

W dzisiejszych czasach roboty mobilne wykonują wiele zadań związanych z transportem, rolnictwem, ratownictwem, inspekcjami itp., które są pracochłonne, powtarzalne lub niebezpieczne. Większość z tych zadań jest wykonywana przez roboty kołowe, gąsienicowe lub drony, które charakteryzują się łatwością przemieszczania się. Jednak mają one również swoje wady: roboty kołowe i gąsienicowe mają problemy z pokonywaniem większych przeszkód i poruszaniem się w nieustrukturyzowanych i ograniczonych przestrzeniach, podczas gdy drony są podatne na warunki pogodowe, mają znacznie mniejszą ładowność i nie mogą bezpośrednio oddziaływać na środowisko. Te luki wypełniają roboty kroczące, ponieważ ich cechami charakterystycznymi jest zwinność i zdolność przystosowania się. Znaczenie systemów kroczących jako nowej technologii o dużym potencjale wdrożeniowym potwierdza ostatnia inwestycja 20 mln CHF w spółkę spin-off firmy ANYbotics z ETH Zurich, rozwijającą robota ANYmal, oraz niedawne przejęcie Boston Dynamics przez Hyundai, opiewające na kwotę 1 mld USD.

Ostatnie badania nad robotami kroczącymi, w szczególności czworonożnymi, koncentrują się na wyposażeniu maszyn kroczących w zwinność porównywalną do ich zwierzęcych odpowiedników, co zaowocowało opracowaniem platform takich jak MIT Cheetah, BostonDynamics SpotMini, IIT HyQ czy ETH ANYmal. Jednak nadal istnieje wiele interesujących i stanowiących wyzwanie podstawowych pytań badawczych i problemów technologicznych, którymi należy się zająć, aby osiągnąć poziom zwinności i zdolności przystosowywania się obserwowany u zwierząt. Na przykład, robotom kroczącym wciąż brakuje:

- inteligencji fizycznej rozumianej jako umiejętność wykorzystywania i uczenia się na podstawie fizycznych interakcji między ciałem robota a otoczeniem,
- zdolności dostosowania się do zmieniających się warunków środowiskowych lub awarii sprzętu,
- sprzężenia między percepcją robota a podejmowanymi przez niego działaniami,

Celem tego projektu jest uzupełnienie tych braków poprzez opracowanie podstawowej metodologii projektowania wysoce autonomicznych platform kroczących. Zaproponowane zostaną innowacje w zakresie podstaw percepcji, sterowania i uczenia się, tak aby razem połączone tworzyły inteligencję fizyczną robota oraz dawały zdolności do adaptacji i interakcji z otoczeniem. Wszystko to doprowadzi nas do półautonomicznej, zwinnej i bezpiecznej lokomocji robota w nieustrukturyzowanych, ograniczonych i dynamicznych środowiskach, a także do poprawy jego wydajności w czasie działania.

Aby to osiągnąć, opracujemy moduł percepcji, dzięki któremu roboty będą postrzegać fizykę otaczającego świata i na niego oddziaływać. Umożliwimy robotom identyfikację parametrów terenu podczas chodzenia za pomocą czujników zamontowanych w nogach i kręgosłupie. Ponadto wyodrębnimy informacje niezbędne do dostosowania chodu i działań robota do aktualnej sytuacji, podobnie jak to się dzieje u zwierząt. Co więcej, połączymy sygnały ze zmysłów wzroku i dotyku uzyskane dzięki interakcji z otoczeniem, aby przekazywać wiedzę między zmysłami w celu budowania i aktualizowania wewnętrznych modeli świata.

Następnie skupimy się na doskonaleniu umiejętności lokomocyjnych robota. Wykorzystując uczenie ze wzmocnieniem, w oparciu o informacje kontekstowe z systemu percepcji, opracujemy algorytmy dostosowujące robota do różnych i zmieniających się warunków środowiskowych. Ponadto umożliwimy robotowi korzystanie z kontaktów z otoczeniem, aby poprawić jego zwinność i zdolność poruszania się w ciasnych przejściach. Ponieważ trudno jest ręcznie zdefiniować funkcję nagrody, która doprowadzi robota do pożądanego zachowania, użyjemy odwrotnego uczenia się ze wzmocnieniem i zestawu demonstracji zebranych z robotów i zwierząt, aby się jej nauczyć. Ponadto opracujemy nowe algorytmy oparte na uczeniu ze wzmocnieniem do sterowania robotem z przegubowym kręgosłupem, czego nigdy wcześniej nie robiono.

Na koniec połączymy komponenty percepcji i lokomocji w hierarchiczny kontroler, który dobiera odpowiedni chód biorąc pod uwagę informacje o typie terenu i reaktywnie koryguje ułożenie stopy podczas chodzenia na podstawie lokalnych właściwości terenu. Ponadto większość obecnych robotów unika kolizji korpusu robota z otoczeniem. Jednak ludzie i zwierzęta mogą je wykorzystywać, aby np. zachować równowagę. W podobne zdolności wyposażymy roboty kroczące, ucząc się, jak używać kontaktów z otoczeniem do poruszania się w sposób obecnie dla nich niedostępny.

Istotną częścią warsztatu naukowego jest testowanie i porównywanie proponowanych rozwiązań na znormalizowanych stanowiskach testowych używając odpowiednich kryteriów. Zatem zaproponowane algorytmy zostaną ocenione w zadaniu wymagającym zwinności i poruszania się w wąskich przejściach - inspekcji jaskiń. Rozważymy kilka różnych wskaźników jakości, takich jak prędkość podczas pokonywania określonego terenu, efektywność energetyczna, szczytowe siły interakcji z otoczeniem itp.