



IV SYMPOZJUM TECHNIKI MOTOROWODNEJ

System percepcji autonomicznej łodzi PowerBoat: V-SLAM i detekcja obiektów

WPROWADZENIE

Ludzki układ wzrokowy podświadomie analizuje otoczenie, tworząc mapę przestrzeni i określając naszą pozycję. Celem projektu jest zaimplementowanie tych naturalnych mechanizmów percepcji w autonomicznej łodzi badawczej. Wykorzystując zaawansowany system przetwarzania obrazu 3D w czasie rzeczywistym, integrujemy algorytmy VSLAM (Visual Simultaneous Localization and Mapping) oraz głębokie sieci neuronowe (YOLO). Dzięki temu jednostka zyskuje zdolność do precyzyjnej autolokalizacji, mapowania nieznanego środowiska wodnego oraz detekcji i rozpoznawania obiektów (przeszkód) w swoim otoczeniu.

CEL BADAŃ

Zaimplementowanie mechanizmów percepcji pozwalających na:

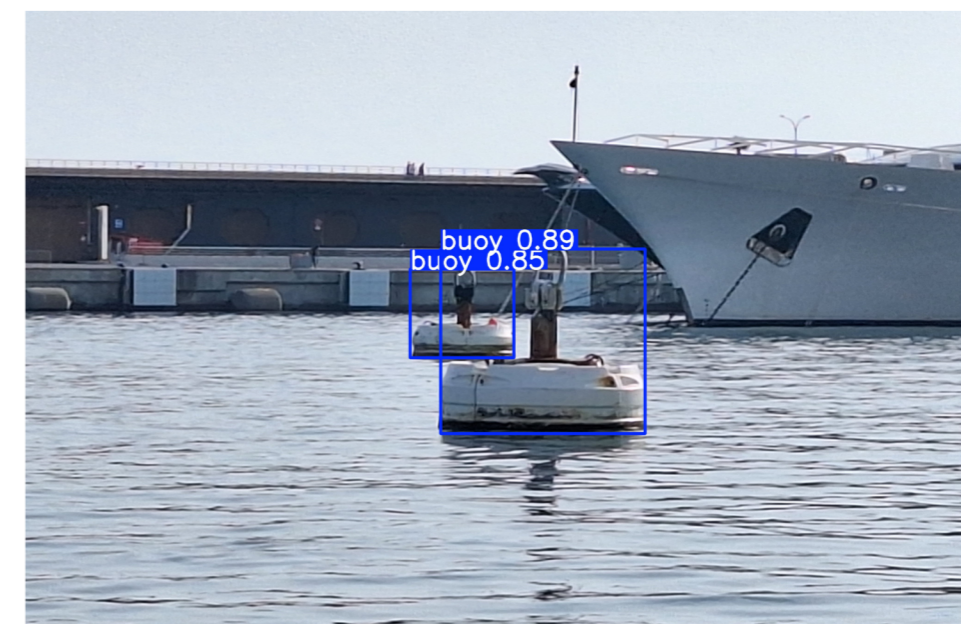
- Precyzyjną autolokalizację jednostki (odometria wizualno-inercyjna).
- Mapowanie nieznanego środowiska wodnego.
- Rozpoznawanie infrastruktury i przeszkód (np. boi) do celów autonomicznej nawigacji i omijania kolizji.

METODOLOGIA

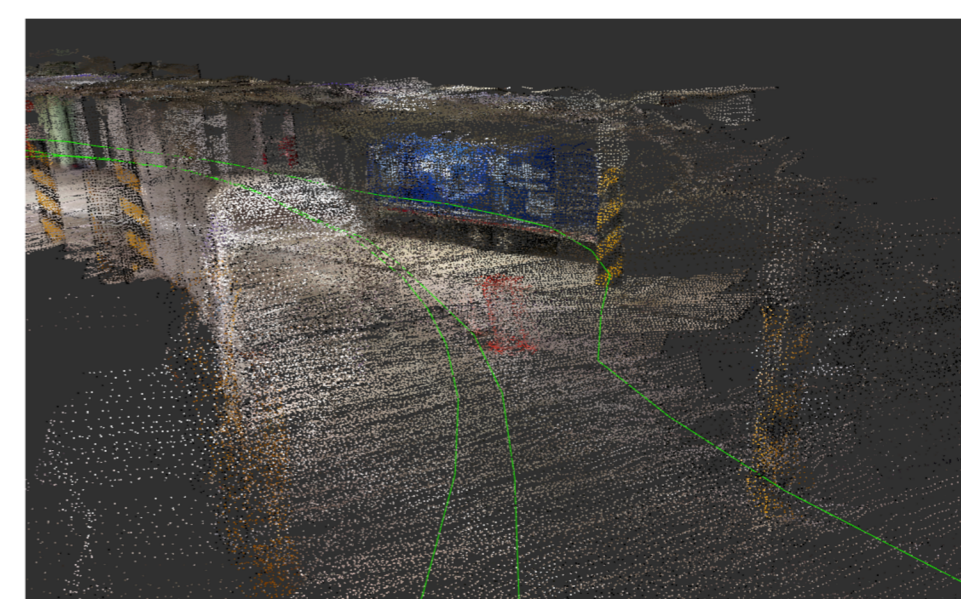
- Akwizycja danych: Wykorzystanie kamery OAK-D S2⁵ (RGB, stereo depth, IMU BMI270).
- Weryfikacja lokalizacji: Porównanie wyników odometrii wizualno-inercyjnej (VIO) z referencyjnym czujnikiem INS.
- Testy funkcjonalne (Smoke test): Wykrywanie boi, generowanie ścieżki i ocena dokładności przez operatora.
- Pipeline AI: Zautomatyzowany potok etykietowania danych (DINO + Segment Anything) do treningu własnego modelu YOLO.

WYNIKI BADAŃ

- SLAM: System RTAB-Map¹ funkcjonuje poprawnie w oparciu o fabryczną kalibrację kamery.
- Wydajność: Model YOLOv8n² osiąga czas inferencji 39 ms/ramkę na GPU (przygotowany blob VPU zajmuje ~6.2 MB)
- Zastosowanie filtra temporalnego dla detekcji 3D:
- Trening: Do tworzenia datasetu wykorzystywany jest semi automatyczny pipeline labelowania danych wykorzystujący model DINO³ i SAM⁴



Wizualizacja wyników detekcji obiektów (boi) przez model sztucznej inteligencji



Mapa chmury punktów w RTAB-Map

WNIOSKI

- Obecny stos technologiczny działa poprawnie i jest gotowy do zebrania docelowego datasetu bezpośrednio z wód otwartych.
- Dalsze prace skupią się na przeniesieniu systemu na platformę obliczeniową docelową (Jetson Orin Nano⁶).
- Planowane jest zbadanie alternatywnych rozwiązań w celu poprawy precyzji, w tym integracja Basalt VIO⁷ jako frontendu odometrii oraz testy nowoczesnych deskryptorów (np. SuperPoint⁸).

Bibliografia: [1] M. Labbé, F. Michaud, RTAB-Map as an open-source lidar and visual SLAM library, J. Field Robotics, 2019. [2] G. Jocher et al., Ultralytics YOLOv8, 2023. [Online]: github.com/ultralytics/ultralytics. [3] M. Caron et al., Emerging Properties in Self-Supervised Vision Transformers (DINO), ICCV, 2021. [4] A. Kirillov et al., Segment Anything, ICCV, 2023. [5] Luxonis, OAK-D S2 Documentation. [Online]: docs.luxonis.com. [6] NVIDIA, Jetson Orin Nano Platform. [Online]: developer.nvidia.com. [7] V. Ulenko et al., Visual-Inertial Mapping with Non-Linear Factor Recovery (Basalt), IEEE RA-L, 2020. [8] D. DeTone et al., SuperPoint: Self-Supervised Interest Point Detection, CVPRW, 2018.