

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0441**

Merací systém s optickým snímačom pre systémy Weight In Motion

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Daniel Káčik, PhD.**

Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline - Fakulta elektrotechniky a
informačných technológií**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Žilinská univerzita v Žiline, Betamont s.r.o.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

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

Patent: Optický snímač veľkosti a miesta pôsobenia vonkajšej sily

Prihláška: 42-2019 Stav: v konaní MPT:G01L 1/00

Pôvodca: Káčik Daniel, Tarjányi Norbert, Turek Ivan

Majiteľ: Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, SK

Patent: Snímač veľkosti a miesta pôsobenia vonkajšej sily

Prihláška: 52-2019 Stav: v konaní MPT:G01L 1/00

Pôvodca: Káčik Daniel, Martinček Ivan, Turek Ivan

Majiteľ: Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, SK

Úžitkový vzor: Zariadenie na meranie dynamickej sily pomocou optického vlákna

Prihláška: 134-2018 Číslo úžitkového vzoru: 8425 Právny vzťah: platný MPT:G01L 1/00,
G01L 5/00 G01B 11/16

Pôvodca: Martinček Ivan, Káčik Daniel

Majiteľ: Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, SK

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

Káčik D., Tarjányi N., Martinček, I., Maciak J., Horák J., Maciaková A., Optical sensor based on all-fiber interferometer for systems Weight in Motion, 13th International Conference ELEKTRO 2020 (IEEE), 2020

N. Tarjányi, Veveričík M., Káčik D., Timko M. Kopčanský P, Birefringence dispersion of 6CHBT liquid crystal determined in VIS-NIR spectral range, Applied Surface Science APSUSC-D-20-02926R1, 2020 (v tlači)

Tarjányi N., Káčik D., Uhrčík M., Palček P., PMMA birefringence-based optical sensor of load, Proc. of SPIE (Optical Sensing and Detection VI 2020, virtual, online, 6.-10. 4.2020) Vol. 11354, 113542L 2020

Tarjányi N., Kacik D., Group and phase birefringence dispersion of pure and doped lithium

niobate crystals obtained by analysis of interference pattern observed behind a plane polariscope, Optical Engineering 58 (3), 034101, 2019

Tarjanyi, N., Uhríček, M., Kacik, D., Palček, P., High load-induced birefringence of PMMA investigated in VIS/NIR spectral range, Advances in Electrical and Electronic Engineering 17(3), pp. 360-366, 2019

Martínek I., Kacik D., A PDMS microfiber Mach-Zehnder interferometer and determination of nanometer displacements, Optical Fiber Technology 40, pp. 13-17, 2018

Tarjanyi, N., Kacik, D., Uhríček, M., Palček, P., Investigation of birefringence of elastically deformed poly(methyl methacrylate), 12th International Conference ELEKTRO 2018, ELEKTRO Conference Proceedings pp. 1-5, 2018

Martínek I., Kacik D., Tarjanyi N., Schuster K., Determination of sub-nanometer distance from reflective surface by Fabry-Perot interferometer, Applied Surface Science 461, pp. 139 – 142, 2018

Kacik, D., Martínek, I., Tarjanyi, N., Polydimethylsiloxane Fabry-Perot interferometer and its sensing application, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 10680, 106801X, 2018

Kacik D., Martínek I., Toluene optical fiber sensor based on air microcavity in PDMS, Optical fiber technology 34, pp. 70-73, 2017

Kacik, D., Martínek, I., Optical structure with PDMS microfiber for displacement measurement, PHOTOPTICS 2017 - Proceedings of the 5th International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology 2017-January, pp. 365-368

Uplatnenie výsledkov projektu

Realizáciou projektu došlo ku aplikácii výsledkov výskumu a vývoja do praxe. Projekt generoval činnosti súvisiace s návrhom a vývojom senzora, tvorbou prototypov a ich testovanie v laboratórnych a reálnych podmienkach a implementáciou nových prvkov do existujúcej infraštruktúry. Po dlhodobom testovaní v reálnych podmienkach a overení ich vlastností môže dôjsť ku zavedeniu do sériovej výroby a ich nasadeniu v oblasti inteligentných dopravných systémov, konkrétne do systémov váženia/merania v pohybe u spoluriešiteľskej organizácie, rovnako však aj do iných systémov merania hmotnosti v doprave. Taktiež počas výskumu a vývoja došlo ku rozšíreniu vedomostnej bázy (čo vyplýva z publikačných výstupov). To malo dopad na skvalitnenie vyučovacieho procesu nakoľko aj študenti mali možnosť podieľať sa na riešení reálnych čiastkových problémov. Veríme že, aj riešenie projektu malo vplyv na zatriktívnenie pohľadu študentov na prácu v oblasti výskumu a vývoja.

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

Cieľom projektu bola konštrukcia meracieho systému umožňujúceho váženie pohybujúcich sa vozidiel. Systém pozostáva z optického senzora a softvérových a hardvérových častí umožňujúcich jeho prepojenie s existujúcim zariadením Weight-In-Motion (WiM). Fyzikálny princíp senzora je založený na zmene polarizačného stavu žiarenia prechádzajúceho transparentným prostredím (rôzne druhy polymérov a skiel) po aplikovaní externej sily (hmotnosti) na toto prostredie. Počas vyšetrovania v laboratórnych podmienkach sa dosiahli výsledky ukazujúce vlastnosti jednotlivých prostredí (tvoriace prevažnú časť publikácií) a určili sa podmienky, za akých dané prostredie môže byť použité na konštrukciu senzora hmotnosti (patentová prihláška). Návrh usporiadania a overenie vhodnosti daného konštrukčného prevedenia bol laboratórne odskúšaný (patentová prihláška a úžitkový vzor). Na základe toho došlo ku tvorbe prototypov a ich laboratórnym overeniam funkčnosti. Súčasne došlo ku konštrukcii zariadenia integrujúce optický zdroj a detektor, potrebného pre napájanie optického senzora a následnú detekciu zmien polarizačného stavu optického žiarenia. Zjednodušený model prototypu (z dôvodu komplexnosti problematiky konštrukcie prototypu) bol umiestnený na testovacie miesto spoluriešiteľa aj s následnou implementáciou do systému WiM, ktorým disponuje spoluriešiteľ, a podrobený reálnej prevádzke. Získané časové závislosti signálu od ohybu (veľkosti pôsobiacej sily) boli vyhodnotené pomocou nami vyvinutého algoritmu. Výsledky s opakovateľnosťou lepšou ako 10 percent získané pomocou senzora boli doplnené ďalšími informáciami z iných podsystémov WiM akými sú rýchlosť, čas prejazdu a fotografie vozidla.

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

The aim of the project was the construction of a measuring system enabling the weighing of moving vehicles. The system consists of an optical sensor and software and hardware components that allow it to be connected to an existing Weight-In-Motion (WiM) system. The physical principle of the sensor is based on the change of the polarization state of light passing through a transparent medium (various types of polymers and glasses) after the application of an external force (mass) to this medium. During the investigation under laboratory conditions, results were obtained showing the properties of individual environments (forming part of publications) and the conditions under which the given environment can be used for the construction of a weight sensor (patent application). The design of the arrangement and verification of the suitability of the given design was tested in the laboratory (patent application and utility model). Based on this, prototypes were created and their functionality verified. At the same time, a device was constructed integrating the optical source and detector, necessary for supply the optical sensor and detection of changes in the polarization state of light. The simplified prototype model (due to the complexity of the prototype design) was placed on the test site of the co-solver with implementation into the WiM system, which has a co-solver, and subjected to real operation. The obtained time dependences of the signal on bending (magnitude of the applied force) were evaluated using an algorithm developed by us. Results with a repeatability of better than 10 percent obtained with the sensor were supplemented by other information from WiM subsystems such as speed, travel time and photographs of the vehicle.