

Como Fijar las desviaciones estándar en Match-AT

Contenido

1	Desviaciones Estándar en puntos de control y/o chequeo y puntos de paso.....	4
•	Object Points (Espacio Objeto).....	5
•	Image Points (Espacio Imagen)	6
2	Desviaciones estándar en observaciones GNSS/INS	7
•	GNSS (X,Y,Z).....	7
•	INS (Omega, Phi, Kappa)	7
3	Sistema Balanceado	8
•	Efectos.....	8
•	Equilibrio	9
•	Trabajando con Match-AT	9

Introducción

La definición de los valores de desviación estándar en Match-AT es un proceso muy importante ya que proporcionan el peso o la influencia que va a tener cierto tipo de información en el ajuste final.

Se definen al inicio del proyecto por lo que es una desviación estándar a priori y es una forma de decirle al software cual es la calidad que estimamos en nuestras observaciones.

Una mala definición de estos valores puede dar lugar a desequilibrios en el bloque. Así por ejemplo si se asigna una desviación estándar de 5 cm en los puntos de control, cuando la realidad es que la precisión de estos puntos es de 50 cm, se estarían sobrevalorando estos puntos, o lo que es lo mismo, los puntos de control están influyendo mas en el ajuste de lo que deberían de acuerdo a su precisión real.

Es necesario por tanto indicar cual es la desviación estándar a priori para cada una de las observaciones que intervienen en el bloque; Puntos de control y/o chequeo, Puntos de paso (tanto automáticos como manuales) y Observaciones GNSS/INS en caso de que existan.

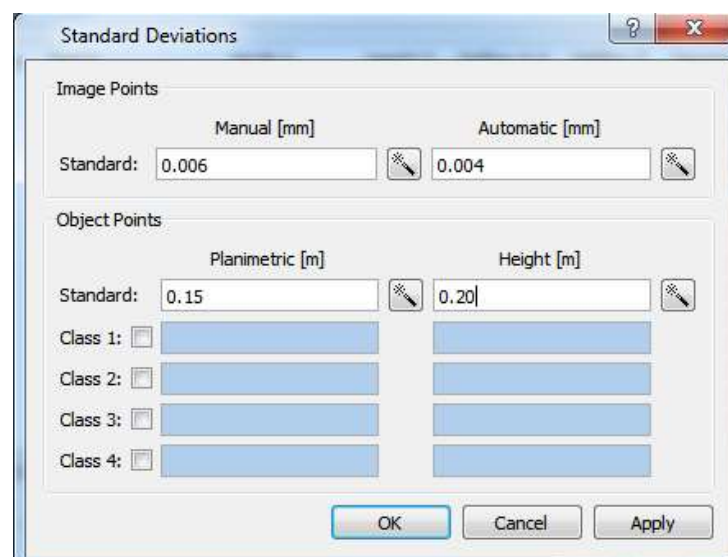
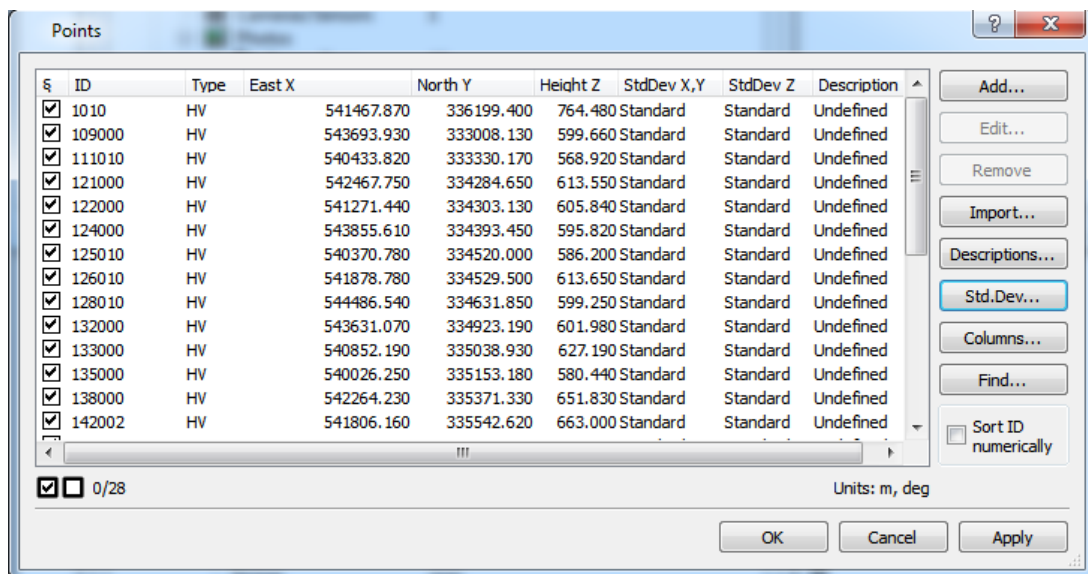
1 Desviaciones Estándar en puntos de control y/o chequeo y puntos de paso

Cuando se realiza una aerotriangulación, las mediciones de los puntos se realizan tanto en el terreno como en las imágenes.

Por ejemplo, un punto de control, se mide trasladándose al campo generalmente con un receptor GPS, pero al calcular la AT es necesario medir también ese punto en las imágenes a través de un croquis o reseña.

Las mediciones en el terreno serán por tanto los puntos de control, mientras que las mediciones en la imagen son las que se refieren a la identificación de estos puntos de control en las imágenes, pero también se refieren a las mediciones de los puntos de paso o enlace, ya sean automáticos o manuales.

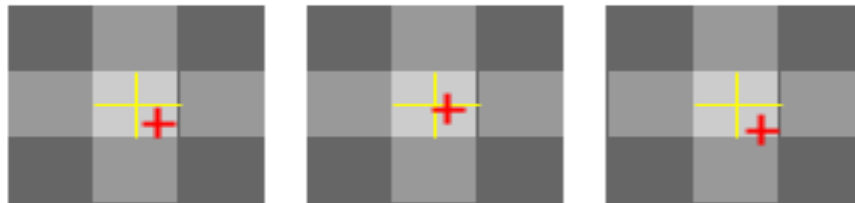
Dentro del editor de proyecto y haciendo doble click en Points, se abre el listado de todos los puntos de control o chequeo que se hayan importado y una vez allí a través del botón Std.Dev. se definen las desviaciones estándar.



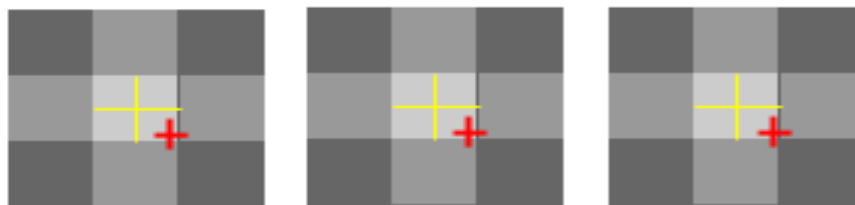
• **Object Points (Espacio Objeto)**

Se refiere a las mediciones que se realizan en lo que podríamos llamar el espacio objeto, es decir, las mediciones que se hacen en el terreno, los puntos de control.

La identificación de características en las imágenes se limita a la estructura del píxel. Normalmente, los puntos se pueden identificar con una precisión de 1/3 de píxel. Por tanto, unas desviaciones adecuadas en planimetría (XY) se calculan de la siguiente manera:



errors taken care by image standard deviations



identification errors taken care by object standard deviations

(red = measured position / yellow = correct position)

$$SD_{xy} = 1/3 \text{ píxel} * \text{escala de imagen}$$

Por ejemplo:

Tamaño de píxel = 20micras, escala de imagen 1:10 000

$$SD_{xy} = 1/3 * 0.02\text{mm} * 10\ 000 = 200\text{mm} = 0.2\text{m}$$

La desviación estándar a priori en Z, se fija de acuerdo a la relación base/altura.

La relación (b/h) se calcula de la siguiente manera:

Borde = solape - 50%

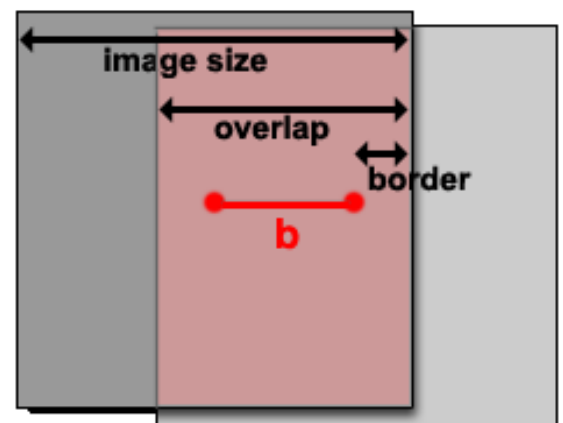
$$b = \text{tamaño de imagen} * (\text{solape} - 2 * \text{borde}) \%$$

Por ejemplo, en una imagen estándar (230 mm) con 60% de solape y una focal de 150 mm:

$$b/h = 230\text{mm} * (60 - 2 * 10)\% / 150\text{mm} = 92\text{mm}/150\text{mm}$$

Esto se corresponde con una relación base/altura de aproximadamente 1:1.5.

En otras palabras, la precisión de la determinación de Z es 1.5 veces peor que en XY.



$$SDz = SDxy * 1.5$$

$$\text{O también: } SDz = SDxy * h/b$$

- ***Image Points (Espacio Imagen)***

Las desviaciones Standard en la imagen son diferentes en el caso de que sean medidas manuales o automáticas. Como se ha mencionado anteriormente, las características en las imágenes digitales pueden identificarse con una precisión de 1/3 de píxel por lo que la desviación estándar a priori debe fijarse de la siguiente manera:

$$SDi_{\text{manual}} = 1/3 \text{ píxel}$$

En cuanto a los puntos automáticos, el software puede alcanzar una precisión teórica de 1/10 de píxel. Para la mayor parte de los bloques se estima que el valor que puede alcanzarse es de aproximadamente 1/5 de píxel, por lo que la desviación estándar en medidas automáticas en la imagen es:

$$SDi_{\text{automatic}} = 1/5 \text{ píxel}$$

Nota: En el caso de imágenes provenientes de cámaras que suelen tener tamaños de píxel inferiores a las 10 micras, las desviaciones estándar anteriores pueden llegar a valores muy pequeños de menos de 2 micras. En esos casos, MATCH-AT informará que esa desviación estándar es demasiado baja. No conviene bajar de las 3 o 4 micras tanto en las desviaciones automáticas como manuales ya que de otra manera la influencia de esas observaciones en el ajuste sería muy grande.

2 Desviaciones estándar en observaciones GNSS/INS

- **GNSS (X,Y,Z)**

Si existen observaciones bifrecuencia GNSS (diferente al sistema de navegación propio del avión), estas pueden ser utilizadas en el ajuste lo que entre otras cosas permitirá reducir el número de puntos de control. La precisión relativa de las coordenadas GPS de los centros de proyección debe ser mayor de 0.3 metros ya que si estas coordenadas son de peor precisión prácticamente no van a tener ninguna influencia en el ajuste.

Los receptores antiguos tienen una precisión relativa de aproximadamente 0.3m, mientras que los más modernos tienen una precisión de aproximadamente 0.1m (o incluso 0.05m).

- **INS (Omega, Phi, Kappa)**

Match-AT permite utilizar observaciones angulares INS en sus cálculos.

Las principales ventajas del uso de este tipo de observación son:

- Compensan la falta de puntos de paso en casos como áreas boscosas o de mar
- Proporcionan unos mejores valores aproximados y esto puede resultar en que la generación de puntos de paso automática sea más eficiente y el número de estos así como que su precisión aumente.
- A la hora de medir puntos de apoyo, las aproximaciones que calcula MATCH-AT serán más precisas y la medida del punto de apoyo será más sencilla

Generalmente, la precisión de las rotaciones debería proporcionarla la empresa de vuelo que conoce cuáles son las especificaciones de su sistema inercial (INS).

Si no es así, se puede utilizar el valor por defecto que nos da MATCH-AT y que es 0.01 deg. en Kappa u 0,008 en Omega y Phi.

Debido a la falta de coincidencia entre el eje vertical de la cámara y el eje vertical del IMU (Instrumento de medida inercial, Inertial Measurement System) los ángulos omega, phi, kappa deben de ser corregidos de un valor constante llamado boresight misalignment. MATCH-AT permite calcular este valor automáticamente (siempre y cuando existan suficientes apoyos) y corregirlo.

Para ello, debemos activar esa opción en el cálculo. Es importante por tanto saber si las mediciones angulares que nos proporcionan vienen ya corregidas o no, para aplicar dicha corrección o no aplicarla.

Además de todas estas recomendaciones anteriores, es necesario conocer el concepto de SISTEMA BALANCEADO para entender el porqué de los ajustes mencionados.

3 Sistema Balanceado

Los puntos de apoyo y puntos de paso tienen errores en sus medidas y definiciones que pueden ser aleatorios o sistemáticos.

Para tener un ajuste razonable, el “sistema objeto” y el “sistema imagen” deben de estar balanceados, esto significa que la precisión de los puntos de apoyo (espacio Objeto) debe de ser apropiada, o debe de estar acorde con la precisión obtenida en las imágenes (Espacio Imagen).

Es decir, tenemos por una parte los datos medidos en procesos ajenos a la aerotriangulación y que tienen su precisión (puntos de apoyo) y las medidas realizadas dentro del proceso de aerotriangulación (puntos de paso y mediciones de los apoyos en las imágenes) cuya precisión depende de los algoritmos de correlación y básicamente de la calidad de las imágenes y de su tamaño de píxel.

Hoy en día, y sobre todo desde la llegada de las imágenes de cámara digital, su píxel mas pequeño y su falta de ruido, hacen las medidas en la imagen pueden llegar a tener bastante precisión. Esto unido a que la cantidad de puntos de paso que se puede generar es muy grande debido a los algoritmos automáticos y que cada vez hacen falta menos puntos de control debido al uso sobre todo del GPS aerotransportado, hace que la relación puntos de paso / puntos de apoyo sea muy favorable a los primeros y por tanto el concepto de sistema balanceado es muy importante.

Es decir, todas las medidas introducidas deben de tener un peso en el resultado final y para ello debemos de ajustar los pesos de forma “balanceada” ya que de otra manera algunos elementos no tendrían la influencia deseada o por el contrario podrían tener una influencia mayor a la que sería conveniente.

Por ejemplo un bloque del orden de mil imágenes puede llegar a tener cientos de miles de puntos de paso, y 3 o 4 puntos de control solamente. Si los puntos de control, no tienen la suficiente precisión, no tendrán apenas influencia en el ajuste ya que el número de puntos de paso es muy superior. Es decir debemos de fijar una desviación a priori baja pero que además se corresponda con la realidad.

- **Efectos**

Si la precisión de los puntos de apoyo no “encaja” con la precisión de las medidas realizadas en la imagen (puntos de paso) ya que estas últimas generalmente serán mas precisas, debemos de tener en cuenta lo siguiente:

- Si fijamos la precisión de los puntos de apoyo (precisión de la medida en campo) mas baja (esto es, desviación estándar alta, que lo que recomienda el “sistema imagen”, es decir la que recomienda MATCH-AT en sus opciones por defecto y que se corresponde con las fórmulas descritas en puntos anteriores, esto impide al ajuste “mover” o “corregir” los Puntos de Apoyo mas y reducir los RMS, y además provoca al ajuste esconder puntos de paso erróneos dentro del bloque que quedaría mucho mas “suelto”.

Es decir, si tenemos una precisión del apoyo de 30 cm por ejemplo y MATCH-AT nos recomienda 10 cm. Mantener los 30 cm como desviación estándar del apoyo podría provocar resultados inaceptables del bloque.

En cualquier caso, si fijamos la desviación estándar del apoyo mas baja, la precisión de los puntos de paso debe ser mayor ya que no podemos separar unas de las otras.

- Por otra parte, si fijamos los Puntos de Apoyo con precisiones mas altas, es decir desviación estándar baja) (iguales o próximas a la precisión teórica, la que nos proporciona MATCH-AT) podría provocar que algunos puntos de apoyo fueran eliminados debido a grandes errores aleatorios y nos quedáremos sin apoyo suficiente para calcular el bloque.

- ***Equilibrio***

Es importante encontrar el equilibrio entre la precisión en las imágenes y la precisión de los puntos de apoyo, esto es entre la precisión medida y la teórica, es decir la precisión entre sistema imagen y sistema objeto.

MATCH-AT utiliza un motor de ajuste modificado debido a la gran densidad de puntos de paso, lo cual permite asignar a los Puntos de Apoyo prácticamente la precisión obtenida en las medidas.

MATCH-AT determina los pesos a partir de las desviaciones y asumiendo unos 100 puntos de paso por imagen.

El sistema balanceado asigna pesos de acuerdo a un ratio apropiado que permite lanzar el ajuste.

En otras palabras: para trabajar con un proyecto (escala, resolución, solapes y distancia focal) y poder alcanzar la máxima precisión, es necesario tener unos puntos de control que sean equivalentes a las precisiones recomendadas del sistema balanceado.

- ***Trabajando con Match-AT***

Si los puntos de control son menos precisos que la precisión teórica, recomendamos lanzar primero el proceso con la precisión teórica.

- **Ejemplo:**

Los puntos de control se han medido en campo con una precisión teórica de 30 cm. El sistema balanceado de MATCH-AT exige 10 cm. Deberíamos asignar 10 cm como desviación estándar a priori en los settings de MATCH-AT.

Lo mas probable es que esto no provocará una eliminación masiva de puntos de control, aunque seguramente si que quedarán eliminados algunos de ellos. El operador entonces es el que tiene que ir adaptando la desviación estándar a priori e ir incrementándola hacia la precisión de campo. De acuerdo a nuestras experiencias, la desviación a priori utilizada finalmente no será la obtenida en campo, si no un valor intermedio entre la precisión de campo y la precisión teórica que recomienda MATCH-AT . Esta precisión intermedia se corresponde con el sistema balanceado.

Si por el contrario, podemos ajustar el bloque con pesos mas rigurosos sin que ello suponga la eliminación de puntos de control no será necesario incrementar la desviación estándar a priori.

Además de todas las pistas dadas en este texto es lógicamente necesario que el bloque tenga una conectividad suficiente de puntos de paso en todas las imágenes, que la distribución de puntos de apoyo sea acorde al bloque que tengamos y que haya suficientes medidas.