DOI 10.34185/1562-9945-3-146-2023-13
УДК 004.9 : 004.75

Є.С. Сулема, А.І. Дичка

ПРОГРАМНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА РОЗПОДІЛЕНОГО ЗБЕРІГАННЯ МЕДИЧНИХ ДАНИХ ПАЦІЄНТІВ

Анотація. Інформатизація медичної галузі є одним з пріоритетних завдань у системі охорони здоров'я. На сьогодні ступінь автоматизації процесів медичного обслуговування у медичних інформаційних системах є недостатнім, тому існує гостра потреба у посиленні захисту персональних і медичних даних пацієнтів електронними засобами, автоматизації доступу пацієнта до власних медичних даних та забезпеченні захищеності електронної взаємодії пацієнта з медичним персоналом. Метою дослідження є автоматизація процесів введення, пошуку та конфіденційного доступу пацієнтів до власних медичних даних на основі багатоколірного штрихового кодування інформації із застосуванням мобільних пристроїв. Запропоновано архітектуру програмної системи, у якій реалізовано принципи розподіленого зберігання медичних даних пацієнта та анонімності передачі даних за рахунок зчитування штрихкодової інформації з одного смартфона камерою іншого смартфона. Це сприятиме підвищенню якості організації медичного обслуговування, забезпечуватиме суттєве зниження кількості помилок у процесі оброблення персональних даних пацієнтів та істотно посилюватиме захист медичних даних пацієнта.
Ключові слова: автоматична ідентифікація, медичні інформаційні системи, цифрова медицина, мобільні застосунки, програмне забезпечення, багатоколірне штрихове кодування

Постановка проблеми. Охорона здоров'я населення є одним з пріоритетів діяльності держави. З розвитком інформаційних технологій постає задача інформатизації медичної галузі. Цифрова медицина, електронна охорона здоров'я все більше проникають в життя суспільства. На порядку денному впровадження прогресивних інформаційно-комунікаційних рішень в галузь електронної охорони здоров'я, яка охоплює процеси накопичення, оброблення, аналізу та передачі цифрових медичних даних [1, 2].

Основними складовими електронної охорони здоров'я є медичні інформаційні системи та телемедичні мережі.

© Сулема Є.С., Дичка А.І., 2023

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

Медична інформаційна система (МІС) – це системно організована для вирішення завдань управління сукупність методів і засобів реалізації операцій збору, реєстрації, передачі, накопичення, пошуку, обробки і захисту медичної інформації на базі застосування спеціалізованого програмного забезпечення, включення до її складу необхідного медичного обладнання для отримання медичної інформації, використання засобів обчислювальної техніки, зв'язку та способів, за допомогою яких інформація надається користувачам [2].

МІС є програмно-технічним комплексом. Мета впровадження МІС – підвищення ефективності функціонування медичної установи і поліпшення обслуговування пацієнтів.

За допомогою МІС медична установа може: автоматизувати роботу реєстратури, упорядкувавши та спростивши процедуру запису пацієнтів на прийом, систематизувати інформацію про пацієнтів медичного закладу, медичні послуги і співробітників, управляти матеріальним фондом медичної установи, чергою на місця в стаціонарі, відстежувати рух медикаментів та медпрепаратів на складі і між відділеннями, упорядкувати роботу лабораторій і діагностичних кабінетів, організовувати оперативну передачу результатів досліджень фахівцям в автоматичному режимі, організовувати збір статистичних даних, готувати звіти та виконувати аналітичні дослідження, а також здійснювати управлінські рішення [3-6].

Аналіз існуючих МІС показує, що вони є переважно спеціалізованими, корпоративними, недостатньо функціонально розвиненими та не вирішують узагальнених завдань в системі електронної охорони здоров'я в масштабах країни. Недостатнім є ступінь автоматизації процесів при наданні медичних послуг, необхідно істотно знизити вплив людського фактору як при прийнятті медичних рішень, так і у виконавчій діяльності медперсоналу, посилити захист персональних та медичних даних пацієнтів, автоматизувати для пацієнта доступ до власних медичних даних, а також забезпечити електронну взаємодію між лікарем або медичним закладом та пацієнтом з використанням мобільних пристроїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В окремих секторах медичної галузі застосовують спеціалізовані медичні інформаційні та експертні системи. Наприклад, спеціалізовані програмні продукти: ASDSee, Aquilion ONE, Infinix CS-I, Horizon SE, XIDF-QCA801, використовують в комплексах променевої та ультразвукової діагностики – ультразвукова сонографія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, ангіографія, ехасонографія, ен-

доскопія тощо. Для опрацювання отриманих діагностичних даних застосовують експертні системи, наприклад, Гастрограф 1Т, Stimul та ін. [7].

Для встановлення діагнозу та проведення діагностичних тестів використовують такі експертні системи: Експертна система постановки діагнозів Internist, BPLab, SpeseLabs Medical, Meditech, Omron, CardioVita та ін. [2].

У рамках міжнародного співробітництва створені експертні системи і бази даних: NUCLEUS – мультимедійне досьє пацієнта, EMDIS – Європейська медична інформаційна система для донорів кісткового мозку, EPIC – Європейська модель лікування, FEST – база для європейських служб телемедицини, HDI 5000 – експертна система, що забезпечує обробку зображень, телекомунікаційні інфраструктури (ISAAC – інтегрована телекомунікаційна система, SHINE – стратегічна інформаційна мережа охорони здоров'я Європи), програми обслуговування окремих груп населення.

Нині в медичній галузі України використовують декілька інформаційних систем, серед яких «ЕМСІМЕД», «Медучет», «Медіалог», «TherDep», «Astraia», «ЛисМедап», «Каштан», «Доктор Елекс», «Добробут» та інші [1, 2, 8].

Зазначені МІС є комерційним програмним забезпеченням (ПЗ). Паралельно з ринком комерційного ПЗ активно розвивається напрям застосування в галузі охорони здоров'я вільно-розповсюджуваного ПЗ з відкритим кодом [8].

Наприклад, широко застосовують такі МІС з відкритим кодом як WorldVistA, OpenEMR та OpenMRS [8, 9].

Набуває розвитку застосування мобільних пристроїв у системі охорони здоров'я (m-health), головне призначення яких посилити взаємодію пацієнта та лікаря. Так, за проєктом ЄС, спрямованим на побудову дистанційної системи моніторингу здоров'я літніх людей з множинними хронічними захворюваннями, розроблено мобільний застосунок Ecaalyx [10]. Маючи за мету залучення пацієнтів, опікунів і лікарів до оперативної взаємодії, розробники визначають основну функціональність мобільної платформи Ecaalyx – бути посередником між мобільними пристроями, які використовують літні люди, та вебсайтом медичних працівників, забезпечити лікаря і пацієнта інформацією про отримані дані вимірювання від давачів і про географічне розташування користувача (пацієнта) засобами GPS смартфона [11].

Мета дослідження. У МІС оброблення інформації починається з етапу введення даних про одиницю обліку, якою може бути будь-який запис (файл): персональні дані пацієнта, діагноз, результат певного дослідження, рецепт, припис лікаря, дозування препаратів тощо. Первинне введення текстової інфо-

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

рмації про одиницю обліку (запис, файл) здійснюється працівниками медустанови – реєстратура, лікар, медсестра, лаборант та ін., шляхом ручного набору текстових даних з клавіатури. Проте на наступних етапах оброблення та передачі інформації доцільно застосовувати технологію машиночитаного подання даних, зокрема технологію штрихового кодування.

Метою дослідження є створення базової архітектури програмної системи, яка дозволяє спростити процес розроблення програмного забезпечення для автоматизованого введення, обробки, пошуку та конфіденційного доступу пацієнтів своїх медичних даних у медичній інформаційній системі на основі багатоколірного штрихового кодування інформації з використанням мобільних пристроїв.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними процесами, які мають підтримуватись та забезпечуватись програмним забезпеченням медичної інформаційної системи на основі застосування штрихових кодів (ШК), є наступні:

- формування запису про особу пацієнта;
- створення і оброблення записів про відвідування пацієнтом лікаря;
- формування записів результатів лабораторних досліджень;
- створення та оброблення записів про встановлений діагноз;
- генерування записів про формування доз медичних препаратів;
- завадостійке кодування даних з використанням багатоколірного штрихового коду;
- автоматичне зчитування штрихкодових позначок (ШК-позначок) з екрана комп’ютера або смартфона, а також з паперового носія;
- надання доступу до медичних даних пацієнта на основі сканування штрихового коду зі смартфона пацієнта;
- розподілене зберігання медичних даних пацієнта.

У розроблюваній системі передбачається використання завадостійкого штрихового коду. Пропонується два рівні забезпечення завадостійкості штрихкодового зображення: на верхньому рівні – на основі коду Ріда-Соломона, а на нижньому – на основі многозначного коду БЧХ (Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема) або многозначного коду Хемінга. Многозначність визначається кількістю кольорів, які використовуються для забарвлення елементів штрихкодового зображення; найдоцільніше використовувати 3-5 кольорів. Багатоколірність штрихкодового зображення підтримується сучасними комп’ютерами та смартфонами. Багатоколірний ШК у кілька разів підвищує інформаційну щільність

подання даних порівняно з чорно-білими ШК без зміни геометричних розмірів елементів зображення [12-14].

Наприклад, чотириколірний ШК підвищує інформаційну щільність удвічі.

Носієм багатоколірного ШК в розроблюваній системі може бути екран комп'ютера (ноутбука, планшета), екран смартфона та паперова штрихкодова наліпка. Штрихкодові зображення передбачається зчитувати за допомогою камери смартфона.

Особливістю системи є й те, що з метою забезпечення анонімності пропонується також передача інформації зі смартфона на смартфон без залучення мережі або Bluetooth – штриховий код з екрана одного смартфона зчитують камерою іншого смартфона (своєрідна передача інформації з рук у руки).

Для забезпечення надійності такої передачі даних слід застосовувати саме завадостійкий ШК, який би забезпечував цілісність даних в умовах можливого спотворення штрихкодового зображення (зміна освітлення, кута сканування, тремтіння руки оператора, розмитість або перекошування зображення тощо).

Передбачається, що з системою працюють чотири категорії користувачів – медсестра, лаборант, лікар, пацієнт.

Однією з головних особливостей інформаційних систем в медичній галузі є підвищена увага до захисту особистих та медичних даних пацієнтів. З огляду на це архітектура розроблюваної програмної системи має базуватись на таких принципах: розподіленість, анонімізація, володіння даними.

Принцип розподіленості полягає у необхідності розділення даних про окремо взятого пацієнта таким чином, щоб навіть у випадку компрометації деякої частини даних зловмисник не міг встановити особу пацієнта на основі отриманих даних, а також встановити, що окремі фрагменти даних належать одному й тому самому пацієнту. Даний принцип пропонується реалізувати за допомогою децентралізованого зберігання інформації про пацієнтів у різних підсистемах. Систему зв'язків між даними у цих підсистемах пропонується зберігати у захищеній базі даних, доступ до якої суворо регламентується і піддається аудиту (рис. 1).

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

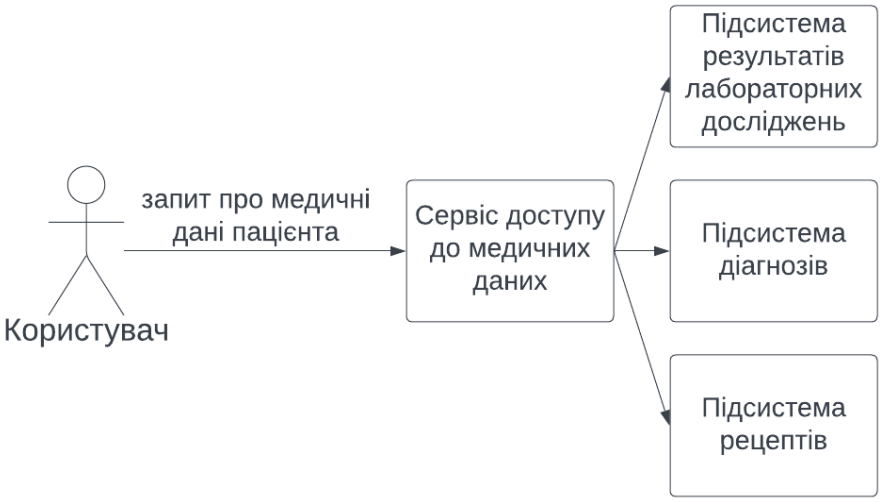

Рисунок 1 - Розподілене зберігання медичних даних
у підсистемах медичної інформаційної системи

Принцип анонімізації передбачає відсутність у медичних даних будь-якої інформації, що ідентифікує конкретного пацієнта. Наприклад, медсестра при формуванні доз медичних препаратів не повинна мати доступу до діагнозу чи особистих даних пацієнта. Більше того, з метою посилення анонімізації пропонується розміщувати на посудині з дозованим медпрепаратом наліпку з ШК так, щоб лише медсестра та пацієнт могли зчитати його вміст за допомогою смартфона. Це мінімізує помилки медперсоналу; а пацієнт додатково перевірить, чи це адресовано саме йому, та за допомогою ШК отримає докладну інструкцію щодо вживання препарату (штрихкодова взаємодія медсестри та пацієнта). Зчитуючи смартфоном той самий ШК пацієнт отримує доступ до інформації, що стосується його особисто, а медсестра – до інформації, що стосується її як медпрацівника.

Принцип володіння даними означає, що доступ і обробка медичних даних пацієнта можливі лише за його безпосередньої згоди.

На основі викладених принципів, а також зазначених процесів розроблено архітектуру програмної системи (рис. 2).

Розглянемо взаємодію користувачів системи.

Медсестра формує дози препаратів для пацієнтів. На екрані свого смартфона або в додатку на ПК вона бачить інформацю про дози лікарських засобів, які необхідно сформувати, ідентифікатори пацієнтів, номери палат куди їх потрібно доставити тощо. Після закінчення формування доз препаратів, медсестра друкує наліпку з ШК, в якому закодована інформація про найменування ліків, пацієнта, якому вони призначені тощо. Пацієнт, отримавши препарати з

штрихкодовою наліпкою, може впевнитися, що це призначено саме йому, зчитавши ШК з наліпки за допомогою свого смартфона.

Лаборант формує результати аналізів, знаючи ідентифікатор пацієнта. Він вносить результати в систему за допомогою програми на стаціонарному комп'ютері.

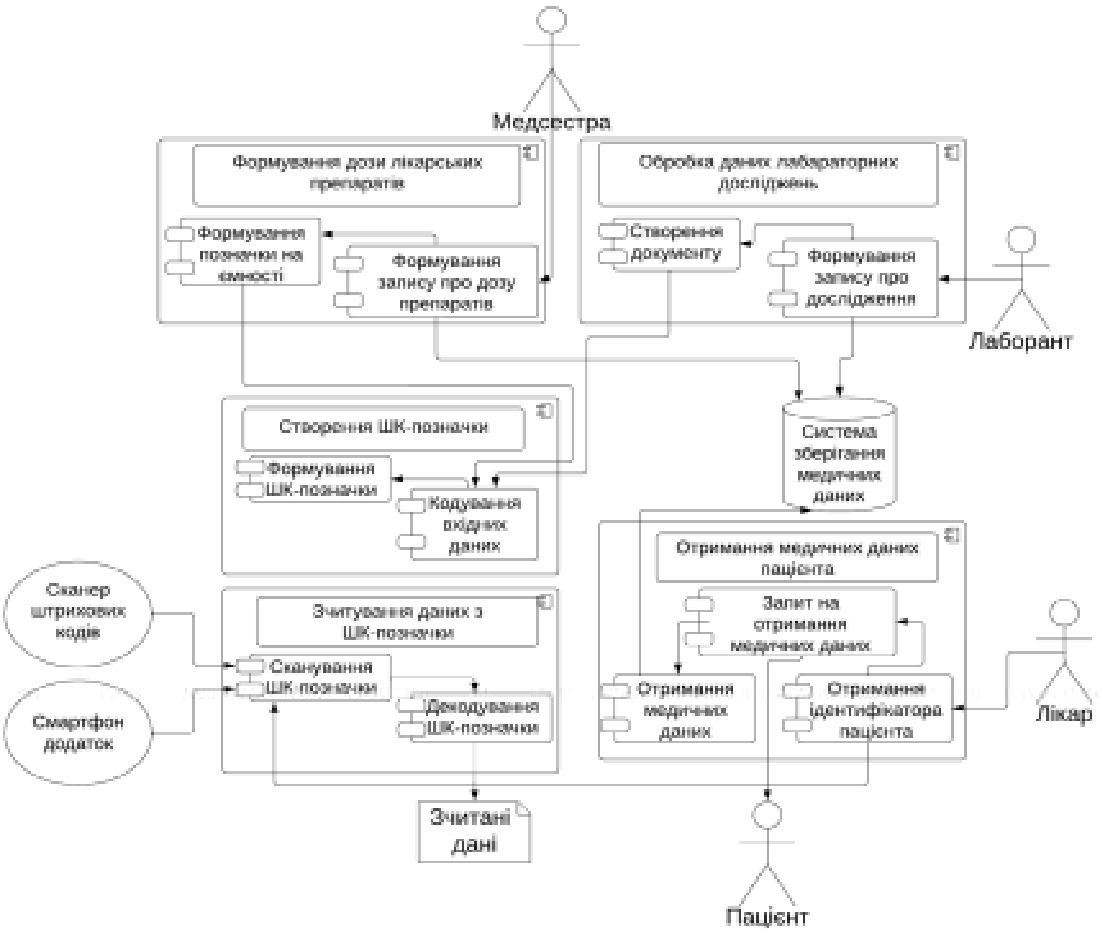

Рисунок 2 - Архітектура програмної системи

Система зберігає результати аналізів в базі даних, а також генерує ШК із закодованим ідентифікатором пацієнта, токеном доступу та посиланням для завантаження даних аналізів. Інформація кодується у форматі JSON (Javascript Object Notation) (рис. 3).

Токен доступу являє собою дані, зашифровані сервером. Для отримання даних аналізів за посиланням додаток пацієнта повинен відправити запит на сервер, приклавши до нього цей токен. Так сервер може визначити, що дані запитуються верифікованим клієнтом. Токен кодується у форматі JWT (Javascript Web Token). Отже, після того як лаборант вніс результати в систему і натиснув

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

на кнопку “зберегти”, згенерований ШК надсилаються електронним листом пацієнту (рис. 4).

{
"analysisId": "5a8c1b0e-3b9a-4f3c-8e2a-6f0f8d1f8d9c",
"patientId": "4b8a2b0f-4491-4ffa-9ff1-7f0128d678d9a",
"organizationId": "5a53dcb0a-4b11-31ed-8e2a-6f05faac1284",
"accessToken":"bt3g30gkic8cagpvvdsf4k50h507hnanq6ls7n89c06b4n05k0s3bhknri81sfjw67gfzynwjp
mblsrolhv91ptotexjitkybiovapszwiqo7qywaqpub8uj7vhb6gy25fwnqljmo7z3ozr52b2eho3o3dzfqgrn4c
h1x1ycx8itpfcnlm21grmymg2649q8ep18kn33geyv03ai25y37fnp3q6alipqr104ux6300xn4ktvusj0nwvx
bq0q7j77djmucssgi3csbrqmeef2f6dekx",
"analysisResultLink":"https://www.barcoderesearch.com/analysis",
"analysisTime": "2020-09-09T15:00:00.000Z",
"analysisType": "file"
}

Рисунок 3 - Приклад кодування інформації про надання доступу до даних у форматі JSON

Рисунок 4 - ШК-позначка для доступу пацієнта до результатів аналізу

Після цього пацієнт за допомогою свого смартфона сканує штрихкод. Додаток на смартфоні декодує інформацію і надсилає HTTP запит на сервер МІС. Сервер повертає дані аналізів, вони відображаються на екрані смартфона пацієнта.

Розглянемо взаємодію пацієнта з лікарем докладніше.

На прийомі в лікаря пацієнт може надати результати своїх аналізів лікарю. При цьому можна обрати один з двох режимів взаємодії – онлайн або офлайн. У випадку офлайн режиму пацієнт генерує на екрані свого смартфона ШК, у якому зашифровані самі дані аналізів безпосередньо (а не посилання на них). Лікар зчитує ШК з екрана смартфона пацієнта своїм смартфоном, та після його декодування на екрані бачить текстовий файл – результати аналізів.

При виборі режиму онлайн у ШК пацієнта буде закодоване посилання на результати аналізів. У цьому випадку працює механізм надання доступу до даних пацієнта в розподіленій системі зберігання медичних даних пацієнтів та їх отримання (рис. 5).

Рисунок 5 - Схема надання доступу до медичних даних пацієнта лікарю в онлайн режимі

Наведемо кроки алгоритму, що реалізує такий механізм (рис. 6).

1. Пацієнт виводить на екран свого смартфона штрихкод з його закодованим персональним ідентифікатором.

2. Лікар за допомогою свого смартфона сканує штрихкод з екрана смартфона пацієнта.

3. Додаток на смартфоні лікаря відправляє запит на отримання медичних даних пацієнта на сервер МІС.

4. Пацієнт на своєму смартфоні отримує нотифікацію про запит до своїх медичних даних і надає дозвіл.

5. Система ініціює запит до підсистеми зберігання медичних даних пацієнтів на формування тимчасового токена доступу.

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

6. Підсистема даних аналізів повертає токен системі доступу до медичних даних.

7. Система передає сформований токен на додаток лікаря.

8. Додаток лікаря запитує дані за токеном.

9. Додаток лікаря отримує запитувані дані.

Якщо пацієнт перебуває на віддалі, то він може надіслати свій ШК лікарю з використанням мережі. При цьому обробка ШК лікарем також може здійснюватися в двох режимах (онлайн чи офлайн) – за бажанням пацієнта.

У пропонованій системі одним з основних компонентів є штрихове кодування даних, тому слід сказати про ієрархію класів реалізації штрихового кодування/декодування, діаграма яких зображена на рис. 7.

У даній ієрархії використовується шаблон проєктування “Стратегія”. За допомогою цього шаблону відбувається підключення конктретного коректувального коду.

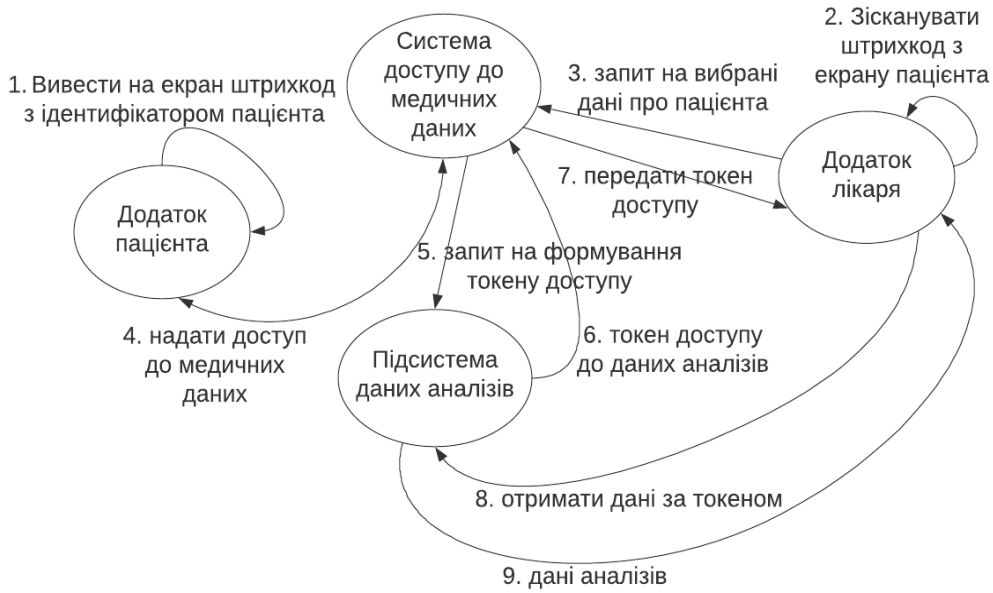

Рисунок 6 - Граф надання доступу до медичних даних пацієнта лікарю

Наприклад, при використанні коду БЧХ до екземпляру класу BarcodeDecoder буде підключена стратегія BCHCorrectionStrategy. За необхідності підключення іншого коректувального коду достатньо буде розробити новий клас з реалізацією алгоритму обраного коду.

Архітектура програмної системи (рис. 2) є базовою, вона містить набір компонентів, який дозволяє адаптувати її до потреб медичного закладу, а також спрощує процес розроблення програмного забезпечення для медичної галузі із застосуванням завадостійкого штрихового кодування даних.

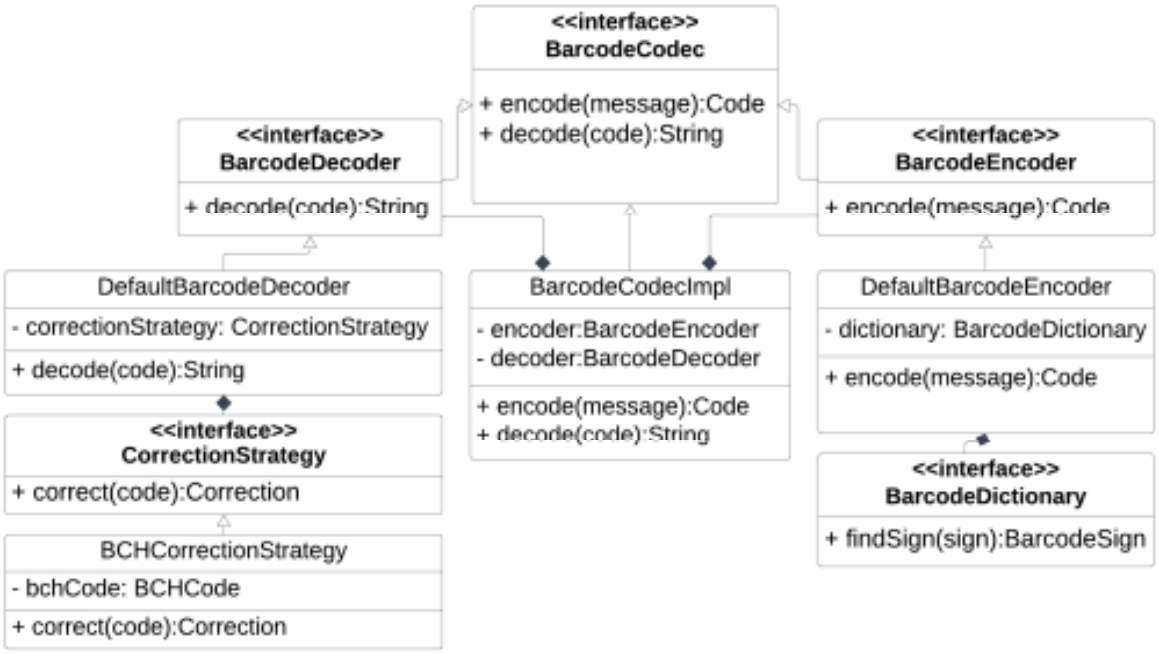

Рисунок 7 - Діаграма класів кодування/декодування ШК-позначок

Висновки. Запропонована архітектура програмної системи є ядром пацієнтоцентричної медичної інформаційної системи, у якій забезпечується можливість для пацієнта володіти своїми медичними даними та надавати доступ до них тільки за власним бажанням та шляхом автоматичної ідентифікації на основі штрихового кодування інформації.

Запропонована система є кроком до реалізації ідеї “медицина в смартфоні”.

Реалізовані в системі принципи розподіленого зберігання медичних даних пацієнта, володіння ним своїми медичними даними та анонімності за рахунок передачі даних з рук у руки з допомогою зчитування штрихкодової інформації з одного смартфона іншим смартфоном дозволяють підвищити якість організації медичного обслуговування, істотно знизити вплив людського фактору в діяльності медперсоналу та посилити захист медичних даних пацієнта. Використання мобільних пристроїв паралельно зі штрихкодовим способом передачі та оброблення даних дозволяє забезпечити візуально захищену електронну взаємодію пацієнта з лікарем як безпосередньо, так і на відстані та гарантує високу надійність і конфіденційність обміну даними.

Базова архітектура програмної системи включає в себе універсальний набір модулів, що забезпечують реалізацію основних операцій в медичній інформаційній системі. Для розроблення конкретної програмної системи у медичній галузі достатньо адаптувати цей універсальний набір до потреб проектова-

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

ної інформаційної системи, що в кінцевому підсумку спрощує процес розроблення програмного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хвищун А.І. Принципи формування єдиної медичної інформаційної системи великого міста / А. І. Хвищун, В. О. Качмар // Медична інформатика та інженерія. – 2009. - № 3. – С. 39 – 47.

2. Мельникова Н.І. Аналітичний огляд засобів програмного забезпечення в медичній галузі / Н. І. Мельникова, Н. Б. Шаховська // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2010. - № 673. – С. 146 – 153.

3. Міхнова А.В. Модель спеціалізованої медичної інформаційної системи служби крові / А. В. Міхнова, Д. К. Міхнов, К. С. Чиркова // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2019. – Випуск 5 (118). – С. 75 – 82.
DOI: 10.30929/1995-0519.2019.5.75-82

4. Mikhnova A. Information support model of production transfusion processes / A. Mikhnova, D. Mikhnov, K. Chyrkova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. Vol. 3/3 (81). – P. 36 – 43.
DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71673

5. Жалій Н.А. Самостійне програмне забезпечення як медичний виріб: особливості його класифікування та оцінювання відповідності // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2020. - № 4. – С. 29 – 33.

6. Pashkov V. Medical device software: defining key terms / V. Pashkov, N. Gutorova, A. Harkusha // Wiadomosci Lekarskie. – 2016. – Vol. 6. – P. 813 – 817.

7. Азархов О.Ю. Процедура отримання діагностичної інформації для медичних інформаційних систем / О. Ю. Азархов, А. П. Моторний, Д. Х. Штофель // Український журнал телемедицини та телематики. – 2011. - Т. 9, № 2. – С. 161 – 165.

8. Семенець А.В. Розробка платформи системи підтримки прийняття рішень для медичної інформаційної системи з відкритим кодом OpenEMR / А. В. Семенець, В. П. Марценюк // Медична інформатика та інженерія. – 2015. - № 3. – С. 22 – 40.

9. Aminpour F. Utilization of open source electronic health record around the world: a systematic review / F. Aminpour, F. Sadoughi, M. Ahamdi // Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences. – 2014. -Vol. 19, № 1. – P. 57 -64.

10. Коваленко О.С. Мобільні застосунки у структурі сучасних медичних інформаційних систем / О. С. Коваленко, Л. М. Козак, О. О. Романюк, Т. А. Маресова, Л. В. Ненашев, Г. І. Финяк // УСиМ. – 2018. - № 4. – С. 57 – 69.
DOI https://doi.org/10.15407/usim.2018.04.0057

11. Dicianno B.E. Perspectives of the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation / B. E. Dicianno, B. Parmanto, A. D. Fairman, Th. M. Crytzer, D. X. Yu, G. P. Derek, C. A. Petrazzi // Physical Therapy. – 2015. – Vol. 95, № 3,. P. 397 – 405.
12 .Wang Q. Rain Bar: Robust Application-driven Visual Communication using Color Barcodes / Q. Wang, M. Zhou, K. Ren, T. Lei, J. Li, Z. Wang // 2015 IEEE 35th International Conference on Distributed Computing Systems: Columbus, Ohio, USA, June 29 – July 02, 2015: IEEE Proceedings. – 2015. – P. 537 – 546. DOI:10.1109/ICDCS.2015.61
13. Blasinski H. Color barcodes for mobile applications: a per channel framework / H. Blasinski, O. Bulan, G. Sharma // US Patent № US 9,111,186 B2. – 2015.
14. Sulema Ye.S. Synthesis of the Symbologies of Multicolor Interference-Resistant Bar Codes on the Base of Multi-Valued BCH Codes / Ye. S. Sulema, L. V. Drozdenko, A. I. Dychka // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2022. - № 4 (63). – P. 107 – 118. DOI: 10.15588/1607-3274-2022-4-9

REFERENCES

1. Hvyschun A.I. Principles of unified medical information system of big city/ A.I. Hvyschun, V.O. Kachmar // Medychna informatyca ta inzheneriya. – 2009. - № 3. – P. 39 – 47.
2. Melnykova N.I. Analytical review of tools in the medical field/ N.I. Melnykova, N.B. Shakhovska // Visnyk Natsionalnoho universitetu “Lvivska polytechnika”. – 2010. - № 673. – P. 146 – 153.
3. Mikhnova A.V. The model of specialized medical information system of blood service / A.V. Mikhnova, D.K. Mikhnov, K.S. Chyrkova // Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohradskoho. – 2019. – Issue 5 (118). – P. 75 – 82.
DOI: 10.30929/1995-0519.2019.5.75-82
4. Mikhnova A. Information support model of production transfusion processes / A. Mikhnova, D. Mikhnov, K. Chyrkova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. Vol. 3/3 (81). – P. 36 – 43.
DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71673
5. Zhalii N.A. Stand-alone software as a medical device: features of its classification and conformity assessment // Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist. – 2020. - № 4. – P. 29 – 33.
6. Pashkov V. Medical device software: defining key terms / V. Pashkov, N. Gutorova, A. Harkusha // Wiadomosci Lekarskie. – 2016. – Vol. 6. – P. 813 – 817.
7. Azarkhov O.Yu. Procedure of diagnostic information reception for medical information systems / O.Yu. Azarkhov, A.P. Motorny, D.Kh. Shtofel // Ukrayinskyi

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

zhurnal telemedytsyny ta medychnoyi telematyky. – 2011. – Vol. 9, № 2. – P. 161 – 165.
8. Semenets A.V. On the CDSS platform development for the open-source MIS OpenEMR /A.V. Semenets, V.P. Martsenyuk // Medychna informatyca ta inzheneriya. – 2015. - № 3. – P. 22 – 40.
9. Aminpour F. Utilization of open source electronic health record around the world: a systematic review / F. Aminpour, F. Sadoughi, M. Ahamdi // Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences. – 2014. -Vol. 19, № 1. – P. 57 -64.
10. Kovalenko O.S. Mobile applications in the structure of modern medical information systems/ O.S. Kovalenko, L.M. Kozar, O.O. Romanyuk, T.A. Maresova, L.V. Nenashev, G.I. Finyak // USiM. – 2018. - № 4. – P. 57 – 69.
DOI https://doi.org/10.15407/usim.2018.04.0057
11. Dicianno B. E. Perspectives of the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation / B. E. Dicianno, B. Parmanto, A. D. Fairman, Th. M. Crytzer, D. X. Yu, G. P. Derek, C. A. Petrazzi // Physical Therapy. – 2015. – Vol. 95, № 3,. P. 397 – 405.
12 .Wang Q. Rain Bar: Robust Application-driven Visual Communication using Color Barcodes / Q. Wang, M. Zhou, K. Ren, T. Lei, J. Li, Z. Wang // 2015 IEEE 35th International Conference on Distributed Computing Systems: Columbus, Ohio, USA, June 29 – July 02, 2015: IEEE Proceedings. – 2015. – P. 537 – 546.
DOI:10.1109/ICDCS.2015.61
13. Blasinski H. Color barcodes for mobile applications: a per channel framework / H. Blasinski, O. Bulan, G. Sharma // US Patent № US 9,111,186 B2. – 2015.
14. Sulema Ye. S. Synthesis of the Symbologies of Multicolor Interference-Resistant Bar Codes on the Base of Multi-Valued BCH Codes / Ye. S. Sulema, L. V. Drozdenko, A. I. Dychka // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2022. - № 4 (63). – P. 107 – 118. DOI: 10.15588/1607-3274-2022-4-9

Received 17.04.2023.
Accepted 20.04.2023.

Software system of automatic identification and distributed storage of patient medical data

Due to the rapid development of information technologies, informatization in the medical industry is essential. The main component of electronic health care is medical information systems designed for the accumulation, processing, analysis and transmission of medical data. In the medical field, specialized software products are used to perform diagnostic studies, process the results of laboratory tests, and make decisions at the stage of establishing a diagnosis. The use of mobile devices in medical information

systems is developing. However, the degree of automation of processes in the provision of medical services and the protection of the personal and medical data of patients is still insufficient.

The purpose of the research is to create a basic architecture of a software system that would simplify the process of developing software for automated input, processing, search and confidential patient access to their medical data in a medical information system based on multi-color barcoding of information using mobile devices.

The architecture of the software system is proposed, in which, based on the principles of distribution, anonymization, and data ownership, a patient can provide access to medical personnel to their medical data by reading a multi-color interference-resistant barcode from one smartphone (patient's) by the camera of another smartphone (doctor's).

It is shown that in order to ensure the reliability of such transmission, it is necessary to use an interference-resistant barcode, which would ensure the integrity of the data in the conditions of possible distortion of the barcode image (change in lighting, scanning angle, trembling of the operator's hand, blurring or skewing of the image, etc.).

The use of mobile devices for the barcode method of transmission and processing of data allows providing the protected electronic co-operating of a patient and a doctor both directly and remotely. It guarantees high reliability and confidentiality of the exchange of data.

The proposed technical solutions make it possible to improve the quality of medical care and strengthen the protection of the patient's medical data.

Сулема Євгенія Станіславівна – д.т.н., доцент, завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».
Дичка Андрій Іванович – аспірант кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Yevgeniya Sulema – DSc, Associate Professor, Head of the Computer Systems Sofrware Department of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute».
Andrii Dychka – PhD student of the Computer Systems Software Department of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute».

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)