

Dynamiczny, adaptacyjny system wykrywania obecności osób

W artykule opisano nowatorski system służący do wykrywania obecności osób. Wykorzystuje on zarówno stacjonarne, jak i ruchome czujniki LRF (ang. Laser Range Finder). Przy zastosowaniu czujników zamontowanych na stałe, pojawia się problem obserwacji obszaru przysłoniętego przez objekty, które pojawiły się w ich polu widzenia.

W celu rozwiązania problemu przysłaniania obiektów, zastosowano poruszający się sensor, który został zamontowany na robocie mobilnym. W ofercie firmy WObit są wszystkie niezbędne komponenty do zrealizowania opisywanego zagadnienia, a przede wszystkim te najważniejsze - skaner laserowy typu LRF oraz roboty mobilne.

Umiejętność określania obecności osób może zostać wykorzystana w wielu różnych aplikacjach. Należą do nich: systemy monitoringu, regulacja systemów klimatyzacji i oświetlenia, optymalizacja przepływu ludzi, marketing w centrach handlowych. W opisanych sytuacjach, roboty i ludzie mogą funkcjonować wspólnie.

Problematyka rozpoznawania poruszających się obiektów była już poruszana wielokrotnie. Rozwiązania, które powstały, najczęściej bazowały na komputerowych systemach wizyjnych. Mają one jednak swoje ograniczenia. Są silnie uzależnione od otaczającego je środowiska, np. od oświetlenia i najczęściej wymagają dużej mocy obliczeniowej. Istnieją jednak prace, które opisują wykorzystanie sensorów typu LRF. Proponowane są w nich różne metody. Niektóre to liniowa ekstrapolacja obciążenia siatki zajętości w celu wyznaczenia poszczególnych trajektorii, budowa modelu chodzącego człowieka w celu śledzenia przechodniów. W pewnych metodach wykorzystuje się czujniki LRF umieszczone dwupoziomowo do rozróżnienia ludzi od wszelkich innych obiektów. Inne przewidują użycie wielu robotów mobilnych. Przedstawione sposoby realizacji rozpoznawania obecności osób, można podzielić na dwie kategorie: z czujnikami zamontowanymi na stałe oraz z czujnikami ruchomymi. Można też zastosować inne podejście i wykorzystać obie te metody jednocześnie. Sensory stacjonarne mogą precyzyjnie określać odległość, jednak nie widzą obszarów, które zostały

przysłonięte. Problem ten można spróbować rozwiązać przez zbudowanie modelu probabilistycznego, bazującego na poprzednich pozycjach poruszających się osób. Model ten ma jednak pewną słabość, która ujawnia się w momencie, gdy obiekt jest nieruchomy. Taka sytuacja zachodzi np. w windzie, w recepcji hotelowej lub w poczekalni.

Wykrywanie i eliminacja obszarów przysłoniętych

Zgodnie z tym co zostało napisane w poprzednim rozdziale, obserwacja obszarów zasłoniętych stanowi powszechny problem (rysunek 1). Jednym z rozwiązań jest zastosowanie jak największej liczby czujników stacjonarnych. W takim przypadku znacznie wzrasta koszt przedsięwzięcia. Dlatego proponujemy następujące rozwiązanie:

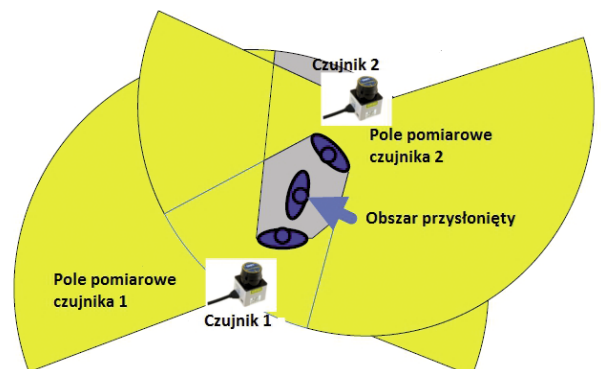
- po pierwsze: czujniki stacjonarne obserwują otoczenie,
- po drugie: w momencie wykrycia przez czujniki stacjonarne pojawienia się obszaru przysłoniętego, czujniki mobilne przemieszczają się w celu monitorowania go.

W celu pewnego i wczesnego wykrycia faktu niewidoczności obszaru (jego zasłonięcia), proponujemy najpierw utworzyć model geometryczny obserwowanego obszaru, umieścić w nim czujniki stacjonarne i mobilne, a następnie zaznaczyć graficzne okno ob-

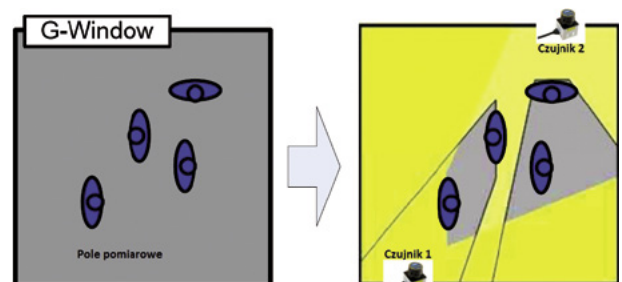
Dodatkowe informacje:
Komponenty potrzebne do zbudowania przedstawionego systemu dostępne są w firmie WObit. W jej ofercie są zarówno skanery przestrzeni, jak platformy robotów mobilnych. Zapraszamy na strony: www.wobit.com.pl, www.mobot.pl, www.lapbot.pl.

serwowanej powierzchni. Na potrzeby przeprowadzanego eksperymentu, naniesione okno nazwaliśmy „G-Window” od słów „GUI Window” (rysunek 2). Na rysunku 2b przedstawiono wieloboki utworzone przez obszar pomiarowy czujników LRF oraz punkty pomiarowe. W tym obszarze znajdują się dwa czujniki oraz czterech ludzi. Powierzchnia niewidzialna nie została pokolorowana na żółto.

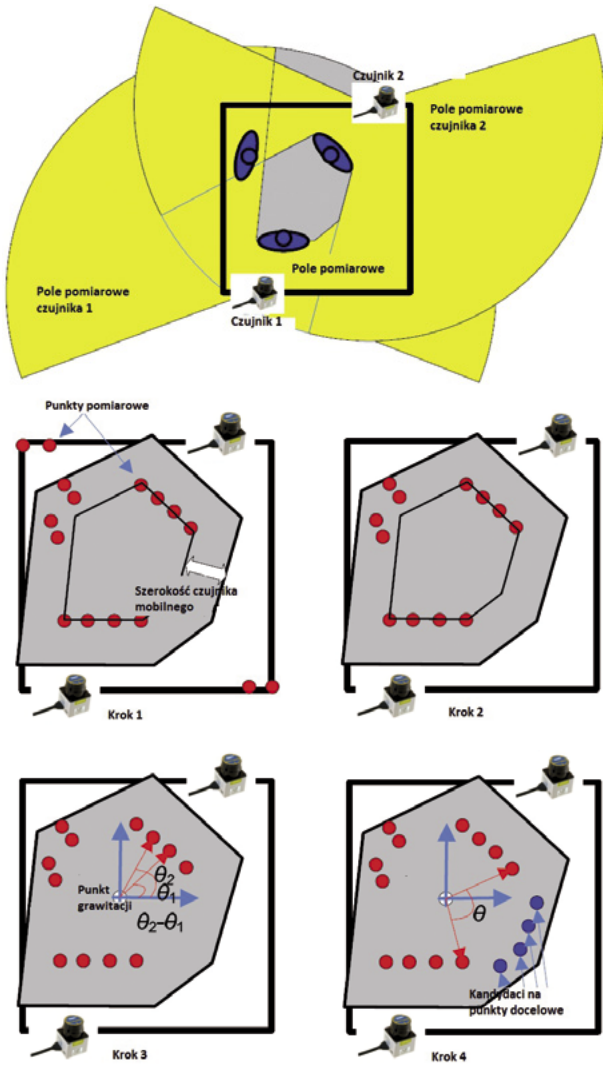
Są dwa rodzaje niewidzialności: niewidzialność stała oraz spowodowana poprzez obiekt znajdujący się „w oku” czujnika. Drugi rodzaj niewidzialności musi zostać rozpoznany. W eksperymencie poszukujemy takich obszarów, które są większe od człowie-



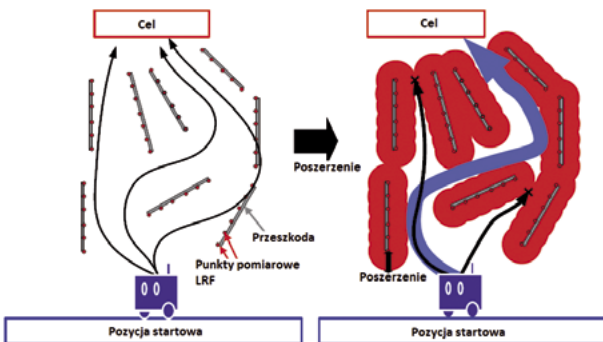
Rysunek 1: Obszar przysłonięty (żółty: pole widoczne, szary: pole niewidoczne)



Rysunek 2: Pole widoczne i niewidoczne w oknie G-Window



Rysunek 3: Proces wyszukiwania kandydatów na punkty docelowe



Rysunek 4: Proces poszerzania i określania ścieżki

7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7
8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
9	8	7	6	5	4	3		3	4	5	6	7	8	9
10	9	8	7	6				5	6	7	8	9		
11	10	9								8	9	10		
12	11	10								9	10	11		
13	12	11										11	12	
14	13	12									13	12	13	
15	14										14	13	14	
16	15	16									16	15	14	15
17	16	17	18	19						18	17	16	15	16
18	17	18	19	20	21	22	G	20	19	18	17	16	17	18
19	18	19	20	21	22	23	22	21	20	19	18	17	18	19
20	19	20	21	22	23	24	23	22	21	20	19	18	19	20

Rysunek 5: Planowanie trajektorii

ka. Ich wielkość oznaczamy za pomocą pikseli.

W celu zredukowanie liczby niewidzialnych obszarów, czujnik ruchomy jest przemieszczany do miejsca, z którego może je obserwować. Cel robota mobilnego pokazano na rysunku 3. Po pierwsze, niewidzialna powierzchnia jest poszerzana do szerokości platformy robota mobilnego, na którym jest zamontowany czujnik. Po drugie, zostają odfiltrowane punkty pomiarowe, które znajdują się poza poszerzonym obszarem. Po trzecie, jest wyliczany punkt grawitacji powierzchni niewidzialnej, wyznaczone są kąty sąsiadujących punktów pomiarowych i jest wyliczany punkt grawitacji dla każdej pary punktów. Wreszcie, po czwarte, jeżeli kąt dla którejkolwiek z par jest większy niż dla pozostałych punktów, to pozycja ta jest kandydatem na miejsce docelowe robota mobilnego. Za pomocą tej metody może zostać wyłonionych wielu kandydatów. W takiej sytuacji jest wybierana najbliższa lokalizacja. Powyższe przetwarzanie jest wykonywane tylko i wyłącznie z wykorzystaniem czujników stacjonarnych, ponieważ pole widzenia przez sensory mobilne zmienia się w zależności od ich pozycji. Kolejnym ważnym elementem, jest planowanie trajektorii ruchu oraz śledzenie robota (rysunek 5). W celu zwiększenia efektywności powinno się zoptymalizować pokonywaną drogę (rysunek 6).

Eksperyment

W celu udowodnienia słuszności proponowanej metody przeprowadzono dwa eksperymenty. Użyto w nich czujników URG-04LX produkowanych przez japońską firmę Hokuyo oraz robota Yamabico. Specyfikację parametrów czujników zamieszczono w tabeli 1, a robota w tabeli 2. Ruchomy czujnik został zamontowany na robocie mobilnym LapBot (fotografia 7). Istotną kwestią jest określenie liczby i położenia czujników stacjonarnych. W tym przypadku skorzysta-

Zakres	0,02 – 5,6 m
Dokładność	±10 mm lub ±1% zakresu
Kąt skanowania	240°
Rozdzielczość kątowna	0,352°
Źródło optyczne	Laser (λ=785 nm)
Klasa bezpieczeństwa lasera	I
Częstotliwość skanowania	100 msec/skan
Wymiary	50x50x70 mm
Waga	160 g
Środowisko	Wewnętrzne

no z dwóch czujników umieszczonych naprzeciw siebie, na takiej samej wysokości, co czujnik mobilny.

Strukturę proponowanego systemu przedstawiono na rysunku 8. Czujniki stacjonarne zostały połączone z notebookiem za pomocą interfejsu USB. Czujnik mobilny połączono z komputerem przenośnym. Komunikację pomiędzy dwoma częściami systemu zrealizowano za pomocą interfejsu WiFi.

Pierwszy eksperyment przebiegał według następującego scenariusza:

- Brak obiektów w obszarze pomiarowym,
- W pole widzenia czujników wchodzi człowiek,
- Trzech innych ludzi wchodzi w pole widzenia czujników i tworzą obszar niewidzialny, w którym znajduje się poprzednia osoba,
- Wszyscy czterej wychodzą z obserwowanej powierzchni.

W pierwszym i drugim przypadku czujnik mobilny pozostawał nieruchomy. W trzecim kroku czujniki stacjonarne wykryły obszar niewidzialny. Robot określił cel, zaplanował trajektorię, a następnie przemieścił się do miejsca, w którym odnalazł przysłoniętą osobę.

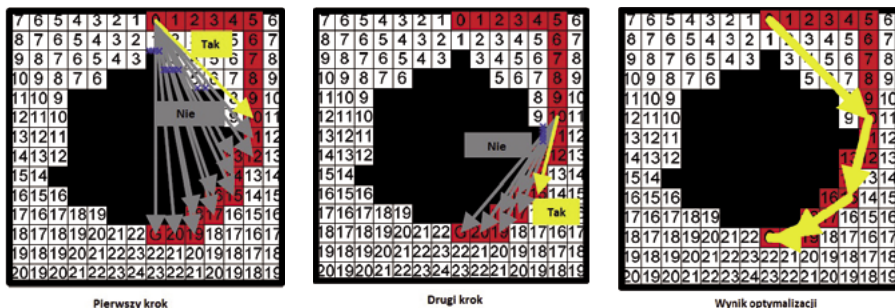
Drugi eksperyment miał na celu ewaluację funkcji dynamicznej zmiany trajektorii ruchu robota. Miał następujący przebieg:

- Brak obiektów w obszarze pomiarowym,
- Dwóch ludzi wchodzi w pole widzenia czujników i tworzą obszar przysłonięty,
- Trzeci człowiek wchodzi w obszar, ale dopiero po rozpoczęciu ruchu przez robota mobilnego z zamontowanym czujnikiem.

W wyniku wejścia w obszar dwóch ludzi, którzy stworzyli obszar przysłonięty, robot zaczął się przemieszczać. Po wejściu trzeciej osoby robot dokonał ewaluacji przemierzanej drogi. Oczekiwano takiej właśnie reakcji.

Robot mobilny LapBot produkcji WObit

LapBot pokazany na fot. 7 jest urządzeniem zaprojektowanym do celów edukacyjnych i naukowo-badawczych, przeznaczonym dla osób chcących zapoznać się z zagadnieniami robotyki mobilnej. Jest to



Rysunek. 6: Optymalizacja drogi

prosta w budowie, w pełni programowalna platforma mobilna, wyposażona w moduły pomiarowe, sterujące i wykonawcze, której nadrzędną jednostką sterującą jest notebook. Opisany robot jest wyposażony w dwa silniki DC z przekładniami planetarnymi, dwa enkodery umożliwiające określanie pozycji robota i pięć dalmierzy optycznych. Robot komunikuje się z komputerem za pomocą interfejsu RS232 lub USB. Ma rozbudowane oprogramowanie warstwy motorycznej, które pozwala na wykorzystanie zainstalowanych modułów wykonawczych i pomiarowych. Robota można programować w dowolnym języku programowania.

Połączenie robota z notebookiem daje niemalże nieograniczone możliwości rozbudowy opisywanej platformy. Ponieważ standardowo robot jest bardzo bogato wyposażony, można zaprogramować go tak, aby przemieszczał się po określonej trasie, omijał lub śledził obiekty. Po podłączeniu do robota skanera URG-04LX lub kamery, można wykorzystać LapBota np. do nadzorowania pomieszczenia.

Podsumowanie

W artykule opisano metodę wykrywania lub zliczania osób znajdujących się w pomieszczeniu. Zaproponowane rozwiązanie wykorzystuje zarówno czujniki zamontowane na stałe, jak i skaner mobilny zamontowany na robocie. Sensory stacjonarne wykrywają i wyliczają niewidoczną dla nich powierzchnię, a następnie planują cel i trajektorię ruchu dla czujnika przemieszczającego się.

Dużym problemem opisywanej metody, jest zachowanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Robot musi poruszać się z jak największą prędkością, co stoi w opozycji



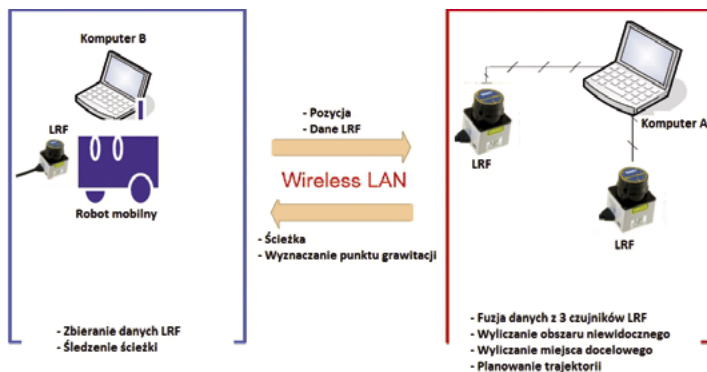
Rysunek. 7: LapBot produkcji WObit

Tabela 2: Specyfikacja „Speego”	
Wymiary	312x245x282 mm
Waga	3 kg (bez baterii)
Maksymalna prędkość	120 cm/sec
System komend	SH Spur

z bezpieczeństwem przebywających w pomieszczeniu osób.

Głównymi miejscami, w których można zastosować opisywaną metodę są np. pomieszczenia przed windami. W tym przypadku ważne jest liczenie znajdujących się tam osób i określanie ich przepływu. Drugi obszar zastosowań, to obserwacja osób w strefie bezpieczeństwa i wykrywanie podejrzanych lub niepożądanych obiektów.

Hirohiko Kawata, Hiroaki Kohno, Akihisa Ohya
Członkowie stowarzyszenia IEEE oraz Shin'ichi Yuta
Tłumaczenie:
Przemysław Degórski
Kierownik Działu Doradztwa i Sprzedaży
P.P.H. WObit E.K.J. Ober S.C.
www.wobit.com.pl



Rysunek. 8: Struktura systemu użytego w eksperymencie



optoNCDT
 czujniki laserowe



Pomiar bezkontaktowy
 Szeroki zakres pomiarowy
 Duży dystans do mierzonej powierzchni
 Bardzo mała plamka pomiarowa
 Duże prędkości pomiaru
 Wysoka precyzja
 Możliwość pomiaru względem prawie wszystkich rodzajów powierzchni



22x0
 22x0LL

Zakres 2 - 200mm
 Rozdzielczość max 0.03µm
 Niezrównana dokładność
 Do powierzchni odbijających światło

**NAJWYŻSZA
 PRECYZJA**

WWW.MICRO-EPSILON.PL



www.wobit.com.pl



(061) 2912 225
 (061) 8350 620



wobit@wobit.com.pl
www.wobit.com.pl