

Професор, д. т. н, професор Романкевич В.О. студент Степаненко П.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ МЕДИЧНИХ ДАНИХ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ШТРИХОВОГО КОДУВАННЯ

Abstract

This article presents an Information-analytical system for collecting and analyzing patient medical data using barcode technology. The introduction outlines the growing role of barcodes in healthcare for improving patient safety and data accuracy. We discuss existing solutions, including barcode-based patient identification and medication administration systems, and analyze their technical approaches. A proposed system architecture is then described, detailing how patient data can be captured via barcoded identifiers, stored securely, and analyzed to enhance clinical decision-making

Вступ

Штрихове кодування досить стрімко увійшло в медичну практику як ефективний інструмент підвищення швидкості та точності обробки даних про пацієнтів. Медичні помилки призводять до десятків тисяч смертей щорічно, саме тому впровадження штрих-кодів стало важливою технологією для підвищення безпеки пацієнтів. Сьогодні штрих-коди застосовуються у великій кількості систем охорони здоров'я для ідентифікації пацієнтів, відстеження медикаментів, медичного обладнання - це підвищує безпеку, знижує витрати і прискорює процеси надання допомоги.

Ручне введення та передача медичних даних супроводжується значним ризиком помилок. Дослідження показують, що при ручному введенні медичних даних ризик помилкової ідентифікації або плутанини зразків зростає у кілька разів порівняно з використанням штрих-кодів. Зокрема, без автоматичного сканування частота таких помилок може бути у 4–6 разів вищою. Помилки під час ідентифікації пацієнта чи медикаменту здатні призвести до серйозних наслідків - від призначення неправильного лікування до виконання зайвих медичних процедур. Отже, впровадження автоматизованого збору даних із використанням штрихового кодування є важливим етапом розвитку сучасних медичних інформаційних систем. Ця технологія сприяє підвищенню точності медичних даних і безпеки пацієнтів, тому її подальший розвиток та впровадження є обґрунтованими. У даній роботі розглянуто концепцію інформаційно-аналітичної

системи збору й аналізу медичних даних пацієнтів на основі штрих-кодування, проведено огляд наявних рішень і запропоновано загальну архітектуру такої системи.

Постановка задачі

Метою даної розробки є створення інформаційно-аналітичної системи, яка забезпечуватиме автоматизований збір, зберігання та аналіз медичних даних пацієнтів із використанням технології штрихового кодування. Основним завданням системи є усунення помилок, пов'язаних із ручним введенням даних, та забезпечення однозначної ідентифікації пацієнта на всіх етапах медичного обслуговування. Для цього кожному пацієнту призначається унікальний штрих-код, що використовується для маркування його медичних документів, зразків аналізів, лікарських засобів та інших пов'язаних даних. Під час сканування цього коду медичний персонал отримує швидкий доступ до повної інформації про пацієнта - історії хвороби, призначень, алергій та інших важливих даних із бази.

Аналіз існуючих рішень

У сфері охорони здоров'я вже впроваджено ряд систем, що використовують штрих-кодування для збору й управління даними пацієнтів. Розглянемо кілька прикладів таких рішень:

- **Штрих-кодова ідентифікація пацієнтів у стаціонарах.** У багатьох лікарнях світу практикується використання ідентифікаційних браслетів із штрих-кодом для пацієнтів. Наприклад, у Великій Британії понад половину лікарень NHS вже впровадили стандартизовані браслети з кодом GSRN, інтегровані з електронною медичною картою пацієнта. Сканування такого браслета при ліжку хворого дозволяє автоматично отримати потрібні дані з електронної системи та гарантує правильну ідентифікацію пацієнта перед проведенням процедур. Це підтримує безпечне призначення ліків та маніпуляцій, точне відстеження зразків крові та інших аналізів, ефективне керування ліжковим фондом і навіть оперативне реагування на відкликання медичних продуктів.
- **Системи введення медикаментів з контролем штрих-кодів (BCMA).** У країнах Північної Америки, Європи та Азії поширені рішення, що забезпечують перевірку відповідності ліків і пацієнта шляхом сканування. Медичний працівник перед введенням препарату сканує штрих-код на браслеті пацієнта та на упаковці ліків: система автоматично звіряє пацієнта і призначення. Згідно з даними AHRQ, запровадження BCMA сприяє суттєвому зменшенню кількості помилок на етапі введення медикаментів і потенційно підвищує безпеку пацієнтів. Хоча впровадження таких систем потребує змін у робочому процесі та навчання персоналу, багато лікарень повідомляють про позитивний досвід їх використання.

- **Лабораторні інформаційні системи з штрих-кодом.** В лабораторіях охорони здоров'я давно застосовуються штрих-коди для маркування пробірок із зразками крові, біопсії тощо. Кожному зразку при заборі присвоюється унікальний штрих-код, який містить інформацію про пацієнта та вид аналізу. Це рішення практично усуває плутанину пробірок і прискорює обробку аналізів. Систематичні дослідження підтвердили ефективність: використання штрих-кодів у лабораторії дозволяє радикально знизити кількість помилок ідентифікації зразків порівняно з ручним введенням даних (помилки при ручній ідентифікації стаються в рази частіше). Таким чином, штрих-кодування стало стандартною практикою у лабораторній діагностиці, підвищуючи достовірність результатів та швидкість отримання інформації лікарями.

Варто зауважити, що окрім наведених прикладів застосування штрих-кодів в медицині, вони використовуються і для інших задач. Зокрема, їх використовують для обліку медичних матеріалів та інструментарію, відстеження переміщення медичного обладнання тощо.

Опис запропонованої системи для збору та аналізу медичних даних пацієнтів

Загальна архітектура

Запропонована інформаційно-аналітична система складається з декількох основних компонентів:

- 1) база даних пацієнтів, що зберігає електронні медичні карти, історію лікування, результати аналізів тощо;
- 2) модуль штрих-кодування, який генерує та призначає унікальні штрих-коди пацієнтам та іншим сутностям (медичним документам, зразкам, лікам);
- 3) пристрої сканування, з якими працює медичний персонал (ручні сканери або мобільні термінали, можливо звичайні смартфони з додатком);
- 4) прикладний програмний інтерфейс (інтерфейс користувача) для медичних працівників – це можуть бути робочі станції або мобільні додатки, через які здійснюється сканування та відображення даних;
- 5) аналітичний модуль, що обробляє зібрані дані й формує звіти та підказки для покращення процесів. Система інтегрується з наявними інформаційними системами лікарні – наприклад, з електронною системою запису пацієнтів (EHR), лабораторною системою (LIS) та аптечним обліком. Це забезпечує цілісність інформаційного простору медичного закладу.

Принцип роботи

Кожному пацієнту при реєстрації генерується унікальний код, наприклад, у форматі стандарту GS1 (GSRN). Цей код друкується у вигляді штрих-коду на ідентифікаційному браслеті або картці пацієнта. Всі подальші дії з пацієнтом супроводжуються скануванням цього коду: при заборі крові медичний працівник сканує браслет пацієнта і штрих-код на пробірці, зв'язуючи таким чином зразок з конкретним пацієнтом в базі даних; при введенні ліків – сканується браслет і ліки, і система перевіряє відповідність препарату призначенням саме цього пацієнта. Усе обладнання (сканери) підключене до мережі лікарні, тому дані зі сканування в реальному часі передаються в центральну базу.

Типи штрих-кодів

Система підтримує різні типи штрих-кодів залежно від потреб. Для простих ідентифікаторів пацієнтів підходять традиційні лінійні штрих-коди (Code 128 або GS1-128), які легко зчитуються з браслетів. Якщо потрібно кодувати більше інформації (наприклад, цілі номери історій хвороби або кілька полів даних), можна використовувати двовимірні коди (QR-код, DataMatrix). Важливо дотримуватися стандартів задля забезпечення сумісності: використання глобальних стандартів ідентифікації (таких як номери GS1) дозволить легко обмінюватися даними між різними підсистемами та навіть між закладами. Штрих-коди розміщуються не лише на браслетах, а й на інших носіях, таких як бланки призначень, упаковки ліків, формах згоди пацієнта. Тобто всюди, де потрібна однозначна прив'язка до особи пацієнта чи до конкретної процедури.

Безпека даних та аналітичні можливості системи

У центральній базі даних система накопичує великі обсяги чутливої інформації (персональні дані, діагнози, результати аналізів). Тому передбачені заходи кібербезпеки та захисту конфіденційності: шифрування даних, розмежування доступу для різних категорій користувачів (лікарі, медсестри, реєстратура тощо), аудит дій з даними. Дані можуть зберігатися на внутрішніх серверах лікарні або в хмарному сховищі з резервуванням – це питання архітектурного рішення та наявної інфраструктури. Важливо також забезпечити безперебійну роботу: система повинна мати механізми роботи в автономному режимі.

Інформація, отримана під час сканування, надходить до аналітичного модуля, який формує звіти та візуалізації для покращення якості медичної допомоги. Система може виявляти помилки чи затримки у виконанні призначень, аналізувати випадки блокування невідповідних дій і тим самим визначати проблемні етапи процесу. Отримані дані слугують інструментом для вдосконалення роботи лікарні, а узагальнена статистика використовується для досліджень, епідеміологічного аналізу та оцінки ефективності лікування.

Висновок

Запропонована інформаційно-аналітична система на основі штрихового кодування має суттєві переваги перед традиційними методами збору медичних даних. Вона знижує кількість помилок під час ідентифікації пацієнтів і призначень, адже автоматизоване сканування мінімізує людський фактор і підвищує безпеку. Дослідження CDC підтверджують, що використання штрих-кодів зменшує кількість помилок і ускладнень.

Система також підвищує ефективність роботи персоналу: одне сканування замінює ручне введення даних, економлячи час і дозволяючи лікарям більше уваги приділяти пацієнтам. Уся інформація централізована, структурована й доступна для аналітики, що дає змогу керівництву швидко реагувати на проблеми та приймати обґрунтовані рішення.

Впровадження таких систем відповідає світовим тенденціям цифрової медицини, а використання стандартів GS1 забезпечує сумісність із міжнародними платформами eHealth і спрощує обмін даними.

Таким чином, інформаційно-аналітична система збору та аналізу медичних даних з використанням штрихового кодування має значний потенціал покращити якість медичної допомоги. Вона робить процеси лікування безпечнішими, швидшими та прозорішими. За рахунок зменшення кількості помилок та оптимізації роботи, така система сприяє як підвищенню безпеки пацієнтів, так і раціоналізації роботи персоналу. У перспективі подальший розвиток і масштабування подібних систем допоможе створити єдине інформаційне середовище, де кожен крок – від прийому пацієнта до виписки – підтримується точними даними, що зчитуються за допомогою штрих-коду. Це є важливим кроком до сучасної, орієнтованої на дані медицини, де технології працюють на благо пацієнта.

Література

1. CDC Laboratory Best Practices – *Effectiveness of Barcoding for Reducing Patient Specimen and Test Identification Errors*. Summary of systematic review (Centers for Disease Control and Prevention) demonstrating significant reduction in identification errors with barcoding
https://www.cdc.gov/labbestpractices/pdfs/CDC_BarCodingSummary.pdf
2. Bar-coded Medication Administration | Digital Healthcare Research. (n.d.).
<https://digital.ahrq.gov/bar-coded-medication-administration>
3. Magdalena, & Magdalena. (2025, September 15). Barcodes Technology Trends in Healthcare - Scanbot SDK. Scanbot SDK.
<https://scanbot.io/blog/barcodes-in-healthcare/>