

Wykorzystanie przestrzennego skanera laserowego do symultanicznej lokalizacji, budowania mapy i planowania trajektorii robota mobilnego w przestrzeni nieurbanizowanej

Streszczenie

Rozwój robotów mobilnych oraz coraz szersze zakresy i zastosowań zmuszają do poszukiwania efektywnych technik nawigacji, w tym lokalizacji, budowania mapy i planowania trajektorii, dla robotów o różnych strukturach, poruszających się w różnych środowiskach, operujących w różnych warunkach.

W ramach niniejszej pracy opracowano metody lokalizacji 6D, budowania mapy oraz planowania trajektorii robota mobilnego poruszającego się w środowisku nieurbanizowanym o znacznych nierównościach, wykorzystujące dane z przestrzennego skanera laserowego, niekorzystające z nawigacji satelitarnej. W takim środowisku zawodzą typowe algorytmy lokalizacji i SLAM (symultanicznej lokalizacji i mapowania) polegające na zbieraniu danych z pozycji zatrzymanej lub wyodrębnianiu markerów z otoczenia robota, natomiast bardzo drogie moduły INS/GNSS nie zawsze mogą być stosowane (w tunelach, korytarzach kopalń, w pobliżu wysokich przeszkód pionowych).

Algorytm lokalizacji i budowania mapy wykorzystuje rozszerzony filtr Kalmana do estymacji stanu robota oraz stanu mapy, która jest utworzona w formie mapy 2.5D przypisującej każdej komórce średnią wysokość oraz średni kąt nachylenia terenu. Ta sama mapa jest także wykorzystywana do planowania trajektorii robota – dwuetapowy algorytm zakłada wyznaczanie ścieżki dowolną metodą przeszukiwania grafu w I etapie, a następnie optymalizację pod kątem energetycznym w II etapie.

Opracowane metody przetestowano symulacyjnie zarówno dla map sztucznych, jak i dla numerycznych modeli terenu rzeczywistych obszarów o znacznych nierównościach terenu. W celu weryfikacji poprawności zaproponowanych metod w środowisku rzeczywistym, został skonstruowany własny skaner laserowy o innowacyjnej budowie – z nieruchomym dalmierzem i wirującymi elementami optycznymi (pryzmatem i lustrem), zgodnie z opracowanym na Politechnice Łódzkiej patentem. Urządzenie posiada unikatowe właściwości sterowania kształtem chmury punktów oraz ścieżką wiązki laserowej, pozwala także na ciągłe zagęszczanie zbieranej chmury punktów.

Badania symulacyjne oraz w środowisku rzeczywistym potwierdziły poprawność zaproponowanych metod. Algorytmy te z powodzeniem mogą być stosowane do robotów operujących w środowisku otwartym, nieurbanizowanym, w warunkach niedostępności sygnału GPS oraz niemożności precyzyjnej detekcji obiektów z otoczenia.

23.04.2018 Adam Niewolski