

MONITORING METHODS OF OPERATION SURROUNDING OF TRANSPORT DEVICE

Artur Kocerba

*Akademia Górniczo-Hutnicza - AGH University of Science and Technology
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki - Faculty of Mechanical Engineering and Robotics
al. Mickiewicza 30, PL 30-059 Kraków, Poland
tel.: +48 12 617 31 04
e-mail: kocerba@agh.edu.pl*

Janusz Szpytko

*Akademia Górniczo-Hutnicza - AGH University of Science and Technology
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki - Faculty of Mechanical Engineering and Robotics
Mickiewicza Alee 30, 30-059 Kraków, Poland
tel.: +48 12 6173103, fax: +48 12 6173531
e-mail: szpytko@agh.edu.pl*

Abstract

Paper is focusing on methods helping monitoring an operating surrounding of transport device. The special attention have been taken on overhead travelling cranes, playing crucial position in overloading hubs and other logistic type centres. Paper is describing the distance supervision techniques of transport devices with use visual tools, based on image analysis, as well as based on information technology solutions. The solutions of the process of exploitation monitoring are discussed, both of laboratorial equipment and the real objects. Additionally the visional solutions for selected technical objects and the proposals of their remote visual supervision are submitted. Visional systems are finding even broader application in industry, particularly in the identification and control systems and positioning the means of transport and the translocated loads. The particularly useful property of visional systems is the possibility for the observation realization in real time, contactless and remotely. Continuous monitoring and the observation of selected exploitation parameters of equipment enable the extension of knowledge in the range of the changes of their exploitation potential. In their result the working out of efficient legal procedures of servicing superintended means of transport is possible. In the essential manner visional technology influence on the level of automatism of systems and of transport means and the superintendences of their of technical state, but moreover they allow to design the integrated systems of transport means control, in particular in distributed system form. Visional technology have also influence on the security level and reliability of systems and means of transport. The tested solutions enable the realization of the superintendence of the exploitation process of the distributed technical objects with the use of internet nets in the on-line mode and in the preventive system mode. The submitted solutions will be the object of farther research directed on the decision processes of exploited technical objects.

Keywords: transport, crane, operation, monitoring

METODY MONITORINGU PRZESTRZENI ROBOCZEJ URZĄDZENIA TRANSPORTOWEGO

Przedmiotem artykułu są rozwiązania w zakresie obserwowania przestrzeni roboczej wybranego środka transportu bliskiego - suwnicy pomostowej. Uwagę zwrócono na budowę oraz badania układów zdalnego nadzorowania wybranych systemów technicznych dla potrzeb operatora z wykorzystaniem odpowiednio opracowanych układów monitoringu (technik wizyjnych). Omówiono rozwiązania monitorowania procesu eksploatacji, zarówno urządzeń laboratoryjnych jak i obiektów rzeczywistych. Dodatkowo przedstawiono rozwiązania wizyjne dla wybranych obiektów technicznych oraz propozycje ich zdalnego wizualnego nadzoru. Systemy wizyjne znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle, szczególnie w układach identyfikacji oraz sterowania

i pozycjonowania środka transportu i przemieszczanego ładunku. Szczególnie przydatnymi własnościami układów wizyjnych jest możliwość realizacji obserwacji w czasie rzeczywistym, bezstykowo i zdalnie. Ciągły monitoring i obserwacja wybranych parametrów eksploatacyjnych urządzeń umożliwia poszerzenie wiedzy w zakresie zmian ich potencjału eksploatacyjnego. Możliwe jest w ich rezultacie opracowanie skutecznych procedur obsługowych nadzorowanych środków transportu. W istotny sposób techniki wizyjne wpływają na poziom automatyzacji systemów i środków transportowych oraz nadzorowania ich stanu technicznego, a ponadto umożliwiają budowę zintegrowanych systemów sterowania środkami transportu, w szczególności w układzie rozproszonym. Techniki wizyjne mają również wpływ na poziom bezpieczeństwa i niezawodności systemów i środków transportowych. Przetestowane rozwiązania umożliwiają realizację nadzorowania procesu użytkowania rozproszonych obiektów technicznych z użyciem sieci internetowych w trybie *on - line* oraz w układzie prewencyjnym. Przedstawione rozwiązania będą przedmiotem dalszych badań ukierunkowanych na procesy decyzyjne użytkowanych obiektów technicznych.

Słowa kluczowe: transport, suwnica, eksploatacja, monitoring

1. Wprowadzenie

Problematyka kształtowania procesu eksploatacji systemów technicznych [3] jest zagadnieniem będącym przedmiotem badań prowadzonych w wielu ośrodkach naukowych. W szczególności rozwijane są techniki zdalnego dozoru procesu użytkowania systemów technicznych. Budowa oraz badania układów zdalnego nadzorowania wybranych systemów technicznych (zwłaszcza środków transportu przemysłowego, w tym suwnic pomostowych) dla potrzeb operatora z wykorzystaniem odpowiednio opracowanych układów monitoringu (technik informatycznych typu IT - ang. *Information Technology* oraz wizyjnych) jest zagadnieniem intensywnie rozwijanym.

Kamery cyfrowe znajdują coraz szersze zastosowanie w przemysłowych systemach transportowych, szczególnie w układach identyfikacji przedmiotu działania i przestrzeni roboczej oraz jako narzędzie wspierające proces sterowania i pozycjonowania środka transportu i przemieszczanego ładunku. Szczególnie przydatnymi własnościami układów wizyjnych jest możliwość realizacji obserwacji w czasie rzeczywistym, bezstykowo i zdalnie. W istotny sposób technika wizyjna wpływa to na poziom automatyzacji systemów i środków transportowych oraz nadzorowania ich stanu technicznego, a ponadto umożliwia budowę zintegrowanych systemów sterowania. Systemy wizyjne znacznie wpływają ponadto na zwiększanie bezpieczeństwa i niezawodności systemów i środków transportowych.

W środkach transportu bliskiego układy wizyjne znajdują zastosowanie w następujących obszarach:

- identyfikacja przedmiotu przemieszczania (ładunku),
- pozycjonowanie ładunku w przestrzeni roboczej w układzie 3D,
- pozycjonowanie środka transportu w przestrzeni roboczej w układzie 3D,
- identyfikacja przestrzeni roboczej w celu eliminacji ewentualnych kolizji podczas realizacji przez urządzenie ruchów roboczych,
- ocena jakościowa przedmiotu obserwacji (ładunku),
- ocena stanu technicznego środka transportowego,
- ocena stanu technicznego najbliższego otoczenia środka transportowego,
- sterowania urządzeniem w trybie *on - line* lub w procesie decyzyjnym w zakresie obsługi prewencyjnego w trybie *on - line*,
- automatyczne wyzwalania układów monitorowania.

W pracy zostaną przedstawione wybrane koncepcje zdalnej obsługi urządzenia transportowego wykorzystujące bezprzewodową transmisję sygnału wizyjnego środowiska pracy urządzenia dźwiękowego na przykładzie laboratoryjnej oraz przemysłowej suwnicy pomostowej.

2. System nadzorowania procesu eksploatacji suwnicy pomostowej

Współczesna technika wykorzystująca systemy nadzoru wizyjnego CCTV (ang. *Closed Circuit TeleVision*) znajduje zastosowanie w zdalnym nadzorowaniu pracą urządzenia lub umiejscowieniu

stanowiska operatorskiego urządzenia w dowolnie wybrane miejsce oddalone od środka transportu.

Dla potrzeb badania systemu zdalnego sterowania eksploatacją suwnicy pomostowej w Zespole Transportu Technologicznego (AGH, Katedra UTiOŚ), zaprojektowano i wykonano stanowisko badawcze (Rys. 1), której istotnym elementem jest model suwnicy pomostowej o udźwigu $Q = 1,5$ [kN]. Poszczególne mechanizmy suwnicy pomiarowej wyposażono w czujniki impulsowo-obrotowe umożliwiające identyfikację elementu wykonawczego w przestrzeni roboczej. Ponadto z użyciem kamer typu CCTV (Rys. 2) możliwe było pozyskiwanie informacji o środowisku pracy urządzenia. Kamery były zainstalowane na urządzeniu (wózek jezdny) oraz nad urządzeniem (w celu obserwacji przestrzeni roboczej).



Rys. 1. Model suwnicy pomostowej
Fig. 1. Model of the bridge-gantry



Rys. 2. Kamera kolorowa SONY
Fig. 2. SONY coloured camera

Do transmisji danych z urządzenia i środowiska pracy suwnicy zastosowano łączność przewodową przy pomocy sieci Internetu i bezprzewodową. Układ transmisji danych z kartą *wi-fi* (np. *Wireless*) pracującą w sieci zapewnia przepustowość do 11 Mb/s przy zasięgu do kilkunastu metrów.

Stanowisko badawcze (Rys. 3) umożliwia pozyskiwanie informacji o środowisku pracy urządzenia (z użyciem kamer typu CCTV) oraz o suwnicy charakteryzowanej przez jej wybrane parametry eksploatacyjne. Układ sterowania urządzeniem i transmisji informacji obejmuje między innymi: sterownik, kartę zapisu cyfrowego, serwer lokalny, *switch*, kartę sieciową oraz dwa komputery. Proces użytkowania suwnicy jest obserwowany w oddalonym pomieszczeniu na ekranach monitorów. W pomieszczeniu tym operator ma możliwość zdalnego sterowania ruchami roboczymi suwnicy. Do obserwacji przestrzeni roboczej modelu suwnicy pomostowej wykorzystano kartę HICAP wraz z dedykowanym do niej oprogramowaniem. Zestaw ten ma możliwość obserwacji obrazu w czasie rzeczywistym maksymalnie z 16 kamer.

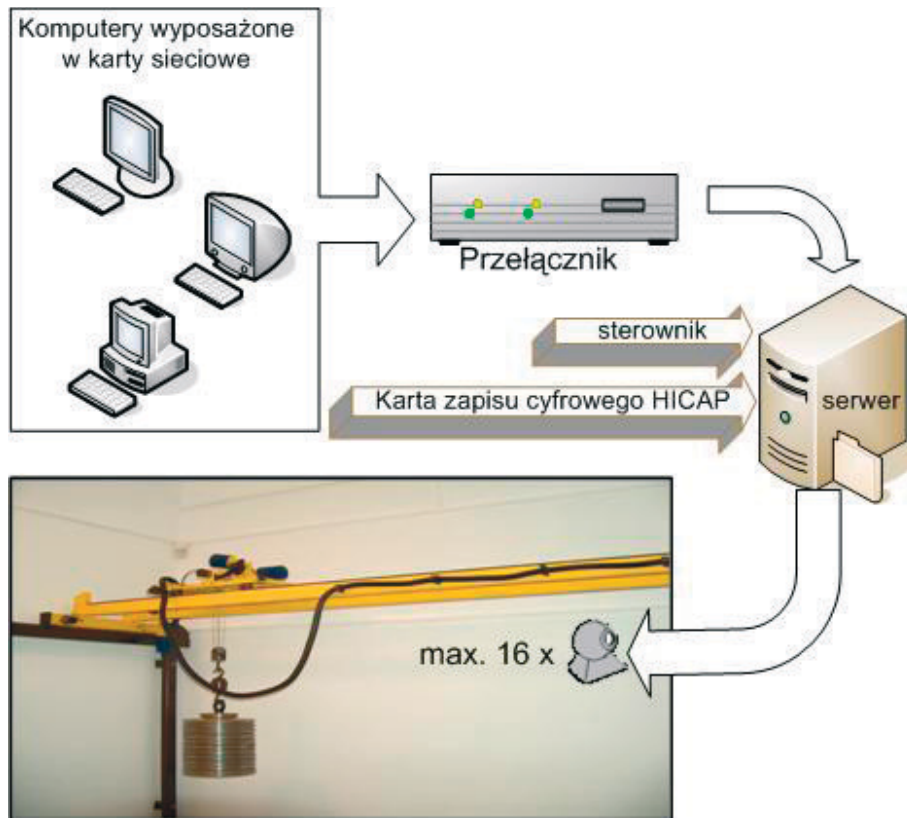
3. Zdalny wizualny nadzór kontrolowanych systemów technicznych

W celu usprawnienia zdalnego procesu nadzorowania urządzeń do obserwacji urządzenia zastosowano kamery sieciowe. Jako narzędzie umożliwiające podgląd stanowiska laboratoryjnej suwnicy pomostowej wykorzystano kamerę sieciową IP typu EVI - D31 podłączoną do serwera obrazu (*Axis 240 Camera Server*) (Rys. 4a).

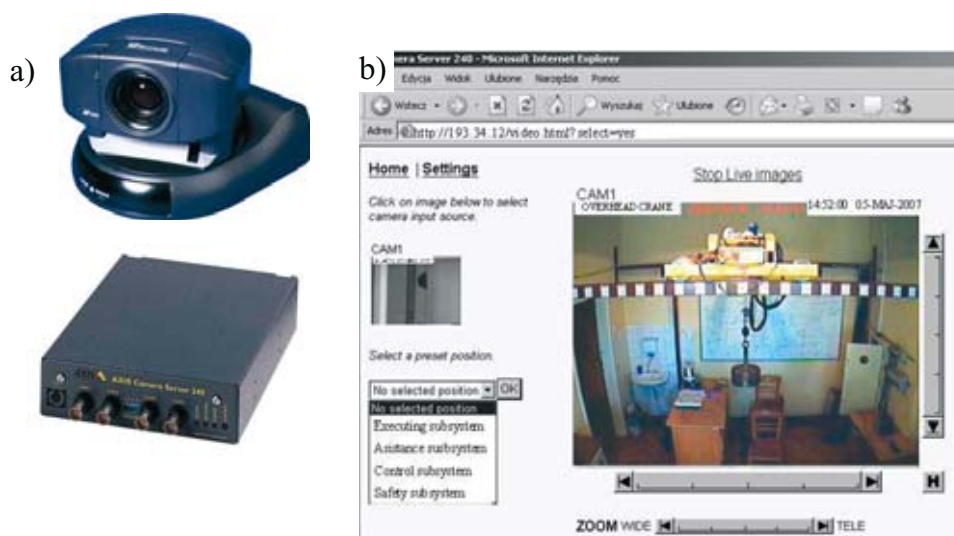
Użytkownik z poziomu przeglądarki internetowej (Rys. 4b) ma możliwość bezpośredniego sterowania kamerą, kierunkiem oraz zbliżeniem, dodatkowo istnieją predefiniowane widoki umożliwiające natychmiastowe automatyczne nakierowanie kamery na wybrany element systemu. Jakość transmisji obrazu zależy w istotny sposób od *szybkości* sieci w jakiej pracuje taki zestaw. Możliwe jest zastosowanie radiowych kamer internetowych typu *wi-fi*.

4. System nadzorowania procesu eksploatacji suwnicy pomostowej

Dla suwnicy pomostowej podjęto próbę budowy zdalnego systemu nadzorowania jej procesu eksploatacji. W tym celu na rzeczywistym urządzeniu o udźwigu $Q = 125$ [kN], rozpiętości mostu $L = 16$ [m] (Rys. 5), zabudowano układ monitoringu wybranych parametrów eksploatacyjnych urządzenia. Przykładowe okno operatora urządzenia przedstawiono na Rys. 6.



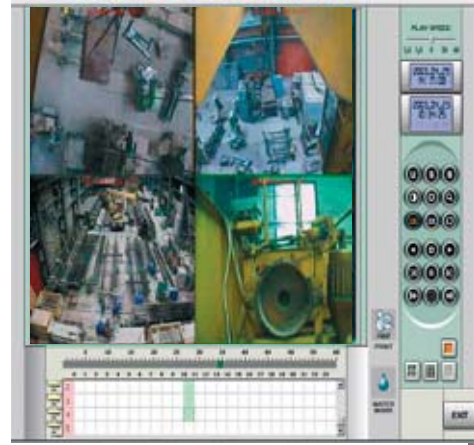
Rys. 3. Szkic stanowiska badawczego
Fig. 3. Drawing of the investigative stand



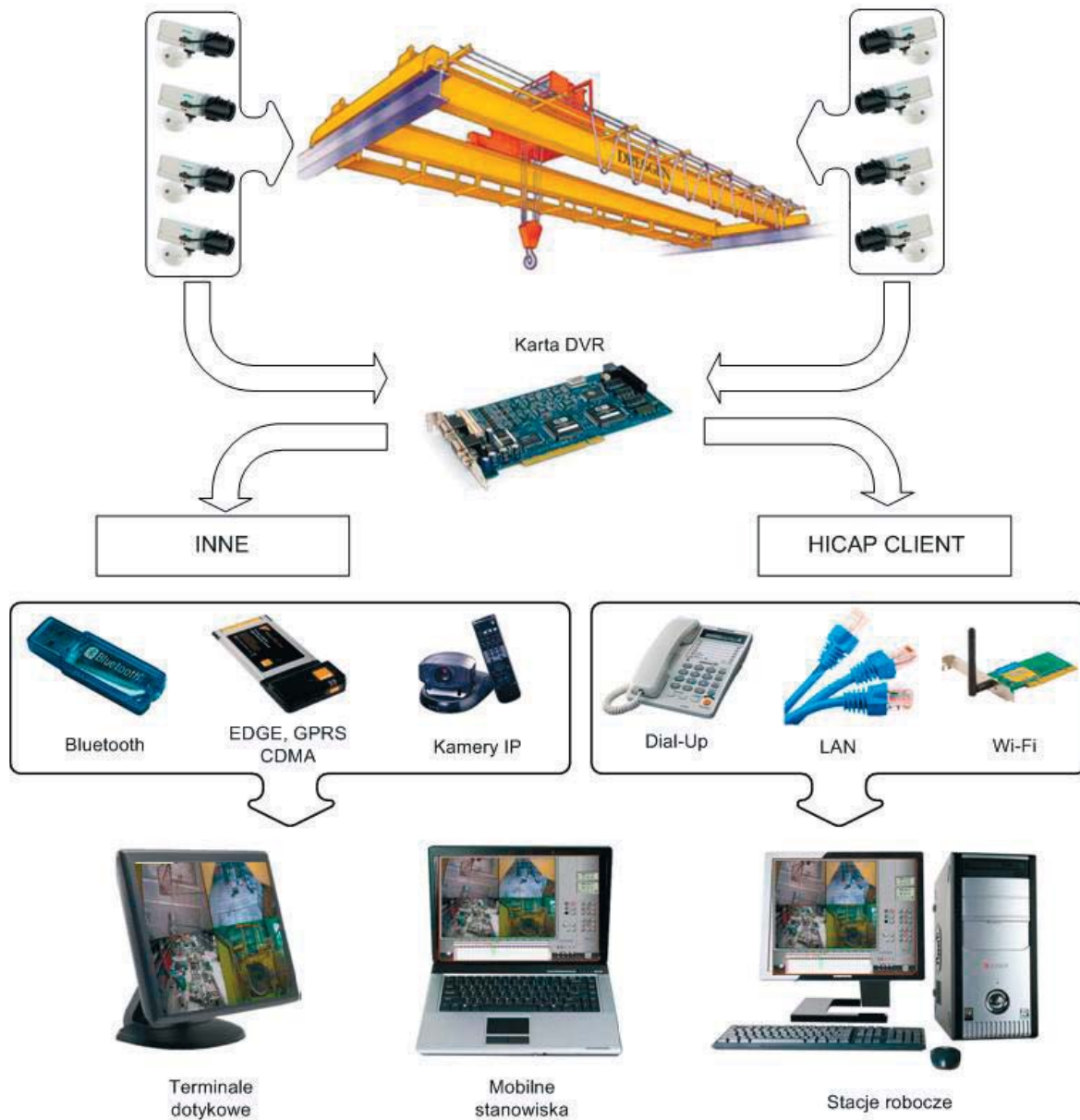
Rys. 4. Elementy stanowiska laboratoryjnego suwnicy pomostowej: a) kamera z serwerem wideo, b) widok ekranu programu kontrolującego kamerą [6]
Fig. 4. Elements of the laboratory-position of the bridge-gantry: a) the camera with the videosever, b) the view of the screen of the program controlling with the camera [6]



Rys. 5. Obiekt bada - suwnica pomostowa
Fig. 5. The object investigates - the bridge-gantry



Rys. 6. Okno panelu sterowniczego
Fig. 6. The window of the control panel

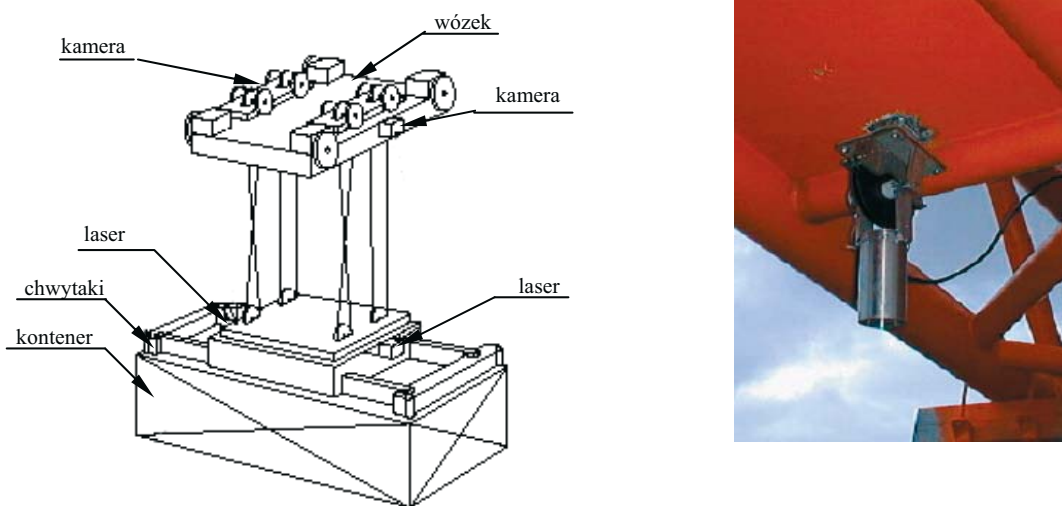


Rys. 6.1. Schemat blokowy systemu monitoringu przestrzeni roboczej suwnicy pomostowej
Fig. 6.1. The flow-process diagram of monitoring of the workspace of the gantry

Za pomocą kamer typu CCTV, karty cyfrowej DVR oraz programu typu HICAP możliwy był podgląd realizowanych działań (ruchów roboczych) urządzenia (maksymalna liczba kamer wynosiła 16). Karta DVR rejestrowała obraz z obiektu w czasie rzeczywistym z prędkością 100 klatek na sekundę. Wszystkie nagrania archiwizowane były na dysku twardym komputera do którego podłączona była karta. Obraz przed zapisem przechodził kompresję kodekami MPEG4 (ang. *Moving Picture Experts Group*) pozwalającymi zmniejszyć zużycie przestrzeni dyskowej.

W badaniach zastosowano 4 kamery (Rys. 6), z użyciem których możliwa była obserwacja odpowiednio: hali produkcyjnej (przestrzeni roboczej), ładunku (przedmiotu działania) z czółownicy i z wózka jezdnego oraz bębna hamulcowego. Do transmisji informacji z sensorów zainstalowanych na suwnicy do komputera zastosowano łącza przewodowe. Przesyłanie obrazu może odbywać się poprzez łącze stałe LAN, modemowe Dial - Up oraz bezprzewodowe WLAN (ang. *Wireless Local Area Network*) w standardzie Wi-Fi IEEE 802.11. W chwili obecnej coraz częściej spotykane są alternatywne metody przesyłania sygnału wideo typu: *Bluetooth*, EDGE (ang. *Enhanced Data rates for GSM Evolution*), GPRS (ang. *General Packet Radio Service*), CDMA (z ang. *Code Division Multiple Access*) - Rys. 7 i inne.

W przemyśle kamery wykorzystywane są coraz częściej w układach identyfikacji oraz do pozycjonowania środka transportu i ładunku. Przykład zastosowania kamer wizyjnych w eksploatacji suwnic pomostowych przedstawiono na Rys. 7.



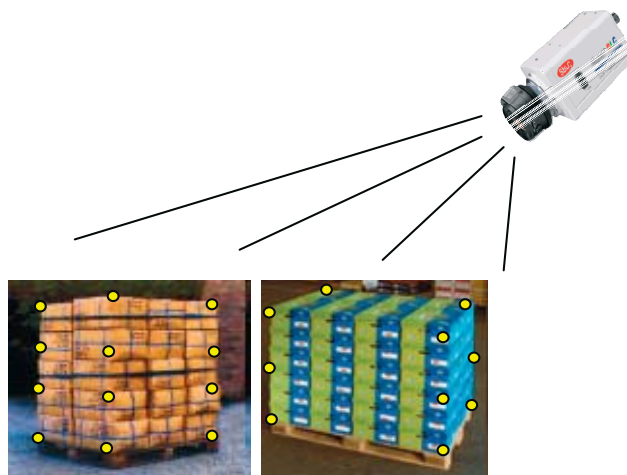
Rys. 7. Przykłady zastosowania kamer wizyjnych w eksploatacji suwnic - pozycjonowanie kontenerów [7]
Fig. 7. Examples of the use of visual cameras in operation of gantries - the positioning of containers [7]

Dodatkowo kamery mogą służyć do rozpoznawania zbiorczych jednostek ładunkowych. Skanowanie dwuwymiarowego rzutu obrazu odbywa się drogą detekcji charakterystycznych punktów ładunku na przy jednokrotnym oświetleniu jednostki ładunkowej. Rzeczywisty obraz jest na bieżąco porównywany z obrazami wzorcowymi znajdującymi się w pamięci mikroprocesora. Jako charakterystyczne punkty można przyjąć przykładowo wybrane narożniki, tworząc strukturę ładunku zbiorczego na eurolacie (Rys. 8) [1].

5. Kontrola pracy operatora urządzenia

Kamery mogą być stosowane ponadto w nadzorowaniu stanu psychofizycznego operatora (zmęczenia). Rozwiązanie wykorzystuje kamery zainstalowane w kabinie operatora, celem których jest obserwacja wybranych elementów twarzy operatora. System typu DDA/DA (ang. *Distraction Driver Alert*) ostrzegania o zmęczeniu i dekoncentracji operatora (Rys. 9) [2]. Istotnym dla oceny zdolności percepcji operatora na bodźce zewnętrzne są ruchy gałek ocznych oraz ich prześwit (Rys. 10). Dodatkowo kamery monitorują twarz operatora i rejestrują zmiany

położenia nosa, podbródka i uszu. Analiza prześwitu gałki oka pozwala ocenić poziom percepcji operatora: zadawalająca dla operatora wypoczętego (100% prześwit), z objawami zmęczenia (poniżej 100% prześwitu), niezadawalająca poprzedzająca fazę zaśnięcia (25% prześwitu).



Rys. 8. Przykład zastosowania kamer w celu rozpoznania obrazu jednostki ładunkowej,
● - charakterystyczne punkty ładunku przy jednokrotnym oświetleniu jednostki ładunkowej
Fig. 8. The example of the use of cameras for the recognize purpose picture of the loading-unit ,
● - characteristic points of the load at the single lighting of the loading-unit

5. Kontrola pracy operatora urządzenia

Kamery mogą być stosowane ponadto w nadzorowaniu stanu psychofizycznego operatora (zmęczenia). Rozwiązanie wykorzystuje kamery zainstalowane w kabinie operatora, celem których jest obserwacja wybranych elementów twarzy operatora. System typu DDA/DA (ang. *Distraction Driver Alert*) ostrzegania o zmęczeniu i dekoncentracji operatora (Rys. 9) [2]. Istotnym dla oceny zdolności percepcji operatora na bodźce zewnętrzne są ruchy gałek ocznych oraz ich prześwit Rys. 10). Dodatkowo kamery monitorują twarz operatora i rejestrują zmiany położenia nosa, podbródka i uszu. Analiza prześwitu gałki oka pozwala ocenić poziom percepcji operatora: zadawalająca dla operatora wypoczętego (100% prześwit), z objawami zmęczenia (poniżej 100% prześwitu), niezadawalająca poprzedzająca fazę zaśnięcia (25% prześwitu).

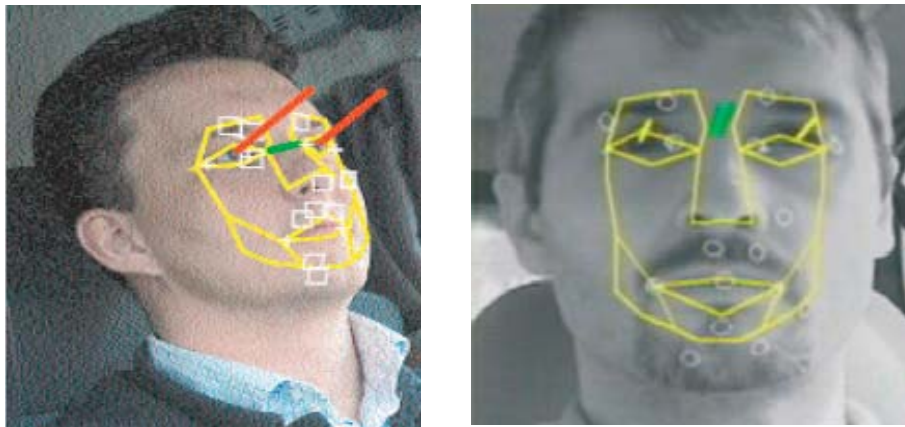
5. Kontrola pracy operatora urządzenia

Kamery mogą być stosowane ponadto w nadzorowaniu stanu psychofizycznego operatora (zmęczenia). Rozwiązanie wykorzystuje kamery zainstalowane w kabinie operatora, celem których jest obserwacja wybranych elementów twarzy operatora. System typu DDA/DA (ang. *Distraction Driver Alert*) ostrzegania o zmęczeniu i dekoncentracji operatora (Rys. 9) [2]. Istotnym dla oceny zdolności percepcji operatora na bodźce zewnętrzne są ruchy gałek ocznych oraz ich prześwit Rys. 10). Dodatkowo kamery monitorują twarz operatora i rejestrują zmiany położenia nosa, podbródka i uszu. Analiza prześwitu gałki oka pozwala ocenić poziom percepcji operatora: zadawalająca dla operatora wypoczętego (100% prześwit), z objawami zmęczenia (poniżej 100% prześwitu), niezadawalająca poprzedzająca fazę zaśnięcia (25% prześwitu).

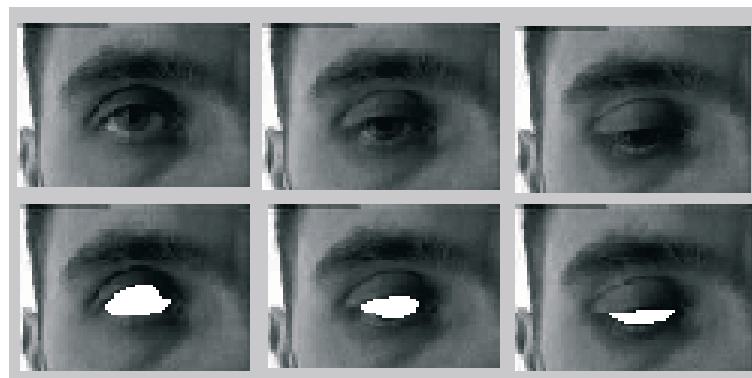
6. Podsumowanie

W opracowaniu omówiono rozwiązania monitorowania procesu eksploatacji, zarówno urządzeń laboratoryjnych jak i obiektów rzeczywistych. Dodatkowo przedstawiono rozwiązania wizyjne dla wybranych obiektów technicznych oraz propozycje ich zdalnego wizualnego nadzoru.

Systemy wizyjne znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle, szczególnie w układach identyfikacji oraz sterowania i pozycjonowania środka transportu i przemieszczanego ładunku.



Rys. 9. Monitorowanie charakterystycznych punktów na twarzy operatora (białe kwadraty) [2]
Fig. 9. The monitoring of characteristic points on the face of the operator (white squares)[2]



Rys. 10. Ocena poziomu percepcji operatora w rezultacie analizy prześwietu gałki oka: od lewej - obraz oka wypoczętego, zmęczonego (75% prześwietu) oraz fazę poprzedzającą zaśnięcie (25% prześwietu) [2]
Fig. 10. Estimation of the level of the perception of the operator finally analyses of the clearance of the knob of the eye: from left - picture of the eye rested, tired (75% the clearance) and the phase previous the dormition (25% the clearance)[2]

obserwacji w czasie rzeczywistym, bezstykowo i zdalnie. Ciągły monitoring i obserwacja wybranych parametrów eksploatacyjnych urządzeń umożliwia poszerzenie wiedzy w zakresie zmian ich potencjału eksploatacyjnego [4, 6]. Możliwe jest w ich rezultacie opracowanie skutecznych procedur obsługowych nadzorowanych środków transportu. W istotny sposób techniki wizyjne wpływają na poziom automatyzacji systemów i środków transportowych oraz nadzorowania ich stanu technicznego, a ponadto umożliwiają budowę zintegrowanych systemów sterowania środkami transportu, w szczególności w układzie rozproszonym. Techniki wizyjne mają również wpływ na poziom bezpieczeństwa i niezawodności systemów i środków transportowych.

Przetestowane rozwiązania umożliwiają realizację nadzorowania procesu użytkowania rozproszonych obiektów technicznych z użyciem sieci internetowych w trybie *on-line* oraz w układzie prewencyjnym. Przedstawione rozwiązania będą przedmiotem dalszych badań ukierunkowanych na procesy decyzyjne użytkowanych obiektów technicznych.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę jako projekt badawczy w latach 2000-2008.

Literatura

- [1] Korzeń, Z., *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, Tom 1, ILiM, 1998.
- [2] MERL, *Observing and Classifying the Activity of a Vehicle Driver*, Mitsubishi Electric

- Research Laboratories, 2001.
- [3] Sznytko, J., *Kształtowanie procesu eksploatacji środków transportu bliskiego*, Biblioteka Problemów Eksploatacji, ITE, Kraków - Radom 2004.
 - [4] Sznytko, J., Kocerba, A., *Wizyjne układy inspekcji w eksploatacji środków transportu*, Transport Zintegrowany, VII Konferencja Okrętownictwo i Oceanotechnika, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, s. 271-276, Międzyzdroje 2004.
 - [5] Sznytko J., Kocerba, A., Tekielak M., *System dozoru procesu eksploatacji środka transportu*, Zastosowania Teorii Systemów, Problemy Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, KUTiOS-AGH, KZSP-AGH, PAN, Monografie, Zeszyt Nr 3, s.387-394, Kraków 2005.
 - [6] Sznytko, J., Kocerba, A., Tekielak, M., Chodacki, J., *Budowa i badanie układów nadzorowania pracy wybranych systemów technicznych dla potrzeb operatora*, Hydraulika i Pneumatyka, Nr 1, s. 18-20, Wrocław 2006.
 - [7] Yoshikawa, H., Kunimitsu, S., Hoshina, H., *Development of Hoisting Load Position Sensor for Container Handling Cranes*, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Technical Review Vol. 38 No. 2, pg. 67-72, June 2001.

