

3. А, В, В.

Лексикографічно впорядкуємо варіанти. Получимо:

3. А, В, В.

2. В, А, В.

1. В, С, А.

Тому для пацієнта найбільш сприятливий третій варіант.

У випадку кількісних оцінок необхідно скористатися методом цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними $x_i = \{0,1\}$. Тоді

$$\begin{aligned} Q &= \sum_i Q_i \cdot x_i, \\ T &= \sum_i T_i \cdot x_i, \\ W &= \sum_i W_i \cdot x_i. \end{aligned}$$

Задачу можна вирішити двома способами:

1. Однокритеріальне представлення. У цьому випадку обирається найбільш важливий критерій, наприклад Q , а інші присутні у вигляді обмежень:

$$\max Q, Q = \sum Q_i \cdot x_i,$$

при виборі обмежень $T \leq T', W \leq W'$, де T' – допустимі логістичні затрати; W' – допустимі фінансові затрати.

2. Багатокритеріальне представлення. У цьому випадку вводиться комплексний показник. Можна використати найпростішу адитивну згортку:

$$K = \alpha_Q \cdot \hat{Q} + \alpha_T \cdot \hat{T} + \alpha_W \cdot \hat{W},$$

де $\hat{Q}, \hat{T}, \hat{W}$ – нормовані значення показників за шкалою $0 \div 1$. Необхідно знайти $\min K$, при дотриманні обмежень $Q \geq Q', T \leq T', K \leq K', Q'$ – допустимий рівень якості.

Для докладної оцінки логістики пацієнт при наданні медичних послуг скористаємось агентним імітаційним моделюванням. Запропоновано алгоритм пошуку найкращого маршруту руху пацієнта до медичного закладу, що засновано на поширенні «числової» хвилі. Для цього починаючи з місця проживання (роботи) генерується первина «числова» хвиля, яка розповсюджується на можливі транспортні напрямки руху пацієнта. Вторинні хвилі виникають при проходженні транспортних вузлів з виключенням безперспективних варіантів.

Запропонований підхід доцільно використовувати у задачах оцінки медичного обслуговування населення, а також індивідуального вибору пацієнтом необхідного медичного закладу.

Перелік посилань:

1. Федорович, О. Е. Модели и методы обеспечения качества в жизненном цикле и логистике высокотехнологического производства продукции развивающихся предприятий: моногр. / О. Е. Федорович, Ю. Л. Прончаков, Ю. А. Лещенко. – Х.: ФОП Лысенко И.Б., 2017. – 255 с.
2. Федорович, О. Е. Анализ и минимизация узких мест в логистике управления жизненным циклом сложной техники / О. Е. Федорович, М. В. Иванов, Ю. А. Лещенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. –2014. – №4 (68). – С. 170 – 173.
3. Федорович, О. Е. Гармонизация качества в логистической цепи производства / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. –2014. – №2 (66). – С. 125 – 128.
4. Федорович, О. Е. Стратегия последовательного улучшения качества в логистической цепи аэрокосмического производства / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко // Авиационно-космическая техника и технология. –2014. – №5 (112). – С. 109 – 112.
5. Федорович, О. Е. Рациональное распределение средств для улучшения качества выпускаемой продукции развивающегося предприятия / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. –2015. – №9 (126). – С. 166 – 169.

УДК 612.16:519.218

РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ СУДИН ЛЮДИНИ

М. О. Хвостівський, Л. В. Хвостівська

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
46001, Тернопіль, вул. Текстильна, 28, кафедра біотехнічних систем; тел.: +38 (0352) 51-97-00,
e-mail: kaf_bt@tu.edu.te.ua

The mathematical model and method analysis of pulse signal as a variable-periodically correlated stochastic process for the construction of new algorithmic and software computer systems for the diagnosis of human blood vessels are developed in the article

Сучасні комп'ютерні системи діагностики стану судин людини (оптоелектронний діагностичний комплекс (Україна, розробники. Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Колісник П.Ф, Марков С.М., Козловська Т. І), Beuer (Німеччина), PulseTrace PCA2 (США), Endo-Pat2000 (Ізраїль), Cas Medical System (Китай), монітор реанімаційно-хірургічний ЮМ300 (Україна, ТОВ «Компанія «ЮТАС»)) та інші побудовано за принципом «пульсовий сигнал – математична модель – метод аналізу (обробки, опрацювання) - алгоритмічне забезпечення – програмне забезпечення – інформативні ознаки (діагностична інформація). Ядром цієї ланки є математична модель, яка визначає коректність результату діагностування стану судин людини.

На сьогодні відомі математичні моделі ПС, а саме детерміновані – не враховують стохастичну природу сигналу та стохастичні – не враховують періодичність сигналу, яка породжується циклічною роботою серця.

У праці авторів Хвостівської Л.В. та Яворського Б.І [1] математичну модель ПС подано у вигляді періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП), яка на відміну від інших відомих моделей дає змогу врахувати одночасно у своїй структурі випадковість та періодичність. Така модель при формуванні інформативних показників розрізнення станів судин людини апіорно працює із сталим періодом ПС [1], що не є характерною особливістю сигналів такої природи породження. Зміни в роботі серця породжують зміну фазових показників (рис.1) $\phi_1 \neq \phi_2 \neq \dots \neq \phi_n = var$ за рахунок часових затримок чи випереджень, що призводять до зміни періоду $T \pm \phi_n$ сигналу в часі, тобто його тривалості в межах одного та інших n -их серцевих циклах.

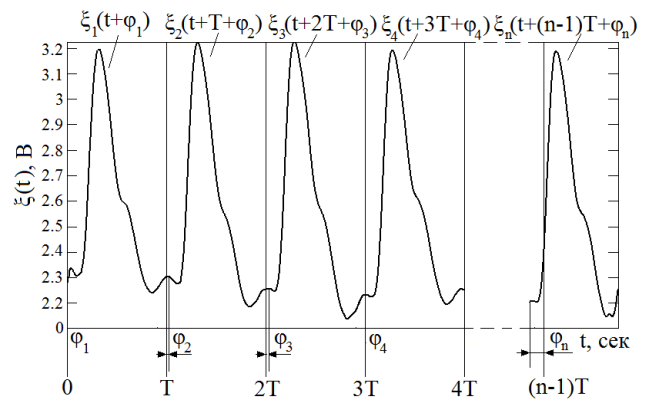


Рисунок 1 – Зміна фазових показників на експериментальній реалізації ПС на кожному серцевому циклі [3].

Запропонована модифікація ПКВП у праці Хвостівського М.О. та Хвостівської Л.В. як змінно-періодично корельований випадковий процес [2] дає змогу врахувати у структурі ПС змінну періодичність та випадковість. Змінно-ПКВП як модель ПС має зображення:

$$\xi(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \xi(t + kT + \phi(t)) e^{i \frac{2\pi k}{T + \phi(t)} t}, t \in \mathbb{R}, k \in \mathbb{Z} \quad (1)$$

де $\phi(t)$ – функція змінної фази.

У такому поданні (3) компоненти ПС формуються не з кроком $2\pi/T$ як у випадку ПКВП, а формуються в залежності від значення функція змінної фази $\phi(t)$:

$$\{\phi_1; \phi_2; \dots; \phi_n\} = \left\{ 0; \frac{2\pi}{T} \phi(t); \frac{4\pi}{T} \phi(t); \dots; \frac{2\pi k}{T} \phi(t) \right\} \quad (2)$$

Синфазні статистики у вигляді кореляційних компонент при поданні (1) мають вираз:

$$\hat{B}_k^\phi(u) = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{b}_\xi(t, u) \exp\left(ik \frac{2\pi}{T + \phi(t)} t\right) dt, t \in \mathbb{R} \quad (3)$$

де $\hat{b}_\xi(t, u)$ - параметрична коваріація як показник кореляційних зв'язків у центрованому сигналі $\xi(t)$:

$$\hat{b}_\xi(t, u) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \xi(t + u + k(T + \phi(t))) \xi(t + k(T + \phi(t))), t \in \mathbb{R} \quad (4)$$

та компонентні:

$$\hat{B}_k^\phi(u) = \frac{1}{T} \int_0^T \xi(t) \xi(t + u) \exp\left(ik \frac{2\pi}{T + \phi(t)} t\right) dt \quad (5)$$

Змінно-періодично корельований випадковий процес як модель пульсового сигналу (1) адекватно відображає усі динаміки, які йому притаманні, а також забезпечив модифікацію відомих методів обробки ПКВП (синфазного (3-4) [5] та компонентного (5)) для отримання нових інформативних ознак (діагностичної інформації) як показників розрізнення станів судин людини.

Перелік посилань:

1. Хвостівська Л.В. Математична модель пульсового сигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану судин людини / Б.І.Яворський, Л.В.Хвостівська // Вісник кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Випуск 6 (95). – С.29-34.
2. Хвостівський М.О. Зміно-періодичний корельований випадковий процес / М.О.Хвостівський, Л.В.Хвостівська / Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – С.129-130.
3. Хвостівська Л. Фазово-часова структура пульсової хвилі як показник стану ригідності судини людини / Л. Хвостівська // Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 18-19 травня 2016 року – Т. : ТНТУ, 2016 – С. 126-127. – (Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікації, приладобудування).
4. Хвостівська Л.В. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу / М.О. Хвостівський, Л.В.Хвостівська // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842/
5. Яворський Б. Актуальність застосування синфазного та компонентного методів щодо аналізу пульсового сигналу судин людини / Б. Яворський, Л. Хвостівська, Є. Яворська // Збірник тез доповідей XVII наукової конференції ТНТУ ім. Івана Пулюя, 20-21 листопада 2013 року. – Т.: ТНТУ, 2013. – Том I: Природничі науки та інформаційні технології. – С. 45. – (Секція: Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікації).

УДК 004.043:616-71

КВАНТОВА ТЕХНОЛОГІЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Б. І. Яворський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
46001, Тернопіль, вул. Руська 56, кафедра біотехнічних систем, тел.: +38 (096) 366-44-46,
e-mail: biotechnic0@gmail.com

The paper is devoted to the modern developments in the field of the informational aspects of Remote Differential Diagnosis. The differential diagnosis has gradually faded today as that had been established in a medical societie. Now is made possible by the new generation of highly sophisticated diagnosis decision support tools. Quantum Technology for Remote Differential Diagnosis that is based on to the fast, authenticity comparison of information from the medical research vs such information from remote' known medical databases is proposed in the paper.

В минулому столітті набула використання диференційна діагностика стану людини. Через століття, після висновку Інституту медицини («То Err is Human»), вирішального значення для діагностики набули «труднощі вимірювання». Диференційний діагноз поступово загас через брак часу у лікарів, нездатність клініцистів швидко та точно згадати, синтезувати з величезної кількості даних тощо [1].

Завдяки новому поколінню високоточних інструментів набули значного розвитку відбір біосигналів, їх обробка, зберігання та обмін даними для підтримки прийняття рішень щодо діагнозу. Квантова технологія дистанційної диференційної діагностики, яка ґрунтується на швидкому, достовірному порівнянні інформації медичного дослідження з такою інформацією з віддалених відомих медичних баз даних тощо, дає змогу значно підвищити швидкість та достовірність діагнозу [2], [3].

Формально схема основної частини квантової технології діагностики (рис. 1) подібна до 3-х комп'ютерної моделі квантової ідентифікації автентичності [4], де А – інформація про стан x пацієнта, В – інформація про норму y стану пацієнта, Ref – порівняння інформації («рефері»), $f(x, y)$ – функція ідентичності (результат порівняння):

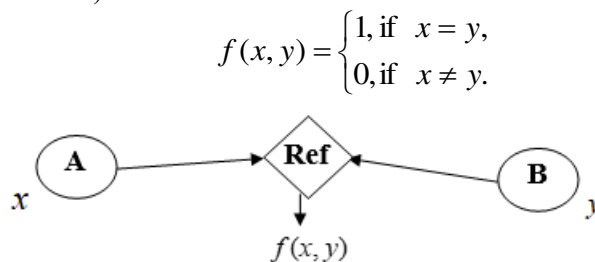


Рисунок 1 – Блок-схема основної частини квантової технології диференційної діагностики.