

CALIBRACIÓN SISTEMA INTEGRADO

*(Antena GNSS_IMU) - (IMU_Cámara) –
(IMU_Centro de Pivote de la Plataforma Giroestabilizada)*

VEXCEL EAGLE-80 – IMU Ile 256 Hz

AVION CESSNA 310 EC-ENH



1. CALIBRACION DEL SISTEMA INTEGRADO GNSS/INS:

Adjuntamos desarrollo del proceso de calibración del sistema integrado GNSS/INS realizado en polígono de calibración.

El diseño para la calibración objeto de análisis, es tipo “BLOQUE (PASADAS EN CRUZ)”, realizamos 6 pasadas en diferentes direcciones y sentidos (dos Oeste-Este y dos Norte-Sur) con recubrimientos del 80% en el sentido longitudinal y 45% en el sentido transversal. Procedemos a Aerotriangular 6 pasadas (P1-P6), con el fin de determinar los Boresight o los ángulos de desalineamiento, y posibles errores en la medición de los vectores Antena- IMU – CP Cámara. Para ello utilizamos 40 puntos de Control (xyh). El Software utilizado Macht-AT (Inpho).



Analizada la AT procedemos a realizar un nuevo cálculo de las coordenadas GNSS/INI aplicándoles el desalineamiento obtenido, contrastamos las coordenadas GNSS/INI procedentes del cálculo de la AT con las coordenadas calculadas en AEROoffice, utilizando este Software para la determinación de dichos offset. El Software utilizado AEROoffice (IGI) versión 5.1.f

Obtenida la nueva Orientación Externa procedemos a su análisis y verificación, para ello realizamos un Test_Control de las pasadas obteniendo las precisiones y residuos respecto de los puntos de Chequeo a partir directamente de la Orientación EO del vuelo.

De su análisis se deduce que el RMS de los residuos están dentro de las tolerancias exigidas, con lo que procedemos a dar como validez al cálculo de los parámetros de calibración del sistema Inercial.

De la misma manera a partir de los resultados obtenidos, contrastamos la medición Antena- IMU – CP Cámara por medios fotogramétricos con respecto a la obtenida por métodos topográficos.

Resumen de procesamiento:

Para el ajuste del bloque de calibración los datos de entrada a utilizar fueron los siguientes:

- Coordenadas X,Y,Z(h) de C.P a partir de la trayectoria GNSS/IMU en el sistema ETRS89 y Altitud Elipsoidal..
- Los giros Omega, Phi, Kappa, teniendo en cuenta la corrección por convergencia de Meridianos y el factor de escala en altura.
- Coordenadas X, Y, Z (h) de los Puntos de Apoyo en el sistema ETRS89.
- En el Ajuste de AT consideramos fijas las posiciones GPS, sin aplicar ningún parámetro de traslación o deriva.

Resumen el cálculo del desalineamiento o calibración del INS:

AEROoffice V5.1f 2010-01-07
Copyright by IGI mbH, 1996-2010

Dongle-ID: AO-0365
Owner: SPASA, Spain

Boresight Misalignment Calculations
26/07/2017 16:38:39

Project: POLCAL_EAGLE80
Projectfile: C:\AEROofficeV51\PROYECTOS\07_PROYECTOS_EAGLE80

Used input data:
Platform Solution: C:\AEROofficeV51\PROYECTOS\07_PROYECTOS_EAGLE80
Event Mark File : C:\AEROofficeV51\PROYECTOS\07_PROYECTOS_EAGLE80
AT Result File : C:\AEROofficeV51\PROYECTOS\07_PROYECTOS_EAGLE80
Importformat File: C:\AEROofficeV51\FORMATOS\PTOFORMAT

Coordinate system scalefactor correction for height applied
Used Height above ground: 1535.00 meter

Local Coordinate System:
UTM - WGS84 SPH - ellipsoidal Altitude
Selected Zone: 30N
Meridian Convergence corrected

Loading INS Data
86 usable events found

Loading AT Data
AT input: angles found
86 AT Data Sets imported
86 events with matching eventnumbers found.

Position offset for the single events [m]:

	number	time	east	north	alt	d east	d north	d alt
position:	57	135588.05	0.106	-0.040	0.055	0.101	-0.039	-0.052
position:	58	135590.35	0.089	0.054	0.086	0.085	0.055	-0.021
position:	59	135592.55	0.041	0.086	0.105	0.036	0.088	-0.003
position:	60	135594.85	0.047	0.093	0.111	0.042	0.095	0.004
position:	61	135597.05	0.044	0.120	0.097	0.039	0.122	-0.010
position:	62	135599.25	0.040	0.078	0.110	0.036	0.080	0.003
position:	63	135601.51	0.076	0.087	0.101	0.071	0.089	-0.007

	number	time	east	north	alt	d east	d north	d alt
position:	64	135603.75	0.054	0.052	0.103	0.049	0.053	-0.004
position:	65	135605.95	0.093	0.029	0.112	0.088	0.030	0.005
position:	66	135608.25	0.071	0.032	0.107	0.066	0.034	0.000
position:	67	135610.54	0.046	0.034	0.120	0.042	0.036	0.013
position:	68	135612.86	0.035	0.080	0.111	0.030	0.081	0.003
position:	69	135615.24	0.063	0.071	0.090	0.059	0.073	-0.017
position:	70	135617.54	0.078	0.045	0.087	0.073	0.046	-0.020
position:	71	135619.94	0.071	0.126	0.072	0.066	0.128	-0.035
position:	72	135768.72	-0.066	0.015	0.089	-0.071	0.016	-0.019
position:	73	135770.93	-0.066	-0.018	0.124	-0.070	-0.016	0.017
position:	74	135773.13	-0.043	-0.070	0.124	-0.048	-0.068	0.016
position:	75	135775.22	-0.045	-0.073	0.134	-0.049	-0.071	0.027
position:	76	135777.42	-0.035	-0.008	0.112	-0.039	-0.007	0.005
position:	77	135779.62	-0.024	-0.035	0.135	-0.028	-0.033	0.028
position:	78	135781.62	-0.039	-0.073	0.149	-0.043	-0.071	0.041
position:	79	135783.82	-0.024	-0.053	0.158	-0.028	-0.052	0.051
position:	80	135786.03	-0.028	-0.045	0.138	-0.032	-0.044	0.031
position:	81	135788.12	-0.016	0.001	0.156	-0.021	0.003	0.048
position:	82	135790.32	0.004	-0.039	0.155	0.000	-0.038	0.048
position:	83	135792.62	-0.062	0.025	0.150	-0.067	0.027	0.043
position:	84	135794.73	-0.031	0.013	0.135	-0.036	0.015	0.028
position:	85	135796.91	-0.047	-0.102	0.134	-0.051	-0.100	0.027
position:	86	135799.11	-0.065	-0.161	0.088	-0.070	-0.159	-0.019
position:	1	134869.78	-0.017	0.015	0.057	-0.021	0.016	-0.050
position:	2	134871.87	0.011	-0.013	0.098	0.007	-0.012	-0.009
position:	3	134873.97	-0.020	-0.004	0.093	-0.024	-0.002	-0.014
position:	4	134875.97	-0.001	-0.018	0.127	-0.005	-0.017	0.020
position:	5	134878.18	0.008	-0.039	0.132	0.004	-0.038	0.025
position:	6	134880.27	0.049	0.011	0.165	0.045	0.012	0.058
position:	7	134882.36	0.000	-0.006	0.141	-0.005	-0.005	0.033
position:	8	134884.49	0.023	0.004	0.168	0.018	0.006	0.061
position:	9	134886.56	0.034	0.016	0.179	0.029	0.017	0.072
position:	10	134888.67	0.040	-0.017	0.170	0.036	-0.015	0.063
position:	11	134890.76	0.098	-0.024	0.164	0.093	-0.022	0.057
position:	12	134892.87	0.056	-0.009	0.143	0.051	-0.007	0.036
position:	13	134894.87	0.060	-0.022	0.118	0.055	-0.020	0.011
position:	14	134897.07	0.036	0.002	0.123	0.031	0.004	0.016
position:	15	135052.24	-0.040	0.019	0.104	-0.045	0.021	-0.003
position:	16	135054.65	-0.004	0.061	0.109	-0.008	0.063	0.001
position:	17	135056.94	-0.012	0.064	0.107	-0.016	0.065	0.000
position:	18	135059.23	-0.011	0.010	0.141	-0.016	0.012	0.034
position:	19	135061.64	-0.026	0.021	0.140	-0.030	0.022	0.033
position:	20	135063.93	-0.038	0.041	0.132	-0.042	0.043	0.025
position:	21	135066.25	-0.063	0.016	0.136	-0.067	0.018	0.029
position:	22	135068.53	-0.050	0.032	0.128	-0.054	0.034	0.021
position:	23	135070.93	-0.025	0.017	0.117	-0.030	0.019	0.010
position:	24	135073.24	-0.025	0.021	0.114	-0.029	0.022	0.007
position:	25	135075.63	-0.060	0.024	0.075	-0.065	0.026	-0.032
position:	26	135077.94	-0.105	0.015	0.106	-0.110	0.016	-0.001
position:	27	135080.24	-0.089	-0.019	0.070	-0.094	-0.018	-0.038
position:	28	135082.52	-0.032	-0.011	0.082	-0.036	-0.009	-0.025
position:	29	135214.81	0.002	-0.022	0.059	-0.003	-0.020	-0.048
position:	30	135217.01	0.041	-0.002	0.069	0.037	0.000	-0.038
position:	31	135219.21	0.020	-0.028	0.113	0.016	-0.026	0.006
position:	32	135221.42	0.038	-0.026	0.117	0.034	-0.025	0.010
position:	33	135223.61	0.045	-0.033	0.118	0.040	-0.031	0.011
position:	34	135225.70	0.078	-0.061	0.136	0.074	-0.060	0.029
position:	35	135227.91	0.087	-0.094	0.147	0.082	-0.093	0.040
position:	36	135230.11	0.079	-0.045	0.165	0.074	-0.044	0.058
position:	37	135232.31	0.077	-0.068	0.164	0.073	-0.066	0.057
position:	38	135234.61	0.144	-0.033	0.144	0.140	-0.031	0.037
position:	39	135236.72	0.138	-0.097	0.140	0.133	-0.096	0.033
position:	40	135239.01	0.095	-0.068	0.134	0.090	-0.066	0.027
position:	41	135241.21	0.078	-0.023	0.135	0.074	-0.021	0.028
position:	42	135243.42	0.092	-0.011	0.114	0.087	-0.010	0.007
position:	43	135417.98	-0.010	-0.035	0.032	-0.015	-0.034	-0.075

	number	time	east	north	alt	d east	d north	d alt
position:	44	135420.38	-0.048	0.006	0.055	-0.053	0.008	-0.053
position:	45	135422.68	-0.024	0.009	0.045	-0.028	0.010	-0.062
position:	46	135424.97	0.010	0.008	0.077	0.005	0.009	-0.030
position:	47	135427.28	-0.019	-0.022	0.064	-0.023	-0.020	-0.043
position:	48	135429.58	-0.065	-0.009	0.065	-0.070	-0.007	-0.042
position:	49	135431.87	-0.090	-0.018	0.073	-0.094	-0.016	-0.034
position:	50	135434.17	-0.048	0.024	0.056	-0.053	0.026	-0.051
position:	51	135436.38	-0.054	0.037	0.048	-0.058	0.038	-0.060
position:	52	135438.67	-0.076	0.012	0.035	-0.080	0.014	-0.072
position:	53	135440.98	-0.111	-0.013	0.026	-0.116	-0.011	-0.081
position:	54	135443.27	-0.090	-0.011	0.023	-0.095	-0.009	-0.084
position:	55	135445.57	-0.096	-0.029	0.006	-0.100	-0.027	-0.101
position:	56	135447.88	-0.073	-0.016	-0.036	-0.078	-0.014	-0.144

Average position offset:

East: 0.004 m
North: -0.002 m
Alt: 0.107 m

Position offset RMS:

East: 0.060 m
North: 0.049 m
Alt: 0.041 m

Misalignment angles for the single events [deg]:

	number	time	roll	pitch	yaw	d roll	d pitch	d yaw
angle:	57	135588.05	0.1284	0.2904	-0.2959	-0.0024	0.0075	0.0036
angle:	58	135590.35	0.1292	0.2873	-0.2969	-0.0015	0.0043	0.0027
angle:	59	135592.55	0.1268	0.2832	-0.2962	-0.0039	0.0002	0.0033
angle:	60	135594.85	0.1278	0.2830	-0.2973	-0.0029	0.0001	0.0023
angle:	61	135597.05	0.1270	0.2828	-0.2975	-0.0037	-0.0001	0.0021
angle:	62	135599.25	0.1276	0.2837	-0.2979	-0.0031	0.0008	0.0016
angle:	63	135601.51	0.1282	0.2833	-0.2980	-0.0025	0.0003	0.0015
angle:	64	135603.75	0.1282	0.2845	-0.2984	-0.0025	0.0015	0.0012
angle:	65	135605.95	0.1292	0.2865	-0.2974	-0.0016	0.0036	0.0022
angle:	66	135608.25	0.1286	0.2860	-0.2983	-0.0021	0.0030	0.0013
angle:	67	135610.54	0.1279	0.2845	-0.2984	-0.0029	0.0016	0.0012
angle:	68	135612.86	0.1281	0.2839	-0.2985	-0.0027	0.0009	0.0010
angle:	69	135615.24	0.1294	0.2834	-0.2974	-0.0013	0.0005	0.0021
angle:	70	135617.54	0.1299	0.2827	-0.2981	-0.0008	-0.0002	0.0015
angle:	71	135619.94	0.1314	0.2778	-0.2980	0.0007	-0.0052	0.0016
angle:	72	135768.72	0.1308	0.2893	-0.3004	0.0001	0.0064	-0.0009
angle:	73	135770.93	0.1301	0.2877	-0.3000	-0.0006	0.0047	-0.0004
angle:	74	135773.13	0.1296	0.2856	-0.3017	-0.0012	0.0027	-0.0022
angle:	75	135775.22	0.1298	0.2842	-0.3014	-0.0010	0.0012	-0.0019
angle:	76	135777.42	0.1294	0.2877	-0.3013	-0.0014	0.0047	-0.0018
angle:	77	135779.62	0.1284	0.2859	-0.3017	-0.0023	0.0030	-0.0021
angle:	78	135781.62	0.1295	0.2836	-0.3022	-0.0013	0.0007	-0.0027
angle:	79	135783.82	0.1293	0.2839	-0.3014	-0.0014	0.0009	-0.0018
angle:	80	135786.03	0.1284	0.2836	-0.3008	-0.0024	0.0007	-0.0013
angle:	81	135788.12	0.1296	0.2846	-0.3018	-0.0011	0.0017	-0.0023
angle:	82	135790.32	0.1294	0.2841	-0.3009	-0.0014	0.0011	-0.0013
angle:	83	135792.62	0.1317	0.2864	-0.3009	0.0010	0.0035	-0.0014
angle:	84	135794.73	0.1314	0.2863	-0.3011	0.0007	0.0033	-0.0016
angle:	85	135796.91	0.1321	0.2827	-0.3017	0.0013	-0.0002	-0.0021
angle:	86	135799.11	0.1333	0.2797	-0.3012	0.0026	-0.0032	-0.0017
angle:	1	134869.78	0.1291	0.2858	-0.3076	-0.0017	0.0028	-0.0081
angle:	2	134871.87	0.1299	0.2840	-0.3070	-0.0009	0.0011	-0.0075
angle:	3	134873.97	0.1290	0.2843	-0.3072	-0.0017	0.0013	-0.0077
angle:	4	134875.97	0.1288	0.2831	-0.3072	-0.0020	0.0001	-0.0077
angle:	5	134878.18	0.1306	0.2826	-0.3076	-0.0002	-0.0004	-0.0081
angle:	6	134880.27	0.1293	0.2802	-0.3077	-0.0015	-0.0027	-0.0081
angle:	7	134882.36	0.1291	0.2819	-0.3082	-0.0016	-0.0011	-0.0087

	number	time	roll	pitch	yaw	d roll	d pitch	d yaw
angle:	8	134884.49	0.1310	0.2805	-0.3078	0.0003	-0.0024	-0.0083
angle:	9	134886.56	0.1296	0.2806	-0.3077	-0.0012	-0.0024	-0.0081
angle:	10	134888.67	0.1312	0.2797	-0.3080	0.0004	-0.0033	-0.0084
angle:	11	134890.76	0.1314	0.2778	-0.3078	0.0007	-0.0051	-0.0082
angle:	12	134892.87	0.1304	0.2794	-0.3081	-0.0003	-0.0036	-0.0086
angle:	13	134894.87	0.1310	0.2787	-0.3072	0.0002	-0.0043	-0.0076
angle:	14	134897.07	0.1304	0.2785	-0.3081	-0.0003	-0.0045	-0.0086
angle:	15	135052.24	0.1335	0.2838	-0.2985	0.0028	0.0009	0.0010
angle:	16	135054.65	0.1349	0.2844	-0.2982	0.0041	0.0015	0.0013
angle:	17	135056.94	0.1358	0.2837	-0.2989	0.0051	0.0008	0.0006
angle:	18	135059.23	0.1339	0.2832	-0.2982	0.0032	0.0003	0.0013
angle:	19	135061.64	0.1350	0.2813	-0.2991	0.0043	-0.0016	0.0005
angle:	20	135063.93	0.1343	0.2813	-0.2983	0.0036	-0.0017	0.0013
angle:	21	135066.25	0.1335	0.2805	-0.2981	0.0028	-0.0024	0.0014
angle:	22	135068.53	0.1346	0.2802	-0.2985	0.0039	-0.0027	0.0010
angle:	23	135070.93	0.1338	0.2803	-0.2977	0.0030	-0.0026	0.0018
angle:	24	135073.24	0.1342	0.2809	-0.2969	0.0034	-0.0020	0.0027
angle:	25	135075.63	0.1346	0.2785	-0.2971	0.0038	-0.0045	0.0025
angle:	26	135077.94	0.1341	0.2762	-0.2977	0.0034	-0.0067	0.0019
angle:	27	135080.24	0.1324	0.2757	-0.2974	0.0017	-0.0072	0.0021
angle:	28	135082.52	0.1329	0.2773	-0.2970	0.0021	-0.0056	0.0025
angle:	29	135214.81	0.1319	0.2886	-0.2966	0.0011	0.0056	0.0029
angle:	30	135217.01	0.1312	0.2873	-0.2978	0.0005	0.0043	0.0018
angle:	31	135219.21	0.1316	0.2870	-0.2984	0.0009	0.0040	0.0012
angle:	32	135221.42	0.1316	0.2856	-0.2980	0.0009	0.0027	0.0016
angle:	33	135223.61	0.1329	0.2836	-0.2981	0.0021	0.0006	0.0014
angle:	34	135225.70	0.1329	0.2842	-0.2979	0.0022	0.0013	0.0016
angle:	35	135227.91	0.1344	0.2827	-0.2983	0.0036	-0.0003	0.0012
angle:	36	135230.11	0.1319	0.2841	-0.2988	0.0012	0.0011	0.0007
angle:	37	135232.31	0.1328	0.2823	-0.2984	0.0021	-0.0006	0.0011
angle:	38	135234.61	0.1316	0.2805	-0.2990	0.0009	-0.0025	0.0006
angle:	39	135236.72	0.1347	0.2792	-0.2987	0.0040	-0.0037	0.0008
angle:	40	135239.01	0.1346	0.2818	-0.2987	0.0038	-0.0011	0.0009
angle:	41	135241.21	0.1331	0.2815	-0.2983	0.0024	-0.0015	0.0012
angle:	42	135243.42	0.1332	0.2790	-0.2991	0.0025	-0.0039	0.0004
angle:	43	135417.98	0.1277	0.2862	-0.2955	-0.0030	0.0033	0.0040
angle:	44	135420.38	0.1290	0.2850	-0.2955	-0.0017	0.0020	0.0041
angle:	45	135422.68	0.1290	0.2854	-0.2961	-0.0018	0.0025	0.0034
angle:	46	135424.97	0.1296	0.2853	-0.2959	-0.0011	0.0024	0.0036
angle:	47	135427.28	0.1277	0.2844	-0.2952	-0.0030	0.0015	0.0043
angle:	48	135429.58	0.1273	0.2816	-0.2955	-0.0034	-0.0013	0.0041
angle:	49	135431.87	0.1284	0.2824	-0.2952	-0.0024	-0.0006	0.0043
angle:	50	135434.17	0.1306	0.2826	-0.2939	-0.0001	-0.0003	0.0057
angle:	51	135436.38	0.1298	0.2832	-0.2934	-0.0010	0.0002	0.0061
angle:	52	135438.67	0.1291	0.2827	-0.2939	-0.0017	-0.0003	0.0057
angle:	53	135440.98	0.1293	0.2808	-0.2935	-0.0014	-0.0021	0.0060
angle:	54	135443.27	0.1295	0.2813	-0.2926	-0.0012	-0.0017	0.0069
angle:	55	135445.57	0.1294	0.2804	-0.2926	-0.0014	-0.0025	0.0069
angle:	56	135447.88	0.1301	0.2813	-0.2938	-0.0007	-0.0016	0.0057

Average Boresight Angles:

Roll: 0.1307 deg
Pitch: 0.2829 deg
Yaw: -0.2995 deg

Boresight Angle RMS:

Roll: 0.0023 deg
Pitch: 0.0029 deg
Yaw: 0.0042 deg

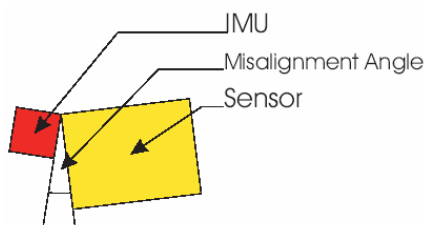
Success!!
Boresight Calculation finished

Parámetros obtenidos de la Calibracion del Sistema:

Del análisis anterior determinamos los Boresight o ángulos del desalineamiento por montaje del IMU en el interior de la Cámara. Dando como valores angulares para la corrección de la E0 definitiva:

Average Boresight Angles:

Roll: 0.1307 deg
Pitch: 0.2829 deg
Yaw: -0.2995 deg



De la misma manera los offset en posición GPS contrastados por métodos fotogramétricos con respecto a los obtenidos por métodos topográficos en la medición (Antena GPS_IMU) - (IMU_Cámara) - (IMU_Centro de Pivote de la Plataforma Giroestabilizada) son los siguientes:

Average position offset:

East: 0.004 m
North: -0.002 m
Alt: 0.107 m