

7. Глуховский, В. С. Разработка научных основ технологии выращивания сахарной свеклы без затрат ручного труда на формировании густоты насаждения [Текст]: автореф. дис. ... д-ра сельхоз. наук / В. С. Глуховский. – К., 1982. – 42 с.
8. Шевелев, В. М. Исследование процесса прикатывания почвы при посеве сельскохозяйственных культур [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. М. Шевелев; Кишиневский СХИ. – Кишинёв, 1969. – 25 с.
9. Baker, C. J. No-tillage Seeding in Conservation Agriculture [Text] / C. J. Baker, K. E. Saxton, W. R. Ritchie, W. C. T. Chamen, D. C. Reicosky et. al.; C. J. Baker, K. E. Saxton (Eds.). – Wallingford: CAB International, 2006. – 341 p.
10. Uppenkamp, N. Einflub verschiedener nachlaufender Druckrollen von Einzelkornsägeräten auf die Rückverfestigung in der Saatfurchе [Text] / N. Uppenkamp, W. Brinkmann // Die Zuckerrübe. – 1985. – Vol. 4. – P. 180–183.
11. Radamacher, Th. Wie betten und zudecken? Zur Arbeitsqualität von Zuckerrüben – Einzelkornsägeätzen [Text] / Th. Radamacher // Landtechnik. – 1988. – Vol. 44, Issue 4. – P. 192–195.
12. Röper, W. Mulchsaat bei Zuckerrüben – Probleme und Erfahrungen [Text] / W. Röper, M. Sommer // Die Zuckerrübe. – 1985. – Vol. 6. – P. 270–275.
13. Деграф, Г. А. Некоторые результаты исследований напряжений в почве [Текст] / Г. А. Деграф // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1966. – № 10. – С. 87–89.
14. Набатян, М. П. Методика оценки бороздообразования [Текст] / М. П. Набатян, Д. В. Пологих. – М.: ВИМ, 1971. – 40 с.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Сало В. М.
Дата надходження рукопису 11.05.2017*

Артеменко Дмитро Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра сільськогосподарського машинобудування, Центральноукраїнський національний технічний університет, пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, Україна, 25006

Натоящий Владислав Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра будівельних, дорожніх машин та будівництва, Центральноукраїнський національний технічний університет, пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, Україна, 25006

УДК 004.89, 004.93

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.101098

ВИДІЛЕННЯ САМОПОДІБНИХ СТРУКТУР МОВНИХ СИГНАЛІВ В ЗАДАЧАХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИКТОРА

© Я. А. Бєлозьорова

Досліджена задача виділення ідентифікаційних ознак диктора у вигляді параметрів частоти основного тону і розпізнавання диктора на основі кратномасштабного та фрактального перетворення. Запропоновано підхід виділення унікальних для особистості самоподібних структур і розроблені методики обробки голосового сигналу дозволяють використовувати їх для побудови систем розпізнавання мовних голосових сигналів, для створення інтелектуальних систем взаємодії користувача й комп'ютера

Ключові слова: мовний сигнал, самоподібні структури, фрактальна розмірність, сегментація мови, розпізнавання диктора

1. Вступ

Задача розпізнавання диктора та створення алгоритмів виділення характеристик мовного сигналу є важливою складовою процесу взаємодії людини та програмно-апаратних систем в частині отримання персоналізованого доступу до ресурсів цих систем. Дослідження в області автоматичного розпізнавання голосу диктора протягом останніх десяти років призвело до створення досить ефективних системи розпізнавання [1]. Існують різні підходи до практичної реалізації системи розпізнавання голосу диктора. Однак, до теперішнього часу немає достатньо точної фізичної моделі, що описує індивідуальні характеристики голосу.

2. Літературний огляд

Дослідженню мовного апарата, розділенню мовного сигналу та алгоритмів ідентифікації диктора присвячена значна кількість наукових робіт. Ранні

дослідження базувалися, в основному, на статистичному підході з використанням прихованих марківських ланцюгів [2], критерію максимальної правдоподібності та нейронних мережах [3].

Основним результатом проведених досліджень технології ідентифікації голосу є висновок, що ідентифікація диктора за голосом не може бути виконана за принципами аналогічним криміналістичним дослідженням при дактилоскопії і аналізі ДНК, де варіативна складова дослідження дуже невелика, і в даний час не існує абсолютно надійного методу визначення приналежності мовних сигналів конкретній людині [4]. Так в криміналістичних задачах розпізнавання диктора може мати тільки імовірнісний характер із зазначенням правдоподібності того, що два мовних сигналу належать конкретному диктору. Результати досліджень показують, що величина вибірки голосового сигналу для аналізу в більшості реальних задач настільки незначна, що ві-

рогідність такого дослідження є низькою і прийняття однозначного рішення з ймовірнісної точки зору є неможливим [5].

Для опису локальних особливостей неоднорідних сигналів і зниження рівня шуму останній час ефективно використовується вейвлет-перетворення. Дослідження показали високу стабільність спектральних коефіцієнтів, що дозволяє проводити оцінку параметрів мови в частотній області з більш високим ступенем достовірності [6]. Таким чином, можна зробити висновок, що використання вейвлетів та кратномасштабного аналізу може значно розширити алгоритмічну і методичну базу для створення інформаційних технологій обробки і аналізу мовних голосових сигналів.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – визначення параметрів, описуючих акустичні характеристики мови особистості на основі кратномасштабного аналізу та інваріантних до інтенсивності сигналу.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- провести аналіз слухової системи людини та визначити характеристики мовного сигналу (МС), які зберігаються при будь-якому перетворенні;
- на базі методів вейвлет-аналізу розробити алгоритм виділення самоподібних структур в мовних сигналах, що можуть бути використані в якості унікальних елементів при ідентифікації диктора.

4. Модель слухової системи людини, ідентифікаційні ознаки диктора, математичні принципи виявлення ознак диктора в мовному сигналі (МС)

4.1. Узагальнена модель слухової системи людини

Враховуючи притаманну слуховій системі людини властивість розпізнавати голоси, в якості моделі потенційної системи для розпізнавання голосу розроблено модель слухової системи пересічної людини.

Структурну схему узагальненої моделі слухової системи людини зображено на рис. 1.

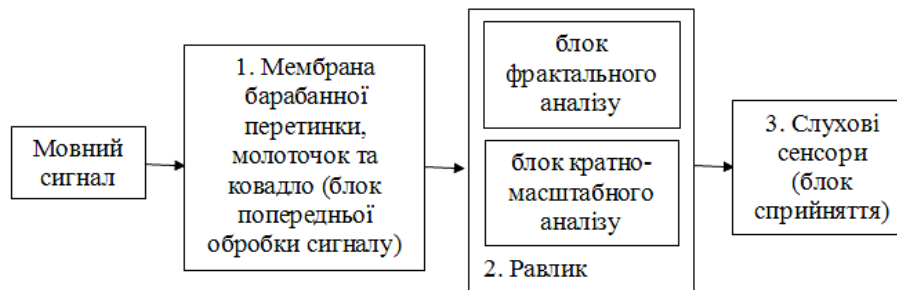


Рис. 1. Структурна схема узагальненої моделі слухової системи

Блок попередньої обробки сигналу, що відбиває роботу барабанної перетинки, молоточка та ковадла, виконує функції фільтрації шуму мовного сигналу, що поступає на його вхід.

Сегмент, що реалізує роботу равлика вуха, представляється двома взаємозв'язаними блоками: блоком фрактального аналізу та блоком кратномасштабного аналізу. Блок фрактального аналізу відбиває дію равлика вуха, що сам по собі представляє собою фрактальну самоподібну структуру, яке виконує сегментацію сигналу, вокалізовані сегменти та паузи. Блок кратномасштабного аналізу реалізує пошук самоподібних структур з метою ущільнення інформації в сигналі та визначення основних особливостей голосу диктора.

Блок сприйняття відбиває дію слухових нейронів, з'єднаних з волосковими клітинами базиллярної мембрани вуха. Вона враховує такі слухові ефекти, як однонапівперіодне випрямлення і регулювання підсилення.

Розглянемо математичне представлення основних блоків, що виконують обробку мовного сигналу МС. Визначимо принципи необхідності використання фрактального аналізу при дослідженні МС.

Згідно з теоремою вкладення [7] вектор

$$X(n) = [s(n), s(n+T_D), \dots, s(n+(D_E-1)T_D)], \quad (1)$$

складений із зразків вихідного сигналу і сповільнюється кратно постійної затримці за часом T_D визна-

чає рух в реконструйованому D_E – вимірному просторі, який поділяє спільні аспекти з вихідною фазою – простором $Y(n)$. Зокрема, інваріантні величини допустимої динамічної системи, такі як фрактальні розмірності з $Y(n)$ зберігаються в реконструйованому просторі тобто простежується в $X(n)$. Таким чином, вивчаючи конструктивну динамічну систему

$$X(n) \rightarrow X(n+1),$$

можемо розкрити корисну інформацію про складності, які пов'язані з цими інваріантними величинами про оригінал невідомої динамічної системи

$$Y(n) \rightarrow Y(n+1).$$

Вказане можливо за умови, що розкриття динаміки успішно, наприклад, розмірність вкладення D_E досить велика.

Однак, теорема вкладення не вказує методи визначення необхідних параметрів (T_D, D_E) , але тільки встановлює обмеження на їх значення. Наприклад, D_E повинно бути більше, ніж у два рази від вікна підрахунку розмірності багатовимірного набору.

Менші значення T_D дають більш скорельовані значення, ніж повинні бути у послідовних елементів.

Навпаки, чим більше T_D , тим більше випадковою буде послідовність елементів і будь-який існуючий раніше порядок зникне. Середнє взаємної інформації I для сигналу $s(n)$, оцінюється як

$$I(T) = \sum_{n=1}^{N-T} P(s(n), s(n+T)) \cdot \log_2 \left[\frac{P(s(n), s(n+T))}{P(s(n)) \cdot P(s(n+T))} \right], \quad (2)$$

де $P(\cdot)$ функція щільності ймовірності оцінена з гістограми $s(n)$. $I(T)$ є мірою нелінійної кореляції між парами зразків сегмента сигналу, які відділяються на T позиції один від одного. Тоді, часова затримка T_D визначається

$$T_D = \min \left\{ \arg \min_{T \geq 0} I(T) \right\} \quad (3)$$

Таким чином, найважливішим елементом є оцінка фрактальної розмірності фрагментів голосового сигналу, яка зберігає основні його характеристики при будь-якому перетворенні.

4.2. Ідентифікаційні ознаки диктора, математичні принципи виявлення ознак диктора в мовному сигналі (МС)

Припустимо, що можливість впізнавати особу за голосом є здібністю виділяти у фрагменті голосу характерних ознак, притаманних особі, що упізнається. Причому, ідентифікація особи, є дією по виділенню ознак, що повторюються в сигналі (є постійно присутніми в сигналі), а отже можна зробити висновок, що в сигналі повинні бути постійні самоподібні структури, які формуються при мовленні кожної конкретної особи. Подібність структур самим собі можлива за рахунок їхнього масштабування в мовних фрагментах. Тому найбільш вдалим інструментом виявлення самоподібних структур можна вважати кратномасштабний аналіз. Визначимо принципи використання кратномасштабного аналізу в задачі ідентифікації диктора.

Зважаючи на розглянуту в розділі 3 побудову голосової системи людини запропоновано подання сигналу у вигляді різномасштабних складових з різною структурою:

$$f(t) = x_1 f_1(t) + x_2 f_2(t) + \dots + x_s f_s(t). \quad (4)$$

У випадку кореляції коефіцієнтів x_1, x_2, \dots, x_s , висновок про тип функцій апроксимації зробити досить важко. Основним шляхом вирішення такого варіанту сигналу є подання його у вигляді ортонормованих складових:

$$\sum_i g_i f_i(t_i) f_k(t_i) = \delta_{ik}, \quad g_i = 1 / \sigma_i^2 \quad (5)$$

Зважаючи на те, що функції f_j в (4) мають різну структуру, яка схильна до змін у випадкові моменти часу, то найбільш ефективним способом їх

опису є застосування методів апроксимації, заснованих на базисній декомпозиції:

$$f_j(t) = \sum_n c_{jn} \phi_{jn}(t), \quad (6)$$

де $f_j \in L^2(\mathbb{R})$, ϕ_{jn} – базисні функції простору $L^2(\mathbb{R})$.

Для створення моделей, що адаптуються до структури сигналу, запропоновано використовувати нелінійні схеми апроксимації. У цьому випадку наближення f виконується M векторами, залежними від структури сигналу:

$$f_M = \sum_{m \in I_M} \langle f, \phi_m \rangle \phi_m, \quad (7)$$

де I_M – безліч індексів, яка визначається властивостями функції f .

Математична конструкція (4) з урахуванням введених властивостей (5)–(7) щодо опису структури сигналу названа структурною моделлю МС.

З огляду на пошук самоподібних структур в МС, їх різну форму та протяжність, найбільш відповідним простором для їх подання є простір вейвлет-базисів. Вейвлет-коефіцієнти $c_{j,n} = \langle f, \psi_{j,n} \rangle$, $\{\psi_{j,n}\}_{(j,n) \in \mathbb{Z}^2}$ – ортонормований вейвлет-базис, розглядаються як результат відображення функції f в простір з роздільною здатністю j .

Для побудови структурної моделі в якості основних конструкцій, використовуваних для опису сигналу, визначені – кратномасштабна апроксимація (КМА), що дозволяє враховувати структурне розкладання МС, і пакети вейвлетів (ПВ) для розкладання по частотно-часовим складовим МС.

При використанні КМА, представлення МС в вейвлет-базисах може мати вигляд:

$$y_0(t) = \sum_{j=-1}^{-m} (g_j(t) + e_j(t)) + f_{-m}, \quad (8)$$

де $g_j \in W_j$, $W_j = \text{clos}_{L^2(\mathbb{R})}(\Psi(2^j t - n))$ – вейвлет-представлення функції, $\Psi_{j,n} = 2^{j/2} \Psi(2^j t - n)$ – базисний вейвлет, e_j – білий шум, $f_{-m} \in V_{-m}$, W_{-m-1} ,

$$V_{-m} = \text{clos}_{L^2(\mathbb{R})}(\varphi(2^{-m} t - n)).$$

Кожна складова (8) єдиним чином визначається послідовностями коефіцієнтів

$$\bar{d}^j = \{d_n^j\}_{n \in \mathbb{Z}}, \quad \bar{e}^j = \{e_n^j\}_{n \in \mathbb{Z}} \quad \text{и} \quad \bar{c}^{-m} = \{c_n^{-m}\}_{n \in \mathbb{Z}} :$$

$$d_n^j = (f, \Psi_{j,n}), \quad e_n^j = (e, \Psi_{j,n}) \quad \text{и} \quad c_n^{-m} = (f, \varphi_{-m,n}).$$

Використовуючи теорему Жаффара доведено [8], що для випадкової функції, що описується струк-

турою (8), при зменшенні масштабу j_i значення коефіцієнтів $|d_n^{j_i}| = \left| \langle f, \Psi_{j_i, n} \rangle \right|$, що визначають складову g_{j_i} , є малими за винятком околиць, що містять самоподібні структури сигналу.

Поступове зменшення масштабного параметра j_i дозволяє фокусуватися на локальних структурах складного сигналу і досліджувати його структуру. Для кожного j_i складова g_{j_i} дає локалізовану частотно-часову інформацію про f в j_i -й октаві (частотному діапазоні).

Метод виділення стійких самоподібних характеристик в структурі МС базується на аналізі складової f_{-m} . Скалярні твори функції f з функціями $\varphi_{-m, n}$ еквівалентні виконанню операції згортки з фільтром високих частот. Коли функція φ має L нульових моментів і $f \in C^L$, то для t поблизу $2^m n$

$$c_n^{-m} = \langle f, \varphi_{-m, n} \rangle \cong 2^{-m/2} f(2^m n). \quad (9)$$

Отримуємо, що в складових сигналу $f_{-m} \in V_{-m}$ маємо наближення функції, що апроксимується f з роздільною здатністю 2^{-m} . Самоподібні структури випадкового сигналу у відображаються в просторі W_{j_i} і $W_{j_i} \cap V_{-m} = \{0\}$. Автокореляційна функція від $f \in l^2(\mathbb{R})$ визначається як

$$\begin{aligned} \rho(l) &= \sum_t f(t+l)f(t) = \\ &= \sum_t \left(\sum_{j, n+l} c_{j, n+l} \Psi_{j, n+l}(t) \right) \left(\sum_{j, n} c_{j, n} \Psi_{j, n}(t) \right) = \sum_t \sum_{j, n} c_{j, n}^2 \Psi_{j, n}^2 \leq \\ &\leq \sum_t \sum_n c_{-m, n}^2 \Psi_{-m, n}^2(t) = \sum_t f_{-m}(t+l)f_{-m}(t) = \rho_{f_{-m}}, \quad (10) \end{aligned}$$

де $\rho_{f_{-m}}$ – автокореляційна функція складової f_{-m} .

Отже, коефіцієнти c_{-m}^{-m} , що відповідні складові f_{-m} , містять стійкі характеристики самоподібних структур сигналу.

5. Результати досліджень та їх обговорення

Розглянемо фрагменти мови в аудіоданих як дискретні часові ряди амплітуди звукової хвилі. Поставимо задачу визначення характеристик самоподібних структур в тимчасовому ряді, яким є дискретний часовий ряд амплітуди звукової хвилі. Це можуть бути різні геометрично подібні структури, що візуально спостерігаються при розгляді графіків зміни амплітуди звукової хвилі. Будемо розглядати самоподобу, як геометричну подібність, пов'язану з перетвореннями стиснення, розтягування, як по осі часу, так і по амплітудній координаті. Для виявлення наближено подібних структур використовуємо методи вейвлет-аналізу з розкладанням за комплексним вейвлетом Морле. На рис. 2 наведена ілюстрація, на якій поєднані фрагменти аудіозапису мови і скейлограмма, побудована на основі розглянутої моделі.

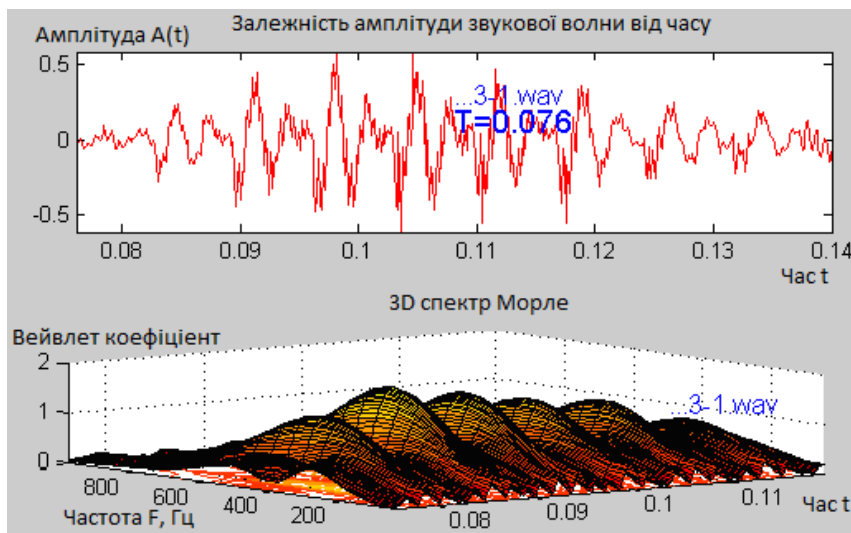


Рис. 2. Ілюстрація виявлення самоподібних структур

Причиною подібності структур типу "хребет" в частотній області на скейлограмме для одних і тих же характеристик голосу є специфіка спорідненості вейвлета Морле часовій структурі амплітуди звукової хвилі в областях локальних максимумів. Вейвлет-перетворення Морле ефективно при даному підході виділяє ці структури. Структури амплітуди звукової хвилі в області локальних максимумів, відповідних частоті основного тону (ОТ), мають достатньо явно виражену геометричну симетрію щодо амплітуди локального максимуму. При цьому вейв-

лет Морле в силу спорідненості дозволяє виявити цю симетрію у вигляді явно виражених екстремумів скейлограмм.

Алгоритм визначення частоти ОТ на основі тривимірного спектру Морле складається:

- обчислюємо вейвлет Морле з фрагментом часового ряду амплітуди звукової хвилі з врахуванням параметрів фрактальної розмірності [9, 10];

- для визначення положення кожної окремої вершини пика тривимірного спектру Морле на даному інтервалі виконуємо порівняльний аналіз площі-

ни під кривою кожного зрізу тривимірного спектру Морле на вказаному інтервалі:

$$S_{i-1} < S_i < S_{i+1}, \quad (11)$$

де S – площа зрізу тривимірного спектру Морле на відповідному часовому вікні t на визначеному зрізі (з максимальним значенням площини на інтервалі) тривимірного спектру Морле, який був відібраний для інтервалу, що розглядається, знаходимо координати максимуму, значення координати y буде значенням частоти ОТ на цьому інтервалі.

На основі наведених принципів виявлення самоподібних структур сигналу побудована система ідентифікації диктора та показані попередні результати по оцінці можливостей компоненту виділення частоти ОТ для побудови системи розпізнавання дикторів по голосу.

Сумарні результати випробувань за оцінкою узагальненої помилки представлені в табл. 1, по десяти дикторам чоловікам, десяти дикторам жінкам, для 300 мовних фрагментів для кожного диктора. Узагальнену помилку обчислювали за нормалізованим коефіцієнтом кореляції з одиничною затримкою для розрахунками за кожним методом з наступним підсумовуванням.

Таблиця 1

Результати випробувань методів виділення ОТ

Метод Сигнал	Самоподіб структур	Піковий	Кепстральний	Автокореля- ційний	Рабинер- Гоулд	Фільт- руючий	ЛЛК
Без шуму	0,92	0,54	0,49	0,39	0,61	0,44	0,7
С/Ш=5дБ	0,82	0,32	0,28	0,37	0,49	0,38	0,45
Телефонний	0,88	0,49	0,48	0,3	0,4	0,37	0,49
Кліпінгування	0,9	0,51	0,45	0,36	0,6	0,42	0,68

Розроблений алгоритм на основі самоподібних структур забезпечив правильне стеження за траєкторією основного тону протягом усього проголошення, навіть при відносинах С/Ш=5 дБ, в той час як інші алгоритми, включаючи метод ЛЛК, виявилися практично непрацездатні.

6. Висновки

Проведене дослідження дозволило:

1. Запропонувати модель слухової системи людини, описати елементи моделі, визначити в якості ідентифікаційних ознак диктора самоподібні структури в МС та математичні аспекти алгоритму виявлення самоподібних структур в МС, що побудовані

на принципах фрактального та кратномасштабного аналізу. Вперше запропоновано інформативну ознаку для розпізнавання голосів, яка на відміну від існуючих ознак, використовує значення коефіцієнтів тривимірного вейвлет-перетворення Морле мовного сигналу на відрізках, де спостерігаються екстремуми кореляції частоти основного тону, що дозволяє комплексно враховувати наявність самоподібних структур, які відповідають за індивідуальність голосу.

2. Розробити алгоритм виділення самоподібних структур, які використовувались при ідентифікації диктора. Виконане дослідження ефективності ідентифікації в порівнянні з існуючими методами показало достатньо високу ефективність.

Література

1. Первушин, Е. А. Обзор основных методов распознавания дикторов [Текст] / Е. А. Первушин // Математические структуры и моделирование. – 2011. – № 24. – С. 41–54.
2. Adami, A. G. Modeling prosodic differences for speaker recognition [Text] / A. G. Adami // Speech Communication. – 2007. – Vol. 49, Issue 4. – P. 277–291. doi: 10.1016/j.specom.2007.02.005
3. Kinnunen, T. An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors [Text] / T. Kinnunen, H. Li // Speech Communication. – 2010. – Vol. 52, Issue 1. – P. 12–40. doi: 10.1016/j.specom.2009.08.009
4. Рыбальский, О. В. Разработка и исследования пригодности экспертного инструментария "фрактал-м" для идентификации диктора по параметрам голосовых сигналов [Текст] / О. В. Рыбальский, В. И. Соловьев // Регистрация, хранение и обработка данных. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 79–87.
5. Сорокин, В. Н. Верификация диктора по спектрально-временным параметрам речевого сигнала [Текст] / В. Н. Сорокин, А. И. Цыплихин // Информационные процессы. – 2010. – Т. 10, № 2. – С. 87–104.
6. Рыбальский, О. В. Спектральный анализ и современные речевые технологии [Текст] / О. В. Рыбальский, В. И. Соловьев, В. К. Железняк // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2014. – № 4. – С. 2–6.
7. Пташник, Б. Й. Теорема вкладення для просторів нескінченного порядку [Текст]: мат. наук. конф. / Б. Й. Пташник, М. М. Симотюк. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. – С. 26.
8. Плєнкін, А. В. Разрывы газодинамических функций в методах сквозного счета, их алгоритмическая локализация и классификация [Текст]: дис. ... канд. физ.-мат. наук / А. В. Плєнкін. – М., 2013. – 125 с.

9. Соловьев, В. И. Использование фрактальной размерности аудиофайлов в задаче сегментации звукового файла [Текст] / В. И. Соловьев, Я. А. Белозорова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2013. – № 5 (194). – С. 165–169.

10. Solovjov, V. I. Multifractal approach in pattern recognition of an announcer's voice [Text] / V. I. Solovjov, Ya. A. Byelozorova // Teka. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2014. – Vol. 15, Issue 2. – P. 13–21.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Осенін Ю. І.
Дата надходження рукопису 19.04.2017*

Белозорова Яна Андріївна, асистент, кафедра інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058
E-mail: bryukhanova.ya@gmail.com

УДК 004.4

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.102296

СБОР РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРОСА МЕТОДОМ ВИЗУАЛЬНО-АНАЛОГОВОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ОБРАБОТКИ В МЕДИЦИНСКОМ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ

©Я. Д. Даниель, А. П. Турута

Проанализированы существующие подходы к обследованию пациентов с затрудненным носовым дыханием и выделены их недостатки. Сформирован и поэтапно проработан на практике комплексный метод оценивания и отслеживания состояния пациента. Выделены основные преимущества предлагаемого подхода и пути его внедрения на рынок. Использование данного подхода повышает вероятность назначения правильного лечения

Ключевые слова: риноманометрия, комплексный метод, оценивание состояния пациента, визуально-аналоговая шкала, опросник

1. Введение

Отсутствие носового дыхания является довольно распространенной проблемой, которая сильно влияет на качество жизни и является одним из наиболее нежелательных симптомов. Риноманометрия – это исследование носового дыхания, которое применяется для диагностики заболеваний носоглотки и оценки проходимости носовых ходов. Этот вид манометрии является одним из наиболее объективных, современных и надежных методов.

Визуально-аналоговая шкала – это метод субъективной оценки или отношения к чему-либо, что не может быть измерено напрямую. Часто применяется в опросниках. Обычно представляет собой градуированную линию, крайние точки которой означают диаметрально противоположные значения.

Объединение результатов риноманометрии и опроса пациента позволит получить максимально полную общую картину заболевания и подобрать правильное лечение.

2. Литературный обзор

На сегодняшний день рынок устройств для проведения риноманометрии стремительно развивается, наполняется и поддерживается различными компаниями и производителями. Все они выполняют приблизительно одни и те же функции, незначительно отличаясь интерфейсом и реализацией функционала [1]. На основании полученных результатов, медицинский специалист получает детальную информацию о текущем состоянии носового дыхания, отслеживает патологию, проходимость носовых путей, и так далее. В зависимости от медицинских практик, пациентам назначается различное лечение. Ввиду

этого, не существует никаких сводных данных об эффективности тех или иных практик, основанных на словах “последней инстанции” – пациенте [2].

Желание получить общую картину и повысить вероятность успешного лечения пациента привели к необходимости систематизации медицинских назначений, их результатов и формирования общей статистики.

3. Цель и задачи исследования

Цель исследования – получение максимально полной информации о текущем состоянии пациента, формирование базы данных о пациентах, чтобы иметь возможность построить прогнозирующую модель на ее основе [3].

Для достижения цели были поставлены такие задачи:

– сформировать комплексный подход к оцениванию и отслеживанию состояния пациента;

– выделить вопросы, позволяющие выразить субъективную оценку пациента к важным с точки зрения медицинской практики факторам, присущим различным заболеваниям дыхательных путей [4];

– сформировать строгие критерии оценивания методом визуально-аналоговой шкалы и методы обработки полученных результатов.

4. Сбор результатов опроса методом визуально-аналоговой шкалы для дальнейшей обработки в медицинском веб-приложении

4.1. Обработка субъективной оценки пациента

В качестве инструментов для обработки субъективной оценки пациента используются метод главных компонент и дерево принятия решений.