

در این تمرین به حل معادلات DLT میپردازیم.

در ابتدا حل دستی این معادلات را میبینیم:

محمّد جواد سلطانی ۹۸۲۲۶۶۳۳

تمرین ۸ فتوگرامتری DLT

① همانطور که در ادامه مایل، توضیح داده خواهد شد، از ۴۲ نقطه موجود، ۵ نقطه را بعنوان *check* انتخاب کردیم. ۳۷ نقطه باقی مانده را *control* در نظر میگیریم و بهمدان سیستم مختصات تصویر ریگسای روی می.

② برای تبدیل سیستم مختصات x, y, z به x', y', z' از فرمول اشتراک روی روی می داریم:

$$r = \begin{pmatrix} (cc \cdot 1) P_c \\ (r - r_c) P_r \\ -c \end{pmatrix}$$

③ پس از تبدیل x, y, z به x', y', z' ، حل بازنویسی معادلات زیر را داریم و از معادلات DLT استفاده می کنیم.

$$x = \frac{L_1 X + L_2 Y + L_3 Z + L_4}{L_5 X + L_6 Y + L_7 Z + 1}$$

$$y = \frac{L_8 X + L_9 Y + L_{10} Z + L_{11}}{L_5 X + L_6 Y + L_7 Z + 1}$$

④ طرفین وسطین کرد و همه را به یک سمت می بریم تا بتوانیم از آنجا مشتق گرفته و مارتین معادلات و مجهولات را تشکیل دهیم.

$$L_5 X + L_6 Y + L_7 Z + L_4 - L_1 X - L_2 Y - L_3 Z - L_4 = 0$$

$$L_5 X + L_6 Y + L_7 Z + L_{11} - L_8 X - L_9 Y - L_{10} Z - L_{11} = 0$$

$$x = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \\ L_4 \\ L_5 \\ L_6 \\ L_7 \\ L_8 \\ L_9 \\ L_{10} \\ L_{11} \end{bmatrix}_{11 \times 1}$$

$$dL = 27 - 11 = 16$$

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial L_1} & \frac{\partial f_1}{\partial L_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial L_7} & \frac{\partial f_1}{\partial L_8} & \frac{\partial f_1}{\partial L_9} & \frac{\partial f_1}{\partial L_{10}} & \frac{\partial f_1}{\partial L_{11}} \\ \frac{\partial f_2}{\partial L_1} & \frac{\partial f_2}{\partial L_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial L_7} & \frac{\partial f_2}{\partial L_8} & \frac{\partial f_2}{\partial L_9} & \frac{\partial f_2}{\partial L_{10}} & \frac{\partial f_2}{\partial L_{11}} \end{bmatrix}_{2 \times 11}$$

$$A = \begin{bmatrix} -X & -Y & -Z & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -X & -Y & -Z & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -X & -Y & -Z \end{bmatrix}_{11 \times 11}$$

در ادامه

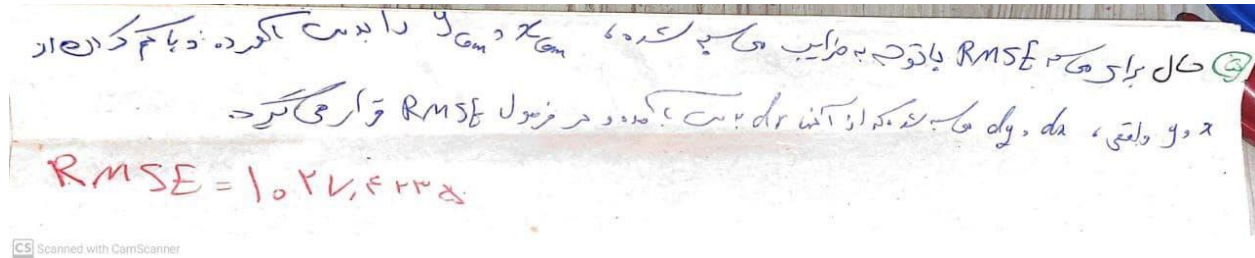
$$\rightarrow A = 2n \times 11 \checkmark$$

$$L = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ \vdots \\ x_n \\ y_n \end{bmatrix}_{11 \times n} \Rightarrow \hat{x} = (A^T A)^{-1} A^T L \rightarrow \hat{x}$$

نتایج محاسبات:

۴۴۲۵۴۰۰
-۲۹۶۵۴۰۰
۱۹۹۴۱۰۰
-۵۰۲۲۱
۱۲۱۳۵۱۰۰
۲۹۹۵۵۱۰۰
۳۱۶۲۱۵۴۰۰
-۷۰۲۳۷
-۴۰۸۵۵۱۰۰
-۲۶۰۲۳۷۱۰۰
-۵۰۱۰۰۸۸

۱۱۵۱



در اصل اگر بخواهیم با مثالی توضیح بیشتری ارائه کنیم، پس از طرفین و وسطین معادلات ما بصورت زیر درآمد:

$$x (h9X + h10Y + h11Z+1) = (h1X + h2Y + h3Z+h4)$$

$$y (h9X + h10Y + h11Z+1) = (h5X + h56Y + h7Z+h8)$$

که همه را به یک سمت بردیم و مشاهدات و مجهولات مشخص شده و مشتق گیری را شروع کردیم.

$$x (h9X + h10Y + h11Z+1) - (h1X + h2Y + h3Z+h4) = 0$$

$$y (h9X + h10Y + h11Z+1) - (h5X + h56Y + h7Z+h8) = 0$$

در مورد این ۱۱ پارامتر لازم به ذکر است که:

۶ پارامتر توجیه خارجی

۳ پارامتر توجیه داخلی

۲ پارامتر افاین (NONORTOGONALITY-SCALE RATIO)

حال که حل دستی را دیدیم،ابتدا چک را با توجه به توضیح

مناسب،بدست بیاوریم.

(-در ابتدا برای نشان دادن

نقاط در تصویر پس از

اضافه کردن و نمایش تصویر

از `hold on` استفاده کردیم تا

نقاط را بر روی آن نمایش دهیم.

Report this ad

i have some pixel points lets say p1(1,1) and p2(1,10).....and so on

11 i want to display these points on image in any color. how to do this?

matlab

Share Edit Follow

Add a comment

3 Answers

Active Oldest Votes

You can just use plot:

5

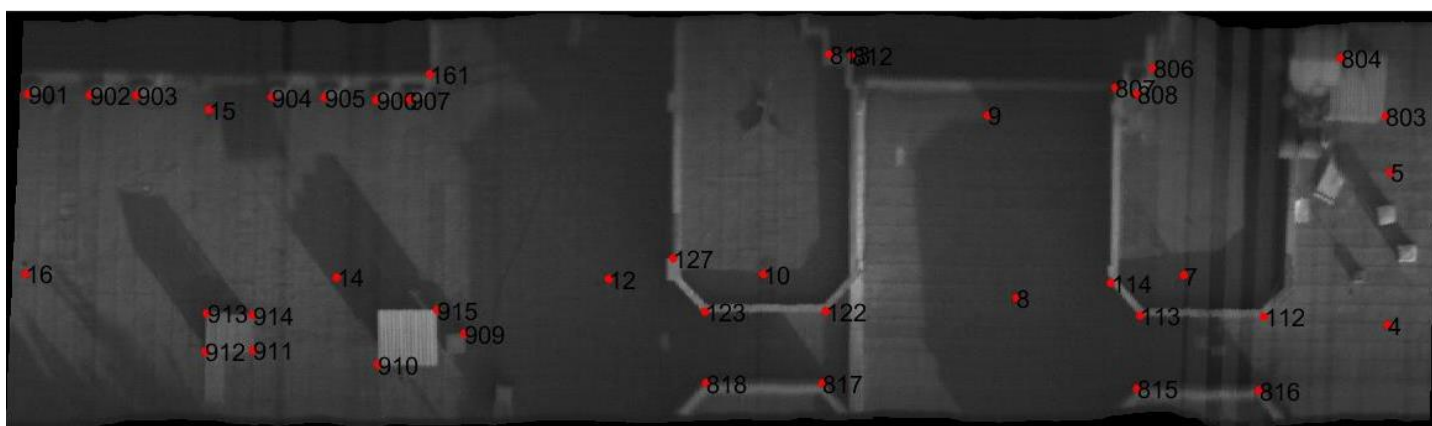
```
plot(p1(1), p1(2), 'ko'); % Small circle point in black.
plot(p1(1), p1(2), 'r. '); % Small dot in red.
```

Share Edit Follow

answered Oct 1 '10 at 18:55

Peter
118k • 49 • 169 • 207

6 Don't forget to `hold on` the image first. - emrea Oct 4 '10 at 0:03



حال نقاط را انتخاب میکنیم.



در انتخاب نقاط چک به اینکه توضیح مناسبی در سطح تصویر داشته باشند و اینکه همچنین این نقاط به طریقی انتخاب شوند که بتوانند با دقت خوبی تمام نقاط موجود در تصویر را پوشش دهند همچنین از منابع زیر برای درک بهتر برای انتخاب بهتر نقاط بهره برده شد.

<https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115000140963-Tie-points-in-photogrammetry-project-ATP-GCP-MTP-and-CP>

[/https://wingtra.com/ground-control-points-how-many-do-you-need-and-when-are-checkpoints-enough](https://wingtra.com/ground-control-points-how-many-do-you-need-and-when-are-checkpoints-enough)

[-https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115000140963-Tie-points-in-photogrammetry-project-ATP-GCP-MTP-and-CP](https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115000140963-Tie-points-in-photogrammetry-project-ATP-GCP-MTP-and-CP)

https://www.more-connect.eu/wp-content/uploads/2017/05/3rd_training-module_short.pdf

پس از پایان از نقاط چک یکی از دوستان کمک خواهیم گرفت و نتایج را بررسی میکنیم.

15	493.254	239.147	110.485	256.836	99.87
12	1464.7	649.8	103.472	238.175	99.811
10	1840.3	638.2	104.067	231.12	101.915
112	3055.5	741.4	103.228	207.464	102.42
114	2683.686	660.03	104.431	214.89	102.352
161	1030.3	153	112.308	246.612	100.272
14	803.315	646.428	103.043	250.674	99.869
803	3350.7	255.8	112.267	202.322	102.08
808	2747.5	201	112.896	214.077	102.758
812	2055.75	108.25	113.685	227.373	102.252
817	1983.948	903.278	99.367	228.098	102.429
902	203.996	203.94	110.955	262.203	100.567
905	773.5	209.8	111.263	251.524	100.474
909	1114.3	782.2	100.86	244.703	101.539
913	488.453	733.245	101.359	256.468	101.035

نقاط زیر، نقاط انتخابی هستند.

نقاط چک دوم که با یکی از دوستان یکسان است مطابق زیر است.

15	493.254	239.147	110.485	256.836	99.87
12	1464.7	649.8	103.472	238.175	99.811
10	1840.3	638.2	104.067	231.12	101.915
9	2384.7	253.4	111.727	220.913	99.823
5	3362.3	391	110.008	201.782	99.874
113	2755.1	738.6	103.061	213.403	102.386
808	2747.5	201	112.896	214.077	102.758
813	2000.75	105.75	113.701	228.426	102.263
816	3044.157	920.082	99.989	207.385	102.431

817	1983.948	903.278	99.367	228.098	102.429
904	646.484	208.741	111.177	253.983	100.527
910	904.535	857.269	99.326	248.573	101.861
911	600.875	822.462	99.611	254.508	100.815
913	488.453	733.245	101.359	256.468	101.035
915	1047.9	724.6	101.893	246.06	102.173

بخش اول :

در ابتدا فایل نقاط را در اکسل جدا کرده و وارد برنامه میکنیم.

نمونه کد این مرحله:

```
data = xlsread('POINTS_Image.csv'); % data structure --> PointID c r X Y Z
data_C = xlsread('CHECK_POINTS2.csv'); % data structure --> PointID c r X Y Z
data_G = xlsread('GCPS_POINTS2.csv'); % data structure --> PointID c r X Y Z

id = data(:,1); c = data(:,2); r = data(:,3);
X = data(:,4); Y = data(:,5); Z = data(:,6);
%check:
idc = data_C(:,1); cc = data_C(:,2); rc = data_C(:,3);
Xc = data_C(:,4); Yc = data_C(:,5); Zc = data_C(:,6);
%GCP
idg = data_G(:,1); cg = data_G(:,2); rg = data_G(:,3);
Xg = data_G(:,4); Yg = data_G(:,5); Zg = data_G(:,6);
```

بخش دوم :

باید سیستم مختصات پیکسلی را به فتوگرامتریک تبدیل کنم.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (c - c_0) * ps \\ (r - r_0) * ps \end{pmatrix}$$

```

for i=1:NOG
    %convert to photogrammetry coordinate system
    x(i,1) = ( cg(i)-c0 ) * ps;
    y(i,1) = ( rg(i)-r0 ) * ps;
end

```

بخش سوم:

باید ماتریس ضرایب را پر کنیم.

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial F1}{\partial L1} & \dots & \frac{\partial F1}{\partial L11} \\ \frac{\partial F2}{\partial L1} & \dots & \frac{\partial F2}{\partial L11} \end{pmatrix}$$

```

L1 = zeros(2*NOG,1);
for i=1:NOG
    A(2*i-1,1) = Xg(i);
    A(2*i-1,2) = Yg(i);
    A(2*i-1,3) = Zg(i);
    A(2*i-1,4) = 1;
    A(2*i-1,5) = 0.;
    A(2*i-1,6) = 0.;
    A(2*i-1,7) = 0.;
    A(2*i-1,8) = 0.;
    A(2*i-1,9) = -Xg(i)*x(i);
    A(2*i-1,10) = -Yg(i)*x(i);
    A(2*i-1,11) = -Zg(i)*x(i);
    L1(2*i-1,1) = x(i);
    A(2*i,1) = 0.;
    A(2*i,2) = 0.;
    A(2*i,3) = 0.;
    A(2*i,4) = 0.;
    A(2*i,5) = Xg(i);
    A(2*i,6) = Yg(i);
    A(2*i,7) = Zg(i);
    A(2*i,8) = 1;
    A(2*i,9) = -Xg(i)*y(i);
    A(2*i,10) = -Yg(i)*y(i);
    A(2*i,11) = -Zg(i)*y(i);
    L1(2*i,1) = y(i);
end
xcap = inv(A' * A) * A' * L1 ;

```

```

x_com = zeros(NOC,1);
y_com = zeros(NOC,1);
for i=1:NOC
    x_com(i,1) = ( xcap(1)*Xc(i) + xcap(2) *Yc(i) + xcap(3) *Zc(i) +xcap(4) ) /
    ...
    ( xcap(9)*Xc(i) + xcap(10)*Yc(i) + xcap(11)*Zc(i) +1 );
    y_com(i,1) = ( xcap(5)*Xc(i) + xcap(6) *Yc(i) + xcap(7) *Zc(i) +xcap(8) ) /
    ...
    ( xcap(9)*Xc(i) + xcap(10)*Yc(i) + xcap(11)*Zc(i) +1 );
end
xrem = zeros(NOC,1);
yrem = zeros(NOC,1);
for i=1:NOC
    xrem(i,1) = x_com(i)-x__c(i);
    yrem(i,1) = y_com(i)-y__c(i);
end

```

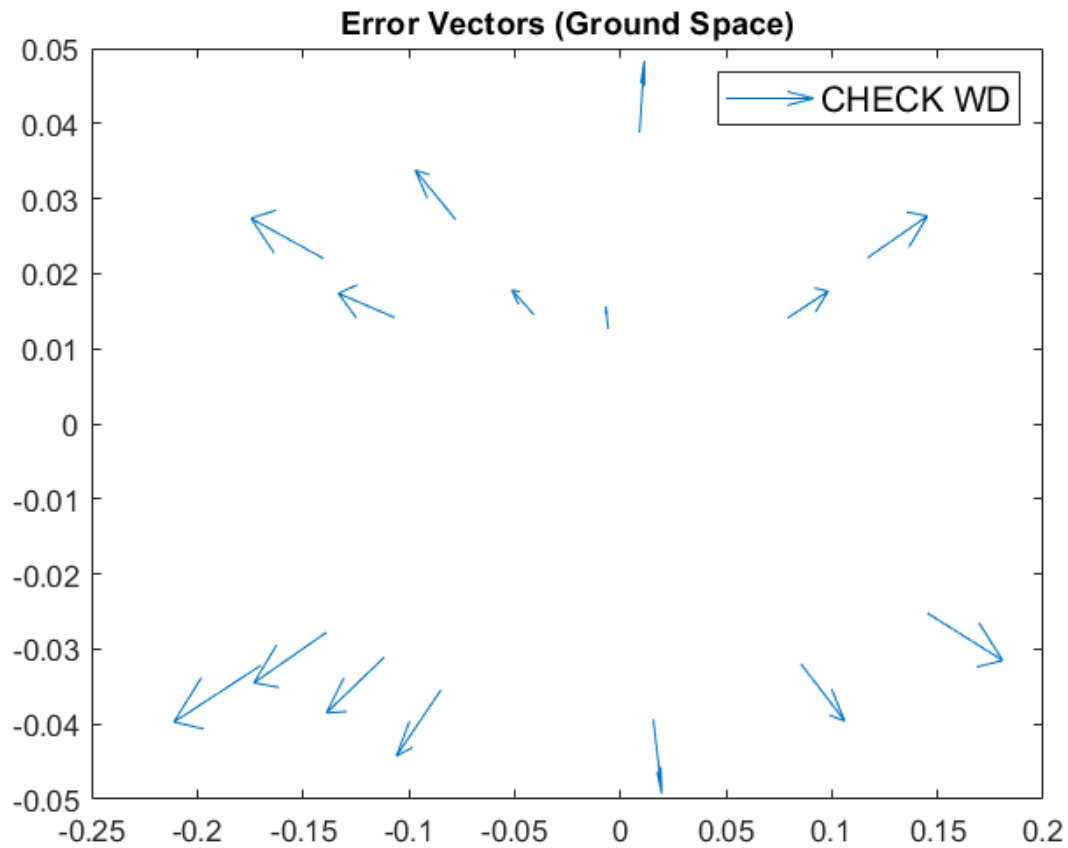
```

teta = zeros(NOC,1);
dr = zeros(NOC,1);
for i=1:NOC
    teta(i,1) = atand(yrem(i)/xrem(i));
    dr(i,1) = sqrt( (xrem(i))^2 + (yrem(i))^2 );
end
RMSE = 0;
for i=1:NOC
    RMSE = RMSE + sqrt( (dr(i)^2) / (NOC-1) );
end
RMSE

```

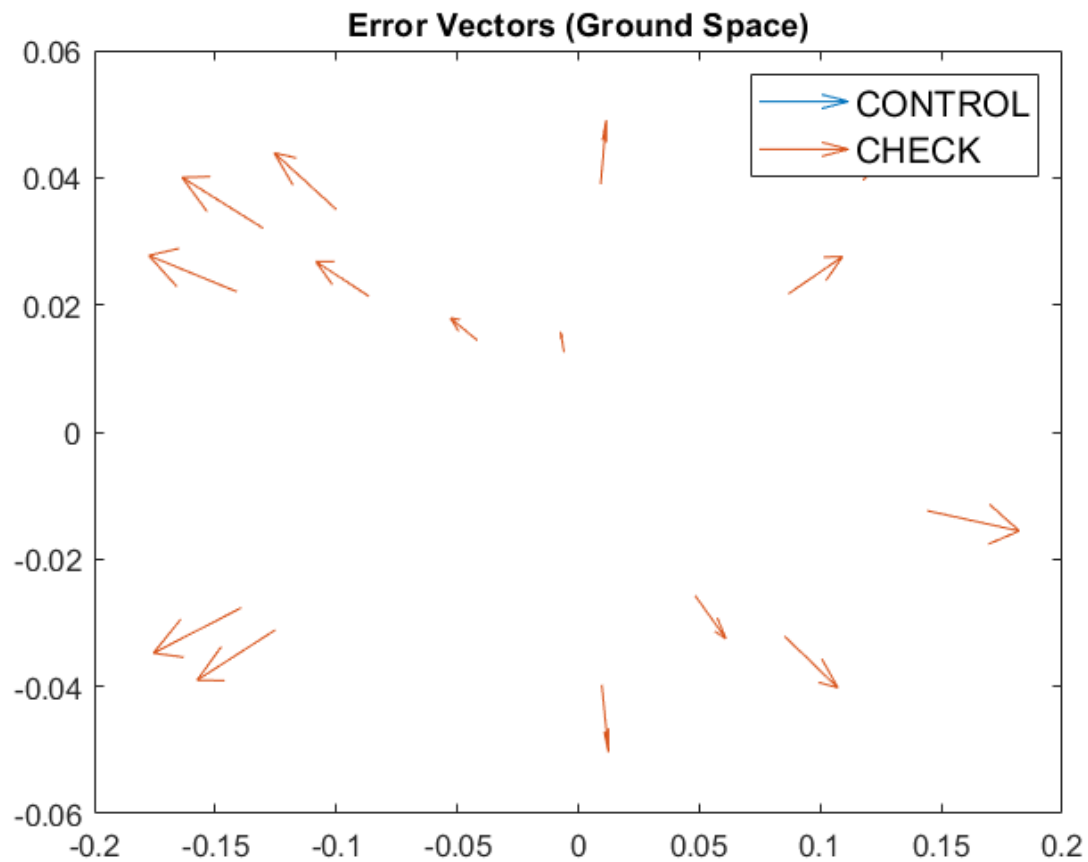


RMSE =
0.00407844111834676



در حالت بعدی که نقاط کنترل را مشابه جناب طاهرزاده گرفتم نتایج بصورت زیر شد:


 RMSE =
 0.00492772754157079



همانطور که مشاهده میشود خطا در مرحله اول کمتر بوده است.

تحلیل:

همانطور که در RMSE مشاهده شد، مقدار خطای ما بسیار پایین است که نشانه بسیار خوبی میباشد؛ در ادامه میتوان برای مقایسه این مقدار با مقدار خطا در هم خطی با هم صفحه ای، به نتایج کامل رسید؛

در حال حاضر میدانیم که معادلات DLT به خوبی جواب داده اند و داده های ما داده های با دقت خوبی هستند، اما از معایب این معادلات میتوان به مشخص نبودن دقیق مقادیر مجهولات و توجیه های داخلی، خارجی و ۲ پارامتر image refinement اشاره کرد که همان یکسان نبودن مقیاس ها در دو راستای ایکس و ایگرگ و non orthogonality هستند.

پس این معادلات در اصل معادلات ریاضی با دقت قابل قبولی هستند که "پارامتریک به قضیه نگاه نمیکنند."