

Projekt dotyczy podstawowych problemów robotyki i sztucznej inteligencji. Celem jest przeniesienie zdolności ludzi i zwierząt do maszyn, aby roboty mogły wykonywać zadania w nieuporządkowanym środowisku. Roboty przemysłowe pracują w fabrykach, gdzie środowisko jest z góry określone i przygotowane. Jeśli chcemy, aby roboty w przyszłości pracowały w rzeczywistym środowisku i pomagały ludziom w codziennych czynnościach, powinny być w stanie precyzyjnie mierzyć kształt obiektów za pomocą czujników RGB-D i algorytmów opartych o sieci neuronowe. Dzięki wydajnej mapie i modelowi ograniczeń ruchu roboty będą w stanie efektywnie planować swój ruch i interakcję z otoczeniem.

Percepcja robota opiera się głównie na reprezentacji struktur geometrycznych w otoczeniu. Kołowe roboty mobilne, roboty kroczące i manipulatory wykorzystują kamery RGB, czujniki głębi i skanery laserowe do pomiaru konfiguracji przeszkód w ich otoczeniu. Najpopularniejszymi modelami środowiska są mapy zajętości, mapy rastrowe i mapy wokselowe skonstruowane w celu reprezentowania zajętej przestrzeni i konfiguracji przeszkód. Mapa środowiska jest wykorzystywana przez robota do zaplanowania bezkolizyjnej ścieżki, która gwarantuje wykonanie danego zadania. W tradycyjnym podejściu do percepcji robotów, środowisko jest podzielone na równe bloki (komórki, woksele), gdzie rozmiar bloku jest związany z dokładnością systemu. Wysoka dokładność modelu środowiska jest wymagana, gdy robot wykonuje precyzyjne operacje, a odległość między robotem a przeszkodami jest niewielka. Zmniejszenie rozmiaru bloków zwiększa dokładność mapy, ale jednocześnie zwiększa zużycie pamięci i spowalnia algorytmy planowania ruchu.

Ostatnio neuronowe reprezentacje sceny, takie jak NeRF lub NeuS, zyskały ogromną popularność w wizji komputerowej i robotyce. Oryginalna metoda pokazuje, że prosty perceptron wielowarstwowy (MLP) może reprezentować scenę z dużą dokładnością, gdy jest trenowany tylko na obrazach RGB. W tym projekcie zamierzamy wypełnić lukę między klasycznymi modelami, które mogą być używane online, a modelami neuronowymi offline, które mogą znacznie zwiększyć dokładność mapy środowiska.

Dzięki neuronowemu systemowi percepcji roboty będą w stanie lepiej planować swój ruch i interakcję z otoczeniem w oparciu o pomiary RGB-D. Model ten zapewni ograniczenia środowiskowe podczas planowania ruchu robota i pozwoli uniknąć kolizji z obiektami. W projekcie skupiamy się na neuronowym modelowaniu kinematycznych ograniczeń ruchu, takich jak kolizje pomiędzy częściami robota, ograniczenia kinematyczne stawów i kinematyczny zakres ruchu. Sieć neuronowa może również uwzględniać ograniczenia dynamiczne, które pochodzą z dynamicznego modelu oraz stabilności, które są związane z konfiguracją robota. Celem jest również uzyskanie modeli różniczkowalnych, które dostarczają informacji o naruszeniu ograniczeń, a także wskazują kierunek ruchu, który przenosi robota z tych stanów do najbliższego regionu o akceptowalnej konfiguracji.

Ostatecznie, zamierzamy uzyskać neuronowy model robota, który może być efektywnie wykorzystywany podczas planowania ruchu. Pokażemy wydajność proponowanej metody w dwóch scenariuszach: (i) montaż dwóch dopasowanych elementów i (ii) planowanie ścieżki robota kroczącego o wielu stopniach swobody przechodzącego przez mały otwór. Oba problemy stanowią wyzwanie dla klasycznych metod planowania ścieżki i są wrażliwe na dokładność mapy potrzebnej do planowania ruchu.