

УДК 681.3.01

АРХИТЕКТУРА ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КІРЛІАН-ДІГНОСТИКИ

В.В. Вишневський, Т.М. Романенко, О.М. Тугаєнко

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Обговорюється технічна, програмна та алгоритмічна архітектура телемедичної системи для збору та обробки кірліаногам.

Ключові слова: кірліанограма, верифікована БД, архітектура, телемедицина.

АРХИТЕКТУРА ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КИРЛИАН-ДИАГНОСТИКИ

В.В. Вишневский, Т.Н. Романенко, А.М. Тугаенко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Обсуждается техническая, программная и алгоритмическая архитектура телемедицинской системы сбора и обработки кирлианогам.

Ключевые слова: кирлианограмма, верифицированная БД, архитектура, телемедицина.

ARCHITECTURE OF TELEMEDICINE SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF KIRLIAN

V.V. Vyshnevsky, T.N. Romanenko, O.M. Tugayenko

Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of NAS of Ukraine

The technical, program and algorithmic architecture of the telemedicine system for collecting and processing kirlianogram is discussed.

Key words: kirlianogram, verified DB, architecture, telemedicine.

Вступ. Кірліан-діагностика дозволяє проводити ранню діагностику захворювань, експрес-оцінку стану хворих у лікувальних медичних закладах, звужуючи простір діагностичного пошуку, добирати індивідуальні методи лікування, контролювати стан пацієнта в процесі лікування, а також аналізувати психоемоційний стан та психофізичний потенціал людини [1]. При застосуванні кірліан-діагностики лікар оперує спеціальним видом зображень - кірліан-зображеннями, або кірліанограмами. Ці зображення зазвичай рєструються на рентгенівській плівці або засобами безпосереднього введення до комп'ютера.

На цей час в Україні відсутня верифікована база даних Кірліан-зображень, яка б дозволяла розробляти та перевіряти автоматизовані інтелектуальні алгоритми класифікації цих зображень.

Тому розробка телемедичних технологій для розподіленого збору кірліан-зображень є актуальним і своєчасним завданням. Більше того, тільки за допомогою сучасних розподілених телемедичних технологій завдання накопичення верифікованої бази даних кірліан-зображень може бути вирішене за короткий термін.

Основна частина

1. Архітектура телемедичної системи

Існує багато визначень терміна *архітектура*. З усього розмаїття варіантів можна виділити два загальних визначення. Перше пов'язане з розділенням системи на найбільші складові частини, у другому випадку маються на увазі деякі конструктивні рішення, які після прийняття важко змінюються [2].

Під архітектурою в даному випадку будемо розуміти згоду відносно питання ідентифікації головних компонентів системи та способу їх взаємодії, а та-

кож вибір таких рішень [3], які інтерпретуються як головні та такі, що не підлягають зміні в майбутньому.

Архітектура складається з локальної та серверної частин, об'єднаних між собою мережею Інтернет. Локальна частина складається з приладу для реєстрації Кірліан-світіння, сканера, за допомогою якого до комп'ютера в разі потреби вводяться дані з аналогового носія, та програмного забезпечення, яке дозволяє робити по-

передній аналіз зображень, використовуючи автоматизований інтерактивний режим, а також збереження інформації в локальній базі даних та відсилку даних до центральної бази даних у захищеному форматі.

У серверній частині розташована база даних, у якій зберігаються первинні та попередньо прораховані на локальних частинах дані. Архітектура системи наведена на рис. 1.



Рис.1. Архітектура телемедичної системи для кірліан-діагностики.

Функціонально локальна частина відповідає за отримання інформації від пацієнтів в аналоговому вигляді (рентгенівська плівка) за допомогою реєстратора кірліан-світіння. Далі інформація переводиться у цифровий формат з використанням сканера з бажаною наявністю слайд-модуля завбільшки не менше за А5, як, наприклад, у сканера Epson Perfection4990 Photo. Інтерфейс користувача розробленого програмного забезпечення дозволяє вести картки пацієнтів: створювати, редагувати, робити пошук. Крім того, програмне забезпечення дозволяє здійснювати попередню обробку кірліанограм, що буде описано нижче детальніше.

Серверна частина відповідає за накопичення кірліанограм, автоматичну обробку за допомогою нейромереж, перегляд даних експертом та запис висновків. Іншими словами, серверна частина відповідає за створення банку верифікованих кірліанограм, що дозволяє розробляти та тестувати нові методи автоматичного аналізу кірліанограм.

Систему створено на базі технологій Microsoft, Apache Software Foundation, Sun Microsystems:

- MySQL Server використовується як сервер бази даних;

- Apache Tomcat або GlassFish - як сервер застосувань (аплікацій);

- клієнтські Web-доступи, розроблені на базі JSP та JEE;

- Microsoft Access використовується як локальна база даних;

- інтерфейс локальної частини побудовано за допомогою Windows Forms Application.

Вибір такої технологічної платформи дає можливість легко втілити технології в життя, адже більшість сучасних настільних комп'ютерів працюють на базі операційних систем Microsoft, а побудова серверної частини на базі програмного забезпечення з відкритим початковим кодом не потребує додаткових витрат на його використання.

2. Попередня обробка кірліанограм

Зупинимося більш докладно на алгоритмічній частині локального робочого місця телемедичної системи.

Як вже зазначалось, телемедична система обробляє специфічні зображення - кірліанограми. Під кірліанограмами зазвичай розуміють зареєстроване на плівці світіння газового розряду, який виникає біля поверхні об'єкта, поміщеного в електричне поле високої напруги.

В системі розглядаються кірліанограми, що отримані на рентгенівській плівці, на яких зафіксовані світіння п'яти пальців однієї руки (рис.2). Звернімо увагу, що для цих зображень характерні нестабільність та нерівномірність фону, велика кількість завад, які за рівнем яскравості та розміром наближаються до відповідних характеристик об'єкта, нестійкі форма та рівень яскравості об'єктів. Зображення світіння кожного з пальців має вигляд темного ореолу, що охоплює світлу пляму, яка за формою наближена до еліпса. Ширина ореолу може відрізнятися, навіть для одного зображення. Часто ореол має переривчасту форму, а також може складатися з окремих фрагментів (рис. 2). Світла пляма всередині темного ореолу є місцем контакту пальця з плівкою, тому її яскравість відповідає яскравості тла зображення.

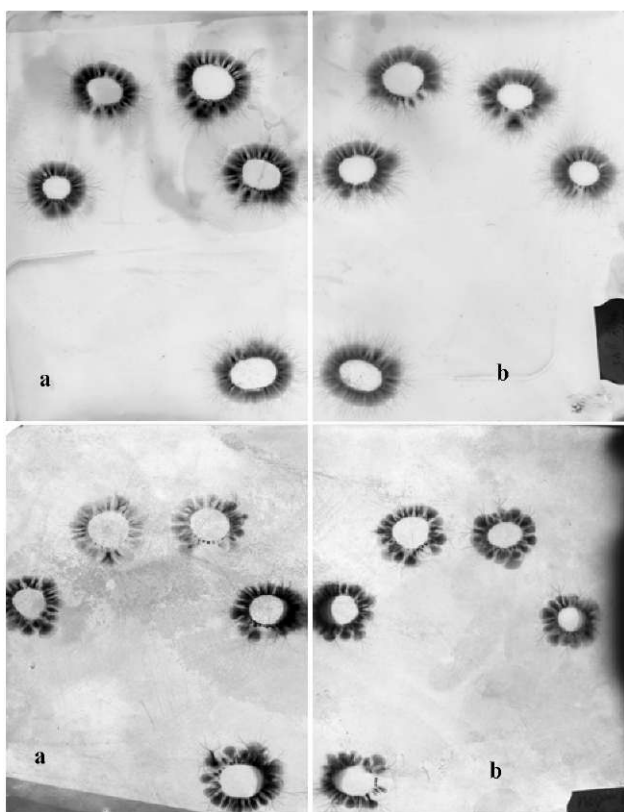


Рис. 2. Приклади кірліанограм: а - пальці лівої руки, б - пальці правої руки.

Попередня обробка кірліанограм використовується в діагностичній системі для:

- візуалізації кірліанограм на екрані;
- сегментації зображень пальців на повному зображенні руки;
- корекції сегментованих зображень в інтерактивному режимі;
- збереження сегментованих зображень пальців у базі даних;

- реконструкції початкового зображення з використанням збережених характеристик.

Розроблене програмне забезпечення попередньої обробки кірліанограм призначене для напівавтоматичної (інтерактивної) сегментації зображень світіння п'яти пальців на зображення світіння кожного з пальців окремо, а також для автоматичного коригування орієнтації зображення кожного пальця. На рис. 3 наведене зображення світіння одного пальця з урахуванням кута його повороту.

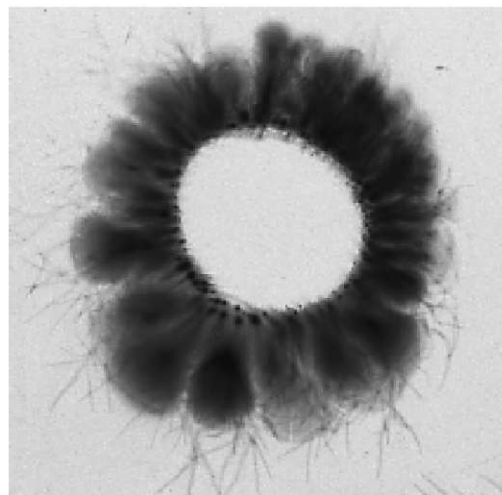


Рис. 3. Кірліанограма одного пальця.

Програмне забезпечення виконує такі функції:

- отримання зображення кірліанограми п'яти пальців та виведення його на екран монітора;
- інтерактивне визначення розміщення світіння пальців на зображенні через зазначення оператором їхніх умовних центрів;
- нумерування світіння пальців за їх взаємним розміщенням;
- визначення центрів долоні та умовних кутів повороту пальців;
- визначення параметрів прямокутників, які охоплюють світіння окремих пальців, з урахуванням кутів повороту кожного з прямокутників;
- поворот зображень світіння окремих пальців;
- збереження рівня яскравості тла;
- збереження параметрів прямокутників та характеристик долоні;
- виділення з зображення п'яти пальців зображень кожного з пальців в окремі масиви з урахуванням кутів їх поворотів.

Виходячи з загального уявлення про кірліанограми, здалося доцільним апроксимувати внутрішні контури світіння кожного пальця еліпсами, а зовнішні їх межі - колами. Параметрами еліпса є координати його центра, довжини півосей та кут нахилу більшої

осі. Параметрами кола, що описане навколо темного ореолу кожного з пальців, є центр та діаметр. Центри еліпса та кола співпадають. Коло має охопити повністю все світіння (темний ореол), по можливості виключаючи тонкі периферичні лінії - «дендрити». Припускаємо, що центр долоні є на середині відрізка, що з'єднує центри першого та п'ятого пальців [4]. Центр долоні з'єднується з центрами кожного з пальців з метою визначення кутів повороту кожного з пальців відносно вертикалі. Вважатимемо, що зображення кожного з пальців обмежене квадратом, описаним навколо кола, що охоплює темний ореол, та оберненим на кут між лінією, яка з'єднує центр пальця з центром долоні, і вертикаллю.

Алгоритм функціонування системи попередньої обробки кірліаногам полягає в наступному (рис. 4):

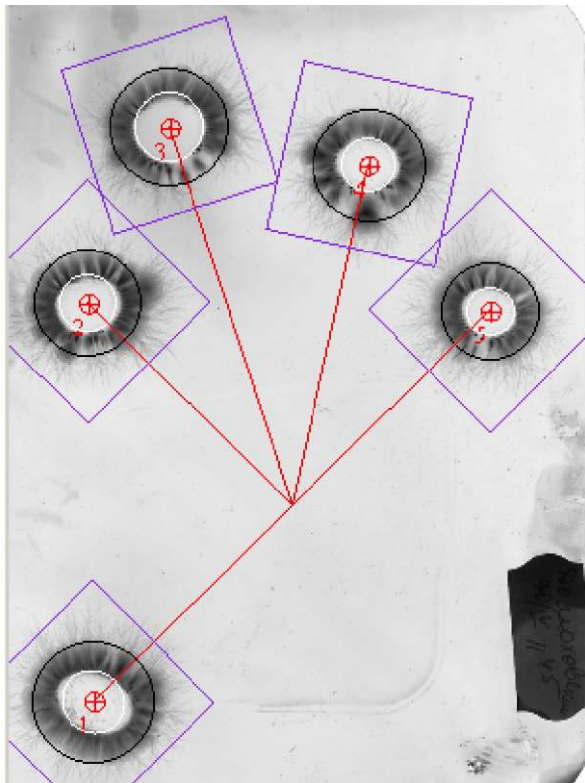


Рис. 4. Кірліанограма та виокремлені на ній зображення світіння окремих пальців.

1. Оператор вказує курсором приблизні місця розташування центрів зображень кожного пальця поспідовно. Місце центру може бути вказане приблизно, але має обов'язково розміщуватися в межах світлої плями. Координати вказаних центрів визначаються автоматично.

2. Автоматично визначаються параметри еліпса та кола для зображення кожного з пальців. В разі необхідності оператор може скоригувати місце зна-

ходження центру пальця. Перерахунок параметрів еліпса та кола виконується автоматично.

3. Після визначення центрів всіх пальців автоматично розраховуються координати центра долоні, значення кутів повороту пальців та параметри описаних квадратів, що обмежують зображення окремих пальців.

4. Визначається рівень яскравості фону.

5. Всі отримані параметри та виділені зображення пальців заносяться для збереження в базу даних (рис. 5).

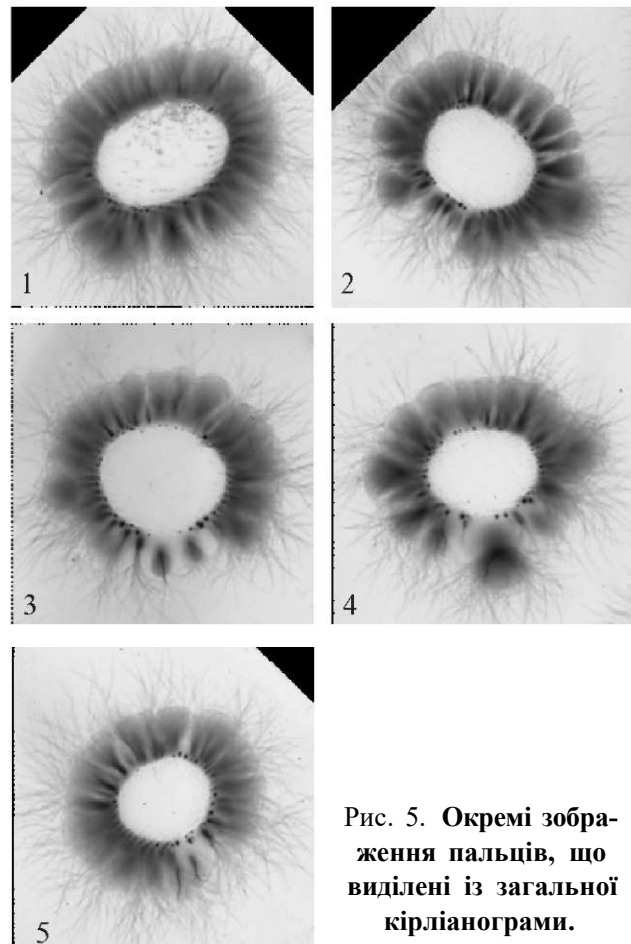


Рис. 5. Окремі зображення пальців, що виділені із загальної кірліанограми.

Алгоритм автоматичного визначення параметрів еліпса та кола для кожного пальця полягає в наступному:

1. Визначаємо яскравість фону в місці розташування світіння кожного з пальців. За яскравість фону беремо середню яскравість у квадраті, центр якого співпадає з центром зображення пальця, а розмір дорівнює 10x 10 пікселів.

2. Визначаємо параметри еліпса максимальної площі, який охоплює світлу пляму, з використанням методу градієнтного спуску.

2.1. В нульовому наближенні використовуємо координати центра еліпсу, які отримані в інтерактивному режимі, довжина півосей дорівнює 10 пікселам, кут повороту дорівнює нулю градусів відносно вертикалі.

2.2. Змінюючи параметри еліпса (координати центра, довжина півосей, кут повороту), отримуємо такі їх значення, що максимізують площу еліпса та виконують обмеження яскравості.

3. Визначаємо діаметр кола, що охоплює темний ореол. Координати центра кола співпадають з координатами центра еліпса.

3.1. Як нульове наближення обираємо радіус кола, що дорівнює довжині більшої півосі еліпса.

3.2. Змінюючи значення радіуса, отримуємо таке його значення, що максимізує площу кола та виконує обмеження яскравості.

Висновки

1. Для ефективного застосування кірліан-діагностики в практиці охорони здоров'я населення необхідне створення верифікованої бази даних кірліанограм. Вирішення цього завдання в стислі терміни можливе тільки за умов використання сучасних телемедичних технологій.

2. Розроблено технічну, програмну та алгоритмічну архітектуру телемедичної системи для обробки кірліанограм.

3. Розроблено програмну реалізацію локальної частини телемедичної системи для обробки кірліанограм.