

Spis treści

Wykaz symboli i skrótów	7
1. Wprowadzenie	13
2. Przedmiot badań	15
3. Fotogrametria panoramiczna	17
3.1. Historia zobrazowań panoramicznych	18
3.2. Rodzaje systemów panoramicznych	20
3.3. Kamery panoramiczne	21
3.4. Klasyfikacja metod pomiarowych wykorzystujących panoramy	25
3.5. Geometria modelu sferycznego	27
3.6. Fotogrametria sferyczna	34
4. Imersyjne obrazy wideo (IOW)	36
4.1. Charakterystyka obrazów imersyjnych	37
4.2. Kamery imersyjne	39
4.3. Przegląd fotogrametrycznych metod pomiarowych i zastosowań wideo imersyjnego	43
4.3.1. Metody pomiarowe i ich zastosowania fotogrametryczne	43
4.3.2. Systemy mobilnego kartowania wykorzystujące kamerę panoramiczną	45
4.4. Geometria modelu imersyjnego	48
5. Geometria obrazu imersyjnego	50
5.1. Kamera Ladybug	50
5.1.1. Charakterystyka kamery	52
5.1.2. Układy współrzędnych	54
5.1.3. Plik kalibracyjny	55

5.2. Etapy tworzenia obrazu immersyjnego	57
5.3. Warunek kolinearności i komplanarności dla modelu immersyjnego kamery Ladybug	59
6. Cele badawcze i metodyka badań	64
7. Wpływ wykorzystania obrazowania immersyjnego w modelu sferycznym na pomiary fotogrametryczne	66
7.1. Błędy obrazów sferycznych	66
7.2. Terenowy rozmiar piksela	68
7.3. Błędy obrazów immersyjnych w porównaniu z modelem sferycznym	71
7.3.1. Błąd paralaksy	73
7.3.1.1. Wartość dodatnia lub ujemna błędu paralaksy	78
7.3.1.2. Błąd paralaksy a terenowy rozmiar piksela	81
7.3.1.3. Błąd paralaksy a promień koła maskowania	82
7.3.2. Błąd łączenia	83
7.3.3. Błąd lokalizacji	86
7.3.4. Błąd epipolarny	90
7.3.4.1. Wpływ różnic przesunięć kamer składowych	91
7.3.4.2. Wpływ długości bazy	95
7.3.5. Błąd przestrzennego wcięcia w przód	96
7.3.5.1. Wpływ położenia punktów względem sfery (wewnątrz i na zewnątrz) na błąd przestrzennego wcięcia w przód	105
7.3.5.2. Błąd przestrzennego wcięcia w przód dla skrajnych wartości kątów	112
7.3.5.3. Wpływ długości bazy na błąd przestrzennego wcięcia w przód	115
7.3.6. Zalecenia dotyczące wykonywania immersyjnego wideo do celów pomiarowych	126
8. Charakterystyka warunków badań	130
8.1. Zastosowane urządzenia i programy	132
8.2. Pola testowe	135
9. Wpływ wykorzystania obrazowania immersyjnego w modelu sferycznym na pomiary fotogrametryczne – wyniki badań	142
9.1. Tworzenie obrazów immersyjnych	142
9.1.1. Tworzenie panoram z obrazów składowych	143
9.1.2. Porównanie wpływu sposobu łączenia obrazów składowych na pomiary fotogrametryczne	145

9.2. Pomiary fotogrametryczne z panoram imersyjnych	147
9.2.1. Badanie wpływu zmian promienia sfery	148
9.2.2. Badanie wpływu zmian promienia koła maskowania	155
9.2.3. Badanie wpływu zmian bazy	160
9.2.3.1. Przeskok punktu względem osi kamery	161
9.2.3.2. Przeskok punktu na sąsiednią kamerę składową	163
9.2.4. Badanie wpływu doboru rozmieszczenia fotopunktów w stosunku do promienia sfery	169
10. Tworzenie gęstej chmury punktów z IOW – wyniki badań	171
10.1. Badanie czynników wpływających na liczbę punktów chmury utworzonej z IOW	172
10.1.1. Liczba panoram	172
10.1.2. Zmiana bazy	174
10.1.3. Zmiana rozdzielczości obrazu	176
10.1.4. Zmiany tonalne obrazu	177
10.2. Czynniki skracające czas tworzenia gęstej chmury punktów z IOW	180
11. Rekonstrukcja trajektorii ruchu kamery imersyjnej – wyniki badań	183
11.1. Kalibracja systemu mobilnego	183
11.1.1. Kalibracja zestawu I	186
11.1.1.1. Pomiary terenowe	187
11.1.1.2. Obliczenia	188
11.1.1.3. Wyniki	189
11.1.2. Kalibracja zestawu II	190
11.1.2.1. Pomiary terenowe	192
11.1.2.2. Obliczenia	196
11.1.2.3. Wyniki	197
11.2. Wyrównanie sieci fotogrametrycznych wykorzystujących panoramy imersyjne	201
11.2.1. Porównanie georeferencji pośredniej i bezpośredniej	201
11.2.2. Integracja georeferencji bezpośredniej z wyrównaniem SfM	204
12. Podsumowanie i wnioski	211
Załączniki	217
Bibliografia	219