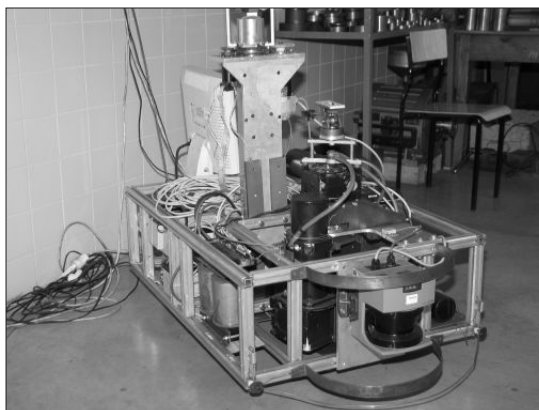


Jacek Nowakowski\*, Daniel Kaczorowski\*

## Modelowanie środowiska 3D z danych pomiarowych\*\*

### 1. Wprowadzenie

Jednym z obszarów możliwego wykorzystania symulacji komputerowej jest projektowanie mobilnych robotów przemysłowych. Przykładem może być mobilny robot wyposażony w trzy niezależne urządzenia (projekt prowadzony jest przy współpracy z Instytutem Obrabiarek i TBM Politechniki Łódzkiej) [1]. Robot doświadczalny, dla którego budowany będzie system, wyposażony jest w skaner SICK o kącie działania  $180^{\circ}$  oraz dalmierz laserowy z opatentowanym systemem skanowania przestrzennego obszaru naokoło robota. Trzecim rodzajem systemu skanującego będzie system stereowizyjny. Dla wyżej wymienionych systemów skanujących można zbudować programy symulacyjne, które będą spełniały to samo zadanie. Robot, dla którego budowany jest zestaw wyżej wymienionych programów symulacyjnych, przedstawiony jest na rysunku 1.



Rys. 1. Robot mobilny będący przedmiotem badań

---

\* Katedra Informatyki Stosowanej, Politechnika Łódzka;  
jacnow@kis.p.lodz.pl, dkaczor@kis.p.lodz.pl

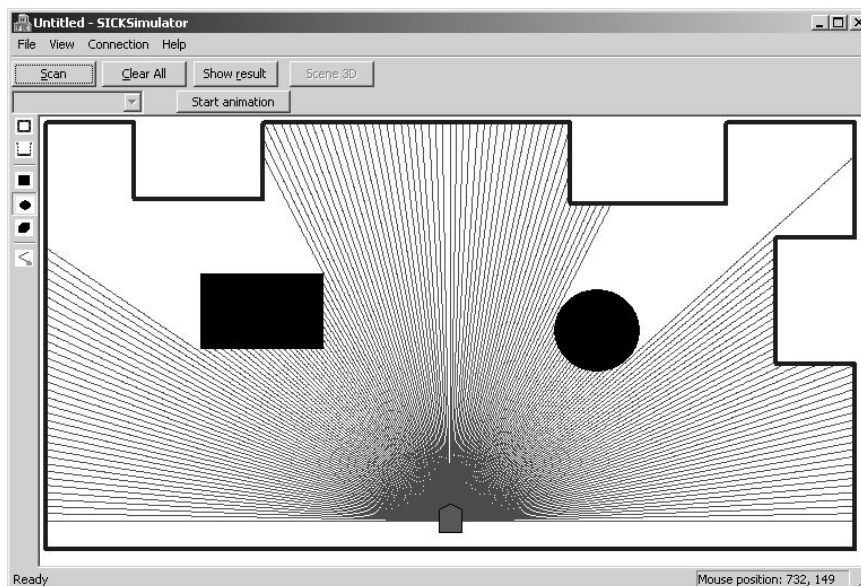
\*\* Część prac badawczych było wykonywanych w ramach grantu MNiI w latach 2004–2006

Z przodu robota zainstalowany jest skaner laserowy SICK, którego obszar działania to  $180^\circ$ . Skaner ten ma za zadanie określanie odległości znajdujących się przed robotem przeszkód. Ze względu na zainstalowanie urządzenia na robocie oraz dość znaczne rozmiary robota, więc prace nad systemem sterowania muszą być prowadzone z wykorzystaniem robota. Jest to oczywiście możliwe, jednak bardzo uciążliwe. Najlepszym rozwiązaniem jest zbudowanie programu symulacyjnego, który będzie generował takie same dane jak zamontowany skaner.

W ramach prowadzonych prac powstały dwa programy symulacyjne SICKSimulator oraz SICKSimulator-Server. Pierwszy jest programem symulacyjnym umożliwiającym wygenerowanie danych takich samych jak skaner SICK. Drugi natomiast jest programem odbierającym i sprawdzającym wygenerowane dane przez pierwszy program.

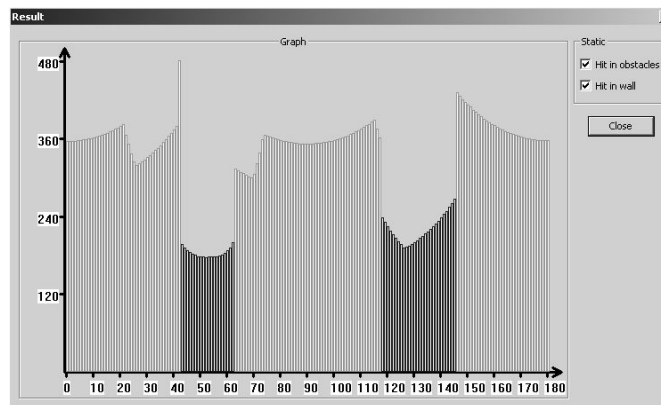
## 2. SICKSimulator, SICKSimulator-Server

Programem, który symuluje pracę skanera, jest SICKSimulator. Program ten umożliwia zbudowanie przestrzeni, w której będzie poruszać się robot. Przestrzeń ta może być odpowiednio modelowana. Dodatkowo można rozmieścić przeszkody w postaci figur symulujących ustawione w przestrzeni przedmioty. Możliwość modelowania przestrzeni i rozmieszczania przeszkód pozwala na budowanie obszaru bardzo zbliżonego do przestrzeni roboczej, w której będzie poruszał się robot. Program posiada także możliwość zapisywania do pliku oraz ładowania zbudowanej przestrzeni roboczej z pliku.

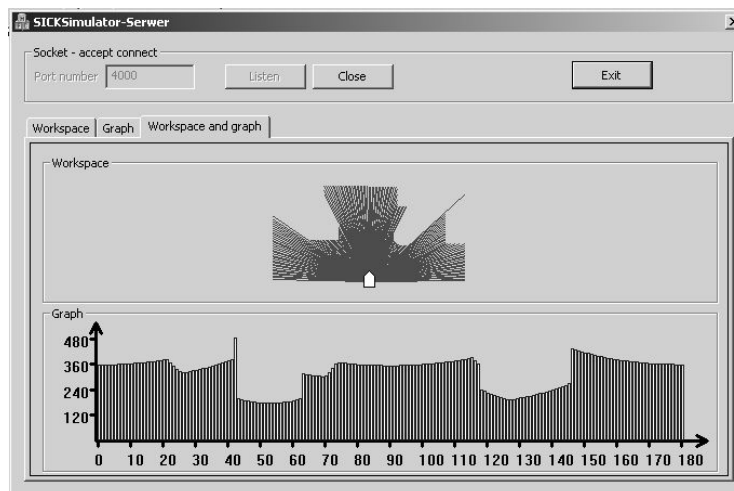


**Rys. 2.** Główne okno programu SICKSimulator z zamodelowaną przestrzenią roboczą i wykonaniem skanowania

Tego typu funkcjonalność pozwala na stworzenie kilku przestrzeni roboczych i zachowania ich do późniejszych testów. W symulowanej przestrzeni roboczej programu znajduje się obiekt reprezentujący skaner. W programie mamy możliwość ustawienie „skanera” w każdym miejscu naszej przestrzeni roboczej, z którego chcemy wykonać skanowanie. Ponieważ program ma za zadanie symulację pracy skanera umieszczonego na robocie mobilnym, z tego też względu użytkownik ma możliwość wyznaczenia trajektorii ruchu robota. W odpowiednich punktach wyznaczonych przez użytkownika będzie dokonywane skanowanie. W trakcie pracy z programem można wykonywać jednorazowe skanowanie lub uruchomić procedurę automatycznego przemieszczania się skanera i wykonywania pomiaru w określonych punktach kontrolnych. Przykładowa przestrzeń robocza oraz rezultaty skanowania przedstawione są na rysunkach 2 i 3.



Rys. 3. Okno przedstawiające wyniki skanowania

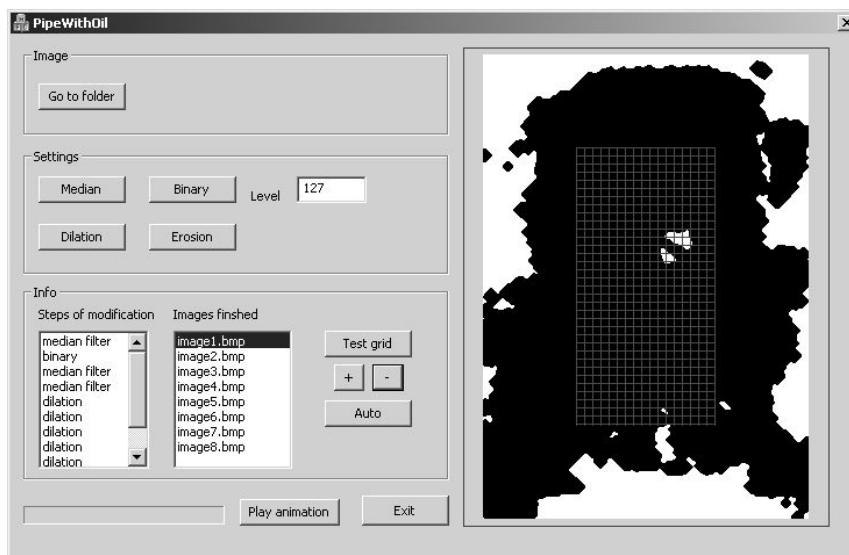


Rys. 4. Program SICKSimulator-Server

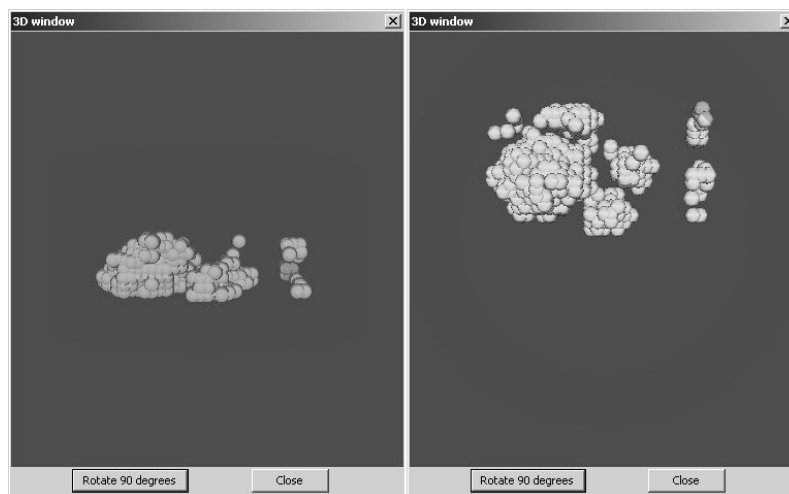
SICKSimulator dokonuje symulowanych obliczeń i otrzymane wyniki albo zapisuje do pliku, albo wysyła przez sieć komputerową do SICKSimulator-Server. Program ten obiera i wyświetla otrzymane wyniki w postaci przestrzeni roboczej promieni lasera oraz w postaci wykresu. Program ten został przedstawiony na rysunku 4.

### 3. PipeWithOil

Wizualizacja trójwymiarowa procesów przedstawia w bardziej przejrzysty sposób otrzymane dane pomiarowe. Programem, który realizuje takie zadanie jest PipeWithOil. Program ten po uprzednim przetworzeniu obrazów, będących w tym przypadku danymi pomiarowymi, tworzy trójwymiarowy obraz bąbelków oleju płynących wraz z wodą w rurze. Pierwszym etapem jest wskazanie w odpowiedniej kolejności obrazy, które będą stanowiły sekwencje danych źródłowych. Kolejną czynnością jest komputerowe przetwarzanie obrazów. Dostępne procedury przetwarzania powyższych obrazów to binaryzacja, filtracja filtrem medianowym, dylatacja i erozja. Odpowiednia sekwencja powyższych procedur umożliwi stworzenie obrazów, które będą najlepiej odwzorowywały dane, na podstawie których będzie tworzona trójwymiarowa scena. Gdy obraz zostanie już odpowiednio przygotowany, użytkownik musi określić wielkość siatki pomiarowej. Powyższe operacje realizowane są na pierwszym obrazie, jaki został załadowany do programu. Dla pozostałych obrazów operacje będą przebiegały automatycznie bez ingerencji użytkownika. Po przetworzeniu wszystkich obrazów generowana jest scena trójwymiarowa. Główne okno programu oraz przykładowy wynik przedstawiają rysunki 5 i 6.



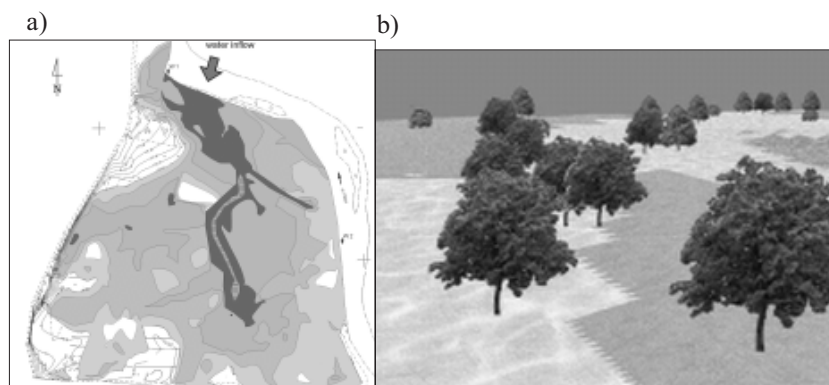
Rys. 5. Główne okno programu PipeWithOil z załadowanymi obrazami oraz ustawioną sekwencją procedur przetwarzania obrazów



Rys. 6. Scena trójwymiarowa bąbli oleju w rurze

#### 4. Wizualizacja zalewania terasy

Program umożliwiający zobrazowanie zalewania terasy zalewowej wykorzystuje do wygenerowania sceny trójwymiarowej zdjęcia mapy geodezyjnej i zdjęć lotniczych (rys. 7).



Rys. 7. Obraz terasy zalewowej (a) oraz wygenerowana scena trójwymiarowa terasy (b)

#### 5. Podsumowanie

Wymienione w artykule programy zostały zbudowane i wstępnie sprawdzone pod względem ich przydatności dla wspomnianych zagadnień. Pierwsze wyniki uzyskane przez te programy potwierdziły dużą rolę, jaką mogą wnieść systemy symulacyjne oraz wizuali-

zacyjne w pracach badawczych. W ramach dalszych prac programy te będą dalej rozbudowywane. W przypadku programu symulacyjnego dołączona zostanie możliwość generowania sceny trójwymiarowej przestrzeni roboczej robota.

Program PipeWithOil rozbudowany zostanie do generowania animacji przepływu mieszaniny płynów w rurze.

Program generujący scenę trójwymiarową terasy wyposażony zostanie w interfejs umożliwiający interakcję z użytkownikiem. Dzięki temu będzie można wpływać na różnego rodzaju parametry związane z procesem zalewania. Rozbudowany zostanie także moduł generujący obszar 3D ze zdjęć lotniczych.

### **Literatura**

- [1] Nowakowski J.: *Rekonstrukcja środowiska 3D przy wykorzystaniu systemów stereowizyjnych*. XII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Politechnika Łódzka, Łódź 2004