МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ЛЮДСЬКОГО СНУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ОКСИМЕТРІЇ ТА MEMS-ДАТЧИКІВ

Андрєєв К. О.
Науковий керівник –начальник ЦНТМ, к.т.н. Герасименко М.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, ЦНТМ, тел.: (057) 70-21-343
E-mail: kostiantyn.andrieiev@nure.ua

Nowadays the sleep monitors play a crucial role in people lives since they make it possible to track sleep activity of individuals and therefore to foresee possible disasters or to keep things under control. Though precise monitors are expensive and they cannot be considered as wearable. The objective of this work is to make an overview of the methods that allow performing basic tracking of sleep activities and making it possible for the devices to be wearable.

В сьогодення широкого поширення набувають мобільні пристрої, призначені для зняття та моніторингу певних біометричних показників людини, таких, як пульс, кількість витрачених калорій, ін.. Ці пристрої є малими за розмірами та найчастіше виконані у вигляді спортивних браслетів або наручних годинників.

Пристрої ж для відстеження фази сну на сьогоднішній день «переживають» певні труднощі. Так, високоточні та надійні пристрої є досить складними у виконанні та недешевими. Вони найчастіше мають великі габарити, не є мобільними, хоча дозволяють отримати досить повний аналіз сну, включаючи не тільки серцевий ритм, відстеження активності м’язів, а й аналіз дихання, активності головного мозку та запис енцефалограм. Тому мета даної роботи – провести дослідження таких методів, котрі дозволять отримати базові дані, що стосуються активності людини під час сну.

Перш ніж почати аналіз, слід пояснити перебіг сну та його особливості. Як відомо з фізіології, сон – природній фізіологічний процес перебування в стані зниженої діяльності головного мозку та зниженої реакції та навколишнє середовище. Цикл сну прийнято ділити на 5 стадій:

1) стадія поверхневого сну, активність м’язів знижується, проте можливі їх рухи час від часу;
2) сповільнюється серцевий ритм (знижується частота серцевих скорочень), дихання поглиблюється, температура тіла знижується;
3) стадія глибокого сну, головний мозок починає генерувати повільні дельта хвилі;
4) стадія дуже глибокого сну: мозок генерує дельта хвилі, активність м’язів сильно обмежена, ритмічне дихання;
5) швидкий сон;це стадія сновидінь,під час неї зростає серцевий ритм, дихання прискорене та неглибоке.

Виходячи з цього, базовий функціонал пристрою моніторингу сну має включати такі комплекси заходів:вимірювання пульсу, вимірювання

насиченості крові киснем, «спостереження» за активністю м’язів.

Перші два пункти досягаються шляхом застосування оксиметру. Оскільки мобільність відіграє ключову роль, розглядається концепція оксиметру на методі фотоплетизмографії. Принцип його роботи полягає в чутливості гемоглобіну та оксигемоглобіну (гемоглобіну, насиченого киснем) до оптичного випромінювання певної довжини хвилі. Так гемоглобін є чутливим до червоного випромінювання (600-750нм), а оксигемоглобін – до інфрачервоного(850-1000нм). Оксиметр подає випромінювання того чи іншого діапазону на певну ділянку тіла із сильним артеріальним кровотоком, в результаті чого отримуються дві криві, котрі мають дві складові: змінну та постійну. Насиченість крові киснем визначається із виразу:

$$Sb(HbO_2) = \frac{RED_AC/RED_DC}{IR_AC/IR_DC},$$

де RED_AC/RED_DC – відношення змінної складової сигналу (тобто, пульсації стінок артерій під час серцевих скорочень) до постійної складової (що включає загальний рівень крові в судинах), що характеризує поглинальну здатність гемоглобіну,

IR_AC/IR_DC – відношення змінної складової сигналу до постійної складової, що характеризує поглинальну здатність оксигемоглобіну,

Для відстеження активності м’язів можна застосувати MEMS, а саме акселерометр. Ідея такого підходу полягає в тому, щоб зафіксувати прискорення певної частини тіла (руки, ноги) під час сну. Під час руху на одній або декількох осях акселерометру відбудуться стрибкоподібні зміни та задача зводитиметься до знаходження піків на осях та їх обробки.

Отже, оскільки дані методи є відносно простими в реалізації, вони потребують незначних ресурсів, є дешевими та дають досить точні результати. Проте слід мати на увазі, що оптичні методи можуть виявитись нестійкими, і завади на вході (такі, к випадковий тремор) можуть привести до хибних результатів. Тому слід подбати про методи стабілізації чутливих елементів.

Література

1. Pulse Oximeter Design Using Microchip’s Analog Devices and dsPIC Digital Signal Controllers (DSCs) [Електронний ресурс] // MicrochipTechnologyInc.. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://ww1.microchip.com/ downloads/cn/AppNotes/cn561502.pdf.

2. ZhaoN. Full-Featured Pedometer Design Realizedwith 3-Axis Digital Accelerometer [Електронний ресурс] / NeilZhao // AnalogDevices. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-44/number-2/articles/pedometer-design-3-axis-digital-acceler.pdf.