

Spis treści

Przedmowa	11
1. Przedmiot fotogrametrii i rys historyczny jej rozwoju	15
1.1. Definicja i przedmiot fotogrametrii	15
1.2. Rozwój fotogrametrii na świecie	23
1.3. Rozwój fotogrametrii w Polsce	32
CZĘŚĆ I POZYSKIWANIE ZDJĘĆ, OBRAZÓW I INNYCH DANYCH POCZĄTKOWYCH	37
2. Wpływ oświetlenia słonecznego i atmosfery na fotografowanie powierzchni Ziemi	39
3. Lotnicza kamera topograficzna na film zwojowy	51
3.1. Charakterystyka ogólna lotniczych analogowych kamer topograficznych i ich podzespołów	53
3.2. Migawki kamer lotniczych	58
3.3. Ładownik kamery i wypłaszczanie filmu	60
3.4. Systemy kompensacji rozmazania obrazu. Kamery FMC	62
3.5. Przyrządy sterujące pracą kamery i cykl pracy kamery	65
3.6. Techniki podwieszania kamer lotniczych	69
3.7. Współczesne analogowe kamery topograficzne	72
4. Lotnicza kamera cyfrowa	80
4.1. Koncepcje konstrukcji kamer cyfrowych	80
4.2. Komercyjne kamery cyfrowe	86
4.2.1. Modułowa kamera cyfrowa DMC	86
4.2.2. Lotnicza kamera cyfrowa ADS40, ADS80	90
4.2.3. Kamera UltraCam	93
4.2.4. Kamery fotogrametryczne średnioformatowe	96
4.2.5. Nowa generacja kamer cyfrowych	99

5. Obiektyw kamery	101
5.1. Elementy geometryczne obiektywu i realizacja rzutu środkowego	101
5.2. Odległość ogniskowa obiektywu a odległość obrazowa kamery. Kąt rozwarcia	104
5.3. Zdolność rozdzielcza obiektywu	106
5.3.1. Teoretyczna zdolność rozdzielcza	106
5.3.2. Określenie praktycznej zdolności rozdzielczej układu obiektyw–film ..	111
5.3.3. Funkcja przenoszenia kontrastu przez obiektyw	116
6. Kalibracja kamer pomiarowych	122
6.1. Elementy orientacji wewnętrznej kamery. Dystorsja obiektywu	122
6.2. Metody kalibracji	136
7. Jakość współczesnych zdjęć lotniczych	142
7.1. Jakość zdjęć analogowych	142
7.2. Pojęcie zdolności rozdzielczej obrazu cyfrowego	149
7.3. Porównanie jakości zdjęć wykonywanych kamerami analogowymi i cyfrowymi. Techniczne, organizacyjne i ekonomiczne uwarunkowania wprowadzenia do produkcji lotniczej kamery cyfrowej	155
8. Skanowanie zdjęć analogowych	168
9. Projektowanie topograficznych zdjęć lotniczych do zadań pomiarowych	178
9.1. Rodzaje zdjęć i ich parametry geometryczne	178
9.2. Projektowanie skali zdjęć	183
9.3. Wybór stożka kamery	188
9.4. Projektowanie wysokości fotografowania	191
9.5. Projektowanie pokrycia podłużnego i poprzecznego zdjęć	192
9.6. Specyfika projektowania zdjęć celowanych	195
9.7. Opracowanie projektu lotu w postaci graficznej	199
10. Realizacja lotów fotogrametrycznych	202
10.1. Sygnalizacja punktów polowej osnowy fotogrametrycznej	202
10.2. Warunki meteorologiczne umożliwiające misję fotolotniczą. Wybór pory fotografowania	205
10.3. Dokładność realizacji zaprojektowanych parametrów zdjęć. Tolerancje nawigacyjne	208
10.4. Systemy nawigacyjne oparte na GPS. Systemy zarządzania misją fotolotniczą	210
11. Pomiar wartości elementów orientacji zewnętrznej kamery w locie. Georeferencja wprost	216
11.1. Pomiar położenia kamery w locie	216
11.2. Integracja danych GPS/INS. Georeferencja wprost	224
12. Techniki skanerowe obrazowania	231
13. Lotniczy skanowanie laserowe – LiDAR	241

13.1. Zasada działania i uwarunkowania sprzętowe	241
13.2. Blokowe wyrównanie szeregów LiDAR	256
13.3. Produkty i zastosowania	260
14. Obrazowanie lotnicze i satelitarne w zakresie mikrofalowym	267
14.1. Podstawy obrazowania	267
14.2. Obrazowanie satelitarne w zakresie mikrofalowym	275
15. Obrazowanie satelitarne w zakresie optycznym	283
15.1. Rozwój technik obrazowania satelitarnego	283
15.2. System LANDSAT	289
15.3. System SPOT	292
15.4. Systemy obrazowania satelitarnego o bardzo dużej rozdzielczości – VHRS	298
15.5. Trendy obrazowania satelitarnego w zakresie optycznym	306
CZĘŚĆ II PODSTAWY FOTOGRAMETRYCZNEGO OPRACOWANIA ZDJĘĆ I OBRAZÓW	315
16. Transformacje geometryczne stosowane w fotogrametrii	317
16.1. Transformacje płaskie (2D)	317
16.2. Transformacje przestrzenne (3D). Macierz obrotu zdjęcia	322
16.3. Rzut środkowy w przestrzeni 3D. Warunek kolinearności	328
16.4. Transformacje oparte na geometrii rzutowej	335
17. Właściwości pomiarowe zdjęcia lotniczego	339
17.1. Zniekształcenia zdjęcia lotniczego	339
17.2. Elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia	345
17.3. Geometria zdjęcia ściśle pionowego. Wpływ deniwelacji terenu	348
17.4. Elementy geometrii zdjęcia nachylonego	349
18. Stereoskopia. Obserwacje stereoskopowe	353
18.1. Widzenie przestrzenne naturalne	353
18.2. Warunki obserwacji stereoskopowej zdjęć	356
18.3. Metody obserwacji stereoskopowej zdjęć analogowych i cyfrowych	361
19. Pomiar współrzędnych tłowych zdjęć	367
20. Podstawy analitycznego opracowania stereogramu zdjęć lotniczych	378
20.1. Wprowadzenie do analitycznego opracowania stereogramu zdjęć lotniczych	378
20.2. Fotogrametryczne wcięcie w przód	380
20.3. Fotogrametryczne wcięcie wstecz	382
20.4. Orientacja wzajemna pary zdjęć. Warunek komplanarności	385
20.5. Orientacja bezwzględna modelu	398
21. Opracowanie zdjęć analogowych na instrumentach fotogrametrycznych	402
21.1. Wprowadzenie do opracowania zdjęć lotniczych na instrumentach fotogrametrycznych	402
21.2. Autograf analityczny	405

21.3. Przebieg procesu opracowania zdjęć lotniczych na autografie analitycznym na przykładzie autografu Planicomp P3	412
22. Dopasowanie obrazów	423
22.1. Podstawy dopasowania obrazów	423
22.2. Metody dopasowania obrazów	430
22.2.1. Dopasowanie powierzchniami – ABM	430
22.2.2. Dopasowanie cechami – FBM	431
22.2.3. Dopasowanie symboliczne i relacyjne	433
22.3. Przekształcenie zdjęć do zdjęć znormalizowanych	435
22.4. Hierarchiczna strategia dopasowania obrazów	439
23. Cyfrowa fotogrametryczna stacja robocza – DPW	444
23.1. Rys historyczny	444
23.2. Budowa, komponenty i podstawowe funkcje DPW. Automatyzacja procesów na DPW	447
23.3. Przebieg podstawowych etapów opracowania zdjęć na DPW	456
23.4. Współczesne fotogrametryczne stacje robocze	460
23.4.1. Cyfrowa fotogrametryczna stacja robocza ImageStation (Intergraph)	461
23.4.2. Cyfrowy fotogrametryczny system INPHO	465
23.4.3. DPW a autograf analityczny	468
23.5. Przebieg opracowania zdjęć lotniczych na fotogrametrycznej stacji cyfrowej na przykładzie ImageStation	470
23.5.1. Założenie projektu	471
23.5.2. Orientacja wewnętrzna	477
23.5.3. Orientacja wzajemna	480
23.5.4. Orientacja bezwzględna	482
CZĘŚĆ III CYFROWE TECHNOLOGIE FOTOGRAMETRYCZNE	485
24. Aerotriangulacja	487
24.1. Uwagi wstępne. Klasyfikacja aerotriangulacji	487
24.2. Propagacja błędów w bloku zdjęć. Polowa osnowa fotogrametryczna w bloku zdjęć – przypadek klasyczny	491
24.3. Aerotriangulacja blokowa z parametrami dodatkowymi (samokalibracja) ..	503
24.4. Aerotriangulacja wspomagana GPS	509
24.5. Aerotriangulacja wspomagana GPS/INS	522
25. Numeryczne modele wysokościowe	530
25.1. Rodzaje modeli wysokościowych. Definicje. Terminologia	531
25.2. Struktury geometryczne NMT – GRID i TIN	535
25.3. Źródła danych wysokościowych	544
25.3.1. Budowa NMT na bazie dostępnych opracowań kartograficznych ...	545
25.3.2. Budowa NMT na bazie fotogrametrycznego opracowania zdjęć lotniczych	550

25.4.	Lotniczy skaniny laserowy (LiDAR) jako źródło danych wysokościowych .	565
25.5.	Interferometria radarowa – InSAR jako źródło danych wysokościowych ...	572
25.5.1.	Podstawy interferometrii radarowej	572
25.5.2.	Produkty lotniczej interferometrii radarowej	575
25.5.3.	Satelitarna interferometria radarowa	577
25.5.4.	Radarowa Misja Topograficzna Promu Kosmicznego – SRTM	578
25.5.5.	Koncepcja TanDEM-X	581
25.6.	Produkty pochodne, wizualizacja i zastosowania NMT	585
25.6.1	Wizualizacja NMT	586
25.6.2.	Produkty pochodne NMT	589
25.6.3.	Zastosowania NMT do modelowania procesów środowiskowych ..	592
25.7.	Standardy i stan pokrycia NMT w Polsce	597
26.	Cyfrowa ortofotomapa	602
26.1.	Przetwarzanie zdjęcia lotniczego. Fotomapa	602
26.2.	Aspekty technologiczne tworzenia cyfrowej ortofotomapy	608
26.2.1.	Idea cyfrowej ortorektyfikacji zdjęcia	608
26.2.2.	Algorytm ortorektyfikacji	611
26.2.3.	Ponowne przepróbkowanie	614
26.2.4.	Korekcja radiometryczna ortofotomapy	618
26.2.5.	Mozaikowanie ortozdjęć	624
26.3.	Jakość geometryczna cyfrowej ortofotomapy	626
26.4.	Projektowanie zdjęć lotniczych do produkcji cyfrowej ortofotomapy	629
26.5.	Standardy i stan pokrycia kraju ortofotomapą	632
27.	Korekcja geometryczna i ortorektyfikacja wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych	639
27.1.	Specyfika geometrii wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych	639
27.2.	Metody korekcji geometrycznej	645
27.3.	Ortorektyfikacja obrazów satelitarnych	651
28.	True-ortofotomapa	656
28.1.	Definicja true-ortho. Ortofotomapa a true-ortho	656
28.2.	Schemat technologiczny generowania true-ortho	660
28.3.	Ocena reprezentacji i formatów numerycznych modeli pokrycia terenu (NMPT) pod kątem potrzeb wytwarzania true-ortho	663
28.3.1.	Modelowanie budynków	663
28.3.2.	Generowanie true-ortho na bazie NMPT z manualnego pomiaru stereoskopowego. Modelowanie kształtu dachów	665
28.3.3.	Generowanie true-ortho na bazie NMPT opracowanego z automatycznego dopasowania obrazów	666
28.3.4.	Generowanie true-ortho na bazie NMPT z danych skaniny laserowego (LiDAR)	667
28.4.	Określenie specyficznych warunków wykonawstwa zdjęć na potrzeby tworzenia true-ortho	668

28.4.1. Planowanie nalogów na potrzeby wytwarzania true-ortho – aspekt techniczny	668
28.4.2. Planowanie nalogów na potrzeby wytwarzania true-ortho – aspekt ekonomiczny	672
28.5. Obrazowanie satelitarne o bardzo dużej rozdzielczości (VHRS) a wytwarzanie true-ortho	673
28.6. Generowanie true-ortho w środowisku Inpho	674
28.7. Ocena true-ortofotomapy jako produktu kartograficznego i jego perspektywy	677
Literatura	681
Indeks	688