

سرشکنی پیمایش با استفاده از Solver نرم افزار اکسل

چکیده:

دو اندازه ساده پیمایش شده میتوانند به آسانی با استفاده از خطکشهای کمپاس یا مترکشی سرشکن شوند ولی وقتی یک پیمایش که از چندین تقاطع نقاط حاصل می شود و بیشتر از سه راس بوجود می آید به وسیله خطکش کمپاس یا مترکشی قادر به سرشکنی نخواهد بود. مخصوصاً وقتی مشاهدات طولها و زاویه ها دارای وزن هستند. با توجه به اینکه روش سرشکنی کمترین مربعات مشکل می باشد. اما نرم افزار اکسل optionهایی را تهیه کرده است که سرشکنی کمترین مربعات هر چند سخت را انجام می دهد. در این مقاله مختصری از نمایش Solver (in-Add) اکسل و تئوری اولیه کمترین مربعات با طرح مثالی که مرحله های آن شامل انجام دادن سرشکنی پیمایش می باشد تکمیل می شود. دلیل استفاده از اکسل برای سرشکنی پیمایش به صورت زیر است:

الف) آسان بودن استفاده از اکسل ب) واگذاری داده ها و قابل انعطاف بودن اکسل ج) اکسل در خط مشی هرویندوزی بدون هیچ هزینه اضافی یافت می شود.

۱. مقدمه

این مقاله تکنیکهای گوناگونی برای داده های پیمایش نقشه برداری شده که می خواهند به وسیله کمترین مربعات سرشکن شوند توصیف میکند. مدلها شامل تک حلقه پیمایش یا حلقه های متصل که دارای مشاهدات با وزنه های مستقل هستند می باشند.

درباره solver نرم افزار اکسل 1.1.

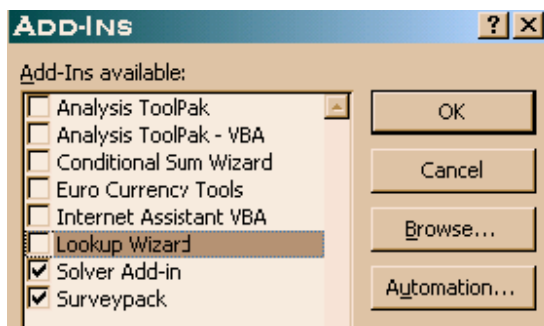
solver اکسل یک طرح استاندارد در هر نرم افزار اکسل است. نظر به اینکه حل مسئله با کمترین مربعات رسانیدن به حداقل است. اکسل با یک (GUI) Interface User Graphic قوی یک ابزار تولید کرده است که هم مناسب و هم در دسترس می باشد به نام solver که پیمایش ها را با اندازه ها یکوچک و متوسط را که در تمرینهای که روز به روز در نقشه برداری مواجه میشوند سرشکن می کند. بعلاوه استفاده کننده لازم نیست که بداند: الف) چگونگی فرم معادله های شرط. ب) چگونگی معادلات ترکیبی. ج) چگونگی حل معادلات نرمال که در آن کمترین مربعات استفاده می شود.

نصب solver نرم افزار اکسل 1.1.1.

solver است یک Add-in اکسل در منو ابزار (tool) می باشد زمانیکه در دسترس است که از دستور Tool/ solver اما اگر در دسترس نبود دو حالت وجود دارد الف) solver نصب اما انتخاب نشده است ب) solver نصب نیست.

1.1.1.1. solver نصب است اما انتخاب نشده است.

اگر solver نصب است پس از منوی tools گزینه Addin را انتخاب و در box باز شده addin solver را انتخاب می کنیم.



2.1.1.1 solver نصب نیست

اگر solver نصب نیست و add-in در دسترس نیست بایستی در این مورد Addin از سی دی نرم افزار آفیس Addin اکسل را نصب کرد. که با کمک از Help می توان اطلاعات مورد نیاز را در یافت نمود.

تعدیل پیمایش با solver اکسل 2.1

زمانیکه که کاربر لازم نیست تئوری سرشکنی با کمترین مربعات را بدانند هر چند که مهم است هندسه اولیه موقعیتها را بداند.

هندسه تعریف شده عملکردهای مدل که توسط میخائیل توصیف شده که نسبتهای ریاضی را بین خط و نقطه با تحلیل این مدلها گفته شده است.

n^0 - مینیمم تعداد مشاهداتی که نیاز دارند فیکس باشند. واضح است که اینجا بایستی برخی مشاهدات اضافی در مدل وجود داشته باشد در دستوری که اینجا برای هر سرشکنی وجود دارد.

n - مجموع تعداد مشاهدات در مدل

r - مجموع تعداد مشاهدات اضافی ($r = n - n^0$)

w - مشاهده وزن دار و محاسبه آن معکوس مربع انحراف معیار، برای مشاهدات زاویه ای انحراف معیار بایستی به رادیان بیان شوند.

v - باقیمانده که مساوی با مشاهدات سرشکن شده منهای مشاهدات (مشاهدات - سرشکن v)

اصل کمترین مربعات 1.2.1

حل کمترین مربعات مجموع وزنها در مربع باقیمانده هاست ($\min \rightarrow \sum wv^2$) در یک پیمایش دو بعدی مشاهدات شامل فاصله ها و زاویه های افقی است. سرشکنی فاصله ها و زاویه ها حساب می شوند

به وسیله عملکرد Δx (آزیموت مشاهداتی $\times \cos$ فاصله) و Δy (آزیموت مشاهداتی $\times \sin$ فاصله)

$$Az.2-1 = Az.1-2 \pm \pi + Angle_{123} \quad (1)$$

$$\Delta y^2)^{0.5} \quad (2) \quad Adj. Dist = (\Delta x^2 +$$

$$Adj. Angle = \text{Arctan}(\Delta x_{2,3} / \Delta y_{2,3}) + \pi -$$

$$\text{Arctan}(\Delta x_{2,1} / \Delta y_{2,1}) \quad (3)$$

تساوی های ۱ و ۲ و ۳ اصل تساویهای که باید کاربر بداند. بعلاوه پیوست شامل یک مجموعه عملکردهای تعریف شده از ویژال بیسیک است که می تواند برای پیش برد مراحل استفاده شود بطور مثال عملکرد $azard(x_1, y_1, x_2, y_2)$ می تواند برای محاسبه آزیموت در رادیان از نقطه ۱ به نقطه ۲

طراحی مدل پیمایش 2.2.1.

تعیین هویت داده ها: نتایج داده های پیمایش مشاهدات (زاویه ها و فاصله ها) و نقاط فیکس شده و آزیموت فیکس شده هستند. مشاهدات آزیموتی محاسبه می شوند با تساوی (۱). یک پیمایش حداقل بایستی یک نقطه فیکس شده (مختصات مشخص) و یک آزیموت فیکس شده که توسط آنها سرشکنی انجام به وسیله مشاهدات آزیموتی و فاصله محاسبه می شوند. در سرشکنی فاصله و زاویه با معادله های $\Delta x, \Delta y$ محاسبه می شوند. مشاهدات انحراف معیار هستند مورد استفاده در حساب کردن وزن به عنوان مثال $w = 1/\sigma^2$ که σ انحراف معیار می باشد. انحراف معیار زاویه بایستی به رادیان بیان شود.

معین نمودن شرطهای مدل: در سرشکنی شرط ها هستند:

$$\sum \Delta x = 0 \quad -$$

$$\sum \Delta y = 0 \quad -$$

مجموع زوایای داخلی $180 \cdot (n-2)$ برای پیمایش های بسته که در آن n اضلاع است. -

یک مثال ساده پیمایش 2.

یک پیمایش ساده که با نقطه ۱۰ شروع و این نقطه ثابت و یک آزیموت خارجی از ۱۰ به آزیموت مارکی که ثابت نگهداشته شده نشان می دهد. همه زاویه ها از آزیموت مارک به نقطه ۱ و تا ۵ و همه فاصله ها اندازه گیری شده است.

نصب پیمایش در اکسل 1.2.

مشاهدات را در ستون (E۶: ۱۲B, ۱۱:۶) و خطای استاندارد در ستون (F۱۲:۶C, ۱۱:۶) و وزن‌ها در ستون (D۱۱:۶G, ۱۲:۶) و آزمون‌ها نسبت به آزمون مارک در ستون (I۵H, ۵) و مختصات نقطه ۱۰ (K۵J, ۵) نشان می‌دهد. وزن‌های فاصله‌ها به طور مثال از رابطه $۱/۰۵, ۰۰۸۲ = ۴۰۰$ و وزن‌های زاویه‌ها به طور مثال از رابطه $(۲۰۶۲۶۴, ۸/۵)^{۰.۲}$ ۱۷۰.۱۸۰۶۷۰۹

۱. B۲۳ محتوی یک فرمول مرجع فاصله در خانه B۶. فرمول بصورت $(B۲۳=B۶)$ که تا خانه B۲۸ را کپی می‌کند.

۲. C۲۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن فاصله‌ها با ΔX و ΔY که برابر با $(M۲۳^۲+۲۳^۲+M۲۳^۲)$ $(=SQRT(L$ که در معادله ۲ مشاهده شد که این فرمول تا خانه C۲۸ انجام می‌شود.

۳. D۲۳ مرجع مشاهدات زاویه ای که در E۶ به وسیله عملکردهای تعریف شده توسط کاربر ی که استفاده می‌شود $r=dms^۲$ تبدیل زاویه‌های مشاهداتی به رادیان $(E۶=dms^۲)$ با این فرمول تا خانه D۲۹ محاسبات انجام می‌شود.

۴. E۲۲ محتوی یک فرمول برای خانه I۵ که محتوی آزمون فیکس شده در رادیان $(=I۵)$.

۵. E۲۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن آزمون از ۱۰ به ۱ $(=E۲۲+D۲۳)$

۶. L۲۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن ΔX خط ۱۰ به ۱ $(=B۲۳*\cos(E۲۳))$ که با این فرمول تا خانه L۲۸ محاسبات انجام می‌شود.

۷. M۲۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن ΔY خط ۱۰ به ۱ $(=B۲۳*\sin(E۲۳))$ که با این فرمول تا خانه M۲۸ محاسبات انجام می‌شود.

۸. E۲۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن آزمون از ۱ به ۲ برای استفاده آن قبلاً آزمون از ۱۰ به ۱ در خانه E۲۳ و زاویه مشاهداتی در D۲۴. با مشاهده معادله (۱) در بخش ۱, ۲, ۱

$$(=IF(IF(E23>PI(),E23-PI()+D24,E23+PI()+D24)>2*PI(),IF(E23>PI(),E23-PI()+D24,E23+PI()+D24)-2*PI(),IF(E23>PI(),E23-PI()+D24,E23+PI()+D24)))$$

- این فرمول بنظر ترسناک می رسد اما با آسانی می توان آن را بوسیله معادله (۱) آن را اثبات کرد
- F۲۲.۹ محتوی یک فرمول مرجع باخانه I۵ که محتوی آزمون فیکس شده در رادیان (=I۵).
- F۲۳.۱۰ محتوی یک فرمول که حساب می کند آزمون از ۱۰ به ۱ که برای استفاده ΔY در خانه ۲۳
 L و ΔX در خانه ۲۳ فرمول شرح داده می شود با یک عملکرد به نام azrad
- که در پیوست مشاهده می شود آزمون بین دو نقطه با مختصات طول و عرض آنها حساب می شود
این فرمول است
 $= \text{azrad}(L^{۲۳} \text{ و } M^{۲۳} \text{ و } ۰ \text{ و } ۰)$
- G۲۳.۱۱ محتوی یک فرمول برای حساب کردن زاویه با استفاده آزمون فیکس شده در
خانه F۲۲ و سرشکنی آزمون ۱۰ به ۱ در خانه F۲۳ (= F۲۳ - F۲۲)
- G۲۴.۱۲ محتوی یک فرمول برای حساب کردن سرشکنی زوایا با استفاده از آزمون سرشکن شده
۱۰ به ۱ در خانه F۲۳ و سرشکنی آزمون از ۱ به ۲ angle (که در پیوست مشاهده
می شود. این فرمول تا G۲۹ انجام می شود. angle (F۲۳ و F۲۴)
- H۲۳.۱۳ محتوی یک فرمول برای حساب کردن زاویه باقیمانده هادر رادیان ($= G^{۲۳} - D^{۲۳}$). این فرمول
تا H۲۹ انجام می شود. توجه داشته باشید همه باقیمانده ها صفر خواهند شد.
- I۲۳.۱۴ محتوی یک فرمول برای حساب کردن باقیمانده فاصله ($C^{۲۳} - B^{۲۳}$). این فرمول تا I۲۸ انجام
می شود. توجه داشته باشید همه باقیمانده ها صفر خواهند شد.
- J۲۳.۱۵ محتوی یک فرمول برای حساب کردن وزنه در خانه G۶ ضربدر باقیمانده هادر خانه H۲۳ بتوان ۲
این فرمول تا J۲۹ انجام می شود. $(= G^6 * H^{۲۳ \wedge ۲})$
- K۲۳.۱۶ محتوی یک فرمول برای حساب کردن وزنه در خانه D۶ ضربدر باقیمانده در خانه
H۲۳ بتوان دو $(D^6 * I^{۲۳ \wedge ۲})$. این فرمول تا K۲۸ انجام می شود. J۳۰.۱۷
- محتوی یک فرمول برای حساب کردن وزن که جمع مربعات باقیمانده در زاویه
 $(= \text{SUM}(j^{۲۳} - j^{۲۹}))$
- K۳۰.۱۸ محتوی یک فرمول برای حساب کردن وزن که جمع مربعات باقیمانده در فاصله
 $(= \text{SUM}(k^{۲۳}; j^{۲۸}))$

L۳۰.۱۹ محتوی یک فرمول برای حساب کردن جمع جبری ΔY که بایستی مساوی صفر شود. ((L۲۸):
(=SUM(L۲۳

M۳۰.۲۰ محتوی یک فرمول برای حساب کردن جمع جبری ΔX که بایستی مساوی صفر شود. ((M۲۸):
(=SUM(M۲۳

H۲۳.۲۱ خانه هدف می باشد SOLVER اکسل دارای یک خانه منفرد می باشد که به آن

min یا max یا مساوی یک مقدار خاصی می باشد که SOLVER پیدا می کند. یک جواب در کمترین
مربعات کاربردی این خانه که محتوی مجموع مربعات وزن های باقیمانده که بایستی min شود. فرمول
خانه هدف (= $\text{SUM}(j^{۳۰},k,۳۰)$)

احضار کردن Solver اکسل 2.2.

انتخاب Tool/Solver از منوی اصلی اکسل جعبه محاوره ای Parameters Solver

۲, ۱, ۲. Set Target Cell: خانه

هدف است ($\$H\۳۲) و آن محتوی مجموع

وزنهای مربعات باقیمانده در زاویه و

فاصله که بایستی min شود.

۲, ۲, ۲. min: Equal To: بایستی

انتخاب شود.

۳, ۲, ۲. By Changing Cell: $\$L\۲۳ به $\$M\۲۸ هستند ΔX و ΔY که محاسبه می شوند

از فاصله ها و آزمایشها که از زاویه ها گرفته شده اند. همچنین محتوی $\$E\۲۹ ازیموت ۱۰ به

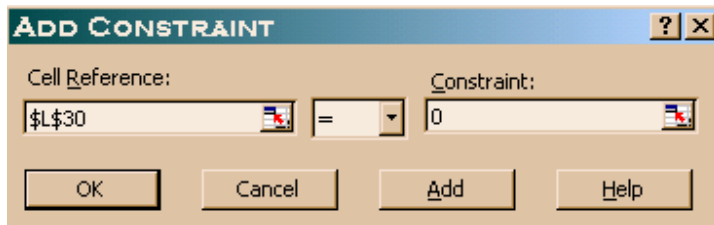
آزیموت مارک که بدست می آید که زاویه در خانه $D۲۹$ شامل سرشکن است.

۴, ۲, ۲. Subject to the....: با کلیک کردن دکمه Add جعبه محاوره ای باز می شود که در عکس نشان

داده شده است. برای مثال سه چیزی که اینجا آمده:

۱. جمع ΔY در خانه $L^{30}=0$ که فرمول تعریف شده در جعبه محاوره ای آن $SL\$30=0$

۲. جمع ΔX در خانه $M^{30}=0$ که فرمول تعریف شده در جعبه محاوره ای آن $SM\$30=0$



۳. محاسبه ازیموت از ۱۰ به ازیموت مارک در

خانه E^{29} می بایست مساوی ازیموت فیکس

شده ازیموت از ۱۰ به ازیموت مارک در

خانه F^{29} بنابراین فرمول شرط: $SE\$29=SF\29

علامت \$ قبل ستون وردیف اشاره دارد به آدرس قطعی خانه

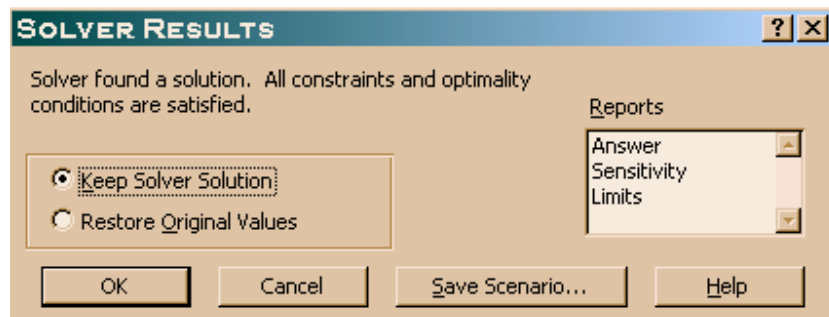
۲,۲,۵. Option Solver: در Option اکس محاوره ای Solver Parameters انتخاب و برای سرشکنی

یک پیمایش اختیاراتی وجود دارد که می توان آن را انتخاب کرد.

۲,۲,۶. اجرا کردن سرشکنی: در این مرحله سرشکنی میتواند اجرا شود. بوسیله کلیک کردن دکمه

SOLVE در Parameter Solver کلیک می کنیم. اگر سرشکنی موفقیت آمیز بود Solver Result نشان

می دهد که با OK کردن جواب حاصله ذخیره می گردد.



۷,۲,۲. نتایج سرشکنی: خانه B37 تا B43 محتوی باقیمانده ها (تصحیحات) برای زوایای مشاهداتی است. آن ها به سادگی مقادیر خانه H23 تا H29 تبدیل از رادیان به ثانیه با استفاده از فرمول ($=H23*206264.8$) تبدیل می کند و در خانه B37 می ریزد. این فرمول در خانه H23 ریخته می شود تا خانه B43. متشابهاً" خانه C37 تا C42 تصحیحات فاصله هستند. مقادیر این خانه ها در خانه های I23 تا I28 یکسان هستند. فرمول خانه C37 (= $I23$) است و در خانه C42 ریخته می شود.

آزموت های سرشکن شده توسط DDD.MMSS در خانه D37 تا D42 ریخته می شود و توسط ΔX ها و ΔY ها محاسبه می شود. و در خانه های L23 تا M28 ریخته می شود. فرمول D37 است ($azdms(0,0,M23,L23)$) و تا H42 ریخته می شود.

فاصله های سرشکن شده از خانه E37 تا E42 با خانه های C23 تا C29 یکسان است.

نتیجه:

Excel Solver یک ابزاری است که می تواند به آسانی برای پروژه های سرشکنی به وسیله کمترین مربعات در شبکه های تراز یابی دو بعدی یا سه بعدی پیمایش یا هر پروژه سرشکنی که در نقشه برداری با آن مواجه می شود به کار گرفته شود.

مزیت های آن عبارتند از:

۱. Excel شامل Graphics User Interface.

۲. اگر اطلاعات نسبتاً کمی یا هیچ نوع اطلاعاتی درباره تئوری کمترین مربعات نداشته باشید مسئله حل خواهد شد.

۳. نرم افزار Excel دارای قابلیت است که به تنهایی می تواند شامل نرم افزار حل سرشکنی حداقل مربعات باشد البته با در نظر گرفتن قيود های لازم در مسئله و با مشاهدات و پارامترهایی که معرفی شده اند.

ضمیمه

۱. برنامه ای در ویژال بیسیک که مربوط به این مقاله و در این لیست آمده است و با مثلاً نام SurePack.bas ذخیره می کنیم.

۲. اکسل را باز می کنیم و دستور Tool/Marco/Visual Basic Editor را اجرا می کنیم.

۳. SurePack.bas را انتخاب می کنیم

۴. ویژال بیسیک را می بندیم و به اکسل باز می گردیم

۵. در اکسل File/Save as با انتخاب Add - in و بدنبال آن Save as type را کلیک کردن

۶. تایپ SurePack بعنوان File name و کلیک کردن Save

۷. خارج شدن از اکسل

۸. بازگشتن به اکسل: Tool/Add-in: و بررسی کردن SurePack و OK کردن آن

```
' Converts DDD.MMSSs to radians
Public Function DMS2R(dms As Double) As Double
Dim pi As Double
pi = 4# * Atn(1#)
DMS2R = dms2d(dms) * pi / 180#
End Function
' Converts radians to DDD.MMSSsss
Public Function rad2dms(rad As Double) As Double
Dim v, m, S, pi As Double
Dim D, M1 As Integer
pi = 4# * Atn(1#)
```

```

v = d2dms(Abs(rad * 180# / pi))
If rad < 0 Then v = -v
rad2dms = v
End Function
' Converts DDD.MMSSs to Degrees
Public Function dms2d(Deg As Double) As Double
Dim E, v, m, S As Double
Dim D, M1 As Integer
E = 10 ^ -12
v = Abs(Deg) + E
D = Fix(v)
m = (v - D) * 100#
M1 = Fix(m)
S = (m - M1) * 100#
v = D + M1 / 60# + S / 3600#
If Deg < 0 Then v = -v
dms2d = v
End Function
' Converts degrees to DDD.MMSSs
Public Function d2dms(Deg As Double) As Double
Dim v, m, S As Double
Dim D, M1 As Integer
v = Abs(Deg)
D = Fix(v)
m = (v - D) * 100#
M1 = Fix(m)
S = (m - M1) * 100#
v = D + M1 / 60# + S / 3600#
If Deg < 0 Then v = -v
dms2d = v
End Function
' Converts degrees to DDD.MMSSs
Public Function d2dms(Deg As Double) As Double
Dim v, m, S As Double
Dim D, M1 As Integer
v = Abs(Deg)
D = Fix(v)
m = (v - D) * 60#
M1 = Fix(m)
S = (m - M1) * 60#
v = D + M1 / 100# + S / 10000#
If Deg < 0 Then v = -v
d2dms = v
End Function

```

```

' Converts DDD.MMSSss to degrees, minutes, and seconds (3 separate values)
Public Sub dms2Dms(ByVal dms As Double, D As Integer, m As Integer, _
S As Double)
Dim D1 As Double, M1 As Double, E As Double
E = 0.00000000000001
D1 = Abs(dms2d(dms)) + E
D = Fix(D1)
M1 = (D1 - D) * 60#
m = Fix(M1 + E)
S = (M1 - m) * 60# + E
If dms < 0 Then D = -D
End Sub
' Computes the azimuth from 1 to 2
' in DDD.MMSSss, given x1, y1, x2, and y2
Public Function AzDms(x1 As Double, y1 As Double, x2 As Double, _
y2 As Double) As Double
Dim dx As Double, dy As Double, pi As Double
dx = x2 - x1
dy = y2 - y1
If dy = 0# Then
If dx > 0 Then
AzDms = 90
Else
AzDms = 180#
End If
Exit Function
End If
pi = 4# * Atn(1#)
AzDms = Atn(dx / dy)
If dy < 0# Then
AzDms = AzDms + pi
Else
If dx < 0# Then
AzDms = 2# * pi + AzDms
End If
End If
AzDms = rad2dms(AzDms)
End Function
' Computes the azimuth from 1 to 2
' in radians, given x1, y1, x2, and y2
Public Function AzRad(x1 As Double, y1 As Double, x2 As Double, _
y2 As Double) As Double
Dim dx As Double, dy As Double, pi As Double
dx = x2 - x1
dy = y2 - y1

```

```

If dy = 0# Then
If dx > 0 Then
AzRad = 90
Else
AzRad = 180#
End If
Exit Function
End If
pi = 4# * Atn(1#)
AzRad = Atn(dx / dy)
If dy < 0# Then
AzRad = AzRad + pi
Else
If dx < 0# Then
AzRad = 2# * pi + AzRad
End If
End If
End Function
' Adds two angles in DDD.MMSS
' The result is also in DDD.MMSS
Public Function adddms(a As Double, b As Double) As Double
adddms = d2dms(dms2d(a) + dms2d(b))
End Function
' Subtracts the second angle from the first, where angles are
' in DDD.MMSS. The result is also in DDD.MMSS
Public Function subdms(a As Double, b As Double) As Double
subdms = d2dms(dms2d(a) - dms2d(b))
End Function
' Computes distance between two points, given X1, Y1, X2, Y2
Public Function Dist(x1 As Double, y1 As Double, x2 As Double, y2 As Double) As Double
Dist = Sqr((x2 - x1) ^ 2 + (y2 - y1) ^ 2)
End Function
' Computes angle 1 2 3, where az1 is azimuth 1 to 2, and az2 is azimuth 2 to 3
Public Function Angle(az1 As Double, az2 As Double) As Double
Dim pi As Double
pi = 4# * Atn(1#)
az1 = az1 + pi
If az2 < az1 Then
az2 = az2 + 2 * pi
End If
Angle = az2 - az1
If Angle < 0 Then
Angle = Angle + 2 * pi
End If
End Function

```

Anderson, J, Mikhail, E. Surveying Theory and Practice
Frontline System: <http://www.solver.com>, paper Sayed R. Hashimi, professor
Mikhail, E Observations and Least Squares