＮＰＵＴデータ］

・処理パラメータファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｐａｒ　（ファイル名は、通常、ｈｅｎｋａｎ.ｐａｒとし、〈subdirectory〉/par なるディレクトリーにあるものとする。）

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.１参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・座標対応ファイル

（ファイル名）

ｈｅｎｋａｎ.ｄａｔ　（〈subdirectory〉/par なるディレクトリーに作成される）

（形式）

テキストファイル形式

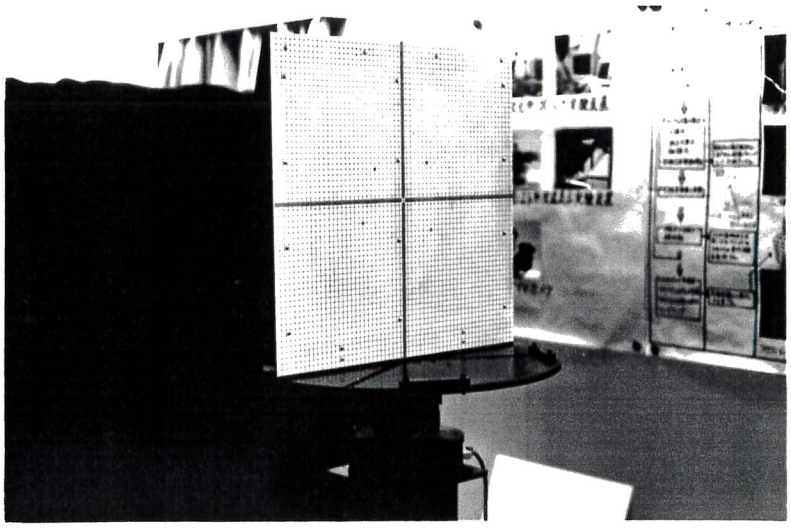
（フォーマット）

５.２参照

［実行手順］

（１）ハードウェアの設定。

（詳細はＡＴＲテクニカルレポート「光切断法による３次元形状の自動入力」参照）



（２）〈subdirectory〉/par なるディレクトリー上に処理パラメータファイル（henkan.par）を作成する。

（３）ｈｅｎｋａｎ　の起動。
〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で ｈｅｎｋａｎを起動する。

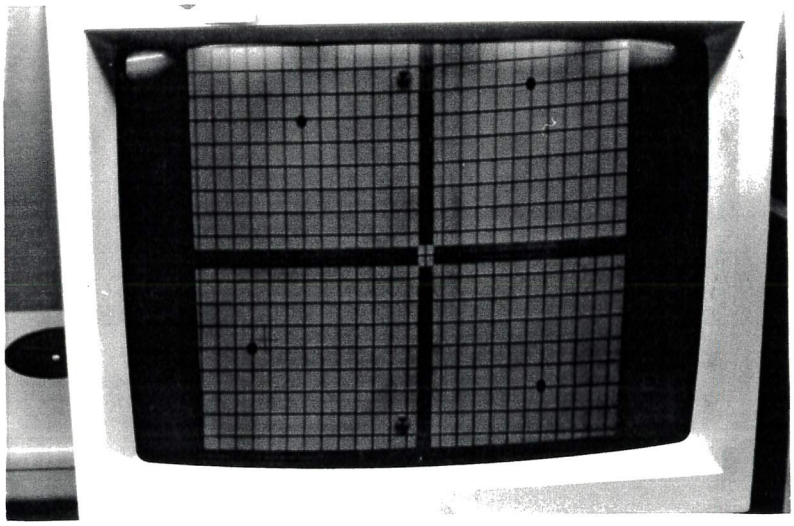
SLIT〉 henkan 〈CR〉

（４）処理パラメータファイル名をキーボードから入力する。（../par なるディレクトリーにあるものとする。）

# Please input parameter file name→ henkan.par 〈CR〉

処理パラメータファイル名

（５）キャリブレーション板上のマークをピックする。



pick cursor for the 1-th mark on the plate

X : XXX.X　　Y : XXX.X

| |
|---|
| ＶＩＣＯＭインタラクティブ・マウスで上記座標に対応するマークの中心をマウス左ボタンでピックする。 |

1-th input coordinate

U(col) : XXX　　V(row) : XXX

| |
|---|
| マークのピックを、マークの数分繰り返す。<br>マークのピックを失敗した場合はマウス真ん中ボタンを押すとキャンセルできる。 |

.　　.
.　　.
.　　.

| |
|---|
| １画面分のマークをすべてピックしたらマウス右ボタンを押す |

# OK to continue

| |
|---|
| y 〈CR〉 次の画像中のマークをピックする<br>n 〈CR〉 ピックをその画像の最初からやりなおす |

| |
|---|
| 下記に示すショット分前記の処理を繰り返す。<br>メインカメラ１ショット目<br>↓<br>メインカメラ２ショット目<br>↓<br>メインカメラ３ショット目<br>↓<br>サブカメラ１ショット目<br>↓<br>サブカメラ２ショット目<br>↓<br>サブカメラ３ショット目 |

（６）出力ファイルの確認。

〈subdirectory〉/par のディレクトリー上に座標対応ファイル（henkan.dat）が生成されていることを確認する。

## 6.2　slit7

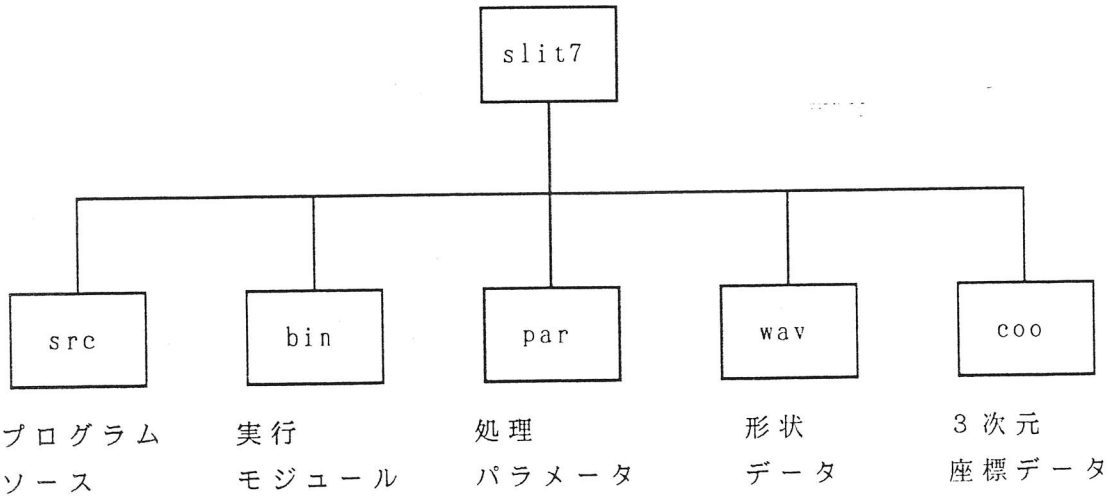
［機能］

光切断法による3次元計測により、回転テーブル上の対象物体の全周囲の形状を自動的に入力し、形状データ（三角パッチデータ）を作成する。

（1）　処理パラメータの読み込み。（slit.par）
（2）　henkanが出力した座標対応ファイル（henkan.dat）の読み込み。
（3）　（2）のデータを使って、カメラ変換マトリクスA、及び、光切断法のセンサーマトリクスBの作成。
（4）　カメラによる画像入力。
（5）　変形スリット像の抽出と折れ線近似処理。　　並列処理
（6）　回転テーブルの制御。
（7）　（4）～（6）の処理を繰り返し、物体の全周囲の形状を計測。
（8）　2次元座標（カメラ座標）を3次元座標（空間座標）に変換。
（9）　回転テーブルの回転分を補正。
（10）　3次元座標データファイル（〈file〉.coo）の作成。
（11）　形状データファイル（〈file〉.obj）の作成。

［ディレクトリー構造］

VICOM／VME（CV01）の /u1/slit/slit7 の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。



［ＩＮＰＵＴデータ］

・処理パラメータファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｐａｒ　（ファイル名は、通常、ｓｌｉｔ.ｐａｒとし、〈subdirectory〉/par なるディレクトリーにあるものとする。）

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.３参照

・座標対応ファイル（ｈｅｎｋａｎの出力ファイル）

（ファイル名）

ｈｅｎｋａｎ.ｄａｔ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.２参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・３次元座標データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｃｏｏ

（形式）

バイナリーファイル形式

（フォーマット）

５.５参照

・形状データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｏｂｊ

（形式）

テキストファイル形式

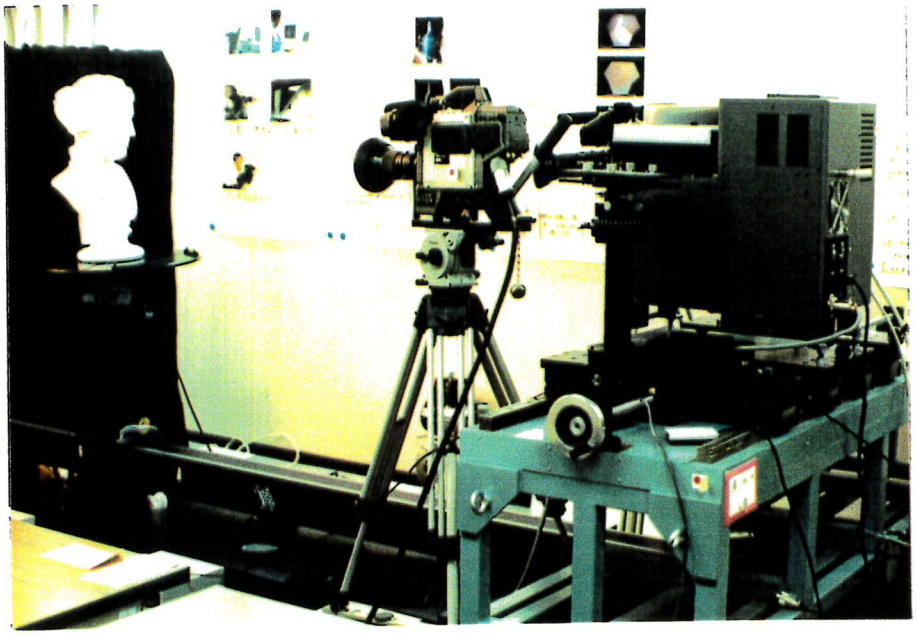
（フォーマット）

５.４参照

［実行手順］

（１）ハードウェアの設定。

（詳細はテクニカルレポート「光切断法による３次元形状の自動入力」参照）



（２）〈subdirectory〉/par なるディレクトリー上に処理パラメータファイル（slit.par）を作成する。

（３）〈subdirectory〉/parなるディレクトリー上に座標対応ファイル(henkan.dat)を作成する（ｈｅｎｋａｎを実行）。

（４）ｓｌｉｔ７の起動。

〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で ｓｌｉｔ７ を起動する。

slit〉 slit7 〈CR〉

（５）形状データファイル名をキーボードから入力する。

# Please input wavefront obj file name --〉 〈file〉.obj 〈CR〉

（６）３次元座標データファイル名をキーボードから入力する。

# Please input coordinate data file name --〉 〈file〉.coo 〈CR〉

（７）処理パラメータの確認。

```
################## << INPUT PARAMETER CHECK >> ##################

  *** WAVE FRONT OBJ FILE NAME ***
       obj_name = ../wav/a
  *** THRESHHOLD LEVEL ***
       thresh   = 0.080000
  *** LINE APPROXIMATION THRESHHOLD ***
       thline   = 0.900000
  *** MINIMUM RADIUS ***
       minrad   = 10.000000
  *** X DIRECTION SIZE (512 or 1024) ***
       xsize    = 512
  *** Y DIRECTION SIZE ***
       ysize    = 476
  *** ROTATION ANGLE (degree) ***
       delta    = 3
  *** NUMBER OF CAMERA ***
       numcam   = 2
  *** CONNECTION FLAG ***
       conflag  = 0
  *** COVER FLAG ***
       futaflag = 0
  *** FITTING FLAG ***
       fitflag  = 1
  *** WAVEFRONT FLAG ***
       waveflag = 1
  *** SLIT EQUATION ( e1*x+e2*y+e3*z+e4 = 0.0 ) ***
       e1       = 1.000000
       e2       = 0.000000
       e3       = 0.000000
       e4       = 0.000000

# OK to parameter ? (ok,y/n) -->
```

| | |
|---|---|
| ok , y 〈CR〉 | 実行 |
| n 〈CR〉 | 処理終了 |

（８）座標対応表（カメラ変換マトリクスの誤差）の確認。

```
#######################<< CHECK OF MATRIX DATA >> ########################
```

| INP_U | INP_V | INP_X | INP_Y | INP_Z | CAL_U | CAL_V | ANS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 393.000 | 131.000 | 50.000 | 40.000 | 0.000 | 393.236 | 131.465 | 0.521 |
| 114.000 | 124.000 | -50.000 | 40.000 | 0.000 | 114.284 | 123.347 | 0.712 |
| 110.000 | 444.000 | -50.000 | -40.000 | 0.000 | 110.793 | 444.361 | 0.871 |
| 391.000 | 436.000 | 50.000 | -40.000 | 0.000 | 392.213 | 435.378 | 1.363 |
| 408.000 | 130.000 | 43.300 | 40.000 | 25.000 | 407.688 | 129.952 | 0.315 |
| 110.000 | 125.000 | -43.300 | 40.000 | -25.000 | 110.298 | 125.128 | 0.324 |
| 107.000 | 435.000 | -43.300 | -40.000 | -25.000 | 106.903 | 434.331 | 0.676 |
| 407.000 | 446.000 | 43.300 | -40.000 | 25.000 | 406.750 | 445.268 | 0.774 |
| 381.000 | 128.000 | 25.000 | 40.000 | 43.300 | 381.146 | 127.644 | 0.384 |
| 145.000 | 127.000 | -25.000 | 40.000 | -43.300 | 144.378 | 127.399 | 0.740 |
| 142.000 | 426.000 | -25.000 | -40.000 | -43.300 | 141.369 | 426.380 | 0.737 |
| 381.000 | 453.000 | 25.000 | -40.000 | 43.300 | 379.940 | 454.352 | 1.718 |

# OK to matrix data ? (y/n) -->

| | | |
|---|---|---|
| ok , y | 〈CR〉 | 実行 |
| n | 〈CR〉 | 処理終了 |

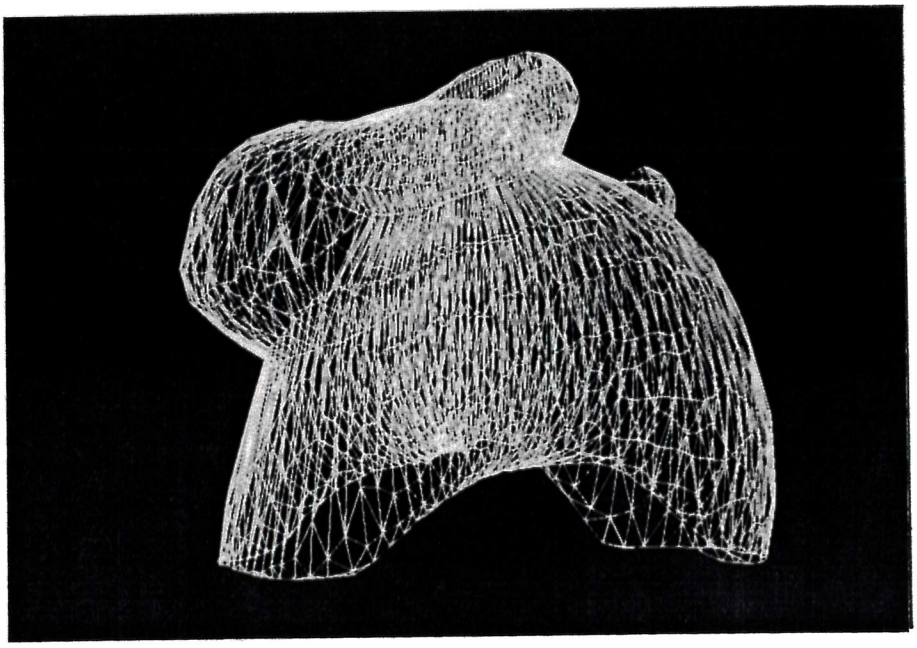
通常ＡＮＳの値が１程度ならＯＫを選択する。

（９）実行状態の監視（現在実行中の回転角度が表示される）。

```
#################################################
#                                               #
#                                               #
#       ROTATION ANGLE ===>  [ 現在の角度 (deg) ]  #
#                                               #
#                                               #
#################################################
```

（10）出力ファイルの確認。

- 〈subdirectory〉/coo なるディレクトリーに３次元座標データファイル（〈file〉.coo）が生成されていることを確認する。
- 〈subdirectory〉/wav なるディレクトリーに形状データファイル（〈file〉.obj）ファイルが生成されていることを確認する。



Wavefront でワイヤーフレーム表示した形状データファイル（.obj）

## ６．３　ｇｒａｈｏｌｅ２

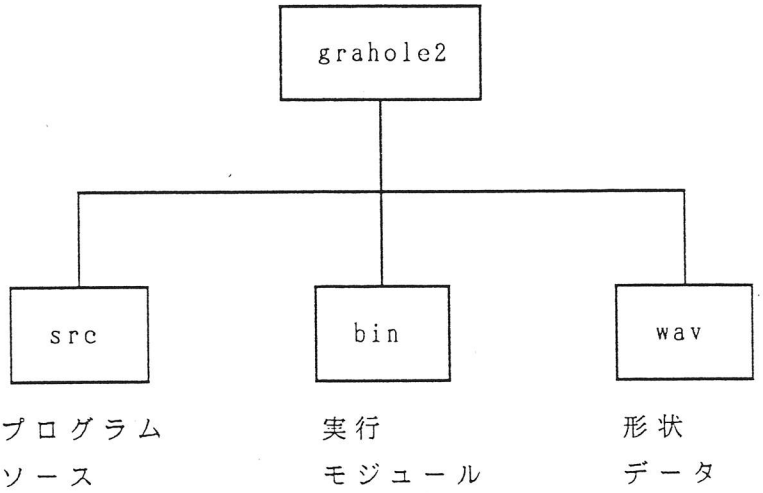
［機能］

三角パッチにより表現された形状データの欠落部分（三角パッチが貼られていない部分）を検出する。

（１）　形状データファイル（〈file〉.obj）の読み込み。
（２）　形状データの欠落部分を検出。
（３）　形状データファイルに欠落部分に関する情報を追記する。

［ディレクトリー構造］

ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ（ＣＶ０１）の /ul/slit/grahole2 の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［ＩＮＰＵＴデータ］

・形状データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｏｂｊファイル

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．４参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・欠落部分情報付き形状データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｏｂｊ　（ＩＮＰＵＴファイルと同じ名前）

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．４参照

※欠落情報の付いていないもとのファイルは、＜ｆｉｌｅ＞.ｏｂｊ％ の名前で保存される。

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上に形状データファイル（〈file〉.obj）を作成する（ｓｌｉｔ７の実行）。

（２）ｇｒａｈｏｌｅ＿２の起動と形状データファイル名の読み込み。
〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で

```
slit〉 grahole_2 〈file〉.obj 〈CR〉
```

（３）出力ファイルの確認。
〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上で、形状データファイル（〈file〉.obj）を確認する。

## 6.4 gracmpl

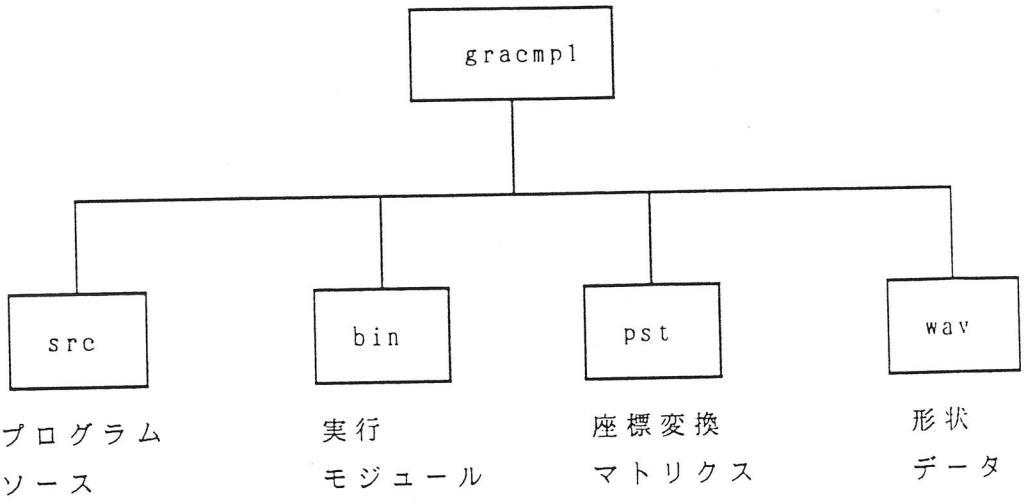
［概要］

回転テーブル上への置き方を変えて入力した同一物体の２個の形状データの位置関係をマウスによる人手の入力により求める。グラフィックディスプレイ上に２つの形状データ（〈file1〉.obj、〈file2〉.obj）をワイヤーフレームで表示し（平行投影）、表示されている２次元の投影面内で一方のワイヤフレームを平行・回転移動させることができる。互いに直角なｘ・ｙ・ｚ軸の３方向からの画像を表示することができ、各画像で２形状データの位置を一致させることにより、２個の形状データの位置関係（〈file2〉.obj 上の点を〈file1〉.obj 上の対応する点に座標変換するマトリクス）を求めることができる。ここで、〈file1〉.obj は、メインの形状データファイル名、〈file2〉.obj は、サブの形状データファイル名である。

（１）メインの形状データファイル（〈file1〉.obj）の読み込み。
（２）サブの形状データファイル（〈file2〉.obj）の読み込み。
（３）メイン・サブの形状データのワイヤフレームとメニューを表示。
（４）マウスによる位置合わせ（サブ形状を移動）。
（５）サブ形状の座標をメイン形状の対応する点に変換する座標変換マトリクスを作成し、ファイル（〈file2〉.pst）を出力する。

［ディレクトリー構造］

ＩＲＩＳ－3030（ｃｉｒｉｓ０１）の /usr/people/ura/gracmpl の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。



［ＩＮＰＵＴデータ］

・形状データファイル（メイン＆サブ）

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ１＞.ｏｂｊ、＜ｆｉｌｅ２＞.ｏｂｊ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．４参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・座標変換マトリクスファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ２＞.ｐｓｔ

（形式）

テキストファイル

（フォーマット）

５．７参照

［実行手順］

（１）/usr/people/ura/gracmpl/wav なるディレクトリー上にメイン・サブの形状データファイルを作成する（ｓｌｉｔ７の出力ファイルをコピーする）。

（２）ｇｒａｃｍｐ＿１の起動。

```
〉 gracmp_1 〈file1〉.obj 〈file2〉.obj 〈CR〉
```

↑ メイン形状データ　↑ サブ形状データ

（３）メニューピックによる処理の選択

以下のメニューをマウス左ボタンでピックして選択する。

（Ｖｉｅｗメニュー）

どの方向からの投影像を表示するか（ｘ，ｙ，ｚを選択する）。

（Ｚｏｏｍメニュー）

左ボタンを押しながらマウスを移動させる事によってオブジェクトワイヤフレームの拡大縮小を行なう。

（Ｍｏｖｅメニュー）

移動方向の指定メニューをピックし、左ボタンを押しながらマウスを移動させる事によってサブ形状のワイヤフレームの移動を行う。

Ｔｒａｎｓ　Ｕ　メニュー　：　画面左右方向の移動

Ｔｒａｎｓ　Ｖ　メニュー　：　画面上下方向の移動

Ｒｏｔａｔｅ　メニュー　：　回転（回転中心は、サブ形状データ座標系の原点）

（Ｓｐｅｅｄメニュー）

メニューをピックすることにより、以下の３段階の移動スピードを選択できる。

ｑｕｉｃｋ　早い

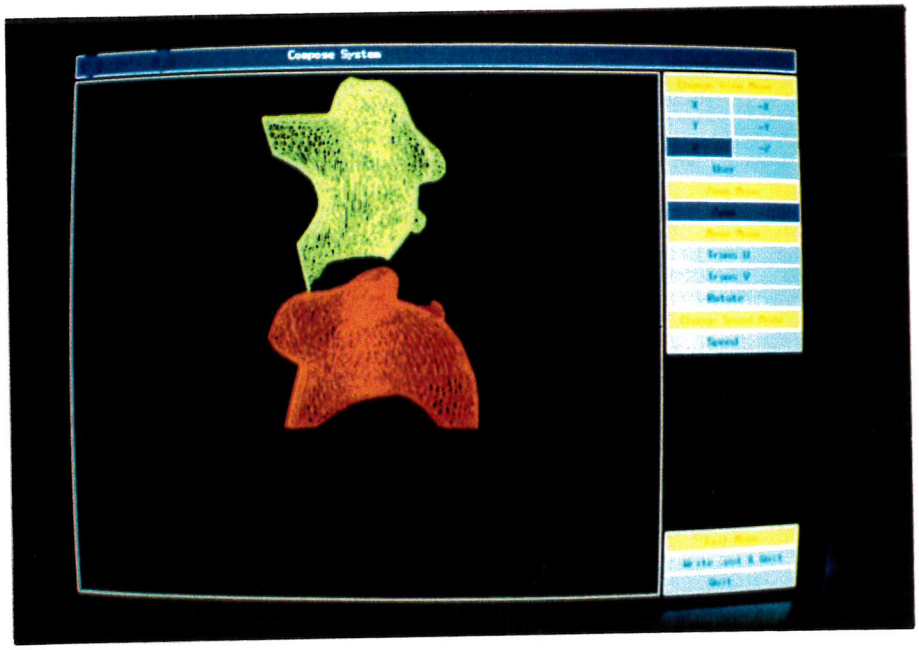
ｍｉｄｄｌｅ　中間　（デフォルト）

ｓｌｏｗ　遅い

（Ｅｘｉｔメニュー）

Ｗｒｉｔｅ．ｐｓｔ＆Ｑｕｉｔ　：　座標変換マトリクスファイルを出力し処理終了

Ｑｕｉｔ　：　処理終了




（４）出力ファイルの確認

/usr/people/ura/gracmpl/pst なるディレクトリー上に座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）が生成されていることを確認する。

## 6.5 mergel

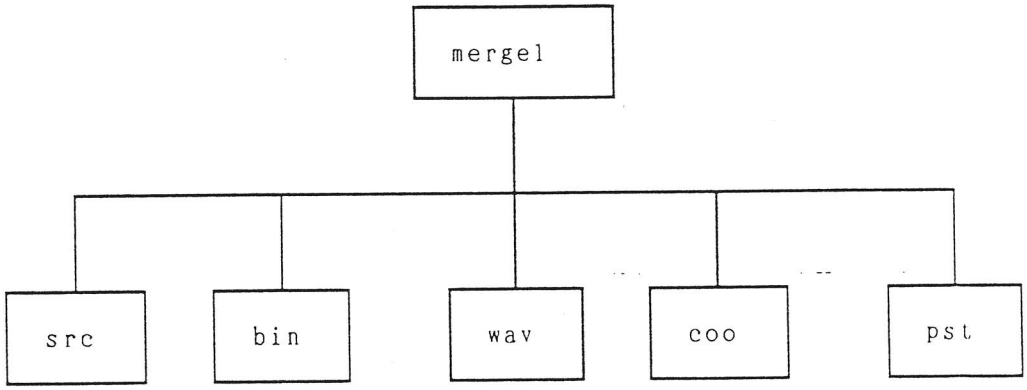
［機能］

メインの欠落部分内部にサブの形状データを使って三角パッチを生成し、欠落部分のない完全な形状データを生成する。

（1）メインの形状データファイル（〈file1〉.obj）の読み込み。
（2）サブの3次元座標データファイル（〈file2〉.coo）の読み込み。
（3）座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）の読み込み。
（4）メイン欠落部分の座標をサブ座標系に変換する。
（5）サブの節点のうち、メインの欠落部分内部にあるものを抽出する。
（6）欠落部分内部に三角パッチを生成する。
（7）節点の座標をメイン座標系に変換し、結果をファイル（merge.tmp）に出力する。

［ディレクトリー構造］

VICOM／VME（CV01）の /ul/slit/mergel の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［INPUTデータ］

・メインの形状データファイル（欠落部分情報つき）

（ファイル名）

＜file1＞.obj

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

5.4参照

・サブの３次元座標データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ２＞.ｃｏｏ

（形式）

バイナリーファイル形式

（フォーマット）

５.５参照

・座標変換マトリクスファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ２＞.ｐｓｔ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.７参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・補完処理した形状データファイル

（ファイル名）

ｍｅｒｇｅ.ｔｍｐ（名前は固定）

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.４参照

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上に、欠落部分情報のついたメインの形状データファイル（〈file1〉.obj）を作成する。（ｓｌｉｔ７、ｇｒａｈｏｌｅ２の実行）

（２）〈subdirectory〉/coo なるディレクトリー上に、サブの３次元座標データファイル（〈file2〉.coo）を作成する。（ｓｌｉｔ７の実行）

（３）〈subdirectory〉/pst なるディレクトリー上に、メインとサブの座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）を作成する。（ｇｒａｃｍｐｌ、ｇｒａａｕｔｏｌの実行）

（４）〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で、ｍｅｒｇｅ＿１.ｘ を起動する。

```
slit〉 merge_1.x 〈file1〉.obj 〈file2〉.coo 〈file2〉.pst 〈CR〉
```

（５）出力ファイルを確認する。

〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上で、形状データファイル（merge.tmp）を確認する。

## 6.6 graautol

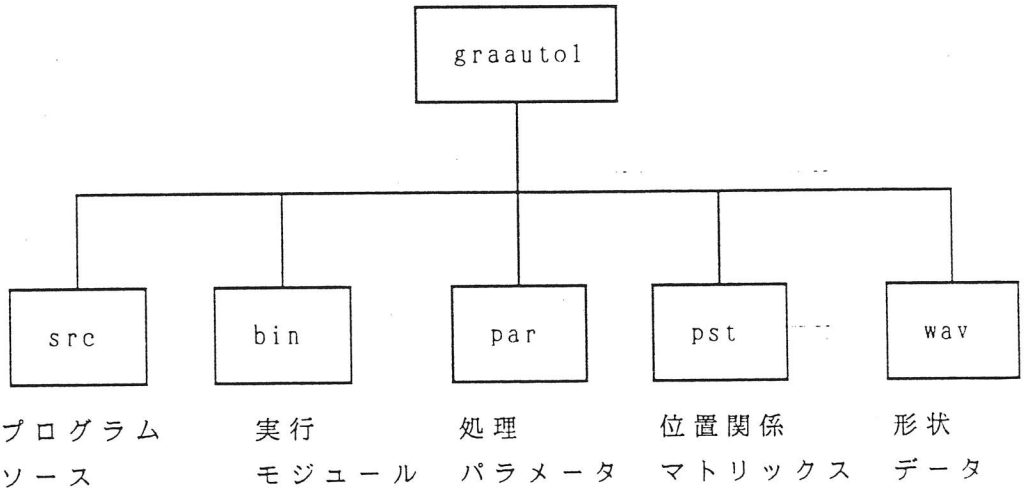
［機能］

最適化の一手法である山登り法を使って、メインとサブの形状データの位置合わせ処理を自動的に行う（gracmplの機能を自動化したもの）。ただし、予め、メインとサブの大まかな位置合わせを行っておく必要がある。

（1）処理パラメータをパラメータファイルから読み込む（graauto.par）。
（2）メイン・サブの形状データの読み込み（〈file1〉.obj、〈file2〉.obj）。
（3）「大まかな位置合わせ」を行った座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）の読み込み。
（4）VICOM画像処理機能を用いて、山登り法による「正確な位置合わせ」を実行する。
（5）収束した結果から、座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）を出力する。

［ディレクトリー構造］

VICOM／VME（CV01）の /ul/slit/graautol の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［INPUTデータ］

・処理パラメータファイル

（ファイル名）

graauto.par

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

5.6参照

・形状データファイル（メイン＆サブ）

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ１＞.ｏｂｊ、＜ｆｉｌｅ２＞.ｏｂｊ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．４参照

・大まかな位置合わせ後の座標変換マトリクスファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ２＞.ｐｓｔ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．７参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・位置合わせ収束後の座標変換マトリクスファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ２＞＿２.ｐｓｔ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．７参照

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/par なるディレクトリー上に、処理パラメータファイル（graauto.par）を作成する。

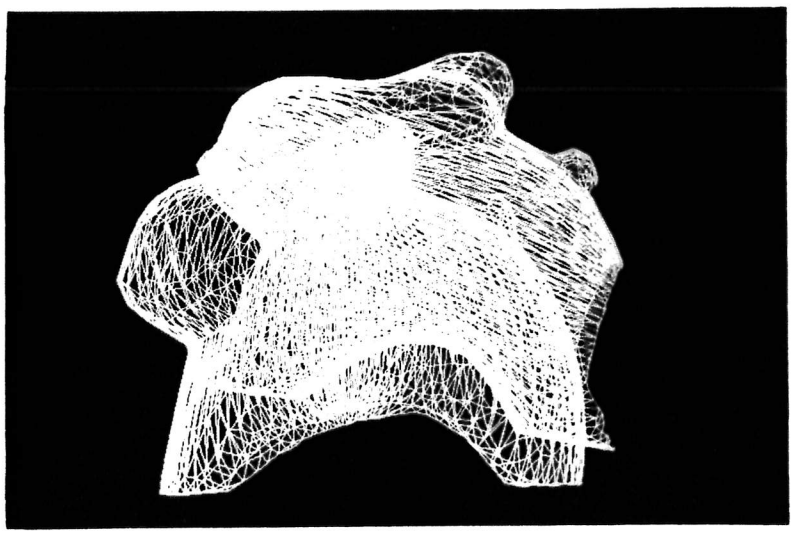
（２）〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上に、メイン・サブの形状データファイル（〈file1〉.obj、〈file2〉.obj）を作成する。

（３）〈subdirectory〉/pst なるディレクトリー上に、「大まかな位置合わせ」をした後の座標変換マトリクスファイル（〈file2〉.pst）を作成する。

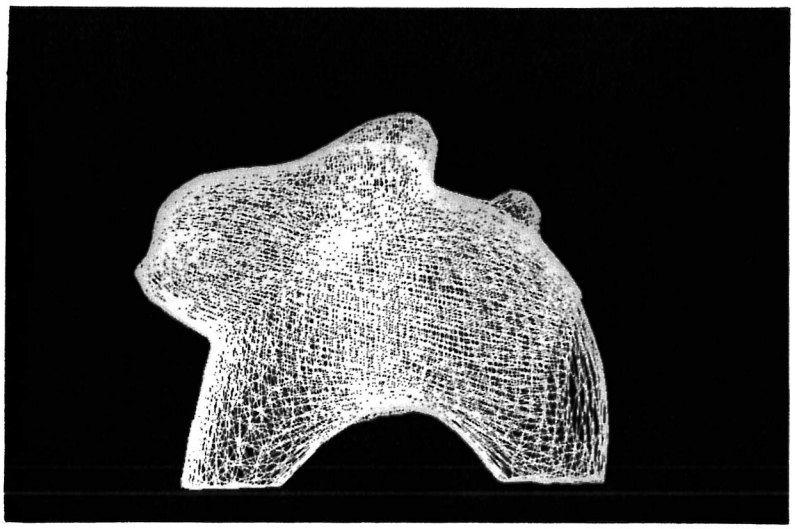
（４）〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で ｇｒａａｕｔｏ＿１ を起動する。

```
slit〉 graauto_1 〈file1〉.obj 〈file2〉.obj 〈file2〉.pst 〈CR〉
                  ↑            ↑            ↑
                メイン形状    サブ形状    座標変換マトリクス
```

（５）〈subdirectory〉/pst なるディレクトリー上に位置合わせ収束後の座標変換マトリクス（〈file2〉_2.pst）が生成されていることを確認する。



位置合わせ前（大まかな位置合わせを行なった状態）



位置合わせ後

## 6.7　coowav

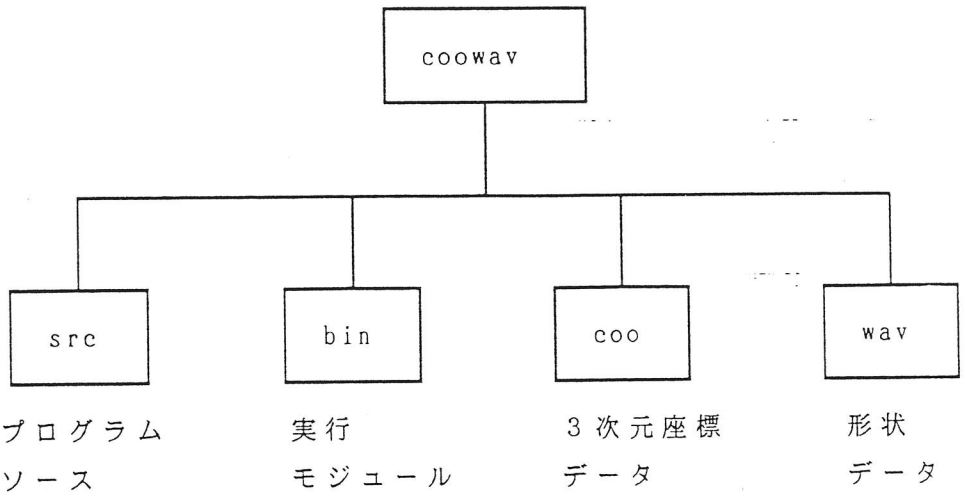
［機能］

slit7により作成された3次元座標データファイル（〈file〉.coo）から、WAVEFRONTフォーマットの形状データファイル（〈file〉.obj）を作成する。もともとslit7が持っている機能を独立させたものである。

（1）3次元座標データファイル（〈file〉.coo）の読み込み。
（2）形状データ（三角パッチ）を生成する。
（3）形状データをファイル（〈file〉.obj）に出力する。

［ディレクトリー構造］

VICOM／VME（CV01）の /ul/slit/coowav の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［INPUTデータ］

・3次元座標データファイル
（ファイル名）
＜file＞.coo
（形式）
バイナリーファイル形式
（フォーマット）
5.5参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・形状データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｏｂｊ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．４参照

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/coo なるディレクトリー上に、３次元座標データファイル（〈file〉.coo）を作成する。

（２）ｃｏｏｗａｖの起動。

〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で

slit〉 coowav 〈CR〉

（３）３次元座標データファイル名をキーボード入力する。

# Please input coordinate data file name --〉 〈file〉.coo〈CR〉

（４）形状データファイル名のキーボード入力。

# Please input wavefront obj file name --〉 〈file〉.obj〈CR〉

（５）出力ファイルの確認。

〈subdirectory〉/wav なるディレクトリー上に、形状データファイル（〈file〉.obj）が生成されているのを確認する。

## 6.8 houghl

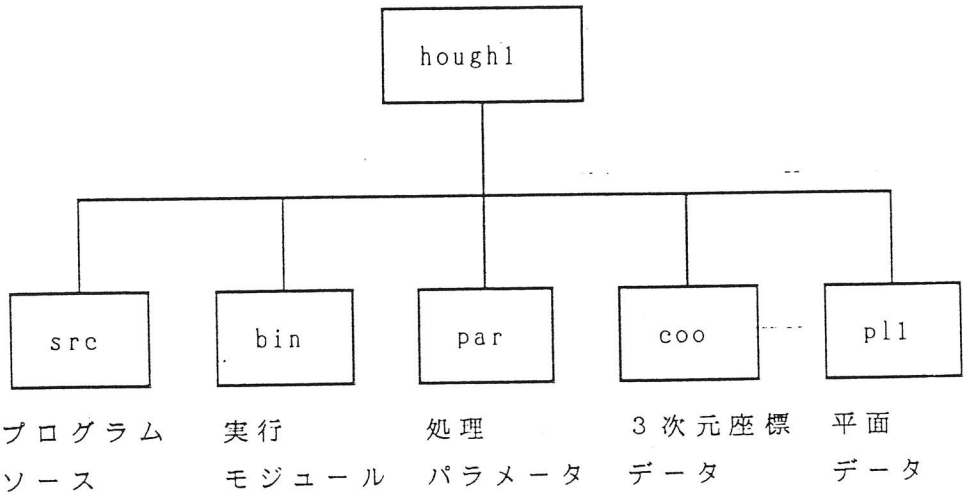
［機能］

3次元空間上の任意の直線データの集合から3次元Hough変換により、その直線の部分集合で構成される平面を抽出する。

（1）処理パラメータをパラメータファイルから読み込む（houghl.par）。
（2）3次元座標データファイル（〈file〉.coo）の読み込み。
（3）Hough変換による平面の抽出
（4）平面データをファイル（〈file〉.pll）に出力する。

［ディレクトリー構造］

VICOM／VME（CV01）の /ul/slit/houghl の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［INPUTデータ］

・処理パラメータファイル
（ファイル名）
houghl.par
（形式）
テキストファイル形式
（フォーマット）
5.8参照

・３次元座標データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｃｏｏ

（形式）

バイナリーファイル形式

（フォーマット）

５.５参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・平面データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｐｌｌ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.９参照

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/par なるディレクトリー上に、処理パラメータファイル（hough1.par）を作成する。

（２）〈subdirectory〉/coo なるディレクトリー上に、３次元座標データファイル（〈file〉.coo）を作成する。

（３）ｈｏｕｇｈ１を起動する。

〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で

slit〉 hough1 〈CR〉

（４）３次元座標ファイル名（〈file〉.coo）をキーボードから入力する。

# please input zahyou data file name --〉 〈file〉.coo〈CR〉

（５）平面データファイル名のキーボード入力

# please input plane data file name --〉 〈file〉.pll〈CR〉

（６）処理パラメータのチェック

```
####### << INPUT PARAMETER CHECK >> #######
    .                .                .
    .                .                .

# OK to parameter ?(ok,y/n) -->   ok , y <CR>   実行
                                  n      <CR>   処理終了
```

（７）出力ファイルの確認

〈subdirectory〉/pll なるディレクトリー上に、平面データファイル（〈file〉.pll）が生成されているのを確認する。

## ６．９　ｈｏｕｇｈ２

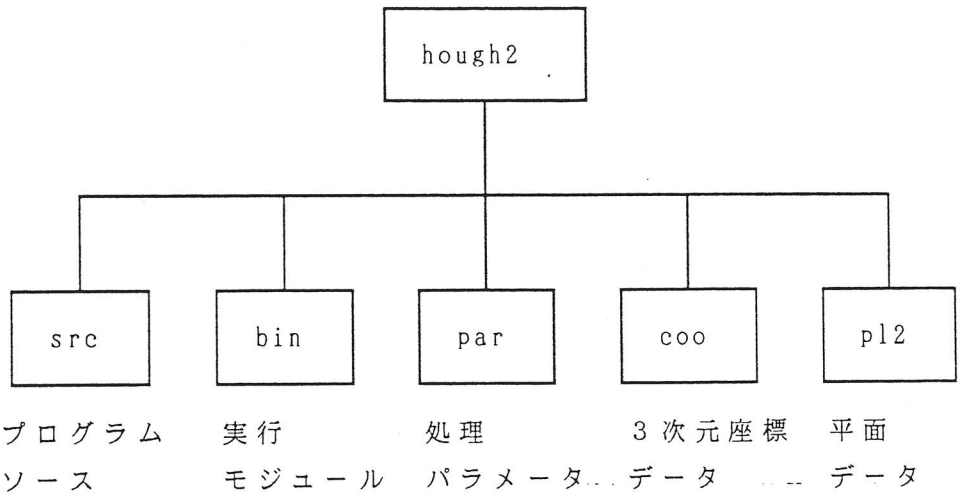
［機能］

直線をｚ切片の値で分類したのち、２次元のＨｏｕｇｈ空間上にＨｏｕｇｈ曲線を描き、そのピーク点（交点）から、平面を抽出する。

（１）処理パラメータをパラメータファイルから読み込む（hough2.par）。
（２）３次元座標データファイル（〈file〉.coo）の読み込み。
（３）直線集合をｚ切片の値で分類する。
（３）２次元Ｈｏｕｇｈ変換により、平面を抽出する。
（４）平面データをファイル（〈file〉.pl2）に出力する。

［ディレクトリー構造］

ＶＩＣＯＭ／ＶＭＥ（ＣＶ０１）の /ul/slit/hough2 の下のディレクトリー構造は、下図のとおりである。




［ＩＮＰＵＴデータ］

・処理パラメータファイル

（ファイル名）

ｈｏｕｇｈ２．ｐａｒ

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５．10参照

・３次元座標データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｃｏｏ

（形式）

バイナリーファイル形式

（フォーマット）

５.５参照

［ＯＵＴＰＵＴデータ］

・平面データファイル

（ファイル名）

＜ｆｉｌｅ＞.ｐｌ２

（形式）

テキストファイル形式

（フォーマット）

５.11参照

［実行手順］

（１）〈subdirectory〉/par なるディレクトリー上に、処理パラメータファイル（hough2.par）を作成する。

（２）〈subdirectory〉/coo なるディレクトリー上に、３次元座標データファイル（〈file〉.coo）を作成する。

（３）ｈｏｕｇｈ＿２．ｘ を起動する。

〈subdirectory〉/bin なるディレクトリー上で

slit〉 hough_2.X 〈CR〉

（４）３次元座標ファイル名（〈file〉.coo）をキーボードから入力する。

# please input zahyou data file name --〉 〈file〉.coo〈CR〉

（５）平面データファイル名のキーボード入力

# please input plane data file name --〉 〈file〉.pl2〈CR〉

（６）処理パラメータのチェック

```
####### << INPUT PARAMETER CHECK >> #######
      .                 .                 .
      .                 .                 .

# OK to parameter ?(ok,y/n) -->   | ok , y <CR> |   実行
                                  | n      <CR> |   処理終了
```

（７）出力ファイルの確認

<subdirectory>/pl2 なるディレクトリー上に、平面データファイル（<file>.pl2）が生成されているのを確認する。