

KOMPUTEROWE SYSTEMY TELEWIZJI UŻYTKOWEJ A BEZPIECZEŃSTWO W TRANSPORCIE KOLEJOWYM

Streszczenie

W artykule omówione zostały zagadnienia implikacji i rozwoju cyfrowych, komputerowych systemów telewizji użytkowej w sterowaniu ruchem kolejowym i monitoringu obiektów infrastruktury transportowej. Opisano rosnący wpływ rozwiązań technicznych na poprawę bezpieczeństwa ruchu i warunków eksploatacyjnych oraz przedstawiono perspektywy nowych zastosowań tych systemów.

WSTĘP

Nowoczesne systemy telewizji użytkowej są komputerowymi - cyfrowymi systemami o strukturze sieciowej. W zastosowaniach związanych bezpośrednio z prowadzeniem ruchu kolejowego (stwierdzanie końca pociągu lub zdalna obsługa przejazdów) ich rola jest precyzyjnie ustalona i jest niezwykle istotna poprzez rzeczywisty wpływ na warunki prowadzenia ruchu kolejowego. Cyfrowe systemy telewizji użytkowej – ze względu na szereg zalet technicznych oraz funkcjonalnych – będą się rozwijały, a ich implementowana ilość będzie znacząco rosła. Działające do tej pory systemy telewizji analogowej zostaną wyparte i zastąpione nowszymi rozwiązaniami.

Jednakże możliwe obszary zastosowań komputerowych urządzeń telewizji, w powiązaniu z efektami ich zastosowania, są znacznie większe i aplikacje wdrożeniowe będą coraz szersze, obejmując nowe zagadnienia i dziedziny techniczne powiązane z infrastrukturą kolejową, warunkami jej użytkowania, eksploatacji oraz ruchu pojazdów drogowych, maszyn roboczych i dostępu podróżnych.

Przedmiotem niniejszego referatu jest ukazanie realnych i potencjalnych korzyści z zastosowania urządzeń cyfrowej telewizji. Nowe możliwości techniczne to również nowe obszary zastosowań oraz wzrost bezpieczeństwa: ruchu pociągów, podróżnych i pasażerów oraz użytkowników dróg i przejść w poziomie szyn.

1. PODSTAWOWE WYMAGANIA I PARAMETRY STOSOWANYCH URZĄDZEŃ TELEWIZJI UŻYTKOWEJ

Komputerowe systemy telewizji są systemami sieciowymi, opartymi na cyfrowej technologii obróbki obrazu, kompresji i przesyłania strumienia danych, rejestracji obrazu i jego bieżącego podglądu na stanowisku operatorskim. W systemach tych można zastosować megapikselowe kamery IP, które po przetworzeniu obrazu dostarczają sygnał w postaci zakodowanego, skompresowanego strumienia danych. Użycie technologii IP pozwala na odpowiedni dobór architektury i konfiguracji systemu sieciowego, przesłanie obrazu za pomocą sieci LAN wybranym kanałem lub strumieniem danych do dedykowanego urządzenia odbiorczego – w tym w pożądanym miejscu obserwacji i rejestracji. System jest elastyczny w rozbudowie o dowolną liczbę kamer i stanowisk monitorujących.

Ze względu na potencjalnie szeroki zakres analiz poszczególnych urządzeń, w dalszej części zostaną tylko opisane podstawowe elementy systemów ze szczególnym porównaniem kamer i rejestratorów, których to parametry decydują o końcowym efekcie jakości obserwowanego lub rejestrowanego obrazu albo umożliwiają ich

dalszą analizę. Nie ma obecnie przeszkód dla zastosowania właściwego medium transmisyjnego i urządzeń transmisyjnych zapewniających odpowiednią przepustowość łączy wynikającej z architektury wybranej konfiguracji sieciowej.

1.1. Parametry techniczne kamer wizyjnych

W cyfrowych systemach telewizji użytkowej związanych bezpośrednio z prowadzeniem ruchu (punkty stwierdzania końca pociągów, zdalna obserwacja przejazdów kat. A lub E oraz rejestracja zdarzeń na przejazdach kat. B/C) wymagane jest - przepisami wewnętrznymi PKP PLK S.A. - stosowanie urządzeń o parametrach opisanych kolejnymi tabelami.

Tab. 1. Parametry kamer wizyjnych monitoringu przejazdów

| Parametr: | Wymaganie: | Zastosowanie: |
|---|--------------------------------|---------------------------|
| Rozdzielczość | min. Full HD 1080p (1920x1080) | Full HD 1080p (1920x1080) |
| Typ przetwornika | CCD 1/3" | CCD lub CMOS 1/3" |
| Częstotliwość odświeżania obrazu | min. 25 klatek/s | do 30 klatek/s |
| Czułość dzień/noc | min. 0,5lx / 0,05lx | 0,08lx / 0,001lx |
| Mechaniczny filtr podczerwieni | Tak | Tak |
| Kompresja obrazu | H.264 lub MJPEG | H.264, MJPEG, MPEG-4 |
| Obiektyw ze sterowaną przesłoną (auto-iris) | Tak | Tak |
| Interfejs sieciowy | Ethernet (10/100Base-T) | Ethernet (10/100Base-T) |

Kamery winny być wyposażone w układy cyfrowej redukcji szumów (DNR), z poszerzonym zakresem dynamiki (WDR), automatyczną regulacją balansu bieli (WB), automatyczną regulacją wzmocnienia sygnału wizyjnego (AGC), kompensacją tylnego oświetlenia (BLC), systemem przeciwoślepieniowym, detekcją ruchu z regulacją czułości i wyboru stref zastrzeżonych oraz funkcją zapobiegającą migotaniu obrazu (FLON).

Tab. 2. Kamery w Systemach Dynamicznej Informacji Pasażerskiej

| Parametr: | Kamery stałe: | Kamery obrotowe: |
|----------------------------------|--|--|
| Rozdzielczość | HD 720p (1280x720) lub Full HD 1080p (1920x1080) | HD 720p (1280x720) lub Full HD 1080p (1920x1080) |
| Typ przetwornika | CMOS 1/2,8"-1/3" skanowanie progresywne | CMOS 1/2,8"-1/3" skanowanie progresywne |
| Częstotliwość odświeżania obrazu | 6, 12, 25 i 30 klatek/s | do 30 klatek/s |
| Czułość dzień/noc | min. 0,1lx / 0,04lx | 0,4lx / 0,04lx |
| Ilość strumieni danych | min. 2 | min. 2 |
| Kompresja obrazu | H.264 | H.264 |
| Jasność obiektywu | F1,4 | F1,6 |
| Interfejs sieciowy | Ethernet (10/100Base-T) | Ethernet (10/100Base-T) |

Kamery muszą posiadać funkcje manualnej i automatycznej regulacji ostrości, automatyczną regulację balansu bieli (WB), kompensację tylnego oświetlenia (BLC) i poszerzony zakres dynamiki (WDR).

1.2. Oprogramowanie wspomagające kamer wizyjnych

Aplikacje programowe kamer zasadniczo można podzielić na 2 grupy: poprawiające jakość obrazów i parametry (kompresję) strumieni danych oraz umożliwiające uzyskanie nowych funkcji użytkowych dokonanych w wyniku analiz cyfrowego obrazu.

Do pierwszej grupy aplikacji wpływających na jakości obrazów należą wcześniej wymienione WDR, DNR, WB, AGC, BLC, FLON. Na rynku pojawiają się kamery z coraz nowszymi funkcjami np. WDR Pro - z jeszcze lepszymi parametrami dynamiki, SNV – wyższą widocznością w nocy, DIS – cyfrową stabilizacją obrazów, czy Smart Stream z protokołem H.265 redukującym wielkość strumienia danych do 80% (w stosunku do H.264), co ma realny wpływ na przepustowość kanałów transmisyjnych oraz pojemności pamięci rejestratorów. Dostępne już są algorytmy ignorowania efektów zakłóceń o charakterze mgły, deszczu, poruszających się liści lub innych powtarzających się zakłóceń.

Wraz z ciągłym postępem technicznym, ilość tych aplikacji będzie się sukcesywnie zwiększała, umożliwiając uzyskanie jakościowo coraz lepszych parametrów obrazów nie tylko do obserwacji, lecz – co najbardziej istotne - do prowadzenia dalszych analiz programowych.

Druga grupa aplikacji jest również bardzo dynamiczna i znajduje się w ciągłym rozwoju technologicznym. Kilka przykładów:

- system identyfikacji tablic rejestracyjnych – dedykowany zwłaszcza tam, gdzie zachodzi potrzeba: monitorowania ruchu pojazdów drogowych, zarządzania wjazdami/wyjazdami pojazdów drogowych, pobierania opłat za przejazd lub miejsce parkingowe, sterowania ruchem pojazdów. Rozpoznawanie numerów tablic może odbywać się w trybie ciągłym lub może być wyzwolane sygnałem zewnętrznym. Każdy rozpoznany numer tablicy rejestracyjnej może zostać zapisany w bazie danych wraz z szczegółowymi informacjami - datą i godziną, numerem kamery oraz zdjęciem samochodu. Oprogramowanie pozwala na przeglądanie listy rozpoznanych numerów tablic wraz z odтворzeniem zdjęcia samochodu. W zależności od ustawień, mogą zostać zapisane także zdjęcia z innych kamer obserwujących np. zbliżenia postaci kierowcy;
- algorytm wykrycia ruchu lub obecności obiektów w zaznaczonym rejonie obrazu – doskonałe narzędzie umożliwiające ostrzeżenie i reakcję w sytuacji wykrycia pojazdów/osób lub innych przeszkód w strefie zamkniętego przejazdu, maszyn i pracowników w pobliżu skrajni toru z ewentualną detekcją wielkości obiektów;
- algorytmy wykrywania znikających obiektów z obserwowanego obrazu – przydatna funkcja np. w ochronie istniejącej infrastruktury;
- algorytmy definiowania wirtualnych stref i detekcji ich przekroczenia - funkcja przydatna np. w sytuacjach ochrony stref lub skrajni toru;
- algorytmy zliczania osób ze wskaźnikiem natężenia tłumy oraz ewentualnej detekcji paniki – przydatne np. w strefach dojść do peronów i samych peronów usytuowanych przy zatłoczonych miejscach w powiązaniu z możliwą identyfikacją osób, rodzajów zdarzeń w zależności od lokalizacji i przeznaczenia;
- algorytmy wykrywania i sygnalizacji utraty lub pogorszenia właściwości obrazu oraz zmiany pola widzenia kamery, detekcji manipulacji, zmiany pozycji lub zasłonięcia kamery.

1.3. Rejestratory obrazów systemów wizyjnych

Rejestrator jest elementem każdego systemu lub stanowiska dozoru. Głównym zadaniem rejestratora jest ciągły zapis obrazów wideo (a czasem sygnałów fonicznych) pochodzących z kamer zainstalowanych na dozorowanym obiekcie. W przypadku, gdy

stanowisko ma posiadać możliwość ciągłej obserwacji sytuacji, rejestrator może służyć jednocześnie jako wideo-konwerter, zamieniający strumień danych cyfrowych na sygnał wideo wyświetlany na monitorze. Dodatkowo może też służyć jako urządzenie do sterowania kamerami obrotowymi.

Wymagane jest, aby rejestrator zapisywał obrazy z parametrami co najmniej równymi jakości odczytanej przez kamery. Kluczowym parametrem rejestratora jest możliwy czas rejestracji, co bezpośrednio rzutuje na wymaganą pojemność nośnika zapisu.

Przykładowo dla jednej kamery pracującej z rozdzielczością full HD1080p, 30kl/s, kompresją H.264 wymagana jest pojemność nośnika ok. 65-70GB na dobę. Powszechnie stosowany, dostępny na rynku dysk pamięci o pojemności 2TB, pozwala na rejestrację zapisów w systemie składającym się z czterech kamer przez okres ok. 1 tygodnia. Dokładnych obliczeń wymaganej pojemności nośnika można dokonać za pomocą specjalnych, dedykowanych kalkulatorów, po określeniu wymagań użytkownika i konfiguracji systemu.

Możliwe są dwa rozwiązania rejestracji obrazu: w oparciu o dedykowany rejestrator autonomiczny lub podsystem komputerowy (wideo-serwer) z zainstalowaną aplikacją. Zastosowanie dwóch odrębnych urządzeń rejestrujących znacznie poprawia bezpieczeństwo zapisów. Sposób rejestracji i jego warunki techniczne w systemach przejazdowych kat. B określają stosowne wymagania PKP PLK S.A. zapisami instrukcji le-111.

Należy zwrócić szczególną uwagę, iż działanie oprogramowania rejestratora winno umożliwiać - w czasie dokonywania wyszukiwania lub obróbki zarejestrowanego nagranych materiału – ciągłą rejestrację odbieranych plików obrazów (w trybie online).

Tab. 3. Parametry rejestratorów wizyjnych IP na przejazdach

| Parametr: | Wymaganie: | Często stosowanie: |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Czas rejestracji z 4 kamer full HD 1080p (1920x1080) | Min. 72 godziny | od 3 do 7 dni |
| Format kompresji | H.264, MPEG4 | H.264/MPEG4/MJPEG |
| Ilość klatek obrazu | 25 klatek/s | do 30 klatek/s |
| Ilość/pojemność dysków | 2/2TB | 2-4/2TB |
| Ilość wejść/strumieni kamer | 4-8 | 4-8 |
| Zgrywanie danych | USB | USB, DVD |
| Interfejs sieciowy | Ethernet (10/100Base-T) | Ethernet (10/100Base-T) |

Sieciowe rejestratory umożliwiają również rejestrację dźwięku oraz podłączenie lokalnego monitora podglądu. Zapewniony jest automatyczny start zapisów (w/g ostatnich ustawień konfiguracyjnych) po włączeniu zasilania. Z poziomu rejestratora można zdefiniować ustawienia poszczególnych kamer i parametrów obrazu, skonfigurować strefy detekcji ruchu i czasu nagrywania. Przy lokalnym stanowisku można dokonać wyszukania pożądaných sekwencji lub pojedynczych obrazów i dokonać przeniesienia na inny nośnik (pamięć USB).

1.4. Podstawowe zalety i wady cyfrowych systemów wizyjnych

Konfiguracja systemów cyfrowych jest oczywiście bardziej skomplikowana niż w systemach analogowych - możliwych do stosowania tylko w prostych aplikacjach do obserwacji i rejestracji sygnałów oraz ich przesyłania na niewielkie odległości. Systemy analogowe są u swego schyłku i nie tylko ze względu na ograniczenia podstawowych parametrów, ale również brak podatności na nowe – oczekiwane funkcje użytkowe. Systemy cyfrowe, z cechą adresowalności urządzeń w budowanej sieci, to zdecydowanie, odmienne podejście umożliwiające definiowanie szeregu istotnych cech systemu dla potrzeb aplikacyjnych i końcowo dla jakości oraz funkcjonalności systemu dla użytkownika. I ta cecha – wraz z dostępnym asortymentem urządzeń sieciowej transmisji danych -

pozwała na uzyskanie dużej elastyczności w różnych rozwiązaniach technicznych lub przy zmianie potrzeb użytkownika.

Wysokie parametry jakościowe to kolejna zaleta cyfrowych systemów. Standardem jest stosowanie kamer o rozdzielczości 2Mpx dla uzyskania np. obrazu o jakości telewizyjnej full HD 1080p. Ale istotna w tej technice jest możliwość implikacji urządzeń o znacznie wyższej rozdzielczości dla obecnych zastosowań już nadmiarowych i powodujących konieczność zastosowania łączy o większej przepustowości i zwiększenia pojemności dysków matryc rejestratorów obrazu. Przy definiowaniu systemu trzeba zachować kompromis: w większości aplikacji nie są potrzebne tak duże parametry, a ewentualne ich zwiększenia powodują wzrost kosztów zabudowy. Jednak przy skomplikowanych analizach obrazu rozdzielczość musi być wysoka – ta obecna na poziomie full HD będzie niewystarczająca.

Cyfrowy rodzaj transmisji, z dochowaniem odpowiedniej przepustowości łączy, zapewnia zachowanie niezwykle dobrej jakości obioru i zapisu obrazu np. w postaci skompresowanego strumienia danych formatu H.264. W uwzględnieniu dostępności łączy i kabli światłowodowych pozwala to na przesyłanie obrazów na znaczne odległości bez utraty istotnych cech jakościowych sygnału oraz wpływu zakłóceń na obraz. Ale nie zawsze takie sieci są dostępne. Próby techniczne i praktyki eksploatacyjne pokazały, iż dopuszczalny zasięg w transmisji kablowej (parowej) sygnałów wizyjnych typowymi kablami TKM sięga ok. 1,4 km. Alternatywnym rozwiązaniem jest możliwość przesyłu radiowego sygnału dedykowanymi radioliniami (urządzeniami włączonymi do sieci LAN) pracującymi w paśmie kilku GHz. Przeprowadzone kilkumiesięczne testy pomiędzy posterunkami ruchu Wrocław Kuźniki i Wrocław Nowy Dwór potwierdziły pełną przydatność takich łączy i brak wpływu warunków pogodowych przy odległościach ok. 1 km pomiędzy antenami i przesyłania strumienia danych o wielkości do 20 Mb/s.

Komputerowe przetwarzanie i analiza sygnałów umożliwia wprowadzenie autodiagnostyki elementów składowych cyfrowych systemów sieciowych. Ta istotna zaleta systemu pozwala na wprowadzeniu elementów kontroli, diagnostyki technicznej i oceny stanu technicznego. Sieciowa organizacja systemu pozwala na wykrywanie, rejestrację, generowanie alarmów i komunikatów ostrzegawczych o szerokim zakresie, obejmującym przykładowo:

- a) stan działania urządzeń: kamer, rejestratorów, serwerów czasu rzeczywistego, urządzeń podtrzymania systemu – zasilania itp.;
- b) wykrytych zakłóceń i elementów analizowanych fragmentów obrazów;
- c) włączenia i odłączenia z systemu każdego urządzenia sieciowego;
- d) wykrywania zakłóceń w transmisji i komunikacji pomiędzy urządzeniami.

Powszechna dostępność urządzeń cyfrowej transmisji danych dla sieci IP systemów wizyjnych, jak i czasami stosowanych urządzeń (cyfrowych modemów transmisyjnych) w sieciach analogowych, nie może być związana z bezwarunkową ich implikacją w systemach kolejowych. Podstawowym elementem funkcjonalności jest zapewnienie możliwości przesłania np. rzeczywistego obrazu z kamery do miejsca obsługi bez znaczącego opóźnienia lub „zamrożenia” obrazu z efektem stopklatki na ekranie użytkownika. Te potencjalne wady systemów transmisji cyfrowej - nieistotne w typowych urządzeniach monitoringu lub dozoru obiektów - w warunkach związanych z prowadzeniem ruchu mogą być krytyczne.

Realne opóźnienie wyświetlenia obrazu z kamery – po jego przekodowaniu, przetransmitowaniu, odkodowaniu i wyświetleniu na ekranie - powinno być jak najmniejsze, ale zawsze będzie istniało. Wielkość tego czasu nie powinna przekraczać kilku sekund opóźnienia. Konieczne jest również stosowanie procedur sprzętowo – programowych wykrywających np. brak bieżącej transmisji z urzą-

dzenia sieciowego (zwłaszcza kamer) w celu niezwłocznego wygaszenia (wyciemnienia) obrazu prezentowanego na pulpicie użytkownika. Ze względów bezpieczeństwa np. w obsłudze przejazdów kolejowych niedopuszczalna jest ekspozycja obrazu stopklatki widoku przejazdu (obraz nieaktualny w czasie, bez zmian). Wielkość dopuszczalnego czasu wykrycia takiej usterki nie jest obecnie unormowana żadnymi przepisami lub wytycznymi. Dla sterowania przejazdami – przy 8 sekundowym wstępnym czasie ostrzegania oraz 14 sekundowym pracy napędów rogatekowych - wykrycie stanu obrazu „stopklatki” winno nastąpić wcześniej niż w 21 sekundzie. W takich przypadkach – wygaszenia obrazu – na ekranie monitora obsługi nie może być prezentowany jakkolwiek nierzeczywisty obraz wizyjny, z wyjątkiem pożądanego komunikatu ostrzegawczego np. o awarii lub braku transmisji. Tematyka ta – związana ze specyfiką transmisji w systemach sieciowych – jest czasem trudna i złożona, co wymaga szczególnej uwagi i doprecyzowania oczekiwanych parametrów i funkcji systemu.

2. FUNKCJE I OBSZARY OBECNYCH ZASTOSOWAŃ URZĄDZEŃ TELEWIZJI UŻYTKOWEJ

Przedstawione zalety konfiguracji cyfrowych systemów telewizyjnych, jak i duże możliwości implikacji w nich oprogramowania wspomagającego, rozszerzają obecnie zakresy zastosowań związanych pośrednio i bezpośrednio z bezpieczeństwem ruchu pociągów oraz obiektów infrastruktury kolejowej.

Dla przejazdów kat. A lub przejść kat. E sterowanych z odległości podstawową obecną funkcją jest zapewnienie bieżącej obserwacji rejonu przejazdu ze strefami dojazdu z obu stron. Obrazy z kamer obserwacyjnych są rejestrowane. Pomocniczo instalowane są kamery dla identyfikacji pojazdów – również dla każdego z kierunków jazdy. W standardowym wykonaniu na przejeździe instalowane są 4 kamery cyfrowe, urządzenia rozmowne i głośnik. Dla obserwacji rejonu przejazdu w warunkach nocnych lub awarii systemu oświetlenia zewnętrznego kamery posiadają promienniki podczerwieni o standardowym zasięgu ok. 30 metrów. W miejscu zdalnej obsługi prezentowane są wyłącznie obrazy z 2 kamer sytuacyjnych. Dwustronnie są transmitowane rozmowne sygnały foniczne. Rozmowy foniczne lub wygłaszane komunikaty ostrzegawcze mogą być również rejestrowane.

Przy stwierdzaniu końca pociągów wyłączną i jedną obecną funkcją jest zapewnienie bieżącej obserwacji rejonu toru stacyjnego dla obserwacji przejazdu składu pociągowego z wybranego kierunku. Obraz z kamery obserwacyjnej jest rejestrowany. Dla obserwacji przejazdu pociągu w warunkach nocnych system wyposażony jest w promiennik podczerwieni o zasięgu kilkudziesięciu metrów. W miejscu zdalnej obserwacji prezentowany jest wyłącznie obraz z 1 kamery sytuacyjnej (dla wybranego toru). W systemie cyfrowym sygnały dźwiękowe mogą być również zarejestrowane i przesłane do odsłuchu do miejsca obsługi.

Na stacjach i posterunkach ruchu znalazły zastosowanie urządzenia telewizji z kamerami stałymi lub obrotowymi dla monitoringu pracy manewrowej w poszczególnych głowicach manewrowych, torach odstawczych lub placach załadunkowych. W tych aplikacjach można na bieżąco monitorować sytuację ruchową. Pośrednio uzyskano również możliwość dozoru mienia i elementów infrastruktury kolejowej.

Urządzenia telewizji spotykane są również na dużych stacjach i służą do monitoringu sytuacji na peronach. W większości przypadków zdalnie obserwowane są krawędzie peronów, by ocenić możliwości prowadzenia ruchu w sytuacji ruchu podróźnych np. przy wsiadaniu lub wysiadaniu z pociągów.

3. FUNKCJE I OBSZARY NOWYCH ZASTOSOWAŃ URZĄDZEŃ TELEWIZJI UŻYTKOWEJ

Rozwój technologiczny urządzeń telewizji wpływający na możliwość uzyskania obrazów o dobrej jakości, nadających się do dalszej obróbki cyfrowych analiz i dostępna - zaimplikowana - komputerowa platforma sprzętowa pozwalają na perspektywiczny rozwój aplikacji dla nowych zastosowań mających wpływ na bezpieczeństwo w transporcie kolejowym.

3.1. Przejazdy i przejścia kolejowe w poziomie szyn

W zastosowaniach telewizji na przejazdach kat. A lub przejściach kat. E sterowanych z odległości, oprócz podstawowej funkcji obserwacji sytuacji ruchowej rejonu przejazdu lub przejścia, pożądana jest implementacja aplikacji wykrycia ruchu i/lub obecności obiektów w zaznaczonej strefie zamkniętego przejazdu przed wjazdem pojazdów szynowych na przejazd. W opisanej sytuacji można – poprzez analizę sytuacji w strefie kontrolowanej - automatycznie wygenerować komunikat ostrzegawczy (wizualizacyjny, dźwiękowy) dla uzyskania reakcji obsługi przejazdu w sytuacji niebezpiecznej obejmującej: wykrycie pojazdów w zakazanej strefie, wykrycie osób lub innych przeszkód w strefie zamkniętego przejazdu.

Podobnie można wdrożyć te funkcje na przejazdach samoczynnych kat. B lub C. Urządzenia telewizji zapewniają również pomocniczo podgląd sytuacji ruchowej w najbliższej nastawni – takie rozwiązanie jest szczególnie zalecane. I w tych przypadkach można tak samo automatycznie wygenerować komunikaty ostrzegawcze do miejsca zdalnego nadzoru w sytuacji potencjalnego zagrożenia - wykrycia nieuprawnionego wtargnięcia lub zajęcia kontrolowanej strefy przejazdu.



Fot.1. Widok przejazdu kat. A i zbliżającego się pociągu
[źródło: system monitoringu PKP PLK S.A. linii nr 132]

3.2. Punkty stwierdzania końca pociągów

W zastosowaniach stwierdzania końca pociągów, przy zapewnieniu bieżącej obserwacji wytypowanego rejonu toru stacyjnego, sugeruje się doposażenie stanowiska w dodatkowy monitor serwisowy obsługi - podglądu z możliwością cofania, wolnego odtwarzania zapisanego obrazu z przejazdu pojazdów szynowych. Funkcja taka może znacznie poprawić komfort obsługi w sytuacji obserwacji bardzo dynamicznie zmieniającego się obrazu (np. szybko jadący pociąg) - w przypadkach wątpliwych lub konieczności podglądu szczegółów - i to nie tylko końca pociągu, ale i przebiegu obserwacji całego przejazdu pociągu.

Bieżący podgląd może być dokonany też w widmie podczerwieni, co umożliwi szczegółową obserwację, rejestrację i analizę obrazów w celu oceny stanu technicznego przejeżdżającego taboru pod kątem wykrywania np. zagranych elementów układów jezdnych i może prowadzić do decyzji zatrzymania składu pociągowego w celu jego sprawdzenia. To potencjalne narzędzie jest niezwykle istotne, a wymaga tylko niewielkiej rozbudowy systemów telewizji w terenie i doposażenia stanowiska obsługi.



Fot.2. Widok pociągu z obszarem wykrycia zagrożenia
[źródło: system monitoringu PKP PLK S.A. linii nr 132]

Na ukazanym zdjęciu (fot.2) – wykonanym jako stopklatka – z kamery przejazdowej z rozdzielczością full HD i ramką 30 kl/s, zilustrowano zagrożenie występowania wysokiej temperatury i błysków pomiędzy wagonami – w pobliżu zestawów kołowych. Przy prędkości ok. 100 km/godz obraz jest nieostry – zamazany, co wynika z długości przemieszczenia się składu w określonym czasie równym czasowi migawki kamery. Kamera posiadała filtr podczerwieni. Stosując jednak inną ekspozycję i skracając czas wykonania klatki, wyrazistość zdjęcia może ulec poprawie. Ale ta sama sytuacja obserwowana w widmie podczerwieni przyniesie całkowicie inne efekty potencjalnego wykrycia zagrożenia – w tym przypadku zagrzania elementów osi zestawów kołowych. Już samo przetworzenie takiego niedostosowanego pod analizowanym kątem – obrazu, (poprzez odwrócenie kolorów), daje zupełnie inny obraz potwierdzający wykrycie nieprawidłowości.



Fot.3. Obraz przetworzony – kolory odwrócone
[źródło: materiały własne]

3.3. Monitoring robót remontowych i inwestycyjnych

Intensywność prowadzonych prac modernizacyjnych, remontowych i inwestycyjnych - zwłaszcza w połączeniu z zamiarem wydatkowania dużych środków finansowych - w uwzględnieniu ich bardzo dużego zakresu i ingerencji w eksploatowaną infrastrukturę na stacjach, posterunkach ruchu i szlakach, pozwala na zastosowanie urządzeń telewizji z kamerami stałymi lub obrotowymi dla monitoringu przebiegu tych prac budowlanych - w miejscach szczególnie zagrożonych i o dużym natężeniu ruchu kolejowego. To narzędzie może znacznie ułatwić i wzmocnić poczucie bezpieczeństwa przy pracach okresowych (wykonywanych w przerwach w ruchu), jak i prowadzonych w warunkach zachowania szczególnej ostrożności: w pobliżu skrajni toru, przy obiektach inżynierskich lub przejazdach o bardzo dużym natężeniu ruchu kołowego i pieszego – w tym przejazdach tymczasowych na czas robót. I nie jest tu celem bezpośrednie wprowadzenie zdalnej kontroli wykonawcy, lecz sposobu bieżącej kontroli wykonywania prac zgodnie z zatwierdzonym regulaminem technicznym prowadzenia ruchu pociągów w czasie

robót i możliwość wcześniejszej oceny wpływu tych prac na ochronę i zapewnienie większego bezpieczeństwa przez zarządcę infrastruktury. To działania zdecydowanie prewencyjne.

3.4. Bezpieczeństwo podróżnych na stacjach i obiektach kolejowych

Kolejny obszar zastosowań to monitoring obiektów stacyjnych, takich jak halle dworcowe, poczekalnie, tunele, schody (w tym ruchome), dojścia do wind i windy dla podróżnych (szczególnie dla niepełnosprawnych) oraz perony. Zastosowania mogą przynieść szereg korzyści w zakresie zachowania ładów i porządku publicznego, ochrony podróżnych i mienia kolejowego, przeciwdziałania aktom wandalizmu i przemocy. Dzięki systemom można bieżąco monitorować zdarzenia i ruch podróżnych, wykrywać również sytuacje nietypowe: paniki, pożary, aktów dewastacji – istotnych zwłaszcza w czasie godzin szczytów komunikacyjnych lub trwania imprez masowych. Dzięki algorytmom programowym można wykryć pozostawione rzeczy, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie jako element aktów terroru. I nie wolno lekceważyć i pomijać istnienia takich zagrożeń – skoro we współczesnym świecie są, to i będą się zdarzały w naszym kraju – i, niestety, prawdopodobnie coraz częściej.

Monitorując np. perony, obsługa uzyskuje dodatkowe źródła diagnostyczne, bo zapewne w obszarach obrazów kamer znajdują się wyświetlacze peronowe. Można monitorować ich prawidłowość pracy i poprawność wyświetlanych danych. To samo zagadnienie dotyczy instalacji zegarowych – prezentacji czasu dla podróżnych. Niedokładne lub niewłaściwe wyświetlanie czasu np. na zegarach peronowych można łatwo zwrotnie wykryć i następnie skorygować.

Mikrofony kamer mogą odbierać sygnały zapowiedzi, które również mogą być nagrane na serwerze i stanowić np. dowód zrealizowania czynności zapowiedzi jazdy pociągu dla określonego przewoźnika korzystającego z infrastruktury kolejowej.

4. PERSPEKTYWY BADAWCZO - NAUKOWE

Rozwój techniczny będzie prowadził do:

- e) możliwości pozyskania urządzeń o coraz lepszych parametrach jakościowych – nie tylko w zakresie wymagań środowiskowych, ale i parametrów technicznych: rozdzielczości i czułości kamer, szybkości transmisji itp. oraz wzrostu możliwych ilości algorytmów programowych obróbki obrazów i cyfrowych przetworników, co przyniesie poprawę jakości (czytelności) odczytów, zmniejszy poziom zakłóceń, jak i rozszerzy funkcjonalność;
- f) dalszej rozbudowy i większego skomplikowania technicznego systemów sieciowych, ale niekoniecznie w powiązaniu ze wzrostem kosztów jego instalacji. W dłuższej perspektywie, za te same środki finansowe będzie można pozyskiwać urządzenia o lepszych parametrach lub z dodatkowymi funkcjami oprogramowania wspomagającego;
- g) konieczności usystematyzowania procedur napraw awaryjnych, metod planowych prac serwisowych z uwzględnieniem cykli życia i metodologią czynności obsługowych oraz zasobem środków technicznych niezbędnych do ich przeprowadzenia. Specyfiką jest fakt powiązania i przenikania zagadnień branży teletechnicznej i sterowania ruchem, a więc koniecznością dyspozycji personelem z dość szeroką wiedzą techniczną i doświadczeniem;
- h) powstania możliwości nowych zastosowań diagnostycznych, serwisowych i obszarów analiz obrazów – już dziś można wprowadzić monitoring ruchu pociągów i pojazdów szynowych wzbogacony np. o pomiar i rejestrację ich prędkości, analiz zestawienia składów (rodzajów wagonów), odczytu numerów lokomotyw i numerów wagonów a nawet ilości osi składu.



Fot.4. Wykolejony na linii 132 skład pociągowy z fot.1-3 na skutek awarii zestawu kołowego wagonu [źródło: materiały własne]

PODSUMOWANIE

Cyfrowe, komputerowe systemy sieciowe telewizji użytkowej to bardzo nowoczesne i rozwijające się narzędzie w technice sterowania ruchem oraz wspierania prac diagnostycznych i serwisowych. Rola i zakres zastosowań telewizji będą się intensywnie zwiększały w różnych obszarach infrastruktury kolejowej. To realna potrzeba i uzyskanie wymiernych korzyści oraz wzrostu bezpieczeństwa – szeroko rozumianego dla warunków ruchu, podróży, ochrony osób i mienia, taboru i infrastruktury.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015.

BIBLIOGRAFIA

1. Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy Sterowania Ruchem Kolejowym, Politechnika Radomska 2012.
2. Dyduch J. (red. nauk): Innowacyjne systemy sterowania ruchem kolejowym. Politechnika Radomska 2010.
3. Wymagania na systemy telewizji przemysłowej stosowane na przejazdach kolejowo - drogowych kategorii B, Ie – 111 PKP PLK S.A. Warszawa 2014.

DIGITAL BROADCAST TV SYSTEMS VS RAIL TRANSPORT SAFETY

Abstract

This article discusses the implications and development of digital broadcast television systems for rail traffic control and transport infrastructure monitoring as well as describes the increasing influence of technical solutions on the improvement of traffic safety and maintenance conditions. The prospects of new applications of the systems are also presented here.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. **Janusz Dyduch** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu
mgr inż. **Roman Sabat** – Biuro Wdrożeniowo – Projektowe SABEL we Wrocławiu