

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **233750**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393167**

(22) Data zgłoszenia: **06.12.2010**

(51) Int.Cl.

A61F 11/00 (2006.01)

A61B 5/12 (2006.01)

(54)

System do identyfikacji i zwalczania szumów usznych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

18.06.2012 BUP 13/12

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.11.2019 WUP 11/19

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA GDAŃSKA, Gdańsk, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ANDRZEJ CZYŻEWSKI, Gdynia, PL

BOŻENA KOSTEK, Gdynia, PL

JÓZEF KOTUS, Gdynia, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Czesław Popławski

PL 233750 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest system do identyfikacji i zwalczania szumów usznych. Rozwiązanie ma zastosowanie do zmniejszenia dokuczliwości pojawiającej się u ludzi dolegliwości znanej pod nazwą szumów usznych, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy nie mogą być one usuwane metodami farmakologicznymi, bądź chirurgicznymi.

Znane są sposoby identyfikacji i zwalczania szumów usznych polegające na maskowaniu szumu własnego pacjenta poprzez generowanie szumów zagłuszających ten szum własny, które pacjent odsłuchuje za pomocą urządzenia generującego sygnał szumu zagłuszającego. Inną, szeroko stosowaną metodą terapii szumów usznych jest metoda habituacji, znana jako Tinnitus Retraining Therapy (TRT). Metoda ta opiera się na wykorzystaniu plastyczności ludzkiego mózgu i jego zdolności do filtrowania sygnałów. Sposoby tej terapii polegają na treningu słuchowym, podczas którego użytkownik metody odsłuchuje zindywidualizowane sygnały dźwiękowe, w tle których jego własne szumy uszne stają się sygnałem nieistotnym, dzięki czemu następuje ich filtracja przez ośrodki podkorowe mózgu. Duża plastyczność mózgu umożliwia utrzymywanie się efektu filtracji po zakończeniu treningu słuchowego.

Znane jest z amerykańskiego opisu zgłoszeniowego o numerze publikacji US2004/0127812 rozwiązanie dotyczące terapii szumów usznych. Proponowany w nim proces składa się z dwóch głównych kroków: pomiar charakterystyk słuchowych i obliczanie charakterystyk kompensującego sygnału dźwiękowego dostosowanego do użytkownika. Pomiędzy tymi krokami przewiduje się etap pośredni, w którym mierzy się odczuwaną przez użytkownika częstotliwość szumów usznych. W opisie omawia się różne warianty polegające na emitowaniu do lewego i prawego ucha użytkownika przerywanych dźwięków o różnych częstotliwościach i amplitudach i ich zmianie w zależności od tego, czy użytkownik je słyszy oraz na ile słyszany przez niego dźwięk jest podobny do jego własnych szumów usznych. Podany jest przepis na obliczenie na tej podstawie charakterystyk sygnału kompensującego. Generator do implementacji tego procesu zawiera odpowiednie środki umożliwiające dostarczenie i przechowywanie sygnału kompensującego, dostosowanie jego częstotliwości i poziomu do odczuwanych szumów. Może to być realizowane za pomocą programowalnego urządzenia elektronicznego i programowalnej pamięci, która może być zintegrowana z aparatem słuchowym. Generator może także zawierać środki do dostrajania testowych dźwięków na podstawie pomiarów charakterystyk słuchowych.

Z międzynarodowego zgłoszenia patentowego opublikowanego pod nr W02009/002539 znany jest sposób terapii szumów usznych składający się z następujących etapów: generowanie i dobieranie zindywidualizowanych dźwięków dostosowanych do pacjenta, odebranie i przechowywanie kopii tych dźwięków w odtwarzaczu sygnałów dźwiękowych, a następnie odtwarzanie pacjentowi dobranych dla niego zindywidualizowanych sygnałów dźwiękowych. W sposobie tym przewiduje się syntetyzowanie wielu różnego typu testowych sygnałów dźwiękowych, spośród których pod kontrolą użytkownika dobierane są przez porównanie kolejne sekwencje o różnych parametrach. Zindywidualizowany dla danego użytkownika sygnał dźwiękowy jest zapisywany i odtwarzany w słuchowym urządzeniu odtwarzającym, które może wielokrotnie komunikować się z urządzeniem generującym dźwięki. System ujawniony w tym zgłoszeniu składa się z urządzenia do generowania zindywidualizowanych sygnałów dźwiękowych oraz słuchowego urządzenia odtwarzającego przystosowanego do zapisywania, przechowywania i odtwarzania użytkownikowi dobranych dla niego dźwiękowych sygnałów terapeutycznych. Urządzenie do generowania sygnałów dźwiękowych zaopatrzone jest w aplikację do tworzenia różnego typu dźwięków i interfejs do komunikacji z użytkownikiem. Słuchowe urządzenie odtwarzające może być urządzeniem przenośnym przechowującym cyfrową kopię zindywidualizowanego dźwięku wybranego dla jego użytkownika i przystosowanym do jego wielokrotnego odtwarzania.

System identyfikacji i zwalczania szumów usznych według wynalazku, zawiera etap pomiaru charakterystyk słuchowych oraz parametrów odczuwanego szumu usznego za pomocą urządzenia komputerowego z generatorami sygnałów testowych i aplikacjami programowymi do cyfrowej obróbki sygnałów dźwiękowych wyposażonego w interfejs użytkownika oraz etap odtwarzania sygnałów dźwiękowych w przenośnym urządzeniu fonicznym. Etap pomiaru charakterystyk słuchowych oraz parametrów odczuwanego szumu usznego charakteryzuje się tym, że zmienia się płynnie parametry sygnału testowego w czasie rzeczywistym przesuwając znacznik w dwuwymiarowym układzie współrzędnych na ekranie dotykowym połączonym z urządzeniem komputerowym aż do uzyskania dopasowania generowanego na tej podstawie sygnału testowego do odczuwanego przez jego odbiorcę szumu usznego. W oparciu o uzyskane parametry ustala się widmo sygnału tłumienia odpowiadającego danemu szumowi usznemu, po czym tworzy się filtr komplementarny do tego widma i zgodnie z jego charakterystyką

tłumi się lub wzmacnia wybrane pasma częstotliwości w sygnałach plików dźwiękowych odtwarzanych w przenośnym urządzeniu fonicznym.

Ustalanie parametrów tłumienia lub wzmacniania sygnału realizuje się zmieniając częstotliwość i rodzaj generowanego sygnału testowego oraz częstotliwość modulacji i głębokość modulacji amplitudy generowanego sygnału testowego.

Korzystnie jest, gdy parametry sygnałów testowych obrazuje się na ekranie dotykowym za pomocą podkładów graficznych kojarzących charakter dźwięków z wrażeniami wizualnymi.

System do identyfikacji i zwalczania szumów usznych według wynalazku, składający się z urządzenia komputerowego z generatorami i filtrami sygnałów testowych, aplikacjami programowymi do cyfrowej obróbki sygnałów dźwiękowych i bazami danych wyposażonego w interfejs użytkownika z urządzeniami wejścia/wyjścia oraz połączonego z nim za pomocą interfejsu komunikacyjnego przenośnego urządzenia fonicznego z wyjściem dźwiękowym do słuchawek i/lub głośników charakteryzuje się tym, że urządzenie komputerowe posiada ekran dotykowy oraz aplikacje programowe do regulowania za ich pomocą sygnałów dźwiękowych z generatorów i filtrów sygnałów testowych, a przenośne urządzenie foniczne wyposażone jest w procesor sygnałowy z programowalnymi środkami filtracji w bloku dekodera plików dźwiękowych.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest możliwość wielowymiarowego sterowania generowaniem sygnału testowego i dopasowywaniem go do odczuwanych przez odbiorcę szumów usznych w czasie rzeczywistym w oparciu o prosty, intuicyjny interfejs, uwzględniający jednoczesną kontrolę widma amplitudowego i modulacji fazowej sygnału.

Wynalazek jest bliżej objaśniony na przykładzie zilustrowanym rysunkiem przedstawiającym schemat blokowy systemu.

W przykładowej realizacji sposobu według wynalazku w pierwszym etapie jedną ze znanych metod mierzy się charakterystyki słuchowe pacjenta odczuwającego szumy uszne, będącego odbiorcą systemu, wykorzystując urządzenie komputerowe K z interfejsem umożliwiającym komunikację z operatorem OP oraz odbiorcą OD, dla którego stosowana jest terapia. Następnie, za pomocą tego samego urządzenia komputerowego K wyposażonego w generatory i filtry sygnałów testowych G, F oraz aplikacje do cyfrowego przetwarzania sygnałów dźwiękowych, realizuje się pomiar parametrów odczuwanego przez odbiorcę OD szumu usznego. W tym celu generuje się różnego rodzaju przebiegi okresowe, sinusoidalne, trójkątne lub prostokątne oraz filtrowany sygnał szumu białego i wytworzony w ten sposób sygnał testowy podaje się odbiorcy OD jako sygnał dźwiękowy. Równocześnie podstawowe parametry tego sygnału testowego ilustruje się położeniem znacznika na ekranie dotykowym. Badany odbiorca zmienia w czasie rzeczywistym parametry sygnału testowego zmieniając dotykiem w sposób płynny położenie znacznika tak, aby dopasować go do odczuwanego przez niego szumu usznego. Zmiana położenia znacznika odbywa się w dwuwymiarowych układach współrzędnych obejmujących powierzchnię ekranu dotykowego. W jednym układzie położeniem znacznika regulowany jest charakter sygnału poprzez płynne przejście od szumu do czystego tonu oraz częstotliwość środkowa filtracji w całym zakresie pasma akustycznego lub jego założonym przedziale. W drugim układzie współrzędnych regulowana jest głębokość modulacji amplitudy i częstotliwość modulacji. Zmiana między układami współrzędnych może być przykładowo realizowana poprzez wciśnięcie i przytrzymanie wybranego klawisza klawiatury stanowiącej element interfejsu. Powoduje to zapamiętanie wybranych parametrów z jednego układu współrzędnych, np. częstotliwości i szumowości/tonalności sygnału testowego i przejście do modyfikowania jego głębokości i częstotliwości modulacji. W ten sposób zmieniając położenie znacznika odbiorca słyszy w czasie rzeczywistym sygnał dźwiękowy zmieniający się od szumu o dowolnym zabarwieniu do pojedynczej harmonicznnej o dowolnej częstotliwości i może go zmieniać płynnie tak długo, aż dopasuje go do odczuwanych przez siebie szumów usznych. Charakter i parametry sygnałów mogą być dodatkowo obrazowane podkładami graficznymi na ekranie dotykowym, kojarzącymi charakter dźwięków z wrażeniami wzrokowymi. Przykładowo obszar regulacji może być pokolorowany zgodnie z długością fali na poziomej osi częstotliwości, a charakter sygnału na pionowej osi zilustrowany granulacją - od koloru jednolitego do zmieszanego. W drugim układzie współrzędnych podkład graficzny może przedstawiać przykładowo morze - od spokojnego, poprzez pofalowane do sztormowego. Po dopasowaniu przez odbiorcę OD sygnału testowego do jego szumów usznych, parametry sygnału zostają zapamiętane i na ich podstawie, wykorzystując aplikacje programowe urządzenia komputerowego K, ustala się widmo sygnału odpowiadającego danemu indywidualnemu szumowi usznemu. Na tej podstawie tworzy się filtr komplementarny do otrzymanego widma i otrzymuje wstępną charakterystykę filtracji, którą przenosi się i zapisuje w przenośnym urządzeniu fonicznym 1. Zgodnie z tą charakterystyką,

w plikach dźwiękowych, np. plikach muzycznych odtwarzanych za pomocą przenośnego urządzenia fonicznego 1 i odsłuchiowanych przez odbiorcę OD, tłumione lub wzmacniane są wyznaczone zakresy częstotliwości odpowiadające szumowi usznemu. Wstępna charakterystyka filtracji może być modyfikowana w oparciu o wyniki badań audiometrycznych lub wyniki badania dynamiki słuchu.

System do identyfikacji i zwalczania szumów usznych składa się z urządzenia komputerowego K oraz połączonego z nim przewodowo lub bezprzewodowo, za pomocą dowolnego interfejsu komunikacyjnego IK, przenośnego urządzenia fonicznego 1. Urządzenie komputerowe K wyposażone jest w typowe urządzenia wejścia/wyjścia, takie jak klawiatura i mysz komputerowa, a także w dwa monitory: monitor operatora M oraz ekran dotykowy ED. Urządzenie komputerowe K ma wbudowane generatory sygnałów testowych G, filtry sygnałów testowych F oraz aplikacje programowe A do ich regulowania, a także blok wyjściowy WY umożliwiający regulację i normalizację poziomu sygnału. Ponadto urządzenie komputerowe K zawiera bazę sygnałów testowych BP oraz bazę danych odbiorców BO. Przenośne urządzenie foniczne 1 zawiera pamięć wewnętrzną 2 z zapisanymi w niej plikami muzycznymi, połączoną z blokiem dekodera plików dźwiękowych 3 zawierającego kodek 4 oraz procesor sygnałowy 5 z programowalnymi środkami filtracji 6. Wyjście bloku dekodera plików dźwiękowych 3 połączone jest poprzez wzmacniacz 7 z wyjściem dźwiękowym 8, do którego podłączony jest wybrany przetwornik elektroakustyczny 9, np. słuchawki powietrzne, słuchawki kostne, głośniki.

Słuchawki mogą być także połączone z przenośnym urządzeniem fonicznym bezprzewodowo, np. z wykorzystaniem interfejsu Bluetooth.

System w przykładowej realizacji działa w następujący sposób. Operator OP będący terapeutą dokonuje za pomocą urządzenia komputerowego K pomiarów charakterystyk słuchowych odbiorcy OD lub pobiera odpowiednie dane z bazy danych odbiorców BO. Następnie uruchamia generatory sygnałów testowych G generujące przebiegi okresowe – sinusoidalne, trójkątne, prostokątne, a także szum biały. Sygnały te podawane są do odbiorcy OD za pomocą słuchawek. Korzystając z ekranu dotykowego ED, sprzężonego poprzez odpowiednie aplikacje programowe A z generatorami sygnałów testowych G i filtrami sygnałów testowych F, odbiorca OD reguluje parametry sygnału testowego przesuwając znacznik na ekranie dotykowym ED. Poruszając się po całym obszarze ekranu określającym obszar regulacji, odbiorca OD słyszy w czasie rzeczywistym zmieniający się sygnał testowy i dopasowuje go do odczuwanego przez siebie szumu usznego. Po zakończeniu regulacji parametry ustalonego przez odbiorcę sygnału zostają zapamiętane i na ich podstawie metodami cyfrowymi w urządzeniu komputerowym K tworzony jest filtr komplementarny do widma tego sygnału. Otrzymana charakterystyka filtracji przenoszona jest i zapisywana w bloku dekodera plików dźwiękowych 3 przenośnego urządzenia fonicznego 1, w którego pamięci wewnętrznej 2 zapisany jest zestaw dowolnych plików dźwiękowych, w szczególności plików muzycznych. Po odłączeniu przenośnego urządzenia fonicznego 1 od urządzenia komputerowego K, odbiorca OD może w dowolnie wybranym czasie odsłuchiwać za pomocą przenośnego urządzenia fonicznego 1 materiał dźwiękowy, który automatycznie poddawany jest przez to urządzenie filtracji zgodnie z charakterystyką ustaloną przez odbiorcę OD. Odsłuchiwanie może odbywać się, w zależności od potrzeb, z wykorzystaniem słuchawek powietrznych, kostnych, albo głośników, w tym głośników o bardzo wysokiej kierunkowości. W przypadku zmiany poziomu, charakteru odczuwanych przez odbiorcę szumów, przeprowadzana jest następna sesja przy pomocy urządzenia komputerowego K, podczas której ustalane są i zapisywane w przenośnym urządzeniu fonicznym 1 nowe parametry filtracji. W systemie tym urządzenie komputerowe K z urządzeniami wejścia/wyjścia wykorzystywane jest przez operatora OP dla dowolnej liczby odbiorców OD, z których każdy korzysta następnie z indywidualnie dostosowanego dla niego przenośnego urządzenia fonicznego 1.

Zastrzeżenia patentowe

1. System do identyfikacji i zwalczania szumów usznych składający się z urządzenia komputerowego (K) do identyfikacji szumów usznych z generatorami i filtrami sygnałów testowych, aplikacjami programowymi do cyfrowej obróbki sygnałów dźwiękowych i bazami danych, wyposażonego w interfejs użytkownika z urządzeniami wejścia/wyjścia oraz połączonego z nim za pomocą interfejsu komunikacyjnego (IK) przenośnego urządzenia fonicznego (1) do zwalczania szumów usznych z wyjściem dźwiękowym (8) do słuchawek i/lub głośników (9), **znamienny tym**, że urządzenie komputerowe (K) posiada ekran dotykowy (ED) oraz aplikacje programowe (A) do regulowania za ich pomocą sygnałów dźwiękowych z generatorów (G)

- i filtrów sygnałów testowych (F) przy użyciu znacznika w dwuwymiarowym układzie współrzędnych na ekranie dotykowym (ED), gdzie zmiennymi parametrami są sygnał testowy przyjmujący postać od szumu do czystego tonu i częstotliwość tego sygnału, a także zmiennymi parametrami są częstotliwość modulacji i głębokość modulacji amplitudy wybranego sygnału testowego, a przenośne urządzenie foniczne (1) wyposażone jest w procesor sygnałowy (5) z programowalnymi środkami filtracji (6) w bloku dekodera plików dźwiękowych (3), który połączony jest z pamięcią wewnętrzną (2) i wzmacniaczem (7).
2. System do identyfikacji i zwalczania szumów usznych według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sygnał testowy z generatorów (G) oraz filtrów (F) jest przebiegiem okresowym sinusoidalnym, trójkątnym, prostokątnym lub filtrowanym sygnałem szumu białego.

Rysunek

