

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. (2538). การสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล สันติธรรมนนท์. (2550). การรังวัดด้วยภาพในทางปฏิบัติ. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชา จิวาลัย. (2522). การคำนวณปรับแก้. เอกสารประกอบการสอน หมายเลข ส 24-03. ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒน์ ทนพมราช. (2537). การคำนวณปรับแก้. เอกสารประกอบการสอน. สำนักงานฝ่ายบัณฑิตศึกษา วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- สุกิจ วิเศษสินธุ์ และจนิษฐ์ ประเสริฐบุญกุล. (2550). ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ Lidar. วารสารอีเอสอาร์ไอประเทศไทย. (มกราคม) บริษัทอีเอสอาร์ไอ ประเทศไทย จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

- Brenner, C. (2006). Aerial Laser Scanning. Institute of Cartography and Geoinformatic
University of Hannover, Germany.
- Bretar F., Pierrot-Deseilligny, M., and Roux, M. (2004). Solving the Strip Adjustment Problem of 3D Airborne Lidar Data. Proceedings of the IEEE IGARSS'04, 20-24 September, Anchorage, Alaska.
- Canny, J. (1986). A Computational to Edge Detection, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-8(6): 679-698
- Castleman, K. R.(1996). Digital Image Processing. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- CHEMROAD, Polymer for Soil Stabilizer : Road destruction [Online]. 2010. Available from: <http://www.chemroad.com/en/Gallery/Road-destruction> [2010, November 10]
- Crombaghs, M., Min E.D., and Bruegelmann, R. (2000). On the Adjustment of Overlapping Strips of Laser Altimeter Height Data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 33(B3/1), pp. 230-237
- Csanyi, N. (2006). Precision LiDAR Mapping of Transportation Corridors Using LiDAR-Specific Ground Targets. Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science Ohio state University.
- GIMP, GNU Image Manipulation Program User Manual: 5. Edge-detect filters [Online]. 2010. Available from: <http://k12linux.mesd.k12.or.us/docs/gimp/en/index.html> [2010, November 1]
- Kilian, J., Haala, N., and Englich, M. (1996). Capture and evaluation of airborne laser scanner data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 31(B3), pp. 383-388
- LIDAR. Basic overview of LIDAR [Online]. 2010. Available from: <http://tmackinnon.com/2005/lidar/lidar.php> [2010, November 8]
- Pfeifer, N., Elberink, S.O., and Filin, S. (2005). Automatic Tie Elements Detection for Laser Scanner Strip Adjustment. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 36(3/W3), pp. 1682-1750.

- Semmlow, J.L. (2004). Biosignal and Biomedical Image Processing : MATLAB-Based Application. New York : Marcel Dekker, Inc.,
- Willers, J., et al. (2008). A post-processing step error correction algorithm for overlapping LiDAR strips from agricultural landscapes. Computers and Electronics in Agriculture, pp. 183-193

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงค่าความสูงต่างและความสูงปรับแก้ระหว่างแนวกบิน

ตารางแสดงค่าความสูงต่างและความสูงปรับแก้ระหว่างแนวกบิน

การทดลองปรับแก้ทั้งแนวกบินโดยแสดงจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้จำนวน 100 จุดข้อมูล
ตารางที่ ก-1 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 5 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
14.03	13.92	14.04929	13.90071	0.14858	13.97500	13.97500	0.00000
13.22	13.25	13.29833	13.17167	0.12666	13.23500	13.23500	0.00000
16.24	16.07	16.20317	16.10683	0.09634	16.15500	16.15500	0.00000
21.85	21.39	21.68816	21.55184	0.13631	21.62000	21.62000	0.00000
14.58	14.12	14.37027	14.32973	0.04054	14.35000	14.35000	0.00000
13.41	13.22	13.37248	13.25752	0.11495	13.31500	13.31500	0.00000
13.30	13.24	13.33578	13.20422	0.13157	13.27000	13.27000	0.00000
18.34	18.20	18.36585	18.17415	0.19170	18.27000	18.27000	0.00000
15.37	15.25	15.34801	15.27199	0.07603	15.31000	15.31000	0.00000
13.32	13.16	13.35226	13.12774	0.22453	13.24000	13.24000	0.00000
24.44	24.65	24.64684	24.44316	0.20367	24.54500	24.54500	0.00000
13.67	13.53	13.61726	13.58274	0.03451	13.60000	13.60000	0.00000
17.38	17.29	17.42272	17.24728	0.17543	17.33500	17.33500	0.00000
13.24	13.14	13.23753	13.14247	0.09507	13.19000	13.19000	0.00000
16.64	16.29	16.58043	16.34957	0.23085	16.46500	16.46500	0.00000
13.31	13.21	13.33922	13.18078	0.15845	13.26000	13.26000	0.00000
16.30	16.70	16.51531	16.48469	0.03061	16.50000	16.50000	0.00000
14.57	14.45	14.58974	14.43026	0.15947	14.51000	14.51000	0.00000
13.35	13.21	13.23319	13.32681	-0.09361	13.28000	13.28000	0.00000
14.05	13.97	14.00979	14.01021	-0.00043	14.01000	14.01000	0.00000
13.44	13.35	13.33911	13.45089	-0.11178	13.39500	13.39500	0.00000
14.06	13.92	14.02081	13.95919	0.06163	13.99000	13.99000	0.00000
16.02	16.43	16.24078	16.20922	0.03157	16.22500	16.22500	0.00000
13.83	13.75	13.79575	13.78425	0.01151	13.79000	13.79000	0.00000
13.32	13.25	13.27956	13.29044	-0.01088	13.28500	13.28500	0.00000
13.49	13.38	13.43659	13.43341	0.00319	13.43500	13.43500	0.00000
13.30	13.04	13.17111	13.16889	0.00223	13.17000	13.17000	0.00000
14.00	13.98	14.07493	13.90507	0.16986	13.99000	13.99000	0.00000
13.85	13.78	13.89056	13.73944	0.15111	13.81500	13.81500	0.00000
14.15	14.02	14.03475	14.13525	-0.10050	14.08500	14.08500	0.00000

ตารางที่ ก-1 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 5 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
13.95	13.98	13.94613	13.98387	-0.03774	13.96500	13.96500	0.00000
14.05	13.92	13.95239	14.01761	-0.06521	13.98500	13.98500	0.00000
14.20	14.11	14.19979	14.11021	0.08958	14.15500	14.15500	0.00000
22.50	22.60	22.56115	22.53885	0.02231	22.55000	22.55000	0.00000
13.82	13.77	13.82831	13.76169	0.06662	13.79500	13.79500	0.00000
13.66	13.46	13.60979	13.51021	0.09958	13.56000	13.56000	0.00000
14.09	13.91	14.02915	13.97085	0.05830	14.00000	14.00000	0.00000
13.79	13.60	13.73150	13.65850	0.07301	13.69500	13.69500	0.00000
14.04	13.94	13.94823	14.03177	-0.08354	13.99000	13.99000	0.00000
13.34	13.21	13.24123	13.30877	-0.06754	13.27500	13.27500	0.00000
13.72	13.68	13.73473	13.66527	0.06946	13.70000	13.70000	0.00000
13.62	13.48	13.67883	13.42117	0.25766	13.55000	13.55000	0.00000
13.44	13.33	13.36836	13.40164	-0.03328	13.38500	13.38500	0.00000
13.36	13.28	13.34177	13.29823	0.04354	13.32000	13.32000	0.00000
13.94	13.96	13.97173	13.92827	0.04347	13.95000	13.95000	0.00000
13.61	13.49	13.59737	13.50263	0.09473	13.55000	13.55000	0.00000
14.07	13.94	14.07416	13.93584	0.13831	14.00500	14.00500	0.00000
14.01	13.81	13.94468	13.87532	0.06935	13.91000	13.91000	0.00000
13.71	13.59	13.72524	13.57476	0.15047	13.65000	13.65000	0.00000
14.08	13.96	13.99146	14.04854	-0.05708	14.02000	14.02000	0.00000
14.01	13.87	13.96662	13.91338	0.05324	13.94000	13.94000	0.00000
13.33	13.24	13.29986	13.27014	0.02971	13.28500	13.28500	0.00000
16.27	16.50	16.42590	16.34410	0.08181	16.38500	16.38500	0.00000
17.99	17.93	17.98841	17.93159	0.05681	17.96000	17.96000	0.00000
13.58	13.47	13.59748	13.45252	0.14496	13.52500	13.52500	0.00000
14.19	14.07	14.14955	14.11045	0.03910	14.13000	14.13000	0.00000
13.40	13.26	13.40273	13.25727	0.14547	13.33000	13.33000	0.00000
13.54	13.37	13.50793	13.40207	0.10586	13.45500	13.45500	0.00000
13.63	13.49	13.62854	13.49146	0.13707	13.56000	13.56000	0.00000
14.04	13.98	14.03893	13.98107	0.05785	14.01000	14.01000	0.00000

ตารางที่ ก-1 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 5 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
13.29	13.23	13.31035	13.20965	0.10070	13.26000	13.26000	0.00000
15.13	15.09	15.15742	15.06258	0.09484	15.11000	15.11000	0.00000
13.96	13.92	13.99090	13.88910	0.10181	13.94000	13.94000	0.00000
13.31	13.27	13.33173	13.24827	0.08346	13.29000	13.29000	0.00000
13.75	13.63	13.77554	13.60446	0.17108	13.69000	13.69000	0.00000
14.27	14.12	14.23495	14.15505	0.07989	14.19500	14.19500	0.00000
14.05	13.88	14.05347	13.87653	0.17693	13.96500	13.96500	0.00000
13.58	13.47	13.62894	13.42106	0.20788	13.52500	13.52500	0.00000
14.00	13.96	14.09187	13.86813	0.22375	13.98000	13.98000	0.00000
13.60	13.50	13.52854	13.57146	-0.04292	13.55000	13.55000	0.00000
13.36	13.27	13.39009	13.23991	0.15018	13.31500	13.31500	0.00000
14.22	14.04	14.26090	13.99910	0.26180	14.13000	14.13000	0.00000
14.20	14.11	14.28648	14.02352	0.26296	14.15500	14.15500	0.00000
16.30	17.04	16.75531	16.58469	0.17062	16.67000	16.67000	0.00000
13.40	13.28	13.49485	13.18515	0.30970	13.34000	13.34000	0.00000
14.07	13.96	14.05245	13.97755	0.07491	14.01500	14.01500	0.00000
13.49	13.38	13.48782	13.38218	0.10564	13.43500	13.43500	0.00000
14.15	13.91	14.05139	14.00861	0.04277	14.03000	14.03000	0.00000
14.01	13.89	14.03638	13.86362	0.17275	13.95000	13.95000	0.00000
14.80	14.65	14.91775	14.53225	0.38550	14.72500	14.72500	0.00000
13.78	13.61	13.78065	13.60935	0.17131	13.69500	13.69500	0.00000
13.52	13.41	13.51797	13.41203	0.10595	13.46500	13.46500	0.00000
14.12	14.10	14.24642	13.97358	0.27284	14.11000	14.11000	0.00000
23.25	23.32	23.32449	23.24551	0.07897	23.28500	23.28500	0.00000
13.73	13.56	13.66412	13.62588	0.03825	13.64500	13.64500	0.00000
14.08	14.01	14.18439	13.90561	0.27878	14.04500	14.04500	0.00000
13.36	13.20	13.35333	13.20667	0.14665	13.28000	13.28000	0.00000
14.01	13.93	14.00573	13.93427	0.07146	13.97000	13.97000	0.00000
14.69	14.52	14.68392	14.52608	0.15783	14.60500	14.60500	0.00000
13.99	13.87	13.99917	13.86083	0.13834	13.93000	13.93000	0.00000

ตารางที่ ก-1 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 5 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
15.50	15.45	15.58711	15.36289	0.22422	15.47500	15.47500	0.00000
13.97	13.89	13.99602	13.86398	0.13203	13.93000	13.93000	0.00000
14.73	14.57	14.71361	14.58639	0.12722	14.65000	14.65000	0.00000
24.16	23.99	24.35722	23.79278	0.56444	24.07500	24.07500	0.00000
18.12	17.72	18.06164	17.77836	0.28329	17.92000	17.92000	0.00000
14.16	14.00	14.14175	14.01825	0.12349	14.08000	14.08000	0.00000
13.78	13.69	13.83723	13.63277	0.20446	13.73500	13.73500	0.00000
16.67	16.92	16.89006	16.69994	0.19012	16.79500	16.79500	0.00000
14.11	14.03	14.13513	14.00487	0.13027	14.07000	14.07000	0.00000
13.55	13.44	13.58489	13.40511	0.17978	13.49500	13.49500	0.00000

ตารางที่ ก-2 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 10 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
13.1800	13.2300	13.52380	12.88620	0.63761	13.20500	13.20500	0.00000
13.2100	13.0800	13.42947	12.86053	0.56894	13.14500	13.14500	0.00000
13.7200	13.7800	13.95886	13.54114	0.41773	13.75000	13.75000	0.00000
13.7600	13.8500	14.04114	13.56886	0.47228	13.80500	13.80500	0.00000
13.4100	13.5900	13.76658	13.23342	0.53315	13.50000	13.50000	0.00000
13.1500	13.2400	13.51667	12.87333	0.64334	13.19500	13.19500	0.00000
13.5500	13.7400	13.82456	13.46544	0.35913	13.64500	13.64500	0.00000
19.7900	19.7700	19.81147	19.74853	0.06295	19.78000	19.78000	0.00000
21.1500	21.2000	21.21507	21.13493	0.08014	21.17500	21.17500	0.00000
15.8500	16.1300	16.00203	15.97797	0.02405	15.99000	15.99000	0.00000
14.0000	13.9800	14.15266	13.82734	0.32533	13.99000	13.99000	0.00000
13.8300	13.7700	13.76090	13.83910	-0.07820	13.80000	13.80000	0.00000
18.0300	17.5000	17.72590	17.80410	-0.07820	17.76500	17.76500	0.00000
20.3500	20.2100	20.27947	20.28053	-0.00106	20.28000	20.28000	0.00000
13.1200	13.2000	13.49874	12.82126	0.67748	13.16000	13.16000	0.00000
13.8800	13.9300	13.99967	13.81033	0.18934	13.90500	13.90500	0.00000
14.8100	14.9700	14.92377	14.85623	0.06755	14.89000	14.89000	0.00000
14.9100	14.5700	14.74427	14.73573	0.00853	14.74000	14.74000	0.00000
13.2100	13.2300	13.53108	12.90892	0.62216	13.22000	13.22000	0.00000
14.0100	14.0100	14.17743	13.84257	0.33485	14.01000	14.01000	0.00000
20.4900	20.5700	20.61460	20.44540	0.16920	20.53000	20.53000	0.00000
16.6700	16.5800	16.61123	16.63877	-0.02755	16.62500	16.62500	0.00000
13.0100	12.9200	13.29727	12.63273	0.66453	12.96500	12.96500	0.00000
13.5200	13.5600	13.79641	13.28359	0.51282	13.54000	13.54000	0.00000
13.1800	13.2300	13.51888	12.89112	0.62776	13.20500	13.20500	0.00000
17.6200	17.6200	17.59452	17.64548	-0.05096	17.62000	17.62000	0.00000
13.4700	13.4800	13.69714	13.25286	0.44427	13.47500	13.47500	0.00000
15.4500	15.4000	15.44562	15.40438	0.04124	15.42500	15.42500	0.00000
18.9500	18.0900	18.48279	18.55720909	-0.07442	18.52000	18.52000	0.00000
13.1400	13.2700	13.50118	12.9088169	0.59237	13.20500	13.20500	0.00000

ตารางที่ ก-2 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 10 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
16.79	17.05	16.93636	16.90364068	0.03272	16.92000	16.92000	0.00000
13.53	13.67	13.77800	13.42199994	0.35600	13.60000	13.60000	0.00000
16.15	16.51	16.33054	16.32946191	0.00108	16.33000	16.33000	0.00000
17.36	17.48	17.42444	17.41556038	0.00888	17.42000	17.42000	0.00000
14.44	14.49	14.45643	14.47356859	-0.01714	14.46500	14.46500	0.00000
19.10	18.95	19.16026	18.88973676	0.27053	19.02500	19.02500	0.00000
13.27	13.45	13.63319	13.0868108	0.54638	13.36000	13.36000	0.00000
13.12	13.24	13.50113	12.85886862	0.64226	13.18000	13.18000	0.00000
13.98	14.18	14.23927	13.92072862	0.31854	14.08000	14.08000	0.00000
16.34	16.25	16.30991	16.28009131	0.02982	16.29500	16.29500	0.00000
13.13	13.19	13.48613	12.83386718	0.65227	13.16000	13.16000	0.00000
13.08	13.18	13.47437	12.78562717	0.68875	13.13000	13.13000	0.00000
13.60	13.74	13.65176	13.68824273	-0.03649	13.67000	13.67000	0.00000
17.78	18.13	17.96931	17.9406875	0.02862	17.95500	17.95500	0.00000
14.41	14.44	14.44582	14.40417917	0.04164	14.42500	14.42500	0.00000
13.15	13.16	13.47163	12.83836894	0.63326	13.15500	13.15500	0.00000
13.14	13.21	13.46734	12.88266404	0.58467	13.17500	13.17500	0.00000
17.85	17.77	17.88417	17.73583119	0.14834	17.81000	17.81000	0.00000
14.81	14.81	14.81526	14.80474163	0.01052	14.81000	14.81000	0.00000
20.34	20.46	20.46710	20.33290119	0.13420	20.40000	20.40000	0.00000
15.29	15.31	15.27796	15.32204011	-0.04408	15.30000	15.30000	0.00000
13.25	13.32	13.54908	13.02092298	0.52815	13.28500	13.28500	0.00000
16.96	16.74	16.86755	16.83244524	0.03511	16.85000	16.85000	0.00000
21.60	22.03	21.80544	21.82455822	-0.01912	21.81500	21.81500	0.00000
16.81	16.96	17.22797	16.54203323	0.68593	16.88500	16.88500	0.00000
13.21	13.26	13.54679	12.9232141	0.62357	13.23500	13.23500	0.00000
13.10	13.21	13.46791	12.84208778	0.62582	13.15500	13.15500	0.00000
14.37	14.38	14.39386	14.35613999	0.03772	14.37500	14.37500	0.00000
17.67	17.85	17.71310	17.80689899	-0.09380	17.76000	17.76000	0.00000
14.54	14.61	14.59193	14.55807398	0.03385	14.57500	14.57500	0.00000

ตารางที่ ก-2 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 10 เซนติเมตร
(แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
14.83	14.88	14.86439	14.84561355	0.01877	14.85500	14.85500	0.00000
18.56	18.73	18.61385	18.67614849	-0.06230	18.64500	18.64500	0.00000
18.09	17.68	17.85286	17.91714419	-0.06429	17.88500	17.88500	0.00000
15.07	15.59	15.33961	15.32039053	0.01922	15.33000	15.33000	0.00000
17.49	17.52	17.52060	17.48940021	0.03120	17.50500	17.50500	0.00000
21.58	21.14	21.42663	21.29336837	0.13326	21.36000	21.36000	0.00000
13.29	13.28	13.54166	13.02833599	0.51333	13.28500	13.28500	0.00000
14.39	14.51	14.44712	14.45287643	-0.00575	14.45000	14.45000	0.00000
13.15	13.25	13.50596	12.89403916	0.61192	13.20000	13.20000	0.00000
16.32	16.11	16.18392	16.24607894	-0.06216	16.21500	16.21500	0.00000
13.99	14.01	14.13005	13.86995234	0.26010	14.00000	14.00000	0.00000
13.53	13.58	13.86609	13.24390569	0.62219	13.55500	13.55500	0.00000
13.15	13.24	13.52812	12.86188262	0.66623	13.19500	13.19500	0.00000
14.95	14.16	14.62643	14.48357259	0.14285	14.55500	14.55500	0.00000
14.78	14.52	14.70288	14.59712138	0.10576	14.65000	14.65000	0.00000
13.93	14.00	14.09705	13.83295483	0.26409	13.96500	13.96500	0.00000
13.37	13.38	13.62466	13.12533898	0.49932	13.37500	13.37500	0.00000
13.81	14.67	14.18904	14.29095658	-0.10191	14.24000	14.24000	0.00000
13.17	13.18	13.47177	12.87822778	0.59354	13.17500	13.17500	0.00000
13.95	14.05	14.14837	13.85162831	0.29674	14.00000	14.00000	0.00000
13.97	14.04	14.16766	13.8423432	0.32531	14.00500	14.00500	0.00000
16.94	17.00	16.99101	16.94899117	0.04202	16.97000	16.97000	0.00000
13.14	13.26	13.46358	12.93642001	0.52716	13.20000	13.20000	0.00000
21.36	21.60	21.49690	21.46309684	0.03381	21.48000	21.48000	0.00000
13.38	13.41	13.68860	13.10139917	0.58720	13.39500	13.39500	0.00000
13.96	13.97	14.12224	13.8077613	0.31448	13.96500	13.96500	0.00000
14.03	14.09	14.01529	14.1047144	-0.08943	14.06000	14.06000	0.00000
13.16	13.24	13.48271	12.91729091	0.56542	13.20000	13.20000	0.00000
13.29	13.29	13.53655	13.04345347	0.49309	13.29000	13.29000	0.00000
19.51	19.20	19.41935	19.29064692	0.12871	19.35500	19.35500	0.00000

ตารางที่ ก-2 ผลการปรับแก้ค่าความสูงคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบิน ระยะห่างระหว่างจุด 10 เซนติเมตร (แนวกบินที่ซ้อนทับกัน) (ต่อ)

ค่าความสูงระหว่างแนวกบิน		สมการระนาบ		ค่าแก้	ค่าปรับแก้		ค่าคลาดเคลื่อน
แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	ความสูงต่าง	แนวกบินที่ 1	แนวกบินที่ 2	
13.31	13.39	13.61403	13.08596902	0.52806	13.35000	13.35000	0.00000
19.05	18.52	18.73337	18.83663026	-0.10326	18.78500	18.78500	0.00000
14.93	14.85	14.91939	14.8606141	0.05877	14.89000	14.89000	0.00000
13.25	13.41	13.59111	13.06889488	0.52221	13.33000	13.33000	0.00000
14.26	14.29	14.28235	14.26764502	0.01471	14.27500	14.27500	0.00000
13.09	13.22	13.44312	12.86688393	0.57623	13.15500	13.15500	0.00000
16.90	16.54	16.82372	16.61627594	0.20745	16.72000	16.72000	0.00000
15.49	15.18	15.32128	15.34872403	-0.02745	15.33500	15.33500	0.00000
13.30	13.50	13.70911	13.09088563	0.61823	13.40000	13.40000	0.00000
13.52	13.61	13.74966	13.38033896	0.36932	13.56500	13.56500	0.00000

ตารางที่ ก-3 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวนินที่ 1 (ปรับแก้ทั้งแนวนิน)

ค่าความสูง	ค่าแก้	ค่าปรับแก้
แนวนินที่ 1	ความสูง	แนวนินที่ 1
13.63	0.41096	13.21904
13.49	0.41028	13.07972
13.17	0.40943	12.76057
13.20	0.40711	12.79289
13.64	0.40844	13.23156
13.90	0.38776	13.51224
13.24	0.38640	12.85360
13.61	0.38544	13.22456
13.10	0.38396	12.71604
13.11	0.38312	12.72688
13.52	0.36144	13.15856
13.29	0.35985	12.93015
13.46	0.33936	13.12064
13.16	0.35907	12.80093
13.61	0.33864	13.27136
13.31	0.33731	12.97269
13.21	0.33609	12.87391
13.20	0.33492	12.86508
13.55	0.31541	13.23459
13.50	0.31447	13.18553
13.35	0.31095	13.03905
13.66	0.31196	13.34804
13.70	0.31310	13.38690
13.30	0.28674	13.01326
14.09	0.26717	13.82283
13.63	0.26604	13.36396
13.62	0.26484	13.35516
13.30	0.26297	13.03703
13.51	0.26357	13.24643
14.06	0.24319	13.81681
13.74	0.24221	13.49779
17.82	0.24065	17.57935
13.51	0.23874	13.27126

ตารางที่ ก-3 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวนินที่ 1 (ปรับแก้ทั้งแนวนิน) (ต่อ)

ค่าความสูง แนวนินที่ 1	ค่าแก้ ความสูง	ค่าปรับแก้ แนวนินที่ 1
13.63	0.23963	13.39037
14.33	0.21918	14.11082
13.92	0.21779	13.70221
17.83	0.21675	17.61325
16.88	0.21425	16.66575
13.88	0.21539	13.66461
14.46	0.19498	14.26502
25.02	0.19418	24.82582
28.58	0.19288	28.38712
13.95	0.19048	13.75952
15.98	0.19783	15.78217
22.79	0.17098	22.61902
25.81	0.16965	25.64035
28.97	0.16851	28.80149
19.54	0.14702	19.39298
16.51	0.14603	16.36397
25.10	0.14467	24.95533
13.78	0.14245	13.63755
13.87	0.14327	13.72673
30.31	0.12162	30.18838
14.21	0.12247	14.08753
17.69	0.12039	17.56961
17.17	0.11914	17.05086
17.16	0.11875	17.04125
14.07	0.09840	13.97160
13.87	0.09770	13.77230
21.60	0.09644	21.50356
14.34	0.09544	14.24456
14.48	0.09429	14.38571
13.92	0.07426	13.84574
13.81	0.07373	13.73627
15.41	0.07259	15.33741
14.00	0.06992	13.93008

ตารางที่ ก-3 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวนินที่ 1 (ปรับแก้ทั้งแนวนิน) (ต่อ)

ค่าความสูง	ค่าแก้	ค่าปรับแก้
แนวนินที่ 1	ความสูง	แนวนินที่ 1
19.22	0.07109	19.14891
13.95	0.05033	13.89967
13.85	0.04927	13.80073
15.43	0.04720	15.38280
20.04	0.04829	19.99171
14.71	0.04617	14.66383
13.65	0.02658	13.62342
13.88	0.02534	13.85466
22.81	0.02297	22.78703
17.22	0.02167	17.19833
13.75	0.00246	13.74754
15.01	-0.00233	15.01233
14.03	-0.00105	14.03105
16.75	0.00033	16.74967
13.91	0.00126	13.90874
16.02	-0.02403	16.04403
14.28	-0.02615	14.30615
13.73	-0.02332	13.75332
13.97	-0.02525	13.99525
15.91	-0.05060	15.96060
13.58	0.36366	13.21634
13.75	0.36243	13.38757
13.77	0.29141	13.47859
13.52	0.29019	13.22981
13.89	0.28918	13.60082
13.34	0.28798	13.05202
13.90	0.16762	13.73238
23.82	0.16640	23.65360
14.26	0.02440	14.23560
13.89	-0.02160	13.91160
20.83	-0.04584	20.87584
13.72	-0.04653	13.76653
16.60	-0.04848	16.64848
13.88	-0.04931	13.92931

ตารางที่ ก-4 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวกบินที่ 2 (ปรับแก้ทั้งแนวกบิน)

ค่าความสูง	ค่าแก้	ค่าปรับแก้
แนวกบินที่ 2	ความสูง	แนวกบินที่ 2
13.38	0.79630	12.58370
13.24	0.79358	12.44642
13.90	0.79161	13.10839
13.28	0.78885	12.49115
13.17	0.75238	12.41762
13.45	0.74298	12.70702
13.20	0.78616	12.41384
13.22	0.74523	12.47477
13.22	0.74051	12.47949
13.30	0.70005	12.59995
13.15	0.69760	12.45240
13.44	0.73731	12.70269
13.39	0.65194	12.73806
13.32	0.69259	12.62741
13.23	0.64890	12.58110
13.27	0.64735	12.62265
13.28	0.64480	12.63520
13.85	0.60410	13.24590
13.36	0.64162	12.71838
13.25	0.60147	12.64853
13.52	0.59888	12.92112
13.12	0.59577	12.52423
13.23	0.59296	12.63704
13.58	0.50732	13.07268
13.51	0.50447	13.00553
13.74	0.45923	13.28077
13.23	0.50265	12.72735
18.55	0.50026	18.04974
13.19	0.49694	12.69306
13.62	0.46113	13.15887
13.85	0.45244	13.39756
13.96	0.41099	13.54901
13.26	0.45445	12.80555

ตารางที่ ก-4 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวนินที่ 2 (ปรับแก้ทั้งแนวนิน) (ต่อ)

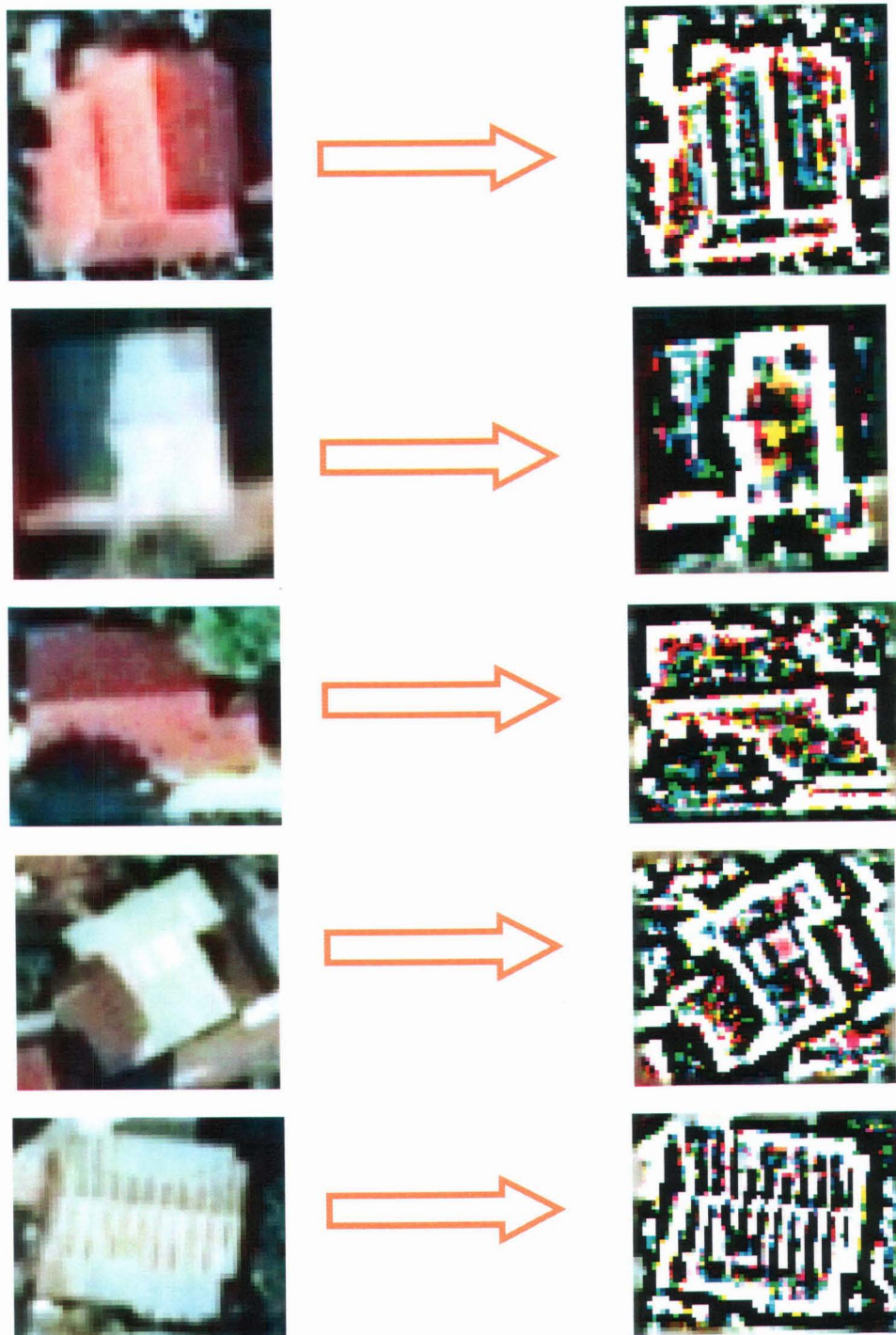
ค่าความสูง	ค่าแก้	ค่าปรับแก้
แนวนินที่ 2	ความสูง	แนวนินที่ 2
15.86	0.44918	15.41082
21.53	0.36039	21.16961
13.21	0.40625	12.80375
13.17	0.40410	12.76590
13.64	0.40139	13.23861
13.65	0.35507	13.29493
13.47	0.35751	13.11249
14.03	0.36019	13.66981
13.66	0.31092	13.34908
13.60	0.35312	13.24688
13.82	0.30932	13.51068
17.80	0.26663	17.53337
15.87	0.30459	15.56541
13.80	0.26248	13.53752
17.72	0.26170	17.45830
17.41	0.25885	17.15115
15.93	0.21894	15.71106
14.04	0.21326	13.82674
13.86	0.21613	13.64387
13.48	0.25663	13.22337
19.18	0.17014	19.00986
14.42	0.21169	14.20831
18.85	0.20812	18.64188
23.39	0.16338	23.22662
14.33	0.16040	14.16960
23.54	0.12000	23.42000
14.79	0.12274	14.66726
16.02	0.11737	15.90263
21.34	0.11249	21.22751
17.46	0.07433	17.38567
13.85	0.11513	13.73487
14.96	0.07128	14.88872
17.66	0.06910	17.59090

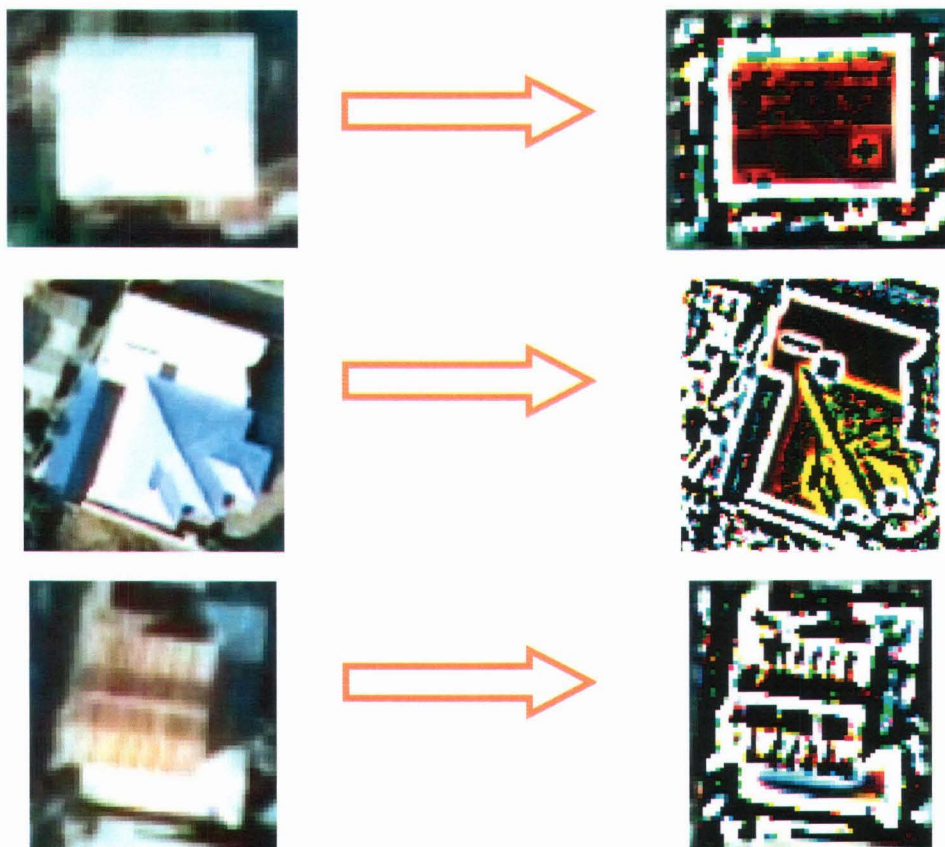
ตารางที่ ก-4 ค่าความสูงและค่าความสูงปรับแก้แนวนินที่ 2 (ปรับแก้ทั้งแนวนิน) (ต่อ)

ค่าความสูง แนวนินที่ 2	ค่าแก้ ความสูง	ค่าปรับแก้ แนวนินที่ 2
13.87	0.06672	13.80328
13.61	0.06418	13.54582
18.46	0.02646	18.43354
12.35	0.01576	12.33424
14.07	-0.02248	14.09248
14.59	-0.02422	14.61422
13.74	-0.02728	13.76728
13.30	-0.03240	13.33240
13.74	-0.02960	13.76960
14.14	-0.07061	14.21061
13.78	-0.07495	13.85495
21.14	-0.07282	21.21282
18.54	-0.07719	18.61719
13.56	-0.08011	13.64011
13.97	-0.11874	14.08874
13.22	0.69472	12.52528
13.25	0.68972	12.56028
13.49	0.55602	12.93398
13.62	0.55337	13.06663
13.55	0.55097	12.99903
13.24	0.54825	12.69175
13.30	0.54594	12.75406
14.88	0.31297	14.56703
13.68	0.40826	13.27174
13.58	0.30727	13.27273
24.27	0.16769	24.10231
14.00	0.16694	13.83306
19.96	0.02394	19.93606
18.89	0.02055	18.86945
14.12	0.01814	14.10186
13.79	-0.12048	13.91048
18.10	-0.12319	18.22319
13.86	-0.12551	13.98551
13.57	-0.12868	13.69868

ภาคผนวก ข
การหาขอบเขตของวัตถุ

การหาขอบวัตถุ (Edge Detection) โดยใช้วิธี Canny ด้วยโปรแกรม Matlab 2008a ในการหาขอบวัตถุของพื้นที่อาคาร ซึ่งในภาคผนวก ข นี้จะแสดงตัวอย่างของ อาคารที่ทำการหาขอบวัตถุเรียบร้อยแล้ว





รูปที่ ข-1 แสดงการหาขอบวัตถุด้วยวิธี Canny โดยใช้ Matlab 2008a

ภาคผนวก ค
การประมวลผลด้วยโปรแกรม Matlab 2008a

เนื่องจากการคำนวณการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนระหว่างแนวกบินซึ่งมีจำนวนตัวแปรในการคำนวณค่า ข้อมูล LiDAR จำนวนมาก จึงจำเป็นต้องใช้โปรแกรมประยุกต์ในการช่วยในการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการคำนวณช่วยได้แก่โปรแกรม Matlab 2008a ซึ่งได้มีการคำนวณเพื่อได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ปรับแก้แล้วโดยวิธีลีสท์สแควร์ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ดังนี้

```
clc
clear all
%%Data from Strip-1
xy1 = xlsread('deaw_new_data(3).xlsx','10cm','L3:N3');
data1 = xlsread('deaw_new_data(3).xlsx','10cm','C3:E102');

%%Data from Strip-2
xy2 = xlsread('deaw_new_data(3).xlsx','10cm','O3:Q3');
data2 = xlsread('deaw_new_data(3).xlsx','10cm','F3:H102');

Lb = [data1(:,3)-data2(:,3)];
n = size(Lb,1);
% Model La=F(Xa)
% dH = a + b*(xc1-x1) + c*(yc1-y1) - d - e*(xc2-x2) - f*(yc2-y2);

% Parameters :
%-----Approximate X0(a1-a3,b1-b3)-----%
[a b c] = solve('a1 + a2*(682935.21-683125.92) + a3*(1617910.41-1618404.59)=0.09','a1 + a2*(682935.21-683130.24) + a3*(1617910.41-1618411.08)=0.12','a1 + a2*(682935.21-683128.44) + a3*(1617910.41-1618415.18)=0.02');
[d e f] = solve('a1 + a2*(683693.19-683125.93) + a3*(1617910.92-1618404.63)=0.09','a1 + a2*(683693.19-683130.24) + a3*(1617910.92-1618411.07)=0.12','a1 + a2*(683693.19-683128.46) + a3*(1617910.92-1618415.16)=0.02');
%a + b*(682934.12-683125.92) + c*(0-1618404.59)-17.22
%d + e*(682934.12-683125.93) + f*(0-1618404.63)-17.13
X0 = [a-d;b;c;e;f];
xc1 = xy1(1);
yc1 = xy1(2);
xc2 = xy2(1);
yc2 = xy2(2);
for i=1:1
for i=1:n
x1 = data1(i,1);
y1 = data1(i,2);
x2 = data2(i,1);
y2 = data2(i,2);
A(i,1) = 1;
A(i,2) = xc1-x1;
A(i,3) = yc1-y1;
A(i,4) = -xc2+x2;
A(i,5) = -yc2+y2;
L0(i,1)= X0(1) + X0(2)*(xc1-x1) + X0(3)*(yc1-y1) - X0(4)*(xc2-x2) -
X0(5)*(yc2-y2);
end
L = L0-Lb;
N = A'*A;
U = A'*L;
X = -inv(N)*U
```



```

Xa= X0+X;
X0= Xa;
V = A*X+L;
VPV = V'*V;
end

for i=1:n
    delH(i,1) = Xa(1) + Xa(2)*(xc1-data1(i,1)) + Xa(3)*(yc1-data1(i,2)) -
Xa(4)*(xc2-data2(i,1)) - Xa(5)*(yc2-data2(i,2));
end

data3 = xlsread('deaw_new_data(3).xlsx','sum2','B3:G102');
for i=1:size(data3,1)
    delH1(i,1) = Xa(1) + Xa(2)*(xc1-data3(i,1)) + Xa(3)*(yc1-data3(i,2)) -
Xa(4)*(xc2-data3(i,4)) - Xa(5)*(yc2-data3(i,5));
end
check2 = [delH1 data3(:,3) data3(:,6)];
%%-----Part2-----
z1 = data1(:,3);
z2 = data2(:,3);

for i=1:n
    B(i,(i-1)*2+1) = 1;
    B(i,(i-1)*2+2) = -1;
    W(i,1) = (z1(i,1)-z2(i,1))-delH(i,1);
    Lb1(2*i-1,1) = z1(i,1);
    Lb1(2*i,1) = z2(i,1);
end

M = B*B';
K = -inv(M)*W;
V = B'*K;
Lal= Lb1+V;

for i=1:n
    dHadj(i,1) = Lal(2*i-1,1) - Lal(2*i,1);
    z1_new(i,1)= Lal(2*i-1,1); %% ค่าใหม่ z ของ strip1
    z2_new(i,1)= Lal(2*i,1); %% ค่าใหม่ z ของ strip2
end
%check = dHadj - delH;

%-----Final result-----
final = [z1_new z2_new delH];

%-----Describe a final-parameter-----
%column1 are value z of strip1
%column2 are value z of strip2
%column3 are difference z between strip1-strip2 (dH = z1-z2)

%%-----Part3-----
z3 = data3(:,3);
z4 = data3(:,6);

for i=1:size(data3,1)
    B1(i,(i-1)*2+1) = 1;
    B1(i,(i-1)*2+2) = -1;
    W1(i,1) = (z3(i,1)-z4(i,1))-delH1(i,1);

```

```

        Lb2(2*i-1,1) = z3(i,1);
        Lb2(2*i,1)   = z4(i,1);
    end

    M1 = B1*B1';
    K1 = -inv(M1)*W1;
    V1 = B1'*K1;
    La2= Lb2+V1;

    for i=1:size(data3,1)
        dHadj2(i,1)= La2(2*i-1,1) - La2(2*i,1);
        z3_new(i,1)= La2(2*i-1,1); %% ค่าใหม่ z ของ strip1
        z4_new(i,1)= La2(2*i,1);   %% ค่าใหม่ z ของ strip2
    end
    final2 = [z3_new z4_new delH1];

```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์



ชื่อ: นาย กรีธา สุวรรณสะอาด

วันเดือนปีเกิด: 4 สิงหาคม พ.ศ. 2526

คุณวุฒิทางการศึกษา:

พ.ศ. 2549

วิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการณ์การทำงาน:

พ.ศ. 2550 - 2551

วิศวกรควบคุมงาน บริษัท พี เอ คอนสตรัคชั่นเมเนจเม้นท์ จำกัด

ผลงานทางวิชาการ

กริธา สุวรรณสะอาด และ ธงทิศ ฉายากุล พ.ศ. 2553. การปรับแก้ข้อมูลไลดาร์ระหว่างแนวบิน โดยอาศัยจุดควบคุมจากภาพถ่ายทางอากาศ, การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2553 เมืองทองธานี กรุงเทพฯ 15-17 ธันวาคม 2553.

