

7. Wooden W.H. Navstar Global Positioning System / Wooden, W.H. // :1985, Proceed 1st International Symposium on Precise Positioning with the Global Positioning System, Vol.1, edited by Clyde Goad, pp.403-412, U.S. Department of Commerce, Rockville, Maryland.
8. Yi Zheng. Interpolating Residual Zenith Tropospheric Delays for Improved Wide Area Differential GPS Positioning / Yi Zheng // ION GNSS 17 th Meeting. - 2004. - Pp. 915-924.
9. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. / Яценков В. С. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005 – 272 с.
10. Фундаментальные проблемы теории точности: монография. / Науч ред. В. П. Булатов, И. Г. Фридендер. – СПб: Наука, 2001. – 504 с.
11. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования / Серапинас Б. Б. – М.: ИКФ “Каталог”, 2002. – 106 с.

Стаття присвячується питанню розробки експертно-аналітичних модулів електронної медичної картки з метою створення комплексної обліково-діагностичної системи, котра дозволила б спростити процес диференціювання патологій та оптимізувати роботу медичного персоналу

Ключові слова: експертні системи, електроміографія, електронна медична картка

Статья посвящается вопросу разработки экспертно-аналитических модулей электронной медицинской карты с целью создания комплексной учетно-диагностической системы, которая позволила бы упростить процесс дифференцировки патологий и оптимизировать работу медицинского персонала

Ключевые слова: экспертные системы, электромиография, электронная медицинская карта

Article is devoted to the problem of design of expert-analytical modules for electronic medical card technology, for creating a comprehensive accounting and diagnostic system that would allow to simplify the process of differentiation abnormalities and optimize medical staff working

Keywords: expert systems, electromyography, electronic medical card

УДК 615.47:617-089

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МЕДИЧНОЇ КАРТКИ В НЕВРОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕННЯХ

Т.В. Жемчужкіна

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: 068-608-09-72
E-mail: zhemchuzhkina@rambler.ru

Т.В. Носова

Кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник, доцент*
Контактний тел.: 093-030-10-76
E-mail: yasanosova@rambler.ru

В.А. Сухенький*

Контактний тел.: 063-628-41-57
E-mail: sva89kolomiets@gmail.com

*Кафедра біомедичних електронних пристроїв і систем Харківський національний університет радіоелектроніки пр. Леніна, 14, Харків, 61166

Введення

Останнім часом невідомо зростає значення інформаційного забезпечення різних медичних технологій. Саме використання сучасних інформаційних технологій стає критичним фактором розвитку різних сфер теоретичної та практичної діяльності людини, тому розробка та впровадження інформаційних технологій є одним з найбільш актуальних завдань [1,2].

На сьогоднішній день більшість лікувально-діагностичних закладів забезпечені не лише персон-

альними комп'ютерами, а й локальними мережами (LAN).

Проте їх зазвичай використовують для обробки текстової документації, ведення статистики, бухгалтерського обліку. І лише невелика частина спеціалізованих машин працюють з різними діагностичними та лікувальними комплексами [3].

Медичні експертні системи дають змогу лікарю не лише перевірити власні діагностичні припущення, але й «звернутися до комп'ютера за консультацією» в складних для діагностики випадках [4].

Особливо важливою та перспективною технологією в медицині є створення так званої «Електронної медичної картки» - аналогу звичайної медичної карти, доступної для безпосередньої машинної обробки. Робота з електронною медичною картою не вимагає спеціальних знань та дозволяє оперативно вести облік пацієнтів і знаходити будь-яку необхідну інформацію про проведені огляди, призначені процедури, аналізи та дослідження і т.д. в електронній базі даних. Електронна медична карта також дає можливість створювати, автоматично заповнювати і друкувати різні документи, включаючи лікарняні листи, довідки і епікризи з максимальною точністю переносу інформації.

За допомогою сучасних обчислювальних технологій вдається реалізувати «монітор здоров'я», котрий дає змогу не лише ознайомитися з переліком та ходом захворювань, перенесених пацієнтом на протязі життя, а й переглянути автоматизований лист сумісності препаратів, котрі використовуються для лікування на даний момент. Цей факт значно спрощує використання комплексного та системного підходу в медицині.

Завдяки використанню специфіки програмних засобів забезпечується високий рівень конфіденційності приватної інформації пацієнта, чітко розмежується політика прав та привілеїв авторизованих користувачів.

Використання інформаційної технології даного типу допоможе лікарям зменшити витрати часу на ведення історій хвороби, створення документів і облік пацієнтів, зосередившись на виконанні своєї основної роботи. Паралельно автоматизується статистична обробка інформації та звітно-аналітична робота (наприклад, облік медикаментів, витратних матеріалів, статистика роботи відділень і т.д.)

Інформатизація сфери охорони здоров'я покликана виконати цілий ряд завдань на різних рівнях - для лікувальних установ, звичайних людей і держави, спрямованих на покращення як системи надання медичних послуг населенню, так і підвищення рентабельності роботи установ медичного спрямування. Перспективою процесу інформатизації є створення автоматизованих робочих місць, які будуть об'єднані в єдину інформаційну мережу. Відповідно, мережа буде забезпечувати взаємодію всередині установи, у тому числі між приймальним відділенням, медсестрами, лікарями з підключенням діагностичного та іншого медичного обладнання. В цілому, це дозволить збільшити пропускну здатність лікувально-діагностичних установ і налагодити управління потоками пацієнтів за рахунок зменшення часу на заповнення різноманітної документації [3].

Постановка проблеми

Областю досліджень для подальшої алгоритмізації, програмування та розробки експертної діагностичної бази знань було обрано кількісний аналіз мікроструктури інтерференційної електроміограми (ЕМГ), відведеної нашкірними електродами, для виявлення та діагностики різних рухових порушень,

визначення ступеня і поширеності враження тканин, оцінки ефективності лікування.

Патологічні характеристики ЕМГ визначаються лікарем за зовнішніми ознаками, тобто носять суб'єктивний характер. Таким чином, постановка діагнозу залежить від кваліфікації, досвіду, інтуїції, фізіологічного і емоційного стану лікаря. Більш детальне вивчення та аналіз ЕМГ дозволить забезпечити не лише диференціювання патологій, а й допоможе виявляти ці патології на більш ранніх стадіях, а також скоротити час діагностування [5].

Одним із питань, що розглядаються в статті, є питання аналізу загальних принципів створення електронної медичної картки, визначення шляхів її оптимізації для досягнення найбільшої оперативності підчас повсякденного використання та супроводження, дослідження можливості розширення функціональної бази даної технології.

Аналіз досліджень і публікацій

Стрімкий розвиток засобів обробки біоелектричних сигналів та еволюція комп'ютерної техніки зумовлюють потенціальну можливість вдосконалення основних діагностичних методів електроміографії.

Одним із шляхів вирішення даної задачі є автоматизація традиційного підходу до діагностики - створення різноманітних нормативних таблиць, що допоможе полегшити роботу лікаря та усунути суб'єктивність при візуальному аналізі ЕМГ-сигналів. Наприклад, існують нормативні таблиці сомато-сенсорних викликаних потенціалів, таблиці основних параметрів F - хвиль при дослідженні кінцівок [7], таблиці латенції M-відповіді для окремих м'язів (за даними Б.М. Гехта, Х. Коуена, Дж. Брумліка, Joel A. DeLisa та ін.). Більшість сучасних міографічних комплексів мають вбудовану функцію порівняння отриманих показників з інтегрованими нормативними таблицями. Але експертна постановка діагнозу повністю «лежить на плечах лікаря».

Інший підхід до проблеми вдосконалення діагностичних методів передбачає використання спеціальних обчислювальних алгоритмів для аналізу тонкої структури ЕМГ-сигналу з метою отримання діагностичної інформації, не очевидної при простому перегляді запису.

Питання пошуку інформативних кількісних показників ЕМГ-сигналу розглядається в багатьох наукових роботах (зокрема [5]), проте, на сьогоднішній день, відкритим залишається питання відбору та формування діагностичних класів за отриманими параметрами мікроструктури сигналу.

Актуальним питанням залишається реалізація інтеграції експертно-аналітичних модулів з технологією електронної картки, з метою створення комплексної обліково-діагностичної системи, котра дозволила б спростити процес диференціювання патологій, систематизувати хаотичне використання персональних комп'ютерів в діагностично-лікувальних центрах, оптимізувати роботу персоналу (зменшити часові затрати, автоматизувати ведення розкладу й процесу запису на прийом), підвищити ефективність роботи відділів, економити бюджетні

кошти закладів за рахунок зменшення прямих затрат на витратні матеріали, забезпечити автоматизований обмін інформацією.

Постановка завдання

Головним завданням наукової роботи є створення доступної медичної інформаційної системи, що дозволяла б проводити експертний аналіз кількісних параметрів інтерференційної електроміограми на стаціонарному персональному комп'ютері за рахунок використання спеціалізованого програмного модуля з подальшим записом в локальну базу даних електронної картки.

Такий підхід до реалізації аналітичної платформи у відділенні неврології здатний: формалізувати задачу диференціювання, постановки діагнозу та прогнозування перебігу патологічних процесів; підвищити ефективність роботи медпрацівників (а як наслідок і установи в цілому).

При розробці даної інформаційної технології були прийняті наступні системні рішення:

1. Реалізація трірівневої архітектури клієнт-сервер на базі веб-сервера Apache.
2. Використання мультиплатформної постріляційної СУБД MySQL.
3. Робота з системою за допомогою веб-інтерфейсу користувача.
4. Обмін даними, управління БД, виклик експертних обчислювальних модулів та обмін інформацією за допомогою ресурсів мови написання серверних сценаріїв PHP.
5. Реалізація експертно-аналітичного модуля на базі середовища математичного програмування MATLAB [6].

В запропонованій системі використовується наступний алгоритм отримання та аналізу ЕМГ сигналу:

1. Зняття ЕМГ сигналу в кабінеті прийому за допомогою нашкірного датчика.
2. Передача знятого сигналу на звукову карту робочої машини.
3. Виклик експертного модуля обробки сигналу з-під оболонки електронної медичної картки.
4. Візуалізація отриманого результату, постановка діагнозу лікарем та збереження отриманої інформації в базі даних локального сервера.
5. Можливість повторного перегляду та аналізу сигналу засобами електронної медичної картки.

Методика одержання ЕМГ сигналу, заснована на реєстрації сумарної біоелектричної активності м'язів за допомогою поверхневих (нашкірних) електродів, що являють собою два металеві диски площею менше 1 см², котрі вмонтовані в фіксуєчу пластину для забезпечення сталої відстані між ними. Використання датчика з фіксованою міжелектродною відстанню зумовлене тим, що такий спосіб дозволяє стандартизувати проведення методики. Електроди розміщувалися в проекції моторної зони м'язу вздовж м'язових волокон. Достойнством методу є його неінвазивність, простота дослідження, можливість інтегральної оцінки декількох м'язів одночасно (агоністів та антагоністів) в процесі руху [7].

Оскільки частотний діапазон біоелектричної активності м'язів при реєстрації нашкірними електродами лежить в межах 20-500 Гц, було вирішено знятий сигнал подати безпосередньо на вхід звукової карти ПК, котра відповідає даним вимогам. Реєстрований ЕМГ сигнал записується в звуковий файл WAV формату, автоматично зберігається та піддається подальшій обробці аналітичного модуля.

Для комплексної діагностики ЕМГ сигналу запропоновано методи, застосовувані для аналізу медико-біологічних сигналів. Зокрема, методи кількісного аналізу:

1. В часовій області (статистичні методи, засновані на оцінці різних статистичних характеристик, і геометричні методи, які полягають в оцінці форми і параметрів гістограми розподілу).
2. В частотній області.

За допомогою математичного пакету MATLAB було запрограмовано обробку кількісних показників електроміографічних сигналів. Для груп пацієнтів, що склалися із фізично здорових та людей з наявними патологіями нервово-м'язового апарату, було розраховано кількісні характеристики, що дозволило відібрати інформативні параметри сигналу. В результаті статистичної обробки ЕМГ сигналів пацієнтів за розрахованими кількісними показниками та експертними висновками лікарів було виявлено наявність кореляційного зв'язку між розподілом значень кількісних характеристик (параметрів) ЕМГ сигналів та проявом патологічних змін у периферійній частині рухового апарату – м'язах та нервових провідниках.

А це, в свою чергу, дозволяє говорити про доцільність подальшої статистичної обробки та узагальнення матеріалу для створення експертної бази знань.

В запропонованій системі звуковий файл WAV формату, що містить ЕМГ сигнал, передається в експертно-аналітичний модуль, де розраховуються діагностично-значущі характеристики та визначається належність до одного з діагностичних класів. Отримана інформація зберігається в масивах і передається в базу даних для забезпечення можливості повторної оцінки, аналізу та прогнозування стану здоров'я пацієнта.

Такий спосіб збереження даних дозволяє не лише значно економити пам'ять на жорсткому накопичувачі сервера (оскільки розмір текстового документу, що містить діагностичну інформацію, як мінімум на порядок менший ніж розмір аналогічного за інформативною цінністю графічного файлу), а й зменшити навантаження на мережу при передачі інформації.

Для візуалізації та повторного перегляду даних використовується вбудований переглядач графічних файлів MATLAB, котрий за отриманою з бази даних залежністю та/або масивами діагностичних даних оперативно відновлює (перераховує) скрінінгові об'єкти. Таким чином реалізується функція взаємно однозначного перетворення «графіка-текст-графіка», та стає можливою ергономіка мережі, описана вище.

Базою для створення електронної картки розробленої медичної системи слугують структуровані

веб-сторінки (з використанням мови PHP), динамічно пов'язані з СУБД MySQL.

Надзвичайно важливим сьогодні є питання забезпечення конфіденційності медичної та персональної інформації під час її передачі та перегляду за допомогою веб-браузера. З цією метою використовується метод відправки даних POST (PHP). Його переваги приведені нижче:

1. Введена користувачем інформація не з'являється в стрічці запиту URL, журналах сервера.

2. Відносно значні граничні об'єми інформації, що передається.

3. Отримані в певний конкретний момент результати не можна зберегти в закладках.

4. При спробі користувача повторно відвідати застарілу сторінку введення даних, на екрані з'являється повідомлення про помилку.

Сторінки електронної медичної карти розроблялися з урахуванням наступних вимог:

1. Максимальне наближення змісту та полів сторінок до формулярів стандартної медичної документації.

2. Забезпечення максимальної зручності, ергономіки та зручності навіть при використанні працівниками із середнім рівнем навиків роботи з комп'ютером. Це дозволить усунути «психологічний бар'єр» та сприятиме ефективнішому впровадженню технології на практиці.

3. Передбачення можливості модифікації та модернізації структури картки в процесі експлуатації засобами власне самої системи (через веб-браузер). Тобто супроводження даної інформативної технології не вимагатиме присутності програміста, а адміністрування системи буде під силу вповноваженому на те працівнику медичного закладу.

4. Ефективна взаємодія окремих полів картки із створеним аналітично-діагностичним модулем.

Створена за цими принципами електронна медична картка забезпечує наступні функції:

1. Авторизація та розмежування прав доступу. Для входу в систему з метою перегляду, створення та редагування медичних карт та історій хвороб необхідно авторизуватися. Всі логіни та паролі медперсоналу зберігаються в одній із таблиць бази даних, де окрім того містяться записи, котрі визначають їх права на ведення різних типів документації. Тобто, співробітник реєстратури може створювати нові карти, медсестра – співробітник лабораторії – може заносити результати дослідження в картку пацієнта. Але вона не має можливості заповнювати форму прийому лікаря. Лікар, в свою чергу, може переглядати всі записи, результати оглядів, досліджень для комплексного аналізу стану пацієнта, але заповнити форму лікаря іншої сфери не має змоги.

2. Швидкий пошук медичних карт та інформації. Інтегрована система пошуку дозволяє швидко знаходити історії хвороби та медичні картки пацієнтів за вибіркою набором параметрів.

3. Автоматизований обмін діагностичною інформацією. Результати загально клінічних та спеціальних досліджень відправляються в базу даних відразу, т.ч. пацієнту не потрібно фізично переносити носій інформації, а лікар отримує змогу ознайомитися з матеріалами ще до приходу хворого.

4. Ведення персональної картки пацієнта

1. Паспортні дані.

2. Історія звернень (відвідування) пацієнтом закладу (скарги, дані огляду, анамнез, результати лабораторних аналізів, діагноз, рецепт, направлення, рекомендації та ін.).

3. Історія хвороб, перенесених пацієнтом.

5. Робота з даними:

1. Виведення на екран через Веб-інтерфейс

2. Експорт в найпоширеніші формати.

6. Експертний аналіз ЕМГ-сигналу.

Перспективою даної роботи є розширення даної експертно-аналітичної системи шляхом універсалізації для можливості її ефективного використання як в інших відділеннях, так і в лікувальних закладах в цілому.

Тобто реалізувати створення автоматизованих робочих місць, повністю специфікованих відповідно до напрямку медичної діяльності персоналу, з підключенням діагностичного та лікувального обладнання та об'єднанням їх в єдину інформаційну мережу.

Модернізація створеного модуля аналізу ЕМГ сигналу вбачається в наборі експертної статистики відповідності патологій та їх стадій діагностичним класам, розробці й розширенні експертної бази знань.

Висновки

В ході роботи було проведено аналіз кількісних характеристик інтегрального електроміографічного сигналу, введеного нашкірними електродами, в часовій та частотній областях, відібрано діагностично-значущі показники та на основі статистичної обробки й експертних висновків лікарів встановлено наявність кореляційного зв'язку розподілу параметрів та діагностованих патологій.

В результаті виконаного об'єму робіт було створено доступну електронну медичну картку (сумісну з сімейством операційних систем Windows) з елементами експертності, алгоритмізовано та реалізовано в програмних кодах метод аналізу кількісних характеристик глобального ЕМГ сигналу, що дозволяє значно спростити завдання диференціальної діагностики стану нервово-м'язової системи в неврологічних відділеннях, зменшити затрати часу на ведення персональної картки пацієнта, історії хвороби; полегшити пошук та обмін медичною інформацією в межах лікувального закладу, забезпечити високий рівень її конфіденційності.

Література

1. Жарко, В.И. Вопросы организации и информатизации здравоохранения [текст]: / В.И. Жарко, А.К. Цыбин, И.В. Малахова [и др.]// Мед. вестник. - 2006.- № 4. – С. 3-7.

2. Жарко, В.И. Проблемы информатизации здравоохранения [текст]: / В.И. Жарко. Мед. вестник – 2008. – № 9 (843). – С. 2.
3. Гельман, В.Я. Медицинская информатика: практикум [текст]: / В.Я. Гельман. – СПб.: Питер, 2002.
4. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы [текст]: / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2006.
5. Бих, А.И. Поиск информативных количественных показателей электромиографического сигнала [текст]: / А.И. Бих, Т.В. Жемчужкина, Т.В. Носова // Бионика интеллекта. – 2007. – 1(66). – С.1-8.
6. Ануфриев, И.Е. MATLAB 7 [текст]: / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н.Смирнова. - СПб.: БХВ-Петербург. - 2005. - 1104с.
7. Николаев С.Г. Практика по клинической Электромиографии [текст]: / С.Г. Николаев. - Ивановская государственная медицинская академия. – 2003.-264с. - ISBN: 5-89085-069-5.

Запропонована фрактальна модель (ФМ) відкритої анізотропної одно-продуктової системи масового обслуговування. Проаналізовані топологічні властивості ФМ. Виділені типові класи ФМ за топологічними ознаками

Ключові слова: відкрита система, однопродуктовий потік, фрактал, топологія

Предложена фрактальная модель (ФМ) открытой анизотропной однопродуктовой системы массового обслуживания. Проанализированы топологические свойства ФМ. Выделены типовые классы ФМ по топологическим признакам

Ключевые слова: открытая система, однопродуктовый поток, фрактал, топология

The fractal model (FM) is provided for the open anisotropic mono-product queuing system. The topological FM properties are analyzed. The typical FM clusters are defined upon the topological features

Keywords: open system, mono-product flow, fractal, topology

УДК 621.39

ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОТКРЫТОЙ ОДНОПРОДУКТОВОЙ СИСТЕМЫ

В. И. Тихонов

Кандидат технических наук, доцент*

Е. В. Тихонова

Аспирант*

*Кафедра «Сети связи»

Одесская НАС им. А.С. Попова

ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, 65029

Введение

Необходимость повышения качества сервиса в современных системах массового обслуживания (СМО) выдвигает новые задачи в области цифрового моделирования сетей и процессов обмена продуктами в сетях. Для решения этих задач используются теория графов [1] и сетей Петри [2], теория массового обслуживания [3, 4], фрактальный и вейвлет анализ [5, 6], искусственные нейронные сети [7], тензорная методология систем [8]. Известные методы тензорного анализа сетей и систем преимущественно исследуют отдельные физические параметры качества сервиса в замкнутых СМО с симметричными потоками [9,10]. В работе [11] описана в общем виде тензорная модель связности объектов открытой инфо-коммуникационной сети с асимметричными цифровыми потоками. Однако эта модель требует дальнейшего развития и конкретизации. В частности, недостаточно изучены топологические свойства открытых анизотропных сетей и систем массового обслуживания.

Целью данной работы является анализ топологических свойств открытой анизотропной одно-продуктовой системы массового обслуживания.

1. Фрактальная модель системы массового обслуживания

Введем понятие «открытая система массового обслуживания» (обозначим ее *OQS* – Open Queuing System), в которой есть *клиенты (потребители)* и *серверы (генераторы)* некоторого продукта ϵ . Назовем продукт ϵ , перемещаемый в *OQS*, *абстрактной энергией*.

Предположим, что продукт ϵ перемещается в *OQS* квантованными единицами $\Delta\epsilon$, которые мы назовем *квантами действия*. Например, в качестве квантов $\Delta\epsilon$ могут выступать протокольные единицы данных (PDU), передаваемые по телекоммуникационной сети; кубометры газа, прокачиваемого по газопроводу; баррели нефти, перевозимого танкерами, пассажиры, перевозимые по автодорогам, почтовые письма и