

## Streszczenie

W rozprawie przedstawiono metody optymalizacji struktury i parametrów systemu odometrii wizyjnej RGB-D, ze szczególnym uwzględnieniem lokalnego ruchu sensora oraz wykorzystania algorytmów optymalizacji populacyjnej i uczenia maszynowego. Omówiono rolę sensorów wizyjnych w pomiarze odległości w kontekście robotyki mobilnej oraz przeanalizowano wpływ decyzji projektowych dotyczących architektury systemu na jakość odtwarzanej trajektorii. Zaproponowano prosty system odometrii wizyjnej RGB-D, który pozwala zbadać, w jaki sposób poszczególne elementy systemu oraz dobór parametrów wpływają na końcowy wynik.

W rozprawie szczególną uwagę poświęcono wybranym detektorom i deskryptorom cech fotometrycznych oraz porównano metody  $n$ -punktowe estymacji ruchu kamery z metodami uwzględniającymi dane o głębi, oceniając ich wpływ na jakość estymowanej trajektorii. Następnie skoncentrowano się na populacyjnych algorytmach optymalizacji, dążąc do znalezienia optymalnych parametrów systemu odometrii wizyjnej RGB-D, które pozostają stabilne w trakcie całego eksperymentu, oraz przeprowadzono próbę optymalizacji detektora cech punktowych w trybie online.

Przedstawiono również metody uzupełniania braków w danych pomiarowych głębi, zarówno klasyczne, jak i oparte na sztucznych sieciach neuronowych. W celu poprawy jakości estymacji trajektorii zmodyfikowano istniejącą sieć neuronową działającą na danych RGB, aby mogła także przetwarzać dane RGB-D. Zbadano wpływ uzupełnionych za pomocą inferencji map głębi na dokładność oszacowania przebytej trajektorii, zarówno w oparciu o dane RGB, jak i RGB-D.

Wszystkie zaproponowane metody i algorytmy zostały zweryfikowane w eksperymentach z wykorzystaniem rzeczywistych danych benchmarkowych, zebranych przy pomocy różnych robotów mobilnych lub ręcznie trzymanej kamery RGB-D.



## Abstract

This dissertation presents methods for optimising the structure and parameters of an RGB-D visual odometry system, with particular emphasis on the local movement of the sensor and the use of population-based optimization algorithms and machine learning. The role of visual sensors in distance measurement within the context of mobile robotics is discussed, and the impact of design decisions related to system architecture on the quality of the reconstructed trajectory is analysed. A simple RGB-D visual odometry system is proposed, allowing for an examination of how individual system components and parameter selection affect the final outcome.

Special attention is given to selected photometric feature detectors and descriptors, and a comparison is made between  $n$ -point motion estimation methods and those that incorporate depth data, evaluating their impact on the quality of the estimated trajectory. The dissertation then focuses on population-based optimization algorithms, aiming to find optimal parameters for the RGB-D visual odometry system that remain stable throughout the entire experiment, and attempts to optimise the feature point detector in an online mode.

Methods for filling gaps in depth measurement data are also presented, including both classical approaches and those based on artificial neural networks. To improve trajectory estimation quality, an existing neural network operating on RGB data was modified to also process RGB-D data. The impact of depth maps, filled through inference based on RGB and RGB-D data, on the accuracy of the estimated trajectory is investigated, as well as the results that can be achieved based on maps derived solely from RGB-D inference.

All proposed methods and algorithms have been validated through experiments using real-world benchmark data collected with various mobile robots or a hand-held RGB-D camera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfonso Costa'.