

## **Sposób automatycznego bezstykowego pomiaru temperatury i bramka do automatycznego pomiaru temperatury**

Przedmiotem wynalazku jest sposób automatycznego bezstykowego pomiaru temperatury ciała osób w trakcie przechodzenia przez bramkę i bramka do realizacji tego automatycznego pomiaru, stosowane w trybie automatycznym do wykrycia osoby w polu roboczym, dostosowania wysokości czujnika temperatury do wysokości oczu, wykonania pomiaru temperatury w rejonie kącika oka, a następnie podania wyniku pomiaru jednocześnie w formie wizualnej i dźwiękowej.

Z dotychczasowego stanu techniki znana jest duża ilość rozwiązań do wykonywania pomiaru temperatury. Jednym z powtarzających się potencjalnych problemów we wcześniejszych rozwiązaniach jest sztywne umiejscowienie czujników odpowiedzialnych za pomiar temperatury, jak również ich niedostosowanie do potrzeb osób niepełnosprawnych lub czasowo ograniczonych ruchowo. Inne znane rozwiązania są zbudowane w oparciu o konstrukcję która umożliwia swobodne przejście, natomiast do pomiaru oceny stanu zdrowia wykorzystują promieniowanie rentgenowskie, przez co stosowanie takiego rozwiązania może być niemożliwe w niektórych miejscach.

Z opisu patentowego GB2414792 znane jest wyznaczanie temperatury ciała osoby poddanej pomiarom za pomocą matrycowego czujnika podczerwieni skierowanego w stronę kącika oka. Matrycowy czujnik podczerwieni jest skierowany w stronę narożnika okolicy oczu z boku nosa. Czujnik podczerwieni jest połączony z jednostką oceniającą, która jest przystosowana do wybierania maksymalnej wartości w matrycy. Sygnały pomiarowe i obliczona wartość temperatury ciała mogą być wyświetlane na wyświetlaczu lub przekazywane przez nadajnik do centralnej stacji oceniającej i monitorującej. Czujnik podczerwieni może być umieszczony w masce do oddychania, na kasku lub przymocowany do okularów.

Z opisu wynalazku JP2012110703 znany jest system i sposób przeprowadzania kompleksowej oceny zdrowia w tym temperatury ciała ludzkiego z wykorzystaniem bramki, której pierwsza i druga konstrukcja wsporcza zorientowane są w pionie i oddalone od siebie, aby określić obszar skanowania skonfigurowany do przyjmowania pacjenta do skanowania. System dla obrazowania wykorzystuje promieniowanie rentgenowskie, którego źródło wbudowane jest w konstrukcję wsporczą i skonfigurowane jest do pozyskiwania danych obrazu rentgenowskiego od osoby w pozycji stojącej. System

posiada urządzenie do zbierania danych dotyczących zdrowia osoby w bramce, komputer zaprogramowany do odbierania danych z obrazu rentgenowskiego i danych dotyczących zdrowia oraz generowania wyników diagnostycznych na podstawie danych obrazu rentgenowskiego i danych dotyczących zdrowia. Bramka generuje co najmniej jedną diagnozę zdrowotną i zalecenie do przyszłych działań.

Z opisu wynalazku CN110084928 znana jest bramka stosowana w kampusach studenckich do pomiaru temperatury ciała. Brama kampusu zawiera mechanizm otwarcia i zamknięcia przejścia, urządzenie do weryfikacji tożsamości, przyrząd do pomiaru wysokości na podczerwień, kontroler i wiele przyrządów do pomiaru temperatury ciała na podczerwień, przy czym przyrządy do pomiaru temperatury ciała na podczerwień są umieszczone na jednym końcu przejścia maszyny bramowej na różnych wysokościach. Urządzenie służy do weryfikacji tożsamości osób przechodzących przez bramę, automat bramy otwiera się po weryfikacji tożsamości, a do kontrolera przesyłane są informacje o tożsamości osób przechodzących przez bramę. Przyrząd do pomiaru wysokości na podczerwień służy do pomiaru wysokości osób przechodzących przez bramę. Kontroler służy do monitorowania stanu otwarcia-zamknięcia automatu bramy i wyboru przyrządów do pomiaru temperatury ciała na podczerwień na odpowiednich wysokościach, zgodnie z danymi dotyczącymi wysokości osoby. Studenci z nieprawidłową temperaturą ciała są kierowani do dalszych badań, co zapobiega infekcjom chorób.

Istotą sposobu automatycznego bezstykowego pomiaru temperatury według wynalazku jest to, że pomiar temperatury przeprowadza się w kątku oka z zastosowaniem bezstykowego czujnika temperatury, przy czym na początku sekwencji pomiarowej określa się wstępną wysokość położenia twarzy z wykorzystaniem dwóch czujników odległości. Następnie moduł z czujnikiem temperatury ustawia się zgodnie ze zmierzoną wysokością położenia twarzy, po czym kolejnym czujnikiem odległości weryfikuje się wcześniejszy pomiar, a następnie koryguje się położenie modułu. Następnie zintegrowaną z modułem kamerą wykonuje się zdjęcie twarzy i wyznacza się położenie oczu z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, po czym na podstawie wyniku analizy ustawia się moduł na wysokości oczu. W kolejnym kroku z wykorzystaniem czujnika odległości zintegrowanym z modułem mierzy się odległość twarzy od modułu, a następnie wykorzystując wynik tego pomiaru ustawia się orientację kątową czujnika temperatury. W ostatnim kroku mierzy się temperaturę w kątku oka oraz podaje się wynik.

Istotą bramki do automatycznego pomiaru temperatury według wynalazku wykorzystującej czujnik temperatury, czujniki pomiaru odległości, kamerę cyfrową, wyświetlacz, głośniki oraz układy realizacji ruchu liniowego i obrotowego jest dokonanie automatycznego, bezstykowego pomiaru temperatury w okolicy kącika oka niezależnie od jego położenia w przestrzeni pomiarowej bramki. Czujnik temperatury połączony z elementem umożliwiającym zmianę jego położenia kątowego wokół pionowej osi obrotu wraz z czujnikiem odległości, kamerą cyfrową i wyświetlaczem wchodzi w skład ruchomego modułu poruszającego się z wykorzystaniem układu realizacji ruchu liniowego. Moduł ruchomy czujnika temperatury porusza się wzdłuż osi pionowej konstrukcji nośnej bramki na której umieszczone są czujniki odległości wykorzystywane do pozycjonowania modułu oraz głośniki przez które podawana jest informacja o wyniku pomiaru jednocześnie z informacją na wyświetlaczu.

Wynalazek umożliwia badanie osób, różniących się pod względem cech fizycznych w określonym miejscu ciała, w którym temperatura jest stabilna i w dużej mierze odporna na wpływ czynników zakłócających pomiar. Takie rozwiązanie charakteryzuje się wysoką dokładnością oraz odtwarzalnością pomiaru, a także umożliwia stosowanie procedury w przypadku osób niepełnosprawnych lub czasowo ograniczonych ruchowo.

Wynalazek został przedstawiony na przykładzie wykonania na schematycznym rysunku na fig. 1 i fig. 2, przedstawiają widoki aksonometryczne konstrukcji bramki z dwóch stron, fig. 3 i fig. 4 widok mechanizmu kontrolno-pomiarowego z boku, fig. 5 i fig. 6 widok mocowania profili w powiększeniu, a fig. 7 i fig. 8 ukazują powiększenie elementów mechanizmu kontrolno-pomiarowego z ukazaniem zamocowania poszczególnych elementów wykonawczych.

Przykład.

Realizacja opracowanego sposobu pomiaru może przyjąć formę bramki o wymiarach  $0,9 \times 0,9 \times 2,2$  m, zbliżonych do popularnych bramek wykrywaczy metali. Bramka, która jest przedstawiona na rysunku to ramowa konstrukcja w postaci bramy, tunelu ale też może być wykonana w formie ścianki. Konstrukcja nośna 13 bramki wykonana jest ze standardowych profili aluminiowych o wymiarach  $45 \times 45$  mm, wersja z rowkiem 8 mm. Profile łączone są ze sobą z wykorzystaniem standardowych kątowników montażowych  $90 \times 90$  mm. Pozostałe części stanowiska w znacznej mierze przygotowywane są w technologii druku 3D z materiałów biodegradowalnych (takich jak Polilaktyd). Przed wejściem do bramki na wysokości 2,2 m względem podstawy konstrukcji nośnej i w odległości 435 mm od konstrukcji umieszczone są dwa czujniki odległości 7 dokonujące

wstępnego pomiaru wysokości wchodzącej osoby. Czujniki odległości 7 które są połączone ze sterownikiem 4, służą do wstępnego ustawiania modułu 3 – opisanego poniżej – zamocowanego na prowadnicach 9 wykonanych ze stali utwardzonej. Takie rozwiązanie pozwala przyspieszyć cały cykl pomiarowy, ponieważ przed właściwym pomiarem moduł jest już ustawiany na wysokości wstępnej ustalonej na podstawie wskazań czujników odległości 7. Zastosowano czujniki odległości typu odbiciowego „time-of-flight” o zakresie do 2 m. Możliwe jest zastosowanie innych typów czujników jednak należy zwrócić uwagę na zakres pomiarowy, tak aby maksymalny zakres nie był mniejszy niż 2 m. Po otrzymaniu wskazań z czujników 7 dodatkowy czujnik odległości 8 zamocowany na wysokości 2,1 m względem podstawy w miejscu przecięcia się przekątnych kwadratu wyznaczonego przez profile tworzące podstawę konstrukcji, umożliwia sprawdzenie czy osoba znajduje się w obrębie bramki, po czym następuje precyzyjne ustawienie modułu 3. Za ustawienie odpowiedniej wysokości modułu odpowiada silnik krokowy 12 o momencie obrotowym nie mniejszym niż 0,43 Nm i rozdzielczości 400 kroków na obrót, obsługiwany przez sterownik 4. Ruch modułu 3 jest realizowany z użyciem przekładni pasowej 10. Jako sterownik zastosowano mikrokontroler, wykorzystujący czterordzeniowy procesor ARM. Możliwe jest również użycie innych typów sterowników jednakże powinny się one charakteryzować wysoką mocą obliczeniową. Zastosowanie wydajnego procesora umożliwia jednocześnie sterowanie wszystkimi elementami, a także wykonywanie analizy obrazu wykorzystując metody uczenia maszynowego. W zastosowanym rozwiązaniu do realizacji ruchu modułu 3 użyto silnika krokowego ze względu na wysoki moment trzymający oraz precyzję ruchu. Możliwe jest użycie innych typów silników jednakże silniki o mniejszym momencie trzymającym wymagać będą zastosowania większej przeciwwagi 11 oraz innego sposobu sterowania. Na ruchomym module 3 zamocowana jest kamera 5 CCD 1/4” o rozdzielczości nie mniejszej niż 5 MPx o kątach widzenia nie mniejszych niż 160°, która przekazuje obraz do sterownika 4 gdzie wykonywana jest analiza obrazu z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego, która ma na celu lokalizację wewnętrznego kącika prawego oka. Jako metodę analizy obrazu wykorzystano metodę detekcji Haar-cascade. W zależności w której części obrazu został wykryty kącik oka, silnik 12 przesuwa moduł 3 w górę lub w dół tak aby pokrył się on ze środkową poziomą linią obrazu kamery 5, co odpowiada pożądanej pozycji modułu 3. Nad kamerą 5, w tej samej płaszczyźnie zamocowany jest czujnik odległości 6 tego samego typu co czujniki 7, 8 połączony ze sterownikiem 4, który odpowiedzialny jest za pomiar odległości obiektu w stosunku do kamery 5. Po prawej stronie modułu 3 zamocowany jest czujnik pirometryczny 1 z możliwością regulacji emisyjności który jest sztywno osadzony na wale silnika 2 dzięki czemu możliwy jest ruch obrotowy pirometru 1. Znając odległość  $L_0$  (w

zastosowanym rozwiązaniu  $L_0 = 140 \text{ mm}$ ) między czujnikiem pirometrycznym 1, a czujnikiem odległości 6, która jest wyznaczana w trakcie kalibracji systemu oraz wskazanie odległości  $d$  z czujnika odległości 6 można wyznaczyć kąt  $\alpha$  z wykorzystaniem metody triangulacji korzystając z zależności:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d}{L_0}\right)$$

Regulacja odpowiedniego ustawienia pirometru 1 (zarówno jego wysokości jak i pozycji kątowej) odbywa się w sposób ciągły, natomiast wyniki pomiaru uśredniane są z 15 odczytów, przez co minimalizowany jest wpływ zmiany pozycji ciała osoby poddawanej sprawdzeniu w czasie trwania pomiaru (równy ok. 3s). Po zakończeniu procedury pomiarowej informacja o wyniku podawana jest w formie tekstowej na wyświetlaczu LCD 15 o przekątnej 7" jak również w formie komunikatu głosowego przez głośnik 14.