

СЕНСОРНА СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНА МЕРЕЖА ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано технологію використання сенсорних гарантоздатних технологій передачі даних щодо системи моніторингу кардіологічного стану та показників гіпертензії пацієнтів, як системи забезпечення інформаційної взаємодії з лікарем кардіологом для системи телемедицини. В якості сенсорів запропоновано використовувати мобільні пристрої, які дозволяють отримувати кардіологічний сигнал через сенсорну мережу транспорту даних та здійснювати інтерактивну взаємодію лікаря з пацієнтом.

Ключові слова: сенсорна мережа, технологія передачі даних, кардіологічний стан, гіпертензія, телемедицина, лікар, пацієнт, моніторинг.

Вступ і постановка задачі

Дослідження показників ризику серцево-судинних захворювань (ССЗ) в Україні [1] дозволяє стверджувати, що 60-80% населення мають наявні прояви патологічних змін або підпадають під категорію ризику ССЗ.

Для пацієнтів з високим ризиком ССЗ передбачається застосування цілого комплексу заходів, які потребують зміни способу життя, моніторингу та лікування серцево-судинних захворювань, артеріальної гіпертензії, цукрового діабету, медикаментозної корекції дисліпідемії.

Враховуючи вищезазначене, виникла потреба у створенні телемедичної інформаційної технології моніторингу показників гіпертензії та кардіологічного стану пацієнтів для здійснення безперервного моніторингу показників стану здоров'я. У даній роботі запропонована технологія використання гарантоздатної технології сервіс-орієнтованої мережі передачі даних телемедичної системи моніторингу стану серцево-судинної системи (ССС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні цю проблему висвітлено в багатьох публікаціях зарубіжних і вітчизняних авторів. Найвідомішими серед них є праці Ендрю Р. Хаутона, Девіда Грея, Владзимирського А. В., Вишневського В.В, Романенка Т.М., Тугасенка О.М. [2]. В них розглядаються сучасні розробки телемедичних систем, проте комплексного рішення з використанням сенсорних гарантоздатних технологій передачі даних не розроблялося. Тому, враховуючи реалії сьогодення, ця проблема потребує більш глибокого аналізу і розробки більш сучасного рішення.

Актуальність та мета статті. Все це фактично дає можливість стверджувати, що проблеми створення сервіс-орієнтованих гарантоздатних технологій для систем моніторингу стану здоров'я нині особливо актуальними [3-7]. Відповідно, метою статті є використання гарантоздатної технології сервіс-орієнтованої мережі передачі даних телемедичної системи моніторингу стану ССС.

Основна частина

Призначення технології:

- індивідуальний оперативний моніторинг серцево-судинної діяльності за схемою «пацієнт-лікар-пацієнт»;
- самоконтроль стану серцево-судинної діяльності за даними електрокардіограм та показань вимірів артеріального тиску;
- планування та облік вартості лікування;
- оцінка ефективності та порівняння впливу фармакологічних препаратів та лікувальних методик;
- прогнозування розвитку захворювання пацієнта;
- виявлення та прогнозування аномального стану серцево-судинної системи пацієнта;
- проведення моніторингу серцево-судинної діяльності незалежно від місця знаходження пацієнта і лікаря.

Технологія поєднує в собі індивідуальні монітори (тонометр, електрокардіограф), а також спеціальне програмне забезпечення, які входять до апаратно-програмного комплексу (АПК) сенсору.

Топологічна схема, яка відображає принципи побудови телемедичної сенсорної мережі (ТСМ) системи моніторингу технології наведена на рис. 1.

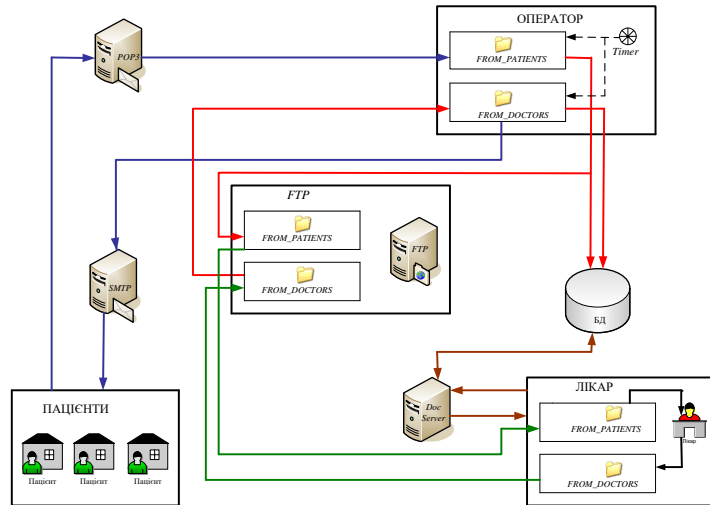


Рис.1 Топологічна схема організації телемедичної сенсорної мережі системи моніторингу

При організації інформаційної взаємодії в ТСМ застосовуються протоколи передачі даних POP3, SMTP, FTP.

Інформація від сенсорів пацієнтів передається за допомогою протоколу передачі повідомлень електронної пошти - POP3. Оператор (лікар) отримує повідомлення сенсора пацієнта з поштового сервера (SMTP).

Після одержання повідомлення сенсор оператора активує механізми обробки електронних повідомлень (перевірка блокування пацієнта, коректність отриманих файлів, імпорт даних у бази даних (БД), розміщення файлів на FTP-сервері, тощо).

Сенсор оператора («Лікар») звертається до сервісу «DocServer» із запитом і отримує перелік (список) нових повідомлень від сенсору пацієнта («Пацієнт»).

Далі АПК сенсору «Лікар» з'єднується з FTP-сервером і отримує повідомлення від сенсору «Пацієнт».

Сенсор «Лікар» аналізує отримані повідомлення і після обробки оператором (лікарем) надсилає сенсору «Пацієнт» відповідне повідомлення, яке створює запис на сервері БД. Повідомлення сенсору «Лікар» містить інформацію щодо діагнозу, рецепту та необхідні рекомендації.

Таким чином в ТСМ ініціюються інформаційні потоки («Пацієнт-Оператор», «Оператор-Лікар», «Лікар-Оператор», «Оператор-Пацієнт»), які на рівні організації технології взаємодії мають забезпечувати вимоги гарантоздатності.

В ТСМ передбачено обмін повідомленнями сенсору АПК «Пацієнт» у вигляді електронного листа з прикріпленням XML-файлом, який відповідає міжнародним стандартам протоколу обміну медичних даних і вміщує інформацію про картку пацієнта та дані, що є характерними для свого типу контенту повідомлення (дані по тонометру, електрокардіограмі (ЕКГ) і рецепту).

Після формування повідомлення відправляється на поштову скриньку сенсору «Оператор» лікаря.

Функціонування сенсора «Оператор» являє собою ітеративний процес (рис.3). Період ітерації обслуговування запиту сенсору визначається налаштуваннями ТСМ.

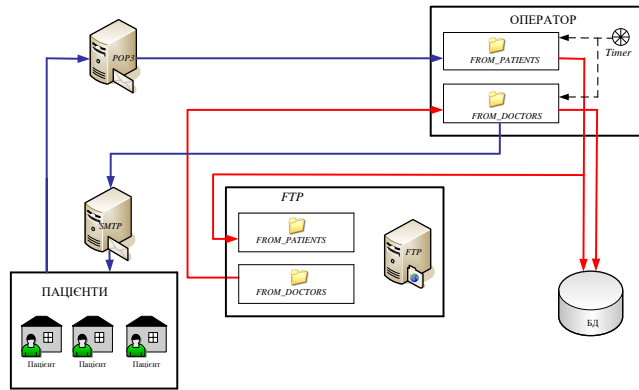


Рис.3. Інформаційний потік „Пацієнт-Оператор”

Сенсор «Оператор» перевіряє поштову скриньку і забирає повідомлення які надходять від сенсорів «Пацієнт», які обслуговуються лікарем.

Кожна ітерація обслуговує кілька інформаційних потоків: на початку ітерації обслуговується інформаційний потік «Пацієнт-Оператор», наприкінці «Лікар-Пацієнт». Далі відбувається імпорт інформації в БД, вноситься позначка в БД про те, що є нове неопрацьоване сенсором «Оператор» повідомлення (*XML*-файли від сенсору «Пацієнт» розміщуються на *FTP* сервері).

При спробі одержання сенсором «Оператор» нових повідомлень від сенсорів «Пацієнт» АПК сенсору «Оператор» з'єднується з *DocServer* і відправляє йому атрибути лікаря (ідентифікаційний номер і прізвище). Після одержання цих атрибутів *DocServer* з'єднується із БД, перевіряє наявність з таким ідентифікаційним номером і при наявності зареєстрованого в ТСМ оператора відправляє дані відповідному сенсору у вигляді списку повідомлень та відповідних файлів. Сенсор «Оператор» за отриманим списком з'єднується з *FTP*- сервером і забирає відповідні файли (Рис. 4).

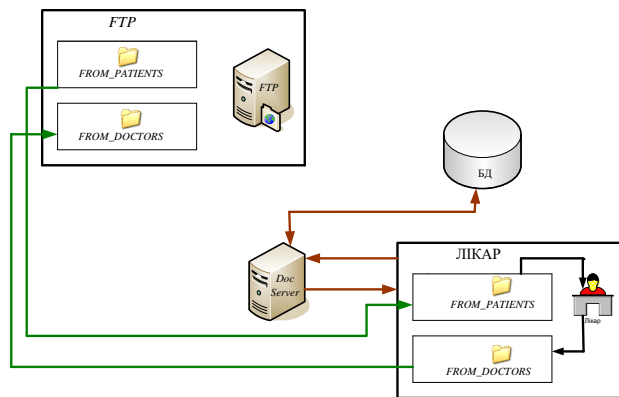


Рис.4 Інформаційний потік „Оператор-Лікар”

Після одержання файлів з *FTP* відбувається імпорт отриманих даних у БД АПК сенсору «Лікар» з метою аналізу і обробки повідомлень.

У відповідь на отримані повідомлення сенсор лікаря відправляє відповідь у вигляді діагнозу, рецепта або рекомендацій (ДРР). Файл ДРР являє собою *XML*-файл, який вміщує інформаційну модель, яка відображує результат ЕКГ обстеження пацієнта (рис. 5).

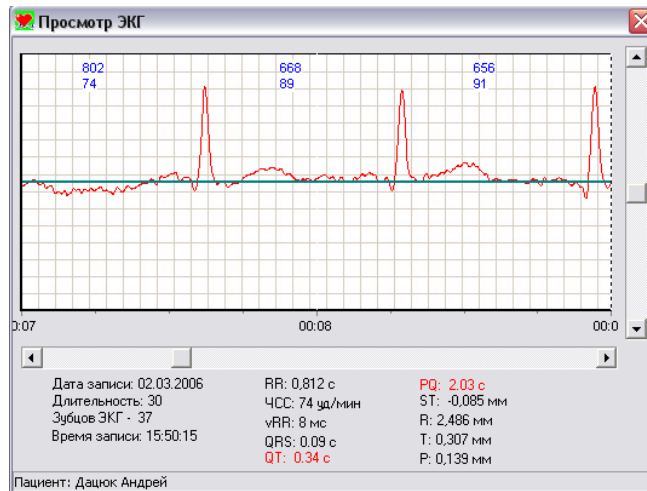


Рис.4 Вікно результату аналізу ЕКГ обстеження пацієнта

Сенсор АПК «Лікар» завантажує файли на *FTP*-сервер. Сенсор АПК «Оператор» при обробці інформаційного потоку, забирає файли з *FTP*-серверу і імпортує їх у БД, з подальшою передачею ДРР сенсору «Пацієнт» (рис.6).

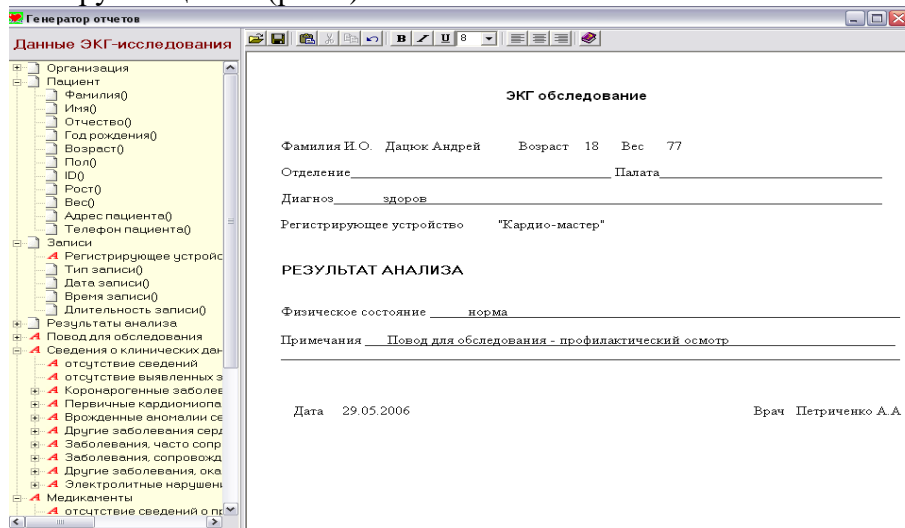


Рис.5 Приклад екранної форми ДРР сенсору «пацієнт»

TSM має структурно топологічне рішення (рис. 6), яке відповідає топології «дерево».

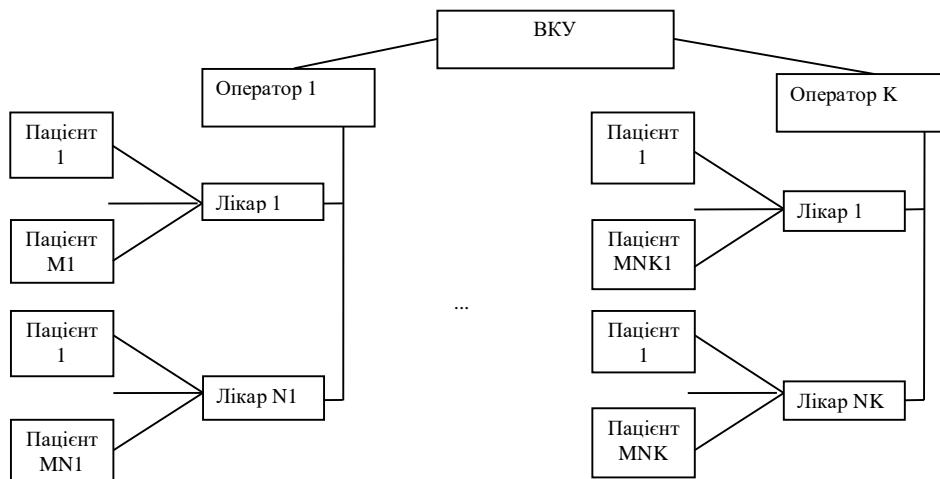


Рис.6. Структурно-топологічна схема TSM

В такому разі мережа має вигляд кластерного дерева, а АПК, які забезпечують управління сенсорною мережею, та кінцеві пристрої, якими є сенсори. Тобто основними компонентами TCM є два типи пристроїв: *FFD*-пристрої (*full function device*) і *RFD*-пристрої (*reduced function device*).

В TCM *FFD*-пристроями можуть бути: *PAN*-координатор (*personal area network coordinator*), який вміщує інформацію про мережеві з'єднання та підключення; координатор (міст, маршрутизатор, комутатор, шлюз, тощо), сенсор (кінцевий пристрій).

RFD-пристроями в TCM можуть бути тільки сенсори (кінцеві пристрої), які взаємодіють з *FFD*-пристроями.

TCM системи моніторингу стану ССС можна уявити у вигляді кластерного дерева, вузлом комутації і управління (ВКУ) є головний *PAN*-координатор, оператор є *PAN*-координатором сенсорів лікарів, АПК яких є *PAN*-координатором сенсорів пацієнтів.

Управління функціонуванням TCM забезпечується головним *PAN*-координатором з використанням математичної моделі та алгоритмів синтезу рушень в умовах невизначеностей [8].

Висновки і рекомендації

Архітектура сенсорних мереж передачі даних дозволяє отримувати дані про роботу всіх медичних операторів.

Розглянута технологія сенсорних мереж, як телемедична технологія, може використовуватись для моніторингу стану пацієнтів з хронічними захворюваннями, за стаціонарними хворими в лікарнях, за літніми людьми при амбулаторному обслуговуванні вдома. Технологія стає особливо актуальною для використання в сільській місцевості. При цьому в якості сенсорів може використовуватись обчислювальне середовище терміналів стільникового зв'язку, гаджети та мобільні комп'ютери.

Література

1. Свіщенко Є.П. Нова концепція оцінки серцево-судинного ризику за фремінгемськими критеріями – визначення віку судин. Перший досвід використання в українській популяції хворих на артеріальну гіпертензію / Є.П.Свіщенко, Л.А.Міщенко // Український кардіологічний журнал. — 2015. — №5. — С. 95–103.
2. Хаутон Расшифровка ЭКГ: Практическое руководство / Эндрю Р., Хаутон, Дэвид Грей. – М.: Медицина, 2001. – 285с.
3. Семко О.В. Інформаційно-телекомунікаційна система видачі медичних довідок / О.В.Семко // Актуальні проблеми забезпечення інформаційної безпеки держави. Матеріали науково-технічної конференції студентів, аспірантів, викладачів та науковців: 18 грудня 2014 року. - Київ: Державний університет телекомунікацій, - 2014. - С.96-97.
4. Семко О.В. Принципи побудови комплексної системи захисту інформації / О.В.Семко // Комп'ютерні системи та мережні технології: Тези доповідей V міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: НАУ: НАУ, 2012. – С.117.
5. Семко О.В. Система управління спеціалізованою базою даних медичних комісій / Б.Г.Масловський, О.В.Семко // Materialy X Miedzynarodowej naukowo-pracycznej konferencji „Wykształcenie i nauka bez granic – 2014” Volume 25. Matematyka. Fizyka. - Przemysl. Nauka i studia, 2014. – С.55-58.
6. Семко О.В. Організація захищеного інформаційного обміну у мережах стільникового зв'язку / О.В.Семко // Політ. Сучасні проблеми науки: Тези доповідей XIV міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів. – Київ: НАУ, 2014. – С.76.
7. Кучерявий, А.Е. Сети связи следующего поколения / А.Е. Кучерявий, А.Л. Цуприков// М.: Изд-во ФГУП ЦНИИС, 2006 — 278 с.
8. Семко О.В., Дослідження властивостей рішення задачі конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів / В.В.Семко, О.В.Семко //Проблеми інформатизації та управління. - 2014. - Вип. 2(46). - С.60-71.

Надійшла 08.12.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Горбенко І.Д.