

УДК 004.925.8

**Н.С. Уткіна**

викладач-методист,
Херсонський
політехнічний коледж,
Одеський національний
політехнічний університет
e-mail: Utkina-
kherson@rambler.ru

**П.С. Носов**

к.т.н., доцент,
Херсонський
політехнічний
коледж,
Одеський
національний
політехнічний
університет
e-mail: nopas@bk.ru

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОСТОРОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОЛОЖЕННЯ СЕГМЕНТІВ ЛІКУВАЛЬНОГО КОРСЕТУ

Н.С.Уткіна, П.С.Носов. Комп'ютеризована система просторової ідентифікації положення сегментів лікувального корсету. Запропонована компютеризована система, за допомогою якої в режимі реального часу проводиться моніторинг стану хребтового стовпа пацієнта. Система збирає дані протягом дня та видає при необхідності команди керування для виправлення постаті пацієнта.

N.E.Utkina, P.S.Nosov. Computer system of spatial authentication of position of segments curative to the corset. The computer system, by means of that monitoring of the state of backbone post of patient is real-time conducted. The system collects data for a day and gives out at a necessity a command a management for the correction of figure of patient.

Вступ. Швидкий розвиток сучасної медицини і науки дозволив покращити і підвищити якість лікування. Старі хвороби були переможені, але інші стають більш актуальними по мірі того, як людина змінює образ свого життя. Наприклад, порушення постави, сколіоз.

Протягом багатьох років виправлення постави обмежувалось носінням корсетів. Для підвищення ефективності лікування потрібні нові методи, які зменшать час виправлення хребтового стовпа.

Одним із способів боротьби з недугою є використання коригувального корсету. Для запобігання прогресування хвороби даний метод вважається найбільш ефективним.

Автоматизація і комп'ютерні технології

Сучасні корсети не використовують усі доступні ресурси. На базі корсету можна встановити модифікації і доповнення, які можуть підвищити ефективність процесу лікування і полегшити життя пацієнта.

Постає мета створити новий засіб для корекції стану хребтового стовпа. Засіб, який може стати основою для появи нових методів лікування.

Матеріал і результати дослідження. Основна функція штучного хребтового стовпа – визначення положення у просторі кожного сегменту. За допомогою програмного інтерфейсу і отриманих даних можна побудувати схему або трьохвимірну модель, яка буде відображати стан хребтового стовпа людини, фіксувати зміни у стані за вказаний час, надавати детальну інформацію лікарю і тим самим визначати наступну стратегію лікаря на продовження лікувального процесу.

Для повного діагностування проблем хребтового стовпа лікувальний корсет повинен мати необхідну кількість сегментів, на яких будуть розташовуватися усі елементи керування. Кожний сегмент оснащений датчиком положення сегменту в просторі та вібромотором.

Конструкція сегменту має відповідати усім нижче перерахованим вимогам[1]:

– невеликий розмір. Зменшення розміру конструкції дозволить збільшити кількість сегментів, що у свою чергу підвищить об'єм отриманих даних і точність координат;

– міцність і великий внутрішній простір. Кожен сегмент виступає носієм для модуля вимірювання координат та інших можливих модулів, тому чим більше внутрішній простір сегмента, тим більші і складніші модулі можуть бути встановлені всередину.

Згідно з усіма критеріями і вимогами, сегмент конструкції придбав оптимальні форми (рис. 1).

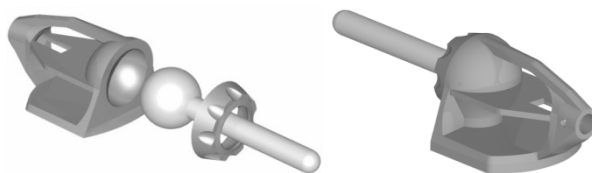


Рис. 1. Сегмент конструкції штучного хребтового стовпа

Логічна схема зв'язку (рис.2) досить проста і має три пов'язаних компоненти: сегмент – центр управління – комп'ютер. До центру управління пред'являлися наступні вимоги:

- компактність;
- швидкодія;
- можливість модифікації;
- надійність.

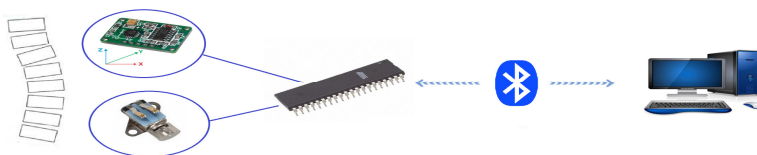


Рис. 2 Логічна схема зв'язку

В якості центра управління обрана мікроконтролерна система, яка кріпиться на перший сегмент, як будь-який інший модуль, або на пояс корсету. Центр управління записує дані, команди керування модулями та виконує отримані вказівки та інструкції (програми), наприклад: видає сигнал попередження у випадку сильного відхилення сили від встановленої норми.

Основним завданням конструкції є збір даних у вигляді координат, що відображає положення кожного сегмента в просторі. Така система, крім датчиків положення, вимагає мікропроцесор, пам'ять, постійне джерело живлення.

Центр управління може зв'єднувати модулі між собою, визначати режим роботи одного модуля виходячи з отриманих даних з іншого модуля. У даному випадку – це тандем датчика положення і модуля вібрації. Згідно заданим умовам, виходячи з отриманих даних від групи датчиків положення, може бути приведений в дію модуль вібрації. Умовою може бути сильний вигин ділянки сили, низька активність пацієнта або дотримання одного положення сили довгий час тощо.

В ролі з'єднувача в системі "датчик положення – центр управління" гратимуть шини. Шин може бути декілька залежно від поставленого завдання:

- шина живлення забезпечує всі модулі і компоненти струмом;

– шини X, Y та Z виконують роль шин даних і передають до центру управління дані від датчиків положення по кожній вісі;

Отримані дані від датчиків положення використовуються для виявлення змін стану хребтового стовпа, як під час активного використання, так і при огляді у лікаря. Окрім зміни стану хребтового стовпа, дані можуть відображати рівень навантажень за день, або під час роботи. Орієнтуючись на отримані дані, система має можливість звернути увагу пацієнта на положення його хребтового стовпа за допомогою невеликого вібратора в одному з сегментів. Допустимі і недопустимі положення спини встановлюються лікарем, при порушенні яких пацієнт отримає повідомлення і змінить положення спини.

За допомогою алгоритму і отриманих даних визначається положення сегменту у просторі з невеликою похибкою $\pm 1^\circ$ (залежно від точності датчика). При ходьбі людина викликає поштовхи, які будуть заважати пристрою отримувати вірні дані, тому датчик має бути відповідного класу і мати оптимальну чутливість, або пристрій буде використовуватись у той час, коли людина стоїть і не рухається.

Одним з позитивних сторін конструкції є можливість модифікації і швидкої заміни компонентів і модулів, як і можливість швидкого видалення і приєднання сегментів в конструкції. Шини і провідники в конструкції повинні мати розділові елементи (штекери) в місцях можливого роз'єднання.

Заміна одиночних модулів повинна бути досить простою і швидкою, тому модулі та інші компоненти в сегменті не будуть прикручені до самого сегменту, а приєднані до них за допомогою пластин з виступами і кнопками. Даний спосіб є оптимальним:

- легке приєднання і видалення;
- дешева заміна елементів кріплення;
- легка установка будь-якої нової плати та елементу.

Система просторової ідентифікації положення сегментів лікувального корсету повинна збирати дані з датчиків, передавати їх до персонального комп'ютера через безпроводний канал зв'язку. У разі відхилення корсету від заданої форми за командою від персонального комп'ютера прилад буде подати вібро сигнал на вказаний сегмент корсету. Це змусить пацієнта випрямитись у потрібному сегменті.

Існує два метода визначення положення тіла у просторі це використання акселерометрів або гіроскопів (рис.3).

Акселерометр (G-сенсор) вимірює проекцію удаваного прискорення. Якщо говорити простіше, то воно визначає кут нахилу пристрою відносно поверхні Землі.

Гіроскоп (гиродатчик) - це прилад, який служить для визначення орієнтації пристрою в просторі, для відстеження його переміщення. Програмне забезпечення, що використовується разом з гіроскопом, здатне швидко реагувати на переміщення пристрою в просторі і приймати відповідні рішення. Наприклад, визначити різке падіння або різке переміщення пристрою.

Акселерометри значно дешевші, прості у керування та роботі, більш ергономічні ніж гіроскопи, на основі цього було обрано використати акселерометр.

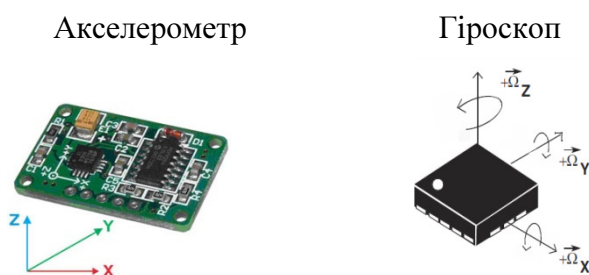


Рис. 3 Варіанти датчиків положення

В системі просторової ідентифікації положення сегментів лікувального корсету обрані для використання акселерометри ADXL345 [2], які мають такі технічні характеристики:

- напруга живлення: 5В;
- струм споживання: 140 мкА;
- діапазон вимірювання: $\pm 2\text{ G}$, $\pm 4\text{ G}$, $\pm 8\text{ G}$, $\pm 16\text{ G}$;
- похибка вимірювання: $\pm 0.1\%$;
- інтерфейси I2C та SPI.

Вібромотор (рис.4) – це система, в якій збуджуються механічні коливання. Вібрація виконує функцію повідомлення. Вібромотори характеризуються напругою збудження (живлення). Після аналізу декількох варіантів вібромоторів, був обраний вібромотор з мобільного

телефона, який має досить компактну будову (8мм x4мм), невелику вагу (8гр), та має напругу живлення 3В.



Рис.4 Вібромотор

Для передачі даних на комп'ютер необхідно використати бездротовий зв'язок з комп'ютером. Найпростіший варіант – це використання готових модулів з мінімальними втратами даних. На ринку існує багато поширених інтерфейсів бездротового зв'язку. Для передачі даних можуть бути використані асиметричний (721 Кбит/с в одному напрямі і 57,6 Кбит/с в іншому) і симетричний методи (432,6 Кбит/с в обох напрямках). Працюючий на частоті 2.4 ГГц приймач, яким є Bluetooth- чіп, дозволяє залежно від міри потужності встановлювати зв'язок в межах 10 або 100 метрів. Різниця у відстані, безумовно, велика, проте з'єднання в межах 10 м дозволяє зберегти низьке енергоспоживання, компактний розмір і досить невисоку вартість компонентів. Так, малопотужний передавач споживає всього 0.3 мА в режимі standby і в середньому 30 мА при обміні інформацією.

В даній системі обраний готовий модуль HC-05 [3]. Цей модуль є платою розміром 2.7x1.4 см, з 34 виведеннями з кроком 1.5 мм, розташованих по периметру плати, і має на одному з торців антену (рис.5).



Рис.5 Bluetooth-модуль HC-05

На платі розташований чіп BC417 від компанії Cambridge Silicon Radio, який забезпечує апаратну підтримку стека Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate), а також флеш-пам'ять ES29LV800DB - 70wgi від Excel Semiconductor на 8 Мбіт (1 МБ), що зберігає прошивку і налаштування.

З оригінальною прошивкою модуль може працювати в двох режимах: простого "радіоподовжувача UART" і управління АТ-командами. В даній системі буде використовуватися перший режим.

У якості мікроконтролера було обрано ATmega8 [4]. Мікроконтролер обирався за такими параметрами як – достатня кількість портів введіння виведення, зручний програмний інтерфейс розробки програми, швидкодія, ціна, компактність. Мк має такі основні характеристики:

- напруга живлення, В: від 3 до 5.5;
- об'єм пам'яті для програм, Кбайт: 8;
- об'єм EEPROM пам'яті, байт: 512.;
- вбудована периферія: ШІМ, компаратор, АЦП, таймери/лічильники.

На структурній схемі (рис. 6) зображена схема підключення елементів системи. Мікроконтролер керує усіма блоками, кожен блок має власне живлення. Bluetooth-модуль, акселерометри та вібротвори винесені за межі плати керування, так як знаходяться на елементах конструкції штучного хребтового стовпа.



Рис.6 Структурна схема системи просторової ідентифікації положення сегментів лікувального корсету

Автоматизація і комп'ютерні технології

Для програмування мікроконтролера було обрано Середовище CodeVisionAVR – це компілятор мови високого рівня Си. Програма має зручний синтаксис та панельі курування.

Програма на персональному комп'ютері [5] дає змогу користувачу виконувати наступні функції та підтримувати наступні можливості:

- бездротовий зв'язок з пристроєм;
- прийом даних з кожного акселерометра;
- відображення положення сегментів лікувального корсету відносно одне одного у реальному часі;
- аналіз положення сегментів;
- відправка сигналу на пристрій для включення вібромоторів.

Цей програмний продукт дозволяє з високою точністю відобразити форму хребтового стовпа, що допоможе лікарю встановити вірний діагноз, а завдяки постійному дистанційному контролю і системі сигналізування порушення постави – нагадувати користувачеві випрямити спину.

Бездротова технологія зв'язку дозволяє визначати реальну форму хребтового стовпа навіть за неможливості зафіксувати положення пацієнта (якщо в ролі пацієнта, наприклад, дитина).

Програма працює за наступним алгоритмом (рис.7).

Перед початком роботи з програмою, потрібно під'єднати Bluetooth-адаптер до ПК, та встановити з'єднання з корсетом. При цьому, системою буде створено віртуальний СОМ-порт, через який буде здійснюватись обмін даними з корсетом.

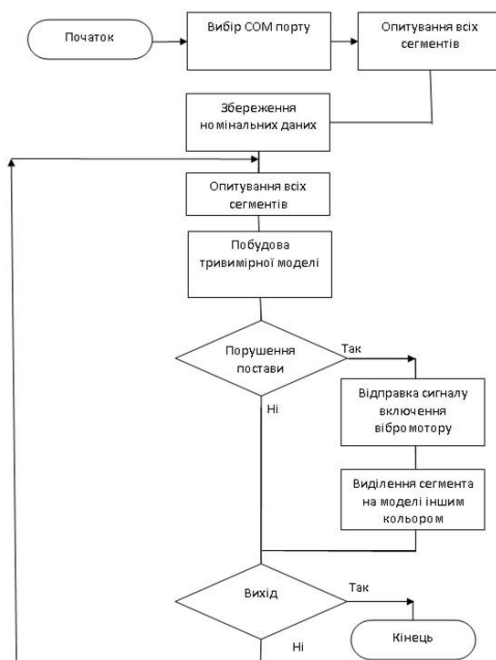


Рис.7 Алгоритм програми-інтерфейсу

Програма опитує всі акселерометри, та зберігає дані, які приходять у відповідь як номінальне положення хребтового стовпа (рис.8).

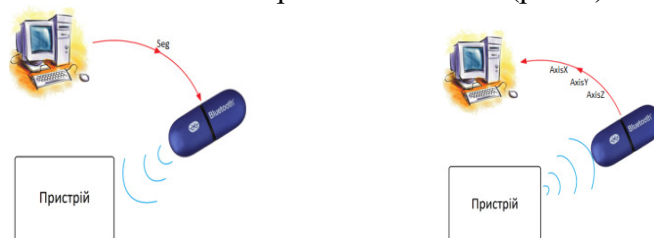


Рис.8 Схема опитування акселерометрів та прийому даних

На основі прийнятих даних будується тривимірна модель положення сегментів корсету у реальному часі (рис.9).

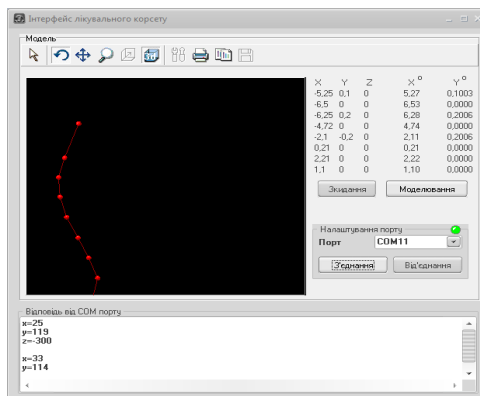


Рис. 9 Тривимірна модель положення сегментів корсету

У разі виникнення відхилення положення одного з сегментів корсету, на пристрій буде відправлено сигнал, що активує вібромотор. Крім цього, зміниться колір відповідного сегмента на моделі (рис.10).

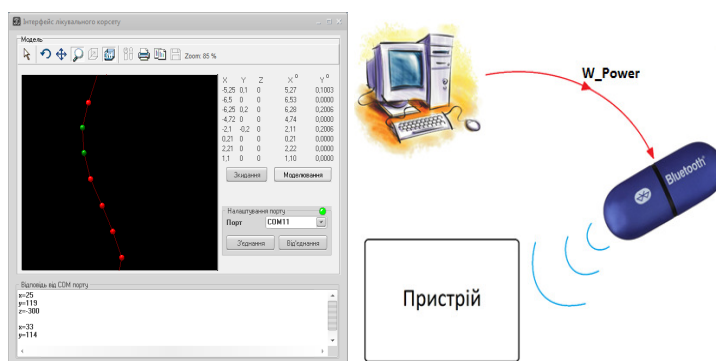


Рис.10 Відповідь програми на відхилення положення одного з сегментів корсету

Висновки. Комп'ютеризована система просторової ідентифікації положення сегментів лікувального корсету спроектована та розроблена для використання в приміщенні лікарень діагностування хвороб хребтового стовпа.

Система дозволяє створити комп'ютерну трьохвимірну модель хребтового стовпа людини і продіагностувати його на викривлення та подати вібро сигнал на відповідний сегмент корсету.

Програма-інтерфейс, яка виступає посередником між конструкцією лікувального корсету і користувачем, здійснює обмін інформацією та

Автоматизація і комп'ютерні технології

аналіз роботи пристрою, керування модулями вібрації. Програма також дозволяє спостерігати зміну положення сегментів конструкції у реальному часі та відображати відхилення від норми підсвіченням відповідного сегмента іншим кольором.

Література

1. P.S Nosov, A. D. Yalansky, V.O. Iakovenko. 3D modelling of rehabilitation corset with use of PowerSHAPE Delcam // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць [Текст]. — Вип. 1(2) — Одеса: Наука і техніка, С. 222-231.
2. Digital Accelerometer. ADXL345 [Електронний ресурс] // URL: http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL345.pdf.
3. Bluetooth-модуль HC-05 [Електронний ресурс] // URL: <http://www.robocraft.ru/blog/electronics/587.html>
4. 8-bit Atmel with 8KBytes InSystem Programmable Flash ATmega8 [Електронний ресурс] // URL: http://www.atmel.com/ru/ru/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_1_summary.pdf
5. Фролов, А.В. Пособие программиста: т. 1, В 3 кн. кн. 3 [Текст] / А.В.Фролов, Г.В.Фролов . - М.: Диалог-МИФИ, 1992 - 222 с.

Надійшла до редакції 22.12.2014