

WYKORZYSTANIE KAMER CCD DO NADZORU PRACY ORGANÓW ROBOCZYCH MASZYN ROLNICZYCH

Jerzy Langman, Norbert Pedryc

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W artykule przedstawiono możliwości zastosowania kamer CCD, powszechnie instalowanych w systemach monitoringu obiektów, do ciągłej obserwacji organów roboczych maszyn rolniczych podczas ich pracy. Zaproponowano też rozwiązanie detektora zmian obrazu telewizyjnego z wykorzystaniem mikrokontrolera. Detektor zmian obrazu ma wywoływać alarm w sytuacji gdy nastąpi skokowa zmiana w obserwowanym obiekcie.

Słowa kluczowe: maszyna rolnicza, kamera CCD, obraz telewizyjny

Wstęp

Podczas pracy z zaczepianymi i zawieszanymi maszynami zachodzi konieczność obserwowania organów roboczych maszyn. Operator ciągnika podczas prowadzenia go po polu często musi spoglądać do tyłu, żeby skontrolować pracę organów roboczych maszyny, zwłaszcza podczas pracy w międzyrzędziach. Jest to niewygodne ze względów ergonomicznych i powoduje szybkie zmęczenie operatora agregatu rolniczego. Dlatego podjęto prace mające na celu wyeliminowanie tej sytuacji poprzez wprowadzenie do kabiny ciągnika urządzenia cały czas znajdującego się w polu widzenia operatora, za pomocą którego możliwa byłaby ciągła obserwacja organów roboczych maszyny rolniczej bez konieczności ciągłego spoglądania do tyłu będącego w ruchu ciągnika.

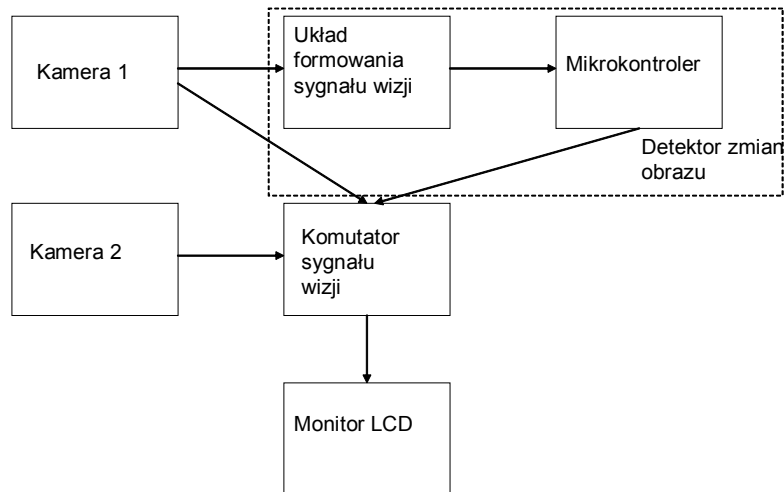
W tym celu opracowano prosty, a zarazem wydajny system ułatwiający nadzór nad jakością pracy organów roboczych agregatu rolniczego, z zastosowaniem kamer CCD wykorzystywanych w stacjonarnych systemach dozoru.

Budowa systemu nadzoru

Na rysunku 1 przedstawiono blokowy schemat proponowanego systemu nadzoru pracy organów roboczych maszyn rolniczych. System składa się z kamer CCD, komutatora sygnału wizyjnego, monitora LCD oraz układu detektora zmian obrazu przekazywanego z kamery.

Sygnał z kamery może być przekazywany albo bezpośrednio poprzez komutator sygnału wizyjnego do monitora, bądź też sygnał wizyjny z kamery można przesłać do komutatora oraz do detektora zmian obrazu, którego zadaniem jest wychwycenie zmian jakie zaszły w przekazywanym do monitora obrazie. Detektor zmian obrazu składa się z dwóch bloków funkcjonalnych. Zadaniem pierwszego bloku jest odpowiednie przygotowanie

sygnału wizji pozyskiwanego z kamery tak, aby wyeliminować składowe stałe oraz sygnały synchronizacji poziomej i pionowej. Tak uformowany sygnał wizyjny zawiera tylko informacje o wielkości składowych napięciowych odpowiadających za luminację oraz chrominancję obrazu. Składowe te następnie są uśredniane za pomocą kondensatora. Jakakolwiek zmiana w obrazie spowoduje zmianę w składowych luminacji i chrominancji sygnału telewizyjnego, powodując zmianę uśrednionej wartości napięcia odłożonego na kondensatorze. Uśredniona wartość napięcia odłożona na kondensatorze jest podawana na wejście przetwornika analogowo – cyfrowego sprzęgniętego z mikrokontrolerem. Zadaniem mikrokontrolera jest programowa automatyczna kalibracja układu detekcji zmian obrazu telewizyjnego, wykrywanie zmian w obrabianym obrazie i generowanie alarmu, jak również dostosowywanie kalibracji układu do powolnych zmian w obrazie na skutek np. niewielkich zmian oświetlenia dozorowanego obiektu bez wywoływania alarmu.



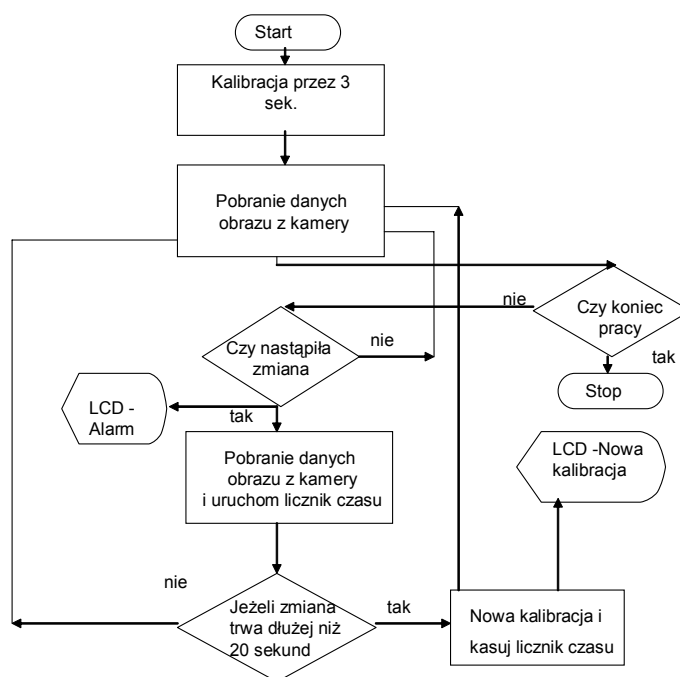
Rys. 1. Schemat blokowy systemu nadzoru pracy organów roboczych maszyn rolniczych

Fig. 1. Block diagram showing a system controlling operation of agricultural machinery working units

Komutator sygnału wizji zrealizowany został jako przełącznik mechaniczny, z wykorzystaniem kontaktronów, z uwagi na konieczność przełączania sygnałów zawierających składowe o polaryzacji zarówno ujemnej jak i dodatniej oraz ze względu na bardzo małą oporność przejścia na stykach, co nie powoduje strat w jakości sygnału wizyjnego. Przełączaniem sygnałów pochodzących z kolejnych kamer steruje mikrokontroler. Sygnały z kamer mogą być podawane sekwencyjnie do monitora LCD lub stale podawany jest sygnał z jednej kamery a w przypadku wykrycia zmian w obrazie pochodzącym z kamery aktualnie nie podłączonej do monitora mikrokontroler podłączy sygnał z niej do monitora.

Oprogramowanie mikrokontrolera obsługi detektora zmian obrazu

Algorytm programu przedstawiony jest na rysunku 2.



Rys. 2. Algorytm działania programu obsługi detektora zmian obrazu telewizyjnego

Fig. 2. Operation algorithm for handler of displayed television picture changes detector

Po załączeniu napięcia zasilającego przez 3 sekundy następuje kalibracja programowa detektora zmian obrazu poprzez zapamiętanie średniej wartości napięcia odłożonego na kondensatorze uśredniającym napięcia składowych luminancji i chrominancji obrazu telewizyjnego. Po zapamiętaniu wartości bazowej wyznaczane są dolne i górne granice zmian tegoż napięcia odniesienia (pole tolerancji). Zmiana uśrednionego napięcia wewnątrz wyznaczonych wartości granicznych (pola tolerancji) spowodowana niewielkimi zmianami w obrazie telewizyjnym nie będzie powodować alarmu. Założono 10% zmiany w górę i w dół od wyznaczonej wartości bazowej napięcia wyznaczonej podczas pierwszych 3 sekund pracy układu detekcji zmian. Po ukończonej kalibracji co 0,5 sekundy porównywana jest wartość napięcia na kondensatorze uśredniającym składowe obrazu telewizyjnego z wartościami wyznaczającymi górną i dolną granicę dopuszczalnych zmian. Gdy wynik porównania nie wykazuje przekroczenia wartości granicznych alarm nie jest wywoływany. W przeciwnym przypadku, gdy wynik porównania wykaże przekroczenie pola tolerancji zmian wywoływany jest alarm i uruchamiany jest licznik czasu oraz sygnał z kamery poprzez komutator zostaje podany do monitora umieszczonego w polu widzenia operatora agregatu rolniczego.

Komutator sygnałów telewizyjnych sterowany jest oddzielnym mikrokontrolerem, realizującym program do przełączania sygnałów z kamer według założonej kolejności. Sygnał alarmu spowoduje wywołanie przerwania programowego pochodzącego z mikrokontrolera obsługującego detektor zmian obrazu i rozpoczęcie wykonywania programu obsługi przerwania przez mikrokontroler obsługujący blok służący do komutacji sygnałów z kamer, przełączając kamerę, która zainicjowała alarm do wejścia monitora LCD. Algorytmu programu do obsługi komutacji sygnałów wizyjnych nie zamieszczono w niniejszym opracowaniu.

Jeżeli stan przekroczenia pola tolerancji zmian sygnału wizji będzie utrzymywał się przez 20 sekund zostanie zainicjowana powtórna kalibracja detektora, gdyż zaistniała sytuacja zostanie zinterpretowana przez program obsługi sygnału wizyjnego jako trwała zmiana. Fakt przeprowadzenia powtórnej kalibracji zostanie wyświetlony na ekranie LCD detektora zmian obrazu.

Podczas pracy programu skanowane są co 0,5 sekundy przyciski podłączone do mikrokontrolera obsługującego detektor zmian obrazu pozwalając na zakończenie jego pracy w każdym momencie.

Przykład realizacji systemu nadzoru pracy organów roboczych

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przykładowe umieszczenie kamery i monitora LCD w ciągniku rolniczym.



Rys. 3. Kamera zamontowana na ramie tylnej szyby ciągnika
Fig. 3. Camera fixed to the frame of tractor rear window



Rys. 4. Widok monitora LCD na desce przyrządów ciągnika

Fig. 4. View of LCD monitor in the tractor instrument panel

Kamera umieszczona została w tylnej części kabiny ciągnika na ramie tylnej szyby. Sygnał z kamery wprowadzany jest bezpośrednio na wejście monitora LCD wyposażonego w matrycę aktywną TFT, zasilanego bezpośrednio z instalacji pokładowej ciągnika rolniczego. Monitor zamontowano na desce przyrządów w polu widzenia operatora. Monitory LCD charakteryzują się niskim poborem prądu, Dobrą jakością obrazu oraz wysoką jasnością umożliwiając obserwację w pełnym oświetleniu słonecznym. Kamera połączona jest przewodowo z monitorem. Panel LCD umieszczony w polu widzenia operatora umożliwia wygodne śledzenie zarówno toru jazdy zestawu jak również widzi pracę organów roboczych. Z punktu widzenia ergonomii będzie to rozwiązanie optymalne pozwalające w znacznym stopniu odciążyć operatora, gdyż w rozwiązaniach najbardziej optymalnych operator może mieć całkowitą kontrolę patrząc tylko na wprost.

Przeprowadzone badania prototypu detektora zmian obrazu pozwalają na stwierdzenie iż spełnia on swoje zadanie. Możliwość automatycznej kalibracji pozwala na dostosowywanie się pracy detektora do zmiennych warunków oświetlenia.

Podsumowanie

1. Zaproponowany system nadzoru umożliwia zmontowanie kamer w różnych miejscach zagregowanej z ciągnikiem maszyny, co pozwoli śledzić nawet niewidoczne z miejsca operatora ciągnika zespoły robocze. Celowym jest stosowanie kamer w maszynach rolniczych tam, gdzie organy robocze są niewidoczne, słabo widoczne lub obserwacja sprawia konieczność oderwania wzroku od toru jazdy. Do takich miejsc należą między innymi szarpacz słomy w kombajnie zbożowym, nagarniacz i zespół wiążący w prasach, zespoły robocze obsypników, opielaczy, pługów itp.

2. Zaproponowane rozwiązanie systemu nadzoru można wyposażyć w detektor zmian obrazu i w przypadku gdy rejestrowany przez kamerę obraz ulegnie zmianie może być automatycznie wywołany alarm, informując operatora o zaistniałej sytuacji awaryjnej. Do jednego monitora można podłączyć więcej niż jedną kamerę stosując prosty ręczny przełącznik sygnałów wizyjnych z dołączonych kamer albo automatyczny, sekwencyjny przełącznik kamer.

Bibliografia

Pelka R. 2007. Mikrokontrolery. Architektura, programowanie, zastosowania, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa. ISBN: 83-206-1.
Videodetektor http://www.elektroda.pl/video/video_detek.html z dnia 15.04.2008.

USING THE CCD CAMERAS TO CONTROL OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY WORKING UNITS

Abstract. The article presents possibilities to use the CCD cameras commonly installed in object monitoring systems for continuous observation of agricultural machinery working units during their operation. Moreover, it proposes the concept of detector showing changes in displayed television picture using a microcontroller. Detector of picture changes is designed to trigger off alarm in case if step change occurs in an observed object.

Key words: farm machine, CCD camera, television image

Adres dla korespondencji:

Jerzy Langman; e-mail: rtlangma@cyf-kr.edu.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków