



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 86006

(13) U

(51) МПК

A61B 5/0452 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 07142**

(22) Дата подання заявки: **06.06.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.12.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.12.2013, Бюл.№ 23**

(72) Винахідник(и):

**Коцан Ігор Ярославович (UA),
Козачук Наталія Олександрівна (UA),
Кузнєцов Ілля Павлович (UA),
Качинська Тетяна Валеріївна (UA),
Федорчук Оксана Юріївна (UA)**

(73) Власник(и):

**СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ЛЕСІ УКРАЇНКИ,
пр. Волі, 13, м. Луцьк, 43025 (UA)**

(74) Представник:

Кужель Емма Вікторівна, реєстр. №144

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки нестационарності ЕЕГ включає розбивку на окремі сегменти отриманого від датчиків сигналу ЕЕГ, послідовні порівняння кожного відокремленого сегмента з рештою сегментів та вирахування загальної потужності сигналу, який при вирахуванні визначають як суму референтного та чергового сегментів сигналу ЕЕГ, після чого фіксують результати кожного порівняння. Додатково обирають найбільш типові (стаціонарні) та найменш типові (нестационарні) сегменти ЕЕГ та здійснюють операцію порівняння цих сегментів, при цьому таку операцію здійснюють двічі: вперше над безпосередньо отриманим сигналом ЕЕГ, а вдруге - над відфільтрованим сигналом у заздалегідь заданому діапазоні з визначенням типових і атипових сегментів за їх формою та амплітудно-частотною характеристикою з наступним отриманням матриці даних у формі графічної карти-характеристики сегментів ЕЕГ на ній, а співвідношення між сегментами оцінюють за інтенсивністю їх тонового забарвлення на карті-характеристиці.

UA 86006 U

Корисна модель належить до галузі медицини, зокрема до засобів психофізіологічної і функціональної діагностики, і може застосовуватись для визначення характерних патернів електроенцефалограми (ЕЕГ) при різних функціональних і психологічних станах і, таким чином, бути використана в процесах діагностування.

Характерною особливістю електроенцефалограми людини є її нестационарність. Незважаючи на нестационарність, для аналізу ЕЕГ застосовують спосіб спектрального аналізу, що базується на швидкому перетворенні Фур'є (ШПФ). В свою чергу, необхідною умовою застосування ШПФ є стаціонарність сигналу. Протиріччя, між умовою застосування ШПФ та нестационарністю ЕЕГ уникають, послідовно розбиваючи сигнал ЕЕГ на невеличкі ділянки - епохи, які вважаються близькими за своїми характеристиками до стаціонарних (але, по суті є псевдостационарними). Такий підхід дозволяє зручно і ефективно оцінювати основні характеристики ЕЕГ [Кулаичев А.П. Некоторые методические проблемы частотного анализа ЭЭГ // Журнал ВИД. - 1997. - № 5].

Недоліком такого способу є те, що фактично втрачається частина інформації про характер ЕЕГ, більше того - нестационарність ЕЕГ треба розглядати не як небажаний фактор, що ускладнює технологію здійснення аналізу, а як одну з найбільш важливих характеристик ЕЕГ, яка власне відображає нелінійність і складність роботи мозку, що проявляється в складності людської поведінки. До того ж, застосування ШПФ технічно передбачає застосування ряду технологічних операцій (застосування віконних функцій, необхідність перекриття епох аналізу), характер яких варіюють в залежності від мети дослідження, що призводить або до значного ускладнення технології здійснення аналізу і внесення суб'єктивної оцінки при виборі того чи іншого типу процедури при загальному аналізі ЕЕГ, або, в переважній більшості випадків - до нехтування дослідником складних технічних моментів при здійсненні аналізу, і, як наслідок, до наявності помилок в отриманих результатах та їх інтерпретації.

Відома також в сучасній медицині технологія здійснення аналізу ЕЕГ з використанням вейвлет-аналізу, який усуває значну кількість проблем (зменшення роздільної здатності по частоті при збільшенні роздільної здатності по часу, зменшення роздільної здатності по часу при збільшенні роздільної здатності по частоті), що характерні для застосування ШПФ. Крім того, така технологія аналізу дає не тільки загальну спектральну характеристику ЕЕГ, але й дозволяє визначити спектральні зміни в ЕЕГ в часі [Clark I, et al. Multiresolution decomposition of non-stationary eeg signals: A preliminary study // Computers in Biology and Medicine.-1995. - Vol. 25, N 4. -P. 373-382]. Недоліком вейвлет-аналізу є те, що він являє собою проміжну ланку для подальшого аналізу ЕЕГ, і, зокрема, для визначення стаціонарних і нестационарних ділянок ЕЕГ, що потребує подальшої обробки результатів вейвлет-аналізу. Однак, як і при застосуванні ШПФ, результати вейвлет-аналізу залежать від вибору материнської вейвлет-функції, що не викликає помилок суб'єктивного характеру. Графічно характеристика вейвлет-аналізу представлена схемою на фіг. 1.

Найбільш близьким до способу оцінки нестационарності електроенцефалограми, що заявляється, є спосіб сегментного аналізу. В основі цього способу лежить технологія оцінки ЕЕГ, що представлена її розподілом на невеликі стаціонарні ділянки. Сегментний аналіз дозволяє визначити тонку структуру ЕЕГ, визначити типові послідовності і типові зміни сегментів ЕЕГ і на їх основі зробити висновки про нестационарність ЕЕГ [A.Ya. Kaplan, ALA. Fingelkurts, An.A. Fingelkurts, S.V. Borisov, B.S. Darkhovsky. Nonstationary nature of the brain activity as revealed by EEG/MEG: methodological, practical and conceptual challenges // Signal processing. Special Issue: Neuronal Coordination in the Brain: A Signal Processing Perspective.-2005. - №85]. Сегментний аналіз не є поширеним, хоча і реалізує перспективний підхід до оцінки структури ЕЕГ.

Суттєвими недоліками цього способу є складна технологія самого аналізу і те, що він не дає можливості оцінювати нестационарність ЕЕГ безпосередньо.

Задача, на вирішення якої спрямована корисна модель, що заявляється, є спрощення процедури аналізу та підвищення точності оцінки параметрів ЕЕГ.

Поставлена задача вирішується таким чином.

У відомому способі оцінки нестационарності ЕЕГ, що включає розбивку на окремі сегмента отриманого від датчиків сигналу ЕЕГ, послідовні порівняння кожного відокремленого сегмента з рештою сегментів та вирахування загальної потужності сигналу, який при вирахуванні визначають як суму референтного та чергового сегментів сигналу ЕЕГ, після чого фіксують результати кожного порівняння, згідно з корисною моделлю, що заявляється, додатково вибирають найбільш типові (стаціонарні) та найменш типові (нестационарні) сегменти ЕЕГ та здійснюють операцію порівняння цих сегментів, при цьому таку операцію здійснюють двічі: вперше над безпосередньо отриманим сигналом ЕЕГ, а вдруге - над відфільтрованим сигналом

у заздалегідь заданому діапазоні з визначенням типових і атипових сегментів за їх формою та амплітудно-частотною характеристикою з наступним отриманням матриці даних у формі графічної карти-характеристики сегментів ЕЕГ на ній, а співвідношення між сегментами оцінюють за інтенсивністю їх тонового забарвлення на карті-характеристиці. Крім того, порівняння чергового та референтного сегментів сигналу ЕЕГ здійснюють як різницю між ними або як їх суму.

Наявний сигнал ЕЕГ розбивають на окремі сегменти, при цьому їх величину довільно визначають залежно від мети дослідження. Кожен сегмент послідовно порівнюють із рештою сегментів. Процедура порівняння така: при кожному кроці додають референтну ділянку і чергову ділянку сигналу ЕЕГ і вираховують загальну потужність сигналу, утвореного в результаті додавання. Отримують результати кожного порівняння у вигляді статистичних показників, або співвідношення потужності сегментів, які порівнюють. Після цього обирають найбільш типові (стаціонарні) та найменш типові (нестационарні) сегменти для обраної ЕЕГ. Відповідно, такі сегменти, їх форма і амплітудно-часові характеристики вже самі по собі є характеристикою ЕЕГ при певних функціональних і психологічних станах. Для оцінки функціональних і психічних станів використовують патерн розподілу таких сегментів в ЕЕГ. Процедуру порівняння проводять як із вихідним сигналом ЕЕГ, так і з сигналом ЕЕГ, відфільтрованим в певному діапазоні, для визначення типових і атипових сегментів, характерних для певного діапазону ЕЕГ. На кресленні, що додається ілюструється спосіб оцінки нестационарності ЕЕГ.

Наведений приклад порівняння можна модифікувати в широких межах і застосовувати інші інтегральні оцінки порівняння кривих (референтного та чергового сегментів) - замість додавання використовувати віднімання, відношення референтного сегмента до чергового, або використовувати більш складні типи відношення між порівнюваними сегментами, що створює можливість вдосконалення методу і розширює межі його використання.

В результаті проведення процедур покрокового порівняння та використання всіх сегментів ЕЕГ, як таких, що є референтними, отримують матрицю даних, на основі якої створюють карту-характеристику, яка графічно ілюструє співвідношення сегментів між собою (діагональ з лівого нижнього кута до верхнього правого характеризує співставлення кожного сегмента із самим собою, відповідно частини карти-характеристики симетричні відносно цієї діагоналі). Так, на карті-характеристиці представлені дані, які свідчать про те, що найбільш типовим є 26-й сегмент, а найменш типовим - 18-й сегмент. Загалом, за даними аналізу дана електроенцефалограма характеризується високою нестационарністю.

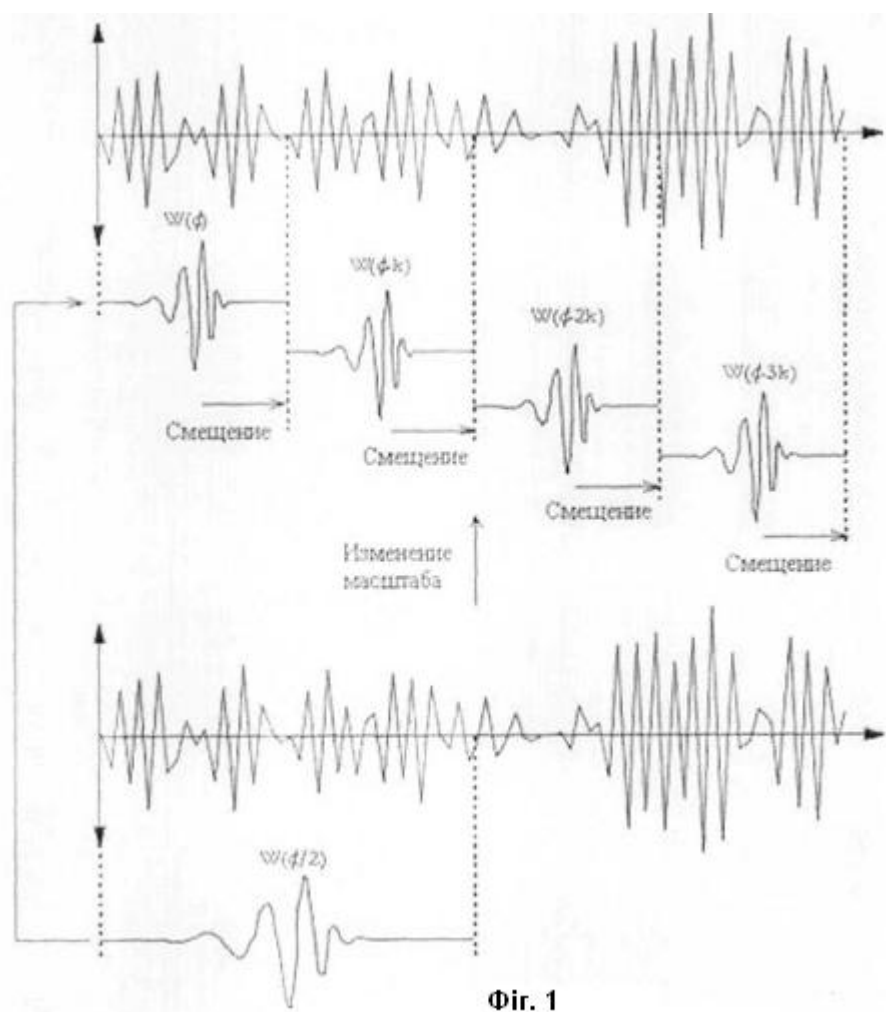
При цьому більша потужність (більш яскравий колір) характеризує типові сегменти ЕЕГ, найменша потужність - найменш типові, завдяки чому оцінюють стаціонарність і нестационарність ЕЕГ.

Для запобігання артефактних впливів використовують відносну зміну потужності додатку референтного і чергового сегментів, порівняно із власною потужністю чергового сегмента (у відсотках) замість потужності додатку референтного і чергового сегментів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб оцінки нестационарності ЕЕГ, що включає розбивку на окремі сегменти отриманого від датчиків сигналу ЕЕГ, послідовні порівняння кожного відокремленого сегмента з рештою сегментів та вираховування загальної потужності сигналу, який при вираховуванні визначають як суму референтного та чергового сегментів сигналу ЕЕГ, після чого фіксують результати кожного порівняння, який **відрізняється** тим, що додатково вибирають найбільш типові (стаціонарні) та найменш типові (нестационарні) сегменти ЕЕГ та здійснюють операцію порівняння цих сегментів, при цьому таку операцію здійснюють двічі: вперше над безпосередньо отриманим сигналом ЕЕГ, а вдруге - над відфільтрованим сигналом у заздалегідь заданому діапазоні з визначенням типових і атипових сегментів за їх формою та амплітудно-частотною характеристикою з наступним отриманням матриці даних у формі графічної карти-характеристики сегментів ЕЕГ на ній, а співвідношення між сегментами оцінюють за інтенсивністю їх тонового забарвлення на карті-характеристиці.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що порівняння чергового та референтного сегментів сигналу ЕЕГ здійснюють як різницю між ними або як їх суму.



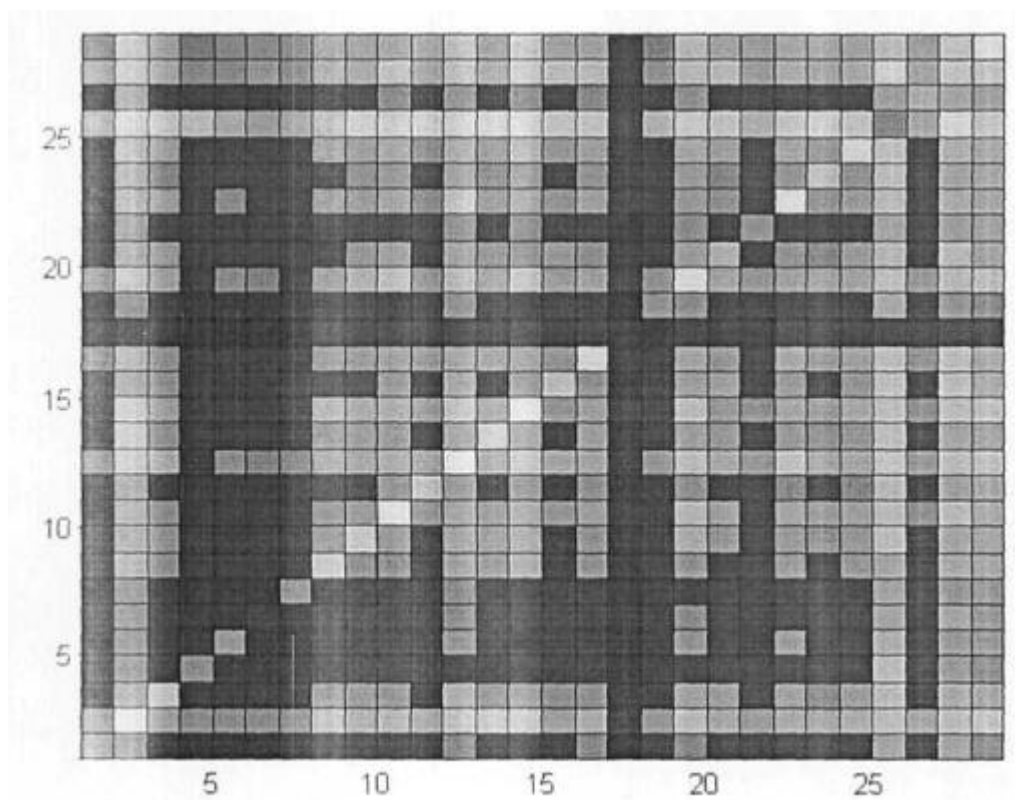


Fig. 2

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601