

Rajs Arkadiusz, Goździewska-Nowicka Agnieszka, Banaszak-Piechowska Agnieszka, Gospodarczyk Jacek. Szacowanie prędkości pojazdów na podstawie obrazu z kamery = Estimating vehicle speed based on image from camera. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(4):122-126. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.49880>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3456>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).  
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 20.03.2016. Revised 17.04.2016. Accepted: 17.04.2016.

## SZACOWANIE PRĘDKOŚCI POJAZDÓW NA PODSTAWIE OBRAZU Z KAMERY

## ESTIMATING VEHICLE SPEED BASED ON IMAGE FROM CAMERA

dr inż. Arkadiusz Rajs

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki,  
Zakład Teletransmisji, Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-790 Bydgoszcz, [arajs@utp.edu.pl](mailto:arajs@utp.edu.pl)

dr Agnieszka Goździewska-Nowicka

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Zarządzania, Katedra Organizacji i Zarządzania,  
ul. Fordońska 430, 85-790 Bydgoszcz, [Agnieszka.Gozdziewska@utp.edu.pl](mailto:Agnieszka.Gozdziewska@utp.edu.pl)

dr Agnieszka Banaszak-Piechowska

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy  
Instytut Fizyki, ul. Weyssenhoffa 11, 85-090 Bydgoszcz, [agnb@ukw.edu.pl](mailto:agnb@ukw.edu.pl)

dr inż. Jacek Gospodarczyk

Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy  
Instytut Informatyki i Mechatroniki  
Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz, [jacek.gospodarczyk@byd.pl](mailto:jacek.gospodarczyk@byd.pl)

### Streszczenie

Praca prezentuje sposób oszacowania prędkości poruszających się pojazdów.  
Opisano metodę opartą na analizie obrazu oraz przedstawiono wyniki pomiarów.

### Abstract

This Work presents a way to estimate the speed of the moving vehicles.  
Describes a method based on image analysis, and shows the results of the measurements.

**Słowa kluczowe: analiza obrazu, prędkość pojazdów, systemy wizyjne.**

**Key words: image analysis, machine vision systems, vehicle speed.**

### Wprowadzenie

Rozwój, który obserwowany jest zarówno w ujęciu globalnym, jak i lokalnym prowadzi do szeregu przemian wpływających i kształtujących otaczającą rzeczywistość. Jednym z obszarów dotkniętych tymi przemianami jest ruch drogowy. Zwiększenie potrzeb migracji społecznej oraz wzrost liczby pojazdów i natężenia ruchu przekłada się na

zwiększenie liczby wypadków drogowych i zagrożenie bezpieczeństwa[1]. W ostatnich latach powstało wiele opracowań mających na celu zdiagnozować przyczyny obniżenia bezpieczeństwa na drogach wraz z propozycjami jego podniesienia. W wielu z tych opracowań jako główną, bezpośrednią, przyczynę wypadków wymieniano nadmierną prędkość pojazdu. Każdy wypadek, poza tragedią bezpośrednich uczestników, niesie ze sobą koszty społeczno-ekonomiczne. Dlatego też systematycznie od kilku lat można obserwować wzrost środków przeznaczanych na zakup i instalacje systemów i urządzeń do stacjonarnego, odcinkowego oraz mobilnego pomiaru prędkości pojazdów [2]. Urządzenia te działają w oparciu o wysłanie wiązki fal w kierunku pojazdu. Prędkość wyliczana jest na podstawie efektu Dopplera (różnica częstotliwości fal wysyłanych i odbieranych). Innym sposobem pomiaru prędkości jest analiza obrazu. Rozwój techniki cyfrowej, coraz doskonalsze algorytmy przetwarzania obrazu oraz miniaturyzacja systemów mikroprocesorowych pozwala na budowę automatycznych systemów analizy obrazu [3]. W ostatnich latach znacznie rozszerzył się obszar wykorzystania kamer przemysłowych – dysponują one bardzo dobrymi parametrami przy relatywnie niskiej cenie. Ruch drogowy – jego monitorowanie poprzez automatyczne, inteligentne systemy jest tylko jednym z wielu obszarów zastosowań systemów analizy obrazu. Systemy i urządzenia dokonujące pomiaru prędkości nie muszą być związane z bezpośrednio z wykrywaniem wykroczeń – mogą dostarczać informacji o natężeniu ruchu, przepustowości danego miejsca czy informować kierowcę o prędkości z którą porusza się jego pojazd.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie metody pomiaru prędkości pojazdu w oparciu o analizę obrazu z kamery przemysłowej wraz z oszacowaniem jej dokładności.

### **Metodyka pomiaru**

Pomiar prędkości, aby był wiarygodny, musi być przeprowadzony wg zaleceń związanych z konkretnym urządzeniem pomiarowym. Na prawidłowość pomiaru mają wpływ: pogoda, kąt, który tworzy wiązka promieni z osią drogi, natężenie ruchu, ewentualne obiekty stanowiące przeszkodę dla promieni i inne. Wpływ tak wielu czynników powoduje, iż często poprawność pomiaru jest kwestionowana. Dlatego też, opracowywane i badane są inne sposoby pomiaru prędkości pojazdów wolne od niektórych niedoskonałości pomiaru za pomocą wiązki promieni.

Przedstawiona w niniejszym artykule metoda estymacji (szacowania) prędkości pojazdów opiera się o analizę kolejnych obrazów z kamery. Bardzo istotnym elementem jest położenie kamery. Dobrym rozwiązaniem, eliminującym wiele problemów, jest umiejscowienie kamery nad drogą, którą poruszają się pojazdy. Pojazd poruszający się po drodze w każdej sekundzie pokonuje pewną odległość. Na obrazie należy wyznaczyć charakterystyczne punkty, które będą podstawą do określenia przebytej przez pojazd odległości. Punkty te powinny obrazować rzeczywistą odległość np. 75m (Rys. 1).



Rys. 1. Obraz z kamery z zaznaczonymi liniami (punktami charakterystycznymi A i B) odległymi od siebie o rzeczywistą odległość 75m.

Typowa kamera przemysłowa, zależnie od modelu, rejestruje obraz z szybkością od kilku do kilkudziesięciu klatek na sekundę. Przykładowo, pojazd poruszający się z prędkością 50km/h przebywa w 1/10 sekundy dystans 13,89 m. Zakładając, że kamera rejestruje 5 klatek na sekundę (5fps) podczas pokonania dystansu pomiędzy punktami charakterystycznymi na rysunku 1 zarejestrowanych zostanie 27 klatek (5,4 sekund). Przy prędkości 80km/h czas pokonania dystansu 75m to 3,375 sekund czyli niespełna 17 klatek (16,875).

Estymowaną prędkość pojazdu można zapisać za pomocą następującego wyrażenia:

$$V_E = 3,6 * \frac{d * fps}{nk(B) - nk(A)} \left[ \frac{km}{h} \right] \quad (1)$$

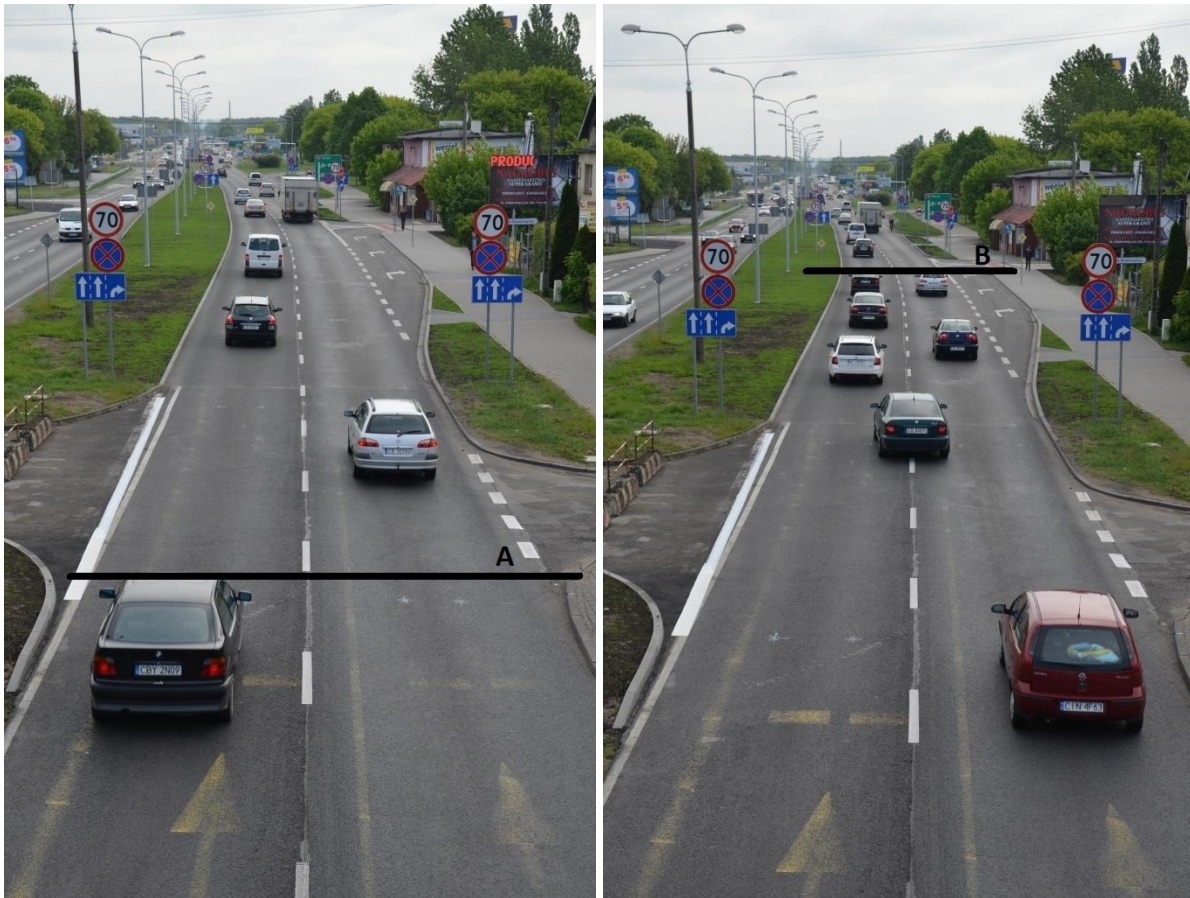
gdzie:

d – rzeczywista odległość pomiędzy liniami charakterystycznymi na obrazie [m],

fps – liczba rejestrowanych klatek na sekundę,

nk(x) – numer klatki w której pojazd znalazł się na linii charakterystycznej A lub B.

Rysunek 2 pokazuje dwie klatki: lewa – pojazd przekracza linię A i prawa – pojazd przekracza linię B



Rys. 2. Dwie klatki obrazujące przekraczanie linii A oraz B przez ten sam pojazd

### Wyniki badań

Badania zostały przeprowadzone w oparciu o obraz z kamery zainstalowanej nad jedną z bydgoskich ulic. Wykonano kilkanaście sekwencji nagrań po kilka, kilkanaście sekund każda. Wybrano na obrazie punkty charakterystyczne oddalone od siebie o rzeczywistą odległość 75m. Prędkość rzeczywistą ( $V_R$ ) pojazdu mierzono za pomocą odbiornika GPS w pojeździe. Zgodnie z przedstawioną metodyką (wyrażenie 1) wyliczono estymowaną prędkość ( $V_E$ ) wybranych pojazdów. Wyniki dla dwóch prędkości rzeczywistych ( $V_R$  równe 45 i 70 km/h) przedstawione zostały, odpowiednio, w tabelach 1 i 2

Tab. 1. Wyniki badań dla rzeczywistej prędkości pojazdu  $V_R = 45\text{km/h}$

| L.p. | fps | $V_R$  | $V_E$  | diff   | błąd |
|------|-----|--------|--------|--------|------|
|      |     | [km/h] | [km/h] | [km/h] | [%]  |
| 1.   | 5   | 45     | 41,3   | 3,7    | 8,2  |
| 2.   | 10  | 45     | 42,4   | 2,6    | 5,8  |
| 3.   | 15  | 45     | 43,0   | 2      | 4,4  |
| 4.   | 20  | 45     | 44,1   | 0,9    | 2    |

Tab. 2. Wyniki badań dla rzeczywistej prędkości pojazdu  $V_R = 70\text{km/h}$

| L.p. | fps | $V_R$  | $V_E$  | diff   | błąd |
|------|-----|--------|--------|--------|------|
|      |     | [km/h] | [km/h] | [km/h] | [%]  |
| 1.   | 5   | 70     | 62,6   | 7,4    | 10,6 |
| 2.   | 10  | 70     | 63,1   | 6,9    | 9,9  |
| 3.   | 15  | 70     | 65,2   | 4,8    | 6,86 |
| 4.   | 20  | 70     | 67,0   | 3,0    | 4,3  |

Analizując wyniki można zauważyć, że szacunkowa prędkość jest niższa od rzeczywistej i jej błąd maleje wraz ze wzrostem liczby rejestrowanych na sekundę klatek. Wynika to z sposobu analizy obrazu – moment osiągnięcia przez pojazd punktu charakterystycznego może nastąpić „pomiędzy” klatkami – natomiast do wyrażenia (1) stosuje się pełne numery klatek. Wynika z tego, że błąd związany tym faktem może wynieść maksymalnie 2 klatki (przekraczanie dwóch punktów charakterystycznych). Jego wartość będzie różna w zależności od odległości rzeczywistej, prędkości pojazdu oraz parametru fps kamery.

W trakcie badań okazało się, że istotnym elementem, wpływającym na dokładność pomiaru prędkości jest wielkość pojazdu oraz wysokość (kąt w stosunku do drogi) na jakiej jest umieszczona kamera. Większy pojazd na obrazie z kamery „szybciej” przekroczy punkt charakterystyczny niż pojazd mniejszy. Zastosowanie dwóch kamer zsynchronizowanych ze sobą i umieszczonych pod kątem 90 stopni w stosunku do drogi wyeliminowało by ten błąd jednak w praktyce taki system byłby nieopłacalny ekonomicznie.

### **Wnioski**

Podsumowując przeprowadzone badania można stwierdzić, iż pomiar prędkości w oparciu o analizę obrazu z kamery jest możliwe i uzyskiwane wyniki pomiaru nie odbiegają znacząco od faktycznej prędkości z którą pojazd się porusza. Aby osiągnąć wymagana dokładność pomiaru należy spełnić szereg warunków: umiejscowienia kamery, odpowiedniej ilości klatek na sekundę. W związku ze stałym wzrostem natężenia ruchu drogowego systemy automatycznej kontroli prędkości będą stosowane coraz częściej i w większej niż obecnie ilości miejsc. Warto zatem rozważyć i stosować inne, niż za pomocą wysyłanej wiązki promieni, sposoby jej pomiaru i kontroli.

### **Bibliografia**

1. Prędkość pojazdów w Polsce w 2014 r. Praca zespołowa. Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju Sekretariat Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. 2014.
2. Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2013. Praca zespołowa. Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju Sekretariat Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. 2014.
3. Miciak M., Zastosowanie transformaty Radona w zadaniu rozpoznawania znaków dla aplikacji pocztowych, Współczesne problemy inżynierii poczty, Wydawnictwa Uczelniane UTP 2010.