

Застосування оптико-електронних технологій для задач моніторингу та діагностики периферійного кровообігу

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сьогодні в медичну діагностику впроваджується все більша кількість методів, основаних на застосуванні лазерних та оптико-електронних приладів. До них відноситься і фотоплетизмографічний метод (ФПМ), що дозволяє вимірювати кровонаповнення та кровострум як в потужних венах і артеріях, так і в периферійних судинах і капілярах .

Ключові слова: фотоплетизмографія, неінвазивні методи, сатурація крові, кровообіг.

Abstract

Today the all greater amount of methods, based on application of laser and optical-electronic devices is inculcated in medical diagnostics. A method (FPM) belongs to them, that allows to measure saturation both in powerful veins and arterie

Keywords: FPM(method), saturation and circulation of blood, non-invasive methods.

Вступ

Актуальність. Сьогодні в медичну діагностику впроваджується все більша кількість методів, основаних на застосуванні лазерних та оптико-електронних приладів. До них відноситься і фотоплетизмографічний метод (ФПМ), що дозволяє вимірювати кровонаповнення та кровострум як в потужних венах і артеріях, так і в периферійних судинах і капілярах . Фотоплетизмографія (PPG) являє собою неінвазивний оптичний метод для виявлення змін об'єму крові в мікросудин шарі тканини ФПМ порівняно з іншими методами діагностики біологічного об'єкту (БО) за оптичними показниками, наприклад з фотоакустичним методом, дозволяє підвищити достовірність реєстрації гемодинамічних показників кровонаповнення, а також те, що введенням в прилади, які реалізують даний метод, елементів світловолоконної техніки і джерел з різноманітними довжинами хвиль зондувального випромінювання можна достатньо точно вирішувати задачі фотодинамічних досліджень, дистанційних вимірів тих або інших гемодинамічних показників.

Сьогодні значна кількість провідних науково-дослідних і промислових організацій (фірм) займаються розробленням та виробництвом медичної техніки в даному напрямку. Найбільш відомі з них: Philips, MEDIC (Medizinische Messtechnik GmbH), Nonin, Cas Medical System, Radiometer, Micromed, Criticare, Ютас (Україна) та інші.

Нові можливості для визначення показників крові дає застосування оптико-електронних датчиків. Так стає можливим безманжетне вимірювання артеріального та венозного тисків, швидке визначення рівня сатурації крові, швидкості розповсюдження крові та частоти пульсу, при цьому сенсори досить прості у використанні та безпечні, оскільки не містять струмопровідних контактів.

Таким чином, очевидно, що найбільш перспективним напрямком реєстрації фізіологічних параметрів є використання неінвазивних методів діагностування, серед яких широкого розвитку отримали оптичні методи реєстрації і перетворення біомедичної інформації.

Результати дослідження

Основні наукові результати:

- Розроблено тривимірну модель поверхні для представлення фотоплетизмографічного сигналу. Доведена ефективність розробленої моделі різницевої поверхні для візуального виявлення ступеню порушень гемодинаміки на кінцівках. Запропоновано визначення динамічних кривих як основних параметрів пульсових хвиль для задач моніторингу стану судинного русла.
- використана двовимірна структурно-зв'язнісна модель для представлення фотоплетизмографічного сигналу. Для вказаного сигналу запропоновано обчислення внутрішньозрізових та міжзрізових функцій, які в подальшому використовуються для оцінки стану судинного русла людини.
- Встановлено оптимальний кут між світловипромінюючим джерелом світлового потоку та фотоприймачем, що дозволило підвищити чутливість та достовірність оптичного сенсора при врахуванні зміни оптичної товщини середовища з врахуванням зміни інтенсивності при поглинанні і відбитті у шарах шкіри.

Практичне застосування результатів проекту полягає в тому, що запропоновано технічні рішення реалізації неінвазивного оптико-електронного приладу для дослідження периферичної мікроциркуляції шляхом оброблення фотоплетизмографічної інформації для підвищення достовірності та функціональних можливостей. Запропоновано рекомендації щодо варіантів реалізації конструкцій волоконно-оптичного сенсору для мобільного оптико-електронного приладу для дослідження гемодинамічних показників, який може визначати порушення кровообігу у будь-якій ділянці тіла людини.

Оптико-електронний прилад може бути використаний: для кабінетів функціональної діагностики та фізіотерапевтичних процедур для оперативної діагностики порушень периферичного кровообігу і створенням бази даних на кожного пацієнта; для оперативного визначення порушень периферійного кровообігу при пораненнях у зонах бойових дій.

Висновки

Набуло подальший розвиток схемотехнічні реалізації неінвазивного оптико-електронного приладу для аналізу гемодинамічних показників периферійного шляхом застосування сучасної елементної бази.

Результати розробки опубліковано в 11 наукових працях, в тому числі 5-ти фахових статтях (3 науко-метричних виданнях Scopus), 2-ох патентах України на корисну модель, в 4-ох тезах у збірниках міжнародних науково-технічних конференцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sergii V. Sander ; Tatiana I. Kozlovska ; Valentina B. Vassilenko ; Volodymyr S. Pavlov ; Andrii Y. Klapouschak, et al." Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities ", Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161K (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229042; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2229042>
2. Р. М. Вирозуб, С. М. Злепко, В. С. Павлов, Н. М. Сурова. Інформаційні підходи щодо постановки діагнозу на основі симптомо- і синдромокомплексів (за матеріалами літературних джерел)//Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 2014. - № 1. - С. 122-127.
3. Козловська Т.І., Злепко С.М., Павлов В.С. Оптико-електронний пристрій діагностування стану периферичного кровообігу// Патент на корисну модель №99254, 25.05.2015, Бюл. №10. - 4 с.
4. Козловська Т.І., Злепко С.М., Сандер С.В., Павлов В.С. Оптичний неінвазивний пристрій для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові // Патент на корисну модель №98939, 12.05.2015, бюл. №9.- 5 с.
5. Pavlov V.S. Sensorization of production activities third industrial revolution // XLV Науково-технічна конференція гуманітарних підрозділів (2016).- 2016.- 14 с.
6. Павлов В.С. Скорюкова Я.Г. Геометричне моделювання одновимірних біологічних сигналів// XLV Науково-технічна конференція Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля (2016).- 2016.- 4с. <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2016/paper/view/169/862>.
7. В. П. Думенко С.М.Злепко, Т.І. Козловська, В.А.Стасенко, В.С. Павлов. Оцінювання метрологічних характеристик фотоплетизмо-графічного приладу діагностування стану периферичного кровообігу// Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2016. - № 1. - С. 4-12.
8. ,Pavlov V., Kostishyn S., Vyrozyb R., Zlepko A. Design features of automated diagnostic systems for family medicine// Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016, Doi: [10.1109/TCSET.2016.7452180](https://doi.org/10.1109/TCSET.2016.7452180)
9. Павлов С. В. Фізичні основи біомедичної оптики : монографія / [Павлов С. В., Кожем'яко В. П. , Колісник П. Ф. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с.
10. Мошкевич В. С. Фотоплетизмография (аппаратура и методы исследования). / В. С. Мошкевич – Москва : Медицина, 1970. – 208 с.
11. Павлов С. В. Оптико-електронні засоби діагностування патологій людини, пов'язаних з периферичним кровообігом : монографія / [Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б.]. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 140 с.

12. Малиновский Е. Л. Учебно-методическое пособие по использованию пальцевой фотоплетизмографии [Электронный ресурс]. 2009. Режим доступа http://www.tokranmed.ru/metod/fpg_clinik_1.htm.
13. Патент України 6872. Спосіб діагностики судинних порушень в уражених хребетно-рухомих сегментах та пристрій для його здійснення / Кожемяко В. П., Павлов С. В., Коротко О. Ш., Чепорнюк С. В., Марков С. М., Колеснік П. Ф. //Б.В. "Промислова власність" №9/1 - 1995.
14. Павлов С. В. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : [Монографія] / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук та ін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2007. – 254 с.

Павлов Володимир Сергійович — студент групи О-15б, факультет комп'ютерних систем та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: machinehead6926@gmail.com

Науковий керівник: **Злепко Сергій Макарович**— док.техн. наук, професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: zlepko@vntu.edu.ua;

Pavlov Volodymyr S. - student of O-15b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: machinehead6926@gmail.com

Supervisor: **Zlepko Sergii M.** . –Ph.D. , professor , Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: : zlepko@vntu.edu.ua