

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246638 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439973**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.23**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.26 BUP 26/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.02.17 WUP 07/2025**

(51) MKP:

A61B 5/107 (2006.01)

A61B 5/103 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA POZNAŃSKA, Poznań, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
FILIP GÓRSKI, Rogoźno, PL
WIESŁAW KUCZKO, Środa Wielkopolska, PL
RADOSŁAW WICHNIAREK, Otorowo, PL
PRZEMYSŁAW ZAWADZKI, Dąbrówka, PL
NATALIA WIERZBICKA, Rokietnica, PL
MAGDALENA ŻUKOWSKA, Poznań, PL
SABINA SIWIEC, Poznań, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Marcin Walkowiak, Dobra, PL

(54) Tytuł:

Stanowisko do bezstykowych pomiarów antropometrycznych kończyny górnej człowieka

PL 246638 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do bezstykowych pomiarów antropometrycznych kończyny górnej człowieka, mające szczególne zastosowanie w inżynierii biomedycznej zorientowanej na wytwarzanie protez oraz ortez.

Istnieje wiele metod wykonywania pomiarów bezstykowych. W przypadku pomiarów ciała człowieka są to najczęściej pomiary optyczne. Jedną z szeroko rozpowszechnionych metod pomiarów bezstykowych jest metoda skanowania trójwymiarowego z zastosowaniem światła strukturalnego, YUE, Haosong, et al. *Accurate three dimensional body scanning system based on structured light*. Optics express, 2018, 26.22: 28544–28559.

Inną możliwością jest stosowanie do pomiarów kamer na światło podczerwone. Bez względu na metodę pomiaru, przy pomiarach obiektów, które nie mieszczą się w jednym kadrze sceny pomiarowej konieczne jest połączenie ze sobą efektów większej liczby pomiarów w spójną całość. Ponieważ w każdym pomiarze następuje zmiana orientacji i położenia mierzonego obiektu w kadrze sceny pomiarowej, przy łączeniu pomiarów konieczne jest odwzorowanie tych zmian. Zmiana orientacji i położenia jest względna, co oznacza, że fizyczny ruch może wykonać zarówno mierzony obiekt, jak również urządzenie pomiarowe.

Problematyka łączenia pomiarów wykonanych metodą skanowania trójwymiarowego nie jest zadaniem trywialnym, szczególnie jeżeli mierzony obiekt nie jest ciałem sztywnym – jakim jest ludzka kończyna, CHEN, Yanjie, et al. *Cycled merging registration of point clouds for 3d human body modeling*. In: 2016 First International Workshop on Sensing, Processing and Learning for Intelligent Machines (SPLINE). IEEE, 2016. p. 1–5. Może on w sposób samodzielny (np. poprzez zmęczenie mięśni zmuszonych do utrzymania konkretnej pozycji ciała) lub wymuszony (np. w wyniku drgań zastosowanego układu podtrzymującego kończynę) zmienić nie tylko swoje położenie lub orientację w przestrzeni, ale również zmienić własną geometrię (np. poprzez skurcz mięśni). Co więcej, wykonywanie pomiarów antropometrycznych zorientowanych na wytwarzanie protez i ortez, wiąże się z koniecznością ustawienia i utrzymania przez mierzonego człowieka, własnej kończyny w pozycji wymuszonej, która zapewnia dostęp wizualny z każdej strony kończyny. Przy pomiarach osób z tylko częściowo zachowaną lub zdeformowaną kończyną zapewnienie poprawnej pozycji pomiarowej często okazuje się znacznie trudniejsze niż dla ludzi zdrowych.

W celu uzyskania poprawnych pomiarów antropometrycznych ręki lub jej kikutu, konieczne jest, aby:

- kończyna miała odpowiednią pozycję i stabilność podparcia (kończyna nie powinna wykonywać żadnych ruchów w czasie pomiarów),
- sposób podparcia kończyny nie ograniczał możliwości jej pomiaru za pomocą określonego urządzenia do pomiarów optycznych,
- punkty podparcia kończyny nie deformowały jej tkanek miękkich lub robiły to w takich miejscach, które nie są istotne z punktu widzenia przeznaczenia danych pomiarowych,
- mierzona osoba mogła przyjąć wygodną pozycję dla reszty ciała, a w przypadku małych dzieci dotyczy to również opiekuna.

W literaturze dostępne są opisy różnych rozwiązań technicznych, które mają ułatwić pomiar kończyny górnej za pomocą optycznych urządzeń pomiarowych.

Znane są kolumnowe/pryzmatyczne podpory, które mają zaletę w postaci małych wymiarów, przez co zasłaniają jedynie nieznaczną część ręki, jednak zapewniają małą stabilność położenia – YU, Fang, et al. *Evaluating the accuracy of hand models obtained from two 3D scanning techniques*. Scientific Reports, 2020, 10.1: 1–10. Są one najczęściej wykorzystywane wraz z ręcznymi skanerami, które wymagają długiego czasu pomiaru. Inne rozwiązania w postaci stolików z blatami ze szkła pozwalają na wykonywanie pomiarów przez przezierny materiał stołu, jednak powodują, że kończyna jest deformowana pod własnym ciężarem – deformacji ulegają tkanki miękkie – np. CN109470141A oraz CHANG, Chien-Chi, et al. *Error control and calibration in three-dimensional anthropometric measurement of the hand by laser scanning with glass support*. Measurement, 2007, 40.1: 21–27. Co więcej, tego typu stoły sprawdzają się dobrze głównie w sytuacji, gdy skanowana ręka ma dłoń ułożoną w pozycji płaskiej. Opisane są też rozwiązania, w których nieruchome jest urządzenie pomiarowe, a ruch wykonuje człowiek, np. siedzący na dużym stole obrotowym – TONG, Jing, et al. *Scanning 3d full human bodies using kinects*. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 2012, 18.4: 643–650. Takie podejście daje jednak gorszą dokładność pomiarową, gdyż człowiekowi trudniej jest utrzymać stabilną pozycję w czasie wykonywania ruchu.

W stanie techniki znane są rozwiązania, które składają się z ramy, wewnątrz której w jednej osi porusza się głowica skanująca. Takie rozwiązanie pokazuje m.in. KR101613916B1. W przypadku takiego stanowiska kończynę mocuje się na górnej części ramy, a skanowany jest tylko ten fragment kończyny, który widziany jest przez kamerę głowicy skanującej. W celu wykonania pełnego cyfrowego odtworzenia kończyny, konieczna jest zmiana jej położenia i wielokrotne skanowanie. Podczas zmian położenia praktycznie niemożliwe jest utrzymanie stałej pozycji ręki, dłoni i palców co prowadzi do nieprawidłowego odtworzenia geometrii.

Alternatywnym rozwiązaniem, znanym z publikacji KR20210075828A, jest zastosowanie konstrukcji, w której cała geometria mierzonego obiektu odtwarzana jest dzięki obrotowi głowicy skanującej wokół kończyny. Zastosowana w tym przypadku płyta z wycięciem oraz otworami, w których mocuje się palce ma bardzo mały zakres regulacji ułożenia dłoni, co szczególnie ważne jest w przypadku wykonywania pomiaru w celu późniejszego wytwarzania ortezy.

Ponadto jeden rozstaw otworów oraz średnic powoduje, że stanowisko nie będzie uniwersalne (brak możliwości skanowania na jednym stanowisku zarówno osób dorosłych jak i dzieci). W przypadku skanowania osób z dysfunkcją ręki (np. dziecięce porażenie mózgowie) przykurcz palców uniemożliwi ich umieszczenie w płycie stabilizującej, przez co kończyna będzie pozbawiona podparcia. W rozwiązaniu tym nie przewidziano również możliwości skanowania kikuta (brak podparcia) w celu późniejszego wykonania protezy kosmetycznej lub mechanicznej.

Istotą wynalazku jest stanowisko do bezstykowych pomiarów antropometrycznych ręki zapewniające uzyskanie poprawnych pomiarów antropometrycznych, które będą mogły być wykorzystane do wytworzenia protez lub ortez. Stanowisko umożliwi skanowanie unieruchomionej kończyny zarówno za pomocą skanerów optycznych ręcznych jak i skanerów mocowanych na statywach lub kolumnach statywowych. Stanowisko zawiera stół roboczy i podparcie ciała. Stół roboczy posiada osadzony na stelażu blat roboczy w postaci lustra, w którym odbija się spodnia część kończyny, dzięki czemu skanowanie może odbywać się z tego samego położenia skanera 3D co skanowanie części wierzchniej kończyny. Zastosowanie skanowania przez lustro znacznie skraca czas pomiaru, dzięki braku konieczności zmian pozycji i kąta skanera względem mierzonej kończyny.

Stelaż stołu wzdłuż przeciwległych krawędzi blatu posiada dwie horyzontalne belki montażowe, rozmieszczone w równej wysokości ponad blatem. Pierwsza z belek posiada stabilizator ręki w postaci podpórki z paskiem zaciskowym. Belka ta jest również wyposażona w mocowanie wertykalnej belki, z regulowanym w trzech płaszczyznach, uchwytem lasera (lasera o barwie czerwonej), którego zadaniem jest emitowanie pojedynczej linii, rzutowanej na kończynę pacjenta. Linia wskazuje prawidłowe ułożenie ręki pacjenta. Uchwyt lasera regulowany jest w trzech płaszczyznach umożliwiając tym samym odpowiednie jego położenie względem konstrukcji nośnej.

Druga z belek montażowych, przeciwległa do belki pierwszej, posiada regulowaną, korzystnie wysuwnie w kierunku blatu sztywną poprzeczkę, stanowiącą podparcie ręki pod kością grochową nadgarstka. Pozycję poprzeczki można regulować w zależności od długości ręki pacjenta.

Do drugiej belki nadto mocowany jest rozłącznie regulowany wysuwnie uchwyt podpórki kikuta kończyny górnej pacjenta, albo podparcie dla palców: wskazującego, środkowego, serdecznego oraz małego wraz z pierścieniem w którym umieszcza się kciuk. Oba podparcia są regulowane i umożliwiają prawidłową stabilizację palców niezależnie od wielkości dłoni i długości palców pacjenta. Przy czym korzystnie przewiduje się, że uchwyt podpórki kikuta umożliwia jego stabilizację w pozycji wyprostowanej jak i zgiętej pod kątem – w zakresie kątowym od 15 do 60 stopni.

Wyjątkowo korzystnie podparcie ciała stanowi obrotowe krzesło z podparciem pleców, regulacją wysokości siedziska oraz wysokości podnóżka.

Optymalnie przewiduje się, że elementy konstrukcji stołu roboczego tj.: stelaż, belki montażowe oraz wertykalna belka wykonane są z kwadratowych profili aluminiowych.

Istotną zaletą stanowiska według wynalazku jest to, że umożliwia skanowanie zarówno prawej jak i lewej kończyny u osób zdrowych jak i po amputacji (skanowanie kikutów), zarówno dzieci jak i dorosłych.

Stanowisko do bezstykowych pomiarów antropometrycznych ręki w przykładzie realizacji przedstawiono na fig. 1 rysunku. Fig. 2 natomiast pokazuje ortezę nadgarstka, która jest przykładowym wyrobem wytworzonych na podstawie danych uzyskanych z pomiarów z zastosowaniem stanowiska.

Stanowisko pokazane na fig. 1 i składa się z obrotowego krzesła 1 z podparciem pleców oraz regulacją wysokości siedziska oraz wysokości podnóżka. Taki typ krzesła zapewnia możliwość przyjęcia

wygodnej i stabilnej pozycji osoby skanowanej. Dodatkowo krzesło na stanowisku umożliwia np. posadzenie skanowanego dziecka na kolanach opiekuna co zapewnia dodatkową stabilizację oraz zmniejsza stres związany z pomiarem.

Stół roboczy posiada osadzony na stelażu 2 blat roboczy w postaci lustra 5, w którym odbija się spodnia część kończyny, dzięki czemu skanowanie może odbywać się z tego samego położenia skanera 3D co skanowanie części wierzchniej kończyny. Zastosowanie skanowania przez lustro znacznie skraca czas pomiaru, dzięki braku konieczności zmian pozycji i kąta skanera względem mierzonej kończyny.

Stelaż 2 stołu roboczego wykonano z kwadratowych profili aluminiowych, do której zamocowane są rozłącznie wszystkie elementy stanowiska.

Stelaż 2 wzdłuż przeciwległych krawędzi blatu stołu posiada dwie horyzontalne belki montażowe 9 i 10 rozmieszczone w równej wysokości ponad blatem 5. Pierwsza belka 9 posiada stabilizator ręki (ramienia/przedramienia) w postaci podpórki z paskiem zaciskowym 4 oraz dodatkowo mocowanie wertykalnej belki 3, na której osadzony jest regulowany w trzech płaszczyznach, uchwytu lasera (laser o barwie czerwonej). Laser emituje pojedynczą linię, rzutowaną na kończynę pacjenta. Linia wskazuje prawidłowe ułożenie ręki pacjenta.

Druga z belek montażowych 10 – przeciwległa do belki montażowej 9 – posiada regulowaną, korzystnie wysuwnie w kierunku blatu 5 sztywną poprzeczkę 8 stanowiącą podparcie ręki pod kością grochową nadgarstka. Podparcie w postaci aluminiowej poprzeczki 8 umożliwia regulację w zależności od długości ręki pacjenta.

Do drugiej belki 10 nadto mocowany jest rozłącznie i wariantowo albo regulowany wysuwnie uchwyt 7 podpórki kikuta kończyny górnej pacjenta, albo podparcie dla palców 6 wskazującego, środkowego, serdecznego oraz małego wraz z pierścieniem, w którym umieszcza się kciuk. Oba podparcia są regulowane i umożliwiają prawidłową stabilizację palców niezależnie od wielkości dłoni i długości palców pacjenta.

W przypadku podpórki kikuta 7 regulacja umożliwia skanowanie kikuta zarówno w pozycji wyprostowanej jak i zgiętej pod kątem tj. w zakresie kąta od 15 do 60 stopni.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania technicznego uzyskano następujące rezultaty:

- możliwość zastosowania stelaża przy pomiarach z zastosowaniem różnych urządzeń pomiarowych;
- możliwość skanowania kończyn górnych – zarówno zdrowych, jak również po częściowej amputacji (kikutów) u dzieci oraz dorosłych;
- czas przebrojenia stanowiska do wymagań mierzonej osoby mniejszy niż 3 minuty;
- stabilność położenia ręki znacznie większa niż przy próbie skanowania bez stolika;
- szybka możliwość kontroli położenia ręki dzięki wskazaniu prążka lasera;
- możliwość demontażu i ponownego montażu stanowiska w innej lokalizacji w ciągu 20 minut;
- możliwość skanowania zarówno prawej, jak również lewej ręki bez konieczności przebrajania stanowiska.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stanowisko do bezstykowych pomiarów antropometrycznych kończyny górnej człowieka zawierające stół roboczy i podparcie ciała **znamiennie tym**, że stół roboczy posiada osadzony na stelażu (2) blat roboczy w postaci lustra (5), stelaż (2) wzdłuż przeciwległych krawędzi blatu stołu posiada dwie horyzontalne belki montażowe (9) i (10) rozmieszczone w równej wysokości ponad blatem (5), pierwsza belka (9) posiada stabilizator w postaci podpórki ręki z paskiem zaciskowym (4) oraz mocowanie wertykalnej belki (3), regulowanego w trzech płaszczyznach, uchwytu lasera, stanowiącego laser o barwie czerwonej, przy czym przeciwległa do pierwszej belki montażowej (9) druga belka (10) posiada regulowaną, w kierunku blatu (5), sztywną poprzeczkę (8), nadto do drugiej belki (10) mocowany jest rozłącznie regulowany wysuwnie uchwyt (7) podpórki kikuta kończyny górnej pacjenta, bądź regulowane wysuwnie podparcie dla palców (6): wskazującego, środkowego, serdecznego oraz małego wraz z pierścieniem kciuka.
2. Stanowisko według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że podparcie ciała stanowi obrotowe krzesło (1) z podparciem pleców, regulacją wysokości siedziska oraz wysokości podnóżka.

3. Stanowisko według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że uchwyt (7) podpórki kikutu kończyny górnej pacjenta regulowany jest w zakresie kątowym od 15 do 60 stopni.
4. Stanowisko według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że stelaż (2), belki montażowe (9)(10) oraz wertykalna belka (3) wykonane są z kwadratowych profili aluminiowych.
5. Stanowisko według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że sztywna poprzeczka (8) regulowana jest wysuwnie.

Rysunki

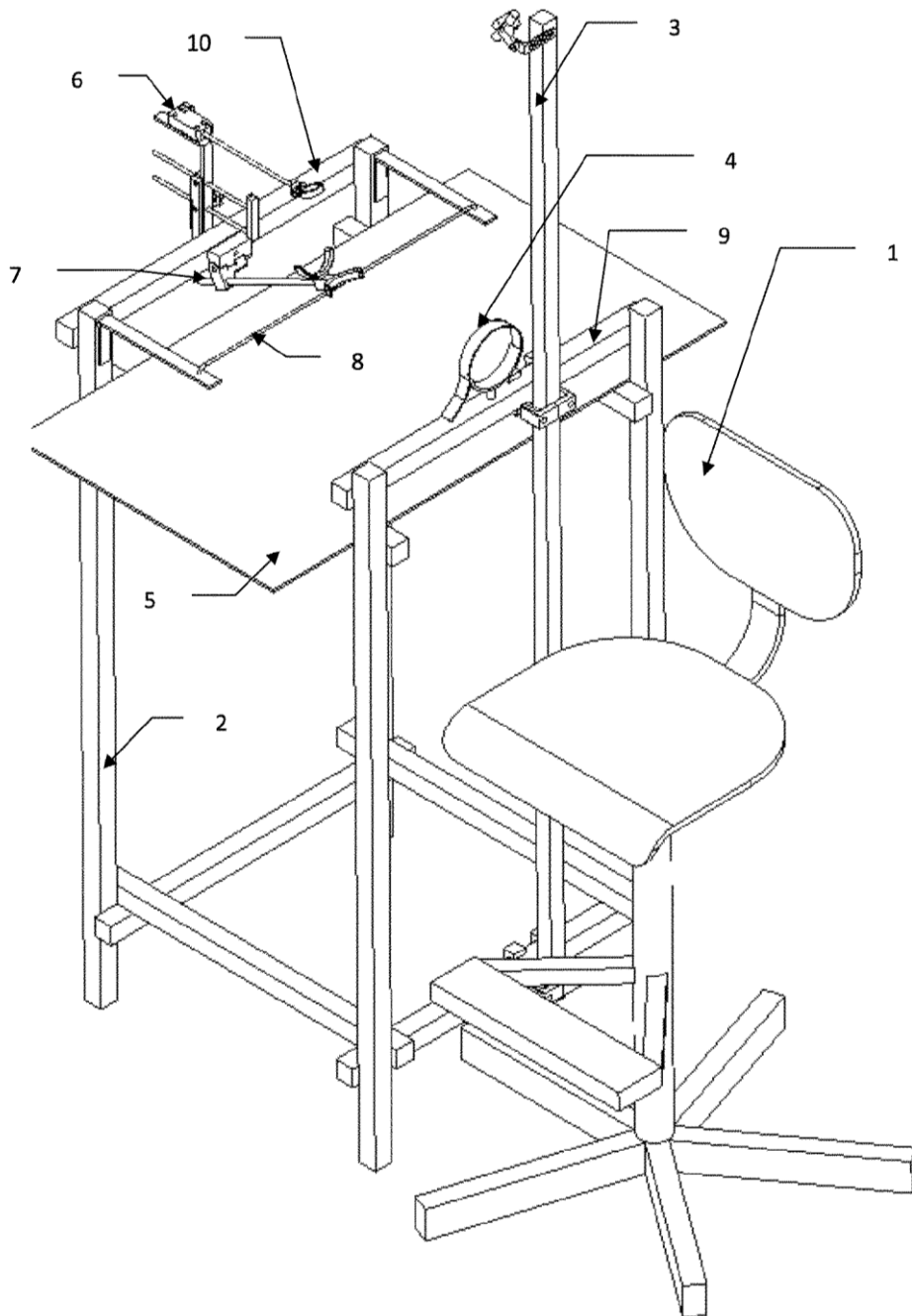


fig.1

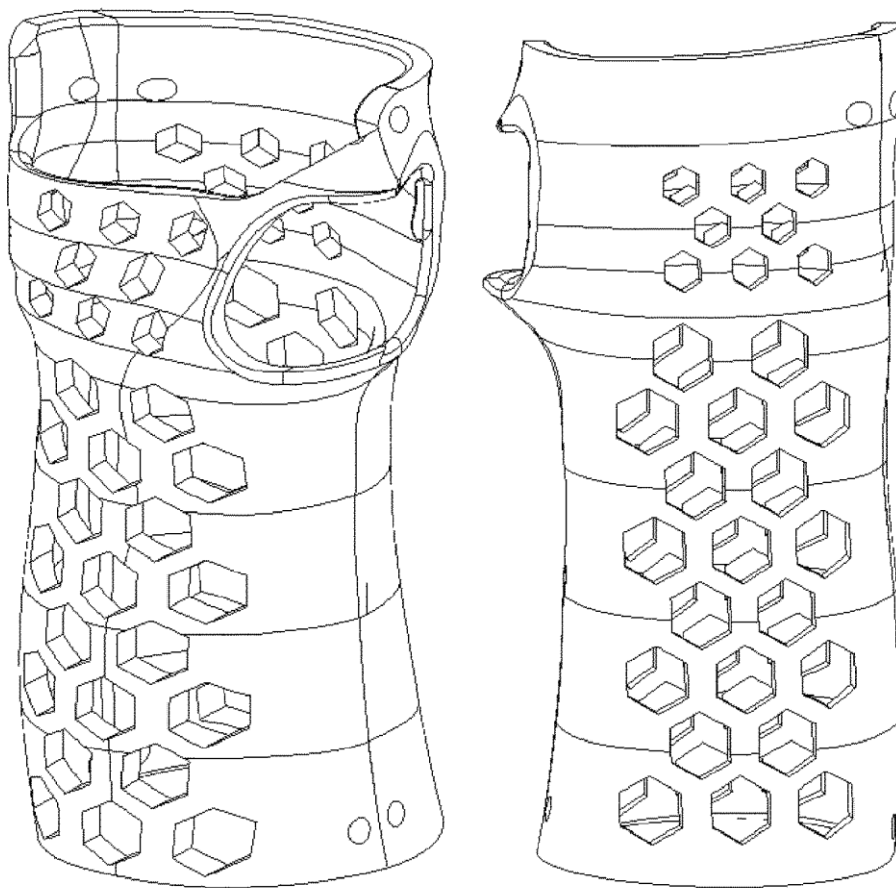


fig. 2