

Małgorzata JUREK¹, Oliwia JANUS¹

¹Instytut Mechaniki i Konstrukcji Maszyn, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII KINECT W OCENIE NACHYLENIA KRZYWIZN KRĘGOSŁUPA W PŁASZCZYŹNIE STRZAŁKOWEJ

Streszczenie: W pracy przedstawiono propozycję rozwiązania sprzętowego, które umożliwi określenie prawidłowości postawy ciała człowieka poprzez wyznaczenie kąta kifozy piersiowej (P_2) oraz kąta lordozy lędźwiowej (P_3), wykorzystując urządzenie Kinect dla Xbox 360 oraz oprogramowanie Kinect for Windows SDK.

Słowa kluczowe: Kinect, wady postawy, diagnostyka wad postawy, kalibracja Kinect

1. WSTĘP

Wady postawy są problemem, który dotyczy ogromnej części współczesnego społeczeństwa. Wynikają one z chorób wrodzonych, ale i coraz częściej z niewłaściwego trybu życia. Choć problem często jest bagatelizowany lub marginalizowany jedynie do defektu estetycznego, jest poważnym zagrożeniem dla zdrowia współczesnego człowieka.

Kwestia wad postawy często pojawia się już w wieku szkolnym, kiedy to obowiązek szkolny wymusza na dzieciach dźwiganie często przeciążonych tornistrów oraz całodzienne siedzenie w niezmienniej pozycji z krótkimi przerwami, co w etapie wzrostu młodego człowieka jest szczególnie niekorzystne dla jego zdrowej i poprawnej sylwetki. Problem ten jednak nie znika wraz z zakończeniem nauki – wręcz przeciwnie. Schorzenia związane z niepoprawną postawą ciała człowieka nieleczone i zlekceważone prowadzą do poważnych zaburzeń w obrębie narządu ruchu. Należy mieć świadomość, że schorzenia te nie tylko determinują postawę, ale zbagatelizowane prowadzą do bardzo poważnych konsekwencji w życiu dorosłym jak np.: bóle kręgosłupa, ograniczona wydolność oddechowa oraz problemy z brakiem akceptacji swojego wyglądu [1,4,5].

W związku z tym, że wady postawy dotyczą tak ogromnej części społeczeństwa powstają liczne programy profilaktyczne, które wskazują jednoznacznie, że najważniejsze są: prowadzenie zajęć gimnastyki korekcyjnej oraz przede wszystkim szybka diagnoza schorzenia, która umożliwi właściwe leczenie i powrót do zdrowia [1]. Jednak zostaje w tym momencie nakreślony problem dostępności do profesjonalnego sprzętu, który taką diagnostykę umożliwi. W gabinetach lekarskich dostęp do nowoczesnych narzędzi jest bardzo ograniczony, co bezpośrednio związane jest z ich ogromnymi kosztami. Dlatego właśnie istnieje konieczność opracowania uniwersalnego rozwiązania sprzętowego, charakteryzującego się nie tylko prostą obsługą i budową, ale przede wszystkim będącego w zasięgu finansowym przeciętnego gabinetu lekarza rodzinnego i lekarza ortopedy czy

gabinetu pielęgniarki szkolnej. W związku z tym opracowano propozycję rozwiązania sprzętowego, które ma za zadanie określać prawidłowość postawy ciała człowieka poprzez wyznaczenie kąta kifozy piersiowej (P_2) oraz kąta lordozy lędźwiowej (P_3), wykorzystując urządzenie Kinect dla Xbox 360 oraz oprogramowanie Kinect for Windows SDK.

2. ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII KINECT W OKREŚLANIU WSKAŹNIKA KIFOZY PIERSIOWEJ (P_2) ORAZ LORDOZY LĘDŹWIOWEJ (P_3)

Za pomocą zestawu złożonego z urządzenia Kinect dla Xbox 360 oraz oprogramowania Kinect for Windows SDK wykonane zostały badania wykorzystujące metodę Jachowicza oraz opracowane przez niego normy [4]. Zaproponowany zestaw umożliwił określenie położenia przestrzennego punktów KSF (wyrstek kolczysty kręgu C7), KP (kifoza piersiowa), LL (lordoza lędźwiowa) oraz CM (wyrstek kolczysty pierwszego kręgu krzyżowego S1), co pozwoliło wyznaczyć wskaźniki P_2 (wskaźnik kifozy piersiowej, czyli kąt zawarty między dwiema prostymi przechodzącymi przez punkty KSF i KP oraz KP i LL) oraz P_3 (wskaźnik lordozy lędźwiowej wyznaczany za pomocą kąta zawartego między prostymi przechodzącymi przez punkty CM i LL oraz LL i KP). Opracowanie rozwiązania sprzętowego dla określenia wskaźnika kifozy piersiowej (P_2) oraz lordozy lędźwiowej (P_3) przebiegało w dwóch etapach. Pierwszym z nich była kalibracja urządzenia Kinect dla Xbox 360 [7]. Następnie dokonano testu oraz weryfikacji zaproponowanego zestawu poprzez wykonanie pomiarów wykorzystując zaproponowaną metodę.

2.1. Kalibracja urządzenia Kinect dla Xbox 360

Informacje dostarczane za pomocą aplikacji Kinect Studio umożliwiają określenie położenia punktu w przestrzeni trójwymiarowej. Współrzędne punktów są jednak określone dwójako – współrzędne x i y w jednostkach pikselowych, natomiast z w rzeczywistych jednostkach długości [mm]. Aby obiektywnie określić położenie punktów w przestrzeni koniecznym stało się określenie zależności pomiędzy współrzędnymi pikselowymi a rzeczywistymi w funkcji odległości obiektu od kontrolera (kalibracja) [2,6,7,8]. W tym celu wykonano szereg pomiarów zwymiarowanego znacznika w różnych odległościach od urządzenia (rys.1.). Procedura ta przebiegała w kilku etapach:

- określenie współrzędnych pikselowych czterech wierzchołków prostopadłościennego znacznika ($A_{x,y}$, $B_{x,y}$, $C_{x,y}$, $D_{x,y}$);
- określenie długości pikselowych czterech krawędzi znacznika (AC, BD, AB, CD);
- podzielenie wartości długości pikselowych krawędzi przez rzeczywisty wymiar;
- wyznaczenie zależności między długością pikselową a rzeczywistą (przelicznik długości pikselowej na rzeczywistą);
- powtórzenie czynności od a) do d) dla kilku różnych odległości obiektu od kontrolera;
- stworzenie wykresu zależności między wartością przelicznika wymiarów pikselowych na rzeczywiste a odległością obiektu od Kinecta oraz wyznaczenie równania opisującego wykres.

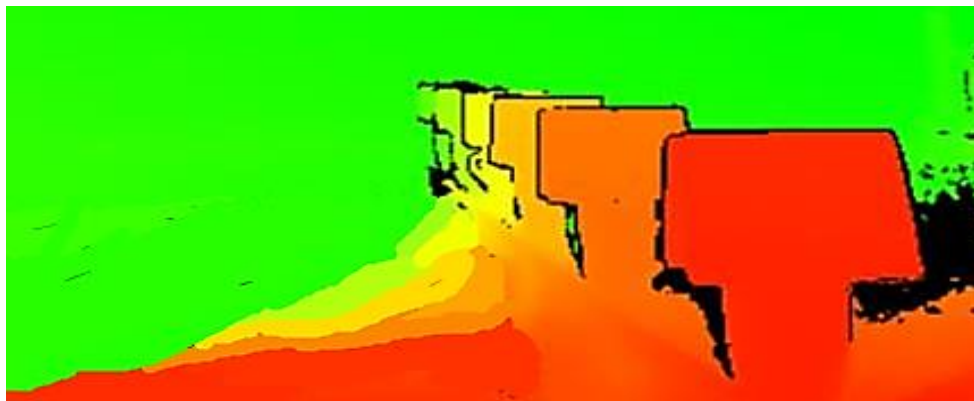
W wyniku realizacji tej procedury wygenerowane zostało równanie opisujące zależność wartości przelicznika wymiaru pikselowego na rzeczywisty w funkcji odległości obiektu od kontrolera Kinect, które ma postać:

$$W, R = 1,6413 * (x, y) + 0,1618 \quad (1),$$

gdzie:

W, R - współrzędne rzeczywiste punktu;

x, y - współrzędne pikselowe punktu.



Rys.1. Znaczniki osi z - kalibracja urządzenia Kinect dla Xbox 360.

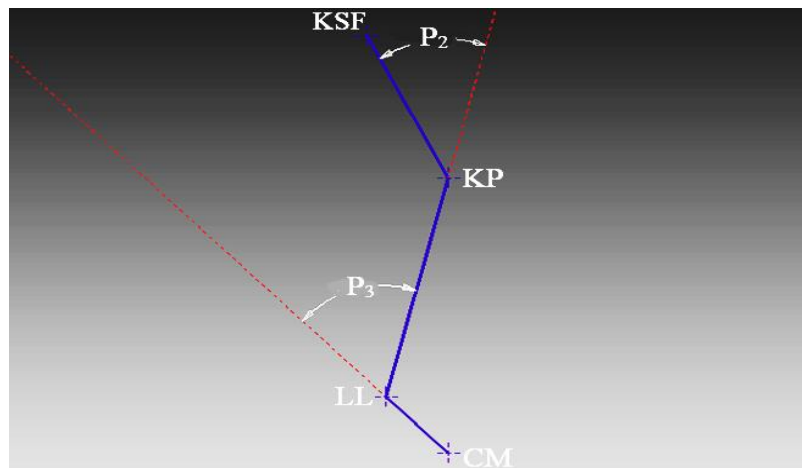
2.2. Metoda pomiaru

Dzięki zastosowaniu urządzenia Kinect dla Xbox 360 oraz aplikacji Kinect Studio możliwym jest precyzyjne określenie punktu w przestrzeni trójwymiarowej. Aby określić kąt kifozy piersiowej oraz kąt lordozy lędźwiowej koniecznym jest wyznaczenie współrzędnych czterech punktów: KSF, KP, LL oraz CM [4]. Informacje o współrzędnych pikselowych (x , y) uzyskiwane są z kamery podczerwonej (rozdzielczość 640 x 480 pikseli), natomiast dane dotyczące głębokości (z) pochodzą z kamery głębokości (rys.2.), które to pracują w środowisku Kinect for Windows SDK (Kinect Studio) [2,6,7,8]. Dzięki zastosowaniu przelicznika wartości pikselowych na rzeczywiste określono położenie punktów KSF, KP, LL oraz CM w przestrzeni trójwymiarowej.



Rys.2. Środowisko umożliwiające określenie punktów w przestrzeni trójwymiarowej z naniesionymi punktami: KSF, KP, LL oraz CM

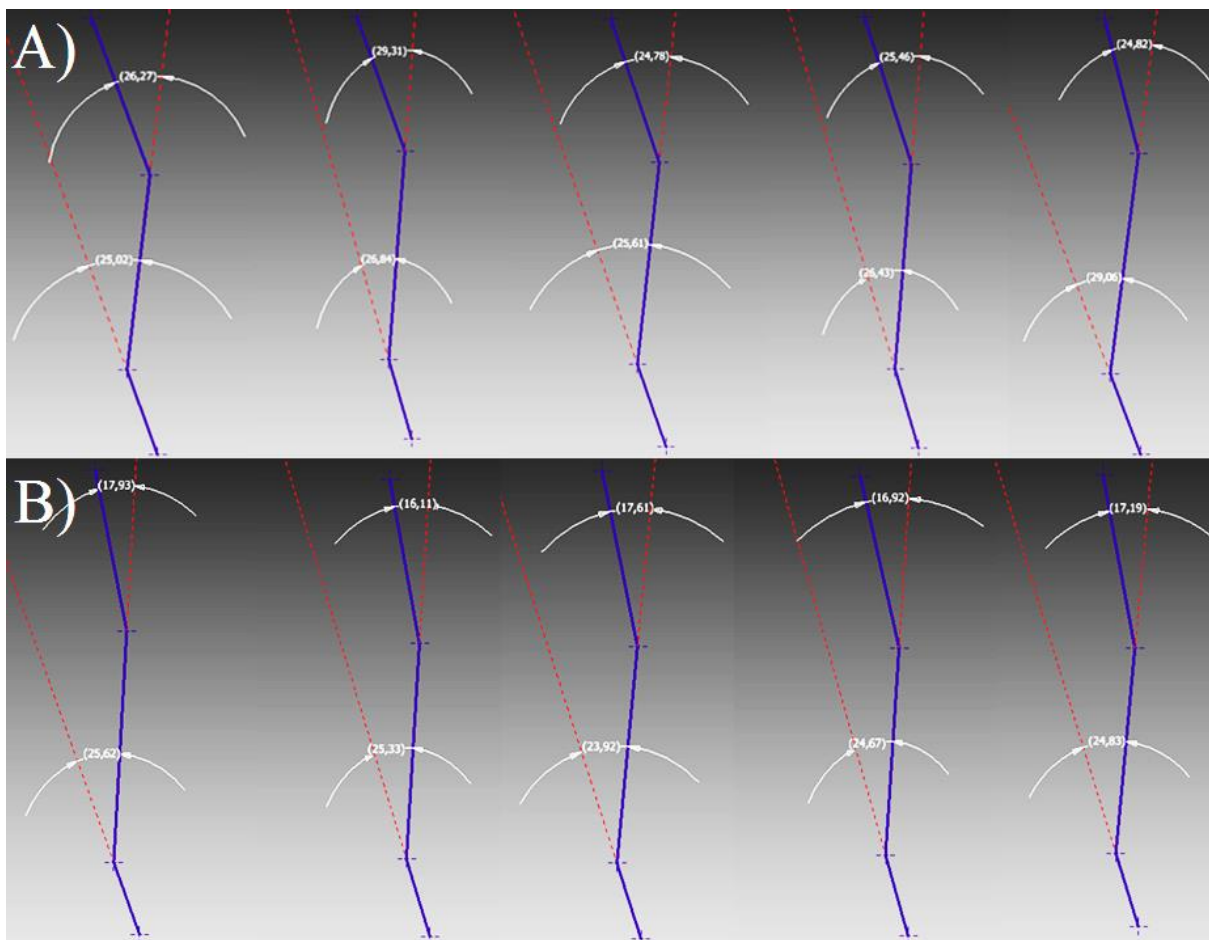
Aby określić kąt kifozy piersiowej oraz kąt lordozy lędźwiowej koniecznym jest wyznaczenie współrzędnych czterech punktów: KSF, KP, LL oraz CM, które zostały zaimportowane do środowiska projektowego Autodesk Inventor 2015 (licencja wersji studenckiej), co umożliwia wyznaczenie kątów P_2 oraz P_3 (rys.3.).



Rys.3. Graficzne środowisko umożliwiające zdefiniowanie wskaźników P_2 oraz P_3

3. OTRZYMANE WYNIKI

Pomiary zostały przeprowadzone na dwóch obiektach (dziecko oraz osoba dorosła), po 5 prób celem weryfikacji powtarzalności wyników badań. Otrzymane wyniki przedstawiono graficznie na rys. 4. Wartości wskaźników P_2 oraz P_3 zestawiono w tab.1.



Rys.4. Wartości P_2 oraz P_3 dla dziecka (A) oraz osoby dorosłej (B)

Tab.1. Zestawienie wyników badań wskaźnika P₂ oraz P₃ dla dziecka oraz osoby dorosłej z normami [4]

Lp.	Dziecko (kobieta, 10 lat)		Osoba dorosła (kobieta, 22 lata)		Norma [4] (wiek: 7-18 lat)	
	P ₂ [°]	P ₃ [°]	P ₂ [°]	P ₃ [°]	P ₂ [°]	P ₃ [°]
1	26,27	25,02	17,93	25,62	KOBIEТЫ 12,5-27 MĘŻCZYŹNI 19,5 – 33,5	KOBIEТЫ 16,5-30,5 MĘŻCZYŹNI 16-30
2	29,31	26,84	16,11	25,33		
3	24,78	25,61	17,61	23,92		
4	25,46	26,43	16,92	24,67		
5	24,82	29,06	17,19	24,83		
Średnia	26,13	26,59	17,15	24,87		

Przedstawione w tab.1. wyniki wskazują, że wartości wskaźników P₂ oraz P₃ dla dziecka oraz osoby dorosłej zawierają się w zaprezentowanych normach, opracowanych na podstawie badań populacyjnych [4]. Można zatem przyjąć, że osoby badane cechowała prawidłowość postawy. Wyjątkiem jest drugi pomiar wskaźnika P₂ dla dziecka. Jest to wynik pomiaru wykraczający poza przyjęte wartości normatywne, a ponadto znacząco oddalony od średniej.

Ze względu na fakt pojawienia się wielkości znacznie oddalonych od wartości średniej dla obu obiektów, zarówno dla pierwszego jak i dla drugiego wykonano test, pozwalający określić czy wynik pomiaru należy wyeliminować ze względu na zbyt duży błąd, czy też jest on na tyle mały, że można przyjąć wynik pomiaru jako wiarygodny. Aby tego dokonać zastosowano kryterium Chauveneta [3]. Po przeprowadzeniu testu wg kryterium Chauveneta uznano, iż w badaniach wskaźników P₂ dla dziecka wartość najbardziej oddalona od średniej, a więc drugi pomiar wskaźnika kifozy piersiowej dla dziecka, który wykraczał poza wartości przyjęte jako norma, należy odrzucić, gdyż jest ona obserwacją odstającą. Na podstawie przedstawionych badań, stanowiących małą próbkę statystyczną, można przyjąć, że rozrzut wartości wielkości mierzonej jest na tyle mały, iż zaprezentowany zestaw umożliwia określenie prawidłowości lub wadliwości postawy w zakresie pomiarów wskaźnika kifozy piersiowej oraz wskaźnika lordozy lędźwiowej.

4. PODSUMOWANIE

Wady postawy są bardzo powszechnym problemem we współczesnym świecie, który swoje źródło ma przede wszystkim w niewłaściwym trybie życia, sprowadzającym się często do wielogodzinnej pracy czy nauki w pozycji siedzącej z jednoczesnym ograniczeniem ruchu na świeżym powietrzu [1,4,5]. Technologia KINECT w urządzeniu Kinect dla Xbox 360 umożliwia pomiar wskaźników P₂ (wskaźnik kifozy piersiowej) oraz P₃ (wskaźnik lordozy lędźwiowej). Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań dla dziecka oraz dla osoby dorosłej można stwierdzić, że występują duże różnice między wskaźnikami w przypadkach poszczególnych obiektów, gdyż wartość badanych wskaźników jest cechą typowo osobniczą. Należy także zwrócić uwagę na to, iż przeprowadzone badania charakteryzują się pewnym rozrzutem wartości wielkości mierzonej, jednak w odniesieniu do norm, przedstawianych w literaturze [1], rozrzuty te są w pełni akceptowalne.

Zaproponowane stanowisko może w udoskonalonej wersji stanowić bardzo przydatne narzędzie w diagnostyce wybranych cech charakterystycznych wad postawy jako przyrząd o dokładności pozwalającej na określenie prawidłowości bądź wadliwości postawy, dzięki

możliwości określania punktu w przestrzeni trójwymiarowej. Rozbudowana funkcjonalność urządzeń pozwala używać ich nie tylko w diagnostyce, ale także w procesie rehabilitacji. Nie bez znaczenia jest także bezpieczeństwo użytkowania i całkowita nieinwazyjność metody, intuicyjna obsługa, ogólna dostępność poszczególnych komponentów zestawu, a także relatywnie niski koszt.

LITERATURA

- [1] Decker A., Kołat N., Maksymowicz K., Krysa M., Heider R., Trzymaj się prosto – przyczyny wdrożenia wrocławskiego programu profilaktyki wad postawy, Wrocławski Uniwersytet Medyczny, Wrocław, 2013.
- [2] Dziergwa M., Kaczmarek P., Kędziński J., Wykorzystanie czujników głębi w robotyce społecznej, Elektronika – Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014.
- [3] Górecki T., Podstawy statystyki z przykładami w R, Wydawnictwo BTC, 2011, s.297-304.
- [4] Kasperczyk T., Wady postawy ciała, Wydawnictwo Kasper, Kraków, 2004.
- [5] Kołodziej J., Kołodziej K., Momola I.: Postawa ciała, jej wady i korekcja, Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, Wydanie I, Rzeszów 2004.
- [6] Patra S., Bhowmick B., Banerjee S., Kalra P., High Resolution Point Cloud Generation from Kinect and HD Cameras Using Graph Cut, 7th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP), 2012.
- [7] Podlasiak P., Sprawdzenie możliwości wykorzystania kontrolera Kinect jako skanera 3D do rejestracji kolorowych chmur punktów, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Warszawa, 2012.
- [8] Zhou X., A Study of Microsoft Kinect Calibration, Dept. of Computer Science George Mason University, Fairfax, 2012.

THE USE OF KINECT TECHNOLOGY IN ESTIMATION OF THE SPINE'S CURVATURES IN THE SAGITTAL PLANE

Abstract: The paper depicts the hardware solution proposal, which enables the assessment of the regularity of human posture. The measurement relies on the determination of chest kyphosis angle (P_2) and lumbar lordosis angle (P_3). With this end in view, Kinect device for Xbox 360 and Kinect for Windows SDK software were used.