STUDIA INFORMATICA 2002
Volume 23 Number 4 (51)

Ryszard WINIARCZYK, Przemysław KOWALSKI
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, PAN
Mateusz MATUSZEK,
Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Informatyki

ALGORYTM NAWIGACJI AKTYWNEJ GŁOWICY STEREOWIDZĄCEJ

Streszczenie. W artykule zaprezentowano algorytm nawigacji i akwizycji sceny 3D przy wykorzystaniu aktywnej głowicy stereowidzącej. Opisano warianty proponowanego rozwiązania. Przedstawiono również program symulatora wykorzystany do testowania algorytmu nawigacji.

THE ALGORITHM FOR ACTIVE STEREOVISION HEAD NAVIGATION

Summary. In the article is presented the algorithm for navigation and acquisition using active stereovision head. Variants of the proposed solution are described. There is also presented simulator for testing the navigation algorithm.

1. Wstęp

Problem automatycznego rozpoznawania elementów sceny można podzielić na dwa następujące podzagadnienia:

- sprzętowe,
- programowe.

Zagadnienie sprzętowe związane jest z konstrukcją pojazdu badawczego oraz systemu komunikacji tego pojazdu z komputerem sterującym. Zagadnienie programowe obejmuje opracowanie algorytmów przetwarzania dostarczonych danych obrazowych, konstruowania cyfrowego modelu badanej sceny oraz nawigacji aktywnej głowicy stereowidzącej.

Artykuł koncentruje się na zagadnieniach programowych, związanych z nawigacją przy użyciu aktywnej głowicy stereowidzącej.

2. Aktywna głowica stereowizyjna

Projekt „Aktywne stereowidzenie w zastosowaniu do identyfikacji kształtów i relacji przestrzennych" został rozpoczęty w 1997 roku. Prace zmierzały do opracowania systemu pozwalającego na stworzenie modelu trójwymiarowej sceny (początkowo bez określania charakteru typu modelu, czy to ilościowego czy też jakościowego) na podstawie danych obrazowych pochodzących z pary kamer stereo. Dla osiągnięcia tego celu konieczne okazało się skonstruowanie głowicy stereowidzącej, zdolnej do poruszania się wokół sceny.

W celu realizacji tego projektu przyjęto następujące założenia:

- aktywna głowica stereowidząca została zabudowana na samobieżnym pojeździe (aby uzyskać większą uniwersalność platformy badawczej);
- model uzupełniany jest po każdorazowej akwizycji pary obrazów [5, 8];
- aktualny stan modelu stanowi podstawę do wyznaczenia kolejnego ruchu [8];
- głowica powinna się znajdować w określonej odległości od badanych obiektów, by umożliwić właściwe przeprowadzenie badania za pomocą dostępnych sensorów [4].

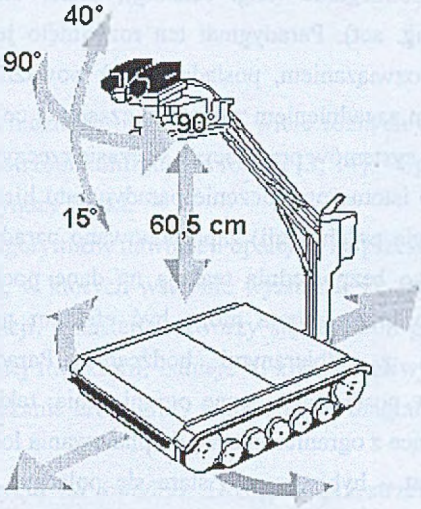
2.1. Sprzętowa realizacja aktywnej głowicy stereowidzącej

W pracach prowadzonych w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN wykorzystujemy aktywną głowicę stereowidzącą zbudowaną na bazie niewielkiego pojazdu gąsienicowego z zamontowaną na ruchomym ramieniu głowicą stereowizyjną (rys. 1). Najważniejszym elementem głowicy stereowizyjnej jest układ dwóch kamer zamontowanych na głowicy tak, by ich osie optyczne były równoległe, przesunięte jedynie w płaszczyźnie poziomej.

Układ napędowy składa się z pięciu silników, które umożliwiają aktywnej głowicy wykonywanie następujących typów ruchu:

- jazdy do przodu i do tyłu,
- skrętów w lewo i w prawo,
- podnoszenie i opuszczanie ramienia z głowicą stereowizyjną,
- obroty głowicy stereowizyjnej,
- podnoszenie i pochylanie głowicy stereowizyjnej.

Ponieważ założono samodzielną pracę głowicy stereowidzącej, jest ona sterowana przy użyciu komunikacji bezprzewodowej. Podobnie zrealizowano również przesyłanie uzyskanych obrazów [11].



Rys. 1. Aktywna głowica stereowidząca
Fig. 1. Active stereovision head

2.2. Oprogramowanie, niskie poziomy przetwarzania danych

Do integracji oprogramowania wykorzystano pakiet Khoros 2.2, pracujący na komputerze Sun z systemem SunOs 5.6. Program sterujący głowicą zaprojektowano jako część tego pakietu [1, 2].

Aktywna głowica dostarcza parę stereoobrazów. Przetwarzanie tych obrazów polega na wyznaczeniu krawędzi [10], a następnie zbudowaniu modelu 3D (precyzyjniej 2.5D) elementów sceny [9]. Model ten służy do rozbudowy tworzonego modelu sceny [13, 12], który stanowi podstawę dla algorytmu planowania ruchu aktywnej głowicy. Moduł „nawigacja" generuje listę rozkazów sterujących, które są następnie przesyłane do aktywnej głowicy stereowidzącej.

3. Algorytm nawigacji aktywnej głowicy stereowidzącej

Aktywna głowica stereowidząca stanowi przykład robota; także jej algorytm nawigacji zalicza się do grupy algorytmów nawigacji robotów.

3.1. Paradygmaty sterowania robotami

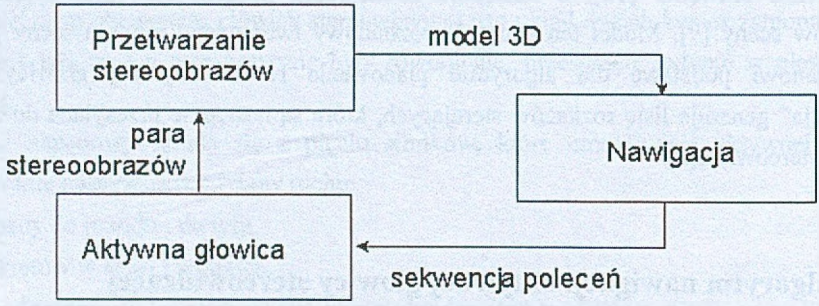
Najstarszym historycznie rozwiązaniem jest paradygmat hierarchiczny [7]. Wyraźnie rozróżnia się w nim postrzeganie (ang. sensing), planowanie ruchu (nawigację) oraz poruszanie się robota (ang. act). Paradygmat ten rozwinięto jeszcze w latach 60. Jest on najbardziej intuicyjnym rozwiązaniem, posiada jednak poważną wadę – analiza problemu kolejnego ruchu jest w nim zagadnieniem złożonym czasowo, co przez długi czas praktycznie uniemożliwiało tworzenie systemów pracujących w czasie rzeczywistym.

Jako odpowiedź na to istotne ograniczenie paradygmatu hierarchicznego (przy inspiracji płynącej z nowych odkrycia psychologii) zaproponowano paradygmat reaktywny, w którym ruch robota następuje jako bezpośrednia reakcja na dane pochodzące z sensorów. Akcja realizowana bezpośrednio przez robota może być efektem nałożenia się wielu różnych wymuszeń powiązanych z odbieranymi bodźcami. Paradygmat ten mimo wielu spektakularnych sukcesów posiada też liczne ograniczenia, takie jak niemożność realizacji złożonych zadań, wynikające z ograniczenia się do planowania lokalnego.

Najnowszy paradygmat – hybrydowy – stara się połączyć zalety obu tych rozwiązań. Dzieli on akcje robota na takie, które stanowią bezpośrednie odpowiedzi na bodźce (jak w paradygmacie reakcyjnym), oraz inne – związane z oczekiwanym celem globalnym (jak w paradygmacie hierachicznym).

3.2. Ogólny schemat systemu

Przyjęcie takich założeń jak wykorzystanie wysoce przetworzonej informacji wizyjnej i oparcie się na pełnym, wciąż aktualizowanym modelu sceny, wymusza konstrukcję systemu opartą na paradygmacie hierarchicznym.



Rys. 2. Uproszczony schemat systemu
Fig. 2. Simplified system scheme

Wywołanie akwizycji obrazów za pomocą aktywnej głowicy stereowidzącej oraz przetwarzanie tak uzyskanej informacji odpowiadają etapowi postrzegania w paradygmacie

hierarchicznym. Planowanie nawigacji odbywa się dalej w sposób typowy dla paradygmatu na podstawie uzyskanej wiedzy. Wysyłanie sekwencji poleceń do aktywnej głowicy stereowidzącej oraz ich realizacja odpowiadają etapowi poruszania się robota.

3.3. Algorytmy nawigacji

Dla paradygmatu hierarchicznego opracowano wiele różnych algorytmów nawigacji [3]. Wytyczają one drogę w przestrzeni konfiguracji robota [3, 14]. W przestrzeni takiej robot jest reprezentowany przez pojedynczy punkt.

Najważniejsze rodzaje algorytmów nawigacji opartych na przestrzeni konfiguracji:

- *Algorytmy map dróg*, w których wstępnie wyznacza się potencjalne drogi dla znanej przestrzeni konfiguracji, a następnie tworzy się dla nich graf przeszukiwany w celu znalezienia planowanej trajektorii. Istnieje tu kilka możliwych rozwiązań, różniących się sposobem wyznaczania dróg: grafy widoczności, diagramy Voronoi, sieci wolnych dróg itd.
- *Dokładna dekompozycja na komórki*. Dostępna przestrzeń dzielona jest w sposób dokładny na komórki. Planowanie nawigacji następuje na podstawie poruszania się pomiędzy tak wyznaczonymi komórkami. Jest to rozwiązanie znakomicie dostosowane do przestrzeni konfiguracji z wielokątnymi przesłonięciami (przeszkodami); niestety w innych przypadkach trudne do zastosowania.
- *Przybliżona dekompozycja na komórki*. Rezygnacja z dokładnego podziału i dopuszczenie możliwości niewyznaczenia drogi, nawet gdy ona istnieje, pozwoliły na wprowadzenie kilku udogodnień, takich jak: możliwość narzucenia łatwego do przetwarzania kształtu komórek oraz praca dla dowolnego typu przeszkód w przestrzeni konfiguracji. W metodzie tej czasem stosuje się hierarchiczne poszukiwanie drogi.
- *Metody pól potencjałów*. Jest to grupa metod zasadniczo przeznaczona dla rozwiązań opartych na paradygmacie reaktywnym lub hybrydowym; niemniej stosuje się ją również dla paradygmatu hierarchicznego. W największym uproszczeniu opierają się one na koncepcji dwóch przeciwnych potencjałów – przyciągającego (prowadzącego do celu) i odpychającego (zapewniającego omijanie przeszkód). Robot porusza się po gradiencie takiego złożonego pola potencjałów.

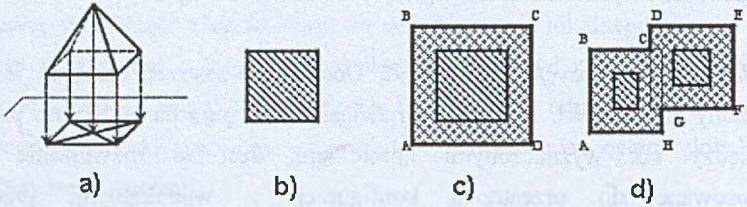
3.4. Opis algorytmu nawigacji

Przedstawiony w niniejszej pracy algorytm nawigacji wykorzystuje dwuwymiarową mapę sceny. Na mapie tej scena została podzielona na dwa typy obszarów

Obszary dozwolone – pozostając w tym obszarze, aktywna głowica może przemieszczać się bezkolizyjnie.

Obszary zakazane – gdy aktywna głowica znajdzie się w tym obszarze, to istnieje ryzyko jej kolizji z którąś z przeszkód.

Obszary zakazane wyznacza się analizując możliwość kolizji aktywnej głowicy stereowidzącej z obiektami opisanymi w modelu sceny (etapy przekształcania zilustrowano na rys. 3). Obszary te są reprezentowane w formie wielokątów. W prezentowanym rozwiązaniu wykorzystano strukturę grafu jako podstawę do wyznaczania trajektorii ruchu aktywnej głowicy.



Rys. 3. Etapy przekształcania modelu 3D do postaci dwuwymiarowej mapy sceny. Kolejne etapy to: a) rzutowanie modelu sceny na płaszczyznę dwuwymiarową; b) dwuwymiarowy model sceny; c) uwzględnienie rozmiarów pojazdu w celu określenia obszaru zakazanego; d) złożenie tak uzyskanych rezultatów w jedną mapę sceny

Fig. 3. Transformation of 3D scene model to the 2D scene map. Stages of transformation: a) 3D object transformation to 2D representation; b) object model in 2D; c) obstacles (forbidden area) in respect to vehicle size; d) forbidden areas put together

Rozwiązanie to odpowiada de facto przeniesieniu planowania ruchu do przestrzeni konfiguracji prezentowanego pojazdu (pomijając ramię i głowicę z kamerami). Wynika to z zastosowania napędu gąsienicowego. Pojazd może dokonywać skrętów w miejscu, nie istnieje więc potrzeba wprowadzania dodatkowych wymiarów do opisania jego możliwości kinetycznych. Prezentowany sposób nawigacji stanowi wariant dokładnej dekompozycji na komórki przy zastosowaniu trójkątnych komórek.

Ogólny schemat algorytmu sterowania aktywną głowicą można przedstawić następująco:

1. Na podstawie modelu 3D rozpoznanego fragmentu sceny tworzenie mapy 2D w postaci listy obszarów zakazanych.
2. Podział obszaru dozwolonego na pola.

3. Utworzenie grafu sceny na podstawie podziału obszaru dozwolonego na pola.
4. Wyznaczenie punktu, w którym ma zostać wykonana następna akwizycja obrazów.
5. Wyznaczenie trajektorii ruchu aktywnej głowicy do tego punktu.
6. Wygenerowanie listy rozkazów sterujących aktywną głowicą na podstawie wyznaczonej trajektorii.

W przyjętym rozwiązaniu dokonywany jest podział obszaru dozwolonego na podobszary trójkątne. Wybrano ten typ podziału ze względu na takie zalety, jak:

- wykorzystanie tylko istniejących wierzchołków (triangulacja opiera się wyłącznie na wierzchołkach już istniejących),
- ułatwienie nawigacji ze względu na spełniony wymóg wypukłości pól,
- wykonywanie triangulacji w $O(n\log n)$ krokach.

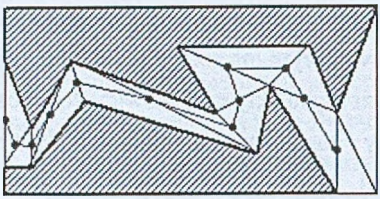
Graf opisujący badaną scenę (nazywany krócej „grafem sceny") tworzony jest na podstawie pól powstałych w wyniku triangulacji obszaru dozwolonego. Jeżeli pole łączy się dokładnie z trzema polami sąsiednimi, w grafie odpowiada mu węzeł. Pozostałe pola łączone są w listy – odpowiadają im krawędzie łączące węzły.

Wyznaczanie trajektorii poruszania się aktywnej głowicy pomiędzy dwoma zadanymi punktami rozpoczyna się od wyznaczenia trójkątów, wewnątrz których one znajdują się. Jeżeli znalezione trójkąty nie są węzłami, to zmieniane są one na trójkąty węzłowe i uzupełnia się o nie graf sceny. Kolejny krok polega na wyznaczeniu najkrótszej drogi w grafie sceny pomiędzy tymi węzłami. Początkowym punktem trajektorii jest zadany punkt startowy aktywnej głowicy, kolejnymi – punkty drogi łączącej zadane punkty węzłowe grafu sceny, a ostatnim jest punkt docelowy aktywnej głowicy.

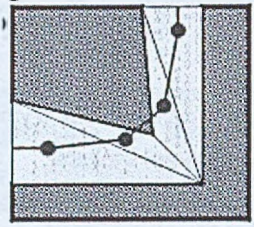
Istnieje wiele możliwych algorytmów wyznaczenia punktów drogi łączącej dwa węzły takiego grafu. W pracy [6] omówiono trzy:

- „środek trójkąta – środek trójkąta",
- „środek trójkąta – środek krawędzi",
- „środek krawędzi – środek krawędzi".

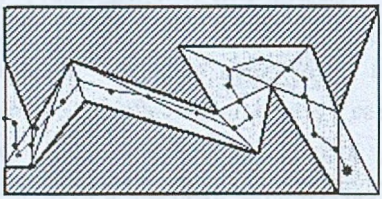
Praktycznie zastosowano trzeci, gdyż cechuje się on bezkolizyjnością, przy jednocześnie niewielkiej liczbie punktów łączących – drodze przechodzącej przez dwa trójkątne pola odpowiadają dokładnie dwa odcinki (rys. 4). Rozwiązanie takie bywa stosowane do dokładnej dekompozycji na komórki [3], jeśli tylko można przyjąć założenie, że komórki są wielokątami wypukłymi – tak jak w tym przypadku. Przebadano również dwa inne możliwe rozwiązania – pierwsze z nich, polegające na łączeniu środków sąsiednich trójkątów, okazało się niebezpieczne, gdyż może dojść do kolizji (rys. 5).



Rys. 4. Łączenie pól przy zastosowaniu zasady „środek krawędzi-środek krawędzi"
Fig. 4. Linking of fields, using rule "middle of edge – middle of edge"



Rys. 5. Przy zastosowaniu zasady łączenia środków trójkątów może dojść do kolizji
Fig. 5. "Centre of triangle – centre of triangle" may cause the collision



Rys. 6. Łączenie „środek krawędzi–środek trójkąta" jest bezkolizyjne, ale dzieli drogę na zbyt wiele podetapów
Fig. 6. "Centre of triangle – middle of edge" – does not cause any collision, but is reduntant

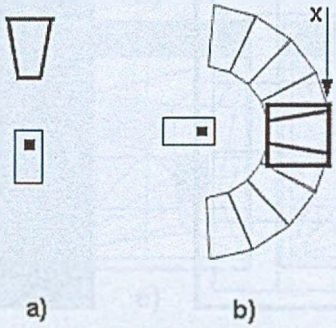
Trzeci z wymienionych sposobów łączy w sobie elementy obu tych metod. Jest on bezkolizyjny, zaletę tę okupiono jednak dwukrotnie wyższą liczbą etapów, na które podzielono drogę, niż w przypadku poprzednio omawianego łączenia sąsiednich trójkątów (rys. 6).

4. Akwizycja całej sceny

W celu zaplanowania akwizycji całej sceny podzielono scenę na kwadratowe pola (wyznaczanie wymiarów kwadratowego pola przedstawiono na rys. 7), których wielkość uzależniona jest od parametrów technicznych aktywnej głowicy. Polom tym można przypisać cechy określające ich stan:

- „odwiedzone" – cecha ta zostaje przypisana polu, jeśli aktywna głowica stereowidząca dokonała akwizycji obrazów wewnątrz danego pola;
- „zarejestrowane" – cecha ta zostaje przypisana, gdy aktywna głowica stereowidząca dokonała akwizycji serii par stereoobrazów odpowiadających danemu polu i zbudowała dla niego trójwymiarowy model.

Planowe rozpoznawanie sceny polega na „odwiedzeniu" kolejnych „nie odwiedzonych" jeszcze pól i dokonania akwizycji obrazów wycinków sceny leżących dookoła tego pola.[6]



Rys. 7. Aktywna głowica stereowizyjna jest zdolna do przebadania przestrzeni w obszarze przed kamerami (a); odpowiednio nią poruszając można przebadać większy obszar przestrzeni (b). Na podstawie wymiarów tego przebadanego obszaru możemy wyznaczyć rozmiar kwadratowego pola (x), wykorzystywanego do planowania akwizycji

Fig. 7. The active stereovision head can investigate the space in the front of cameras (a); moving the head we can investigate the larger space (b). Using measurements of the investigated space, we can calculate the size of the square field (x) for planning acquisition

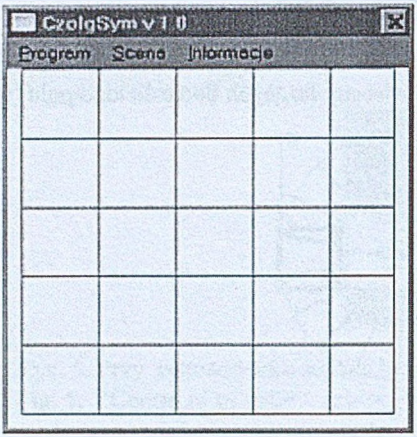
5. Symulator

Aby móc w sposób zarówno wygodny, jak i prosty badać różne algorytmy sterowania, opracowano i zaimplementowano program symulatora – „CzolgSym" [6]. Ze względu na dostępność i łatwość oprogramowania jako platformę systemową wybrano Windows 9x. Program napisano przy wykorzystaniu pakietu Visual Studio (Visual C++) firmy Microsoft. Podstawowe założenia uwzględnione przy jego stworzeniu to:

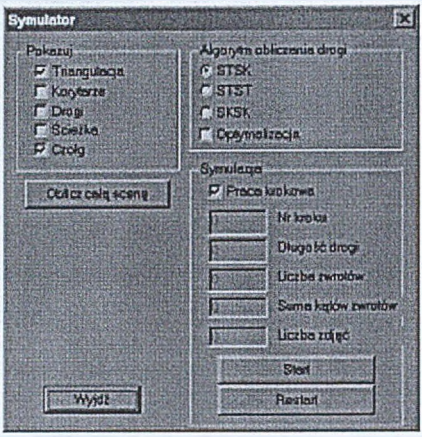
- zastosowanie interfejsu graficznego,
- opis sceny w pliku tekstowym,
- bogate możliwości konfigurowania wizualizacji działania symulatora,
- możliwość wyboru różnych algorytmów sterowania (lub ich części),
- możliwość graficznego konstruowania i modyfikacji plików sceny.

Wygląd podstawowego okna aplikacji przedstawiono na rys. 6. Natomiast na rys. 7 przedstawiono okno dialogowe sterowania pracą symulatora.

W oknie tym wydzielono trzy sekcje z opcjami dotyczącymi: wizualizacji pracy symulatora, wyboru algorytmu oraz sterowanie pracą i wizualizację stanu symulacji.



Rys. 8. Podstawowe okno aplikacji
Fig. 8. Main application window



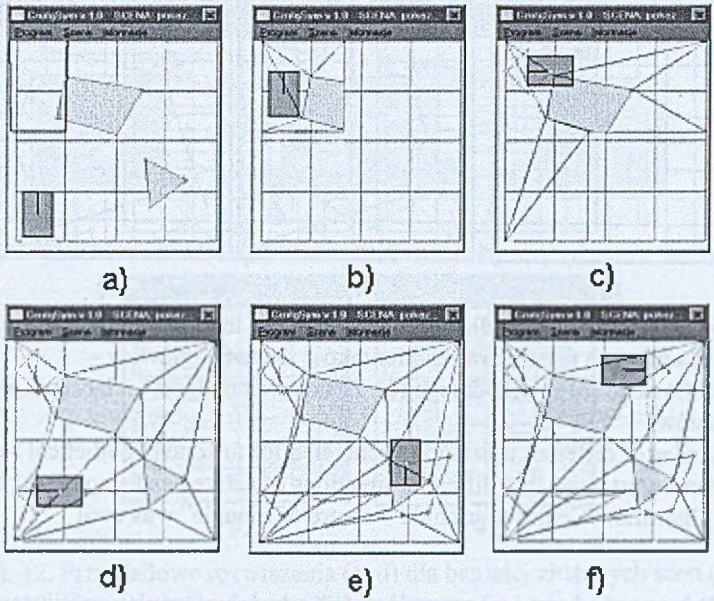
Rys. 9. Okno sterowania pracą symulatora
Fig. 9. Control window

6. Badania

Celem eksperymentów, które zostały przeprowadzone przy użyciu symulatora, było zbadanie wpływu złożoności sceny oraz początkowego położenia aktywnej głowicy na przebieg badań. Badano następujące parametry:

- liczba kroków (*Number of a step*),
- długość przebytej drogi (*Length of a way*),
- liczba zwrotów (*Number of turns*),
- liczba akwizycji obrazów (*Number of images*).

W celu zaprezentowania przebiegu pracy symulatora (rys. 10) przygotowano specjalną scenę.

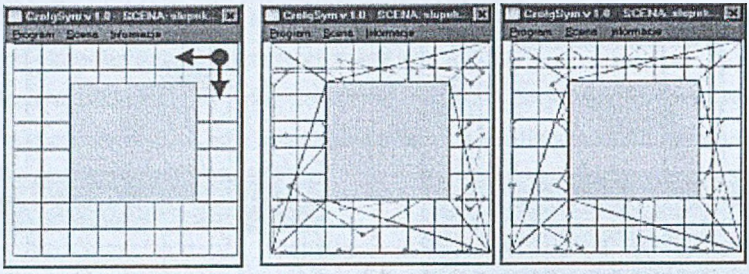


Rys. 10. Przykład symulowanego rozpoznawania sceny i kolejne etapy rozpoznawania – a) przykładowa scena i początkowe położenie głowicy stereowidzącej; b-f) kolejne etapy rozpoznawania oraz rozszerzanie się dostępnego modelu sceny. Zaprezentowane przeszkody to „obszary zakazane" a nie fizyczne obiekty [6]

Fig. 10. Example of simulating scene recognition, and stages of recognition – a) hypotetical scene and initial position of active head; b-f) stages of recognition, and developed model of the scene. The presented obstacles are „forbidden arreas", not philisical objects [6]

7. Wyniki badań i wnioski

Tworzenie trajektorii ruchu z wykorzystaniem triangulacji dostępnej przestrzeni pozwala na bezpieczne manewrowanie pomiędzy przeszkodami na scenie. Wszystkie przeprowadzone badania rozpoznawania scen zakończone zostały sukcesem, tzn. utworzony model dokładnie przedstawia badaną scenę rzeczywistą.



a) b) c)

Rys. 11. Przykłady różnych dróg dla tej samej sceny (a), tego samego punktu początkowego, lecz dla różnych początkowych kierunków aktywnej głowicy – południowego (b) i zachodniego (c). Zastosowano algorytm łączenia środków trójkątów

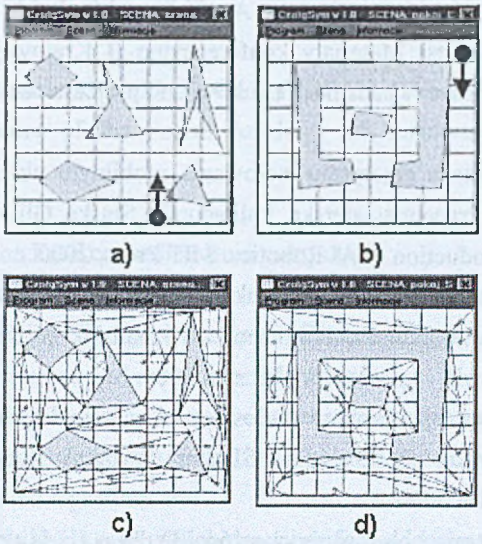
Fig. 11. Examples of different trajectories generated for the one hypothetical scene (a), and the same start point, but different directions of active head – south (b) and west (c). The algorithm "Centre of triangle – centre of triangle" was used

Tabela 1

Złożoność akwizycji sceny przeprowadzonej dla dwóch różnych pozycji startowych

Badana wartość	Scena – S	Scena – W
Liczba kroków	17	17
Długość drogi	5153	5314
Liczba zwrotów	97	103
Liczba akwizycji	49	49

Uzyskane wyniki potwierdzają przypuszczenia, iż droga przebyta przez aktywną głowicę, a także liczba wykonanych zdjęć zależą od sposobu konstrukcji mapy. Liczba wykonanych zdjęć zależy także od startowej pozycji aktywnej głowicy. Ilustracją tej tezy może być rys. 10 i tab. 1, zawierajaca parametry odpowiadające drogom przedstawionym na rys. 10. Wyniki te można również porównać z uzyskanymi trajektoriami dla bardziej złożonych scen – rys. 12 i tab. 2 [6]. Natomiast nieprzewidzianą wcześniej własnością uzyskanych rozwiązań okazała się duża liczba zwrotów w wygenerowanej trajektorii, co prowadzi do wniosku, że systemy poruszania i skręcania aktywnej głowicy powinny zostać opracowane, a następnie zoptymalizowane z równą starannością.



Rys. 12. Przykładowe rozwiązania (c, d) dla bardziej złożonych scen (a, b)
Fig. 12. Hypothetical more complicated scenes (a, b) and generated trajectory for them (c, d)

Tabela 2

Złożoność akwizycji sceny przeprowadzonej dla dwóch różnych scen

Badana wartość	Scena 12a	Scena 12b
Liczba kroków	17	17
Długość drogi	7653	6954
Liczba zwrotów	136	123
Liczba akwizycji	62	58

LITERATURA

1. Kowalski P.: Narzędzia programowe dla aktywnej głowicy stereowidzącej. Materiały II Krajowej Konferencji Metody i Systemy Komputerowe w Badaniach Naukowych i Projektowaniu Inżynierskim, Kraków 1999, ss. 521-524
2. Kowalski P.: Oprogramowanie dla sterowania aktywna głowicą stereowizyjną. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Informatyka, z. 38, Gliwice 2000, ss. 49-65
3. Latombe Jean-Claude: Robot Motion Planning. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London 1991
4. Lee S., Hahn H.: An Optimal Sensing Strategy for Recognition and Localization of 3-D Natural Quadric Objects. IEEE Trans. on PAMI, 1991, Vol. 13, No 10, pp. 1018-1037

5. Luchowski L., Kowalski P., Tomaka A., Philipp M., Pojda D., Skabek K.: Mobile Stereovision Strategies. Materiały konferencyjne II Krajowej Konferencji Metody i Systemy Komputerowe w badaniach naukowych i projektowaniu inżynierskim, Kraków, 1999, ss. 531-536
6. Matuszek M.: Synteza algorytmu sterowania mobilnym układem akwizycji obrazów stereoskopowych. Praca magisterska, Politechnika Śląska, Gliwice 2000
7. Murphy R.R.: Introduction to AI Robotics. MIT Press, 2000
8. Piaścik T.: Eksperymentalna rekonstrukcja sceny robota metodą aktywnej percepcji wizyjnej. Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Wydział Elektryczny, Katedra Automatyki, Robotyki i Informatyki, Poznań 2001
9. Philipp M.: Segmentacja obrazów wielosensorowych z zastosowaniem aktywnej siatki. Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Gliwice 2000
10. Pojda D.: Segmentacja i pasowanie obrazów 2D dla potrzeb aktywnego stereowidzenia. Materiały II Krajowej Konferencji Metody i Systemy Komputerowe w Badaniach Naukowych i Projektowaniu Inżynierskim, Kraków 1999, ss. 81-84
11. Skabek K., Kowalski P.: Przetwarzanie informacji wizyjnej w komputerowym systemie z mobilną głowicą stereowizyjną, Studia Informatica, 2001, Vol. 22, No 3, ss. 193-207
12. Skabek K.: Reconstruction of Polyhedron Object by Structure Graphs Integration. Materiały II Krajowej Konferencji Naukowo-Szkoleniowej pt. Komputerowe Systemy Rozpoznawania KOSYR 2001, Wrocław 2001, ss. 155-162
13. Skabek K.: Rozpoznawanie obiektów przestrzennych metodą pokryć stereogramów. Materiały II Krajowej Konferencji Metody i Systemy Komputerowe w Badaniach Naukowych i Projektowaniu Inżynierskim, Kraków 1999, ss. 91-96
14. Tchoń K., Mazur A., Dulęba I., Hossa R., Muszyński R.: Manipulatory i roboty mobilne. PLJ, Warszawa 2000

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Zabrodzki

Wpłynęło do Redakcji: 31 października 2001 r.

Abstract

The active stereovision head build for the IITiS PAN (The Institute of Theoretical and Applied Computer Science of the Polish Academy of Sciences) is used for 3D scene recognition (fig. 1).

The task requires:

- Active stereovision head controlled from computer;
- Procedures for image processing;
- Procedure for building 3D model from pair of stereo-images;
- Procedure for navigation and recognition planning.

The article presents the algorithm for active stereovision head navigation and recognition planning. The navigation algorithm bases on 2D scene map generated from 3D scene model. Main stages of the presented algorithm are:

- From 3D model build 2D map, which describes forbidden areas (fig. 3);
- Decompose free space into triangles;
- Build scene graph using triangles as a graph vertex;
- Determine point for next stereo-images acquisition;
- Determine trajectory to this point;
- Generate a list of commands for active head.

For recognition planning was proposed another algorithm. In this algorithm scene was divided into the square fields. Active head visits every accessible field, and acquire set of stereo-images of neighbour fields.

The active head simulator was build for testing the navigation algorithm. Using this simulator were generated some roads for hypothetical scenes (fig. 10, 11, 12). Results of simulation (table 1, 2) was used to establish issues for further research. In this simulation was tested road complexity and influence of start point, head direction and complexity of scene.