AUTORYZOWANE POLSKIE WYDANIE

Map the World in 3D

LiGrip – FAQ

FAQ

Ręczny system skanowania laserowego



Tłumaczenie, redakcja techniczna i opracowanie wydawnicze
ALTISA Technology sp. z o.o.
Autoryzowany dystrybutor
GreenValley International Inc. w Polsce

Wersja dokumentu 1.2 | Data wydania: listopad 2026

INFORMACJE O POLSKIM WYDANIU

Niniejszy dokument stanowi autoryzowane polskie wydanie dokumentu FAQ urządzenia LiGrip – FAQ, opracowane na podstawie dokumentu źródłowego „LiGrip FAQ V3.5” firmy GreenValley International.

Producent urządzenia	GreenValley International Inc.
Polskie wydanie	ALTISA Technology sp. z o.o.
Status wydania	Autoryzowane polskie wydanie

Prawa do dokumentu

© **GreenValley International Inc.** – prawa do dokumentacji źródłowej, treści technicznych, fotografii, ilustracji, znaków towarowych i materiałów produktowych.

© **2026 ALTISA Technology sp. z o.o.** – prawa do polskiego tłumaczenia, redakcji technicznej, lokalizacji materiałów oraz opracowania wydawniczego niniejszej wersji.

Polskie wydanie zostało opracowane, zlokalizowane i opublikowane za zgodą GreenValley International Inc. Bez uprzedniej pisemnej zgody podmiotów uprawnionych zabrania się komercyjnego powielania, modyfikowania, publikowania lub rozpowszechniania niniejszego opracowania, w całości lub w części, z wyjątkiem przypadków dozwolonych przez obowiązujące przepisy prawa.

> ! **INFORMACJA:** W przypadku rozbieżności między niniejszym wydaniem a aktualnym stanem urządzenia lub oprogramowania pierwszeństwo ma rzeczywisty stan produktu oraz aktualna dokumentacja producenta.

Znaki towarowe

GreenValley, LiGrip, LiGrip – FAQ, LiDAR360, LiDAR360 MLS oraz pozostałe nazwy produktów i usług są znakami towarowymi ich właścicieli.

ALTISA Technology i jej oznaczenia graficzne są znakami towarowymi należącymi do ALTISA Technology sp. z o.o.

KARTA DOKUMENTU I HISTORIA ZMIAN

Identyfikacja dokumentu

Tytuł	LiGrip – FAQ
Kod	AT-GVI-LGFAQ-PL-1_2
Wersja	1.2
Data wydania	listopad 2026
Język	polski
Odpowiedzialność za wydanie	ALTISA Technology sp. z o.o.
Dokument źródłowy	LiGrip FAQ V3.5, 15.08.2025

Historia zmian

Wersja	Data	Zakres zmian	Opracował	Zatwierdził
1.0	listopad 2026	Pierwsze autoryzowane polskie wydanie	ALTISA Technology	ALTISA Technology
1.1	listopad 2026	Uzupełniono kody QR i dane kontaktowe	ALTISA Technology	ALTISA Technology
1.2	listopad 2026	Przetłumaczono tabele 4.3 i 19.2; przywrócono warunek wstępny; poprawki terminologiczne (3.9, 3.10, 7.6, 17)	ALTISA Technology	ALTISA Technology

Zasady aktualizacji

Każda zmiana treści technicznej, interfejsu oprogramowania, parametrów urządzenia lub materiałów graficznych wymaga nadania nowego numeru wersji dokumentu i odnotowania jej w historii zmian.

SPIS TREŚCI

> **INFORMACJA:** Utworzony spis treści jest automatycznie klikalny.

WSTĘP **5**

1. PODSTAWY SLAM **6**

1.1. Zasada działania SLAM 6

1.2. Czym jest cecha (Feature)? 6

1.3. Scenariusze nieodpowiednie dla SLAM 6

1.4. Czym jest błąd narastający? 6

1.5. Czym jest zamknięcie pętli (Loop Closure)? 7

1.5.1. Funkcja zamknięcia pętli 7

1.5.2. Idea zamknięcia pętli 7

1.5.3. Jak prawidłowo wykonać zamknięcie pętli 7

1.6. Czym jest punkt kontrolny? 8

1.7. Czym jest inicjalizacja SLAM? 8

1.8. Czym jest PPK/RTK? 9

1.8.1. PPK 9

1.8.2. RTK 9

1.9. Czym jest PPK-SLAM/RTK-SLAM? 9

1.10. Czym jest MLF-SLAM? 10

1.11. Dokładność względna 10

1.12. Dokładność bezwzględna 10

2. PODSTAWY LIDAR **11**

2.1. Zasada działania LiDAR 11

2.2. Intensywność 11

2.3. Odbijalność 12

2.4. Zasięg pomiaru 12

2.5. Plamka lasera (Spot) 13

2.5.1. Jaki jest wpływ plamki lasera? 13

2.5.2. Porównanie plamek różnych emiterów lasera 14

2.5.3. Plamka odzwierciedla rozdzielczość strukturalną obiektu. 14

3. PODSTAWY GEODEZJI **15**

3.1. Układ współrzędnych geocentrycznych CGCS2000 (Earth-Centered, Earth-Fixed, ECEF) 15

3.2. Układ współrzędnych geocentrycznych WGS84 (Earth-Centered, Earth-Fixed, ECEF) 15

3.3. Porównanie WGS84 i CGCS2000 15

3.4. Geocentryczne układy współrzędnych 1954 i 1980 16

3.5. Lokalny układ współrzędnych 16

3.6. Odwzorowanie Gaussa / odwzorowanie Transverse Mercator 16

3.6.1. Podział na strefy 16

3.6.2. Parametry odwzorowania 17

3.7. Odwzorowanie UTM 17

3.7.1. Podział na strefy 18

3.7.2. Parametry odwzorowania 18

3.8. Różnice między odwzorowaniem Gaussa-Krügera a UTM 19

3.9. Siedem/cztery parametry 19

3.10. Wysokość elipsoidalna, wysokość normalna, wysokość ortometryczna 19

3.10.1. Wysokość elipsoidalna 19

3.10.2. Wysokość normalna 20

3.10.3. Wysokość ortometryczna 20

3.10.4. Anomalia wysokości 20

3.10.5. Siatka korekcji wysokości 20

4. PODSTAWY GAUSSIAN 21
4.1. Zasada działania 3D Gaussian 21
4.2. Obszary zastosowań 3D Gaussian 21
4.3. Różnice między 3D Gaussian a tradycyjnym modelowaniem 21
5. WYMAGANIA SPRZĘTOWE I PROGRAMOWE PRZED POZYSKIWANIEM DANYCH 23
5.1. Wymagania dotyczące oprogramowania sterującego pozyskiwaniem 23
5.2. Wymagania dotyczące urządzenia do pozyskiwania danych 23
5.2.1. Wymagania dotyczące pamięci i zasilania urządzenia do pozyskiwania danych 23
5.2.2. Wymagania dotyczące firmware'u urządzenia do pozyskiwania danych 23
5.2.3. Wymagania dotyczące wyglądu zewnętrznego jednostki pozyskującej dane 23
5.3. Wymagania dotyczące sieci 4G 23
5.4. Środki ostrożności dotyczące kamery 24
5.5. Przygotowanie przed połączeniem z serią O2 24
6. OGÓLNY PRZEBIEG I ŚRODKI OSTROŻNOŚCI PODCZAS POZYSKIWANIA DANYCH 25
6.1. Ogólny przebieg pozyskiwania danych 25
6.2. Warunki zamknięcia pętli podczas planowania trasy 25
6.3. Wpływ środowiska GNSS na trasę pozyskiwania danych 26
6.4. Własna stacja bazowa 26
6.5. Gdy do pozyskania danych potrzeba kilku lotów 26
6.6. Ograniczenia czasowe pozyskiwania danych 26
6.7. Zależność między czasem pozyskiwania danych a rozmiarem pliku 27
6.8. Środki ostrożności przy pozyskiwaniu punktów gruntu urządzeniami O1/O2-Lite 27
6.9. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych zestawami do montażu na pojeździe/dronie 27
6.9.1. Zestaw do montażu na pojeździe 27
6.9.2. Zestaw lotniczy 27
7. SCHEMATY I ŚRODKI OSTROŻNOŚCI POZYSKIWANIA DANYCH DLA RÓŻNYCH SCENARIUSZY 28
7.1. Środowiska parkowe, miejskie i obszary zabudowy 28
7.2. Środowisko drogowe 28
7.3. Środowisko leśne 28
7.3.1. Podczas pozyskiwania danych w lesie zwróć uwagę na następujące kwestie: 29
7.4. Środowisko tunelowe 29
7.5. Środowisko kopalniane 30
7.6. Środowisko wewnętrzne 30
7.7. Środowisko galerii energetycznych 31
7.8. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych w środowiskach otwartych 31
7.9. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych Gaussian 31
8. KOPIOWANIE DANYCH 32
8.1. Dysk USB nie jest rozpoznawany 32
8.2. Ustawienia transferu danych przez port LAN 32
8.2.1. Urządzenie ręczne serii H 32
8.2.2. Urządzenie ręczne serii O 32
8.3. Problemy z kopiowaniem wideo/zdjęć 32
8.4. Problemy z organizacją danych 33
9. WYMAGANIA KONFIGURACYJNE OPROGRAMOWANIA DO WYSOKODOKŁADNEGO PRZETWARZANIA SLAM 34
10. ZNACZENIE POSZCZEGÓLNYCH TRYBÓW 35
11. CZAS PRZETWARZANIA DANYCH 36
12. PROBLEMY Z AKTYWACJĄ OPROGRAMOWANIA DO PRZETWARZANIA 37
13. TYPOWE KOMUNIKATY O BŁĘDACH W SLAM.LOG I ROZWIĄZANIA 38
13.1. Bag file read error! 38

13.2. SLAM results may be incorrect 38
13.3. Processing memory is insufficient 38
13.4. Processing error: vector<T> too long 38
13.5. Rename lidata file error: xxxx 38
13.6. Build lidata failed 38
13.7. Lidar scan range too small! 38
13.8. Loop closure process failed. 38
13.9. Get video file paths failed!. 39
13.10. Failed to decode image_time.bin 39
13.11. Camera bin files not same, please check!. 39
13.12. Camera time may be incorrect! 39
13.13. The number of image timestamps is less than the number of image frames! 39
13.14. The camera video file may be incorrect! 39
13.15. Move distance insufficient! 39
13.16. GPS Time is out of sync with trajectory time, please check the trajectory! 39
13.17. * gap 39
13.17.1. laser gap 39
13.17.2. imu gap 40
13.18. GCP initial transform error, please check GCP pairs 40
13.19. GNSS file doesn't exit 40
13.20. Re-output lidata failed 40
14. NISKA DOKŁADNOŚĆ CHMURY PUNKTÓW 41
14.1. Niska dokładność względna 41
14.2. Niska dokładność bezwzględna 41
14.2.1. Stosunkowo niska dokładność przy użyciu RTK. 41
14.2.2. Stosunkowo niska dokładność przy użyciu PPK. 41
15. PROBLEMY Z ROZWARSTWIENIEM 43
15.1. Gdy nie pozyskano danych GNSS 43
15.2. Gdy pozyskano dane GNSS 43
16. PROBLEMY Z SZUMEM 44
16.1. Szum od wody 44
16.2. Szum od kurzu 44
16.3. Szum od odbić 44
16.4. Szum od pni drzew 44
16.5. Szum od źródeł światła 44
16.6. Szum od obiektów dynamicznych 44
17. PROBLEMY Z GRUBOŚCIĄ CHMURY PUNKTÓW 45
18. PROBLEMY Z KOLOROWANIEM 46
18.1. Przesunięcie kolorowania względem chmury punktów 46
18.2. Niewyraźne kolorowanie 46
18.3. Kolorowe obwódki (Color fringing) 46
19. KONSERWACJA I ŁADOWANIE AKUMULATORA SERII H 47
19.1. Konserwacja i pielęgnacja 47
19.2. Znaczenie wskaźników LED akumulatora 47
20. KONSERWACJA I ŁADOWANIE AKUMULATORA SERII O 48
20.1. Wymagania dotyczące przechowywania 48
20.2. Wymagania dotyczące ładowania 48
21. PROBLEMY Z KAMERAMI SERII H/V 49

21.1. Po uruchomieniu kamera wyświetla komunikat: „The disk in drive needs to be formatted before you can use it. Do you want to format it?” (dysk w napędzie wymaga sformatowania przed użyciem. Czy chcesz go sformatować?) 49
21.2. Po uruchomieniu kamera zgłasza, że szybkość karty SD jest niewystarczająca. 49
21.3. Kamera zapisuje nagrania wideo bezpośrednio w formacie insv 49
21.4. Zjawisko zapisywania plików wideo kamery według obiektywów 50
21.5. Kamera zgłasza błąd „NO SDCard” 50
21.6. Kamera urządzenia ręcznego często się rozłącza 50
21.7. Skrzynka zasilania urządzenia ręcznego nie może połączyć się z kamerą, gdy włożony jest dysk USB 50
22. PROBLEMY PO STRONIE URZĄDZENIA 51
22.1. Brak podglądu chmury punktów w czasie rzeczywistym 51
22.2. Aplikacja LiGrip na telefonach Apple wyświetla błąd „no network connection” (brak połączenia z siecią) przy łączeniu z urządzeniem. 51
22.3. Telefony Apple zgłaszają anomalie sieci 51
22.4. Jak sprawdzić numer seryjny urządzenia, wersję firmware'u i inne informacje na podstawie danych 51
22.5. Częste i nieoczekiwane zaniki zasilania podczas pozyskiwania danych urządzeniem ręcznym 51
22.6. Wskaźnik 4G w skrzynce GNSS RTK urządzenia ręcznego nie świeci. 51

WSTĘP

Cel dokumentu

Niniejszy dokument zawiera odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania (FAQ) dotyczące systemów LiGrip. Omawia typowe problemy z oprogramowaniem i sprzętem, obejmujące większość zagadnień – od pozyskiwania do przetwarzania danych. Jeżeli niniejsze FAQ nie zawiera rozwiązania Twojego problemu, skontaktuj się z serwisem posprzedażowym lub wsparciem technicznym.

> **!** **WARUNEK WSTĘPNY:** Niniejsze FAQ nie jest instrukcją obsługi. Przed lekturą należy mieć podstawową wiedzę z zakresu pozyskiwania i przetwarzania danych – co najmniej zapoznać się z instrukcją obsługi urządzenia i umieć samodzielnie wykonać podstawowe pozyskiwanie i przetwarzanie danych.

Zakres zastosowania

Dokument zawiera odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania dotyczące systemów LiGrip, technologii SLAM oraz przetwarzania danych.

Zasady bezpieczeństwa

> **!** **OSTRZEŻENIE:** Przed rozpoczęciem pracy uważnie przeczytaj instrukcję obsługi urządzenia. Nieprzestrzeganie opisanych procedur może spowodować uszkodzenie urządzenia, utratę danych, niedokładność danych lub awarię systemu.

Wyłączenie odpowiedzialności

Przed rozpoczęciem pracy z urządzeniem należy uważnie przeczytać instrukcję obsługi urządzenia oraz niniejszy dokument. Pozwoli to korzystać z produktu skuteczniej i bezpieczniej. Producent ani autoryzowany dystrybutor nie ponoszą odpowiedzialności za straty wynikające z użytkowania produktu niezgodnie z wymaganiami instrukcji ani z nieprawidłowej obsługi spowodowanej błędną interpretacją zaleceń. Producent stale doskonali funkcjonalność i parametry produktu oraz jakość obsługi, a także zastrzega sobie prawo do zmiany treści dokumentacji bez uprzedniego powiadomienia.

Dołożono starań, aby informacje w materiałach drukowanych były zgodne ze sprzętem i oprogramowaniem, jednak nie można całkowicie wykluczyć rozbieżności. Ilustracje w dokumencie mają charakter poglądowy. W razie różnic wiążący jest rzeczywisty wygląd i stan produktu.

Uwagi i sugestie

Uwagi lub sugestie dotyczące niniejszego dokumentu prosimy przekazywać autoryzowanemu dystrybutorowi lub producentowi. Państwa opinie pomagają podnosić jakość dokumentacji.

W tym rozdziale omówiono:

- Podstawy SLAM
- Podstawy LiDAR
- Podstawy geodezji
- Podstawy Gaussian

1. PODSTAWY SLAM

Część 1. Podstawowa wiedza

Znajomość podstaw SLAM pozwala zrozumieć działanie sprzętu i oprogramowania, z którego korzystasz. Dzięki temu lepiej zrozumiesz cały proces i łatwiej uzyskasz oczekiwane wyniki.

1.1. Zasada działania SLAM

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – jednoczesna lokalizacja i mapowanie. Zaczynając od nieznanego położenia w nieznanym otoczeniu, SLAM na podstawie obserwacji z czujników określa swoją pozycję, orientację i trajektorię oraz na tej podstawie buduje mapę. W trakcie ruchu system lokalizuje się z użyciem estymacji pozycji i mapy. Lokalizacja i budowa mapy w czasie rzeczywistym są od siebie wzajemnie zależne.

Mówiąc prościej: w trakcie ruchu rejestrowanych jest wiele klatek danych chmury punktów. Algorytm SLAM analizuje i rozpoznaje te dane klatka po klatce. Jeśli obiekt A został zeskanowany zarówno w bieżącej, jak i w kolejnej klatce, algorytm analizuje dane chmury punktów obiektu A z obu klatek, aby potwierdzić, że to ten sam obiekt. Dane z obu klatek są następnie odpowiednio ze sobą zszywane. Cała mapa powstaje przez składanie kolejnych klatek w ten sposób.

W konsekwencji, jeśli rozpoznawanie przez algorytm SLAM jest słabe, może on błędnie uznać obiekt A z poprzedniej klatki i obiekt B z kolejnej klatki za ten sam obiekt. Skutkiem jest błędne zszycie, które odbiega od rzeczywistości.

Wymaga to również obecności w otoczeniu wystarczającej liczby punktów charakterystycznych. Na zupełnie pozbawionej cech, płaskiej powierzchni nie da się zszyć dwóch klatek – można je jedynie nałożyć na siebie, co powoduje pogrubienie chmury punktów, utratę ostrości obrazu 3D i pogorszenie jakości.

1.2. Czym jest cecha (Feature)?

Podstawą działania algorytmu SLAM jest dopasowywanie punktów charakterystycznych (Feature) pomiędzy klatkami, na tej podstawie wyznaczana jest pozycja urządzenia, a następnie generowane są informacje o mapie otoczenia. Dlatego w miejscach o dużej gęstości punktów charakterystycznych, takich jak fasady ulic lub podziemne garaże, SLAM działa stabilniej. W środowiskach o słabej teksturze, takich jak gładkie tunele, a zwłaszcza otwarte przestrzenie lub pustynie, stabilność SLAM maleje, co obniża wiarygodność pozyskanych danych.

1.3. Scenariusze nieodpowiednie dla SLAM

Scenariusze nieodpowiednie to sytuacje, w których SLAM nie może uzyskać skutecznych cech lub gdy cechy są do siebie zbyt podobne.

Nr	Scenariusz	Uwagi
1	Obiekty o niewyraźnych cechach	Na przykład: gładki tunel
2	Otwarta przestrzeń	Na przykład: otwarty płaski teren lub droga Rozwiązanie: seria O2
3	Duży ruch pojazdów lub pieszych	Drogi krajowe lub ruchliwe ulice handlowe z dużym ruchem pieszych Rozwiązanie: seria O2
4	Poruszające się liście i kwiaty	Parki lub tereny leśne w wietrzne dni Rozwiązanie: seria O2






1.4. Czym jest błąd narastający?

Ponieważ mapowanie SLAM opiera się na zszywaniu wielu klatek surowych danych chmury punktów z lasera, błąd zszywania narasta wraz z czasem i pokonaną odległością.

Błąd narastający podaje się zazwyczaj jako N‰, co oznacza, że po przejściu 1000 m po linii prostej lub w scenariuszu bez zamknięcia pętli odległość 3D między dwoma tymi samymi obiektami wynosi N metrów. Im mniejsza wartość N, tym lepszy algorytm SLAM.

Istnieją trzy metody eliminacji lub ograniczenia wpływu błędu narastającego: zamknięcie pętli, pozyskiwanie danych GNSS oraz pozyskiwanie punktów GCP.

W scenariuszach o słabych cechach lub bez cech błąd narastający SLAM będzie większy niż w środowiskach o normalnych cechach.

1.5. Czym jest zamknięcie pętli (Loop Closure)?

1.5.1. Funkcja zamknięcia pętli

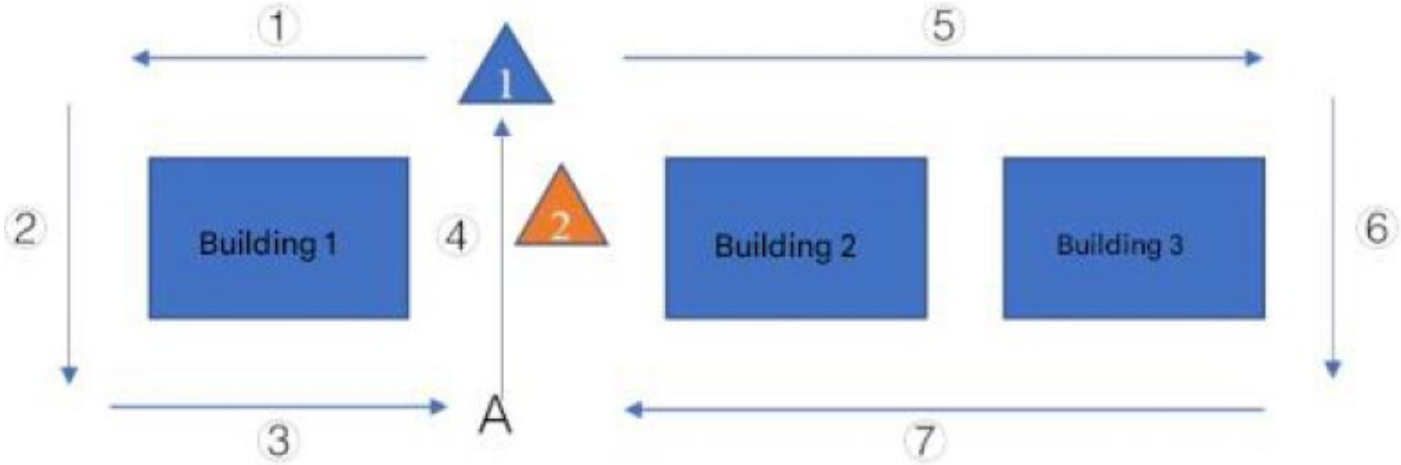
Zamknięcie pętli to metoda poprawy dokładności danych w środowiskach bez GNSS lub ze słabym sygnałem GNSS.

1.5.2. Idea zamknięcia pętli

Zamknięcie pętli, jak sama nazwa wskazuje, polega na utworzeniu zamkniętej pętli (w uproszczeniu: powrocie do miejsca, w którym już się było). Wraz z upływem czasu i odległości błąd narastający rośnie, dlatego konieczne jest wprowadzenie zewnętrznych zmiennych korekcyjnych, takich jak GNSS lub zamknięcie pętli. Zamknięcie pętli odpowiada wprowadzeniu zewnętrznej zmiennej ze świata fizycznego. Program może wówczas wykorzystać tę zmienną do wyeliminowania błędu narastającego.

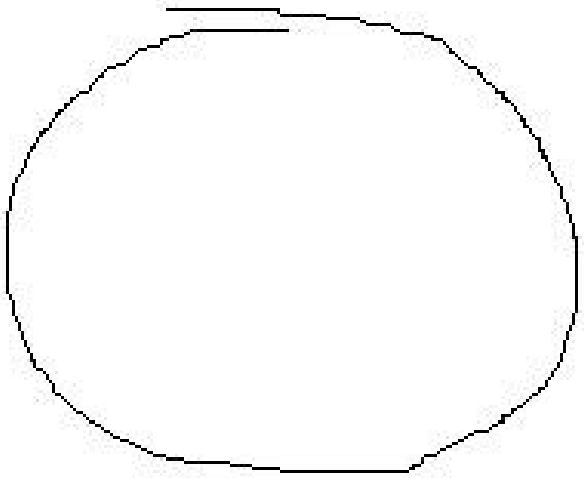
1.5.3. Jak prawidłowo wykonać zamknięcie pętli

Zamknięcie pętli może znacząco zwiększyć wiarygodność i dokładność danych. Dlatego, gdy tylko warunki na to pozwalają, zaleca się wykonywać zamknięcie pętli.

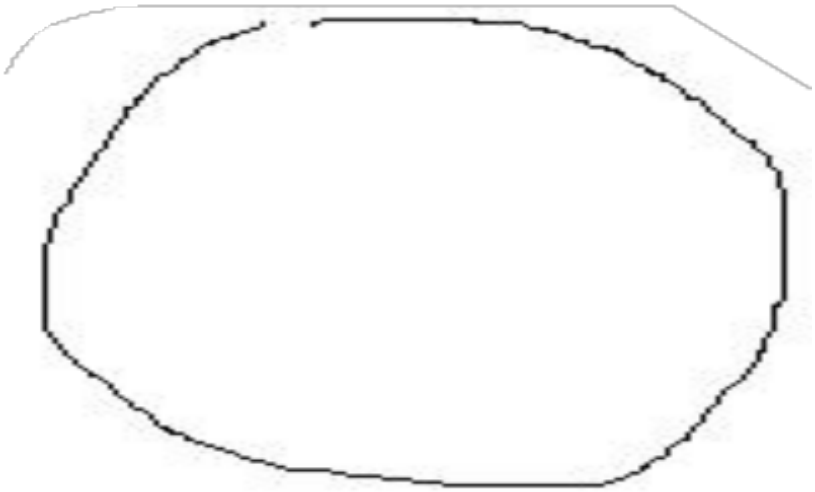


Jak pokazano na rysunku powyżej, budynki 1, 2 i 3 to obiekty do zeskanowania. Zaleca się rozpoczęcie skanowania od budynku 1, a nie od 2. Przed rozpoczęciem skanowania zaplanuj trasę skanowania. Zgodnie z powyższymi zasadami, możliwe trasy skanowania dla tego scenariusza to (1)(2)(3)(4)(5)(6)(7) lub (5)(6)(7)(4)(1)(2)(3).

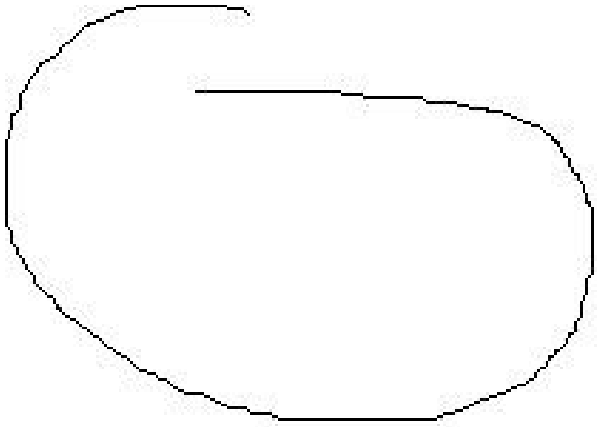
Podczas zamykania pętli należy przejść dodatkowo 5–10 metrów, aby program prawidłowo rozpoznał zamknięcie pętli (jak pokazano na rysunku poniżej).



Prawidłowe zamknięcie pętli. Poniżej przykłady nieprawidłowego zamknięcia pętli:



Zbyt mała odległość zamknięcia pętli



Odległość między punktem początkowym i końcowym jest zbyt duża

1.6. Czym jest punkt kontrolny?

Punkty kontrolne to kolejna metoda eliminacji błędu narastającego SLAM i nadawania chmurze punktów współrzędnych bezwzględnych. Im gęściej rozmieszczone punkty kontrolne, tym wyższa dokładność chmury punktów.

Zalecamy gęstość punktów kontrolnych co 50–100 metrów.

1.7. Czym jest inicjalizacja SLAM?

Istnieją dwa znaczenia tego pojęcia:

1. Inicjalizacja oznacza synchronizację całego sprzętu systemu;
2. Proces budowy mapy bazowej SLAM. Mapa bazowa jest niezbędna do dokładnego mapowania SLAM, dlatego należy ściśle przestrzegać instrukcji obsługi.

Podczas inicjalizacji urządzenia ręcznego naszej firmy należy przestrzegać następujących środków ostrożności:

1. **Nie kieruj emitera lasera na ściany, grunt, niebo ani otwarte przestrzenie o niewielkiej liczbie cech.**
2. **Nie wykonuj inicjalizacji w miejscach o dużym natężeniu ruchu pieszych lub pojazdów.**
3. **Podczas pozyskiwania danych w tunelach, szybach kopalnianych lub podobnych środowiskach, wchodząc z zewnątrz, wykonaj inicjalizację zwrócony w stronę wejścia.**
4. **W standardowych środowiskach pozyskiwania danych podczas inicjalizacji wystarczy skierować emiter lasera w stronę obiektu pomiaru.**
5. **Podczas inicjalizacji utrzymuj urządzenie w całkowitym bezruchu. Zaleca się trzymać je stabilnie lub postawić na ziemi, aby uniknąć niezamierzonego ruchu podczas inicjalizacji w trybie ręcznym.**
6. Zapewnij wystarczający czas inicjalizacji: dioda wskaźnika zmieni się z szybkiego migania na wolne miganie.

1.8. Czym jest PPK/RTK?

1.8.1. PPK

PPK (Post-Processed Kinematic) to wysokodokładna technologia pozycjonowania GNSS. W odróżnieniu od RTK (Real-Time Kinematic), które działa w czasie rzeczywistym, PPK jest techniką dynamicznego pozycjonowania względnego z postprocessingiem. Technologia PPK umożliwia wykonywanie pomiarów bez łącza transmisji danych w czasie rzeczywistym. Oznacza to, że użytkownik może zebrać w terenie surowe dane GNSS, a następnie przetworzyć je z użyciem precyzyjnych informacji ze stacji bazowej lub sieci stacji referencyjnych, uzyskując wysokodokładne wyniki pozycjonowania.

1.8.2. RTK

RTK GNSS (Real-Time Kinematic Global Navigation Satellite System) to technologia pomiaru dynamicznego w czasie rzeczywistym, zapewniająca centymetrową dokładność pozycjonowania dzięki różnicowemu GPS (RTDGPS). System RTK składa się z trzech części: stacji bazowej (stacjonarnej), łącza transmisji danych i odbiornika ruchomego (rovera). Odbiornik stacji bazowej stale obserwuje satelity i przesyła drogą radiową dane obserwacyjne oraz informacje o stacji do rovera. Rover na ich podstawie oblicza w czasie rzeczywistym swoje współrzędne trójwymiarowe i dokładność.

Różnice między PPK i RTK przedstawia poniższa tabela:

Cecha/technologia	PPK (Post-Processed Kinematic)	RTK (Real-Time Kinematic)
Definicja	Technologia kinematycznego pozycjonowania względnego z postprocessingiem.	Technologia kinematycznego różnicowego pozycjonowania fazowego w czasie rzeczywistym.
Przetwarzanie danych	Dane są przetwarzane na komputerze po zakończeniu pozyskiwania danych.	Dane z rovera i stacji bazowych są przetwarzane w czasie rzeczywistym.
Wymagania dotyczące łączności	Łącze komunikacyjne w czasie rzeczywistym nie jest wymagane.	Wymagane jest łącze transmisji danych w czasie rzeczywistym.
Zasięg pracy	Stosunkowo duży, do ponad 60 km.	Stosunkowo mały, zazwyczaj 10–15 km.
Odporność na warunki środowiskowe	Nadaje się do złożonych środowisk, wpływ środowiska jest minimalny.	Pewne wymagania środowiskowe; na wyniki mogą wpływać przeszkody terenowe.
Dokładność	Może osiągać dokładność od milimetrowej do centymetrowej.	Może osiągać dokładność centymetrową.
Czas zbieżności	Nie trzeba czekać; przetwarzanie po pomiarze.	Wymaga czasu na uzyskanie zbieżności, zazwyczaj krótkiego.
Zastosowania	Nadaje się do scenariuszy, w których wyniki w czasie rzeczywistym nie są wymagane.	Nadaje się do scenariuszy wymagających wysokodokładnego pozycjonowania w czasie rzeczywistym, takich jak pomiary geodezyjne i rolnictwo precyzyjne.
Koszt	Niższy, nie są potrzebne urządzenia do łączności w czasie rzeczywistym.	Wyższy, wymaga urządzeń do łączności w czasie rzeczywistym i przetwarzania danych.
Elastyczność	Wysoka, bez ograniczeń wynikających z łączności w czasie rzeczywistym.	Niższa, ograniczona łącznością w czasie rzeczywistym i lokalizacją stacji bazowej.
Zalety	Nadaje się do długich baz i złożonych środowisk, bez potrzeby łączności w czasie rzeczywistym.	Zapewnia szybką dokładność pozycjonowania w czasie rzeczywistym; nadaje się do zastosowań wymagających natychmiastowej informacji zwrotnej.

Nasza firma oferuje obie powyższe metody wysokodokładnego pozycjonowania. Można wybrać odpowiednią w zależności od potrzeb.

1.9. Czym jest PPK-SLAM/RTK-SLAM?

PPK-SLAM i RTK-SLAM oznaczają dwie metody fuzji źródeł danych.

Sprzężenie luźne (loosely coupled): fuzja pozycji GNSS z pozą SLAM. Mówiąc prościej, GNSS służy do przekształcenia chmury punktów/trajektorii z układu współrzędnych SLAM do bezwzględnego układu współrzędnych geograficznych. Obejmuje to

sposób filtrowania punktów pozycjonowania GNSS (ponieważ GNSS bywa niewiarygodny), dostosowanie wag fuzji między SLAM i GNSS oraz lokalne wyrównanie metodą najmniejszych kwadratów.

Sprzężenie ścisłe (tightly coupled): proces, w którym dwa różne źródła danych wzajemnie optymalizują swoje surowe dane, np. GNSS uczestniczy w dopasowaniu klatek SLAM albo surowe informacje obserwacyjne SLAM wspomagają rozwiązywanie niejednoznaczności. W przyszłości te dwa źródła danych mogą być łączone bezpośrednio na poziomie sprzętu.

1.10. Czym jest MLF-SLAM?

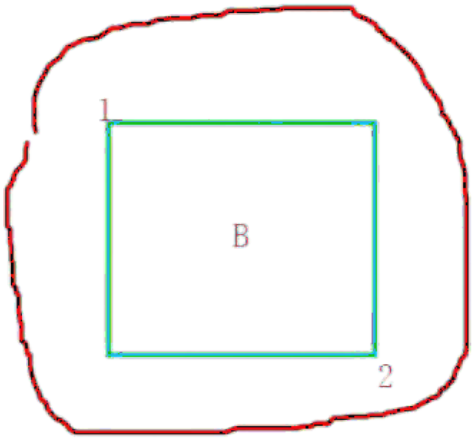
Multiple Localization Fusion-SLAM umożliwia pozyskiwanie danych o pozycji bezwzględnej w środowiskach o słabych cechach dzięki integracji informacji obserwacyjnych GNSS, póz SLAM, VSLAM i innych danych.

MLF-SLAM nadaje się do otwartych przestrzeni bez cech, takich jak autostrady, plaże, mosty i inne scenariusze wymagające pozycjonowania bezwzględnego.

1.11. Dokładność względna

W przypadku Laser SLAM dokładność względna to różnica między zmierzoną odległością dwóch punktów niewidocznych jednocześnie (non-line-of-sight) a wartością rzeczywistą. Ta miara pośrednio ocenia ogólną dokładność mapowania w procesie SLAM.

Co oznacza non-line-of-sight? Na poniższym schemacie B oznacza budynek, a punkty 1 i 2 to narożniki budynku lub inne obiekty. Podczas ręcznego skanowania SLAM, jeśli punktów 1 i 2 nie można zeskanować jednocześnie, oznacza to, że nie leżą one w linii widzenia.



1.12. Dokładność bezwzględna

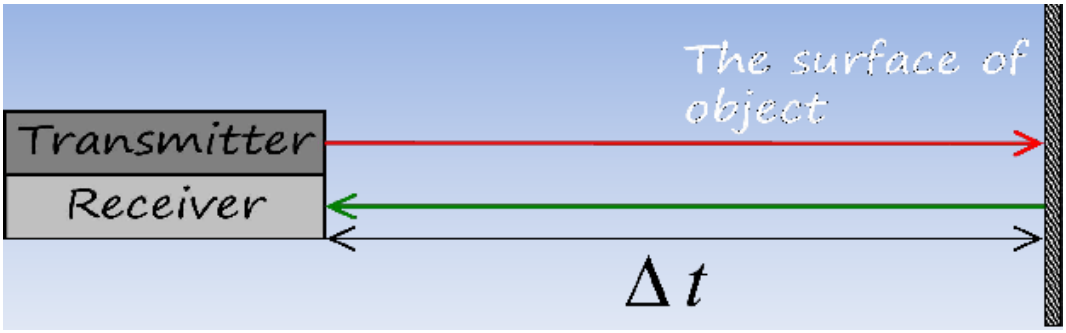
Dokładność bezwzględna to różnica między chmurą punktów ze współrzędnymi bezwzględnymi po mapowaniu a rzeczywistymi punktami kontrolnymi. Zazwyczaj wymagane są co najmniej trzy punkty, a miarą jest średni błąd w płaszczyźnie poziomej i w wysokości.

2. PODSTAWY LIDAR

2.1. Zasada działania LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) to technologia detekcji i pomiaru odległości za pomocą lasera. LiDAR wykorzystuje emiter lasera jako źródło światła, a czujnik fotoelektryczny jako element odbiorczy. Na podstawie zasady pomiaru odległości laserem mierzy i rejestruje odległość oraz kąt, aby określić położenie obiektu.

Gdy impuls światła uderza w obiekt i odbija się do odbiornika, mierzony jest czas jego przebiegu. Ponieważ prędkość światła jest znana, czas ten można przeliczyć na odległość.



2.2. Intensywność

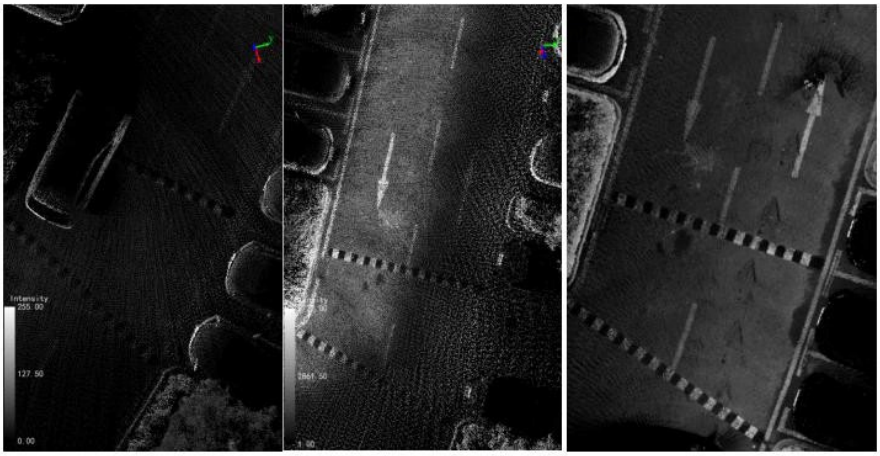
Najbardziej bezpośrednią i istotną zaletą LiDAR jest aktywne pozyskiwanie trójwymiarowych współrzędnych obiektów. Oprócz informacji 3D LiDAR rejestruje również odbijalność obiektów. Informacja o odbijalności obiektu jest reprezentowana w chmurze punktów LiDAR jako intensywność (jak na poniższym rysunku, gdzie biały kolor oznacza wysoką intensywność, a czarny niską). Wyobraźmy sobie samochód jadący nocą: reflektory oświetlają niektóre znaki drogowe, pasy odblaskowe i przejścia dla pieszych. Odbijalność tych elementów wyraźnie kontrastuje z nawierzchnią drogi.



Intensywność zależy od materiału, chropowatości i warunków oświetlenia obiektu. Dlatego wiele programów do postprocessingu chmur punktów wykorzystuje informację o intensywności do automatycznej ekstrakcji i mapowania.

Różne emitery lasera mają różną wydajność, a jakość ich intensywności również się różni. Poniżej przedstawiono różnice w intensywności dla trzech popularnych typów emiterów lasera.

W różnych porach czynniki takie jak deszcz, kurz i kąt padania promieni słonecznych mogą wpływać na wartości intensywności.



2.3. Odbijalność

Odbijalność to stosunek intensywności sygnału lasera odbitego od powierzchni obiektu do intensywności pierwotnie wyemitowanego sygnału. Wartość ta pozwala ocenić właściwości odbijające powierzchni obiektu i ma kluczowe znaczenie dla wydajności i zastosowań systemów LiDAR. Wpływają na nią następujące czynniki:

1. Materiał powierzchni: różne materiały mają różną odbijalność. Na przykład metale mają zazwyczaj wysoką odbijalność, a czarne tworzywa sztuczne – niską.
2. Chropowatość powierzchni: gładkie powierzchnie powodują zwykle odbicie zwierciadlane, a chropowate – odbicie rozproszone.
3. Kolor: ciemne obiekty zazwyczaj pochłaniają więcej światła i mają niższą odbijalność.
4. Kąt obserwacji: zmiany kąta padania i obserwacji mogą wpływać na odbijalność.

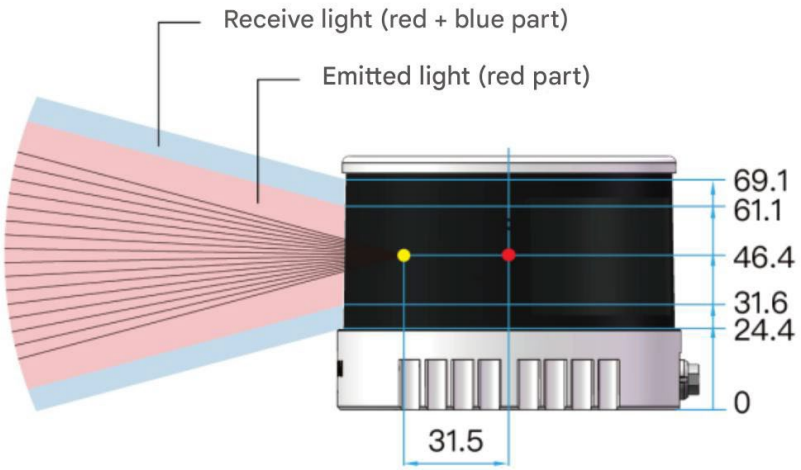
Rodzaj materiału	Zakres odbijalności (%)	Opis lub typowe zastosowania
Metal	70 - 95	Wysoka odbijalność, typowa dla samochodów i elewacji budynków.
Beton	20 - 40	Średnia odbijalność, typowa dla konstrukcji budynków i chodników.
Asfalt	10 - 30	Niska do średniej odbijalność, typowa dla nawierzchni dróg.
Roślinność	5 - 20	Niska odbijalność, zależna od rodzaju i gęstości roślinności.
Woda	0 - 10	Bardzo niska odbijalność, zależna od zmętnienia wody i falowania jej powierzchni.
Gleba	5 - 15	Niska odbijalność, zależna od rodzaju gleby i jej wilgotności.
Drewno	10 - 30	Średnia odbijalność, zależna od gatunku drewna i obróbki powierzchni.
Tworzywo sztuczne	5 - 50	Odbijalność bardzo się różni, zależnie od rodzaju i koloru tworzywa.
Szkło	5 - 70	W zależności od czystości i chropowatości powierzchni szkła może wykazywać wysoką odbijalność lub przezroczystość.
Śnieg	80 - 95	Wysoka odbijalność, zależna od czystości i stopnia zbicia śniegu.
Lód	40 - 80	Wysoka odbijalność, zależna od przezroczystości i stanu powierzchni lodu.

Obiekty o wyższej odbijalności łatwiej wykryć i wykazują one również wyższe wartości intensywności.

2.4. Zasięg pomiaru

Poniżej przedstawiono instrukcję emitera lasera XT16, w której opisano jego zasięg pomiaru.

Distance measuring ability ①	80m@10% reflectivity (channels 5~12)
	50m@10% reflectivity (channels 1~4, 13~16)



80 m@10% odbijalności oznacza, że ten emiter lasera ma zasięg pomiaru 80 metrów na materiałach o odbijalności 10%.

W mechanicznych obrotowych LiDAR-ach wiązki położone bliżej środka (XT16: 5–12) mają większy zasięg pomiaru.

Warunki testowe: oświetlenie otoczenia 100 klx, prawdopodobieństwo detekcji powyżej 90%.

Na zasięg pomiaru laserem wpływa również oświetlenie otoczenia. Jak pokazano na poniższym rysunku, środowisko testowe pomiaru dalekiego zasięgu dla emitera lasera XT16 jest następujące.

W ciągu dnia natężenie oświetlenia otoczenia zależy od pogody, pory dnia i miejsca. W słoneczny, bezchmurny dzień natężenie światła słonecznego padającego bezpośrednio na grunt wynosi ok. 100 klx. W dni pochmurne lub w miejscach zacienionych jest ono relatywnie niższe. Na przykład w cieniu w słoneczny dzień wynosi ok. 10 klx. W pobliżu okna wewnątrz budynku od strony północnej wynosi ok. 2000 lx. W przypadku aktywności na świeżym powietrzu w celu zapobiegania krótkowzroczności korzystne jest natężenie oświetlenia powyżej 1000 lx, a efekt jest wyraźniejszy powyżej 3000 lx.

Dlatego, jeśli chcesz sprawdzić maksymalny zasięg pomiaru emitera lasera, wykonanie testu w nocy i na obiekcie o najwyższej odbijalności znacznie zwiększy ten zasięg.

2.5. Plamka lasera (Spot)

LiDAR mierzy odległość, emitując wiązki lasera w kierunku obiektów. Laser nie jest jednak punktem pozbawionym rozmiaru – ma określoną średnicę. Na obiekcie tworzy on plamkę, jak pokazano na poniższym rysunku (zarejestrowanym kamerą na podczerwień). Biały punkt to plamka lasera.

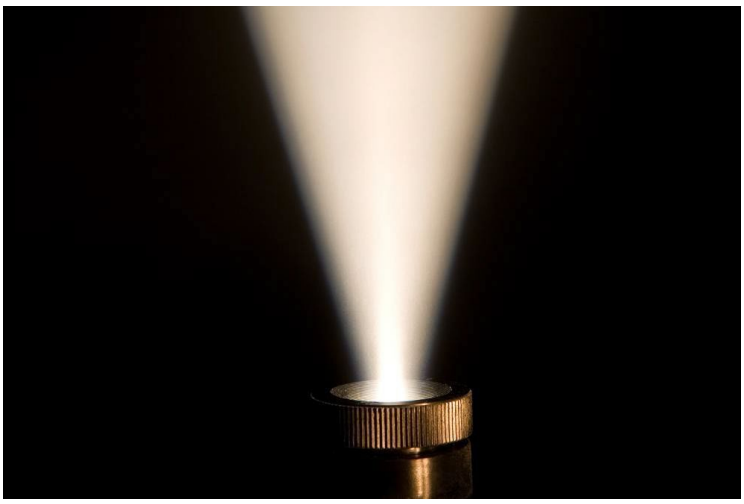


2.5.1. Jaki jest wpływ plamki lasera?

Plamkę lasera można porównać do latarki:

1. Im dalej latarka znajduje się od obiektu, tym szerszy jest oświetlony obszar i tym większa plamka.
2. Im większa moc latarki, tym jaśniejszy oświetlony obszar.

3. Im bardziej skupiona wiązka latarki, tym węższy oświetlony obszar, ale tym jaśniejszy i dalszy jest oświetlany cel.



Z powyższego wynika, że:

1. Większa plamka nie zawsze jest lepsza; w rzeczywistości mniejsza plamka skuteczniej oświetla obiekty. Oznacza to, że LiDAR o mniejszej plamce jest w rzeczywistości wyższej jakości i ma większy zasięg pomiaru oraz zdolność penetracji.
2. Im większa moc emisji, tym większa odległość oświetlenia.

2.5.2. Porównanie plamek różnych emiterów lasera

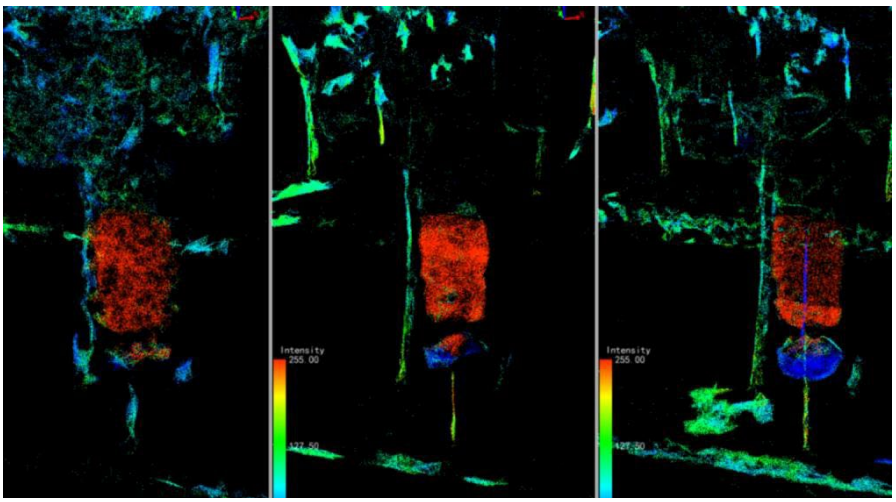
Poniżej przedstawiono porównanie plamek różnych emiterów lasera. Dla innych odległości rozmiar plamki można obliczyć proporcjonalnie.

Tabela 1. Porównanie rozmiarów plamek różnych emiterów lasera

Typ lasera	Rozmiar plamki	Kształt plamki	Rozmiar plamki na 20 metrach (metry)
Mid 360	0.1°*1°	Wydłużona eliptyczna	0.04*0.35
XT-16/XT32	0.09°*0.13°	Eliptyczna, prawie kołowa	0.03*0.04
XT32M2X	0.13°*0.15°	Eliptyczna, prawie kołowa	0.04*0.05

2.5.3. Plamka odzwierciedla rozdzielczość strukturalną obiektu.

Plamka jest rzutowana na obiekt, odległość jest obliczana na podstawie odbicia, a mapa 3D jest generowana za pomocą algorytmu SLAM. Rozmiar plamki określa minimalną jednostkę odległości, jaką może zmierzyć jednostka obliczeniowa lasera; dlatego im mniejsza plamka, tym wyraźniejsza struktura obiektu. Poniższy obraz ilustruje różnice w odwzorowaniu tablicy informacyjnej przez trzy typy emiterów lasera (Mid 360, XT-16, XT32M2X).



O1-LITE słabo odwzorowuje fizyczną strukturę tablicy; wspornik i element odblaskowy nie są w pełni odwzorowane. H120 i H300 odwzorowują ją na ogół poprawnie; jednak ze względu na mniejszą gęstość punktów w H120 kompletność odwzorowania jest niższa niż w H300.

3. PODSTAWY GEODEZJI

Ponieważ geodezja obejmuje szeroki zakres zagadnień, przedstawiono jedynie podstawowe wyjaśnienia często spotykanych zasad geodezyjnych istotnych dla pracy z ręcznym SLAM.

Szczegóły dotyczące przekształcania układów współrzędnych w MLS znajdziesz w instrukcji MLS.

3.1. Układ współrzędnych geocentrycznych CGCS2000 (Earth-Centered, Earth-Fixed, ECEF)

Pełna nazwa: China Geodetic Coordinate System 2000 – chiński geocentryczny układ współrzędnych (Earth-Centered, Earth-Fixed) ustanowiony w 2000 roku. Jak wskazuje nazwa, „Earth-Centered" oznacza, że początek układu znajduje się w środku masy Ziemi. „2000" odnosi się do epoki odniesienia 2000.0 (tj. 1 stycznia 2000 r.). Ponieważ ustanowienie układu współrzędnych wymaga zwykle danych obserwacyjnych, wyznaczanych w określonym okresie obserwacji, CGCS2000 jest układem zdefiniowanym na podstawie obserwacji w epoce 2000.0.

CGCS2000 jest oficjalnym układem współrzędnych w Chinach i niemal wszystkie materiały są udostępniane w tym układzie.

3.2. Układ współrzędnych geocentrycznych WGS84 (Earth-Centered, Earth-Fixed, ECEF)

Układ współrzędnych WGS84 (World Geodetic System 1984) to międzynarodowo przyjęty geocentryczny układ współrzędnych (Earth-Centered, Earth-Fixed, ECEF), którego początek znajduje się w środku masy Ziemi.

3.3. Porównanie WGS84 i CGCS2000

Cecha	Układ współrzędnych WGS84	Układ współrzędnych CGCS2000
Definicja	Globalny układ współrzędnych ustanowiony przez amerykańską agencję kartograficzną Departamentu Obrony USA (Defense Mapping Agency)	Globalny układ współrzędnych ustanowiony przez Państwową Administrację Geodezji, Kartografii i Geoinformacji Chin
Początek układu	Środek masy Ziemi	Środek masy Ziemi
Elipsoida	Oparta na parametrach elipsoidy GRS80	Oparta na parametrach elipsoidy GRS80, zasadniczo zgodna z WGS84
Orientacja	WGS84 jest stale aktualizowany w celu dostosowania do ITRF	CGCS2000 opiera się na ramie ITRF97, z epoką 2000.0
Metoda realizacji	Zrealizowany poprzez współrzędne 26 rozmieszczonych globalnie stacji monitorujących	Zrealizowany poprzez 2500 punktów ramowych krajowej geodezyjnej sieci kontrolnej GPS z 2000 r.
Dokładność realizacji	Zgodność z ITRF jest lepsza niż 3 cm	Dokładność realizacji wynosi 1 cm
Zastosowanie	Stosowany do globalnej nawigacji i pozycjonowania	Stosowany do informacji geograficznej, nawigacji i pozycjonowania w Chinach
Epoka	Epoka obserwacji	Epoka 2000.0
Różnice ram odniesienia	Teoretyczna różnica między WGS84 a CGCS2000 mieści się w granicach ±5 cm.	Teoretyczna różnica między WGS84 a CGCS2000 mieści się w granicach ±5 cm.
Różnice wartości współrzędnych	Różnice względem współrzędnych CGCS2000 wynikają głównie z odmiennej epoki, dokładności i metod realizacji.	Różnice względem współrzędnych CGCS2000 wynikają głównie z odmiennej epoki, dokładności i metod realizacji.
Transformacja	Wzajemną konwersję z CGCS2000 można zrealizować przez dostosowanie epoki i transformację ram odniesienia.	Wzajemną konwersję z WGS84 można zrealizować przez dostosowanie epoki i transformację ram odniesienia.

Należy pamiętać, że choć WGS84 i CGCS2000 są pod wieloma względami bardzo podobne, w praktyce – w zależności od konkretnego zastosowania i wymagań dotyczących dokładności – może być konieczna transformacja współrzędnych. Na przykład z powodu ruchów skorupy ziemskiej nawet w tej samej epoce mogą występować różnice między współrzędnymi WGS84 i CGCS2000 (typowa różnica wynosi od centymetrów do decymetrów).

3.4. Geocentryczne układy współrzędnych 1954 i 1980

Obecnie te dwa układy współrzędnych nie są już stosowane w całym kraju; w niektórych regionach nadal jednak pozostają w użyciu.

Układy 1954 i 1980 są geodezyjnymi układami współrzędnych. Aby przeliczyć je do CGCS2000, można złożyć wniosek o przeliczenie w urzędzie ds. gruntów i zasobów lub urzędzie zasobów naturalnych albo użyć transformacji siedmioparametrowej.

3.5. Lokalny układ współrzędnych

Niektóre miasta w Chinach, aby sprostać potrzebom produkcji i budownictwa lub w związku z ważnymi projektami (głównie w celu kontroli deformacji), ustanowiły własne niezależne układy współrzędnych.

Niezależne układy współrzędnych tworzy się zazwyczaj trzema metodami:

1. Zmiana południka osiowego;

Ponieważ zniekształcenie rośnie wraz z odległością od południka osiowego, przesunięcie południka bliżej obszaru lokalnego może zmniejszyć stopień zniekształcenia.

2. Zmiana wysokości odwzorowania

Domyślną wysokością odwzorowania CGCS2000 jest powierzchnia elipsoidy. W niektórych regionach wysokogórskich utrzymywanie odwzorowania na powierzchni elipsoidy może prowadzić do zniekształcenia długości. Dlatego często stosuje się zmianę wysokości odwzorowania.

3. Przesunięcie współrzędnych lub transformacja czteroparametrowa

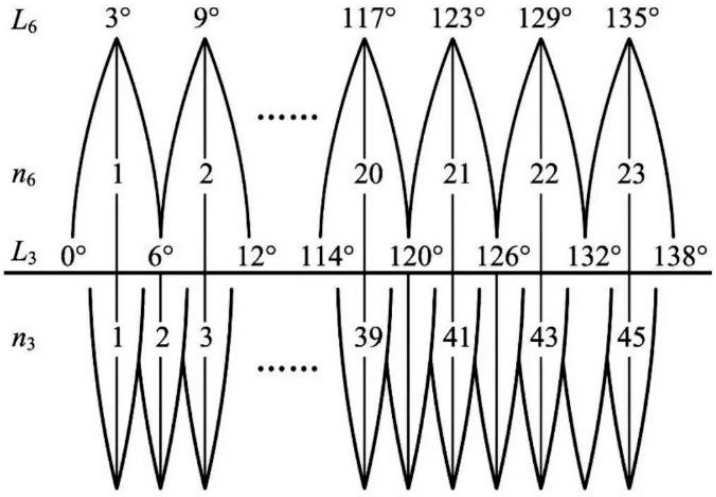
Przesunięcie współrzędnych polega na dodaniu stałej do współrzędnych wschodniej i północnej, natomiast transformacja czteroparametrowa obejmuje obrót, przesunięcie i skalę.

3.6. Odwzorowanie Gaussa / odwzorowanie Transverse Mercator

Odwzorowanie Gaussa / Transverse Mercator jest powszechnie stosowanym odwzorowaniem zachowującym kąty (konforemnym) w Chinach i krajach Azji Południowo-Wschodniej. W procesie odwzorowania kąty są zachowane, dzięki czemu na małych obszarach zachowane jest podobieństwo kształtów. Choć odwzorowanie Gaussa zachowuje podobieństwo kształtów na małych obszarach, na dużych obszarach, zwłaszcza na brzegach strefy odwzorowania, nadal występują zniekształcenia. Dlatego odwzorowanie Gaussa dzieli się zazwyczaj na strefy, aby ograniczyć zniekształcenia odwzorowania.

3.6.1. Podział na strefy

Dla map wielkoskalowych (1:2000, 1:1000, 1:500) w odwzorowaniu Gaussa stosuje się zawsze podział na strefy 3°. Mapy drobnoskalowe wykorzystują zwykle strefy 6° (których rzadko używamy).



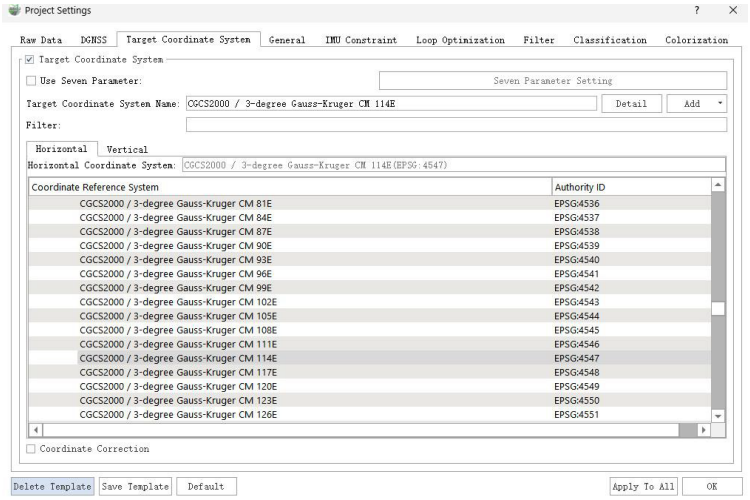
Numer strefy 3° = (długość geograficzna + 1,5°) / 3, zaokrąglony w dół. Południk osiowy strefy 3° = numer strefy 3° × 3

Przykład: obliczenie południka osiowego strefy 3° dla miejsca o długości geograficznej 112,2°:

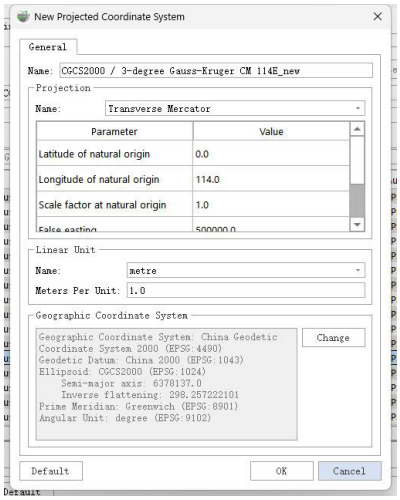
Numer strefy = (112,2 + 1,5) / 3 = 37,9, zaokrąglone w dół = 37

Południk osiowy = 37 × 3 = 111°

Uwaga: w niektórych zapisach współrzędnych numer strefy może być dodany do współrzędnej wschodniej. W takim przypadku koniecznie potwierdź to z klientem.



3.6.2. Parametry odwzorowania



1. Name: metoda odwzorowania Transverse Mercator
2. Latitude/Longitude of natural origin: szerokość i długość geograficzna początku układu

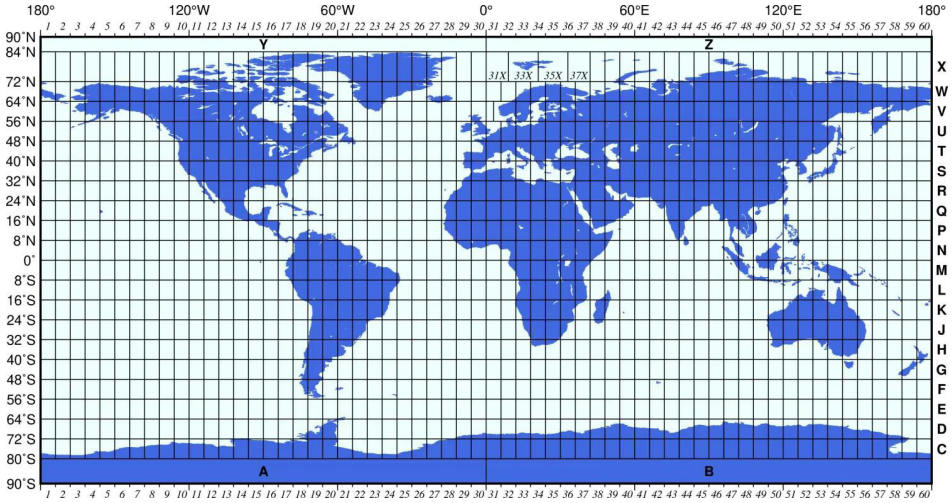
Początek układu współrzędnych znajduje się w określonej szerokości i długości geograficznej. Zazwyczaj dla odwzorowania Gaussa obie wartości wynoszą 0, a wykorzystywana jest długość geograficzna południka osiowego.

3. Scale factor at natural origin: skala zniekształcenia w początku układu. Dla odwzorowania Gaussa wartość wynosi 1.
4. False easting/northing: stałe przesunięcia współrzędnych wschodniej/północnej

Domyślnie fałszywe przesunięcie wschodnie (false easting) wynosi 500 000, a fałszywe przesunięcie północne (false northing) 0. Dodanie tych stałych zapewnia, że współrzędne nie są ujemne.

3.7. Odwzorowanie UTM

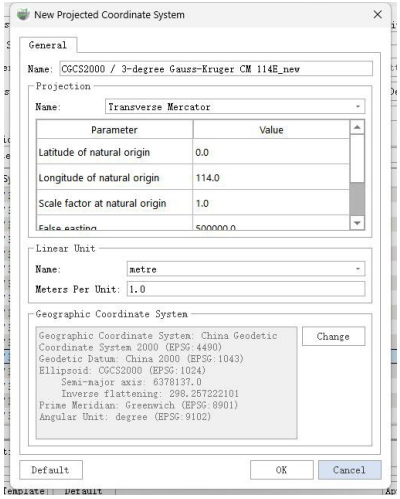
Universal Transverse Mercator: odwzorowanie UTM jest poprzeczne, konforemne i walcowe (universal transverse mercator projection).

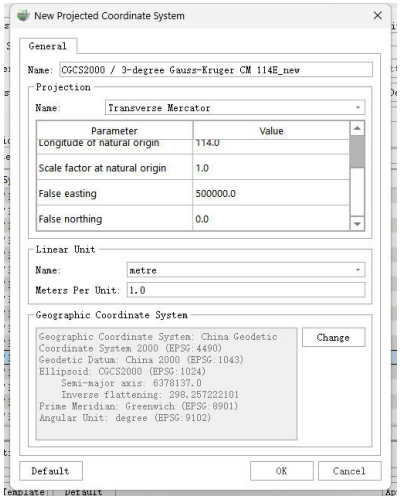


3.7.1. Podział na strefy

Strefy dzieli się co 6° (nie stosuje się podziału 3°), zaczynając od 180°E (lub 180°W) i licząc z zachodu na wschód. Na całym świecie obszar między 80°S a 84°N jest podzielony na 60 stref. Każda strefa ma własny południk osiowy ze specyficznym przesunięciem. Południk osiowy strefy 1 wynosi −177°. Południk 0° stanowi granicę między strefami 30 i 31, a ich południki osiowe wynoszą odpowiednio −3° i 3°.

3.7.2. Parametry odwzorowania





Name: metoda odwzorowania Transverse Mercator

1. Latitude/Longitude of natural origin: szerokość i długość geograficzna początku układu

Początek układu współrzędnych znajduje się w określonej szerokości i długości geograficznej. Zazwyczaj dla odwzorowania Gaussa obie wartości wynoszą 0, a wykorzystywana jest długość geograficzna południka osiowego.

3. Scale factor at natural origin: skala zniekształcenia w początku układu. Odwzorowanie UTM stosuje współczynnik skali 0,9996.

4. False easting/northing: stałe przesunięcia współrzędnych wschodniej/północnej

Domyślne fałszywe przesunięcie wschodnie wynosi 500 000, a fałszywe przesunięcie północne 0. Na półkuli południowej fałszywe przesunięcie północne wynosi 10 000 000.

3.8. Różnice między odwzorowaniem Gaussa-Krügera a UTM

Różnice między odwzorowaniem UTM a odwzorowaniem Gaussa-Krügera:

1. Różni się współczynnik skali południka osiowego: UTM stosuje 0,9996, a odwzorowanie Gaussa-Krügera 1.
2. Podział na strefy jest taki sam, ale różni się punkt początkowy numeracji stref.
3. W regionach średnich i niskich szerokości geograficznych odwzorowanie UTM wykazuje mniejsze zniekształcenia niż odwzorowanie Gaussa-Krügera.
4. Kraje zachodnie (np. USA, Wielka Brytania, Niemcy i Francja) stosują głównie odwzorowanie UTM jako odwzorowanie krajowych podstawowych map topograficznych, natomiast kraje wschodnie (np. Chiny, Rosja, Mongolia i Korea Północna) stosują w tym celu głównie odwzorowanie Gaussa-Krügera.

3.9. Siedem/cztery parametry

Celem siedmiu parametrów jest umożliwienie przekształcenia między dwoma układami odniesienia opartymi na różnych elipsoidach (datum geodezyjnymi), np. powszechnie stosowanego przekształcenia z geocentrycznego układu 80/54 do układu CGCS2000.

Cztery parametry służą do przekształcenia między dwoma płaskimi prostokątnymi układami współrzędnych.

Transformacja siedmioparametrowa jest pełniejszą metodą transformacji współrzędnych, zdolną do obsługi transformacji wielkoobszarowych i trójwymiarowych, natomiast transformacja czteroparametrowa lepiej nadaje się do transformacji małoobszarowych i dwuwymiarowych (płaskich). Wybór metody transformacji zależy od wymaganej dokładności, zakresu i dostępnych informacji o parametrach. Różnice między siedmioma a czterema parametrami przedstawiono poniżej:

Cecha / typ	Siedem parametrów (transformacja Helmerta)	Cztery parametry
Definicja	Transformacja siedmioparametrowa obejmuje przesunięcie (dx, dy, dz), obrót (rx, ry, rz) i współczynnik skali (m).	Transformacja czteroparametrowa obejmuje dwa parametry przesunięcia (dx, dy), jeden parametr obrotu i jeden parametr skali.
Zastosowanie	Stosowana do transformacji współrzędnych w geodezji; nadaje się do transformacji wielkoobszarowych i wysokodokładnych.	Stosowana głównie do lokalnych transformacji współrzędnych płaskich, gdy nie jest wymagana bardzo wysoka dokładność.
Dokładność	Zapewnia wysoką dokładność transformacji i nadaje się do scenariuszy wymagających wysokodokładnej transformacji współrzędnych.	Dokładność transformacji jest stosunkowo niska, dlatego nadaje się do transformacji małoobszarowych lub sytuacji, w których wysoka dokładność nie jest wymagana.
Złożoność	Wzór transformacji jest stosunkowo złożony i wymaga obliczenia łącznego wpływu siedmiu parametrów.	Wzór transformacji jest stosunkowo prosty i łatwy do zaimplementowania i obliczenia.
Zakres stosowania	Nadaje się do globalnych lub wielkoobszarowych transformacji współrzędnych, np. transformacji geodezyjnych układów współrzędnych między państwami.	Nadaje się do transformacji współrzędnych na obszarach lokalnych, np. miast, lub transformacji odwzorowań map drobnoskalowych.

3.10. Wysokość elipsoidalna, wysokość normalna, wysokość ortometryczna

3.10.1. Wysokość elipsoidalna

- Zazwyczaj uzyskiwana bezpośrednio z pomiaru GNSS.
- Powierzchnią odniesienia jest elipsoida.
- Ze względu na nieregularność elipsoidy ziemskiej wysokość elipsoidalna nie odzwierciedla bezpośrednio rzeczywistej wysokości terenu.

- Wysokość elipsoidalna jest również nazywana wysokością geodezyjną.

3.10.2. Wysokość normalna

- Wyznaczana metodami geodezyjnymi z uwzględnieniem normalizacji ziemskiego pola grawitacyjnego.
- Powierzchnią odniesienia jest quasi-geoida.
- Stosowana w krajowych lub regionalnych systemach wysokościowych i w porównaniu z wysokością elipsoidalną jest bliższa rzeczywistej wysokości terenu.

Krajowy system wysokościowy 1985 w Chinach wykorzystuje wysokość normalną.

3.10.3. Wysokość ortometryczna

- Jest to najbardziej intuicyjne pojęcie wysokości, ale jednocześnie najtrudniejsze do pomiaru.
- Powierzchnią odniesienia jest powierzchnia ekwipotencjalna (geoida).
- Wymaga uwzględnienia lokalnego pola grawitacyjnego i ukształtowania terenu w punkcie na gruncie.
- Powszechnie stosowana w budownictwie inżynieryjnym, pomiarach gruntów i pokrewnych dziedzinach.

3.10.4. Anomalia wysokości

Wysokość ξ od quasi-geoidy do elipsoidy ziemskiej.

Wzór: $\xi = H - h$, gdzie H to wysokość geodezyjna, a h to wysokość normalna.

3.10.5. Siatka korekcji wysokości

Niektóre kraje i regiony udostępniają plik siatki korekcji wysokości, zazwyczaj w formacie TIF/TIFF, w którym wartości XY i atrybutów oznaczają długość geograficzną, szerokość geograficzną i wartości anomalii wysokości. Jeśli plik został dostarczony przez klienta lub można go pobrać z niektórych stron internetowych, można go użyć bezpośrednio do uzyskania końcowych wysokości normalnych.

4. PODSTAWY GAUSSIAN

Od 2023 roku technologia 3D Gaussian jest najpopularniejszą metodą rekonstrukcji 3D.

Jej porównanie z tradycyjnym ręcznym modelowaniem i MESH przedstawiono poniżej:

4.1. Zasada działania 3D Gaussian

Zasada 3D Gaussian: scena jest reprezentowana przez odkształcalne kule Gaussa, które są rzutowane na ekran i renderowane z mieszaniem głębi. Proces składa się z czterech kroków:

- Inicjalizacja: za pomocą SFM obliczane są pozy obrazów (część może wykorzystywać szybką estymację pozy z Laser SLAM), w wyniku czego powstaje rzadka chmura punktów – są to punkty początkowe (seed) Gaussów.
- Utworzenie początkowych kul Gaussa
- Ciągłe dodawanie, usuwanie i modyfikowanie kul Gaussa oraz porównywanie ich z obrazami; ostatecznie powstają gęste kule Gaussa. Jest to najbardziej czasochłonny krok.
- Wykorzystanie właściwości przezroczystości kul Gaussa do szybkiego renderowania obrazów 2D.

4.2. Obszary zastosowań 3D Gaussian

Produkcja filmowa, produkcja wirtualna, VR/AR, cyfrowe bliźniaki, pojazdy autonomiczne, dziedzictwo kulturowe, AIGC i inne dziedziny.

4.3. Różnice między 3D Gaussian a tradycyjnym modelowaniem

Dla wyników „szybkich + lekkich + realistycznych” wybierz 3D Gaussian. Dla „dokładności klasy geodezyjnej” użyj tradycyjnej fotogrametrii.

Dla „pełnej kontroli + bardzo wysokiej dokładności” nadal wymagane jest modelowanie ręczne.

Kryterium	3D Gaussian Splatting (3DGS)	Fotogrametria tradycyjna	Modelowanie ręczne
Proces	Wykonanie zdjęć → AI automatycznie generuje miliony elipsoid Gaussa	Zdjęcia wielokierunkowe z drona → aerotriangulacja → dopasowanie gęste → siatka/teksturowanie	Grafik ręcznie tworzy punkty, krawędzie i ściany, rzeźbi i nakłada tekstury
Wielkość danych	Mała (ok. 1/10 fotogrametrii, ok. 1/50 modelowania ręcznego)	Duża (TB surowych zdjęć + GB danych OSGB/siatki)	Największa (modele o wysokiej dokładności mogą przekraczać 100 GB)
Czas wykonania	Od minut do godzin	Od godzin do dni (aerotriangulacja + modelowanie + oczyszczanie)	Od dni do tygodni lub miesięcy
Stopień automatyzacji	Pełna automatyzacja, wynik jednym kliknięciem	Półautomatyczny, wymaga dużego nakładu ręcznego oczyszczania	W pełni ręczny
Dokładność geometryczna	Poziom cm–dm, lekko rozmyte krawędzie	Poziom cm, ostre krawędzie	Poziom mm, dokładność klasy produkcyjnej
Odwzorowanie szczegółów	Doskonałe: cienkie przewody, liście i balustrady odwzorowywane naturalnie	Umiarkowane: struktury o słabej teksturze i drobne elementy często mają luki	W pełni kontrolowane – dowolny poziom szczegółowości
Materiały i oświetlenie	Wbudowane, optymalizowane łącznie	Wymaga osobnego wypalania tekstur	Wymaga pełnego procesu PBR i ręcznego dostrajania

Kryterium	3D Gaussian Splatting (3DGS)	Fotogrametria tradycyjna	Modelowanie ręczne
Renderowanie w czasie rzeczywistym	60–100 FPS na kartach GPU średniej klasy	Duże sceny wymagają LOD, wysokie obciążenie GPU	Eksplozja liczby wielokątów; konieczne intensywne LOD lub wypalanie
Edycja końcowa	Trudna: można jedynie dodawać lub usuwać gaussy, nie można „przeciągać punktów”	Średnia: siatkę można edytować, ale topologia łatwo ulega uszkodzeniu	Łatwa: wierzchołki, krawędzie i ściany w pełni edytowalne
Aktualizacje dynamiczne	Obsługa aktualizacji przyrostowych w ciągu kilku minut	Wymaga ponownego nalotu i pełnego procesu	Wymaga ponownego modelowania
Wymagania sprzętowe	Trening: 8–12 GB VRAM; podgląd: 4 GB VRAM	Dron + wydajna stacja robocza	Wydajna stacja robocza + czas pracy grafika
Typowe zastosowania	VR/AR, cyfrowe bliźniaki, prewizualizacja filmowa, szybka aktualizacja modeli miast	Geodezja, mapy bazowe smart city, mapy katastralne	Postacie do gier, zbliżenia filmowe, wzornictwo przemysłowe, druk 3D

W tym rozdziale omówiono:

- Wymagania sprzętowe i programowe przed pozyskiwaniem danych
- Ogólny proces pozyskiwania danych i środki ostrożności
- Rozwiązania pozyskiwania danych dla różnych scenariuszy
- Kopiowanie danych
- Wymagania dotyczące pozyskiwania danych 3D Gaussian

5. WYMAGANIA SPRZĘTOWE I PROGRAMOWE PRZED POZYSKIWANIEM DANYCH

Część 2. Pozyskiwanie danych

5.1. Wymagania dotyczące oprogramowania sterującego pozyskiwaniem

Oprogramowanie sterujące pozyskiwaniem danych dostarczane przez GreenValley oferuje praktyczne funkcje, takie jak zarządzanie projektami, konfiguracja RTK, konfiguracja stacji wirtualnej oraz podgląd chmury punktów w czasie rzeczywistym. Linki do pobrania pokazano na poniższym rysunku (po lewej: iOS, po prawej: Android).

Wymagania dotyczące oprogramowania sterującego na urządzeniach mobilnych

> **INFORMACJA:** iOS: iOS 12 lub nowszy, na telefonach lub tabletach Apple z procesorem A10 lub nowszym. Android: minimalne wymaganie systemowe to Android 8, z co najmniej 6 GB RAM i wbudowanym modułem GPS.

Przed pozyskiwaniem danych upewnij się, że aplikacja jest zaktualizowana do najnowszej wersji. Aktualizację można wykonać online przyciskiem Upgrade.

5.2. Wymagania dotyczące urządzenia do pozyskiwania danych

5.2.1. Wymagania dotyczące pamięci i zasilania urządzenia do pozyskiwania danych

Przed rozpoczęciem pozyskiwania danych upewnij się, że dostępne jest co najmniej 5% wolnej pamięci (niektóre urządzenia wyświetlają czerwony wskaźnik, gdy wolne miejsce spadnie poniżej 5%).

Przed rozpoczęciem pozyskiwania danych upewnij się, że poziom naładowania akumulatora jest wyższy niż 30%.

5.2.2. Wymagania dotyczące firmware'u urządzenia do pozyskiwania danych

Przed rozpoczęciem pozyskiwania danych upewnij się, że firmware jest zaktualizowany do najnowszej wersji. W interfejsie „Device Management” kliknij „Firmware Upgrade” i postępuj zgodnie z komunikatami aplikacji, aby wykonać aktualizację online.

W razie problemów podczas aktualizacji firmware'u skontaktuj się ze wsparciem technicznym lub serwisem, aby uzyskać pomoc.

5.2.3. Wymagania dotyczące wyglądu zewnętrznego jednostki pozyskującej dane

- Obiektyw kamery i emiter lasera muszą być czyste; wycieraj je profesjonalnymi narzędziami czyszczącymi.
- Osłona lasera musi być zdjęta.
- Czy GNSS jest pewnie podłączony lokalnie?

5.3. Wymagania dotyczące sieci 4G

W miejscach wymagających pozyskiwania danych z RTK upewnij się, że usługa 4G działa prawidłowo (przy użyciu fabrycznie dostarczonej karty SIM 4G można zeskanować kod QR modułu RTK w celu weryfikacji) i że sygnał jest silny.

W miejscach, w których pozyskiwanie danych z RTK nie jest wymagane, to wymaganie można pominąć.

5.4. Środki ostrożności dotyczące kamery

1. Upewnij się, że powierzchnia kamery jest czysta.
2. Ręczne kamery serii H/V należy włączać przyciskiem zasilania.



3. Kamery serii H/V nie mogą samodzielnie rozpocząć nagrywania; nagrywaniem musi automatycznie sterować urządzenie ręczne.
4. Jeśli kamera nie zatrzymuje się automatycznie po zakończeniu pozyskiwania danych, można ją zatrzymać ręcznie. Po zapisaniu danych uruchom ponownie skrzynkę akumulatora.

5.5. Przygotowanie przed połączeniem z serią O2

Seria O2 obsługuje dwie metody połączenia: Wi-Fi i Hotspot. W przypadku połączenia przez Hotspot zwróć uwagę na następujące kwestie:

1. Po pełnym uruchomieniu urządzenia (gdy wskaźniki zasilania i pozyskiwania świecą światłem ciągłym) otwórz aplikację.
2. O ile to możliwe, do pozyskiwania danych używaj dedykowanego telefonu, aby uniknąć rozłączeń spowodowanych połączeniami przychodzącymi.
3. O ile to możliwe, włączaj Hotspot tuż przed użyciem. Zbyt wczesne włączenie rozładowuje akumulator telefonu, a niektóre telefony mogą wręcz domyślnie wyłączać Hotspot w celu oszczędzania energii.
4. Wyłącz tryb oszczędzania energii; Hotspot jest pierwszą funkcją ograniczaną w tym trybie.
5. Upewnij się, że telefon ma prawidłowy dostęp do internetu.
6. W urządzeniach z iOS włącz opcję „Maximum Compatibility” (maksymalna zgodność).
7. Aby pozyskiwać dane do Gaussian, ustaw maksymalną liczbę klatek na sekundę kamery.

6. OGÓLNY PRZEBIEG I ŚRODKI OSTROŻNOŚCI PODCZAS POZYSKIWANIA DANYCH

6.1. Ogólny przebieg pozyskiwania danych



- Zbieranie materiałów

Zbierz głównie mapy topograficzne, zdjęcia, punkty kontrolne, układy współrzędnych i parametry transformacji, aby z wyprzedzeniem poznać obszar pomiaru, zaplanować trasy i ułatwić późniejsze przekształcanie współrzędnych.

- Rekonesans terenowy

Rekonesans terenowy przed pomiarem pozwala lepiej zaplanować i zoptymalizować trasę skanowania oraz sposób pozyskiwania punktów kontrolnych.

- Podział na obszary

Jeśli wymaganych jest kilka lotów (sortie), należy je zaplanować zgodnie z rzeczywistymi warunkami obszaru. Zasadniczo między lotami powinno występować pokrycie trajektorii na poziomie 2–5 metrów.

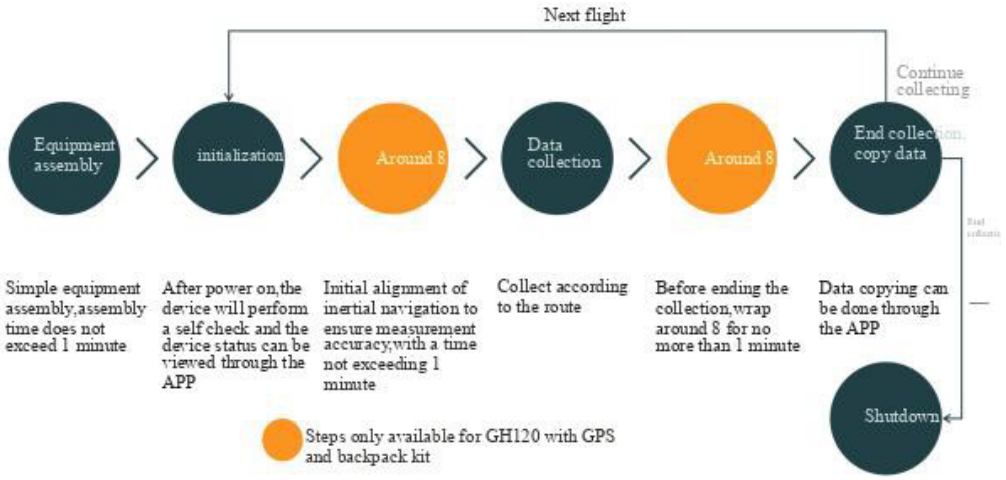
- Planowanie trasy

Planowanie trasy powinno przede wszystkim zapewniać optymalną jakość danych. Trasy planuj zgodnie z następującymi zasadami:

Metoda planowania trasy jest różna dla każdego scenariusza; zob. następny podrozdział.

- Pozyskiwanie danych

Przebieg pozyskiwania danych przedstawiono na poniższym schemacie.



Podczas pozyskiwania danych różne scenariusze mają różne wymagania; zob. następny podrozdział.

- Przetwarzanie danych

Obejmuje obliczenia SLAM, integrację GCP, zszywanie danych, przekształcanie współrzędnych i inne czynności.

6.2. Warunki zamknięcia pętli podczas planowania trasy

1. Jeśli nie ma GNSS, nie ma GCP lub sygnał GNSS jest słaby, należy zaplanować zamknięcie pętli.

2. Jeśli GNSS i GCP są dostępne w całym przebiegu, zamknięcie pętli nie jest wymagane.
3. W scenariuszach o słabych cechach, takich jak tunele, rurociągi i przepusty, nie zaleca się zamykania pętli metodą przejścia tam i z powrotem.

6.3. Wpływ środowiska GNSS na trasę pozyskiwania danych

Jeśli środowisko GNSS jest słabe, można to ocenić na podstawie liczby rozwiązań RTK typu Fixed i błędu w czasie rzeczywistym wyświetlanego przez RTK. W przypadku PPK ocenę można oprzeć na wartości PDOP. Zazwyczaj wartość poniżej 3 jest idealna; jeśli przekracza 3, należy rozważyć zamknięcie pętli.

6.4. Własna stacja bazowa

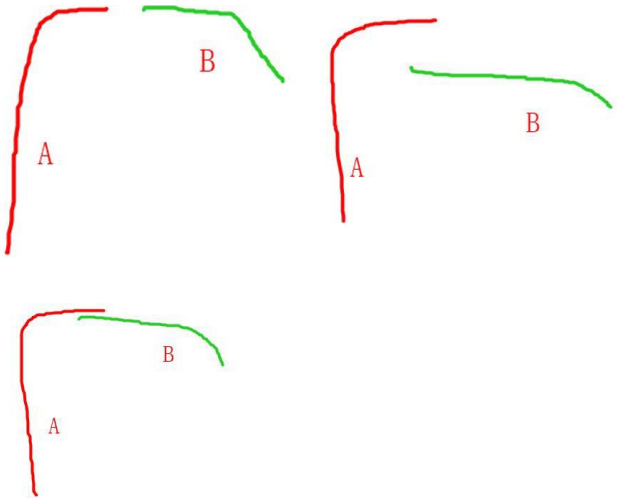
Przy użyciu własnej stacji bazowej do przetwarzania PPK należy przestrzegać następujących zasad:

Stację bazową należy ustawić na punkcie o znanych współrzędnych, a miejsce ustawienia musi spełniać następujące wymagania:

1. Podłoże powinno być stabilne, aby ułatwić ustawienie i obsługę stacji bazowej.
2. Pole widzenia powinno być otwarte, a kąt wzniesienia przeszkód wokół pola widzenia powinien być mniejszy niż 10°–15°, aby nie ograniczać odbioru sygnałów satelitarnych.
3. W pobliżu nie powinno być obiektów silnie odbijających sygnały satelitarne (np. dużych budynków);
4. Należy zachować odległość co najmniej 200 metrów od nadajników radiowych dużej mocy (np. stacji telewizyjnych, radiowych, mikrofalowych) oraz co najmniej 50 metrów od linii wysokiego napięcia i kanałów transmisji sygnałów radiowych mikrofalowych.
5. Stacja bazowa musi rejestrować dane w okresie obejmującym 10 minut przed i po pozyskiwaniu danych.

6.5. Gdy do pozyskania danych potrzeba kilku lotów

Przy kilku lotach (sortie) trajektorie danych powinny się pokrywać na odcinku co najmniej 2–5 metrów, a odległość między trajektoriami nie powinna przekraczać 3 metrów. Na trzech poniższych rysunkach pierwszy pokazuje brak pokrycia, drugi – trajektorie zbyt oddalone od siebie, a trzeci – prawidłowe pokrycie.



6.6. Ograniczenia czasowe pozyskiwania danych

Gdy nie są rejestrowane zdjęcia, nie ma ścisłego limitu czasu; jednak większe zbiory surowych danych mogą obciążać pamięć i dyski podczas pracy w biurze.

Podczas rejestrowania zdjęć:

1. W przypadku H120/H300 zaleca się używanie fotografii poklatkowej (time-lapse) do pozyskiwania danych i utrzymywanie czasu pojedynczego lotu w granicach jednej godziny.

> **!** **INFORMACJA:** Obsługa fotografii poklatkowej zależy od wersji firmware'u. Skonsultuj się z działem sprzedaży lub wsparciem technicznym.

2. V100/H120 (starsze modele) obsługują wyłącznie tryb nagrywania wideo, a czas pojedynczego lotu należy utrzymywać w granicach jednej godziny.

3. W O1-LITE nie ma limitu czasu nagrywania; jednak ze względu na odprowadzanie ciepła z urządzenia i wydajność obliczeń w biurze zaleca się nagrywanie do 90 minut oraz kontrolowanie ilości wolnej pamięci.
4. Pliki z serii O2 są zazwyczaj duże, dlatego należy zapewnić wystarczającą ilość miejsca w pamięci.

Zalecany czas pozyskiwania danych to maksymalnie 90 minut.

6.7. Zależność między czasem pozyskiwania danych a rozmiarem pliku

Różne formaty surowych danych i metody kompresji powodują różnice w rozmiarach plików. Poniższa tabela przedstawia zależność między rozmiarem danych a czasem nagrywania (wyłącznie poglądowo).

Urządzenie	Dane lasera (GB), nagranie 10-min	Zdjęcia (GB), nagranie 10-min	Uwagi
H300	1,7–2,0	0,3–0,5 (fotografia poklatkowa)	
H120	0,8–1,1	3–5 (wideo)	
O1-Lite	1,5–2,0	0,5–2,5	Regulowana liczba klatek na sekundę
O2-LITE	7,9		Nagrywanie 3 Hz
O2	14		Średnia częstotliwość

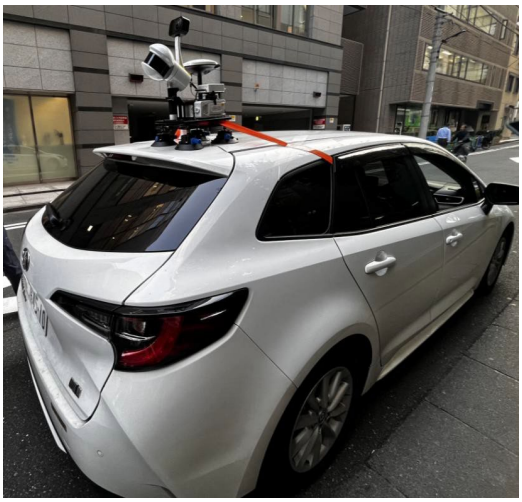
6.8. Środki ostrożności przy pozyskiwaniu punktów gruntu urządzeniami O1/O2-Lite

Jeśli konieczne jest zebranie danych o gruncie, nie utrzymuj emitera lasera równolegle do podłoża.

6.9. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych zestawami do montażu na pojeździe/dronie

6.9.1. Zestaw do montażu na pojeździe

1. Ręczny zestaw do montażu na pojeździe nadaje się wyłącznie do scenariuszy takich jak parki i miasta, a nie do długich, liniowych środowisk drogowych.
2. Podczas montażu zestawu na pojeździe zaleca się umieszczenie go z tyłu pojazdu, aby zeskanować więcej danych o gruncie.
3. Podczas pozyskiwania danych zestawem na pojeździe prędkość nie powinna przekraczać 40 km/h; optymalna prędkość to maksymalnie 20 km/h.
4. Jeśli można zapewnić, że w ciągu pierwszych 300 metrów trasy pozyskiwania danych występuje zakręt, nie ma potrzeby wykonywania manewru „ósemki”.



6.9.2. Zestaw lotniczy

1. Podczas pozyskiwania danych z powietrza manewr „ósemki” należy wykonywać z mniejszą prędkością.
2. Prędkość pozyskiwania danych powinna być mniejsza niż 7 m/s, a wysokość nie powinna przekraczać 150 metrów.
3. Pokrycie powinno być większe niż 30%.
4. Można stosować trasy lotów mapowania, możliwy jest też lot z podążaniem za terenem.

7. SCHEMATY I ŚRODKI OSTROŻNOŚCI POZYSKIWANIA DANYCH DLA RÓŻNYCH SCENARIUSZY

Różne scenariusze mają różne cechy SLAM, środowiska GNSS i cechy geograficzne, co wymaga różnych strategii pozyskiwania danych.

7.1. Środowiska parkowe, miejskie i obszary zabudowy

Cechy SLAM w parkach, miastach i obszarach zabudowy są stosunkowo liczne. Przy planowaniu tras pozyskiwania danych kieruj się następującymi zasadami:

1. Zasadę zamknięcia pętli stosuj zgodnie z opisem w sekcji 6.2.
2. W kwestii środowisk GNSS przy planowaniu tras pozyskiwania danych zob. sekcja 6.3.
3. Jeśli napotkasz duże pojazdy, możesz lekko się odsunąć, aby emiter lasera skanował obiekty statyczne. Poczekaj, aż duży pojazd przejedzie, i dopiero wtedy kontynuuj pomiar.
4. Zbliżając się do sygnalizacji świetlnej, postaraj się zwolnić z wyprzedzeniem, aby przejść przez skrzyżowanie na zielonym świetle.
5. Jeśli pozyskujesz dane z GNSS i napotkasz miejsce pod drzewami, staraj się nie iść pod drzewami.
6. Jeśli po jednej stronie znajdują się budynki i konieczne jest zarejestrowanie fasady, zaleca się skanowanie budynku pod kątem 45°.
7. Aby ograniczyć nakład pracy w biurze, osoby towarzyszące powinny pozostawać 5–10 metrów za osobą pozyskującą dane.
8. Podczas oznaczania punktów GCP unikaj gromadzenia się ludzi wokół osoby pozyskującej dane.

7.2. Środowisko drogowe

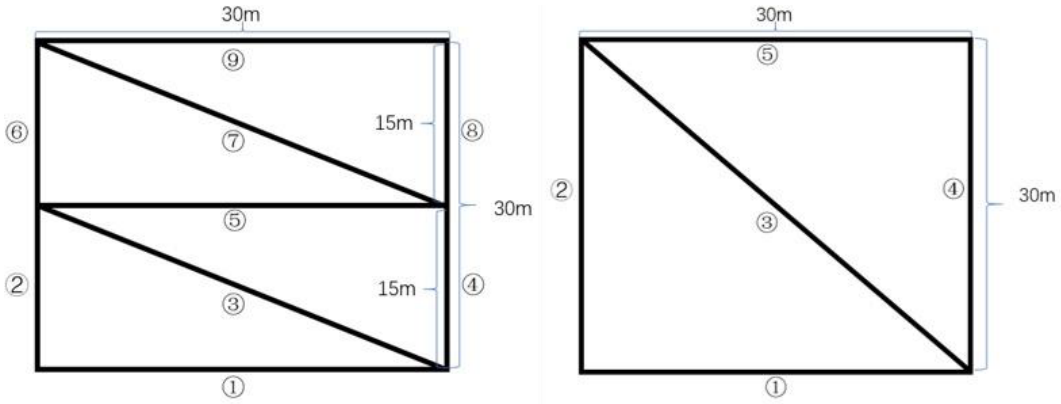
Środowiska drogowe są zazwyczaj otwarte, dlatego do pozyskiwania danych zaleca się urządzenia H300 lub serii O2, co zwiększa szanse na skuteczne mapowanie.

1. Zasadę zamknięcia pętli stosuj zgodnie z opisem w sekcji 6.2.
2. W kwestii środowisk GNSS przy planowaniu tras pozyskiwania danych zob. sekcja 6.3.
3. Podczas pozyskiwania danych dróg zaleca się używanie sprzętu z GNSS, aby zapewnić dokładność pracy.
4. Jeśli napotkasz duże pojazdy, możesz lekko się odsunąć, aby emiter lasera skanował obiekty statyczne. Poczekaj, aż duży pojazd przejedzie, i dopiero wtedy kontynuuj pomiar.
5. Zbliżając się do sygnalizacji świetlnej, postaraj się zwolnić z wyprzedzeniem, aby przejść przez skrzyżowanie na zielonym świetle.
6. Na drogach dwukierunkowych, ponieważ nie ma pewności, czy uda się zamknąć pętlę, staraj się pozyskiwać dane z użyciem GNSS, aby zapewnić spójność danych.
7. Jeśli pozyskujesz dane z GNSS i napotkasz miejsce pod drzewami, staraj się nie iść pod drzewami.
8. Aby ograniczyć nakład pracy w biurze, osoby towarzyszące powinny pozostawać 5–10 metrów za osobą pozyskującą dane.
9. Używając zestawu na pojeździe, dopilnuj, aby prędkość jazdy nie była zbyt duża. Dla uzyskania optymalnych wyników zaleca się prędkość poniżej 20 km/h. Umieszczenie emitera lasera z tyłu pojazdu zapewnia optymalne skanowanie nawierzchni drogi.

7.3. Środowisko leśne

Rozważmy na przykład powierzchnię próbną leśną o wymiarach 30 m × 30 m:

Zaplanuj ścieżkę przez obszar pozyskiwania danych. Celem planowania ścieżki jest zarejestrowanie wszystkich informacji o drzewach przy jak najmniejszej redundancji danych. Dla powierzchni próbnej 30 m × 30 m, jeśli drzewa rosną gęsto, zastosuj metodę planowania ścieżki pokazaną po lewej stronie rysunku poniżej; jeśli drzewa rosną rzadko – metodę pokazaną po prawej:



Planowanie ścieżki (drzewa gęste: po lewej; drzewa rzadkie: po prawej)

7.3.1. Podczas pozyskiwania danych w lesie zwróć uwagę na następujące kwestie:

1. Jeśli trawa jest zbyt wysoka i emiter lasera nie może zeskanować żadnych cech w miejscu oznaczania punktu, nie wykonuj oznaczania punktu.
2. W obszarach leśnych nie zaleca się oznaczania punktów; zamiast tego użyj oznaczania punktów GCP, aby wprowadzić współrzędne bezwzględne.
3. Napotykając zagłębienia w trawie lub tunele z krzewów, staraj się ich nie przechodzić. W takim miejscu możesz zakończyć pozyskiwanie danych i rozpocząć nowy projekt albo usunąć pnącza ze ścieżki, aby uniknąć przeszkód podczas pozyskiwania.
4. Środowisko GNSS pod koroną drzew jest słabe. Jeśli uzyskano rozwiązanie GNSS typu Fixed, sprawdź, czy nie występują skoki punktów (można je zobaczyć na profilu). Jeśli takie występują, zaleca się je usunąć.
5. Napotykając strome stoki lub pochyłości, nie skacz w dół; zaleca się zsunąć się.
6. Maksymalizuj liczbę zamknięć pętli, aby zapobiec rozwarstwieniu pni drzew.

7.4. Środowisko tunelowe

Środowiska tunelowe można podzielić na takie o niewielkiej liczbie cech i takie o dużej liczbie cech.

Zazwyczaj tunele w budowie mają więcej cech, a ukończone tunele zwykle mają ich mniej.

1. W tunelu o niewielkiej liczbie cech nie zawracaj ani nie zmieniaj kierunku podczas marszu.
2. Osoby towarzyszące muszą pozostawać co najmniej 2 metry za osobą pozyskującą dane.
3. W tunelu o niewielkiej liczbie cech staraj się unikać oznaczania punktów; zamiast tego użyj oznaczania punktów GCP, aby wprowadzić dane o współrzędnych bezwzględnych. Jeśli oznaczanie punktów jest konieczne, powoli opuszczaj i podnoś sprzęt.
4. Podczas oznaczania punktów osoby towarzyszące nie powinny znajdować się z przodu; powinny pozostawać 2 metry za osobą oznaczającą punkty oraz wstawać i kucać jednocześnie z nią.
5. Podczas pozyskiwania danych staraj się iść środkiem tunelu.
6. Podczas pozyskiwania danych unikaj znacznych wychyleń emitera lasera na boki oraz w górę i w dół.

W tunelach o słabych cechach lub bez cech można stworzyć cechy sztuczne. Zazwyczaj wybiera się większe obiekty: najlepsze są pachołki drogowe, kartony i parasole.



7.5. Środowisko kopalniane

1. Podczas pozyskiwania danych cały czas zwracaj się wprost do przodu, aby emiter lasera skanował większy obszar.
2. Gdy w wyrobisku kopalnianym natrafisz na ślepy zaułek lub nieprzejezdną drogę i musisz zawrócić, możesz zastosować metodę pokazaną na poniższym schemacie (chwyt odwrotny, wyjście tyłem).



3. Podczas oznaczania punktów GCP unikaj gromadzenia się ludzi wokół operatora.
4. Napotykając stromy zjazd, skieruj emiter lasera w kierunku nachylenia.
5. Gdy zbliżają się duże pojazdy lub tłum, powoli skanuj emiterem lasera obiekty statyczne i poczekaj, aż pojazdy lub ludzie przejdą, zanim wznowisz pozyskiwanie danych.
6. W środowiskach z mgłą wodną, która powoduje powstawanie dużej liczby punktów szumu w emiterze lasera, prace należy przerwać.

7.6. Środowisko wewnętrzne

1. Najlepiej otworzyć drzwi z wyprzedzeniem i nie ruszać nimi podczas pomiaru.
2. Przed wejściem najpierw wykonaj kompleksowe skanowanie budynku z zewnątrz, a następnie powoli wejdź przez drzwi.
3. Napotykając stosunkowo wąskie przestrzenie (ok. 1 metra), staraj się do nich nie wchodzić; zeskanuj je od progu.
4. Podczas pozyskiwania danych wewnątrz budynków unikaj tłumu i osób idących z tyłu, aby emiter lasera mógł skutecznie skanować podłogę, ściany i inne elementy, co poprawia jakość danych.
5. Gdy to możliwe, maksymalizuj liczbę zamknięć pętli wewnątrz budynku.
6. W przestrzeniach wielokondygnacyjnych zamknięcia pętli należy również tworzyć między kondygnacjami, co można zrealizować przez klatki schodowe lub podwójne schody.
7. Jeśli obawiasz się przesunięcia między kondygnacjami, możesz zastosować korektę z użyciem punktów kontrolnych w założonym względnym układzie współrzędnych. Zazwyczaj słupy i narożniki ścian między kondygnacjami są spójne w płaszczyźnie współrzędnych, a wysokość jest zwykle stała. Końcowe zdanie źródła GVI dotyczące GCP wymaga wyjaśnienia; przytoczono je w uwadze ALTISA.

> **!** **UWAGA ALTISA:** Końcowe zdanie tego punktu w źródle GVI („During internal processing, substitute GCP point marking") jest niejednoznaczne. Sposób uwzględnienia punktów GCP na etapie opracowania wymaga potwierdzenia przez producenta.

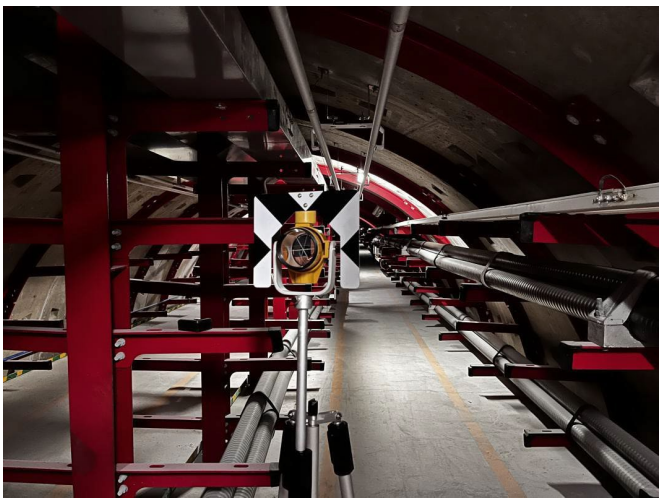
8. Podczas skanowania zestawem plecakowym w niskich przestrzeniach poruszaj się ze zgiętymi kolanami.

7.7. Środowisko galerii energetycznych

Wymagania dotyczące pozyskiwania danych w galeriach (kanałach) infrastruktury energetycznej są podobne jak dla tuneli. Jednak ukończone galerie energetyczne mają zazwyczaj więcej cech, ale nadal należy pamiętać o dwóch kwestiach.

1. Nie zawracaj w miejscu.
2. Podczas oznaczania punktów wstawaj i kucaj powoli.

W niektórych projektach mogą być wymagane współrzędne bezwzględne. W takim przypadku należy wprowadzić zewnętrzne punkty kontrolne, a współrzędne zastąpić metodą ciągu poligonowego z użyciem tachimetru.



7.8. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych w środowiskach otwartych

Środowiska otwarte są obsługiwane wyłącznie przez urządzenia serii O2.

1. Skonfiguruj RTK z wyprzedzeniem lub ustaw stację bazową.
2. Zarówno na początku, jak i na końcu należy przejść ósemkę.
3. W środowiskach otwartych nie ma ograniczenia prędkości, ale aby zapewnić jakość chmury punktów, staraj się nie przekraczać 20 km/h.

7.9. Środki ostrożności podczas pozyskiwania danych Gaussian

1. Upewnij się, że obiektyw jest czysty i bez zabrudzeń.
2. Ustaw kamerę na wysoką liczbę klatek na sekundę. W serii H wybierz tryb nagrywania wideo; w serii O wybierz najwyższą dostępną liczbę klatek kamery.
3. Nagrywaj to, na czym Ci zależy, i upewnij się, że obiektyw jest prawidłowo skierowany.
4. Rozróżnij obiekty kluczowe i niekluczowe. Dane obiektów kluczowych pozyskuj w pierwszej kolejności, a obiektów niekluczowych w dalszej. Właściwe ustalenie priorytetów skutecznie zwiększa wydajność pozyskiwania.
5. Różne skale wymagają różnych odległości. Przy standardowym pozyskiwaniu danych utrzymuj odległość 2–3 metrów między urządzeniem a obiektem. W przypadku mniejszych obiektów kluczowych możesz podejść bliżej, np. na 0,5–2 metra (odpowiednio zwolnij tempo pozyskiwania). W przypadku większych obiektów o mniejszej liczbie cech możesz zwiększyć odległość, np. do ponad 3 metrów.
6. Szczególną uwagę poświęć pojedynczym, niezależnym obiektom, takim jak rzeźby lub ozdoby. Skieruj obiektyw na obiekt i zastosuj metodę pozyskiwania dookoła – obejdź obiekt wielokrotnie, rejestrując dane z różnych kątów i odległości. Jest to najprostsze i najskuteczniejsze podejście.
7. W przypadku niektórych obiektów płaskich, takich jak tablice ogłoszeniowe, bilbordy lub znaki: skieruj kamerę na obiekt i pozyskuj dane po ścieżce w kształcie litery „S", spirali lub cyfry „2".
8. W miejscach o znacznych zmianach oświetlenia, np. przy przejściu z wnętrza na zewnątrz, zmniejsz prędkość marszu.

Dodatkowe środki ostrożności dotyczące pozyskiwania danych opisano w dokumentacji: https://mp.weixin.qq.com/s/zKSYalydXYcgO6IsO0XO0w

8. KOPIOWANIE DANYCH

1. W przypadku kopiowania przez dysk USB nie używaj dysku USB ani dysku twardego sformatowanego w systemie FAT32.
2. Podczas kopiowania danych przez port LAN upewnij się, że kabel sieciowy nie jest uszkodzony.

8.1. Dysk USB nie jest rozpoznawany

Do przesyłania danych zaleca się używanie dysku USB dostarczonego fabrycznie.

1. Dysk USB nie jest do końca włożony.
2. Port dysku USB jest stosunkowo płytki.



3. Porty SSD USB 2.0 nie są rozpoznawane.
4. Niektóre dyski USB są szyfrowane.

Jeśli powyższe czynności nie rozwiążą problemu, spróbuj sformatować dysk USB i ponowić próbę albo użyj innego dysku USB.

8.2. Ustawienia transferu danych przez port LAN

Zawsze zalecamy kopiowanie przez port USB. Jeśli nie możesz znaleźć dysku USB lub występują z nim problemy, możesz zamiast tego użyć portu LAN.

8.2.1. Urządzenie ręczne serii H

Adres IP: 192.168.1.99

Maska podsieci: 255.255.255.0

Wpisz „\\192.168.1.200” w pasku adresu menedżera plików, aby uzyskać dostęp do wewnętrznej pamięci urządzenia. Otwórz folder „share”, przejdź do własnego katalogu projektu lub folderu nazwanego datą i godziną i skopiuj wszystkie znajdujące się w nim pliki, aby zakończyć eksport danych.

> ! **INFORMACJA:** Jeśli pojawi się monit o podanie nazwy użytkownika i hasła, użyj następujących danych: nazwa użytkownika: share Hasło: 111111

8.2.2. Urządzenie ręczne serii O

1. Użyj dowolnego kabla TYPE-C, aby połączyć port C urządzenia z portem USB komputera.
2. Konfiguracja IPv4: adres IP: 192.168.55.89

Maska podsieci: 255.255.255.0

3. Wpisz „\\192.168.55.1” w pasku adresu menedżera plików, aby uzyskać dostęp do wewnętrznej pamięci urządzenia. Otwórz folder „share”.

8.3. Problemy z kopiowaniem wideo/zdjęć

1. Zdjęcia z urządzeń ręcznych serii O1 są przechowywane wewnętrznie i nie wymagają dodatkowego kopiowania.
2. Zdjęcia z urządzeń ręcznych serii H trzeba kopiować osobno, ponieważ są zapisywane na karcie SD kamery.

3. Pliki bag z danymi lasera i odpowiadające im pliki wideo można znaleźć za pomocą pliku cameraurl.txt.

Przykład: ones-leica,[u/VID_20230721_173935_00_003.mp4, u/VID_20230721_173935_10_003.mp4]

LRV***.MP4 to plik podglądu kamery INSTA i nie można go kopiować.

> **!** **INFORMACJA:** Niektóre urządzenia serii H obsługują jednoklikowe porządkowanie i kopiowanie danych wideo na komputer lokalny, w zależności od wersji firmware'u. Skonsultuj się z działem sprzedaży lub wsparciem technicznym.

8.4. Problemy z organizacją danych

1. Zaleca się przechowywać i przetwarzać wszystkie dane lokalnie. Jeśli dane są przechowywane na zdalnym komputerze, a przetwarzane lokalnie, szybkość przetwarzania może być ograniczona przepustowością sieci.
2. Jeśli używasz kamery INSTA, zarówno oryginalne pliki wideo, jak i końcowe przekonwertowane pliki panoramiczne muszą znajdować się w tym samym katalogu.

W tym rozdziale omówiono:

- Wymagania dotyczące oprogramowania do wysokodokładnych obliczeń SLAM
- Objaśnienie poszczególnych parametrów oprogramowania do obliczeń SLAM
- Typowe komunikaty o błędach i rozwiązania
- Rozwiązania problemów związanych z dokładnością, szumem, grubością chmury punktów i kolorowaniem
- Komunikaty o błędach i ich rozwiązania

9. WYMAGANIA KONFIGURACYJNE OPROGRAMOWANIA DO WYSOKODOKŁADNEGO PRZETWARZANIA SLAM

Część 3. Przetwarzanie danych

Pamięć (RAM): 32 GB lub więcej. W przypadku trybu wysokiej gęstości 2 mm lub wyników Gaussian zaleca się 64 GB lub więcej pamięci.

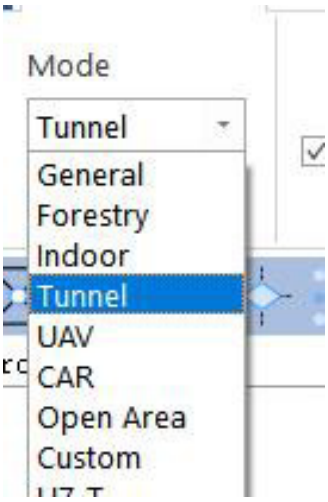
Procesor (CPU): zalecany Intel® Core™ i5/i7; procesor ośmiordzeniowy, szesnastowątkowy, o wydajności jednego rdzenia 4 GHz lub wyższej.

Dysk twardy: do przetwarzania danych zalecany jest dysk SSD o szybkości transferu co najmniej 100 MB/s.

Karta graficzna: zalecana dyskretna karta NVIDIA z co najmniej 8 GB pamięci wideo.

System operacyjny: Microsoft Windows 7 (64-bit), Microsoft Windows 8 (64-bit), Microsoft Windows 10/11 (64-bit) lub Windows Server 2012 albo nowszy.

10. ZNACZENIE POSZCZEGÓLNYCH TRYBÓW



General: zgodny z większością scenariuszy bogatych w cechy.

2. Forestry: do zastosowania w scenariuszach leśnych.
3. Indoor: do zastosowania w scenariuszach wewnątrz budynków.
4. Tunnel: do zastosowania w scenariuszach tunelowych; szybkość obliczeń jest o 30–40% mniejsza niż w trybie General. W przypadku serii O2, jeśli pozyskano dane z tunelu, należy wybrać ten tryb.
5. Drone: używany z zestawem lotniczym; szybkość obliczeń jest o ok. 30–40% mniejsza niż w trybie ogólnym.
6. Vehicle-mounted: używany z zestawem do montażu na pojeździe; szybkość obliczeń jest o ok. 30–40% mniejsza niż w trybie ogólnym.
7. Custom: ustawienia przetwarzania zdefiniowane przez użytkownika.

11. CZAS PRZETWARZANIA DANYCH

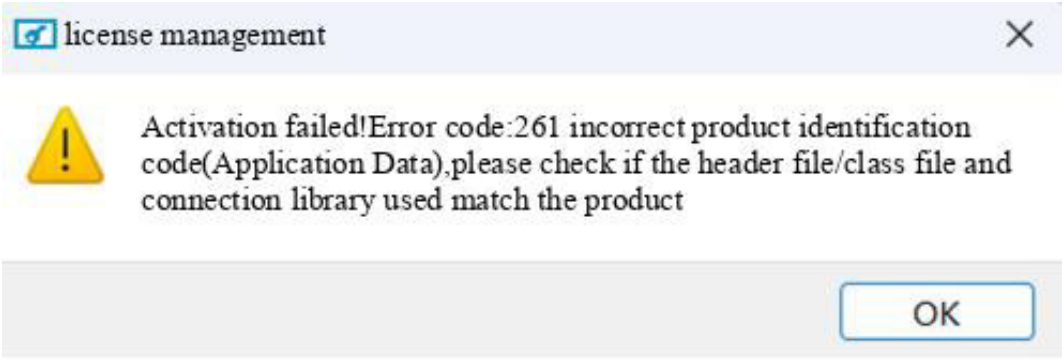
Czas przetwarzania w biurze zależy od wielu czynników, takich jak środowisko pozyskiwania danych w terenie i planowanie trasy; nie jest to zależność czysto liniowa. Ogólnie im bardziej złożony scenariusz pozyskiwania danych i im więcej zamknięć pętli, tym dłuższy czas wykrywania przez algorytm.

> ! **INFORMACJA:** Obecnie w trybie wyjścia ogólnego: stosunek czasu przetwarzania w biurze do czasu pozyskiwania danych w terenie wynosi ok. 3–4. W trybie wyjścia o wysokiej gęstości: stosunek czasu przetwarzania w biurze do czasu pozyskiwania danych w terenie wynosi ok. 4–6. W trybie wyjścia o wysokiej gęstości 2 mm: stosunek czasu przetwarzania w biurze do czasu pozyskiwania danych w terenie wynosi ok. 8–10.

Aby przyspieszyć obliczenia, można zastosować wydajniejszy procesor, zwiększyć ilość pamięci, użyć lepszej karty graficznej i szybkiego dysku SSD.

12. PROBLEMY Z AKTYWACJĄ OPROGRAMOWANIA DO PRZETWARZANIA

Błąd aktywacji oprogramowania MLS 261: usuń folder C:\ProgramData\BitAnswer i ponów aktywację.



13. TYPOWE KOMUNIKATY O BŁĘDACH W SLAM.LOG I ROZWIĄZANIA

13.1. Bag file read error!

Znaczenie: błąd odczytu pliku bag.

Możliwe przyczyny: (1) błąd kopiowania lub uszkodzenie pliku; (2) błąd pakietu (bardzo mało prawdopodobny). Rozwiązanie: (1) skopiuj plik ponownie; (2) kliknij ikonę naprawy w aplikacji.

13.2. SLAM results may be incorrect

Znaczenie: obliczenia SLAM nie powiodły się.

Możliwe przyczyny: (1) zbyt mało cech; (2) zbyt szybkie skręty; (3) liczba cech pochodzących od obiektów dynamicznych przekracza liczbę cech obiektów statycznych.

Rozwiązania: (1) umieść obiekty będące cechami; (2) pozyskaj dane ponownie; (3) zmniejsz rozmiar filtrowania cech; (4) w ustawieniach General zwiększ minimalną odległość.

13.3. Processing memory is insufficient

Znaczenie: niewystarczająca ilość pamięci.

Możliwe przyczyny: (1) mała ilość pamięci, mniej niż 32 GB; (2) niewystarczające zasoby komputera z powodu innych programów zajmujących pamięć; (3) dane są obliczane bezpośrednio z dysku USB.

Rozwiązania: (1) użyj komputera z większą pamięcią, co najmniej 32 GB (zalecane 64 GB lub więcej); (2) zamknij inne programy zajmujące zasoby komputera; (3) uruchom ponownie komputer; (4) unikaj obliczeń bezpośrednio na danych przechowywanych na dysku USB.

13.4. Processing error: vector<T> too long

Znaczenie: błąd odczytu pliku.

Możliwe przyczyny: (1) zbyt mała szybkość dysku; (2) obliczenia SLAM wykonywane bezpośrednio na dysku USB; (3) krytycznie mało miejsca na dysku.

Rozwiązanie: (1) unikaj wykonywania obliczeń bezpośrednio na dysku USB; (2) zwolnij miejsce na dysku.

13.5. Rename lidata file error: xxxx

Znaczenie: nie udało się zmienić nazwy pliku lidata.

Możliwa przyczyna: występuje podczas optymalizacji zamknięcia pętli i zszywania, gdy plik lidata jest używany przez inny program.

Rozwiązanie: (1) zwolnij plik lidata z użycia.

13.6. Build lidata failed

Znaczenie: nie udało się utworzyć pliku lidata.

Możliwa przyczyna: często występuje na końcu obliczeń SLAM, na etapie wyprowadzania chmury punktów, najprawdopodobniej z powodu niewystarczającej ilości miejsca na dysku.

Rozwiązanie: upewnij się, że dostępna jest zarezerwowana ilość miejsca na dysku równa co najmniej dwukrotnemu rozmiarowi danych oryginalnych.

13.7. Lidar scan range too small!

Znaczenie: wykryto zbyt mały zasięg pomiaru lasera.

Przyczyna: na początku pozyskiwania danych nie zdjęto osłony lasera.

Rozwiązanie: (1) pozyskaj dane ponownie; (2) użyj ustawień, aby pominąć okres, w którym osłona lasera była założona.

13.8. Loop closure process failed.

Znaczenie: nie powiodło się wykrywanie zamknięcia pętli.

Możliwe przyczyny: (1) zbyt mała szybkość dysku; (2) obliczenia SLAM wykonywane bezpośrednio na dysku USB; (3) krytycznie mało miejsca na dysku.

Rozwiązanie: (1) unikaj wykonywania obliczeń bezpośrednio na dysku USB; (2) zwolnij miejsce na dysku.

13.9. Get video file paths failed!.

Znaczenie: plik wideo nie istnieje.

Przyczyna: (1) skopiowano niewłaściwy plik wideo; (2) brakuje pliku wideo. Rozwiązanie: skopiuj prawidłowy i kompletny plik wideo.

13.10. Failed to decode image_time.bin

Znaczenie: nie udało się przetworzyć pliku image_time.bin.

Przyczyna: w folderze Built-in Camera brakuje pliku image_time.bin lub jest on niekompletny. Rozwiązanie: skopiuj lub pobierz dane kamery ponownie.

13.11. Camera bin files not same, please check!.

Znaczenie: występuje problem z liczbą plików bin kamery, która nie zgadza się z pierwotnymi zapisami.

Przyczyna: liczba plików bin kamer typu rybie oko w katalogu kamery jest niespójna lub brakuje części plików bin.

Rozwiązanie: skopiuj lub pobierz dane kamery ponownie.

13.12. Camera time may be incorrect!

Znaczenie: znacznik czasu kamery INSTA może być niedokładny.

Przyczyna: (1) kamerę uruchomiono ręcznie; (2) wewnętrzny znacznik czasu kamery INSTA jest nieprawidłowy.

Rozwiązanie: (1) najpierw sprawdź wynik końcowy. Jeśli nie ma problemów z kolorowaniem, możesz to zignorować. (2) Jeśli występują problemy, należy pozyskać dane ponownie i unikać ręcznego uruchamiania kamery.

13.13. The number of image timestamps is less than the number of image frames!

Znaczenie: liczba znaczników czasu z kamery INSTA jest mniejsza niż liczba zarejestrowanych obrazów.

Przyczyna: (1) błędy w samej kamerze INSTA, np. utrata klatek lub pomieszanie znaczników czasu.

Rozwiązanie: (1) najpierw sprawdź wynik końcowy. Jeśli nie ma problemów z kolorowaniem, możesz to zignorować. (2) Jeśli występują problemy, należy pozyskać dane ponownie i unikać ręcznego uruchamiania kamery.

13.14. The camera video file may be incorrect!

Znaczenie: plik wideo INSTA został skopiowany nieprawidłowo.

Przyczyna: (1) skopiowano tylko jeden z dwóch plików kamer typu rybie oko; (2) błąd kopiowania. Rozwiązanie: skopiuj ponownie kompletne pliki kamery INSTA.

13.15. Move distance insufficient!

Znaczenie: nie wygenerowano pośrednich wyników SLAM.

Przyczyna: (1) czasy IMU i LiDAR nie są zsynchronizowane; (2) inicjalizacja nie powiodła się; (3) brak danych z IMU.

Rozwiązanie: (1) i (3) to problemy urządzenia; w przypadku (2) wykonaj inicjalizację ponownie.

13.16. GPS Time is out of sync with trajectory time, please check the trajectory!

Znaczenie: różnica czasu między POS a LiDAR jest zbyt duża (1 doba).

Przyczyna: (1) czasy stacji bazowej i rovera nie zgadzają się; (2) GPS i LiDAR urządzenia nie są zsynchronizowane.

Rozwiązanie: (1) sprawdź, czy pliki stacji bazowej i rovera do siebie pasują; (2) skontaktuj się z serwisem.

13.17. * gap

13.17.1. laser gap

Znaczenie: utrata danych LiDAR.

Przyczyna: podczas pozyskiwania danych przez urządzenie utracono dane LiDAR.

Rozwiązanie: (1) aplikacja wyświetli komunikat o utracie danych; pozyskaj dane w terenie ponownie. (2) Sprawdź, czy kable są prawidłowo podłączone. (3) W innych sytuacjach skontaktuj się z serwisem.

13.17.2. imu gap

Znaczenie: utrata danych IMU.

Przyczyna: podczas pozyskiwania danych przez urządzenie utracono dane IMU.

Rozwiązanie: (1) aplikacja wyświetli komunikat o utracie danych; pozyskaj dane w terenie ponownie. (2) Sprawdź, czy kable są prawidłowo podłączone. (3) W innych sytuacjach skontaktuj się z serwisem.

13.18. GCP initial transform error, please check GCP pairs

Znaczenie: zbyt duży początkowy błąd dopasowania GCP.

Przyczyna: zbyt duży początkowy błąd między punktem kontrolnym a oznaczonym punktem.

Rozwiązanie: sprawdź błąd przed GCP. (1) Uporządkuj ponownie relację dopasowania między oznaczonym punktem a punktem kontrolnym. (2) Ewentualnie sprawdź, czy współrzędne X i Y nie zostały wprowadzone błędnie.

13.19. GNSS file doesn't exit

Znaczenie: plik *.gnsstraj nie istnieje.

Przyczyna: plik *.gnsstraj nie istnieje, jest uszkodzony lub został zmodyfikowany. Rozwiązanie: przelicz PPK ponownie lub zaimportuj plik RTK.

13.20. Re-output lidata failed

Znaczenie: nie udało się wyprowadzić chmury punktów.

Przyczyna: (1) brakuje poprzedniego pliku lidata lub jest on uszkodzony; (2) niewystarczająca ilość miejsca na dysku. Rozwiązanie: zapewnij wystarczającą ilość miejsca na dysku i wyeksportuj ponownie.

14. NISKA DOKŁADNOŚĆ CHMURY PUNKTÓW

14.1. Niska dokładność względna

Pojęcie dokładności względnej jest tu zgodne z opisem w sekcji 1.11.

Zazwyczaj na dokładność względną wpływają dwa czynniki.

- Liczba cech otoczenia

Im więcej cech otoczenia, tym lepsza dokładność względna. Dokładność względna jest zazwyczaj wyższa w parkach i miastach, a niższa w tunelach o słabych cechach.

- Czynniki związane z zamknięciem pętli.

Ponieważ błąd narastający musi być wyeliminowany przez zamknięcie pętli, im więcej zamknięć pętli, tym wyższa dokładność względna.

Jeśli dokładność względna jest niska, spróbuj zwiększyć liczbę cech lub dodać więcej zamknięć pętli.

14.2. Niska dokładność bezwzględna

Niska dokładność bezwzględna może wystąpić w trzech rodzajach pozyskiwania danych: GCP, RTK i PPK.

Podczas sprawdzania dokładności bezwzględnej należy przejrzeć plik punktów. Na tym etapie pierwszym krokiem jest potwierdzenie z klientem wiarygodności punktów kontrolnych. Na przykład:

1. **W jakim układzie współrzędnych podano punkty kontrolne?**
2. **Czy systemy wysokościowe są spójne?**
3. **Upewnij się, że źródło poprawek różnicowych użyte do pomiaru punktów kontrolnych jest takie samo jak użyte podczas pozyskiwania danych SLAM. Na przykład, jeśli podczas pozyskiwania danych użyto mobilnego CORS, punkty kontrolne również muszą być zmierzone z użyciem mobilnego CORS.**
4. **Sprawdź, czy teleskopowy maszt zestawu plecakowego jest wysunięty do maksymalnej wysokości.**

- **Niska dokładność po wyrównaniu GCP.**

1. Sprawdź rozmieszczenie punktów kontrolnych. Zazwyczaj odstęp do 100 metrów jest optymalny i pozwala uzyskać dokładność do 5 cm.
2. Sprawdź rozkład punktów kontrolnych. Punkty kontrolne powinny być równomiernie rozmieszczone na całym obszarze pomiaru i nie mogą leżeć na jednej prostej.
3. Niewystarczająca liczba cech sceny.
4. Zamienione współrzędne X i Y (X odpowiada kierunkowi wschodniemu, Y – północnemu).

Jeśli odległość między punktami kontrolnymi jest zbyt duża, można poprawić dokładność, wykonując dodatkowe pomiary terenowe w celu uzupełnienia punktów kontrolnych, a następnie wprowadzając je przez oznaczanie punktów GCP.

14.2.1. Stosunkowo niska dokładność przy użyciu RTK.

1. Niewielka liczba rozwiązań RTK typu Fixed.
2. Niewystarczająca liczba cech sceny.
3. Gdy punkt kontrolny znajduje się w miejscu, w którym RTK nie może uzyskać rozwiązania Fixed na dłuższym odcinku – zazwyczaj powyżej 150–200 metrów – trudno utrzymać dokładność w granicach 5 cm.
4. Fałszywe rozwiązania Fixed RTK występują często, np. między wysokimi budynkami.
5. Jonosfera może być bardzo aktywna; unikaj okresów jej wysokiej aktywności.

Jeśli liczba rozwiązań RTK typu Fixed jest niewielka, można poprawić dokładność, wykonując dodatkowe pomiary terenowe w celu uzupełnienia punktów kontrolnych, a następnie wprowadzając je przez oznaczanie punktów GCP.

14.2.2. Stosunkowo niska dokładność przy użyciu PPK.

1. Niewielka liczba rozwiązań PPK typu Fixed.
2. Niewystarczająca liczba cech sceny.
3. Ustawienie stacji bazowej nie spełnia wymagań (szczegóły w sekcji 6.4).
4. Występuje wiele fałszywych rozwiązań PPK typu Fixed, np. między wysokimi budynkami.
5. Stacja bazowa jest zbyt daleko od obszaru pomiaru (w tym przypadki, gdy stacja wirtualna jest ustawiona zbyt daleko od obszaru pomiaru) – ponad 15 km.

6. Gdy punkt kontrolny znajduje się w miejscu, w którym PPK nie może uzyskać rozwiązania Fixed na dłuższym odcinku – zazwyczaj powyżej 150–200 metrów – trudno utrzymać dokładność w granicach 5 cm.

Jeśli liczba rozwiązań PPK typu Fixed jest niewielka, można poprawić dokładność, wykonując dodatkowe pomiary terenowe w celu założenia punktów kontrolnych, a następnie wprowadzając je przez oznaczanie punktów GCP.

15. PROBLEMY Z ROZWARSTWIENIEM

15.1. Gdy nie pozyskano danych GNSS

Gdy dane pozyskano bez GNSS, rozwarstwienie jest zazwyczaj spowodowane problemami z zamknięciem pętli lub narastającymi błędami SLAM. Zalecane są następujące rozwiązania:

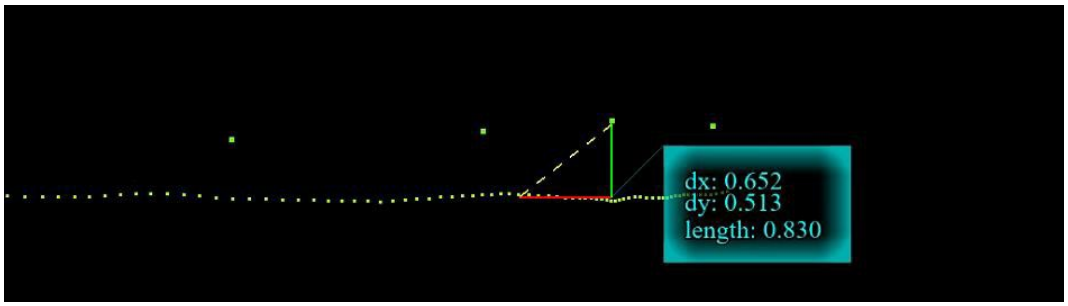
1. Pozyskaj dane ponownie i zwiększ liczbę skutecznych zamknięć pętli.
2. Użyj funkcji ręcznej edycji zamknięcia pętli w MLS.
3. Jeśli powyższe metody są nieskuteczne, rozwiąż problem, dodając punkty kontrolne (mogą to być współrzędne bezwzględne lub założone).

15.2. Gdy pozyskano dane GNSS

Gdy dostępny jest GNSS, problemy z rozwarstwieniem zazwyczaj nie występują, chyba że pojawia się duża liczba fałszywych punktów typu Fixed GNSS. Można je rozwiązać następującymi metodami:

1. Usuń fałszywe rozwiązania Fixed, które można rozpoznać na podstawie profilu.

Zazwyczaj punkty Fixed GNSS znacznie odbiegają od SLAM.

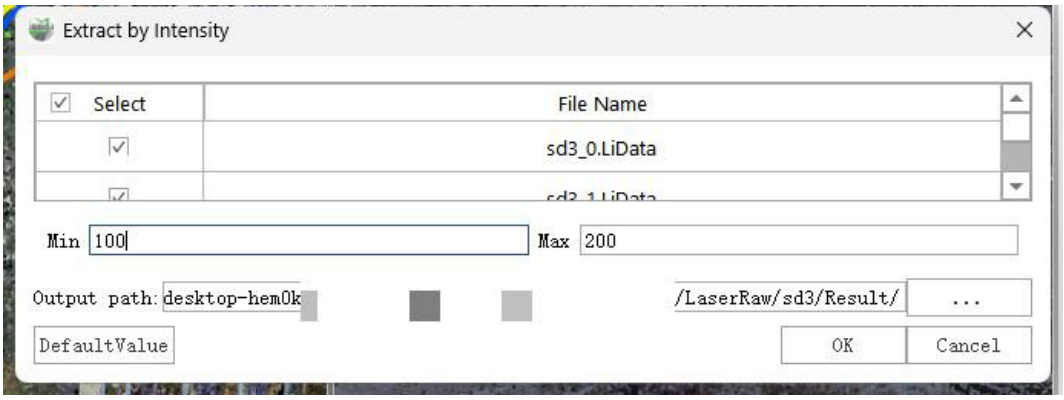


Jeśli problem rozwarstwienia nadal nie daje się rozwiązać, może to wynikać z braku rozwiązania Fixed w danym obszarze. Można temu zaradzić, wprowadzając w razie potrzeby punkty GCP przez oznaczanie punktów.

16. PROBLEMY Z SZUMEM

16.1. Szum od wody

Podczas deszczu lub w miejscach z kałużami często pojawiają się punkty szumu od powierzchni wody. Punkty te mają tendencję do grupowania się, a standardowe algorytmy odszumiania zazwyczaj nie usuwają ich skutecznie. Wartości intensywności tych punktów szumu od wody wynoszą zwykle 0, dlatego można zastosować filtr według intensywności i usunąć punkty o intensywności 0 lub niższej.



16.2. Szum od kurzu

Punkty szumu od kurzu można zazwyczaj usunąć bezpośrednio filtrem szumu.

16.3. Szum od odbić

Szkło, marmur i gładkie powierzchnie metalowe mogą powodować punkty szumu będące odbiciami lustrzanymi.

Punkty szumu odbić lustrzanych są zazwyczaj trudne do usunięcia przez odszumianie lub ekstrakcję według intensywności i należy je usunąć ręcznie.

16.4. Szum od pni drzew

Aby usunąć punkty szumu od pni, użyj trybu Forestry i zastosuj domyślne filtrowanie.

16.5. Szum od źródeł światła

Podczas pozyskiwania danych wewnątrz budynków niektóre oświetlenie może generować punkty szumu, które można usunąć wyłącznie ręcznie.

16.6. Szum od obiektów dynamicznych

Użyj filtrowania obiektów dynamicznych.

17. PROBLEMY Z GRUBOŚCIĄ CHMURY PUNKTÓW

Grubość chmury punktów różni się w zależności od rodzaju ośrodka odbijającego (bez filtrowania). Zazwyczaj grubość nawierzchni asfaltowej i ścian mieści się w granicach 1–2 cm (grubość ścian rośnie wraz z wysokością i odległością), natomiast powierzchnie trawiaste i żwirowe są zwykle nieco grubsze.

Jeśli wymagane jest dalsze zmniejszenie grubości chmury punktów, można użyć filtrów wygładzających.

18. PROBLEMY Z KOLOROWANIEM

18.1. Przesunięcie kolorowania względem chmury punktów

1. Bardzo prawdopodobne, że parametry kalibracji kamery są nieprawidłowe. Możesz skalibrować kamerę za pomocą MLS, a następnie uzyskać plik IMCAB.T i zaimportować go do urządzenia, aby zaktualizować plik parametrów kalibracji kamery (zob. instrukcja użytkownika MLS).
2. W przypadku ręcznego uruchamiania nagrywania kamery upewnij się, że urządzenie uruchamia nagrywanie automatycznie.
3. Jeśli problem wynika z samej kamery, skontaktuj się ze wsparciem technicznym lub serwisem, aby uzyskać pomoc.

18.2. Niewyraźne kolorowanie

1. Niektóre bardziej złożone problemy, np. gdy budynki są fotografowane z dużej odległości i oryginalne zdjęcia są niewyraźne, mogą skutkować słabym kolorowaniem.
2. H120/O1-Lite działają przeciętnie w miejscach o słabym oświetleniu. Zaleca się zwolnić tempo pozyskiwania danych i unikać gwałtownych ruchów.

18.3. Kolorowe obwódki (Color fringing)

1. Problemy z kątem fotografowania

Występują one zazwyczaj częściej w O1-lite, zwłaszcza na dachach i podobnych powierzchniach. Zalecamy lekkie pochylenie urządzenia podczas fotografowania dachów.

2. Zbyt duże odstępy między zdjęciami

Występują one zazwyczaj częściej w serii H. Podczas pozyskiwania danych wewnątrz budynków lub w ciasnych przestrzeniach z użyciem fotografii poklatkowej zalecamy ustawienie odstępu 0,5 sekundy na zdjęcie.

W tym rozdziale omówiono:

- Konserwacja akumulatora
- Problemy związane z kamerą
- Problemy związane z urządzeniem

19. KONSERWACJA I ŁADOWANIE AKUMULATORA SERII H

Część 4. Typowe problemy z urządzeniem

19.1. Konserwacja i pielęgnacja

1. Co około trzy miesiące naładuj i rozładuj akumulator, aby utrzymać jego aktywność.
2. Długotrwałe przechowywanie akumulatora pogarsza jego parametry.

Jeśli akumulator nie będzie używany dłużej niż 10 dni, rozładuj go przed przechowywaniem do 40%–65%, aby wydłużyć jego żywotność.

3. Nie przeładowuj akumulatora, ponieważ może to uszkodzić ogniwa.

19.2. Znaczenie wskaźników LED akumulatora

Kolejność elementów na akumulatorze: LED1, LED2, LED3, LED4, przycisk. Znaczenie sygnalizacji wskaźników podczas ładowania:

LED1	LED2	LED3	LED4	Sygnalizacja	Zabezpieczenie (przyczyna)
○	☀	○	○	LED2 miga 2 razy na sekundę	Zbyt duży prąd ładowania
○	☀	○	○	LED2 miga 3 razy na sekundę	Zwarcie podczas ładowania
○	○	☀	○	LED3 miga 2 razy na sekundę	Przeładowanie – zbyt wysokie napięcie akumulatora
○	○	☀	○	LED3 miga 3 razy na sekundę	Zbyt wysokie napięcie zasilacza
○	○	○	☀	LED4 miga 2 razy na sekundę	Zbyt niska temperatura ładowania
○	○	○	☀	LED4 miga 3 razy na sekundę	Zbyt wysoka temperatura ładowania

☀ – wskaźnik miga ○ – wskaźnik nie świeci

20. KONSERWACJA I ŁADOWANIE AKUMULATORA SERII O

20.1. Wymagania dotyczące przechowywania

Wymagania dotyczące temperatury przechowywania: zaleca się przechowywanie w suchym otoczeniu w temperaturze 22–30°C. Nie używaj ani nie przechowuj akumulatora w temperaturze poniżej −20°C lub powyżej 60°C. Chroń przed silną energią elektrostatyczną, polami magnetycznymi i źródłami ciepła (np. wnętrze samochodu w bezpośrednim świetle słonecznym).

Wymagania dotyczące poziomu naładowania podczas przechowywania: jeśli akumulator nie będzie używany przez dłuższy czas, rozładuj go do 40%–65% (nie w pełni naładowany ani nie w pełni rozładowany);

Przed zabraniem akumulatora na pokład samolotu koniecznie rozładuj go do poniżej 5%. Podczas rozładowywania zachowaj odległość od źródeł ognia.

Jeśli akumulator nie jest używany przez dłuższy czas: co około trzy miesiące naładuj i rozładuj go, aby utrzymać jego aktywność.

20.2. Wymagania dotyczące ładowania

- Inteligentny akumulator należy ładować wyłącznie dedykowaną ładowarką oficjalnie dostarczaną przez Digital Greensoil. Digital Greensoil nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek skutki użycia ładowarek, które nie zostały oficjalnie dostarczone przez Digital Greensoil.
- Podczas ładowania umieść akumulator i ładowarkę na betonowej podłodze lub innej powierzchni pozbawionej materiałów łatwopalnych lub palnych. Kontroluj proces ładowania, aby zapobiec wypadkom.
- Po zakończeniu pracy z LiDAR sprawdź temperaturę akumulatora przed ładowaniem. Jeśli akumulator jest w wysokiej temperaturze, wymuszone ładowanie może poważnie skrócić jego żywotność. Zaleca się poczekać, aż akumulator ostygnie do temperatury pokojowej. Ładowanie w idealnej temperaturze otoczenia (5℃–40℃) może znacząco wydłużyć żywotność akumulatora.
- Po zakończeniu ładowania odłącz ładowarkę od akumulatora. Regularnie kontroluj i konserwuj ładowarkę oraz często sprawdzaj wygląd akumulatora i wszystkich jego elementów. Do czyszczenia ładowarki nie używaj alkoholu ani innych środków łatwopalnych. Nie używaj uszkodzonej ładowarki.

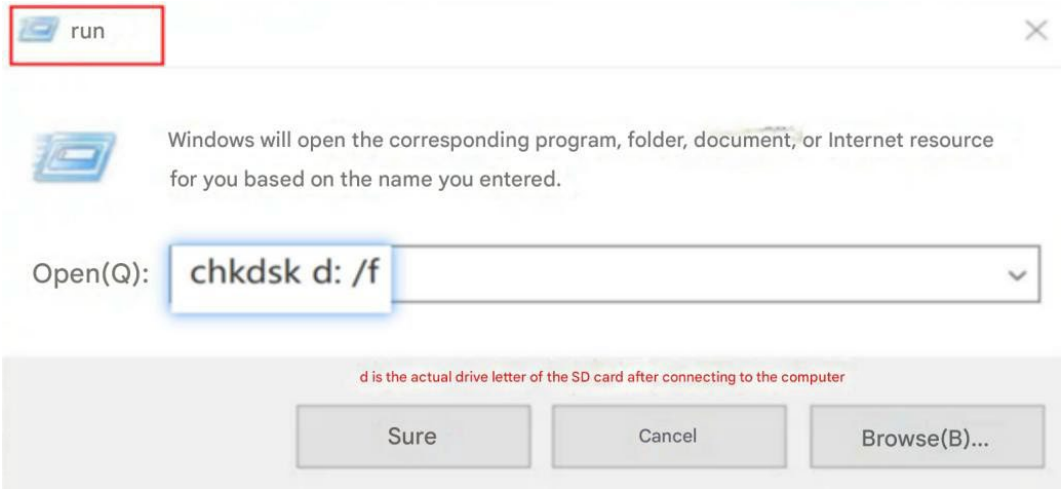
21. PROBLEMY Z KAMERAMI SERII H/V

- **Odpowiednia nazwa pliku wideo nie pojawia się w pliku cameraurl.txt. Formatowanie karty SD kamery: podłącz kamerę do komputera kablem USB do transferu danych kamery. Po włączeniu kamery przełączy się ona w tryb karty pamięci.**

Sformatuj kartę pamięci kamery w systemie plików exFAT, a następnie uruchom urządzenie ponownie.

21.1. Po uruchomieniu kamera wyświetla komunikat: „The disk in drive needs to be formatted before you can use it. Do you want to format it?" (dysk w napędzie wymaga sformatowania przed użyciem. Czy chcesz go sformatować?).

Użyj skrótu „Win+R", aby otworzyć wiersz poleceń, wpisz „chkdsk d: /f" – spowoduje to naprawę dysku. (d to litera dysku, f to polecenie naprawy)

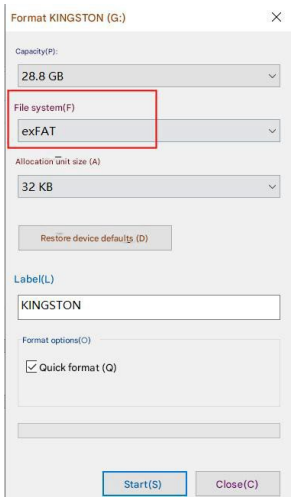


Jeśli nie potrzebujesz plików wideo z kamery, możesz też rozwiązać problem, bezpośrednio formatując kartę SD kamery.

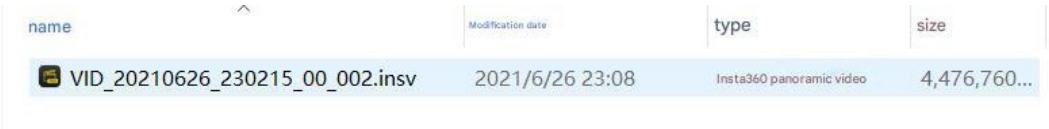
21.2. Po uruchomieniu kamera zgłasza, że szybkość karty SD jest niewystarczająca.

Częsty zapis plików wideo przez kamerę może obniżyć szybkość karty SD.

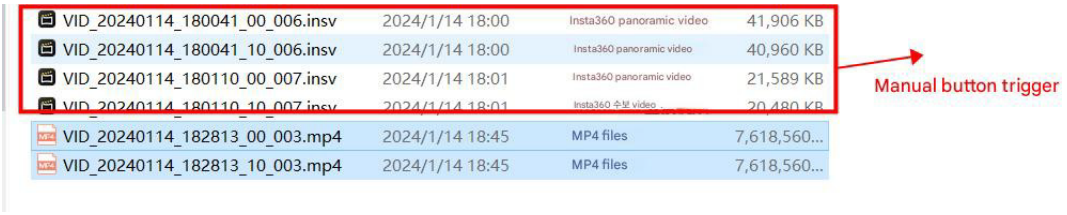
Formatowanie karty SD kamery: podłącz kamerę do komputera kablem USB do transferu danych kamery. Po włączeniu kamery pojawi się ona jako karta pamięci. Sformatuj kartę pamięci kamery, ustawiając system plików exFAT.



21.3. Kamera zapisuje nagrania wideo bezpośrednio w formacie insv



Ręczne naciśnięcie przycisku nagrywania kamery powoduje zapisanie wideo w formacie insv.



21.4. Zjawisko zapisywania plików wideo kamery według obiektywów

Jest to związane z trybem nagrywania kamery. Obecnie kamera obsługuje wideo 6K i 5K. W trybie poklatkowym (time-lapse) pliki wideo są zapisywane według obiektywów.

21.5. Kamera zgłasza błąd „NO SDCard”

Możesz spróbować podłączyć kamerę do komputera kablem zasilającym USB i sformatować kartę pamięci kamery, aby rozwiązać problem.



21.6. Kamera urządzenia ręcznego często się rozłącza

Możesz spróbować zmienić ustawienie lokalizacji kamery na „Cuba”, aby zoptymalizować rozwiązanie.

21.7. Skrzynka zasilania urządzenia ręcznego nie może połączyć się z kamerą, gdy włożony jest dysk USB

Obecnie kamera i dysk USB korzystają z tego samego interfejsu HUB w urządzeniu. Gdy dysk USB jest używany, połączenie z kamerą jest blokowane; urządzenie nie pozwala na uruchomienie z włożonym dyskiem USB.

22. PROBLEMY PO STRONIE URZĄDZENIA

22.1. Brak podglądu chmury punktów w czasie rzeczywistym

1. Firmware urządzenia H120/V100 w wersji V1.3.0 i nowszej
2. Aplikacja APP w wersji V1.1.3 i nowszej obsługuje podgląd chmury punktów w czasie rzeczywistym.
3. Inne problemy sprzętowe

22.2. Aplikacja LiGrip na telefonach Apple wyświetla błąd „no network connection” (brak połączenia z siecią) przy łączeniu z urządzeniem.

Należy ręcznie włączyć uprawnienie „Local Network” (sieć lokalna) dla aplikacji LiGrip w ustawieniach aplikacji w telefonie.



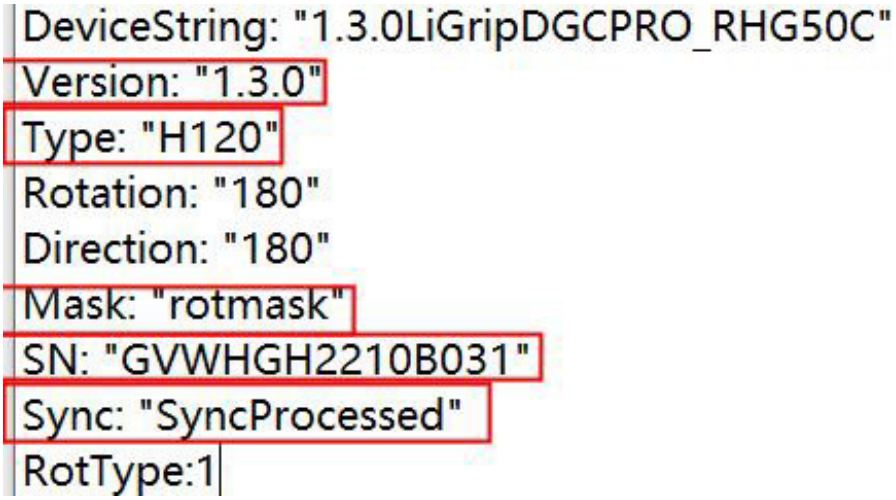
22.3. Telefony Apple zgłaszają anomalie sieci

Rozwiązanie: włącz funkcję lokalizacji w telefonie.

22.4. Jak sprawdzić numer seryjny urządzenia, wersję firmware'u i inne informacje na podstawie danych

Plik device.info znajdujący się w „Temp\SLAMProcess\temp\device.info” wyświetla kluczowe informacje o urządzeniu.

(1) wersja firmware'u urządzenia (2) typ urządzenia (3) nazwa wybranego pliku maski (4) numer seryjny urządzenia (5) stan synchronizacji



22.5. Częste i nieoczekiwane zaniki zasilania podczas pozyskiwania danych urządzeniem ręcznym

Najprawdopodobniej jest to problem z akumulatorem B58; wymiana akumulatora powinna go rozwiązać.

22.6. Wskaźnik 4G w skrzynce GNSS RTK urządzenia ręcznego nie świeci.

Zwykle wynika to z braku komunikacji sieciowej, spowodowanej brakiem sygnału lub brakiem pakietu danych.

WSPARCIE TECHNICZNE I DYSTRYBUCJA W POLSCE

ALTISA Technology sp. z o.o.

ul. Wspólna 2G, 35-205 Rzeszów, Polska

Autoryzowany dystrybutor

GreenValley International Inc.

729 Heinz Avenue, Suite 9, Berkeley, CA 94710, USA

w Polsce

Telefon: +48 788 360 999
E-mail: info@altisa.pl
Strona internetowa: www.altisa.pl

Numer seryjny urządzenia: .....
Wersja firmware: .....
Wersja aplikacji: .....

Aktualna instrukcja
Skanuj lub kliknij
altisa.pl/serwis#materialy

Wsparcie techniczne
Skanuj lub kliknij
altisa.pl/serwis

Zgłoszenie serwisowe
Skanuj lub kliknij
altisa.pl/serwis#kontakt

INFORMACJE KOŃCOWE

Autoryzowane polskie wydanie

Niniejsza instrukcja została przetłumaczona, zredagowana i opracowana graficznie przez ALTISA Technology sp. z o.o. na podstawie materiałów GreenValley International oraz za zgodą producenta.

Aktualność dokumentu

Przed rozpoczęciem pracy sprawdź, czy korzystasz z najnowszej wersji instrukcji. Aktualne materiały mogą być publikowane na stronie ALTISA Technology lub przekazywane przez dział wsparcia technicznego.

Zastrzeżenia

Wszelkie informacje, ilustracje i parametry zawarte w niniejszym dokumencie mogą ulec zmianie wraz z rozwojem produktu i oprogramowania. ALTISA Technology oraz GreenValley International nie ponoszą odpowiedzialności za skutki użytkowania urządzenia niezgodnie z instrukcją lub przeznaczeniem.

Kod dokumentu	AT-GVI-LGFAQ-PL-1_2
Wersja	1.2
Data wydania	listopad 2026
Status	Zatwierdzony



OFICJALNE POLSKIE OPRACOWANIE



Autoryzowany dystrybutor GreenValley International w Polsce
www.altisa.pl | info@altisa.pl | +48 788 360 999
© 2026 ALTISA Technology sp. z o.o. | Wszelkie prawa zastrzeżone