

Lokalizacja i mapowanie w systemach robotów mobilnych

Streszczenie

Kluczową cechą autonomicznych robotów mobilnych jest umiejętność tworzenia map nieznanego środowiska i ustalania swojego położenia na tych mapach. Jednoczesne lokalizowanie robota i mapowanie otoczenia (SLAM) to jeden z fundamentalnych problemów robotyki mobilnej, ponieważ nawet tak podstawowe działania, jak planowanie ruchu, czy śledzenie trajektorii, wymagają aktualnej wiedzy o stanie robota i jego otoczeniu. W przypadku wielu robotów, dane pomiarowe z ich sensorów wykorzystuje się w taki sposób, aby utworzyć spójną, globalną mapę środowiska i zlokalizować na niej poszczególne roboty. Istnieją dwa wiodące podejścia do wielorobotowego mapowania. Pierwsze polega na wymianie danych z czujników w trakcie procesu mapowania, natomiast drugie opiera się na niezależnym mapowaniu otoczenia przez poszczególne roboty i przesyłaniu gotowych map w celu ich połączenia za pomocą dedykowanych metod. Niniejsza praca skupia się na drugim podejściu, czyli na niezależnym mapowaniu środowiska przez poszczególne roboty oraz efektywnych metodach integracji map.

W pracy przedstawiono nową, opracowaną i zaimplementowaną metodę integracji map 3D w postaci drzew ósemkowych (octomap). Metoda ta działa dla przypadku, gdy nie są znane początkowe pozycje robotów i roboty nie spotykają się w trakcie eksploracji. Rozwiązanie opiera się na wykrywaniu i dopasowywaniu do siebie nakładających się części map, co umożliwia określenie transformacji między mapami cząstkowymi. Proces integracji map składa się z kilku etapów. W pierwszym, przeprowadzana jest ekstrakcja modeli, które następnie są dopasowywane do drugiej mapy, w ramach operacji globalnego dopasowania. Operacja ta opiera się na wyszukaniu punktów charakterystycznych, ich deskrypcji i wyszukiwaniu podobieństw w dwóch zbiorach deskryptorów odpowiadających dwóm mapom. Wykorzystano w tym celu metodę probabilistyczną (SAC) oraz metodę grupowania na podstawie zgodności geometrycznej (GCC). Kolejnym etapem jest lokalne dopasowanie opierające się na metodach iteracyjnego najbliższego punktu (ICP, OICP), a także metodzie transformacji rozkładów normalnych (NDT). Ostatnim etapem jest transformacja map do wspólnego układu współrzędnych i integracja danych. Metoda integracji map została zaimplementowana i udostępniona jako otwarte oprogramowanie. W pracy przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań obejmujących eksperyment z kołowymi robotami mobilnymi oraz wykorzystanie ogólnodostępnych zbiorów map. Wyniki badań potwierdziły, że wymiana informacji między robotami w systemach wielorobotowych umożliwia zwiększenie efektywności metod SLAM.

W pracy zaprezentowano również wielorobotowy serwer map 3D wraz z wynikami eksperymentów. Przedstawiono metodę kalibracji położenia czujnika głębi, a także system automatycznego doboru parametrów metod SLAM. Ponadto zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań eksperymentalnych dotyczących metod lokalizacji oraz metod SLAM, z wykorzystaniem referencyjnego, optycznego systemu śledzenia ruchu.


Michał Drwięga