

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0819-12**

Inteligentné senzorové systémy na báze organickej elektroniky pre monitorovanie zdravia a zvyšovanie úrovne prevencie a kvality života

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Martin Daříček, PhD.**

Príjemca **NanoDesign, s.r.o.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. NanoDesign, s.r.o.
2. Slovenská technická univerzita v Bratislave
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. Weis Martin, Uhrík Ján, Jakobovič Ján, Kuzma Anton, Donoval Martin a kol.: „Spôsob prípravy stabilnej vrstvy kalcia“. PP108-2013 zo dňa 6.12.2013-patent č. 288433 udelený dňa 29.9.2016
2. "Viacúčelový biomonitorovací senzor", Autori: M.Donoval, E. Vavrinský, A. Kuzma, M. Weis a kol., PP-00107- 2013, 11/2013 - patentová žiadosť
3. " Zariadenie na ovládanie uzamknutia vybraných aplikácií smart-telefónov, tabletov a počítačov na základe vykonaného množstva pohybovej aktivity ", Autori: M.Donoval, A. Kuzma, M. Daříček, P. Telek a kol., PP-5050- 2014, 12/2014 - patentová žiadosť

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. WEIS, Martin - LEE, Kanchuan - TAGUCHI, Dai - MANAKA, Takaaki - IWAMOTO, Mitsumasa. Modified Transmission-Line Method for Evaluation of the Contact Resistance: Effect of Channel-Length-Dependent Threshold Voltage. In Japanese Journal of Applied Physics. Vol. 53, Iss. 1 (2014), Art. No. 011601. ISSN 0021-4922.
2. KUZMA, Anton - WEIS, Martin - DAŘÍČEK, Martin - UHRÍK, Ján - HORÍNEK, František -

DONOVAL, Martin - UHEREK, František - DONOVAL, Daniel. Plasmonic properties of Au-Ag nanoparticles: Distinctiveness of metal arrangements by optical study. In Journal of Applied Physics. Vol. 115, Iss. 5 (2014), Art. No. 053517. ISSN 0021-8979 (P).

3. FILO, Juraj - PUTALA, Martin - GMUCOVÁ, Katarína - JAKABOVIČ, Ján - WEIS, Martin. Charge transport in 2,6-bis(5'-hexyl-2,2'-bithiophene-5-yl) naphthalene-based organic devices. In Synthetic Metals. Vol. 211, (2016), s. 84–88. ISSN 0379-6779. V databáze: CC: 000369190400012.

4. DONOVAL, Martin - KUZMA, Anton - ŠATKA, Alexander - DAŘÍČEK, Martin - TELEK, Peter. Shift of localized surface plasmon resonance in monolayer of small gold nanoparticles: Simulation predictions of interparticle coupling. In Optik - International Journal for Light and Electron Optics. Vol. 127, Iss. 16 (2016), s. 6322-6328. ISSN 0030-4026. V databáze: CC: 000377734100008.

5. JAGELKA, Martin - NOVÁKOVÁ, Tereza - UHRÍK, Ján - WEIS, Martin. Preliminary testing of flexible electrodes for biosignal measurement: Abrasion resistance. In Lékař a technika. Roč. 45, č. 1 (2015), s. 16-20. ISSN 0301-5491. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-84944753096.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu, nadobudnuté počas riešenia parciálnych úloh tohto projektu budú uplatnené na viacerých úrovniach.

Výskum sa okrem iného zamerlal na využitie vodivého polyméru poly(3,4-etylénedioxytiofén)-poly(styrénsulfonát) (skrátene PEDOT:PSS) u ktorého bola v rámci obdobia riešenia projektu vyvinutá technológia prípravy vysokovodivých vrstiev ktorých vodivosť je porovnateľná s komerčne dostupnými vrstvami anorganických priehľadných oxidov. Bolo preukázané, že tento organický materiál je vhodný na snímanie elektrických biosignálov srdca a nervovej sústavy, galvanického reflexu kože na meranie stresu s prekrvenia ako aj oxymetrických údajov za účelom určenia okysličenia krvi. Pre porovnanie s bežnými senzorickými elektródovými štruktúrami sa pripravila séria elektród z materiálov ako je zlato, oxidu india a cínu (ITO, z angl. indium tin oxide), komerčne dostupného polyméru plneného grafitom a vodivého polyméru PEDOT:PSS

V rámci riešenia projektu boli realizované aktivity, týkajúce sa prípravy nových metód zbierania a spracovania signálov z inovačných organických a hybridných senzorických mikro- a nano-štruktúr. Počas riešenia projektu bol realizovaný návrh senzorického „smart“ systému pre celodenné monitorovanie srdcovej alebo nervovej činnosti ľudského tela a analýza a porovnanie existujúcich metodík spracovania a počítačového vyhodnocovania elektrických a neelektrických signálov ľudského tela. Inovatívny návrh „smart“ elektronických modulov zabezpečil integrovateľnosť a aplikovateľnosť nových senzorických štruktúr, čo viedlo i k zefektívneniu metodiky merania, analýzy a automatizovaného vyhodnocovania vybraných ľudských fyziologických signálov. Takýmto spôsobom sa vytvorili podmienky pre návrh systému komplexného monitoringu, ktorý môže poskytnúť zvýšenie zdravotnej prevencie a celodenný monitoring vybraných telesných parametrov s minimálnou invazívnosťou.

Bolo vykonané vytvorenie ucelenej metodológie návrhu, prípravy a využiteľnosti integrovaného dynamického „smart“ modulárneho riešenia na celodenný monitoring zdravotného stavu s orientáciou na ochorenia či poruchy s ohľadom na integráciu v modelovom zariadení pre využitie v bio-monitorovacom systéme, ako napríklad v zariadení ako je EKG holter s bežným kontaktom s ľudskou kožou s možnosťou prepojenia so "smart" mobilným telefónom či PC.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V rámci riešenia projektu boli navrhnuté a realizované merania systému s inteligentnými bezdrôtovými snímačmi a bol pripravený koncept prenosu dát, v ktorom popri existujúcom bezdrôtovom prepojení pri dlhodobom meraní dochádza ku záznamu dát aj na zabudovanú

pamäťovú kartu. V oblasti výskumu nových a modifikovaných senzorických štruktúr prebehla analýza a návrh prípravy (rozvoj procesov depozície a kontaktovania) a využitia inovatívnych senzorických štruktúr a materiálov, akým je organický materiál PEDOT:PSS, ktorý sa preukázal ako vhodným na snímanie elektrických signálov srdca a iných biosignálov. Ďalej bol realizovaný návrh monitorovacieho zariadenia - EKG holtera s bezdrôtovým prepojením so "smart" telefónom s mikro-USB komunikačným portom pre prenos väčšieho objemu dát a dobíjanie batérie. Za účelom vytvorenia komplexného modelu funkčného systému s využitím v oblasti bio-monitorovania vznikol inovatívny návrh elektronických modulov, ktorý plne zabezpečil integrovateľnosť a aplikovateľnosť rozvíjaných unikátnych senzorických štruktúr. Vykonané simultánne merania biosignálov ako EKG, HRV či intenzita respirácie pomocou jedného bezdrôtového holtera poskytujú vysokocitlivé merania s malým šumom a vysokým časovým rozlíšením. Bolo vytvorené serverové riešenie pre zber a spracovanie dát, ktoré v sebe zahŕňa aplikácie vo forme komparácií predchádzajúcich a aktuálnych meraní, pričom algoritmi dochádza k vyhodnoteniu diferencií v priebehoch nameraných signálov. Taktiež bolo vykonané vytvorenie ucelenej metodológie návrhu, prípravy a využiteľnosti integrovaného dynamického „smart“ modulárneho riešenia na autonómny monitoring zdravotného stavu. Ciele projektu tak boli úspešne naplnené.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The research project has been focused on design and implementation of the measuring system with intelligent wireless sensors, and a system of data transmission via wireless networks was prepared for 24/7 measurements. The system records also data to the built-in memory card. In the project the research was focused on new and modified sensory structures. The analysis and design of the structures were followed by development of the coating process and contact methods and the use of innovative materials such as organic material PEDOT: PSS, which is suitable for sensing electrical signals of the heart and other biosignals. Further a design a bio-monitoring device - ECG holter with wireless connection was realized with micro-USB communication port for data transfer and battery charging. Innovative design of smart electronic systems was created in order to provide a comprehensive system, that fully ensures the applicability of the envisaged integrated and unique sensory structures. Carried out simultaneous measurements of biosignals as ECG, HRV or respiration by using a single wireless holter provide highly sensitive measurements with low noise and high resolution. Further a server solution was created, incorporating applications to compare the previous and new measurements, where the provided evaluation algorithms lead to show differences in the measured signal for further closer analysis. A coherent methodology of design, construction and utilization of the integrated dynamic "smart" modular solution for autonomous health monitoring was provided in the project. We can consider all project objectives to be successfully met.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Martin Daříček, PhD.

V Bratislave, 28.10.2016

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Martin Daříček, PhD..

V Bratislave, 28.10.2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu