

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0692**

UWB senzorová sieť pracujúca v reálnom čase určená na detekciu, lokalizáciu a sledovanie osôb

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Miloš Drutarovský, CSc.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

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

Zverejnená patentová prihláška

Gamec, J., Gamcová, M., Schneider, J.: Nízkoprofilová modulovaná sínusovo-štrbinová UWB antenna s koplanárnym budením. PUV50071-2017, dátum zverejnenia: 6.5.2019, Vestník UPV SR 05/2019, (online)

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/Patent/Detail/50046-2017>

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

[1] Galajda, P., Slovák, S., Sokol, M., Pečovský, M., Kmec, M.: Integrated M-Sequence Based Transceiver for UWB Sensor Networks. In: Radioengineering, Vol. 28, No. 1, pp. 175-182, 2019. DOI: 10.13164/re.2019.0175

[2] Gamec, J., Gamcová, M., Repko, M., Gladišová, I., Kurdel, P., Nekrasov, A., Fidge, C.: Low Profile Sinuous Slot Antenna for UWB Sensor Networks. In: Electronics. - Basel (Švajčiarsko) : MDPI Roč. 8, č. 2 (2019), 127, s. 1-11. DOI: 10.3390/electronics8020127

[3] Galajda, P., Svecova, M., Drutarovsky, M., Slovak, S., Pecovsky, M., Sokol, M., Kocur, D.: Wireless UWB Sensor System for Robot Gripper Monitoring in Noncooperative Environments. In: Recent Advances in Intelligent Engineering, Springer, 2019, pp. 177-207. DOI: 10.1007/978-3-030-14350-3_10

[4] Galajda, P., Galajdová, A., Slovák, S., Pečovský, M., Drutarovský, M., Sukop, M., Samaneh, I.B.A.: Robot vision ultra-wideband wireless sensor in non-cooperative industrial environments. In: International Journal of Advanced Robotic Systems. Vol. 15, no. 4 (2018), pp. 1-12, DOI: 10.1177/1729881418795767.

[5] Švecová, M., Kocur, D., Demčák, J., Buša, J., Gamcová, M., Slovák, S.: Through-the-floor localization of a static person by a multistatic UWB radar. In: Microwave and Optical Technology Letters. 2018, pp. 1-7, DOI: 10.1002/mop.31609

- [6] Drutarovsky, M., Kocur, D., Secová, M., Garcia, N. M.: Real-time wireless UWB sensor network for person monitoring. In: ConTEL 2017. Zagreb : University of Zagreb, 2017, p. 19-26, DOI: 10.23919/ConTEL.2017.8000034
- [7] Galajda, P., Kmec, M., Galajdová, A., Liptaj, M.: Širokopásmové obvody, technológie a systémy. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2016. 303 s.. ISBN 978-80-533-2614-6
- [8] Švecová, M., Porteleky, T., Kocur, D.: Real-time operating UWB sensor system for static person localization. In: Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS), Rome, Italy, June 17-20, 2019, pp. 1-8.

Uplatnenie výsledkov projektu

Rámcovým výsledkom projektu ReTi-UWB-SS je návrh a otestovanie UWB sensorovej siete (UWB-SS) s centralizovanou architektúrou pracujúcou v reálnom čase v základnom pásme (cca DC-5 GHz), ktorá je určená na detekciu, lokalizáciu a sledovanie pohybujúcich sa a statických osôb. V rámci projektu boli vytvorené prototypy uzlov sensorovej siete (SS) na báze viac-jadrových procesorov ARM a vytvorená komunikačná infraštruktúra medzi uzlami SS a centrálnym uzlom. Pre spracovanie signálov z UWB sensorov boli vytvorené optimalizované knižnice, ktoré sú využívané na predspracovanie signálov v uzloch SS a tiež v zobrazovacej jednotke v centrálnom uzle. Boli tiež navrhnuté a realizované vybrané vstupné analógové bloky UWB radarov s využitím M-postupnosti v 350 nm BiCMOS technológií vo forme ASIC obvodov. Uvedené stručne zhrnuté výsledky projektu môžu byť využité v oblasti návrhu a realizácie monitorovacích UWB systémov umožňujúcich presnejšiu lokalizáciu osôb aj za predpokladu nízkej až nulovej optickej viditeľnosti (napr. v prípade dažďa, sneženia, hmly, prachu, dymu, atď.), ako aj v prípade lokalizácie osôb nachádzajúcich sa za stenou (tzv. cezstenové scenáre lokalizácie osôb). Uvedené typy UWB-SS na monitorovanie osôb môžu nájsť perspektívnu aplikáciu v oblasti podpory bezpečnostných zložiek štátu (napr. polícia, armáda) pri riešení mimoriadnych situácií (napr. lokalizácia a následné zadržanie nebezpečných osôb), podpora záchranských tímov v prípade mimoriadnych situácií (napr. po zemetraseniach, kolapsoch budov, lavínach alebo pri požiaroch) pri vyhľadávaní osôb nachádzajúcich sa pod sutinami budov resp. pod lavínou alebo v prípade nízkej optickej viditeľnosti (napr. v dyme). Tiež môžu byť využité na anonymné monitorovanie osôb v programoch AAL (Active Assistend Living). Skúsenosti s návrhom a výrobou ASIC obvodov pre spracovanie UWB signálov môžu byť využité pri vývoji špecializovaných sensorov na báze UWB technológie.

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

Projekt ReTi-UWB-SS bol zameraný na návrh a otestovanie UWB sensorovej siete (UWB-SS) určenej na detekciu, lokalizáciu a sledovanie pohybujúcich sa a statických osôb. V rámci riešenia projektu boli vytvorené tieto najdôležitejšie výsledky: (1) Bola navrhnutá a otestovaná koncepcia UWB-SS s centralizovanou architektúrou pracujúcou v reálnom čase v základnom pásme (cca DC-5 GHz). (2) Boli vytvorené prototypy uzlov UWB-SS na báze procesorov ARM a vyžitím optimalizovanej distribúcie Yocto Linuxu pre vstavané systémy. (3) Na komunikáciu medzi uzlami UWB-SS a centrálnou jednotkou bola navrhnutá a otestovaná RF komunikácia. (4) Na lokalizáciu osôb boli implementované knižničné funkcie na spracovania signálov. Implementované funkcie boli optimalizované pre cieľovú hardvérovú platformu s využitím SIMD rozšírení inštrukčnej sady procesorov. (5) Bola navrhnutá a zrealizovaná experimentálna zobrazovacia jednotka pracujúca v reálnom čase a overená je funkčnosť pre detekciu a monitorovanie osôb. (6) Vo forme ASIC obvodov boli vytvorené vybrané základné vstupné analógové bloky UWB radaru s využitím M-postupnosti. ASIC obvody boli navrhnuté a vyrobené v lacnej 350 nm BiCMOS SiGe technológii. Vyrobené ASIC obvody boli využité aj na realizáciu UWB reflektometra. (7) Bola navrhnutá optimalizovaná nízko profilová anténa pre UWB pásmo. Návrh antény bol patentovaný, podaný patent je v štádiu posudzovania. Vzhľadom na výsledky dosiahnuté v rámci riešenia projektu ReTi-UWB-SS, možno podľa nášho názoru konštatovať, že úlohy projektu ReTi-UWB-SS špecifikované v jeho návrhu boli v zásade splnené.

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

Project ReTi-UWB-SS was focused on the design and evaluation of UWB sensor network (UWB-SN) intended for detection, localization and tracking of moving and static persons. The most important scientific results reached at the project solution can be summarized as follows: (1) A concept of UWB-SN with centralized architecture operated in baseband (DC-5 GHz) and working in real time was proposed and tested. (2) New prototypes of UWB-SN nodes based on ARM processors and optimized Yocto Linux for embedded systems were developed. (3) The RF communication among UWB-SN nodes and central unit was proposed and tested. (4) A new signal processing library was implemented for persons localization. Implemented functions were optimized by using SIMD extensions of instruction set implemented in the used processors. (5) A real-time operating experimental visualization unit was developed and its operation was tested in persons detection and monitoring applications. (6) Basic analog input blocks of M-sequence UWB radar were produced in the form of ASIC. ASIC were designed and produced by using low-cost 350 nm BiCMOS SiGe technology. A new reflectometer based on produced ASIC was implemented. (7) A new low-profile UWB antenna was developed and its design is patent pending. With regard to the results reached within ReTi-UWB-SS project, it can be concluded in our opinion, that the tasks of ReTi-UWB-SS project specified in the project proposal have been fulfilled.