

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234864**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **423392**

(51) Int.Cl.
G01D 3/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **08.11.2017**

(54) **Sposób i urządzenie do pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnalów**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
20.05.2019 BUP 11/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.2020 WUP 04/20

(73) Uprawniony z patentu:
KAŃTOCH ELIASZ, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ELIASZ KAŃTOCH, Kraków, PL
ANNA KAŃTOCH, Kraków, PL

PL 234864 B1

Opis wynalazku

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnatów, w szczególności służące do wykrywania i sygnalizacji zagrożenia stanu zdrowia człowieka. Wynalazek może być zastosowany do pomiaru: np. temperatury ciała, wilgotności względnej skóry, parametrów ruchu, przewodności elektrycznej skóry, częstości akcji serca i oddechów osoby lub grup osób przebywających w: ośrodkach opiekuńczych, szpitalach, szpitalnych oddziałach ratunkowych, podczas akcji ratunkowych i misji specjalnych, zajęciach sportowych oraz skupiskach ludzi. Wynalazek może być również używany przy pielęgnacji lub treningu zwierząt.

Stan techniki. Znane są urządzenia, które pozyskują biosygnaty i wyświetlają je na ekranie urządzenia mobilnego np. smartphona. Przykładowo znany jest ze zgłoszenia EP 1815784 mobilny system bezprzewodowy do odczytywania ludzkich biosygnatów za pośrednictwem przetworników umieszczonych na skórze lub w ciele pacjenta. System ten zawiera miniaturowy przetwornik bez kabli, bezprzewodową jednostkę mobilną, urządzenie komputerowe (telefon komórkowy) lub komputer PC oraz serwery internetowe. System może być wykorzystywany do monitorowania różnych biosygnatów np. EKG, EEG, poziom glukozy lub ciśnienia krwi. Odczytywane informacje są przedstawiane lekarzowi w postaci prezentacji medialnych. Ze zgłoszenia nr EP0263305 A2 pt. "Schaltungsanordnung zur Beeinflussung von Signalen" znane jest urządzenie do pomiaru sygnałów, zawierające multiplekser, do którego doprowadza się sygnały z czujników, pamięć oraz demultiplekser. Ponadto znane jest ze zgłoszenia nr EP0587165 A2 pt. "Information processing apparatus having multiprobe control circuit" urządzenie pomiarowe, w którym zastosowano układ porównywania w postaci komparatora.

Ogólnie znane są metody telemetryczne, np. ze zgłoszenia EP 2113193 znany jest system monitorowania biosygnatów zawierający wiele czujników umieszczonych w ustalonych położeniach na ciele pacjenta; przy czym każdy czujnik ma powierzchnię ukształtowaną do mierzenia określonego biosygnatu. Ponadto system monitorowania zawiera nadajnik odbiornik, anteny czujników, układ zasilania, mikroprocesor dla dostarczania danych oraz stanowisko sterowania zapewniające bezprzewodowe, dwukierunkowe połączenie komunikacyjne z czujnikami. Dodatkowo system monitorowania zawiera stację sterującą wyposażoną w nadajnik-odbiornik stacji, antenę stacji i komputer do dalszego przetwarzania danych z czujników.

Niedogodnością znanych rozwiązań jest to, że nie można obserwować jednocześnie pacjentów i wyników pomiarów biosygnatów, ponieważ informacja o tych wynikach przedstawiana jest na urządzeniach oddalonych od pacjentów.

Wynalazek. Sposób pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnatów według wynalazku polega na tym, że biosygnaty odbiera się i przetwarza na cyfrowe sygnały elektryczne za pomocą czujników, sygnały otrzymane z czujników (1) multipleksuje się w multiplekserze (2) uzyskując sygnał zawierający informację w postaci wektora danych, a następnie sygnał zawierający wektor danych porównuje się z sygnałem danych wzorcowych, po czym, wyniki tego porównania przesyła się sygnałem elektrycznym do mikroprocesora (5), sposób wyróżnia się tym, że do mikroprocesora (5) przesyła się również wartości otrzymane z czujników (1), które przesyła się do układu transmisji bezprzewodowej (7) lub/i do układu sterowania LED (6), w którym wytwarza się sygnał zawierający wektor sygnałów sterująco-zasilających matrycę diod LED (8). Sygnał wyjściowy z układu sterowania LED (6) przed dostarczeniem do matrycy diod LED (8) demultipleksuje się w demultiplekserze (9) otrzymując więcej niż jeden sygnał sterująco-zasilający matrycę diod LED (8), co umożliwia wyświetlanie napisów.

Korzystnie pomiędzy etapem otrzymania sygnałów wyjściowych z układu sterowania LED (6), a dostarczeniem ich do matrycy diod LED (8) dokonuje się zamiany sygnału cyfrowego na analogowy.

Przedmiotem wynalazku jest także urządzenie do pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnatów zawierające mikroprocesor, pamięć, czujniki biosygnatów, multiplekser, demultiplekser oraz układ zasilania, zaś wejścia multipleksera połączone są z czujnikami służącymi do pomiarów biosygnatów urządzenie wyróżnia się tym, że zawiera odzież, na której umieszczono mikroprocesor (5) oraz połączone z nim: pamięć (4), układ porównywania (3), układ sterowania LED (6), układ transmisji bezprzewodowej (7), a na odzieży umieszczono również diody LED w postaci matrycy LED (8) połączone są w szyku siatkowym za pomocą elastycznych nici przewodzących (12) oraz połączonej z układem sterowania LED (6). Matryca LED (8) połączona jest z układem sterowania LED (6) poprzez demultiplekser (9), co umożliwia wyświetlanie napisów. Ponadto, układ porównywania (3) połączony jest z wyjściem multipleksera (2) umieszczonym na odzieży, ponadto na drodze sygnału pomiędzy czujnikami (1), a układem porównywania (3) znajduje się przetwornik sygnału analogowego na sygnał cyfrowy (14).

Korzystnie odzieżą jest koszulka (10).

Korzystnie elementy urządzenia takie jak: mikroprocesor (5), pamięć (4), układ porównywania (3), układ sterowania LED (6), układ zasilania (11), multiplexer (2), odpowiednio demultiplexer (9), odpowiednio układ transmisji bezprzewodowej (7), zostały osadzone na elastycznej płytce PCB i zamknięte we wspólnej obudowie (13).

Korzystnie płytka PCB wykonana jest z materiału kompozytowego.

Korzystnie obudowa (13) wykonana jest z silikonu.

Korzystnie obudowa (13) zamocowana jest do strony wewnętrznej koszulki (10) – w okolicy mostka użytkownika.

Korzystnie na drodze sygnału pomiędzy układem sterowania LED (6), a matrycą diod LED (8) znajduje się przetwornik sygnału cyfrowego na analogowy.

Korzystnie czujniki (1) pokryte są gąbką.

Korzystnie czujniki (1) pokryte gąbką, obszyte są niciami przewodzącymi (12).

Korzystne skutki. Wynalazek pozwala na wizualne zidentyfikowanie z dużej odległości osoby lub grupy osób o pozanormalnych wartościach biosygnatów. Z uwagi na zastosowanie, zintegrowanych z odzieżą, elementów elastycznych (w tym nici przewodzących) użytkownik urządzenia nie odczuwa dyskomfortu ruchowego. Wynalazek wyróżnia się prostotą wykonania, bezobsługowością oraz łatwością użytkowania. Pomiar wykonuje się automatycznie – bez czynnego udziału użytkownika. Wynalazek może być przeznaczony dla osób chorych i niepełnosprawnych, które wymagają ciągłej obserwacji biosygnatów. Wynalazek natychmiastowo sygnalizuje sytuację niebezpieczną poprzez wygenerowanie sygnału wizualnego i tym samym zwraca uwagę osób z otoczenia – nawet w ciemności i z dużej odległości. Zintegrowanie elementów elektrycznych i elektronicznych z odzieżą sprawia, że osoba ją nosząca nie musi stale kontrolować swoich parametrów witalnych, a jednocześnie jej stan biosygnatów jest dobrze widoczny w tłumie (np. pacjentów szpitala) lub na otwartych przestrzeniach (np. w górach). Urządzenie nie pobiera dużo energii elektrycznej, a może być wykorzystane do alarmowania stanu zdrowia i życia również na dowolne odległości dzięki zastosowaniu zdalnej transmisji danych.

Urządzenie na użytkowniku jest praktycznie niewidoczne. Widoczna jest jedynie odzież oraz iluzja, że odzież ta zmienia barwę lub emituje napisy.

Opis figur rysunku. Urządzenie według wynalazku zostało przedstawione na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia elektryczny schemat blokowy urządzenia według wynalazku, a fig. 2 przedstawia rozmieszczenie czujników oraz obudowy urządzenia od wewnętrznej („lewej”) strony koszulki.

Przykłady realizacji

Przykład I (sposób)

Biosygnaty, takie jak: temperatura ciała, wilgotność względna skóry, wartość bezwzględna przyspieszenia (jako krotność przyspieszenia ziemskiego), przewodność elektryczna skóry, częstość akcji serca i oddechów – wytwarzane przez człowieka, odbiera się i przetwarza na cyfrowe sygnały elektryczne za pomocą czujników 1. Tak otrzymane sygnały multipleksuje się w multiplexerze 2. W wyniku multipleksacji uzyskuje się sygnał zawierający informację w postaci wektora danych. Następnie sygnał zawierający wektor danych porównuje się w układzie porównywania 3 z sygnałem zawierającym wektor danych wzorcowych zawartych w pamięci 4 wykonanej jako pamięć ROM. Porównanie to odbywa się zgodnie z funkcją przejścia – przykładowo podaną w tabeli nr 1. Po czym, wyniki tego porównania, zgodnie z tabelą 2, przesyła się sygnałem elektrycznym do mikroprocesora 5, skąd jest przekazywany do układu sterowania LED 6 oraz opcjonalnie do układu transmisji bezprzewodowej 7. Wariantywnie do mikroprocesora 5 przesyła się również wartości otrzymane z czujników 1, które również przesyła się do układu transmisji bezprzewodowej 7 oraz opcjonalnie do układu sterowania LED 6. Na podstawie tych sygnałów w układzie sterowania LED 6 wytwarza się sygnał zawierający wektor sygnałów sterująco-zasilających matrycę diod LED 8, który następnie demultipleksuje się w demultiplexerze 9 otrzymując wiele sygnałów sterująco-zasilających matrycę diod LED 8, którymi po przetworzeniu na sygnały analogowe, zasila się matrycę diod LED 8. W niniejszym przykładzie realizacji użyto 64 diody RGB do których potrzebne były 192 sygnały sterująco-zasilające. Ta ilość sygnałów wynika z tego, że każda dioda posiadała osobne wyprowadzenie dla swojej części czerwonej, zielonej i niebieskiej. Opcjonalnie używane były też diody z czwartym wyjściem, tj. bursztynowym, co pociągało za sobą relatywnie większą ilość sygnałów.

Matryca diod LED 8 zintegrowana jest z koszulką 10 osoby do której podłączone są czujniki 1. Efektem końcowym jest to, że na matrycy LED 8 wyświetlane są obrazy świadczące o aktualnej wartości (zgodnie z tabelą 2) biosygnatów emitowanych przez osobę noszącą koszulkę 10 (np. pacjenta lub

sportowca), np. „SOS” lub cała matryca LED **8** na czerwono lub zielono. Obrazy i barwy wyświetlane na matrycy LED **8** mają charakter umowny (co nie wyklucza, że są powszechnie zrozumiałe) i są wykorzystywane przez obserwatora, np. lekarza lub trenera w zależności od konkretnego zastosowania wynalazku.

Dodatkowo uzyskane sygnały opcjonalnie przesyłane były za pomocą układu transmisji bezprzewodowej **7** do zewnętrznego odbiornika połączonego z komputerem w celu archiwizacji i głębszej analizy uzyskanych wyników pomiarów biosygnatów.

Tabela 1

	Temperatura [C°]	Częstość akcji serca [min ⁻¹]	Częstość oddechów [min ⁻¹]	Przyspieszenie (wartość bezwzględna) [m·s ⁻²]	Przewodność skóry [μS]	Wilgotność względna skóry [%]
Próg dolny	$\alpha_1 \cdot 35$	$\beta_1 \cdot 40$	$\gamma_1 \cdot 10$	$\delta_1 \cdot 0,1 \cdot g$	$\varepsilon_1 \cdot 2$	$\zeta_1 \cdot 30$
Próg górny	$\alpha_2 \cdot 37$	$\beta_2 \cdot 160$	$\gamma_2 \cdot 40$	$\delta_2 \cdot 1,8 \cdot g$	$\varepsilon_2 \cdot 8$	$\zeta_2 \cdot 60$

Parametry: α_1 , β_1 , γ_1 , δ_1 , ε_1 , ζ_1 , α_2 , β_2 , γ_2 , δ_2 , ε_2 , ζ_2 , z uwagi na cechy osobnicze są spersonalizowane dla konkretnych użytkowników (pacjentów lub sportowców) i mieściły się w przedziale od 0,7 do 1,2. Natomiast odległości elektrod przy pomiarze przewodności skóry wynosiła 2 cm.

Tabela 2

Sygnal porównywany	Wynik porównania
Poniżej progu dolnego lub powyżej progu górnego (dla przynajmniej jednego czujnika)	Negatywny (wyświetlany np. napis „SOS”)
Pomiędzy progiem dolnym, a górnym	Pozytywny (wyświetlany np. napis „OK”)

Przykład II (sposób)

W drugim przykładzie realizacji dokonano ciągu czynności tak jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że użyto analogowego multipleksera **2**, a zamianę sygnału analogowego na cyfrowy dokonano po multipleksacji. Dokonano również zamiany sygnału cyfrowego na analogowy przed demultipleksacją, a do demultipleksacji użyto analogowego demultipleksera **9**. Alternatywnie zrezygnowano z zamiany sygnału cyfrowego na analogowy, a matrycę LED **8** zasilano bezpośrednio cyfrowym sygnałem sterująco-zasilającym z wyjść demultipleksera **9**, co jest rozwiązaniem tańszym lecz uboższym w możliwości uzyskiwanych barw i strumieni świetlnych.

Przykład III (sposób)

Przykład ten stanowi uproszczoną wersję sposobu według wynalazku i różni się od poprzednich przykładów tym, że nie posiada etapu demultipleksacji. Oznacza to, że sygnał wyjściowy z układu sterowania LED **6** wyprowadza się bezpośrednio na równoległe połączone diody LED w matrycy LED **8**. Ten wariant ogranicza działanie wynalazku jedynie do emisji jednakowych barw i strumieni świetlnych przez wszystkie diody LED jednocześnie. W tym wariantcie nie jest możliwe wyświetlanie umownych napisów na matrycy LED **8**. Realizacja sygnałów negatywnych lub pozytywnych sprowadza się do wyświetlania barw np. czerwonej lub zielonej za pomocą matrycy LED **8**.

Przykład IV (urządzenie)

W czwartym przykładzie realizacji skonstruowano urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku. Urządzenie składa się z koszulki **10**, mikroprocesora **5** połączonego z: pamięcią **4** (wykonaną jako pamięć ROM), układem porównywania **3**, układem sterowania LED **6**, układem zasilania **11**. Na koszulce **10** umieszczono diody LED w szyku siatkowym, który utworzył matrycę LED **8**. Diody matrycy LED **8** połączone zostały za pomocą nici przewodzących **12** z wyjściami demultipleksera **9**, którego wejście połączono z układem sterowania LED **6**. Ponadto, układ porównywania **3** połączony został

z wyjściem multipleksera **2**, zaś wejścia multipleksera **2** połączone zostały również za pomocą nici przewodzących **12** z czujnikami **1** służącymi do pomiarów biosygnatów. W urządzeniu według wynalazku użyto sześciu czujników **1** mierzących odpowiednio: temperaturę ciała, wilgotność względną skóry, wartość bezwzględną przyspieszenia (jako krotność przyspieszenia ziemskiego), przewodność elektryczną skóry (przy odległości elektrod 2 cm), częstość akcji serca i oddechów, zaś czujniki **1** od zewnątrz powleczone zostały gąbką i w zależności od rodzaju czujnika **1** także niemi przewodzącymi **12**. Z uwagi na to, że czujniki **1** zintegrowane są z wewnętrzną stroną koszulki **10**, to po nałożeniu przez użytkownika (pacjenta lub sportowca) koszulki **10** czujniki **1** przylegają do jego ciała. Ponieważ standardową cechą koszulki **10** – jako np. odzieży sportowej – jest jej elastyczność, pociągnęło to za sobą konieczność wykonania nici przewodzących **12** z przewodzącego poliestru zapewniającego nadmiarową elastyczność względem elastyczności koszulki **10**.

Dodatkowo, opcjonalnie do mikroprocesora **5** podłączony został układ transmisji bezprzewodowej **7** w celu przesyłania danych do zewnętrznego odbiornika połączonego z komputerem dla archiwizacji i głębszej analizy uzyskanych wyników pomiarów biosygnatów.

Elementy urządzenia według wynalazku, takie jak: mikroprocesor **5**, pamięć **4**, układ porównywania **3**, układ sterowania LED **6**, układ zasilania **11**, multiplekser **2**, demultiplekser **9**, układ transmisji bezprzewodowej **7**, zostały osadzone na elastycznej płytce PCB wykonanej z materiału kompozytowego (włókno szklane z żywicą epoksydową) i zamknięte we wspólnej obudowie **13**. Obudowa **13** wykonana została z silikonu i zamocowana poprzez rzepy do strony wewnętrznej koszulki **10** – w okolicy mostka użytkownika.

Funkcjonalnie określone układy, zostały fizycznie zrealizowane, tak, że układ porównywania **3** został przykładowo wykonany w postaci układu komparatorów, a układ sterowania LED **6** jako router multicast. Szczegółowa budowa tych elementów nie została przedstawiona w przykładach realizacji ponieważ nie ma ona wpływu na istotę rozwiązania.

Przykład V (urządzenie)

Przykład ten stanowi uproszczony wariant urządzenia według wynalazku i różni się od poprzedniego przykładu tym, że nie posiada demultipleksera **9**. To znaczy, wyjście układu sterowania LED **6** podłączone zostało bezpośrednio do równolegle połączonych diod LED w matrycy LED **8**. Ten wariant ogranicza działanie wynalazku jedynie do emisji jednakowych barw i strumieni świetlnych przez wszystkie diody LED jednocześnie. W tym wariantcie nie jest możliwe wyświetlanie umownych napisów na koszulce **10**.

Działanie wynalazku. Po nałożeniu koszulki **10** przez użytkownika, czujniki **1** przylegają do jego ciała. Wartości biosygnatów są odbierane i przetwarzane na sygnał elektryczny przez czujniki **1**. Następnie sprawdzane jest w układzie porównywania **3** czy zostały przekroczone wartości graniczne biosygnatów. Informacja o przekroczeniu tych wartości, a także informacja o ich nieprzekroczeniu jest przekazywana do mikroprocesora **5**, w którym wyniki są uśredniane dla określonego przedziału czasu – zależnego od rodzaju mierzonego biosygnatu. W zależności od wyników tej analizy, tj. np. przekroczenia wartości normatywnych któregoś z biosygnatów, wysyłana jest informacja do układu sterowania LED **6**, który formuje sygnał zawierający wektor sygnałów sterująco-zasilających. Sygnał ten po demultipleksacji steruje i jednocześnie zasila matrycę LED **8**, która wyświetla umowne obrazy (np. barwy lub napisy). Szczególnym efektem wynalazku jest to, że światło wytwarzane przez diody LED przenika przez mikroszczeliny koszulki **10** oraz częściowo odbija się od włókien koszulki **10** rozpraszając się. Sytuacja ta powoduje, że fizyczne odstępstwa pomiędzy poszczególnymi diodami LED są niedostrzegalne i powstaje iluzja, iż koszulka **10** zmieniła barwę lub pojawił się na niej napis. Efekt ten jest łatwo dostrzegalny przez obserwatora (np. trenera lub lekarza), który w zależności od otrzymanej w ten sposób informacji podejmuje stosowne działania.

Działanie wynalazku w odniesieniu do zwierząt jest takie samo jak w stosunku do ludzi. Oczywiście modyfikacji ulega krój koszulki **10**, wartości progów z tabeli 1 oraz czujniki **1**, które należy dostosować do ciała zwierzęcia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnatów polegający na tym, że biosygnaty odbiera się i przetwarza na cyfrowe sygnały elektryczne za pomocą czujników multipleksuje się w multiplekszerze uzyskując sygnał zawierający informację w postaci wektora danych, do mikroprocesora, a następnie sygnał zawierający wektor danych porównuje się z sygnałem danych wzorcowych, po czym, wyniki tego porównania przesyła się sygnałem elektrycznym do mikroprocesora przy czym sygnał wyjściowy z mikroprocesora, demultipleksuje się w demultiplekszerze **znamienny tym**, że do mikroprocesora (5) przesyła się wartości otrzymane z czujników (1), które przesyła się do układu transmisji bezprzewodowej (7) lub/i do układu sterowania LED (6), w którym wytwarza się sygnał wyjściowy (9) otrzymując więcej niż jeden sygnał sterująco-zasilający matrycę diod LED (18).
2. Sposób według zastrz. od 1 do 4 **znamienny tym**, że pomiędzy etapem otrzymania sygnałów wyjściowych z układu sterowania LED (6), a dostarczeniem ich do matrycy diod LED (8) dokonuje się zamiany sygnału cyfrowego na analogowy.
3. Urządzenie do pomiaru i sygnalizacji wartości biosygnatów zawierające mikroprocesor, pamięć, czujniki biosygnatów, multipleksor, demultipleksor oraz układ zasilania, zaś wejścia multipleksora połączone są z czujnikami służącymi do pomiarów biosygnatów **znamiennie tym**, że zawiera odzież, na której umieszczono mikroprocesor (5) oraz połączone z nim: pamięć (4), układ porównywania (3), układ sterowania LED (6), układ transmisji bezprzewodowej (7), a na odzieży umieszczono również diody LED w postaci matrycy LED (8) połączone w sztyku siatkowym za pomocą elastycznych nici przewodzących (12) oraz połączonej z układem sterowania LED (6) poprzez demultipleksor, ponadto, układ porównywania (3) połączony jest z wyjściem multipleksora (2) umieszczonym na odzieży, na drodze sygnału pomiędzy czujnikami (1), a układem porównywania (3) znajduje się przetwornik sygnału analogowego na sygnał cyfrowy.
4. Urządzenie według zastrz. 3 **znamiennie tym**, że odzieżą jest koszulka (10).
5. Urządzenie według zastrz. od 3 do 4 **znamiennie tym**, że elementy urządzenia takie jak, mikroprocesor (5), pamięć (4), układ porównywania (3), układ sterowania LED (6), układ zasilania (11), multipleksor (2), odpowiednio demultipleksor (9), odpowiednio układ transmisji bezprzewodowej (7), zostały osadzone na elastycznej płytce PCB i zamknięte we wspólnej obudowie (13).
6. Urządzenie według zastrz. 5 **znamiennie tym**, że płytka PCB wykonana jest z materiału kompozytowego.
7. Urządzenie według zastrz. 5 **znamiennie tym**, że obudowa (13) wykonana jest z silikonu.
8. Urządzenie według zastrz. od 5 do 7 **znamiennie tym**, że obudowa (13) zamocowana jest do strony wewnętrznej koszulki (10) – w okolicy mostka użytkownika.
9. Urządzenie według zastrz. od 3 do 8 **znamiennie tym**, że na drodze sygnału pomiędzy układem sterowania LED (6), a matrycą diod LED (8) znajduje się przetwornik sygnału cyfrowego na analogowy.
10. Urządzenie według zastrz. od 3 do 9 **znamiennie tym**, że czujniki (1) pokryte są gąbką.
11. Urządzenie według zastrz. 10 **znamiennie tym**, że czujniki (1) pokryte gąbką, obszyte są niciami przewodzącymi (12).

Rysunki

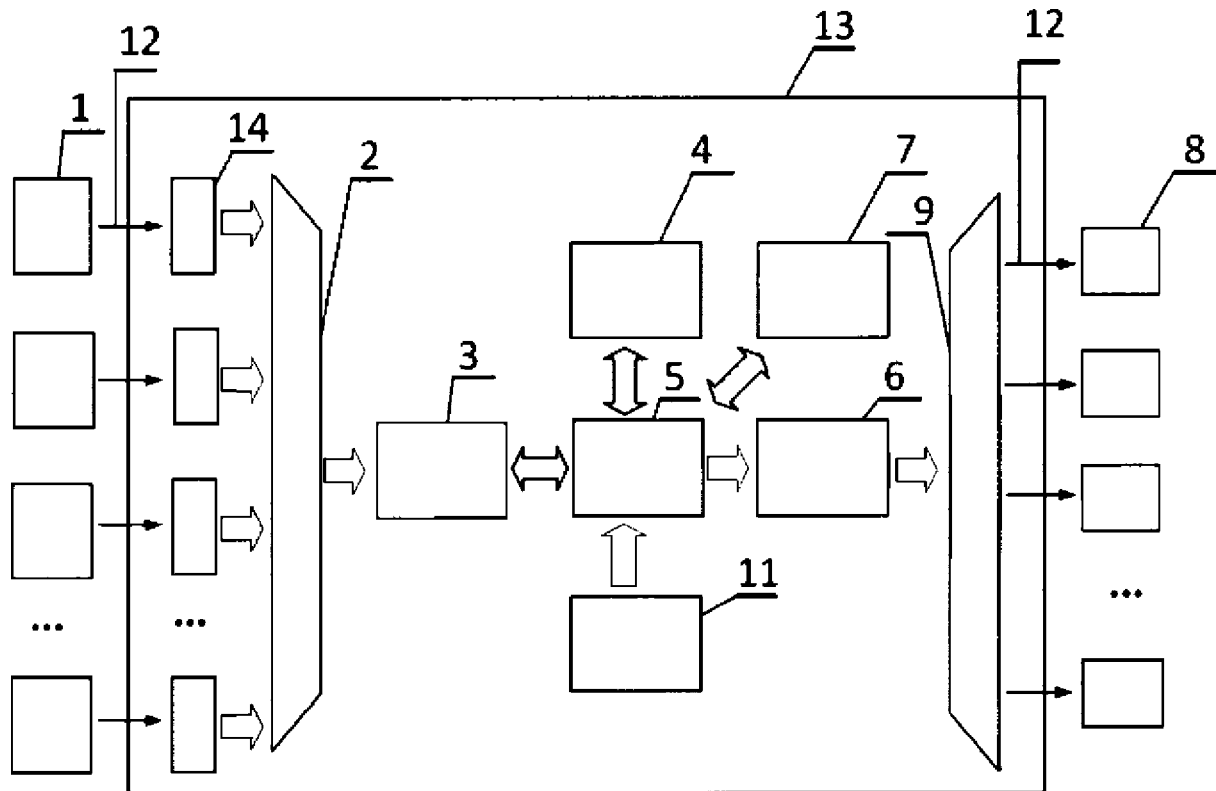


Fig. 1

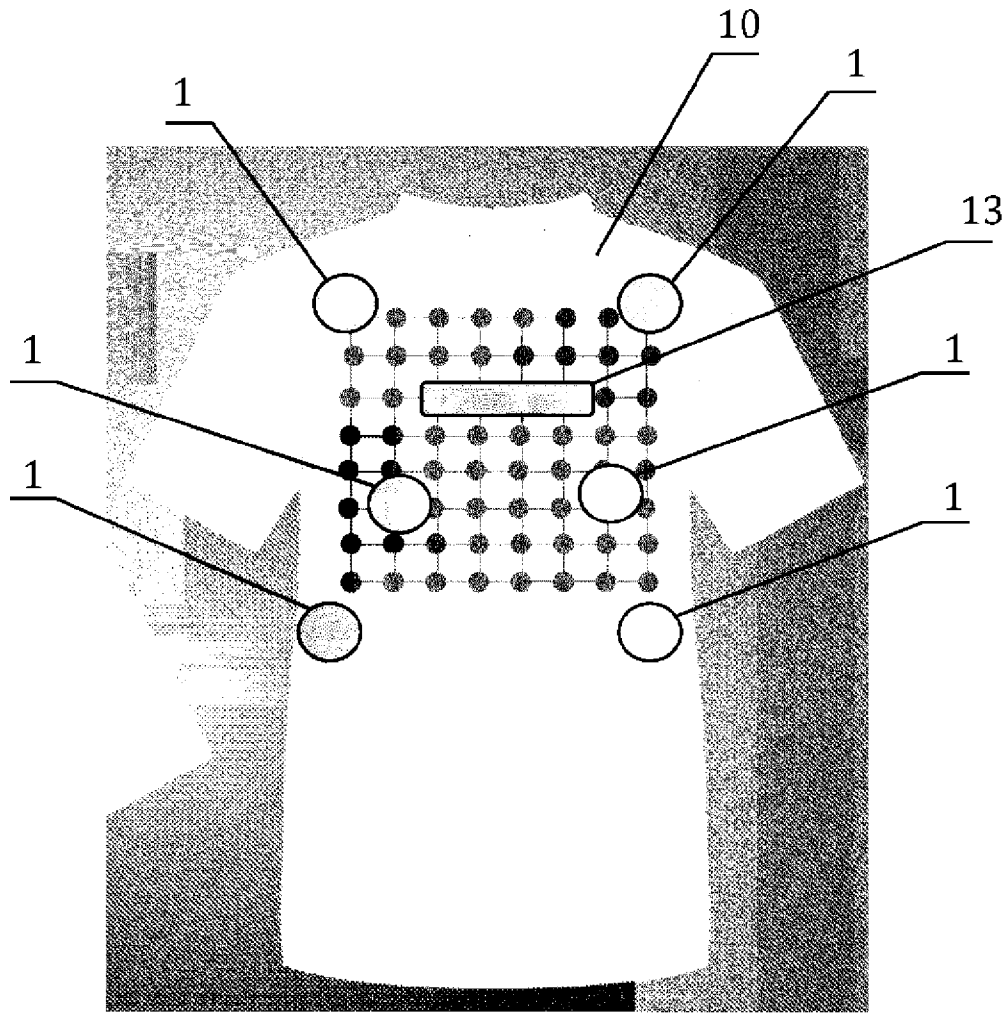


Fig. 2