

## ภาคผนวก ก

### วิธีวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Sky Image Processor (SIP)

#### ก-1 การใช้โปรแกรม SIP มีวิธีใช้ ดังนี้

1. ใส่พิกัดไรส์แอสเซนชันกับพิกัดเดคลิเนชันของศูนย์กลางภาพลงในช่อง

Enter approximate RA Dec of center of image (hh mm ss.s... ±dd mm ss.s...):

2. ใส่จำนวนดาวอ้างอิงที่นำมาใช้ในการคำนวณ โดยต้องใช้ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป แต่ไม่เกิน 10 ดวง ลงในช่อง

Enter number of stars to use in calculating the plate constants (at least 4, no more than 10):

3. ใส่พิกัดไรส์แอสเซนชันกับพิกัดเดคลิเนชัน และพิกัด x,y ของดาวอ้างอิง แต่ละดวงลงในช่อง Enter for each star its RA Dec, and the x y pixel coordinates of its image centroid

(RA Dec in the format hh mm ss.s... ±dd mm ss.s...; x y in the format xxx.xxx... yyy.yyy...):

4. ใส่พิกัด x,y ของดาวโปรแกรมลงในช่อง Enter x y pixel coordinates of the centroid of object of unknown RA Dec: ดังรูปที่ ก-1

**Astrometric Position Calculator**  
Use this page to compute accurate equatorial coordinates (Right Ascension and Declination) for an object in your image --- an asteroid or comet, for example. If you have a question about what an entry box is asking for, or the meaning of a result box, click on the nearby "?". A set of example entries is given; note their format. Clicking on the "Calculate" button will compute "plate constants" for the image and the RA and Dec for the object using a standard [astrometric calculation procedure](#).  
Enter approximate RA Dec of center of image (hh mm ss.s... ±dd mm ss.s...): 20 02 00.00 +13 50 00.00 ?  
Enter number of stars to use in calculating the plate constants (at least 4, no more than 10): 4 ?  
Enter for each star its RA Dec, and the x y pixel coordinates of its image centroid (?)  
(RA Dec in the format hh mm ss.s... ±dd mm ss.s...; x y in the format xxx.xxx... yyy.yyy...):  
RA Dec: 20 02 49.691 +14 09 38.11 X Y: 279.23 877.94  
RA Dec: 20 03 58.936 +13 39 13.57 X Y: 14.59 373.46  
RA Dec: 20 00 44.093 +13 32 00.31 X Y: 794.31 272.06  
RA Dec: 20 02 45.502 +13 37 15.97 X Y: 307.11 346.88  
RA Dec: X Y:  
Enter x y pixel coordinates of the centroid of object of unknown RA Dec:  
382.41 521.57 ?

รูปที่ ก-1 การใส่ข้อมูลในโปรแกรม SIP

5. คลิกที่ปุ่ม Calculate จะได้ผลออกมา คือ

5.1 ค่า plate constants จากช่อง Resulting plate constants

5.2 ค่า residual (ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการแปลงพิกัดมาตรฐานกับ plate coordinate) ของแกนไรส์แอสเซนชันกับเดคลิเนชัน ซึ่งเป็นค่า rms (root mean square) หรือรากที่สองของกำลังสอง จากช่อง Resulting RMS residual in RA (seconds) and Dec (arcseconds):

5.3 ค่า residual ในทุกทิศทาง ซึ่งเป็นค่า rms ของผลรวมของแกน ไรส์แอสเซนชัน กับเดคลิเนชัน จากช่อง Resulting RMS residual in arcseconds:

5.4 ค่าพิกัดไรส์แอสเซนชันกับเดคลิเนชันของดาวโปรแกรม จากช่อง Resulting RA Dec of object: ดังรูปที่ ก-2

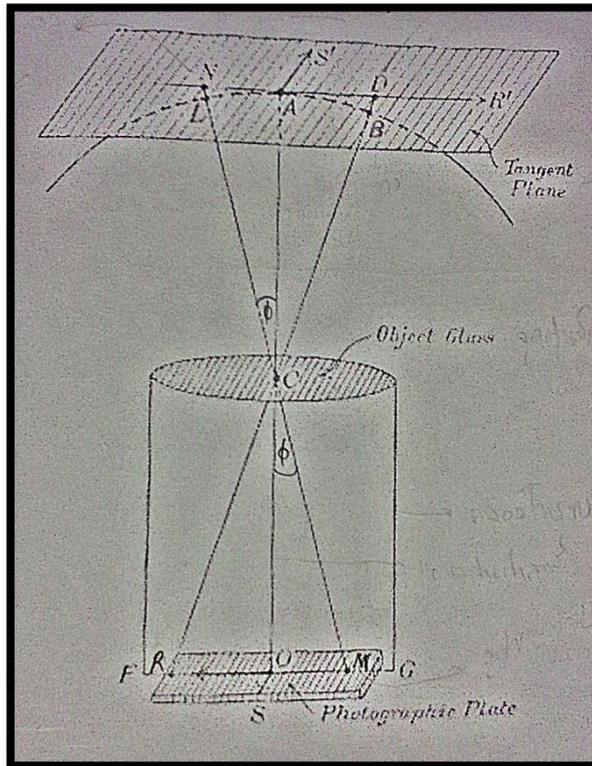
Resulting plate constants(2):  
a =  b =  c =   
d =  e =  f =

Resulting RMS residual in RA (seconds) and Dec (arcseconds):   (2)  
Resulting RMS residual in arcseconds:  (2)  
Resulting RA Dec of object:  (2)

รูปที่ ก-2 ช่องแสดงผลในโปรแกรม SIP

ก-2 ทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างระนาบสัมผัสและพิกัดมาตรฐาน

1) ระนาบสัมผัส (Tangent plane)



รูปที่ ก - 3 แสดงความสัมพันธ์ระนาบสัมผัสกับดาว

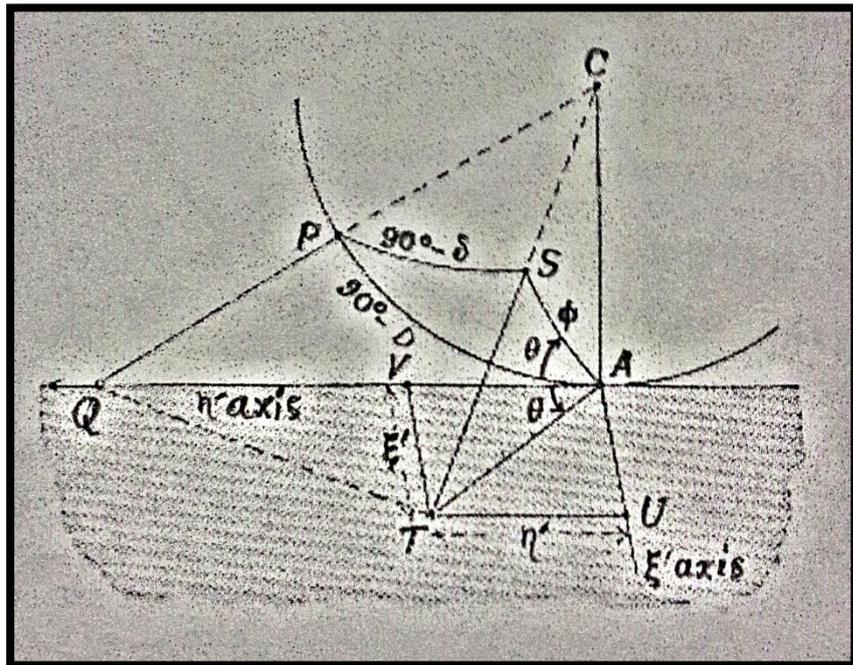
จากรูปที่ ก - 3 ลากเส้นต่อจาก CB ไปยังระนาบสัมผัสที่จุด D และเรียก D ว่าภาพฉายของดาว B บนระนาบสัมผัส ดาว L มีภาพฉายบนระนาบสัมผัส คือ N และมีรูปบนเพลทภาพถ่ายอยู่ที่ M ถ้า  $\phi = \widehat{OCM} = \widehat{ACL}$  จะได้  $\tan \phi = \frac{OM}{OC} = \frac{AN}{AC}$

ให้  $AR', AS'$  เป็นทิสบวกของแกนตั้งฉากในระนาบสัมผัส ดังนั้น  $OR, OS$  ขนานกับ  $OR', OS'$  บนเพลทซึ่งมีทิสบวกอยู่ตรงข้ามกัน ให้  $\xi', \eta'$  เป็นพิกัดของภาพฉายของดาวบนระนาบสัมผัส และ  $\xi, \eta$  เป็นพิกัดของรูปดาวบนเพลท จะได้

$$\frac{\xi'}{AC} = \frac{\xi}{OC} \quad (\text{ก-1})$$

$$\frac{\eta'}{AC} = \frac{\eta}{OC} \quad (\text{ก-2})$$

## 2) พิกัดมาตรฐาน (Standard Coordinates)



รูปที่ ก - 4 ภาพฉายของดาวกับระนาบสัมผัส

ดาว S อยู่ใกล้กับดาว A ซึ่งเป็นดาวศูนย์กลางภาพ และมีภาพฉายอยู่ที่ T บนระนาบสัมผัส ที่จุด P คือ ขั้วเหนือของทรงกลมท้องฟ้า AP คือ เมอริเดียนของดาว A และฉายภาพบนเส้นตรง AQ ให้ AQ เป็นแกน  $\eta$  ของระนาบสัมผัส และ AU เป็นแกน  $\xi$  ซึ่งตั้งฉากกับ AQ โดยที่ทิสบวกของ AU ไปทางทิศตะวันออกของเมอริเดียน AP นั่นคือ การเพิ่มขึ้นของ  $\xi$  ซึ่งเป็นไปตามการเพิ่มของไรต์แอสเซนชัน

เส้น AT บนระนาบสัมผัส เป็นภาพฉายของเส้นสัมผัสจากจุด A ไปยังส่วนโค้งของวงกลมใหญ่ AS และเส้น AT ตั้งฉากกับ AC ,AQ เป็นเส้นสัมผัสของส่วนโค้งของทรงกลมใหญ่ AP ดังนั้น QAT นิยามจากมุมของทรงกลม PAS นั่นคือ  $\widehat{QAT} = \widehat{PAS}$  ให้  $\phi$  เป็นส่วนโค้งของวงกลม AS และ  $\theta$  คือมุม SAP ดังนั้น  $\widehat{QAT} = \theta$

$$VT = \xi' = AT \sin \theta \quad (ก - 3)$$

$$UT = \eta' = AT \cos \theta \quad (ก - 4)$$

$$AT = AC \tan ACT = AT \tan \phi$$

$$\frac{\xi'}{AC} = \tan \phi \sin \theta \quad (ก - 5)$$

$$\frac{\eta'}{AC} = \tan \phi \cos \theta \quad (ก - 6)$$

จากสมการ (ก - 1) และ (ก - 2) จะได้ว่า

$$\frac{\xi}{AC} = \tan \phi \sin \theta \quad (ก - 7)$$

$$\frac{\eta}{AC} = \tan \phi \cos \theta \quad (ก - 8)$$

โดยที่  $\xi$  และ  $\eta$  เป็นพิกัดของรูปดาว S บนเพลท ซึ่งอ้างอิงกับแกนตั้งฉากที่มี O เป็นจุดศูนย์กลางบนเพลท ดังรูปที่ ก - 3 ซึ่งขนานกับแกน AU , AQ บนระนาบสัมผัส และมีทิศตรงข้ามกัน และ OC เป็นความยาวโฟกัสของกล้อง ถ้ารู้ความยาวโฟกัสของกล้องสามารถหาค่าพิกัดของเพลท (Plate coordinate) ได้ ปริมาณของ  $\phi$  และ  $\theta$  สามารถคำนวณจากสมการ (ก - 7) และ (ก - 8) โดยที่  $\phi$  และ  $\theta$  เป็นฟังก์ชันของไรส์แอสเซนชัน และเดคลิเนชันของดาว A และ S ถ้ารู้ค่าไรส์แอสเซนชัน และเดคลิเนชันของดาว A จะทำให้หาค่าไรส์แอสเซนชัน และเดคลิเนชันของดาว S จากพิกัด  $\xi$  และ  $\eta$  แต่ถ้าจะทำให้อยู่ในหน่วยของความยาวโฟกัส จะได้สมการ (ก - 7) และ (ก - 8) เป็น

$$\xi = \tan \phi \sin \theta \quad (ก - 9)$$

$$\eta = \tan \phi \cos \theta \quad (ก - 10)$$

และเรียก  $\xi$  และ  $\eta$  ว่า พิกัดมาตรฐาน

- สูตรหาพิกัดมาตรฐาน (Formulae of the standard coordinate)

ให้ A ,D เป็นไรส์แอสเซนชัน และเดคลิเนชันของดาว A บนทรงกลมท้องฟ้า ตามลำดับ และให้  $\alpha, \delta$  เป็นพิกัดของดาว S ในสามเหลี่ยมทรงกลม ASP แสดงดังรูปที่ ก - 4 จะได้ว่า  $AP = 90^\circ - D, SP = 90^\circ - \delta, APS = \alpha - A$  (S อยู่ด้านตะวันออกของเมอริเดียน AP),  $AS = \phi, SAP = \theta$  ดังนั้น จากสูตรโคซายน์จะได้ว่า

$$\cos \phi = \sin \delta \sin D + \cos \delta \cos D \cos(\alpha - A) \quad (\text{ก} - 11)$$

$$\sin \phi \sin \theta = \cos \delta (\alpha - A) \quad (\text{ก} - 12)$$

$$\sin \phi \cos \theta = \sin \delta \cos D - \cos \delta \sin D \cos(\alpha - A) \quad (\text{ก} - 13)$$

นำสมการ (ก - 13) / (ก - 11) และใช้สมการ (ก - 10) จะได้

$$\eta = \frac{\cos D - \cot \delta \sin D \cos(\alpha - A)}{\sin D + \cot \delta \cos D \cos(\alpha - A)} \quad (\text{ก} - 14)$$

ให้  $\cot q = \cot \delta \cos(\alpha - A) \quad (\text{ก} - 15)$

ดังนั้น  $\eta = \frac{\cos D - \sin D \cot q}{\sin D + \cos D \cot q} \quad (\text{ก} - 16)$

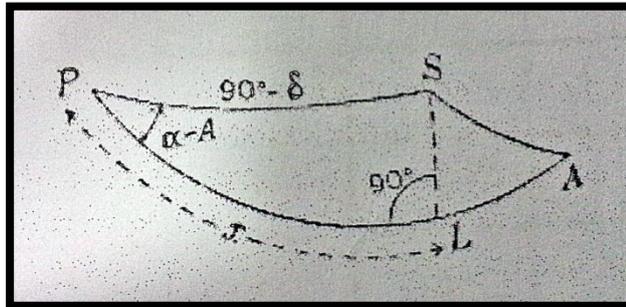
นำสมการ (ก - 12) / (ก - 11) และใช้สมการ (ก - 9) จะได้

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{\cot \delta \sin(\alpha - A)}{\sin D + \cos D \cot \delta \cos(\alpha - A)} \\ &= \frac{\cot q \tan(\alpha - A)}{\sin D + \cos D \cot q} \end{aligned} \quad (\text{ก} - 17)$$

ใช้สมการ (ก - 15) จะได้

$$\xi = \frac{\cos \delta \tan(\alpha - A)}{\cos D (q - D)} \quad (\text{ก} - 18)$$

จากสมการ (ก - 15) เมื่อ  $X = 90^\circ - q$  ดังนั้น  $q$  คือ เดคลิเนชันของ  $L$  ดังรูปที่ ก - 5



รูปที่ ก - 5 สามเหลี่ยมทรงกลม ASP

เพราะฉะนั้น สามารถคำนวณหาพิกัด  $\xi$  และ  $\eta$  ได้จากสมการ (ก - 16) และ (ก - 18) เมื่อรู้ค่าของ  $A, D, \alpha$  และ  $\delta$  (วิระภรณ์ ไหมทอง, 2545)

### ฝ-3 Source code ของโปรแกรม Sky Image Processor (SIP)

```

<HTML>
<HEAD>
<title>Astrometry Calculator</title>

<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
<!-- Beginning of JavaScript -

dr = Math.PI/180.0;

function popup(mylink, windowname)
{
  if (! window.focus)return true;
  var href;
  if (typeof(mylink) == 'string')
    href=mylink;
  else
    href=mylink.href;
  window.open(href, windowname, 'width=400,height=200,scrollbars=yes');
  return false;
}

function decimal(h,m,s)
{
  // Produces decimal value coordinate from sexagesimal input value
  var sign = 1;
  if (h < 0) sign = -1;
  var v1 = Math.abs(h);
  var v = sign * (v1 + m/60 + s/3600);

```

```

    return v;
}

function sexagesimal(decimalValue)
{
    // Produces sexagesimal coordinate values from decimal input value
    var h,m,s;
    sign = 1;
    if (decimalValue < 0) sign = -1;
    decimalValue = Math.abs(decimalValue);
    h = Math.floor(decimalValue);
    var mDecimal = 60 * (decimalValue - h);
    m = Math.floor(mDecimal);
    s = 60 * (mDecimal - m);
    h = sign * h;
    return {hours: h, minutes: m, seconds: s};
}

function indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, fromIndex)
{
    for (var j=fromIndex; j < stringLength; j++)
    {
        if(inputString.charAt(j) != " ") return j;
    }
    return stringLength - 1;
}

function RADec(inputString)
{
    // Produces separate RA and Dec values from a single input string

```

```

var h,m,s,d,am,as;
var stringLength = inputString.length;
var index1, index2;
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, 0);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
h = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
m = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
s = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
d = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
am = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = stringLength;
as = Number(inputString.substring(index1,index2));
return {h: h, m: m, s: s, d: d, am: am, as: as};
}

```

```

function xy(inputString)
{
// Produces separate x and y values from a single input string
var x,y;
var stringLength = inputString.length;
var index1,index2;

```

```

index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, 0);
index2 = inputString.indexOf(" ",index1);
x = Number(inputString.substring(index1,index2));
index1 = indexOfNextNonBlankChar(inputString, stringLength, index2+1);
index2 = stringLength;
y = Number(inputString.substring(index1,index2));
return {x: x, y: y};
}

```

```

function astRed(form)
{
var x = new Array(10);
var y = new Array(10);
var x1 = new Array(10);
var y1 = new Array(10);
var a = new Array(10);
var d = new Array(10);
var r = new Array(10,9);
var ra = new Array(10);
var rd = new Array(10);
var FL = 1;
result = RADec(form.centerRADec.value);
var nh = result.h;
var nm = result.m;
var ns = result.s;
var ndeg = result.d;
var nam = result.am;
var nas = result.as;
var nRA = decimal(nh,nm,ns);
var a0 = nRA*15*dr;

```

```

var a0deg = nRA*15;
var nDec = decimal(ndeg,nam,ns);
var d0 = nDec * dr;
var d0deg = nDec;
var sd = Math.sin(d0);
var cd = Math.cos(d0);
var n = form.n.value; // number of stars
// Read in the RA and Dec of each star, converting to decimal values,
// and the x,y pixel coordinates of the centroid of each star:
result = RADec(form.radec0.value);
a[0] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[0] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy0.value);
x[0] = result.x; y[0] = result.y;
result = RADec(form.radec1.value);
a[1] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[1] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy1.value);
x[1] = result.x; y[1] = result.y;
result = RADec(form.radec2.value);
a[2] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[2] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy2.value);
x[2] = result.x; y[2] = result.y;
result = RADec(form.radec3.value);
a[3] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[3] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy3.value);
x[3] = result.x; y[3] = result.y;
result = RADec(form.radec4.value);

```

```

a[4] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[4] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy4.value);
x[4] = result.x; y[4] = result.y;
result = RADec(form.radec5.value);
a[5] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[5] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy5.value);
x[5] = result.x; y[5] = result.y;
result = RADec(form.radec6.value);
a[6] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[6] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy6.value);
x[6] = result.x; y[6] = result.y;
result = RADec(form.radec7.value);
a[7] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[7] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy7.value);
x[7] = result.x; y[7] = result.y;
result = RADec(form.radec8.value);
a[8] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[8] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy8.value);
x[8] = result.x; y[8] = result.y;
result = RADec(form.radec9.value);
a[9] = decimal(result.h,result.m,result.s)*15*dr;
d[9] = decimal(result.d,result.am,result.as)*dr;
result = xy(form.xy9.value);
x[9] = result.x; y[9] = result.y;
for (var j=0; j < n; j++)

```

```

{
  var sj = Math.sin(d[j]);
  var cj = Math.cos(d[j]);
  var hh = sj*sd+cj*cd*Math.cos(a[j]-a0);
  x1[j] = cj*Math.sin(a[j]-a0)/hh;
  y1[j] = (sj*cd-cj*sd*Math.cos(a[j]-a0))/hh;
}

var r1=0;
var r2=0;
var r3=0;
var r7=0;
var r8=0;
var r9=0;
var xs=0;
var ys=0;
for (var j=0; j < n; j++)
{
  xs=Number(xs)+Number(x[j]);
  ys=Number(ys)+Number(y[j]);
  r[j,0]=x[j]*x[j];
  r1=Number(r1)+Number(r[j,0]);
  r[j,1]=y[j]*y[j];
  r2=Number(r2)+Number(r[j,1]);
  r[j,2]=x[j]*y[j];
  r3=Number(r3)+Number(r[j,2]);
  r[j,6]=y1[j]-y[j]/FL;
  r7=Number(r7)+Number(r[j,6]);
  r[j,7]=r[j,6]*x[j];
  r8=Number(r8)+Number(r[j,7]);
  r[j,8]=r[j,6]*y[j];
}

```

```

    r9=Number(r9)+Number(r[j,8]);
}
// Now solve for plate constants d, e, f, by Cramer's Rule
var dd=r1*(r2*n-ys*ys)-r3*(r3*n-xs*ys)+xs*(r3*ys-xs*r2);
var ddd=r8*(r2*n-ys*ys)-r3*(r9*n-r7*ys)+xs*(r9*ys-r7*r2);
var eee=r1*(r9*n-r7*ys)-r8*(r3*n-xs*ys)+xs*(r3*r7-xs*r9);
var fff=r1*(r2*r7-ys*r9)-r3*(r3*r7-xs*r9)+r8*(r3*ys-xs*r2);
ddd=ddd/dd;
eee=eee/dd;
fff=fff/dd;
var r4=0;
var r5=0;
var r6=0;
for (var j=0; j < n; j++)
{
    r[j,3]=x1[j]-x[j]/FL;
    r4=Number(r4)+Number(r[j,3]);
    r[j,4]=r[j,3]*x[j];
    r5=Number(r5)+Number(r[j,4]);
    r[j,5]=r[j,3]*y[j];
    r6=Number(r6)+Number(r[j,5]);
}
// Now solve for plate constants a, b, c, by Cramer's Rule
var aaa=r5*(r2*n-ys*ys)-r3*(r6*n-r4*ys)+xs*(r6*ys-r4*r2);
var bbb=r1*(r6*n-r4*ys)-r5*(r3*n-xs*ys)+xs*(r3*r4-xs*r6);
var ccc=r1*(r2*r4-ys*r6)-r3*(r3*r4-xs*r6)+r5*(r3*ys-xs*r2);
aaa=aaa/dd;
bbb=bbb/dd;
ccc=ccc/dd;
// Write out resulting plate constants:

```

สมการที่ใช้หา plate constant d, e, f

$$d \sum x_i^2 + e \sum x_i y_i + f \sum x_i = \sum (Y_i - y_i / FL) x_i$$

$$d \sum x_i y_i + e \sum y_i^2 + f \sum y_i = \sum (Y_i - y_i / FL) y_i$$

$$d \sum x_i + e \sum y_i + fn = \sum (Y_i - y_i / FL)$$

สมการที่ใช้หา plate constant a, b, c

$$a \sum x_i^2 + b \sum x_i y_i + c \sum x_i = \sum (X_i - x_i / FL) x_i$$

$$a \sum x_i y_i + b \sum y_i^2 + c \sum y_i = \sum (X_i - x_i / FL) y_i$$

$$a \sum x_i + b \sum y_i + cn = \sum (X_i - x_i / FL)$$

```

form.a.value = aaa;
form.b.value = bbb;
form.c.value = ccc;
form.d.value = ddd;
form.e.value = eee;
form.f.value = fff;
// Now find the rms residuals
var as=0;
var ds=0;
var res2=0;
for (var j=0; j < n; j++)
{
  ra[j]=x[j]-FL*(x1[j]-(aaa*x[j]+bbb*y[j]+ccc));
  rd[j]=y[j]-FL*(y1[j]-(ddd*x[j]+eee*y[j]+fff));
  as=Number(as)+Math.pow(ra[j],2);
  ds=Number(ds)+Math.pow(rd[j],2);
  res2 = Number(res2)+Math.pow(ra[j],2)+Math.pow(rd[j],2);
}
var sigma1=Math.sqrt(as/(n-3));
var sigma2=Math.sqrt(ds/(n-3));
var sigma3 = (sigma1/FL)*3600/(dr*15*Math.cos(d0));
var sigma4 = (sigma2/FL)*3600/dr;
var sigma5 = Math.sqrt(res2/(n-3));
var sigma6 = (sigma5/FL)*3600/dr;
form.sigma3.value = sigma3;
form.sigma4.value = sigma4;
form.sigma6.value = sigma6;
// Compute the standard coordinates of target
result = xy(form.xyt.value);
var xt = result.x; var yt = result.y;

```

การหาค่า reasidual

$$ra = x - FL * (X - (ax + by + c))$$

$$rd = y - FL * (Y - (dx + ey + f))$$

$$as = \sum [x_i - FL * (X_i - (ax_i + by_i + c))]^2$$

$$ds = \sum [y_i - FL * (Y_i - (dx_i + ey_i + f))]^2$$

$$sigma1 = \sqrt{as/(n-3)}, sigma2 = \sqrt{ds/(n-3)},$$

$$sigma3 = \frac{\sqrt{as/(n-3)}}{dr * 15 \cos D} * 3600 \text{ เป็น reasidual ในแกน R.A.(s)}$$

$$sigma4 = \frac{\sqrt{ds/(n-3)}}{dr} * 3600 \text{ เป็น reasidual ในแกน Dec.(as)}$$

$$sigma5 = \sqrt{(as + ds)/(n-3)}$$

$$sigma6 = \frac{\sqrt{(as + ds)/(n-3)}}{FL} * 3600 \text{ เป็น reasidual ในทุกทิศทาง(as)}$$

โดย  $dr = \pi / 180$

```

var xx=aaa*xt+bbb*yt+ccc+xt/FL;
var yy=ddd*xt+eee*yt+fff+yt/FL;
bbb=cd-yy*sd;
var g=Math.sqrt(Number(xx*xx)+Number(bbb*bbb));
// Find right ascension of target
var a5=Math.atan(xx/bbb);
if(bbb < 0) a5=a5+Math.PI;
var a6=Number(a5)+Number(a0);
if(a6 > 2*Math.PI) a6=a6-2*Math.PI;
if(a6 < 0) a6=Number(a6)+2*Math.PI;
var v=a6/(dr*15);
result = sexagesimal(v);
var ia1=result.hours;
var ia2=result.minutes;
var a3=result.seconds;
// Find declination of target
var d6=Math.atan((sd+yy*cd)/g);
v=d6/dr;
result = sexagesimal(v);
var id1=result.hours;
var id2=result.minutes;
var d3=result.seconds;
form.radect.value = ia1+" "+ia2+" "+a3+" "+id1+" "+id2+" "+d3;
}
// - End of JavaScript - -->

```

สมการที่ใช้หาค่า R.A.

$$\alpha = \alpha_0 + \tan^{-1} \left( \frac{X}{\cos \alpha_0 - Y \sin \alpha_0} \right)$$

สมการที่ใช้หาค่า Dec.

$$\delta = \sin^{-1} \left( \frac{\sin \delta_0 + Y \cos \delta_0}{\sqrt{1 + X^2 + Y^2}} \right)$$

</SCRIPT>

</HEAD>

<BODY>

## <h2>Astrometric Position Calculator</h2>

Use this page to compute accurate equatorial coordinates (Right Ascension and Declination) for an object in your image --- an asteroid or comet, for example. If you have a question about what an entry box is asking for, or the meaning of a result box, click on the nearby "?". A set of example entries is given; note their format. Clicking on the "Calculate" button will compute "plate constants" for the image and the RA and Dec for the object using a standard [astrometric calculation procedure](popup1.html).

---

<FORM name="testForm">

Enter approximate RA Dec of center of image (hh mm ss.s... &#177;dd mm ss.s...):

<input type="text" name="centerRADec" value="20 02 00.00 +13 50 00.00" size = 30>

<a href="popup2.html"

onClick="return popup(this, 'popup2')"?</a><br><br>

Enter number of stars to use in calculating the plate constants

(at least 4, no more than 10):

<input type="text" name="n" value="4" size=2>

<a href="popup3.html"

onClick="return popup(this, 'popup3')"?</a><br><br>

Enter for each star its RA Dec, and the x y pixel coordinates of its image centroid

<a href="popup4.html"

onClick="return popup(this, 'popup4')"?</a><br>

(RA Dec in the format hh mm ss.s... &#177;dd mm ss.s...;

x y in the format xxx.xxx... yyy.yyy...):<br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec0" value="20 02 49.691 +14 09 38.11" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy0" value="279.23 877.94" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec1" value="20 03 58.936 +13 39 13.57" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy1" value="14.59 373.46" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec2" value="20 00 44.093 +13 32 00.31" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy2" value="794.31 272.06" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec3" value="20 02 45.502 +13 37 15.97" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy3" value="307.11 346.88" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec4" value="" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy4" value="" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec5" value="" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy5" value="" size=20><br>

RA Dec:

<input type="text" name="radec6" value="" size=35>

x y:

<input type="text" name="xy6" value="" size=20><br>

RA Dec:

```
<input type="text" name="radec7" value="" size=35>
```

x y:

```
<input type="text" name="xy7" value="" size=20><br>
```

RA Dec:

```
<input type="text" name="radec8" value="" size=35>
```

x y:

```
<input type="text" name="xy8" value="" size=20><br>
```

RA Dec:

```
<input type="text" name="radec9" value="" size=35>
```

x y:

```
<input type="text" name="xy9" value="" size=20><br><br>
```

Enter x y pixel coordinates of the centroid of object of unknown RA Dec:<br>

```
<input type="text" name="xyt" value="382.41 521.57" size=20>
```

```
<a HREF="popup5.html"
```

```
onClick="return popup(this, 'popup5')">?</a><br><br>
```

```
<input type="button" value="Calculate"
```

```
onClick="astRed(document.testForm)"><br><br>
```

Resulting plate constants<a HREF="popup1.html"

```
onClick="return popup(this, 'popup1')">(?)</a>:<br>
```

```
a = <input type="text" name="a" value="" size=10>
```

```
b = <input type="text" name="b" value="" size=10>
```

```
c = <input type="text" name="c" value="" size=10><br>
```

```
d = <input type="text" name="d" value="" size=10>
```

```
e = <input type="text" name="e" value="" size=10>
```

```
f = <input type="text" name="f" value="" size=10><br><br>
```

Resulting RMS residual in RA (seconds) and Dec (arcseconds):

```
<input type="text" name="sigma3" value="" size=7>
<input type="text" name="sigma4" value="" size=7><a HREF="popup6.html"
onClick="return popup(this, 'popup6')">(?)</a><br>
```

Resulting RMS residual in arcseconds:

```
<input type="text" name="sigma6" value="" size=7><a HREF="popup7.html"
onClick="return popup(this, 'popup7')">(?)</a><br><br>
```

Resulting RA Dec of object:

```
<input type="text" name="radect" value="" size=50><a HREF="popup8.html"
onClick="return popup(this, 'popup8')">(?)</a>
```

```
</FORM>
```

```
<hr>
```

<font size=-1> This astrometric position calculator is based on a <a href="http://www.skypub.com/resources/software/basic/programs/marche.bas">BASIC program</a> written by Jordan D. Marche and explained by him in the July 1990 issue of <a href="http://www.skypub.com">Sky & Telescope</a>, page 71.</font>

```
<hr>
```

Back to <A HREF="index.shtml">SIP homepage</A>

```
</BODY>
```

```
</HTML>
```