

# Streszczenie

## Inteligentny system sterowania robotem mobilnym

Ravi Raj

Nowoczesne roboty mobilne opracowano, aby pomagać lub zastępować personel ludzki w złożonych operacjach kontrolnych i planistycznych oraz zadaniach, w tym manipulacji obiektami, pomocy eksperckiej w różnych sektorach, nawigacji zewnętrznej, nadzorze bezpieczeństwa, gaszeniu pożarów eksploracji nieznanego terenu i prowadzeniu pojazdów po obszarach miejskich. Nawet dla osób posiadających specjalistyczne przeszkolenie w zakresie kodowania robotów opracowanie struktury sterującej dla robotów używanych do wykonywania tych czynności jest często trudnym podejściem, wymagającym ręcznego wygenerowania unikalnego sterownika dla każdej konkretnej operacji. Twórca musi celowo wziąć pod uwagę szeroką gamę scenariuszy, których robot może doświadczyć w trudnych sytuacjach. Dla robota korzystniejsze może okazać się odkrycie, jak samodzielnie wykonywać określone czynności, zamiast konieczności programowania go do każdej czynności. Niniejsza rozprawa doktorska bada technikę uczenia się robotów, a także uwypukla trudności związane z inteligentnym systemem sterowania robotami mobilnymi do autonomicznej nawigacji. Badamy, jak robot mobilny zdobywa wiedzę poprzez prezentacje eksperckie. Podejście to opiera się na naturalnej ludzkiej skłonności do naśladowania. Kiedy robotom mobilnym oferuje się przykłady konwencjonalnych działań, mogą one uzyskać informacje z tych danych i zastosować swoją wiedzę do wszystkich możliwych scenariuszy, które nie są uwzględnione w tych przypadkach. Korzystając ze sztucznej sieci neuronowej, zintegrowaliśmy funkcję wnioskowania ze

sterownikami robota. Robot mobilny po odpowiedniej liczbie ćwiczeń nabeździe wiedzę dotyczącą samodzielnego poruszania się.

W tej rozprawie badamy zdolność niezależnego uczenia się robotów mobilnych przy braku przeszkolonych demonstracji autonomicznej nawigacji. W tym badaniu wykorzystano nowoczesne algorytmy uczenia się przez wzmacnianie do szkolenia robotów mobilnych poprzez interakcje z robotami mobilnymi. Analizujemy robota mobilnego poprzez symulację, która wykorzystuje uczenie się przez wzmacnianie w celu uzyskania informacji o możliwych osiągnięciach w różnych kontekstach. Dodatkowo zintegrowano sztuczną sieć neuronową realizującą funkcję szybkiej generalizacji. Roboty muszą zrozumieć podstawowe zasady i efekty wynikające z demonstracji ekspertów w tym eksperymencie, a także nauczyć się kojarzenia ze stanami i czynnościami. W porównaniu do technik konwencjonalnych, wspomagamy konwergencję uczenia się w znacznie krótszej liczbie odcinków, wykorzystując wszystkie poprzednie pary stanu i działania, które zostały zarejestrowane w procesie interakcji w celu szkolenia robota mobilnego. W oparciu o proponowaną technikę wyniki eksperymentów wykazały niezawodną i dokładną skuteczność w zadaniach autonomicznej nawigacji dla robotów mobilnych. Sugerujemy zatem, że rozwój technologii uczenia się robotów mobilnych, w porównaniu z konwencjonalnym programowaniem robotów, ma przed sobą obiecującą przyszłość, będzie korzystny i będzie nam służył efektywniej.

Ravi Raj  
28-05-2024

# **Abstract**

## **Intelligent Control System for Mobile Robot**

**Ravi Raj**

Modern mobile robots are developed to assist or substitute human personnel in complex control and planning operations and jobs, including object manipulation, expert assistance in a range of sectors, outdoor navigation, security surveillance, fire-fighting in unknown terrain exploration, and urban area driving. Even for those with specialized training in robot coding, developing a control structure for the robots that are used to carry out these activities is often a challenging approach, requiring the generation of a unique controller by hand for every specific operation. The developer must intentionally consider the wide variety of scenarios that the robot might experience in difficult situations. It might prove more beneficial for the robot to discover how to perform certain activities on its own rather than having to be already programmed for every activity. This dissertation examines the learning technique of robots as well as addresses difficulties related to the intelligent control system of mobile robots for autonomous navigation. We examine how the mobile robot acquires knowledge through expert presentations. This approach is based on the natural human tendency to imitate. When mobile robots are offered instances of conventional actions, they can gain information from this data and apply their knowledge to all possible scenarios that are not included in the instances. Using an artificial neural network, we integrated the inference function inside the robot controls. The mobile robot will acquire knowledge of how to navigate on its own after an appropriate number of instances.

We study the independent learning capability of mobile robots in this dissertation in the absence of trained demos for autonomous navigation. Modern reinforcement learning algorithms are employed in this study for training mobile robots through interactions

with mobile robots. We analyze a mobile robot through simulation that uses reinforcement learning to acquire information about possible rewards in different contexts. Additionally, an artificial neural network has been integrated to perform the quick generalization function. The robots need to try to comprehend the fundamental principles and rewards of the expert demos in this experiment, in addition to learning how to associate with states and activities. In comparison to conventional techniques, we are assisting the learning convergence in a much shorter quantity of episodes by using all the previous state-action pairings that were recorded through the interaction process to train the mobile robot. Based on this proposed technique, experimental findings demonstrated reliable and accurate effectiveness in autonomous navigation tasks for mobile robots. We therefore suggest that the advancement of mobile robot learning technology, compared to conventional robot programming, has a promising future ahead of it and will be beneficial and serve us more effectively.

Ravi Raj  

---

28-05-2024