

## Nowatorski system mapowania i lokalizowania w przestrzeni dla pojazdów autonomicznych i systemów VR/AR

Symultaniczna lokalizacja i mapowanie (Simultaneous Localization and Mapping - SLAM) to dziedzina badań mająca na celu mapowanie otoczenia i śledzenie położenia obiektu. Może być stosowana na przykład w pojazdach autonomicznych lub aplikacjach AR/VR. Umożliwia ona urządzeniom mobilnym i robotom autonomiczne poruszanie się i tworzenie map w nieznanym środowisku, szczególnie w przypadku braku sygnału GPS lub innych danych (takich jak beacony Bluetooth), poprzez jednoczesne budowanie map i aktualizowanie własnej pozycji w czasie rzeczywistym.

Tradycyjny SLAM można podzielić na SLAM LiDAR-owy i wizualny (VSLAM). System SLAM składa się z przetwarzania danych, rejestracji wstępnej, optymalizacji, wykrywania pętli i mapowania. Choć współczesne systemy SLAM stopniowo przechodzą od systemów jednoczynnikowych do systemów fuzji wielosensorowej, ich wydajność nadal w dużym stopniu zależy od szumu czujników, który jest trudny do modelowania [1]. Pierwszy system implementujący monookularny VSLAM w czasie rzeczywistym został zaproponowany w 2007 roku [2]. Od tego czasu opracowano wiele ulepszonych metod, takich jak LSD-SLAM (Large-Scale Direct SLAM), ORB-SLAM (i jego pochodne) oraz CNN-SLAM (oparty na sieci neuronowej). Choć obecnie wizualny SLAM rozwija się bardzo szybko w zakresie pozycjonowania, nadal ma poważne braki w modelowaniu środowiska.

NERF [3] i Gaussian Splatting [4] to techniki stosowane w grafice komputerowej do tworzenia realistycznych obrazów 3D i są obecnie najnowocześniejszymi algorytmami do tworzenia szczegółowych rekonstrukcji otoczenia. Połączenie tych technik modelowania z paradygmatem SLAM [5][6] jest uważane za kluczowy kierunek rozwoju w dziedzinie modelowania 3D i nawigacji robotów mobilnych oraz zastosowań w aplikacjach AR/VR. Celem tego połączenia jest zbudowanie systemu SLAM, który może niejawnie modelować środowisko i uczyć się online.

Celem zadania jest opracowanie nowatorskiego algorytmu łączącego wizualny SLAM z technikami NERF i Gaussian Splatting w celu stworzenia systemu, który może niejawnie modelować środowisko i uczyć się online. Następnie system ten powinien być zaimplementowany na platformie autonomicznej (wyposażonej w jedną kamerę oraz czujnik odległości) lub na urządzeniu mobilnym, aby zademonstrować jego zdolność do działania w rzeczywistych warunkach. System powinien umożliwiać wjechanie/wejście do nieznanego pomieszczenia a następnie poruszanie się po nim i zbudowanie trójwymiarowej mapy w czasie rzeczywistym, z uwzględnieniem przeszkód i zmian w otoczeniu. System powinien również umożliwiać lokalizację robota/urządzenia na mapie oraz nawigację do wskazanego punktu.

### Literatura:

1. Yang K, Cheng Y, Chen Z, Wang J. SLAM Meets NeRF: A Survey of Implicit SLAM Methods. *World Electric Vehicle Journal*. 2024; 15(3):85. <https://doi.org/10.3390/wevj15030085>
2. Sunderhauf, N.; Lange, S.; Protzel, P. Using the unscented kalman filter in mono-SLAM with inverse depth parametrization for autonomous airship control. In *Proceedings of the 2007 IEEE International Workshop on Safety, Security and Rescue Robotics, Rome, Italy, 27–29 September 2007*; pp. 1–6.

3. Vincent Sitzmann, Julien N. P. Martel, Alexander W. Bergman, David B. Lindell, and Gordon Wetzstein. 2020. Implicit neural representations with periodic activation functions. In Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'20). Curran Associates Inc., Red Hook, NY, USA, Article 626, 7462–7473.
4. Bernhard Kerbl, Georgios Kopanas, Thomas Leimkuehler, and George Drettakis. 2023. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. ACM Trans. Graph. 42, 4, Article 139 (August 2023), 14 pages. <https://doi.org/10.1145/3592433>
5. Hidenobu Matsuki, Riku Murai, Paul H.J. Kelly, Andrew J. Davison, Gaussian Splatting SLAM, <https://arxiv.org/abs/2312.06741>
6. Antoni Rosinol, John J. Leonard, Luca Carlone, NeRF-SLAM: Real-Time Dense Monocular SLAM with Neural Radiance Fields, <https://arxiv.org/abs/2210.13641>