

Innowacyjne zastosowania bezkontaktowych interfejsów użytkownika w rozpoznawaniu gestów i telemanipulacji

Artykuł recenzowany

Streszczenie

W pracy przedstawiono pilotażowe prace projektowe w warstwie sprzętowej i programowej oraz otrzymane na ich podstawie wyniki badań funkcjonalności, ograniczeń i parametrów technicznych nowatorskich zastosowań bezkontaktowych interfejsów użytkownika w dwóch polach aplikacyjnych: 1. rozpoznawania gestów np. w systemach przywoławczych, dla sterownika Kinect 2. telemanipulacji lokalnej i na duże odległości na przykładzie sterowania systemem telemanipulatora Robin Heart w warunkach sterylnego laboratorium lub sali operacyjnej, dla kontrolera Leap Motion™. Na uwagę zasługuje innowacyjna integracja precyzyjnego kontrolera Leap Motion™ z systemem sterowania rodziny telemanipulatorów Robin Heart, co pozwoliło na przeprowadzenie testów zadawania pozycji kartezjańskiej XYZ manipulatorowi toru wizyjnego RH Vision. Równolegle przeprowadzono analizę możliwości i przydatności do zadań biomedycznych alternatywnego rozwiązania bezdotykowego systemu MMI - urządzenia Kinect™. Wyznaczono warunki poprawnej pracy urządzenia w polu rozpoznawania gestów, które może z powodzeniem już w niedługim czasie wkroczyć do systemów przywoławczych, jako nowy bardziej wygodny i funkcjonalny standard np. na salach obłożnie chorych. Dla obydwu rozwiązań wyznaczono czasy opóźnień wprowadzanych przez sterowniki podczas akwizycji, przetwarzania i transmisji sygnałów.

**PAWEŁ KOSTKA,
ALICJA NAWRAT,
ŁUKASZ
ANTONIAK,
WOJCIECH
SADOWSKI,
ZBIGNIEW
MAŁOTA**

Fundacja Rozwoju
Kardiochirurgii,
Pracownia Biocybernetyki,
Wydział Inżynierii
Biomedycznej
Politechniki Śląskiej,
Śląski Uniwersytet
Medyczny

Słowa kluczowe:

**interfejs
użytkownika,
telemanipulacja,
sterowanie
bezkontaktowe,
rozpoznawania
gestów, systemy
przywoławcze,
telemanipulator
chirurgiczny**

WPROWADZENIE

Rozwój komputeryzacji i informatyzacji prawie wszystkich dziedzin życia ludzkiego wywołał w ostatnim czasie wzrost liczby tworzonego oprogramowania oraz ilości nowych technologii udostępnianych przez ich twórców i producentów dla projektantów

... i programistów innowacyjnych systemów w różnych polach aplikacyjnych. Ich twórcy szukają nie tylko rozwiązań umożliwiających usprawnienie procesu pozyskiwania i przesyłania danych, ale chcą też zmienić sam sposób kompletowania informacji. Nowe technologie umożliwiają powstawanie zróżnicowanych interfejsów, dzięki którym w wielu aplikacjach

użytkownik nie musi już używać „tradycyjnej” klawiatury i myszki. Zastąpiono je m.in. narzędziami, które rejestrują ruchy ciała ludzkiego i dekodują je na konkretne zaimplementowane polecenia. Dzięki takiemu rozwiązaniu projektowane systemy charakteryzują się dobrą szybkością przekazywania informacji oraz jednoznacznością ich interpretacji.

Interfejs człowiek-maszyna (MMI: Man-Machine Interface) w systemach przemysłowych, powszechnego użytku czy w specjalizowanych polach np. urządzeń biomedycznych [1], stanowi pomost między złożonym systemem technicznym a użytkownikiem, który nie musi być i często nie jest ulokowany w obszarze inżynierskim i technicznym. Wynika z tego kluczowa rola interfejsu MMI udostępniania operatorowi pełnej funkcjonalności zaimplementowanej w system czy aparaturę, a od przyjętych rozwiązań, jego intuicyjności może zależeć powodzenie wdrożenia prototypowego systemu w nowym polu zastosowań.

Systemy zadawania parametrów ruchu, stosowane w telemanipulacji pracującej w strukturze sterowania Master-Slave w istniejących rozwiązaniach posiadają

temy przywoławcze. Każda sala chorych w placówkach służby zdrowia musi być wyposażona we wspomniana instalacje. Obecnie najczęściej wykorzystywane są systemy przewodowe, stacjonarne oparte na prostej technologii związanej z obwodami elektrycznymi. W tym przypadku zgłoszenie wywołuje odpowiedni przycisk znajdujący się przy łóżku pacjenta. Proces jest szybki, lecz czytelność komunikatów nie zawsze zrozumiała. Obecne systemy posiadają wiele ograniczeń spowodowanych założeniami związanymi z ich obsługą. Umieszczenie przycisku na ścianie nad łóżkiem stanowi duże utrudnienie dla osób hospitalizowanych, których ruchy ciała są ograniczone.

W przypadku systemów oferujących przyciski bezprzewodowe problemem może okazać się sytuacja upadku urządzenia, zagubienia lub wyczerpania baterii.

Celem prac, których wyniki prezentowane są w artykule jest ocena funkcjonalności, precyzji i innych parametrów technicznych (np. wartości opóźnień w akwizycji, przetwarzaniu i transmisji sygnału) nowatorskiej technologii bezkontaktowego interfejsu użytkownika Leap Motion, zintegrowanego z autorskim rozwiązaniem z systemem sterowania Master-Slave telemanipulatorów rodziny Robin Heart a w przypadku sterownika Kinect, przeprowadzenie analiz i badań, które zweryfikowałyby użyteczność tego urządzenia

sterowania Master-Slave telemanipulatorów rodziny Robin Heart a w przypadku sterownika Kinect, przeprowadzenie analiz i badań, które zweryfikowałyby użyteczność tego urządzenia

w polach aplikacyjnych wymagających rozpoznawania gestów, które będą wyznaczać wysokie standardy w nowoczesnych, intuicyjnych dla człowieka systemach przywoławczych.

Systemy zadawania pozycji/prędkości opracowane w PB FRK dla sterowania manipulatorami RiH



Rys. 1 Zestawienie rozwiązań systemów zadawania pozycji lub prędkości telemanipulatorów Robin Heart.

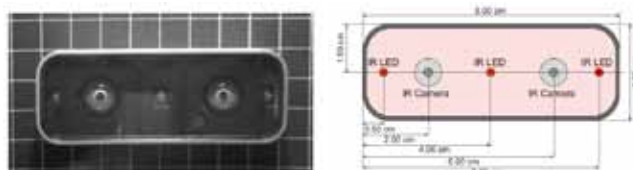
mimo zoptymalizowanej intuicyjności również ograniczenia, jakim może być limitowana przestrzeń pracy z niejednorodnie mapowaną funkcjonalnością, uwarunkowaną chwilową pozycją manipulatora, znaczne wymiary czy brak możliwości lub zachowania sterylności, wymaganej w warunkach sali operacyjnej [1].

Pracując nad rozwojem rodziny telemanipulatorów Robin Heart równolegle z prototypami ramion wykonawczych (Slave) toru narzędziowego i wizyjnego opracowano serię rozwiązań manipulatorów Master [4], należących (z wyłączeniem sterowania głosowego) do rozwiązań kontaktowych interfejsów operatora (rys.1), sterowane ramieniem, stopą czy czujnikiem akcelerometrycznym MEMS, który w formie pastylki może być umieszczony na dowolnym obiekcie zadawania parametrów ruchu.

Przykładem systemów, w których priorytet stanowi szybkość generowania komunikatów, są szpitalne sys-

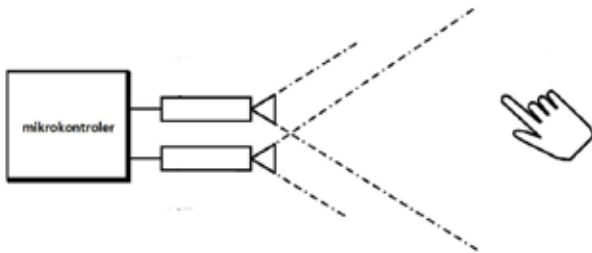
BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA TESTOWANYCH TECHNOLOGII: LEAP MOTION ORAZ KINECT - KONTROLER LEAP MOTION

Kontroler Leap Motion™[2], należący do grupy optycznych urządzeń śledzenia trajektorii obiektów (optical tracking systems) jak pokazano na rys.2 składa się z trzech nadajników oraz dwóch kamer odbiorczych IR, które wraz z API (Application Programmer Interface) pozwalają uzyskać pozycję XYZ w przestrzeni kartezjańskiej (rys.3) dla predefiniowanych obiektów np. palec, wskaźnik, długopis. Zastrzeżony

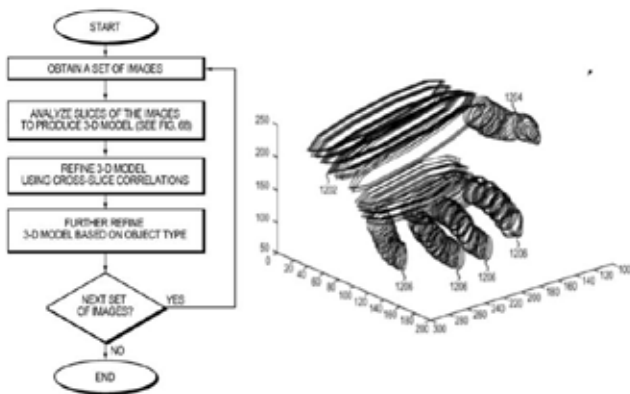


Rys. 2 Widok i struktura kontrolera Leap Motion.

w patencie [5] algorytm wyznaczania współrzędnych zidentyfikowanych obiektów przedstawia rys.4 z przykładem segmentacji 3D dłoni.



Rys. 3 Schemat zasady działania kontrolera Leap Motion™ [5].

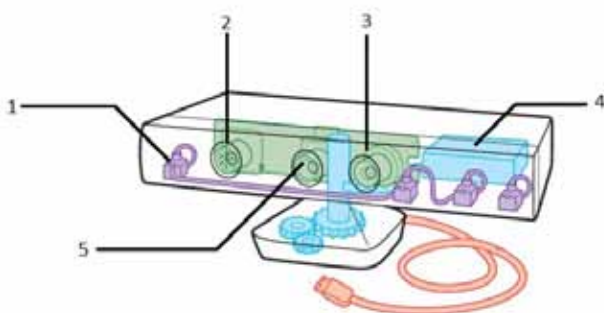


Rys. 4 Algorytm rekonstrukcji obiektu 3D na podstawie zarejestrowanej serii obrazów 2D (po lewej). Przykład rekonstrukcji obiektu 3D w przestrzeni kartezjańskiej (po prawej) (Leap Motion) [5].

STEROWNIK KINECT

W skład schematycznie przedstawionej na rys.5 struktury sterownika Kinect[4] wchodzi:

1. Zestaw **czterech mikrofonów kierunkowych** - wykorzystywany przez funkcje rozpoznające komendy głosowe,
2. **Emiter podczerwieni** - laserowy projektor wiązki promieni podczerwonych. Emituje fale o długości 830 nm i około 60 mW mocy.
3. **Kamera głębokości** - cyfrowy przetwornik obrazu. Posiada wbudowany filtr umożliwiający przepuszczanie fal świetlnych o długości odpowiadającej zakresowi promieni podczerwonych.



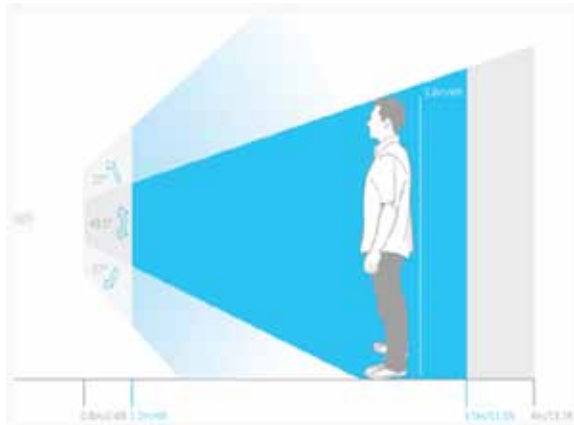
Rys. 5. Budowa sterownika Kinect

4. **Automatyczny kontroler nachylenia** - silnik elektryczny poruszający głowicą czujnika.

5. **Kolorowa kamera RGB** o rozdzielczości 1280 x 1024 pikseli - pobiera obraz z szybkością 30 FPS3, umożliwiającą rejestrowanie obrazu w formacie sRGB lub YUV4.

Zakresy katalogowe, zweryfikowane podczas badań funkcjonalnych sterownika przy rozpoznawaniu gestów w pola widzenia czujnika wynoszą odpowiednio:

1. Płaszczyzna pionowa : **43°**
2. Płaszczyzna pozioma : **57°**.



Rys. 6 Lokalizacja operatora wynikająca z konstrukcji kontrolera Kinect.

Na podstawie wskazań katalogowych i badań podczas realizacji projektu wyznaczono optymalną odległość operatora od czujnika: 1.2 – 3.5m (rys.6).

Zasada działania śledzenia ruchów obiektu (trajektorij tracking) oparta jest na procesie pomiaru głębokości (rys.7).



Rys. 7 Ilustracja zasady działania sterownika Kinect.

A. Emiter podczerwieni wytwarza wiązkę promieni o ustalonym wzorze „kropek”. Powtarzany jest 9-krotnie wzorek o rozmiarze 211 x 165 pikseli (razem 633 x 495), z których około 11% jest rozjaśnionych (Kinect Pattern).

B. Procesor PrimeSense 1080 koreluje obraz z kamery IR z zapisanym wzorcem (okno jest wymiaru 9x9 przy rozdzielczości obrazu 1280x1024) i wyznacza paralaksę podłużną (disparity) z subpikselową (1/8) dokładnością.

C. Obrazy dostarczane przez kontroler nie odpowiadają rozdzielczościom przetworników i dla częstotliwości przetwarzania 30 obrazów na sekundę wynoszą:

a. obraz kolorowy 640 x 480 pikseli x 8 bitów (konieczne jest odtworzenie kolorów z macierzy Bayera),
 b. obraz w podczerwieni: 640 x 488 pikseli x 8 bitów (można otrzymywać albo RGB albo IR, nie ma jednocześnie rejestracji),

c. mapa głębokości: 640 x 480 pikseli x 11 bitów, ale ostatnie 8 pikseli w wierszu nie zawiera informacji więc rozdzielczość wynosi praktycznie 632 x 480.

d. Kolejnym procesem jest analiza uzyskanej struktury, przeliczanie odległości między punktami siatki oraz obliczenie obrazu głębokości czyli odległości między śledzonymi punktami a czujnikiem. Taka analiza struktury punktów daje informacje zarówno o położeniu obiektu jak i jego kształtach i ustawieniach. Odczytane przez czujnik dane reprezentowane są przy użyciu trójosiowego kartezjańskiego układu współrzędnych.

INTEGRACJA BEZKONTAKTOWEGO STEROWNIKA ŚLEDZENIA TRAJEKTORII LEAP MOTION Z SYSTEMEM STEROWANIA RODZINY TELEMANIPULATORÓW ROBIN HEART.

Przedstawiona w tym podrozdziale warstwa sprzętowa i programowa systemu integrującego bezkontaktowy sterownik Leap Motion™ z systemem sterowania telemanipulatora Robin Heart stanowiła największe wyzwanie opisanego w pracy projektu.

Struktura warstwy sprzętowej systemu sterowania telemanipulatora RH Vision z kontrolerem Leap Motion jako zadajnika Master przedstawiona jest na rys.8.

Główna pętla systemu sterowania, pracująca w systemie czasu rzeczywistego RT, łącząca zadajnik Master i ramię wykonawcze Slave zaimplementowa-

na jest na sterowniku przemysłowym NI z magistralą PXI, wyposażonym w specjalizowane karty kontrolno-pomiarowe, w tym z protokołem CAN, który steruje sterownikami niskiego poziomu EPOS, jednostek napędowych firmy Maxon zrobotyzowanego ramienia o czterech stopniach swobody.

W warstwie programowej główna pętla odświeżania systemu nadążnego Master-Slave:

- skanuje stan czujników zadajnika Master, odcytując poprzez API Leap Motion wartości chwilowe współrzędnych kartezjańskich XiYiZi wykrytego obiektu (np. wskaźnika, palca),
- filtracja dolnoprzepustowa,
- obliczenia kinematyczne manipulatora Robin Heart Vision,
- skalowanie ruchów,
- wypracowanie sygnałów sterujących dla jednostek napędowych w standardzie magistrali CAN.

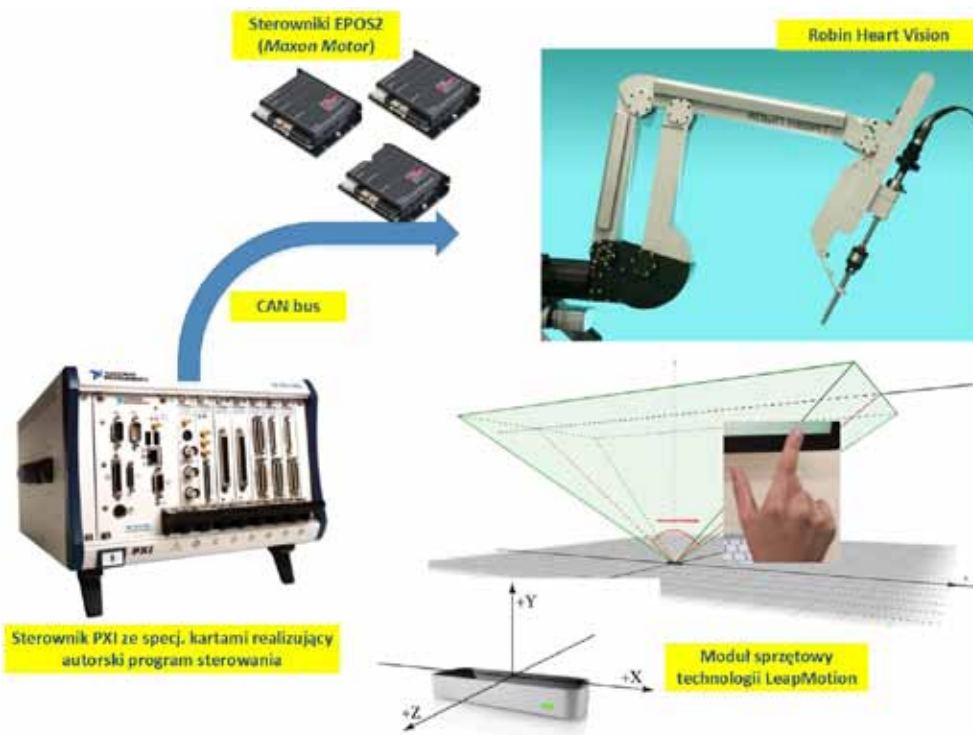
BADANIA I TESTY. TEST ZADAWANIA TRAJEKTORII LINIOWEJ WZDŁUŻ OSI X RUCHEM SWOBODNYM PALCA OPERATORA.

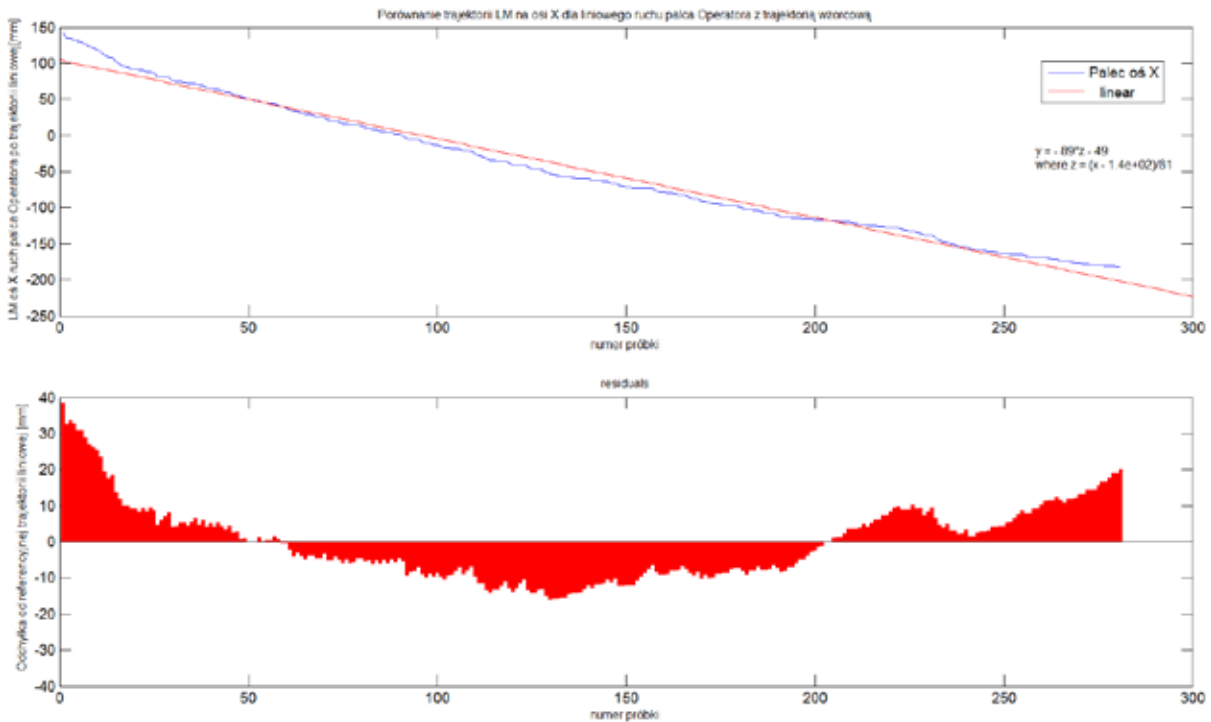
Przeprowadzony test pozwolił oszacować przykładowe wartości odchyłek trajektorii liniowej palca Operatora (który starał się prowadzić go po linii prostej) od idealnej trajektorii liniowej na osi X w zakresie przemieszczenia ok. 400 mm (rys.9). W celu rejestracji trajektorii rejestrowanych przez sterownik LeapMotion, przygotowano oprogramowanie, działające w czasie rzeczywistym On-Line, pozwalające na jednoczesny zapis próbek sygnałów do pliku w celu dalszej analizy, której wyniki prezentowane są na rys.9.

Wartości max. na poziomie 30-40 mm są dość znaczne, jednak należy wziąć pod uwagę, że podczas telemanipulacji odchyłki te mogą być w dużym stopniu korygowane automatycznie przez Operatora dzięki sprzężeniu wzrokowemu na podstawie obrazu z pola operacyjnego.

W kolejnym teście badawczym, aby

Rys. 8 Struktura nowatorskiego, bezkontaktowego, opartego na gestach interfejsu Operator/Robot chirurgiczny RH Vision.





Rys. 9 Trajektoria palca operatora zadawana jako linowa w porównaniu z trajekcją wzorcową. Wyznaczone odchyłki od idealnej trajektorii linowej [mm].

w sposób precyzyjny zadawać i mierzyć wybraną trajekcją jako obiektu użyto fantomu palca przesuwającego w sposób kontrolowany po wózku liniowym.

BADANIE OPÓŹNIEŃ W AKWIZYCJI I TRANSMISJI SYGNAŁU STEROWNIK LEAP MOTION VS. KINECT

W celu pomiaru opóźnień wprowadzanych przez kontroler, by wyeliminować naturalne błędy zadawania trajektorii przez człowieka czy wpływ drżenia dłoni operatora jak również aby synchronicznie rejestrować pomiary, przygotowano stanowisko testowe z jednym liniowym sterowanym precyzyjnie stopniem swobody (rys.10) dla kontrolowanego zadawania trajektorii, znanej trajektorii. Użyto fantomu dłoni z wy-



Rys. 10. Stanowisko precyzyjnego zadawania pozycji fantomu palca dla sterowania RH Vision.

suniętym palcem przygotowanego z wykorzystaniem rękawicy chirurgicznej.

System pomiarowy na podstawie danych z czujnika LM oraz czujników obrotowo/impulsowych na osiach manipulatora RH Vision rejestrował czasy aktywacji ruchu.

Zmierzony czas między aktywacją czujnika a ruchem ramienia wynosi dla LM:12 [ms] a dla Kin:43[ms] (dane kat. producenta [3]).

Wartość ta, dla sterownika Leap Motion, testowanego w telemanipulacji mają istotne znaczenie przy osiąganiu odpowiedniej koordynacji wzrokowo-ruchowej podczas realizacji zadan manipulacji zdalnej lokalnej i na duże odległości.

BADANIE FUNKCJONALNE ZINTEGROWANEGO SYSTEMU STEROWANIA TELEMANIPULATOREM RH VISION GESTAMI OPERATORA Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII LEAP MOTION.

Serię badań funkcjonalnych przeprowadzono podczas corocznych warsztatów chirurgicznych organizowanych w maju 2014r. przez Pracownię Biocybernetyki FRK oraz Koło Naukowe ŚUM prowadzone przez dr hab. Zbigniewa Nawrata. Podczas badań na przygotowanym stanowisku testowym, (rys.11) dla wyznaczonej procedury testowej z punktami kontrolnymi na scenie treningowej, do osiągnięcia podczas telemanipulacji ramieniem RH Vision z końcówką laserową zarejestrowane zostały wskaźniki opisujące precyzję i czas wykonania zadania.



Rys. 11 Badania funkcjonalne zintegrowanego systemu sterowania telemanipulatorem RH Vision gestami operatora z wykorzystaniem technologii Leap Motion.

Wykonano badania porównawcze bezkontaktowego sterownika Leap Motion (LM) z tradycyjnym dżojstikiem medycznym na grupie 6-ściu Operatorów z Koła Naukowego ŚUM. Parametr opisujący precyzję testu badanego obliczano na podstawie wartości przypisanych dokładnym trafieniom ze stabilizacją w czasie 2s, punktów w jednym z trzech współśrodkowych kół o coraz mniejszych średnicach (rys.11), z wagami odpowiednio: 0%(poza obiektem), 50%, 75%, 100% (wewnątrz koła o najmniejszej średnicy). Wyniki osiągnięte przez operatora dla 4-ch zestawów kół uśredniono.

Tab.1 przedstawia zbiorcze, uśrednione wyniki precyzji i czasu wykonania zadania z podstawowymi statystykami.

	Precyzja w %		Czas wykonania zadań [s]	
Urządzenie	AVG	STD	AVG	STD
Dżojstik	59,8	6,4	45,7	9
LM	89,6	2,1	29,2	1

Tabela 1. Zbiorcze wyniki uwzględniające precyzję i czas wykonania zadania za pomocą nowatorskiego sterownika LeapMotion (LM) oraz tradycyjnego dżojstika.

BADANIE MOŻLIWOŚCI I OGRANICZEŃ STEROWNIKA KINECT PODCZAS ROZPOZNAWANIA GESTÓW W APLIKACJACH TYPU SYSTEMY PRZYWOŁAWCZE

Drugie pole aplikacyjne, które przedstawiono w celach pracy, dotyczy analizy użyteczności kontrolerów bezdotykowych (w tym przypadku technologia Kinect™) w rozpoznawaniu gestów Operatora.

Do przeprowadzenia badań funkcjonalności czujnika wykorzystano dwa narzędzia. Pierwszym z nich była aplikacja Kinect Explorer dostarczana wraz z Kinect for Windows Developer Toolkit a drugim narzędziem programistycznym, wykorzystanym do badań był specjalnie zaprojektowany, autorski testowy system typu klient-serwer, wyko-

rzystujący technologii signalR™. Za jego pomocą przetestowano możliwość stworzenia prototypu modułu salowego, wysyłającego w czasie rzeczywistym informacje odczytywane ze zintegrowanych z nim czujników Kinect. Stworzony serwer stanowi aplikacja konsolowa napisana w języku C#, umożliwiająca podłączenie i konfigurację czujników. Zaimplementowano w niej mechanizmy śledzenia szkieletu wraz z rozpoznawaniem prostych gestów (dla postaci śledzonej w pozycji stojącej) : położenia dłoni względem siebie oraz względem głowy operatora.

Wspomniane funkcjonalności oparto na mechanizmach udostępnionych za pośrednictwem Kinect SDK [6],[7]. Czujniki podłączone do komputera na którym uruchomiono aplikację serwerową, są automatycznie rozpoznawane i odpowiednio adresowane. Dzięki temu konfiguracja sensorów przebiega w sposób automatyczny.

OGRANICZENIA DOT. POŁOŻENIA OBIEKTU (DLA STEROWNIKA KINECT)

Dla pola aplikacji wymagających rozpoznawania gestów (dla sterownika Kinect) przeprowadzono analizę i badania empiryczne ograniczeń warunkujących użycie tego kontrolera we wspomnianym polu zastosowań (rys.12). Z użyciem autorskiej aplikacji wizualizującej sygnały rozpoznawane przez system Kinect, sprawdzano przy jakiej odległości minimalnej od ściany w tle operatora możliwe jest jeszcze wyodrębnienie postaci a kiedy zlewa się ona z otoczeniem (rys.12).

Zweryfikowano optymalną odległość obiektu od czujnika oraz minimalny dystans między Operatorem a ścianą w tle na odległość 0.5 m.

WNIOSKI POLE TELEMANIPULACJI Z UŻYCIEM STEROWNIKA LEAPMOTION™

Przedstawione w pkt.4 wyniki badań i testów prowadzonych na kilku płaszczyznach dla dwóch udostępnionych na rynku technologii bezkontaktowego

Rys. 12 Jakość rozpoznawania szkieletu postaci Operatora w różnych pozycjach pracy.



interfejsu użytkownika dotyczyły dwóch pól aplikacyjnych: rozpoznawania gestów w systemach przywoławczych oraz telemanipulacji z bezkontaktowym zadajnikiem Master.

Realizacja celów badawczych projektu wymagała opracowania kilku autorskich stanowisk sprzętowo-programowych, gdzie najbardziej istotnym rozwiązaniem w nowym polu aplikacyjnym było bezkontaktowe sterowanie telemanipulatorem chirurgicznym, zrealizowane zarówno na płaszczyźnie sprzętowej jak i programowej. Pozwoliło ono na analizę możliwości i ograniczeń zastosowania precyzyjnego sterownika Leap Motion™ jako zadajnika Master chirurgicznego robota wizyjnego, w środowisku medycznej sali operacyjnej z podstawowym wymogiem sterylności, zapewnionym samą ideą tego bezdotykowego rozwiązania.

Badania funkcjonalne wykazały wyższość zarówno w precyzji sterowania jak i czasie realizacji zadanej trajektorii z punktami kontrolnymi (tab.1) nad użyciem standardowego dżojstika medycznego.

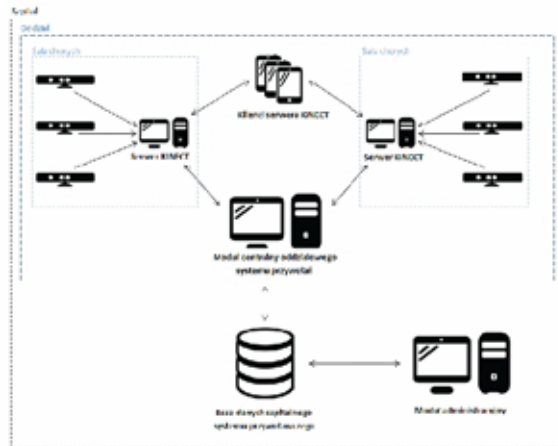
Jednocześnie zauważono ograniczenia warunkujące poprawną pracę urządzenia. Jakość sterowania, mimo użytego promieniowania IR zależy od oświetlenia zewnętrznego (powinno być ono przyciemnione), odległości dłoni od sterownika oraz obciążone jest ryzykiem wejścia w obszar jego czułości osób postronnych lub nawet samego robota, który może zakłócić ustawienie właściwej pozycji endoskopu podczas operacji. Z drugiej strony istotny z punktu widzenia przyjętej strategii sterowania (bezwzględne lub przyrostowe) jest wpadnięcie wskaźnika (palca) w strefę nieczułości sterownika LM, który skokowo zwraca wtedy wartość pozycji: [0,0,0], co należy uwzględnić w dodatkowych zabezpieczeniach systemu sterowania.

Zmierzone opóźnienie na poziomie 4[ms] jest akceptowalne i nie stanowi zagrożenia dla utraty koordynacji wzrokowo-ruchowej przy telemanipulacji.

OBSZAR ROZPOZNAWANIA GESTÓW Z WYKORZYSTANIEM STEROWNIKA KINECT™

Wykorzystując nowe technologie oraz interfejsy oparte na rozpoznawaniu sylwetki człowieka możliwe jest stworzenie systemów przywoławczych cechujących się lepszą jakością działania oraz przystępniejszym, szybszym i zautomatyzowanym sposobem generowania komunikatów. Dzięki temu obecne ograniczenia systemów mogą zostać wyeliminowane. Czas reakcji na zgłoszenia zostanie skrócony. Ponadto informatyzacja procesu przywoławczego umożliwi kategoryzowanie komunikatów, łatwe kolejgowanie zgłoszeń, sprawne monitorowanie pacjentów oraz prowadzenie historii i statystyk związanych z procedurami udzielania pomocy. Wszystkie te cechy mogą mieć odzwierciedlenie w jakości oferowanych usług oraz zwiększeniu poczucia komfortu i bezpieczeństwa osób hospitalizowanych.

Opracowany system z zaimplementowanymi algorytmami rozpoznawania gestów z wykorzystaniem sterownika Kinect może w przyszłości stanowić trzon pełnego bazodanowego środowiska nadzoru sal szpitalnych lub miejsc opieki na osobami obłożnie chorymi, w strukturze systemu zaprojektowanego przez autorów pracy (rys.13) dla ewentualnego przyszłego wdrożenia rozwiązań na rynku usług medycznych.



Rys.13 Projekt struktury bazodanowego systemu przywoławczego opracowany przez autorów pracy z wykorzystaniem algorytmów rozpoznawania gestów na bazie sterownika Kinect.

Wyznaczono ograniczenia dotyczące minimalnej odległości obiektu od tła (np. ściany) za nim, dla której nie ma jeszcze efektu zlewania się wykrywanej postaci operatora z tłem.

Praca powstała w ramach projektu PBS „TeleRobinSurgery - opracowanie i badania nowych rozwiązań technicznych dla zdalnie sterowanych operacji chirurgicznych za pomocą robotów Robin Heart (ID 181019) dofinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju na podstawie umowy nr 1/A3/2/2012, przy współpracy z Kołem Naukowym Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, prowadzonym przez dr hab. Zbigniewa Nawrata, którego członkowie brali udział w badaniach systemu.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Greer A.D., Newhook P.M., Sutherland G.R. Human-Machine Interface for Robotic Surgery and Stereotaxy, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 13, No. 3, June 2008.
- [2] Leap Motion, <http://www.leapmotion.com>
- [3] Dutta T., Evaluation of the Kinect™ sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace, Applied Ergonomics, vol. 43, no. 4, pp. 645–649, July 2012.
- [4] Kostka, P. Nawrat Z., Wybrane interfejsy chirurg-maszyna w strukturze systemu wizyjnego i sterowania telemanipulatorów chirurgicznych rodziny Robin Heart, Pomiary Automatyka Robotyka, R.16.2, pp.420-423, 2012.
- [5] Patent no: US 8 638 989 B2, 28.01. 2014
- [6] Khoshelham K., "Accuracy analysis of Kinect depth data," in International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS), vol. XXXVIII-5/W12, 2011.
- [7] Catuhe D., Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit, Microsoft Press, 2012