

Adrian DUDZIAK**
Karol JÓZEFOWICZ**
Andrzej RYBARCZYK*

TECHNOLOGIE INTERAKTYWNE W DYDAKTYCE

W niniejszej pracy przedstawiono rozwiązanie, które pozwala użytkownikowi komputera na sterowanie kursorem bezpośrednio na ekranie, niezależnie czy jest to ekran projektora czy ekran LCD. Sterowanie opiera się na wykrywaniu światła podczerwieni specjalnego pióra świetlnego przez kamerę. Takie rozwiązanie przypomina tablicę interaktywną, która jest ciekawym i efektywnym sposobem wspomagania prezentacji np. w obszarze dydaktycznym. Tradycyjna tablica interaktywna to urządzenie współpracujące z komputerem i projektorem multimedialnym. Działa jak duży ekran dotykowy, który w zależności od technologii w jakiej wykonano tablicę, może być obsługiwany za pomocą palca (technologia optyczna, pozycjonowania w podczerwieni, pojemnościowa) lub specjalnego pisaka (technologia elektromagnetyczna). Tablice interaktywne umożliwiają wyświetlanie dowolnej zawartości komputera, np. plików Microsoft Office, stron WWW, zdjęć czy filmów w dowolnym formacie. Jednak najważniejszą jej cechą jest pełna interakcja z użytkownikiem. Uczestnik prezentacji stojąc przy tablicy może obsługiwać dowolny program uruchomiony w komputerze. Na każdym wyświetlonym na tablicy obrazie/zdjęciu/tekście może pisać, notować, zaznaczać, podkreślać. Wszystkie, naniesione na tablicę notatki można zapisać, rozesłać pocztą e-mail, umieścić na serwerze szkolnym lub wydrukować. Tradycyjna tablica interaktywna jest sama w sobie jedynie dużym ekranem dotykowym i do pełni działania niezbędny jest komputer odpowiedzialny za zawartość oraz projektor, który wspomnianą zawartość wyświetli [1].

SŁOWA KLUCZOWE: tablica interaktywna, podczerwień, kamera

1. DOSTOSOWANIE KAMER DO PRACY Z PODCZERWIENIĄ

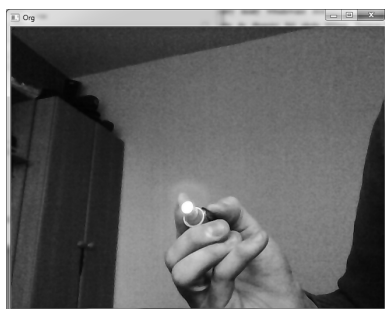
Wykonując standardowe fotografie wykorzystywane jest światło widzialne, którego długość fali mieści się w zakresie 400 - 780 nm. Długość fali światła podczerwieni jest dłuższa od światła czerwonego i ten zakres jest już niewidoczny dla ludzkiego oka. W fotografii podczerwieni nie używa się całego widma podczerwieni, a jedynie zakres bliski podczerwieni (NIR) pomiędzy 700 a 1000 nm. Właśnie na ten zakres promieniowania czułe są matryce normalnych aparatów i kamer cyfrowych [2].

* Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Lesznie.

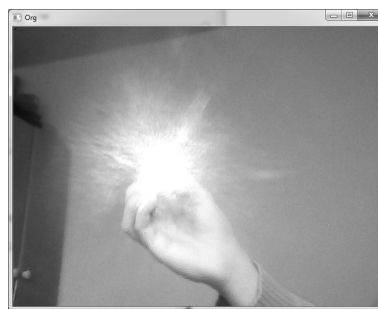
** Politechnika Poznańska.

Współczesne aparaty cyfrowe projektowane są jednak w taki sposób, że przed matrycami umieszcza się filtry dolnoprzepustowe, których zadaniem jest blokowanie promieniowania podczerwieni [3].

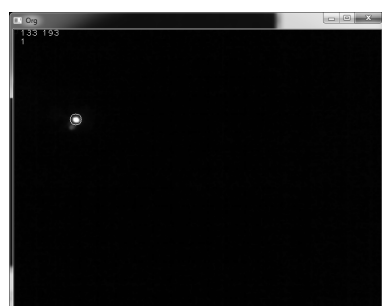
Kamery należy dostosować tak, aby blokowały zakres światła widzialnego dla ludzkiego oka, pozostawiając podczerwień, można tego dokonać za pomocą filtrów. W projekcie zastosowano kamerę USB z matrycą CMOS o rozdzielczości 800x600. Kamera miała wbudowany stosunkowo słaby filtr dolnoprzepustowy, przepuszczający światło do długości fali około 900 nm. Świecąc diodą LED o największej mocy promienistej dla długości fali 940 nm (bliska podczerwień) w obiektyw kamery z filtrem dolnoprzepustowym nadal widać punkt podczerwieni (rys. 1). O wiele mocniejsze światło podczerwieni zaobserwować można demontując filtr dolnoprzepustowy (rys. 2). Ostatecznie na kamerę założony został filtr podczerwieni - blokuje on światło widzialne. Na zdjęciach przedstawiono obraz z kamery z wbudowanym filtrem dolnoprzepustowym i z nałożonym filtrem podczerwieni (rys. 3) oraz obraz z kamery bez filtra dolnoprzepustowego i z nałożonym filtrem podczerwieni (rys. 4). Obiektów oświetlono tą samą diodą z tej samej odległości – 50 cm.



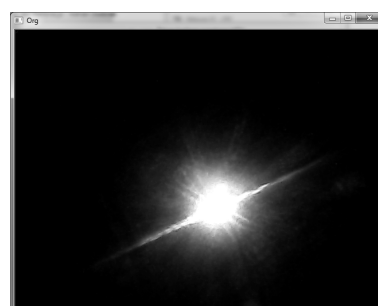
Rys. 1. Obraz kamery bez modyfikacji, wbudowany filtr dolnoprzepustowy, brak filtra podczerwieni



Rys. 2. Obraz kamery po modyfikacji, zdjęty filtr dolnoprzepustowy, brak filtra podczerwieni



Rys. 3. Obraz kamery po modyfikacji, wbudowany filtr dolnoprzepustowy, nałożony filtr podczerwieni



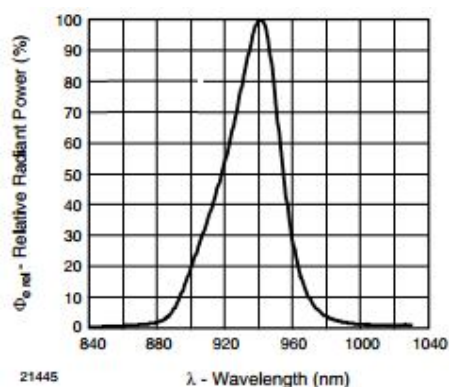
Rys. 4. Obraz kamery po modyfikacji, zdjęty filtr dolnoprzepustowy, nałożony filtr podczerwieni

2. KONTROLER – “PIÓRO ŚWIETLNE”

Kontrolerem jest tzw. pióro świetlne (rys. 5) z diodą TSAL6200, zasilane z baterii AAA 1,5 V. Dioda pracuje w zakresie bliskim podczerwieni – 940 nm [4] (rys. 6), włączana jest przyciskiem na kontrolerze. Zdecydowano się zastosować podczerwień jako światło całkowicie niewidoczne dla ludzkiego oka, a dodatkowo projektory multimedialne też nie emitują światła w podczerwieni lub emitują w bardzo ograniczonym stopniu, podobnie jak matryce LCD. Takie właściwości pozwalają na bardzo dobrą wykrywalność światła pióra świetlnego po odpowiednim przygotowaniu kamery wykrywającej. Odpowiednia struktura programu i konfiguracja kamer umożliwi jednak sterowanie kursorem za pomocą dowolnego koloru wykrytego na obrazie z kamery.



Rys. 5. Pióro świetlne



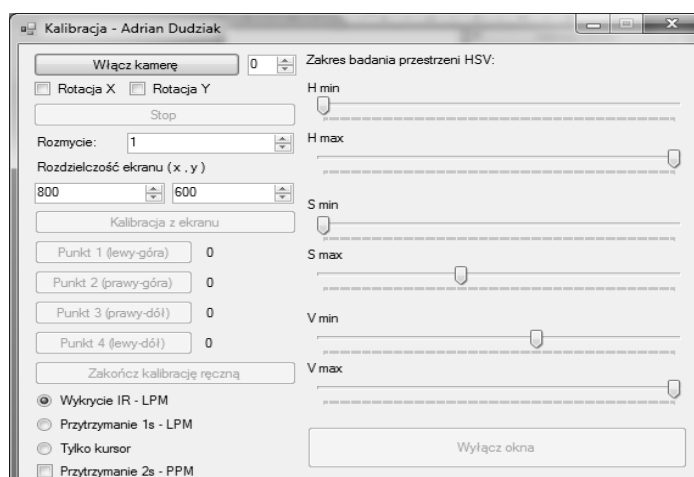
Rys. 6. Zakres długości fali i moc promienista dla diody

3. OPROGRAMOWANIE STERUJĄCE

Oprogramowanie sterujące napisano w oparciu o bibliotekę OpenCV 2.4.9.0 w środowisku Visual Studio Express 2013. OpenCV to biblioteka przetwarzania obrazów oparta na otwartym kodzie. Biblioteka posiada ponad 500 funkcji przydatnych w wielu aspektach przetwarzania obrazów [5]. Zadaniem programu jest przechwycenie obrazu z kamery, przekształcenie perspektywy obrazu według wcześniejszej kalibracji, wykrycie punktu podczerwieni i przeliczenie jego pozycji na pozycje kursora.

Szereg funkcji umożliwia dostosowanie kamery i odpowiednie wykrycie światła podczerwieni. Należą do nich: wybór źródła obrazu, zmiana osi obrazu (pomocne w przypadku niewłaściwego ustawienia kamery w stronę ekranu projektora), rozmycie w celu eliminacji zakłóceń i ziarnistości obrazu, mogącą

mieć wpływ na detekcję punktów, ustalenie rozdzielczości wyjściowej, wykorzystywanej w przeliczaniu pozycji kursora, kalibracja ekranu, tryby działania kursora po wykryciu punktu, ustalenia zakresu kolorów w przestrzeni barw HSV jakie będą brane pod uwagę przy wykrywaniu punktu. Okno opracowanego programu przedstawia rys. 7.



Rys. 7. Program sterujący

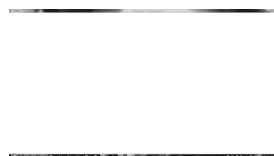
4. OPROGRAMOWANIE DODATKOWE

Darmowe i niewielkie narzędzie do rysowania po pulpicie **Epic Pen** pozwala rysować linie o różnej grubości w dowolnym kolorze (do dyspozycji jest 16 barw). Program może być wykorzystany dla zanotowania lub utworzenia poradnika opisującego działanie dowolnej aplikacji. Efekty pracy zapisać można w postaci pliku PNG [6]. Na rys. 8 można zauważyć okno programu Epic Pen.

Dodatkowym narzędziem jest przygotowany kolejny program – **Biała tablica**, który po włączeniu pokazuje jedynie białe tło okna, przydatne podczas niektórych zastosowań gdy potrzebna jest biała tablica. Rys. 9 pokazuje okno tego programu.



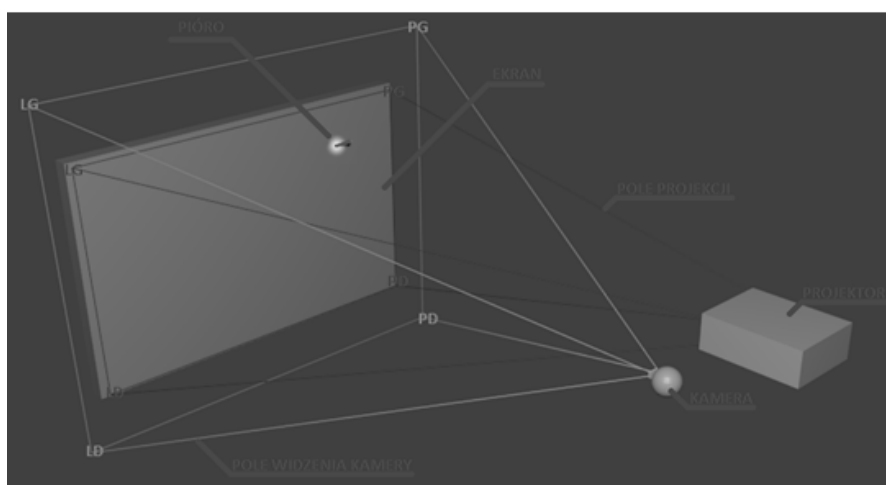
Rys. 8. Epic Pen – okno programu



Rys. 9. Biała tablica – okno programu

5. STANOWISKA LABORATORYJNE

Podstawowym zastosowaniem tego systemu jest **kontrola na ekranie projekcyjnym**, gdzie projektor wyświetla obraz na tablicy lub ekranie. Obraz rejestruje kamera ustawiona z boku. Takie zastosowanie symuluje działanie tablic interaktywnych dostępnych rynku. Operator przy zastosowaniu odpowiednich programów może mieć do dyspozycji wiele wirtualnych narzędzi wspomagających prezentację. Ustawienie i elementy całego systemu w tej koncepcji obrazuje rys. 10. Wymagane są następujące elementy: projektor, przerobiona kamera, pióro świetlne, tablica/ekran/ściana, komputer + oprogramowanie sterujące.

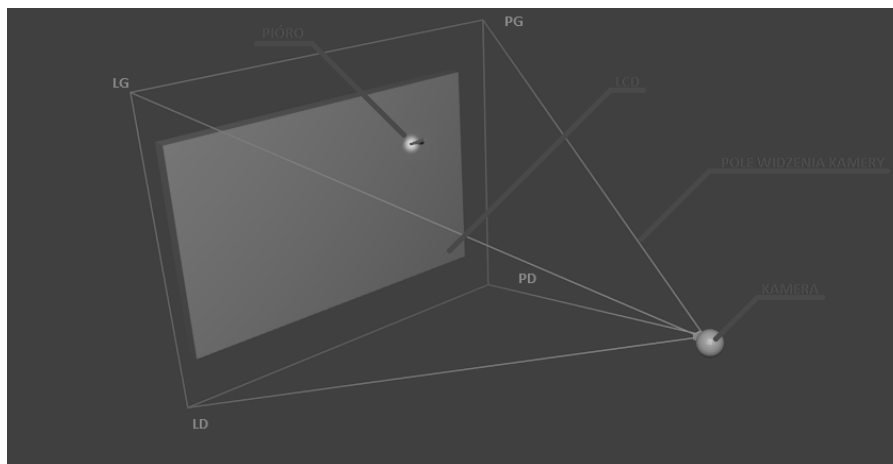


Rys. 10. Koncepcja 1 – tablica z projektorem

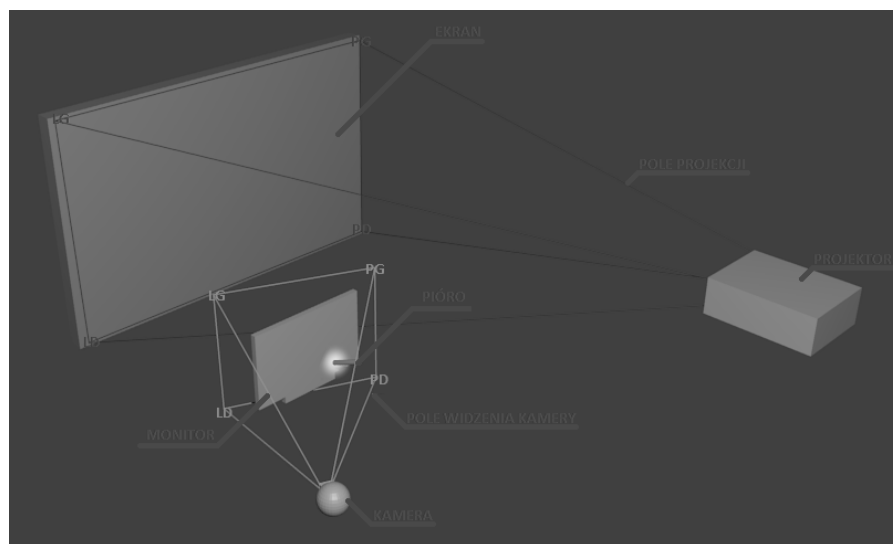
Taki system może być montowany w niemal każdej sali dydaktycznej usprawniając prezentację, wykład itp. Wadą rozwiązania jest zasłanianie przez sylwetkę operatora obrazu rzucanego przez projektor zarówno dla publiczności jak i samego operatora.

Kontrola na powierzchni, która wyświetla obraz czyli na ekranie monitora lub telewizora, jest podobna do tabletu z ekranem dotykowym gdzie używa się rysika. Ustawienie i elementy całego systemu w tej koncepcji obrazuje rys. 11. Wymagane są następujące elementy: monitor, przerobiona kamera, pióro świetlne, komputer + oprogramowanie sterujące. Wadą jest wyższy koszt takiego rozwiązania. Monitor prezentacyjny musi być odpowiednio duży, co pociąga za sobą koszty. Jednak obraz nie będzie zasłaniany dla operatora, a zalety „dotykowego” ekranu LCD docenią wszyscy uczestnicy spotkania lub wykładu. Kładąc ekran LCD poziomo można

zbudować też stół, jako ciekawy sposób prowadzenia prezentacji lub burzy mózgów w małym gronie osób. W układzie z małym monitorem można podłączyć dodatkowo projektor multimedialny by przedstawić pracę w szerszym gronie osób, taki układ przedstawia rys. 12.



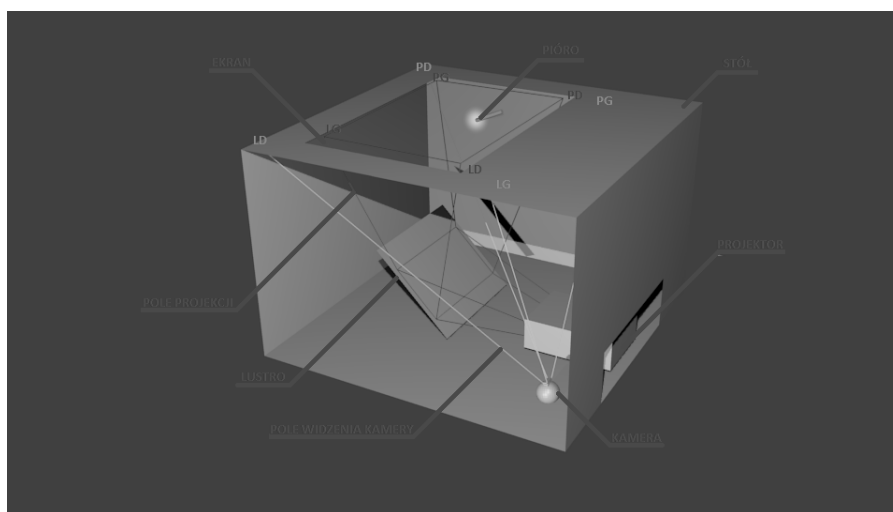
Rys. 11. Koncepcja 2 - LCD i tablica z projektorem



Rys. 12. Koncepcja 3 - LCD i tablica z projektorem

Stół projekcyjny to kolejny prototyp stanowiska (rys. 13). Stół wykorzystuje metodę projekcji od dołu na przepuszczalny ekran między arkuszami pleksi. Ma tą zaletę nad stołem zbudowanym na podstawie ekranu

LCD, że kamera jest wewnątrz obudowy i jest odseparowana od warunków zewnętrznych. W takim przypadku kamera nie zostanie zasłonięta przez operatora. Przy odpowiedniej modyfikacji konstrukcji można stół rozszerzyć, wykorzystując kilka projektorów tworząc panoramiczny obraz. Rozwiązanie może być pomocne w trakcie wspólnego tworzenia jakiegoś projektu lub podczas ćwiczeń.



Rys. 13. Koncepcja 3 - stół projekcyjny

6. PODSUMOWANIE

Założeniem przedstawionej pracy było zbudowanie urządzenia wykorzystującego technologie interaktywne i cel został osiągnięty. Opracowane rozwiązania w fazie testowej nie ustępują w dużym stopniu urządzeniom dostępnym na rynku. Podstawową zaletą przedstawionego w pracy rozwiązania jest znacznie niższy koszt w stosunku do rozwiązań dostępnych na rynku. Koszt samych tablic interaktywnych dostępnych na rynku wynosi kilka tysięcy złotych, natomiast w opisanym rozwiązaniu najdroższym elementem jest kamera USB (około 100zł), następnie filtry podczerwieni i diody (około 50zł). Projekt może być dalej rozwijany w obszarze doskonalenia techniki wykrywania punktu świetlnego, dostosowania kamer i filtrów w celu eliminacji zakłóceń obrazu.

Kolejnym etapem rozwojowym może być implementacja w programie funkcji multitouch, która pozwoli na jednoczesną pracę wielu osób. Lub stworzenie specjalnego oprogramowania użytkowego, które nie będzie korzystało z kursora, a od razu wykorzysta do działania namiary punktów

światła. Biblioteka OpenCV umożliwia wykrywanie konkretnych kształtów np. twarzy. Po dostosowaniu programu można będzie sterować kursorem za pomocą dłoni poprzez rozpoznawanie gestów i rezygnację z pióra świetlnego.

Kolejną propozycją może być opracowanie oprogramowania pomocnego dla różnych dziedzin nauki. Np. w przypadku matematyki, mogą to być wirtualne narzędzia takie jak cyrkiel, kątomierz, ekierka, linijka.

Przy zastosowaniu drugiej kamery ustawionej pod kątem 90 stopni w stosunku do pierwszej, możliwe jest napisanie programu pozwalającego na pozycjonowanie w trzech wymiarach. Funkcja istotna w przypadku pracy z grafiką lub w innych przypadkach wykorzystujących trójwymiarowe pozycjonowanie.

LITERATURA

- [1] http://www.multimediaw Szkole.pl/baza_wiedzy/tablice_interaktywne/co_to_jest_tablica_interaktywna_i_jak_dziala.html (dostęp 12.12.2014)
- [2] Farace J., „Complete Guide to Digital Infrared Photography”, LARK BOOKS, ISBN 1-57990-772-4, s. 14-15.
- [3] <http://www.bartoszkies.pl/fotografia-w-podczewieni> (dostęp 12.12.2014)
- [4] <http://www.vishay.com/docs/81010/tsal6200.pdf> (dostęp 12.12.2014)
- [5] Bradski G., Kaehler A., “Learning OpenCV, O’Reilly”, ISBN 978-0-596-51613-0, s 1.
- [6] <http://download.komputerswiat.pl/akcesoria-i-narzedzia/akcesoria-i-narzedzia-inne/epic-pen> (dostęp 12.12.2014)

INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING

An example of the construction of the interactive whiteboard using a USB camera, infrared radiation and OpenCV library. The proposed solution allows a user to control a computer cursor directly on the display screen, whether it is a projector screen or LCD screen. Interactive whiteboard is an interesting and effective way to support the presentation eg. in teaching. The proposed solution is cheaper than commercial products.