



Wykorzystanie obrazu wideo do wyznaczania położenia przemieszczającego się obiektu

ANDRZEJ TYPIAK

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny, Katedra Budowy Maszyn,
01-480 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2

Streszczenie. Wyznaczanie trasy na podstawie analizy obrazów wizyjnych umożliwi budowę układu sterowania nadążnego dla Bezzałogowych Pojazdów Lądowych. Warunkiem koniecznym dla opracowania takiego układu jest opracowanie metody kalibracji kamer. Na podstawie analizy literatury i badań własnych przyjęto metodę kalibracji z wykorzystaniem wzorca przestrzennego. Przeprowadzone na stanowisku pomiary umożliwiły wyznaczenie zewnętrznych i wewnętrznych parametrów systemu wizyjnego bez demontowania układu wizyjnego.

W drugiej części artykułu opisano metodę wyznaczania odległości do obiektu o znanych wymiarach na podstawie analizy obrazu wideo przy określonym położeniu i orientacji kamery. Badania terenowe wykazały, że dla kamery o rozdzielczości 3072×2304 błąd względny wyznaczania odległości na dystansie od 0,5 do 45 m nie przekraczał 2%.

W dalszych pracach rozwojowych zakłada się uzyskanie z kamer obrazu przestrzennego. Umożliwi to urzeczywistnienie widoku obserwowanych obiektów i precyzyjniejsze określenie ich położenia.

Budowa bezzałogowych pojazdów transportowych wymaga podjęcia i realizacji szerokiego spektrum prac badawczych. Jednym z problemów jest opracowanie systemu sterowania w oparciu o wyznaczanie położenia i odwzorowanie trasy wytypowanego obiektu. W referacie przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem kamery wideo do wyznaczania położenia obiektów w otoczeniu pojazdu bezzałogowego.

Słowa kluczowe: maszyny robocze, zdalne sterowanie, wyznaczanie położenia, obrazy wideo, dalmierz laserowy

Symbol UKD: 681.51

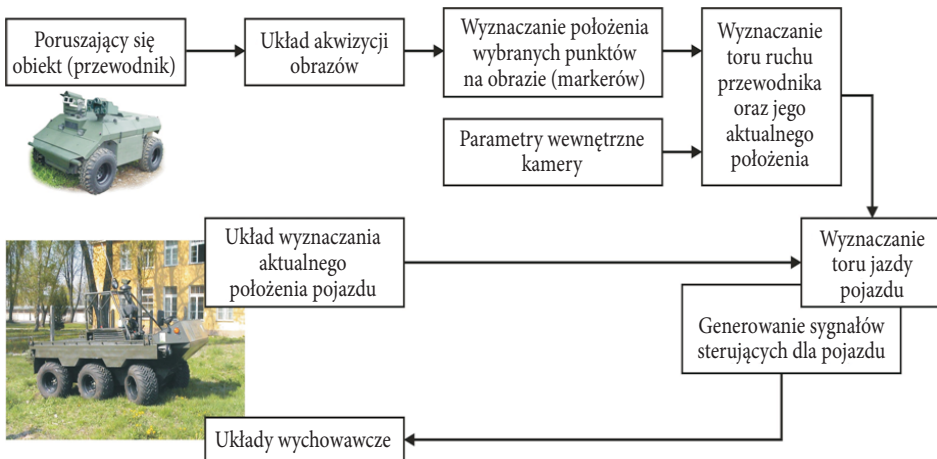
1. Wprowadzenie

Układy zdalnego sterowania Bezzałogowymi Pojazdami Lądowymi (BPL) w systemie teleoperatora możemy podzielić na dwie grupy:

1. Układy kierowane — operator kieruje obiektem, będąc na stacjonarnym lub mobilnym stanowisku sterowania za pojazdem. Operator wyznacza kierunek jazdy pojazdu wysyłając sygnały sterujące jego układami (napędowym, kierowniczym) do systemu sterującego pojazdu.
2. Układy nadążne — operator, przemieszczając się w terenie, wysyła do pojazdu sygnały o swoim aktualnym położeniu. System sterujący pojazdu na podstawie informacji o położeniu obu obiektów kieruje pojazd po śladach operatora–przewodnika.

Najpowszechniej stosowanymi systemami sterowania w systemach nadążnych BPL są systemy oparte o układy nawigacji satelitarnej (GPS) oraz układy wizyjne [4]. Zastosowanie odbiorników GPS w systemach nadążnych pozwala na zwiększenie odległości pomiędzy przewodnikiem a podążającym za nim pojazdem do wartości ograniczonej przez zasięg dwukierunkowego łącza radiowego i nie wymaga utrzymywania kontaktu wzrokowego. Trasa przewodnika wyznaczona poprzez posiadany przez niego odbiornik GPS jest przesyłana drogą radiową do podążającego za nim pojazdu [5].

W układach sterowania nadążnego z wykorzystaniem systemów wizyjnych, pojazd wyposażony w kamerę i układy analizy obrazu przemieszcza się za przewodnikiem, na którym zainstalowano znacznik jednoznacznie interpretowany przez system wizyjny (rys. 1). Ważnym zadaniem w tym rodzaju sterowania jest zastosowanie niezawodnego algorytmu sterującego. Powinien on zapewniać wyznaczanie trasy bez względu na zewnętrzne warunki atmosferyczne, przy różnorodnym stopniu zacinienia przewodnika i trasy. Równocześnie algorytm musi mieć zdolność wyznaczania trasy dla szerokiej gamy scenerii otoczenia, przy uwzględnieniu innych pojazdów, żołnierzy, drzew, budynków itp.



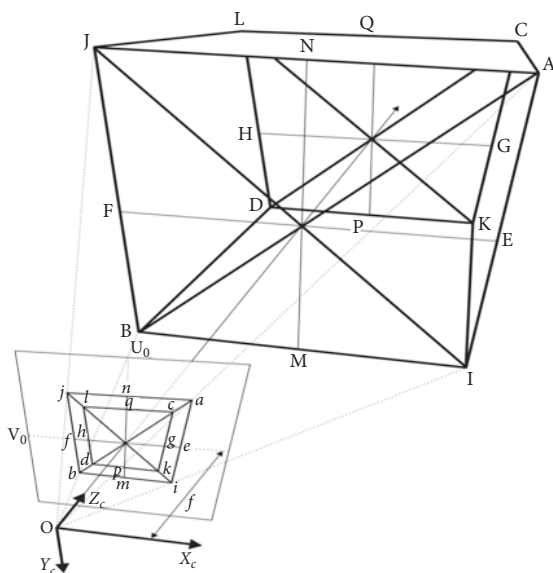
Rys. 1. Schemat sterowania nadążnego na podstawie sygnałów z układu wizyjnego

W celu przeprowadzenia badań zastosowania systemów wizyjnych do lokalizacji obiektów, przeprowadzono kalibrację zbudowanego w Katedrze Budowy Maszyn WAT układu wizyjnego [5] oraz badania wstępne wyznaczenia położenia obiektu o znanych parametrach (markera).

2. Kalibracja układu wizyjnego

Proces kalibrowania kamery określa zależność między współrzędnymi X , Y , Z pewnego punktu sceny, znanymi współrzędnymi x i y projekcji tego punktu na płaszczyznę obrazu z parametrami zewnętrznymi (geometrią) i wewnętrznymi (optyką) systemu wizyjnego. Parametry zewnętrzne dają informację o położeniu i orientacji kamery w stosunku do układu globalnego, natomiast parametry wewnętrzne określają długość ogniskowej, wielkość piksela na płaszczyźnie obrazu, punkt przecięcia osi kamery z płaszczyzną obrazu (wyrażony w pikselach) oraz wartości zniekształceń w układzie optycznym.

Istotnym zagadnieniem jest określenie metody kalibracji kamery umożliwiającej wyznaczenie parametrów zewnętrznych kamery na podstawie minimalnej liczby obiektów z obrazu. Przedstawiona w [1] metoda kalibracji kamery wymaga zastosowania wzorca przestrzennego składającego się z sześcianu i dwóch krzyży lub gwiazd. Sześcian otwarty z przodu ma w miejscu przedniej ścianki zainstalowany krzyż. Drugi krzyż jest narysowany na tylnej ścianie sześcianu (rys. 2).



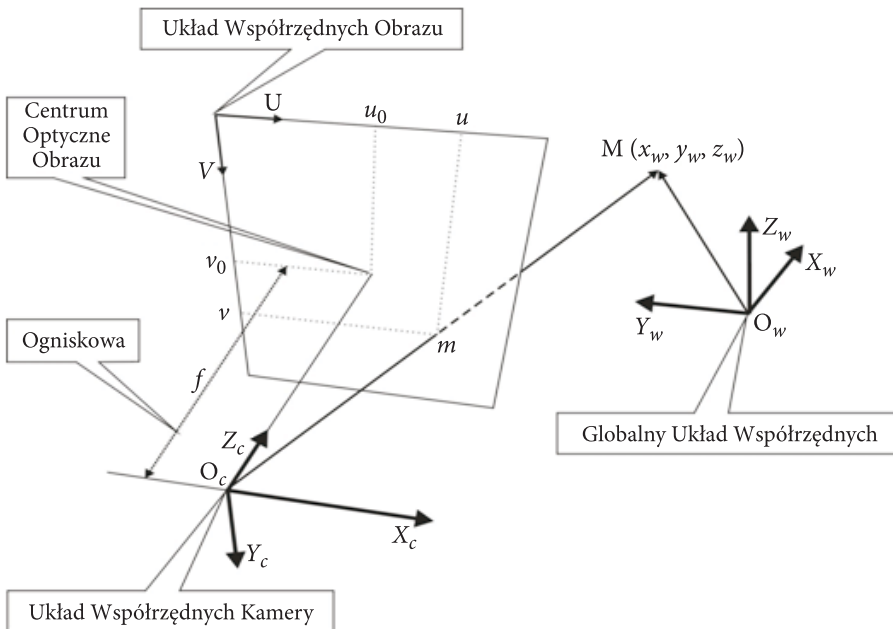
Rys. 2. Projekcja bryły i jej punktów charakterystycznych na obrazie

Obie figury są identyczne, całkowicie zbieżne i można je opisać za pomocą następujących punktów:

- C, D, K, L, P, Q, G i H — dla figury znajdującej się na tylnej ścianie sześciangu,
- A, B, I, J, M, N, E i F — dla figury znajdującej się w miejscu przedniej ścianki.

Na potrzeby kalibracji kamer możliwe jest również zastosowanie uproszczonych figur, a mianowicie krzyży opisanych następującymi punktami — CDKL, ABIJ lub EFMN, GHPQ. W obliczeniach jako charakterystyczne przyjęto dwie figury — CDKL i ABIJ.

Do opisu matematycznego wprowadzono dodatkowe lokalne układy współrzędnych, związane z położeniem kamery i punktów na obrazie (rys. 3).



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia lokalnych układów i globalnego układu współrzędnych

Płaszczyzna obrazu znajduje się w odległości f (ogniskowa) od punktu O_c , który jest środkiem lokalnego układu współrzędnych kamery. Punkt przecięcia osi optycznej kamery i płaszczyzny obrazu znajduje się w środku obrazu. Ma on współrzędne (u_0, v_0) i nazywany jest optycznym centrum obrazu. Punkt M o współrzędnych określonych w globalnym układzie współrzędnych (x_w, y_w, z_w) może zostać przekształcony poprzez translację lub/i rotację do układu współrzędnych kamery (x_c, y_c, z_c) poprzez zastosowanie następującego przekształcenia:

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdzie:

$$\begin{aligned} r_{11} &= \cos \beta \cos \gamma \\ r_{12} &= \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma - \cos \alpha \sin \gamma \\ r_{13} &= \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \sin \alpha \sin \gamma \\ r_{21} &= \cos \beta \sin \gamma \\ r_{22} &= \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma + \cos \alpha \cos \gamma \\ r_{23} &= \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma - \sin \alpha \cos \gamma \\ r_{31} &= -\sin \beta \\ r_{32} &= \sin \alpha \cos \beta \\ r_{33} &= \cos \alpha \cos \beta. \end{aligned}$$

Transformacja z globalnego układu współrzędnych do układu współrzędnych kamery zawiera parametry zewnętrzne — kąty rotacji i przemieszczenia wzdłuż osi układu współrzędnych.

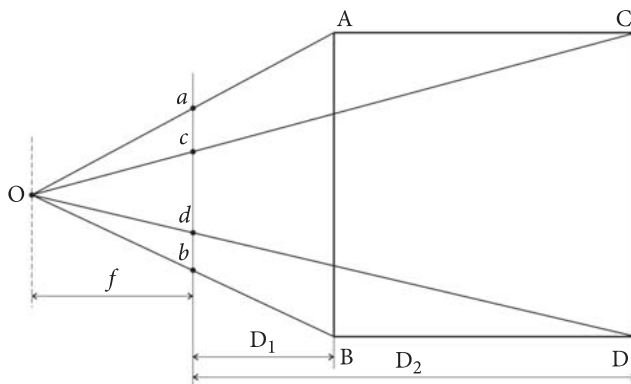
W celu otrzymania współrzędnych punktu m na obrazie (u, v) , dodano macierz zawierającą parametry wewnętrzne kamery: długość ogniskowej kamery f , współrzędne środka projekcji obrazu (u_0, v_0) oraz rozmiar piksela (p_x, p_y) . Równania (1) przybierają postać:

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{p_x} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{1}{p_y} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

oraz:

$$\begin{aligned} u &= \frac{U}{W} = u_0 + \frac{f}{p_x} \cdot \frac{x_c}{z_c} \\ v &= \frac{V}{W} = v_0 + \frac{f}{p_y} \cdot \frac{y_c}{z_c}. \end{aligned} \quad (3)$$

Wyznaczenie długości ogniskowej przeprowadzono w oparciu o twierdzenie Talesa o podobieństwie trójkątów (rys. 4). Na obrazie otrzymujemy odcinek ab , który jest odzwierciedleniem rzeczywistego odcinka AB , oraz odcinek cd będący obrazem odcinka CD .



Rys. 4. Schemat rozmieszczenia odcinków i ich obrazów wykorzystywanych do wyznaczenia ogniskowej kamery

Trójkąty Oab , OAB oraz Ocd , OCD tworzą pary trójkątów przystających. Na tej podstawie możemy zapisać następujące zależności:

$$\begin{cases} \frac{f}{ab} = \frac{f + D_1}{AB} \\ \frac{f}{cd} = \frac{f + D_2}{CD}, \end{cases} \quad (4)$$

gdzie D_1 i D_2 to odległości od płaszczyzny obrazu do odpowiednio przedniej i tylnej ścianki sześcianu. Po uwzględnieniu, że:

$$\begin{aligned} D_2 - D_1 &= AC = BD = JL = IK, \\ AB &= CD, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_1 &= f \left(\frac{AB}{ab} - 1 \right), \\ D_2 &= f \left(\frac{CD}{cd} - 1 \right), \end{aligned} \quad (5)$$

otrzymujemy:

$$f = \frac{AC \cdot ab \cdot cd}{AB(ab - cd)}. \quad (6)$$

W celu wyznaczenia ogniskowych kamer można zastosować kombinację trójkątów przystających, ale dla minimalizacji błędów pomiarowych i obliczeniowych wykorzystano punkty charakterystyczne wyznaczone przez „krzyże” umieszczone na przedniej i tylnej ścianie sześcianu. Powstało osiem równań:

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{AC \cdot ab \cdot cd}{AB(ab - cd)}, & f_2 &= \frac{AC \cdot ef \cdot gh}{EF(ef - gh)}, & f_3 &= \frac{AC \cdot ij \cdot kl}{IJ(ij - kl)}, & f_4 &= \frac{AC \cdot mn \cdot pq}{MN(mn - pq)}, \\ f_5 &= \frac{AC \cdot ai \cdot ck}{AI(ai - ck)}, & f_6 &= \frac{AC \cdot ib \cdot kd}{IB(ib - kd)}, & f_7 &= \frac{AC \cdot bj \cdot dl}{BJ(bj - dl)}, & f_8 &= \frac{AC \cdot ja \cdot lc}{JA(ja - lc)}. \end{aligned} \quad (7)$$

W obliczeniach wyznaczono średnią wartość z (7):

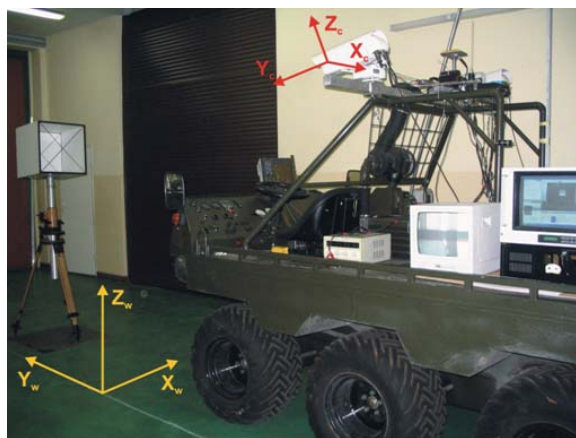
$$\bar{f} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n}. \quad (8)$$

Przyjmując założenie, że krawędzie bryły są równoległe do osi optycznej kamery, kąty obrotu kamery względem globalnego układu współrzędnych wyznaczono z zależności:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{z_C - z_L}{L}\right), \quad \beta = \arcsin\left(\frac{z_J - z_L}{L}\right), \quad \gamma = \arcsin\left(\frac{y_C - y_L}{L}\right). \quad (9)$$

gdzie: y, z — współrzędne punktów w globalnym układzie współrzędnych;
 L — długość krawędzi sześcianu.

Pomiary wielkości niezbędnych do przeprowadzenia kalibracji kamer przeprowadzono na stanowisku pokazanym na rysunku 5.

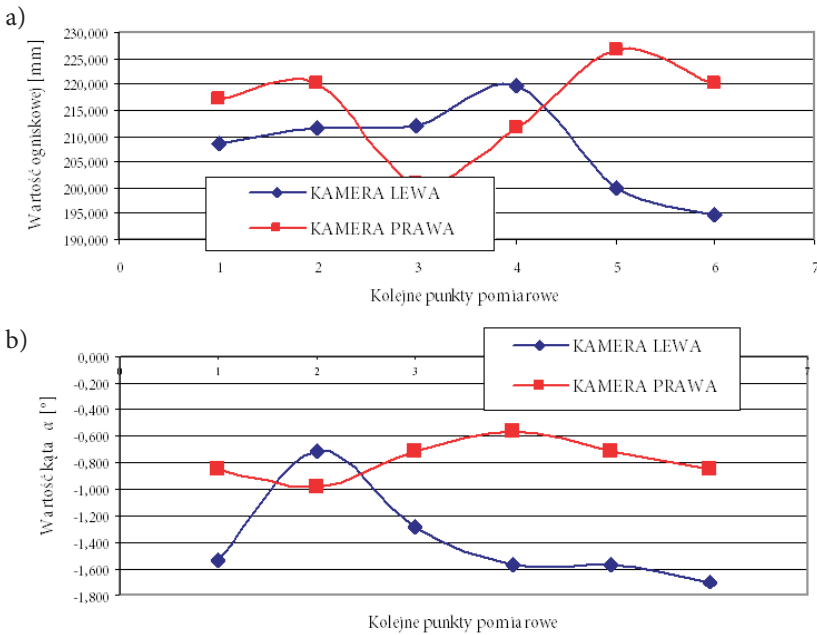


Rys. 5. Stanowisko do kalibracji kamer

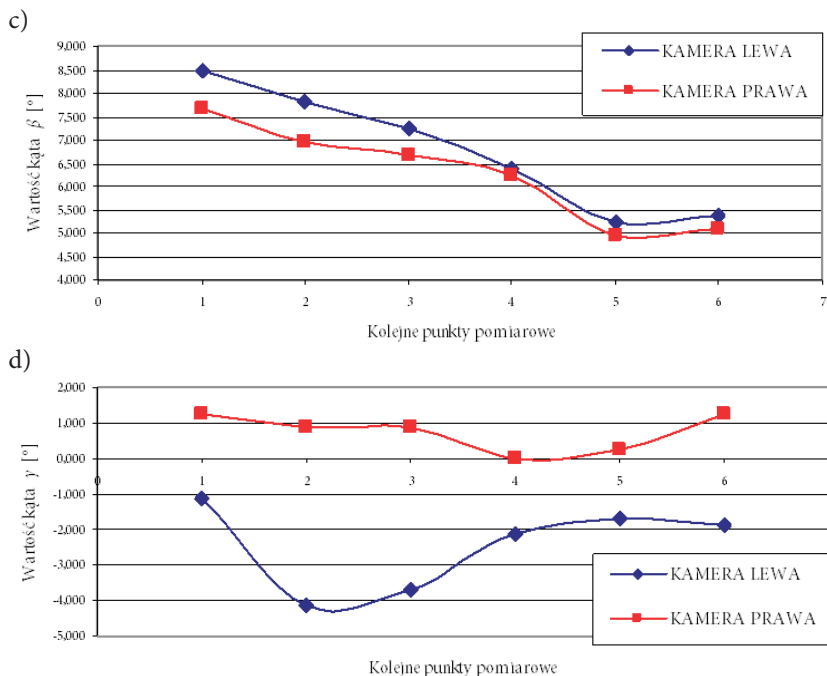
Stanowisko składa się z:

- wzorca przestrzennego umieszczonego na statywie;
- zestawu kamer umieszczonych na pojeździe;
- układu akwizycji danych obrazowych składającego się z komputera klasy PC, monitora oraz oprogramowania umożliwiającego określenie położenia punktów charakterystycznych we współrzędnych pikselowych układu współrzędnych obrazu;
- przyrządów pomiarowych umożliwiających przeprowadzenie pomiarów położenia punktów charakterystycznych we współrzędnych metrycznych globalnego układu współrzędnych.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono długości ogniskowych obu kamer oraz wartości ich kątów obrotu wokół poszczególnych osi globalnego układu współrzędnych (rys. 6).



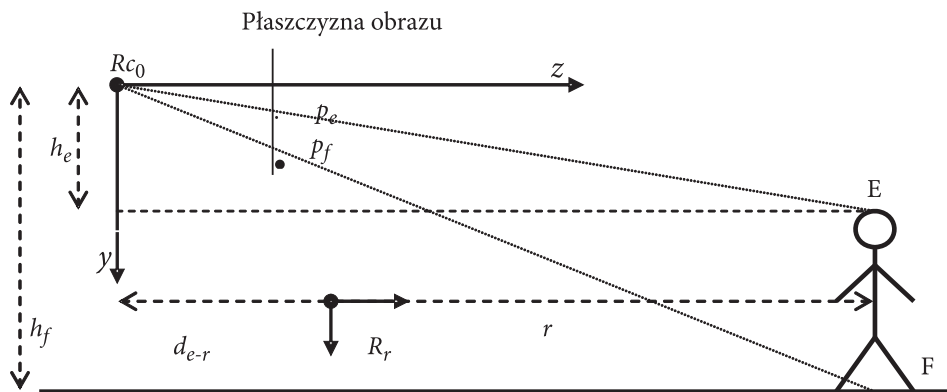
Rys. 6. Wyznaczone parametry układu wizyjnego: *a* — długości ogniskowej; *b* — wartości kąta α



Rys. 6. Wyznaczone parametry układu wizyjnego: *c* — wartości kąta β ; *d* — wartości kąta γ

3. Wyznaczanie odległości obiektów na podstawie obrazu wizyjnego

Przy analizie zależności geometrycznych do wyznaczania rozmiarów obiektów założono, że początek kartezjańskiego układu współrzędnych R_{C_0} jest w geometrycznym środku przetwornika CCD kamery, osz z jest równoległa do podłoża (rys. 7).



Rys. 7. Schemat stanowiska do wyznaczania położenia obiektów na podstawie obrazu wizyjnego

R_f oznacza układ współrzędnych krawędzi dalmierza. Odległość od obiektu badanego jest sumą długości r , odległości podawanej przez dalmierz oraz d_{c-r} odległości poziomej pomiędzy środkiem kamery i środkiem dalmierza. Współrzędne y wektora h_e i h_f zależą od położenia skrajnych krawędzi obiektu. Współrzędne z są dla obu przypadków identyczne i wynoszą $d_{c-r} + r$.

Wysokość badanego obiektu wyrażona jest zależnością:

$$S_{ob} = y_f - y_e, \quad (10)$$

gdzie y_e i y_f są składowymi y skrajnych krawędzi badanego obiektu:

$$y_f = \frac{Y_f}{Z_f} f_y = \frac{h_f}{d_{c-r} + r} f_y, \quad (11)$$

$$y_e = \frac{Y_e}{Z_e} f_y = \frac{h_e}{d_{c-r} + r} f_y. \quad (12)$$

Wysokość obiektu badanego wynosi:

$$S_{ob} = y_f - y_e = \frac{h_f - h_e}{d_{c-r} + r} f_y, \quad (13)$$

gdzie f_y jest długością ogniskowej kamery w odniesieniu do wymiarów w pikselach w kierunku osi y .

W rzeczywistości oś z kamery nie jest równoległa do podłoża, lecz obrócona o kąt α . W takim przypadku współrzędne w przestrzeni skrajnych krawędzi obiektu badanego są modyfikowane macierzą obrotu R_x :

$$R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}, \quad (14)$$

gdzie α jest kątem rotacji.

Nowe współrzędne y i z wyrażone są zależnością:

$$\begin{aligned} y' &= y \cos \alpha - z \sin \alpha \\ z' &= z \cos \alpha + y \sin \alpha. \end{aligned} \quad (15)$$

W takim przypadku współrzędne krawędzi badanego obiektu wyrażone są zależnościami:

$$y'_f = \frac{y'_f}{z'_f} f_y = \frac{h_f \cos \alpha - (d_{c-r} + r) \sin \alpha}{(d_{c-r} + r) \cos \alpha + h_f \sin \alpha} f_y$$

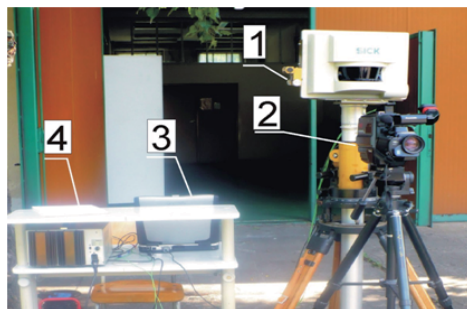
$$y'_e = \frac{y'_e}{z'_e} f_y = \frac{h_e \cos \alpha - (d_{c-r} + r) \sin \alpha}{(d_{c-r} + r) \cos \alpha + h_e \sin \alpha} f_y, \quad (16)$$

a jego wysokość:

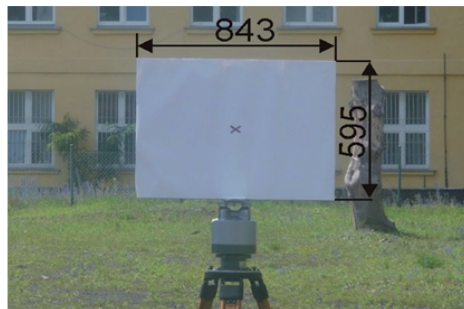
$$S_{ob} = y'_f - y'_e = \left(\frac{h_f \cos \alpha - (d_{c-r} + r) \sin \alpha}{(d_{c-r} + r) \cos \alpha + h_f \sin \alpha} - \frac{h_e \cos \alpha - (d_{c-r} + r) \sin \alpha}{(d_{c-r} + r) \cos \alpha + h_e \sin \alpha} \right) f_y. \quad (17)$$

Do doświadczalnej weryfikacji opracowanej metody wyznaczania odległości do obiektów znajdujących się w otoczeniu pojazdu oraz określania ich wymiarów zbudowano stanowisko badawcze (rys. 8) składające się z kamery video do rejestracji obrazu, dalmierza laserowego do wyznaczania odległości do badanego obiektu oraz obiektu-wzorca. Rejestracji obrazów dokonywano trzema kamerami: K1 o rozdzielczości matrycy 3072×2304 , K2 o rozdzielczości matrycy 1024×768 i K3 o rozdzielczości matrycy 300×200 .

a)



b)



Rys. 8. Wyznaczanie położenia obiektów za pomocą dalmierza i kamery: a — aparatura pomiarowo-rejestrująca: 1 — dalmierz laserowy; 2 — kamera video o rozdzielczości 1024×768 ; 3 — komputer; 4 — zasilacz; b — widok wzorca pomiarowego

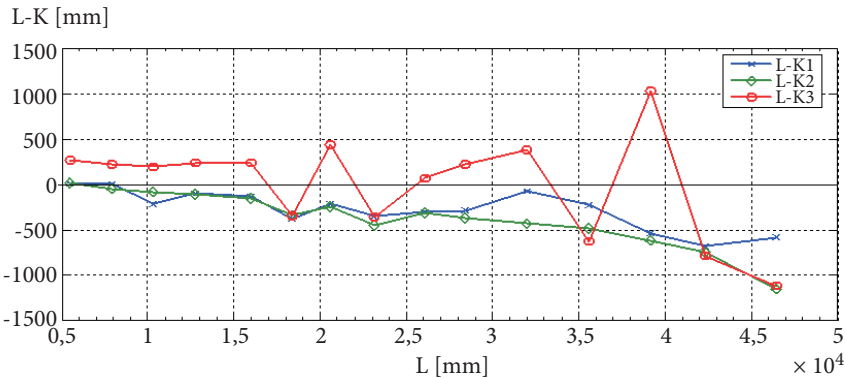
Podczas badań przemieszczano położenie wzorca na odległości od ok. 5,5 m do 46,5 m. Jako wzorec odległości obiektu od kamery wykorzystano pomiary wykonywane dalmierzem laserowym.

Wymiary obiektów zarejestrowanych na przetworniku kamery CCD zależą od:

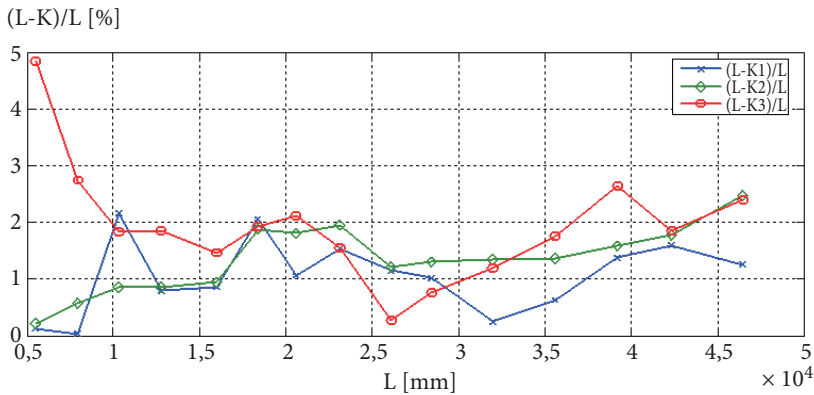
- wymiarów rzeczywistych obiektu;
- odległości pomiędzy obiektem a kamerą;

- wysokości umieszczenia kamery;
- kąta nachylenia kamery;
- ogniskowej kamery.

Wyniki obliczeń błędu bezwzględnego i błędu względnego wyznaczania położenia obiektu za pomocą obrazów z kamer K1, K2 i K3 w funkcji odległości obiektu od kamer przedstawiono odpowiednio na rysunkach 9 i 10.



Rys. 9. Różnice między wyznaczeniem położenia obiektu za pomocą dalmierza a kamerami: K1 – (L-K1); K2 – (L-K2) i K3 – (L-K3)



Rys. 10. Różnice względne pomiędzy wyznaczeniem położenia obiektu za pomocą dalmierza a kamerami: K1 – (L-K1)/L; K2 – (L-K2)/L i K3 – (L-K3)/L

Przeprowadzone badania wykazały, że błąd względny wyznaczania odległości obiektów o znanych wymiarach na podstawie obrazów z kamery wynosi ok. 2% i jego wartość nie jest zależna od odległości (rys. 10). Analiza przedstawionego na rysunku 9 błędu bezwzględnego wyznaczania odległości dla kamer o różnej rozdzielczości wykazała, że dla kamery K1 o rozdzielczości 3072×2304 i K2

o rozdzielczości 1024×768 błąd ten jest wprost proporcjonalny do odległości i jest mniejszy dla kamery K1. Analiza błędu dla kamery K3 o rozdzielczości 300×200 wykazała, że jest on stały na odległości 16 m, później jego wartość zmienia się od $(-1,2 \text{ m})$ do 1 m. Dlatego do wyznaczania odległości obiektów od kamery należy stosować kamery o rozdzielczości nie mniejszej niż 3072×2304 .

3. Podsumowanie

Tworzenie systemów bezzałogowych, umożliwiających wykorzystanie wysoko zautomatyzowanych środków transportu, wymaga prowadzenia prac badawczych nad opracowaniem układów kierowania, lokalizowania oraz rozpoznania otoczenia.

Rezultaty badań wyznaczania odległości obiektów od kamery wskazują, że metoda ta może być wykorzystywana do lokalizowania pojazdów względem znaczników o znanych wymiarach oraz do sterowania jazdą pojazdu podążającego za przewodnikiem z zainstalowanym znacznikiem pasywnym (obiekt odbijający światło) lub aktywnym (obiekt emitujący światło).

Zaprezentowane wyniki badań wstępnych nad lokalizowaniem obiektów za pomocą układów wizyjnych stanowią podstawę do opracowania nadążnego układu sterowania lekką platformą transportową. Ich efektem powinno być opracowanie bezzałogowego pojazdu transportowego przeznaczonego do konwojowania zaopatrzenia.

Przedstawiona metoda kalibracji kamer umożliwi (bez demontażu układu wizyjnego) wyznaczenie ich parametrów zewnętrznych — ogniskowych i kątów orientacji. Ma to szczególnie ważne znaczenie podczas badań poligonowych układu wizyjnego i w czasie jego eksploatacji.

W dalszych pracach nad przedstawionym systemem wizyjnym zakłada się uzyskanie — na podstawie sygnałów z kamer obserwacyjnych — obrazu przestrzennego. Pozwoli to na urzeczywistnienie obrazów obserwowanych obiektów na monitorze telewizyjnym i zapewni dokładniejsze wykonanie powierzonych zadań operatorom zdalnie sterowanych maszyn i pojazdów.

Artykuł wpłynął do redakcji 20.07.2009 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano we wrześniu 2009 r.

LITERATURA

- [1] M. BENALLAL, J. MEINIER, *Camera calibration with a viewfinder*, The 15th International Conference on Vision Interface, Calgary, Canada, 2002.
- [2] B. E. BRENDLE, J. JACZKOWSKI, *Robotic Follower: near-term autonomy for future combat systems*, SPIE Proc. 4715: Unmanned Ground Vehicles Technology IV Orlando, FL, 2001.
- [3] A. KOZICKA, A. TYPIAK, *Kierunki rozwoju systemów transportowych*, Zeszyty Logistyczne, 31, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2006.

- [4] S. BATEN, *Autonomous road and contour following with a tracked vehicle*, SPIE Conference Unmanned Ground Vehicle Technology II, Orlando, FL, April 2000.
- [5] P. BELLUTTA, R. MANDCHI, L. MATTHIES, K. OWENS, A. RANKIN, *Terrain perception for Demo III*, Intelligent Vehicles Symposium, Dearborn, MI, 2000.
- [6] F. THOMANEK, E. D. DICKMANN, *Autonomous road vehicle guidance in normal traffic*, ACCV, 1995.

A. TYPIAK

Utilization of camera's image for moving vehicle localization

Abstract. The ability to set up a path on the basis of images acquired from onboard cameras will allow construction of steering systems for the Unmanned Ground Vehicles. The necessity in this case is to develop effective methods for camera calibration. Basing on the literature analysis and on own research, a method using a three-dimensional pattern was chosen. Tests carried out in the laboratory conditions proven the ability to calculate external and internal parameters of the system without the need to disassemble the entire vision system, while using this solution.

Second part of the article focuses on a method to designate the distance of an object with known dimensions (length, height, etc.), based on the video footage from a camera which position and orientation is also known. Field test shown that it is possible to achieve less than 2% error while using a camera resolutions of 3072×2304 on a distance from 0.5 to 45 m with this solution.

Further research is concentrated on acquiring a stereo-image which will grant the operator a better visualization of the surrounding and will allow more accurate calculations for the steering system.

Building unmanned transport vehicles requires a lot of research to be carried out in different areas. One of them is creating a steering system based on position localization and path visualization of a specified object. The article shows research results from a video camera for calculating the position of objects in the vicinity of an Unmanned Ground Vehicle.

Keywords: engineering machines, remote control, localization, video image, laser telemeter

Universal Decimal Classification: 681.51