

Zastosowanie kontrolera Kinect oraz zestawu czujników inercyjnych do rejestracji ruchu człowieka dla potrzeb rzeczywistości wirtualnej oraz sterowania

Paweł Budziszewski

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Streszczenie: W artykule opisano sposób wykorzystania kontrolera Microsoft Kinect oraz zestawu czujników inercyjnych i magnetycznych do rejestracji ruchu człowieka dla potrzeb rzeczywistości wirtualnej. Za pomocą kontrolera Kinect rejestrowane jest położenie głowy oraz rąk człowieka. System inercyjny wykorzystywany jest do rejestracji rotacji. Jest ona wyznaczana na podstawie żyroskopu. Akcelerometr i magnetometr wykorzystywane są do wyznaczania położenia początkowego oraz kompensacji błędów całkowania sygnałów z żyroskopu.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna, rejestracja ruchu, Kinect, żyroskop, akcelerometr, magnetometr

1. Wprowadzenie

Rzeczywistość wirtualna jest zjawiskiem stosunkowo nowym, dosyć szybko jednak została dostrzeżona przez inżynierów, jak też naukowców. W ostatnich latach z powodzeniem wykorzystywana jest w wielu pracach badawczych dotyczących m.in. wspomagania projektowania maszyn i stanowisk pracy (np. [1, 2]), czy sterowania robotami bądź urządzeniami przemysłowymi (np. [3-5]).

Założeniem rzeczywistości wirtualnej jest stworzenie, za pomocą symulacji komputerowej, interaktywnego, trójwymiarowego środowiska, które osobie oglądającej je wyda się realistyczne [6]. Jest to więc forma symulowania rzeczywistości postrzeganej zmysłami wzroku i słuchu (czasem też dotyku), rzeczywistości na którą można wpływać manipulując znajdującymi się w niej obiektami. Symulacja ta musi być na tyle realistyczna, żeby dawała wrażenie obecności w danej przestrzeni. Takie „umieszczenie” człowieka w wirtualnym środowisku polega na przekazaniu mu wrażeń wzrokowych i dźwiękowych, a również umożliwieniu interakcji ze znajdującymi się tam obiektami. Zadanie to wymaga zastosowania urządzeń, których stopień skomplikowania i zaawansowania technologicznego jest zwykle wprost proporcjonalny do uzyskiwanego z ich udziałem poziomu obecności przestrzennej w wirtualnym świecie. Największy stopień realizmu uzyskać można wykorzystując systemy zanurzeniowej rzeczywistości wirtualnej, wykorzystujące info-helm do prezentacji obrazu i urządzenia takie jak info-rękawice do zapewnienia interakcji z wirtualnym środowiskiem.

Nieodzowną częścią większości systemów rzeczywistości wirtualnej jest system rejestracji ruchu. Aby możliwa była interakcja człowieka z wirtualnym otoczeniem konieczna jest znajomość ułożenia jego ciała w przestrzeni, co oznacza w przypadku najbardziej uproszczonym rejestrację położenia i rotacji dłoni (aby możliwe było operowanie wirtualnymi obiektami) oraz głowy (aby umożliwić rozglądanie się). Na rynku dostępnych jest dużo systemów służących temu celowi, większość z nich charakteryzuje się jednak wysoką ceną. W wielu jednak zastosowaniach kryterium ceny ma spore znaczenie. W niniejszym artykule opisano prace zmierzające do opracowania systemu rejestracji ruchu opartego na ogólnie dostępnych, niedrogich podzespołach.

2. Techniki rejestracji ruchu

W przypadku ogólnym zagadnienie rejestracji ruchu człowieka możemy opisać jako znajomość położenia w przestrzeni oraz rotacji poszczególnych części ciała w trakcie wykonywania określonych ruchów. Sprowadza się to więc do zapisania w pamięci komputera, bądź na nośniku danych współrzędnych liniowych i kątowych określonych punktów na ciele lub kątów w stawach w funkcji czasu. Istnieje kilka metod rejestracji ruchu człowieka. Najpowszechniejsze z nich to:

- Rejestracja ruchu metodami optycznymi. Metody te bazują na analizie obrazu z kamer rejestrujących poruszającego się człowieka. Metody te dzielą się na dwie podstawowe grupy:
 - Metody rejestracji wykorzystujące markery (pasywne bądź aktywne) umieszczone na ciele człowieka.
 - Metody rejestracji nie wykorzystujące markerów.
- Rejestracja ruchu metodami magnetycznymi. Dzięki rejestracji pola magnetycznego za pomocą układu cewek możliwe jest wyznaczenie położenia i rotacji w przestrzeni tych cewek względem źródła pola. Systemy te wykorzystują aktywne, magnetyczne markery zamocowane na wybranych częściach ciała. Wymagają też centralnie ustawionej anteny.
- Rejestracja ruchu metodami inercyjnymi. Metody te bazują na sygnałach zarejestrowanych przez akcelerometry (mierzące wektor przyspieszenia liniowego) i żyroskopy (mierzące prędkości kątowe). Sygnały

te są następnie całkowane i na tej podstawie wyliczane jest położenie i rotacja.

- Rejestracja ruchu metodami mechanicznymi. Metody te polegają na umieszczeniu na ciele człowieka zestawu czujników rejestrujących kąty w poszczególnych stawach.
- Metody hybrydowe, polegające na połączeniu kilku opisanych wcześniej metod. Podejście takie pozwala wyeliminować (bądź zminimalizować) wady jednej z metod poprzez zastosowanie innej. Często spotykanym przykładem jest zastosowanie systemu mechanicznego rejestracji ruchów palców (zwanego info-rękawicą) połączonego z sensorem systemu magnetycznego rejestrującym położenie oraz rotację dłoni w przestrzeni. Inny przykład metody hybrydowej to połączenie systemu inercyjnego z systemem optycznym wykorzystywanym do kompensacji błędów całkowania.

Na rynku dostępnych jest wiele rozwiązań technicznych umożliwiających rejestrację ruchów człowieka każdą z wymienionych metod. Systemy te charakteryzują się różnymi parametrami i zakresem zastosowania, jak również różnym poziomem cen.. Przez długie lata urządzenia te wykorzystywane były praktycznie wyłącznie przez firmy i instytucje, nie było dostępnych niedrogich rozwiązań konsumenckich, adresowanych do masowego użytkownika. Systemy te charakteryzowały się dobrymi parametrami technicznymi, ale też stosunkowo wysoką ceną. Dla przykładu, jeden z tańszych dostępnych magnetycznych systemów śledzenia, *Patriot* firmy *Polhemus*, oferujący rejestrację położenia oraz rotacji maksymalnie dwóch sensorów kosztuje obecnie ponad 3000 EUR (netto). System ten umożliwia rejestrację położenia głowy oraz jednego punktu dłoni. Aby zarejestrować dodatkowo ruch palców trzeba albo kupić kilkakrotnie droższy system z większą liczbą sensorów, albo zastosować system mechaniczny w postaci info-rękawicy. Jedna z najtańszych info-rękawic, *5DT DataGlove5 Ultra* kosztuje obecnie powyżej 1000 EUR (netto) i ma bardzo ograniczony zakres możliwych do zarejestrowania ruchów palców.

W ostatnich latach upowszechniła się nowa grupa urządzeń realizujących pewne aspekty rejestracji ruchu. Są to kontrolery gier komputerowych, produkowane na skalę masową, charakteryzujące się w związku z tym znacznie niższą ceną od urządzeń „profesjonalnych”. Dla przykładu optyczny kontroler Microsoft Kinect, umożliwiający rejestrację ruchu całej sylwetki człowieka bez wykorzystania markerów kosztuje obecnie ok. 500 zł (brutto). Niska cena wynika z dużej skali produkcji tego typu urządzeń adresowanych do masowego użytkownika, ale okupiona jest również ograniczonym zakresem zastosowania i gorszymi parametrami rejestrowanych przez te systemy sygnałów. Jak jednak pokazują wyniki publikowanych w literaturze prac, do wielu zastosowań parametry takich systemów okazują się być całkowicie wystarczające (np. [7-9]).

3. Opracowanie systemu rejestracji ruchu

W ramach opisanych prac zdecydowano się na wykorzystanie kontrolera Microsoft Kinect do rejestracji położenia

poszczególnych części ciała człowieka oraz zestawu czujników inercyjnych i magnetycznych do rejestracji ich rotacji.

3.1. Kontroler Microsoft Kinect

Kontroler Microsoft Kinect (rys. 1) dedykowany jest dla konsoli do gier Microsoft Xbox 360. Jego rynkowa premiera miała miejsce w listopadzie 2010 r.



Rys. 1. Widok kontrolera Microsoft Kinect

Fig. 1. Microsoft Kinect controller

Działanie kontrolera opiera się na technologii opracowanej przez izraelską firmę PrimeSense [10]. Polega ona na pozyskaniu przestrzennej informacji o scenie na podstawie analizy obserwowanych przez kamerę zniekształceń obrazu desenia wyświetlanego przez projektor. Zarówno projektor, jak i kamera pracują w podczerwieni i są od siebie oddalone o kilka centymetrów. Analiza obrazu pozwala na stworzenie tzw. mapy głębokości, czyli tabeli przedstawiającej odległość każdego z punktów obrazu od kontrolera.

Dalsza obróbka zarejestrowanych danych przeprowadzana jest na komputerze, do którego podłączony jest Kinect. Mapa głębokości przetwarzana jest przez algorytm rozpoznawania sylwetki człowieka i wpisywania w nią szkieletu.

System tworzenia mapy głębokości składa się z monochromatycznej kamery działającej w podczerwieni o rozdzielczości 640x480 pikseli przy 30 klatkach na sekundę oraz działającego również w podczerwieni projektora laserowego wyświetlającego niezmienną w czasie siatkę punktów. Minimalna odległość od obiektu, dla której sensor jest w stanie rejestrować odległość to 0,7 m, maksymalna 6 m. Poziomy kąt widzenia kamery 57°, pionowy 43°. Przy odległości od obiektu wynoszącej 0,8 m daje to rozdzielczość wymiarów poprzecznych wynoszącą 1,3 mm.

Oprócz systemu tworzenia mapy głębokości kontroler wyposażony został w kolorową kamerę rejestrującą obraz w świetle widzialnym (30 Hz, 640x480 pikseli) oraz zestaw mikrofonów. Kontroler podłączany jest do konsoli Xbox, jak również komputera PC poprzez port USB.

Choć kontroler Kinect dostępny jest na rynku stosunkowo krótko i niewiele jeszcze publikacji opisuje projekty badawcze z jego wykorzystaniem, w Internecie dostępne są dwa zestawy narzędzi programistycznych umożliwiających wykorzystanie kontrolera we własnym oprogramowaniu. Pierwszy z nich to oficjalny zestaw bibliotek Microsoft Kinect SDK [11]. Alternatywnie wykorzystać do tego celu można pakiet OpenNI [12], którego tworzenie wsparte

zostało przez firmę PrimeSense, twórcę technologii kontrolera Kinect. W ramach opisanych prac wykorzystano pakiet OpenNI.

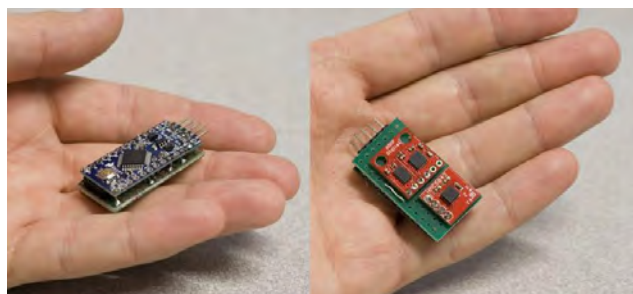
Do rejestracji ruchu zdecydowano się zastosować kontroler Kinect, gdyż jest urządzeniem znacznie bardziej zaawansowanym technicznie od rozwiązań konkurencyjnych (jak choćby kontroler Nintendo Wii Remote). Ze względu na zasadę działania Kinect jest wygodny w użyciu: nie jest konieczne stosowanie markerów, do rejestracji wystarczy wykorzystanie jednego kontrolera. Wraz z dedykowanym oprogramowaniem kontroler umożliwia rozpoznawanie sylwetki człowieka i wpisywanie w nią uproszczonego szkieletu. System udostępnia współrzędne punktów definiujących ten szkielet.

Podczas opisanych prac przetestowano działanie kontrolera Kinect i możliwych do uzyskania wyników.

Stosowany przez kontroler szkielet jest mocno uproszczony. Kończyna górna reprezentowana jest przez dwa człony odpowiadające ramieniu i przedramieniu. System nie rozpoznaje ustawienia ani obrotu ręki. Również głowa definiowana jest tylko w postaci położenia, bez rotacji. Problem ten można rozwiązać stosując dodatkowe czujniki inercyjne do rejestracji obrotów.

3.2. Inercyjne urządzenie do rejestracji rotacji

Ze względu na potrzebę rejestracji rotacji ręki oraz głowy, zdecydowano się opracować urządzenie służące temu celowi, oparte o ogólnie dostępne czujniki i akcesoria. Przyjęto założenie, iż urządzenie musi być możliwie małe, posiadać własne źródło zasilania i przysyłać dane do komputera PC bezprzewodowo, przez interfejs Bluetooth.



Rys. 2. Widok gotowego modułu zawierającego kontroler, akcelerometr, żyroskop i magnetometr

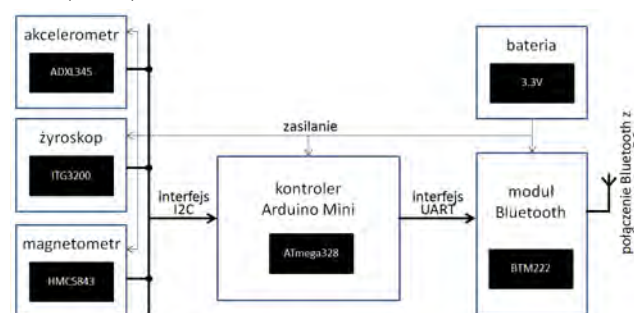
Fig. 2. Assembled module containing controller, accelerometer, gyroscope and magnetometer

Do pomiaru obrotu wykorzystany został żyroskop, mierzący prędkości obrotowe wokół trzech osi. Do kompensacji błędów całkowania oraz do wyznaczenia położenia początkowego wykorzystane zostały dodatkowo trójosiowy akcelerometr oraz trójosiowy magnetometr. Ze względu na dostępność i przystępną cenę zdecydowano się wykorzystać następujące czujniki:

- Trójosiowy akcelerometr ADXL345 wyprodukowany przez firmę Analog Devices. Jest to czujnik mierzący wektor przyspieszenia, o zakresie pracy regulowanym w przedziale od 2g do 16g przy 13 bitowej rozdzielczości. Maksymalna częstotliwość próbkowania to 3200Hz.

- Trójosiowy żyroskop ITG3200 wyprodukowany przez firmę InvenSense. Czujnik ten mierzy prędkość kątową w zakresie do 2000°/s przy rozdzielczości 16 bitów. Maksymalna częstotliwość próbkowania to 3200 Hz.
- Trójosiowy magnetometr HMC5843 wyprodukowany przez firmę Honeywell. Jest to czujnik mierzący wektor pola magnetycznego z rozdzielczością 12 bitów i częstotliwością do 50 Hz.

Wszystkie 3 czujniki zasilane są napięciem 3,3 V. Do transmisji danych wykorzystują interfejs I2C. Do budowy urządzenia do rejestracji rotacji wykorzystano dwa gotowe układy firmy SparkFun [13] wyposażone w te czujniki: jeden z akcelerometrem i żyroskopem, drugi z magnetometrem (rys. 2).



Rys. 3. Schemat blokowy połączeń systemu rejestracji rotacji

Fig. 3. Flowchart of the inertial rotation registration system

Do pobrania sygnałów z interfejsu I2C i ich obróbki wykorzystano kontroler oparty na procesorze ATmega328 wyprodukowany przez firmę ATmel [14]. Jest to 8 bitowy procesor zbudowany w architekturze AVR, taktowany zegarem 8 MHz, zasilany napięciem 3,3 V. Wykorzystany kontroler sprzedawany jest przez firmę Arduino [15] pod nazwą Arduino Mini Pro 3,3 V. Przetworzone sygnały przesyłane są z kontrolera poprzez moduł Bluetooth do komputera PC. Do tego celu wykorzystano wyprodukowany przez firmę Rayson moduł BTM222. Dane przesyłane są do niego z kontrolera Arduino poprzez interfejs UART. Moduł ten, podobnie jak pozostałe komponenty zasilany jest napięciem 3,3 V. Schemat blokowy połączeń systemu rejestracji rotacji przedstawiony został na rys 3.



Rys. 4. Poszczególne elementy urządzenia do rejestracji rotacji (od lewej): moduł Bluetooth, bateria i moduł kontrolera z czujnikami

Fig. 4. Elements of the inertial rotation registration system (from left to right): Bluetooth module, battery, module containing controller and batteries

Ze względów praktycznych zdecydowano się rozdzielić urządzenie na dwa moduły: jeden zawierający kontroler Arduino oraz czujniki, drugi zawierający moduł Bluetooth i baterię (rys. 4). Oba moduły mają zbliżone wymiary, w przybliżeniu 3,5 cm x 2 cm x 1 cm. Rozdział taki podyktowany był dwiema przesłankami. Po pierwsze moduł Bluetooth zakłóca pracę magnetometru, jeżeli oba układy bezpośrednio do siebie przylegają. Po drugie niewielkie oddalenie obu modułów połączonych elastycznym przewodem ułatwia ich zamocowanie tak na rękę, jak też na -infohelmie. Sposób zamocowania na rękę modułu czujników przedstawiony został na rys. 5.



Rys. 5. Sposób zamocowania czujnika na rękę

Fig. 5. Mounting of the sensor on the hand

W trakcie opisanych prac opracowano oprogramowanie umożliwiające wyznaczenie trzech składowych obrotu urządzenia do rejestracji rotacji i bezprzewodową transmisję tych danych do komputera PC poprzez interfejs Bluetooth.

Żyroskop ITG3200 mierzy prędkość kątową wokół każdej z trzech osi kartezjańskiego układu współrzędnych (związanego z urządzeniem). Wyznaczenie kąta obrotu wymaga scałkowania wartości tych pomiarów. Wynik tej operacji obarczony jest jednak błędem wynikającym z sumujących się podczas całkowania szumów. Dodatkowo działanie takie wymaga znajomości położenia początkowego. Problem ten rozwiązywany jest poprzez wyznaczenie kompensacji na podstawie pomiarów z innych czujników. W lotniczych układach nawigacji często stosowane są w tym celu systemy GPS [16, 17]. W opisywanej pracy zdecydowano się na wyznaczenie kompensacji na podstawie pomiaru z akcelerometru i magnetometru. Oprogramowanie urządzenia rejestracji rotacji opracowane zostało na podstawie algorytmów opracowanych w ramach projektu *sf9domahrs* [18]. Algorytmy te bazują na wykorzystaniu metody opartej o macierz kosinusów kierunkowych (ang. *Direction Cosine Matrix*). Metoda ta opisana została w [17]. W publikacji tej do kompensacji błędów całkowania wykorzystywane zostały dane z pomiaru GPS. W projekcie *sf9domahrs* zaproponowano zastąpienie tych danych pomiarem z magnetometru.

Na podstawie algorytmów projektu *sf9domahrs* opracowane zostało oprogramowanie kontrolera Arduino urzą-

żenia do rejestracji rotacji. Pobiera ono sygnał z trzech sensorów, przetwarza go i przesyła bezprzewodowo do komputera PC gotowe współrzędne kątowe obrotu urządzenia.

3.3. Integracja z oprogramowaniem rzeczywistości wirtualnej

Sposób wykorzystania danych zarejestrowanych za pomocą opisanego systemu jest ściśle uzależniony od oprogramowania stosowanego do tworzenia systemu rzeczywistości wirtualnej. Dostęp do tych danych jest stosunkowo prosty z poziomu języka programowania takiego jak C++. Wraz z pakietem OpenNI dostarczany jest zestaw funkcji umożliwiających kalibrację kontrolera Kinect, jego obsługę oraz pozyskanie wyznaczonych współrzędnych poszczególnych członów szkieletu. Z kolei inercyjne urządzenie do rejestracji rotacji do przesyłania danych korzysta z emulacji portu szeregowego COM komputera realizowanej standardowo przez oprogramowanie Bluetooth. Dostęp do portu COM z poziomu programu realizowany jest za pomocą standardowych funkcji.

W ramach opisanych prac opracowano bibliotekę programistyczną w języku C++, której celem jest ułatwienie dostępu do danych z kontrolera Kinect oraz inercyjnego urządzenia do rejestracji rotacji.

Integracja opisanego systemu z oprogramowaniem wykorzystywanym w CIOP-PIB do rzeczywistości wirtualnej dokonana zostanie w ramach dalszych prac.

4. Podsumowanie

W trakcie opisanych prac powstało kompletne urządzenie do rejestracji położenia oraz rotacji wybranych części ciała człowieka. Koszt zakupu kontrolera Kinect to obecnie ok. 500 zł. Do poprawnego działania systemu wystarczy jeden taki kontroler. Do rejestracji rotacji konieczne jest zastosowanie urządzeń inercyjnych. Każde z urządzeń rejestruje rotację jednej części ciała, więc w przypadku rejestracji głowy oraz dwóch rąk konieczne jest zastosowanie trzech takich urządzeń. Koszt wykonania prototypu inercyjnego urządzenia do rejestracji rotacji wyniósł ok. 550 zł. Koszt ten jest wysoki za sprawą wykorzystania gotowych płytek drukowanych zawierających wszystkie układy. Dla przykładu, wykorzystana płytka Arduino kosztuje obecnie 61 zł, podczas gdy sam kontroler ATmega można kupić za mniej niż 20 zł. Cena całego urządzenia może więc zostać znacząco ograniczona poprzez opracowanie własnej płytki drukowanej zawierającej wszystkie niezbędne układy. Posunięcie takie wpłynie również na ograniczenie rozmiaru urządzenia.

W ramach dalszych prac opracowany zostanie system zintegrowany z autorskim oprogramowaniem do obsługi rzeczywistości wirtualnej stosowanym w CIOP-PIB. Następnie przeprowadzone zostaną testy mające na celu wyznaczenie parametrów takich jak dokładność pomiaru i częstotliwość próbkowania. Testy będą polegały na rejestracji ruchu obiektów poruszających się po znanych trajektoriach, jak również na porównaniu wyników rejestracji opisanego systemu z systemem magnetycznym *Polhemus Liberty*.

Acknowledgment

This paper has been based on the results of a research task carried out within the scope of the second stage of the National Programme "Improvement of safety and working conditions" partly supported in 2011–2013 — within the scope of research and development — by the Ministry of Science and Higher Education/National Centre for Research and Development. The Central Institute for Labour Protection – National Research Institute is the Programme's main co-ordinator

5. Bibliografia

1. P Budziszewski, A Grabowski, J Jankowski, M Milanowicz, *Wykorzystanie technik rzeczywistości wirtualnej do wspomagania projektowania stanowisk pracy*. Mechanik [CD-ROM] 2010;7:53-60.
2. P Budziszewski, A Grabowski, M Milanowicz, J Jankowski, M Dźwiarek, *Designing a workplace for workers with motion disability with computer simulation and virtual reality techniques*. Int J Disabil Hum Dev 2011;10(4):355–358.
3. C Passenberg, A Peer, M Buss, *A survey of environment-, operator-, and task-adapted controllers for teleoperation systems*. Mechatronics 2010;20:787–801.
4. Jiang Zainan, Liu Hong, Wang Jie, Huang Jianbin, *Virtual Reality-based Teleoperation with Robustness Against Modeling Errors*. Chinese Journal of Aeronautics 2009;22:325-333.
5. E Robbinsa, S Sandersa, A Williamsa, P Allan, *The use of virtual reality and intelligent database systems for procedure planning, visualisation, and real-time component tracking in remote handling operations*. Fusion Engineering and Design 2009;84:1628–1632.
6. S Bryson, *Virtual Reality: Definition and Requirements*. [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.nas.nasa.gov/Software/VWT/vr.html>
7. P J Standen, D J Brown, S Battersby, M Walker, L Connell, A Richardson, *Study to evaluate a low cost virtual reality system for home based rehabilitation of the upper limb following stroke*. Proc. 8th Intl Conf. on Disability, Virtual Reality and Assoc. Technologies, P M Sharkey, J Sánchez (Eds), pp. 139-146, Vina del Mar/Valparaíso, Chile, 31 Aug. – 2 Sept. 2010.
8. Y-J Chang, S-F Chen, J-D Huang, *A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities*. Research in Developmental Disabilities, 2011;32:2566–2570.
9. Y-J Chang, S-F Chen, A-F Chuang, *A gesture recognition system to transition autonomously through vocational tasks for individuals with cognitive impairments*. Research in Developmental Disabilities, 2011;32:2064–2068
10. *PrimeSense* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.primesense.com>
11. *Microsoft Kinect SDK* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/kinectsdk>
12. *OpenNI* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.openni.org>
13. *SparkFun* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.sparkfun.com>
14. *Atmel* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.atmel.com>
15. *Arduino* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://www.arduino.cc/>
16. S Popowski, W Dąbrowski, *Wykorzystanie nawigacji inercyjnej i satelitarnej do estymacji kąta natarcia*. PAR 2/2011.
17. W Premerlani, P Bizard, *Direction Cosine Matrix IMU: Theory*. 2009 [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://gentlenav.googlecode.com/files/DCMDraft2.pdf>
18. *sf9domahrs* [dostęp na dzień 01.10.2011 pod adresem] <http://code.google.com/p/sf9domahrs>

Kinect and inertial sensor based motion capture system for virtual reality and remote control tasks

Abstract: This paper describes the method of using Microsoft Kinect controller and a set of inertial and magnetic sensors for recording human movement for virtual reality applications. Positions of the head and hands are recorded using the Kinect controller. Inertial system is used to record the rotation. It is calculated on the basis of the gyroscope. Accelerometer and magnetometer are used to determine the initial position and compensation of gyroscope errors.

Keywords: virtual reality, motion capture, Kinect, gyroscope, accelerometer, magnetometer

mgr inż. Paweł Budziszewski

Zatrudniony w Pracowni Technik Rzeczywistości Wirtualnej w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Realizuje projekty badawcze z zakresu wykorzystania rzeczywistości wirtualnej do projektowania i modyfikacji stanowisk pracy oraz rehabilitacji ruchowej kończyn górnych. Zaangażowany jest również w rekonstrukcję wypadków przy pracy przy wykorzystaniu symulacji numerycznej oraz tworzenie multimedialnych materiałów szkoleniowych.

e-mail: pabud@ciop.pl

