

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **SK-IL-RD-18-0005****Využitie ICT a "smart" vozidiel pre zefektívnenie záchranného systému a manažmentu dopravy**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Milan Dado, PhD.**Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Žilinská univerzita v Žiline (University of Zilina)

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Technion Research & Development Foundation

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

-

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

1. Petrov, T.; Počta, P.; Roman, J.; Buzna, Ľ.; Dado, M. A Feasibility Study of Privacy Ensuring Emergency Vehicle Approaching Warning System. Appl. Sci. 2020, 10, 298 [https://www.mdpi.com/2076-3417/10/1/298], 1.7AH.
2. Petrov, T.; Ševčík, L.; Počta, P.; Dado, M. A Performance Benchmark for Dedicated Short-Range Communications and LTE-Based Cellular-V2X in the Context of Vehicle-to-Infrastructure Communication and Urban Scenarios. Sensors 2021, 21, 5095, dátum publikovania: 28.07.2021, Rozsah: 1,05 AH, https://doi.org/10.3390/s21155095
3. Buzna, Ľ.; Czimmermann, P. On the Modelling of Emergency Ambulance Trips: The Case of the Žilina Region in Slovakia. Mathematics 2021, 9, 2165, dátum publikovania: 05.08.2021, Rozsah: 2,5 AH, https://doi.org/10.3390/math9172165
4. Tibor Petrov, Ilya Finkelberg, Nina Zarkhin, Peter Počta, Ľuboš Buzna, Ayelet Gal-Tzur, Tatiana Kováčiková, Tomer Toledo, Milan Dado, A Framework Coupling VISSIM and OMNeT++ to Simulate Future Intelligent Transportation Systems, Communications – Scientific Letters of the University of Žilina, doi: 10.26552/com.C.2021.2.C23-C29, In press, Dostupné online: http://komunikacie.uniza.sk/index.php/communications/article/view/1678/1574, Rozsah: 0,7 AH
5. P. Vertal', E. Kolla, G. Kasanický, S. Stehel, J. Janura, Accidents of emergency vehicles, 25-th International scientific conference TRANSPORT MEANS 2021, 6-8 October 2021, Kaunas Lithuania (online), Rozsah: 0,72 AH, https://transportmeans.ktu.edu/

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky za celé obdobie riešenia projektu vzhľadom na stanované ciele môžu byť rozdelené do dvoch skupín podľa charakteru etáp v rámci ktorých boli tieto výsledky získané: A. Výsledky dosiahnuté zberom a analýzou dát pochádzajúcich z vozidiel rýchlej zdravotnej služby, B. Výsledky dosiahnuté návrhom, modelovaním a počítačovou simuláciou dopravných a komunikačných systémov.

V projekte SENECA boli zozbierané a spracované dve unikátne dátové množiny (výsledky A1 a A3) a na ich základe bola vytvorená jedna sada modelov (výsledok A2) a jedna metodika (výsledok A4):

- Výsledok A1: Množina dát založená na GPS meraniach opisujúca pohyb vozidiel rýchlej zdravotnej služby v okresoch Žilina, Kysucké Nové Mesto a Čadca. Dátová množina umožnila dosiahnuť výsledok A2 a aktuálne nachádza uplatnenie v ďalšom výskume, ktorého cieľom je preskúmanie možnosti predikovať dojazdové časy vozidiel rýchlej zdravotnej záchranej služby.
- Výsledok A2: Sada modelov umožňujúcich generovať štatisticky validované výjazdy vozidiel rýchlej zdravotnej služby a modely iných obslužných systémov podporovaných ITS pre použitie v simulačných a optimalizačných modeloch. Vytvorené modely majú uplatnenie v optimalizačných a simulačných modeloch systému rýchlej zdravotnej záchranej služby tým, že umožňujú modelovať časovo-priestorové charakteristiky výjazdov vernejším spôsobom. Tým, že boli použité modely, ktoré podporujú interpretáciu vplyvu faktorov vystupujúcich v modeloch na vysvetľované veličiny, tak vytvorené modely poskytujú užitočný náhľad, ktorý môže byť použitý pri konštrukcii predikčných modelov pre modelované veličiny
- Výsledok A3: Množina video záznamov z výjazdov vozidiel rýchlej zdravotnej služby z územia SR. Dátová množina umožnila dosiahnuť výsledku A4 a aktuálne je uložená na nosičoch, ktoré sú k dispozícii výskumným pracovníkom Žilinskej Univerzity v Žiline.
- Výsledok A4: Metóda rekonštrukcie a hĺbkovej kvantitatívnej analýzy dopravných nehôd a nebezpečných bezkontaktných dopravných situácií cestných vozidiel z videozáznamu vozidlovej digitálnej videokamery. Metóda spracovania videozáznamov a iných dátových zdrojov bola vytvorená za účelom zjednodušenia procesu modelovania dynamiky vozidiel. Uplatnenie metódy spočíva najmä v automatizácia činností vykonávaných pri modelovaní dynamiky vozidiel, vrátane vozidiel záchranných zložiek, v súdno-inžinierskej praxi. Výsledky zamerané na využitie komunikačných technológií v manažmente záchranných systémov zahŕňajú:
 - Výsledok B1: Koncept a štúdia technickej realizovateľnosti systému pre varovanie vodičov o blížiacom sa vozidle rýchlej záchranej služby uplatniteľné pri technickej realizácii systému pre včasné varovanie vodiča pred príjazdom záchranného vozidla, ako aj pri štandardizačnom procese služieb a komunikačných technológií prepojenej a autonómnej mobility.
 - Výsledok B2: Prípadová štúdia vplyvu komunikačných chýb na efektivitu riadenia križovatiek. V súčasnosti je výsledok využívaný na účely ďalšieho výskumu pracovníkmi UNIZA a TECHNION za účelom efektívnej prioritizácie vozidiel rýchlej záchranej služby na svetelnej križovatke v prostredí chybovej komunikácie. Z praktického pohľadu, štúdia poukazuje na nutnosť uvažovať komunikačné chyby v návrhu budúcich algoritmov riadiacich svetelné križovatky, ktoré budú pracovať na základe DRSC technológie a taktiež ukazuje možnosti ako efekty komunikačných chýb minimalizovať pomocou dátovo-analytických prístupov.
 - Výsledok B3: Porovnanie technológií DSRC, LTE-D2D v móde 3 a LTE v režime vozidlo-sieť na realistickom mestskom scenári. Výsledok má za cieľ slúžiť ako vodítko pre výber vhodnej komunikačnej technológie pri plánovaní a technickej realizácii komunikačnej infraštruktúry pre podporu služieb založených na báze komunikácie vozidlo-infraštruktúra v mestskom prostredí.
 - Výsledok B4: Koncept MLR odhadov a spôsobu ich využitia v riadení križovatiek. V súčasnosti je koncept k dispozícii výskumným pracovníkom Žilinskej univerzity a univerzity TECHNION pre potreby ďalšieho výskumu v oblasti efektívneho riadenia svetelných križovatiek v prostredí prepojených vozidiel. Uplatnenie tejto metodiky spočíva v poskytovaní odhadu kvality komunikácie v reálnom čase v budúcich systémoch riadenia križovatiek založených na DRSC technológií.

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

V súhrne riešenie projektu SENECA (SK-IL-18-005) prinieslo osem konkrétnych výsledkov. V súvislosti s prvým cieľom a etapami projektu, ktoré sa zameriavali na zber a dátovo orientované modelovanie sú to štyri výsledky. Dva výsledky predstavujú samotné unikátne dátové množiny. Jedna množina pozostáva s dát založených na GPS meraniach, ktoré popisujú pohyb vozidiel rýchlej zdravotnej služby a druhá predstavuje videozáznamy výjazdov a dopravných nehôd s účasťou vozidiel rýchlej zdravotnej služby. Prvá množina bola použitá na vytvorenie štatisticky verných modelov časovo-priestorových charakteristík výjazdov vozidiel použiteľný v optimalizácii záchranného systému. Druhá dátová množina bola použitá na vytvorenie metodiky rekonštrukcie a hĺbkovej kvantitatívnej analýzy dopravných nehôd a nebezpečných bezkontaktných dopravných situácií cestných vozidiel z videozáznamu vozidlovej digitálnej videokamery. Táto metodika má uplatniteľnosť najmä v súdno-inžinierskej praxi. Ostatné ciele, ktoré tvorili jadro projektu a s nimi súvisiace etapy, zamerané na návrh, modelovanie a simuláciu dopravno-komunikačných systémov rovnako priniesli štyri výsledky. Prvým výstupom je koncept a štúdia technickej realizovateľnosti systému pre varovanie vodičov o blížiacom sa vozidle rýchlej záchrannej služby, ktorá prináša možnosti svojho uplatnenia v technickej realizácii alebo pri v štandardizačnom procese podobných systémov. Druhým výsledkom je prípadová štúdia vplyvu komunikačných chýb na efektívnosť riadenia križovatiek. Z praktického pohľadu, štúdia poukazuje na nutnosť uvažovať komunikačné chyby v návrhu budúcich algoritmov riadiacich svetelné križovatky, ktoré budú pracovať na základe DSRC technológie a taktiež ukazuje možnosti ako efekty komunikačných chýb minimalizovať pomocou dátovo-analytických prístupov. Tretím výsledkom je porovnanie technológií DSRC, LTE-D2D v móde 3 a LTE v režime vozidlo-sieť na realistickom mestskom scenári. Výsledok má za cieľ slúžiť ako návod pre výber vhodnej komunikačnej technológie pri plánovaní a technickej realizácii komunikačnej infraštruktúry. Štvrtým výsledkom je koncept MLR odhadov a spôsobu ich využitia v riadení križovatiek. Uplatnenie konceptu spočíva v poskytovaní odhadu kvality komunikácie v reálnom čase v budúcich systémoch riadenia križovatiek založených na DSRC technológii.

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

In summary, the implementation of the project SENECA (SK-IL-18-005) led to eight particular results. Four results were obtained in the context of the first objective and project stages that focused on data collection and data-centric modelling. Two of those results are unique datasets. The first dataset contains GPS-based measurements which describe the movements of emergency medical service (EMS) vehicles. The second dataset consists of video footage of EMS trips and traffic accidents involving EMS vehicles. The first dataset has been used to develop statistically verified models of spatiotemporal characteristics of EMS vehicle trips to inform the optimization of the emergency medical system. The second dataset has been used to design a methodology for reconstruction and in-depth quantitative analysis of traffic accidents and dangerous near-miss situations of road vehicles from the video footages recorded by the vehicle's digital dash camera. This methodology is applicable mainly in forensic engineering. The core project objectives and corresponding stages focused on a design, modelling and simulation of telco-transport systems and resulted in four outputs. The first one is a concept and feasibility study of EMS vehicle approaching warning system for drivers, which provides valuable insights applicable in the deployment and standardization of such systems. The second result is a case study of the impacts of communication errors on the efficiency of intersection control. From a practical standpoint, the study highlights the necessity to consider communication errors when designing future DSRC-based traffic control algorithms. Furthermore, the study demonstrates how the effects of communication errors can be mitigated by using data-analytical approaches. The third result is a performance benchmark of DSRC, LTE-D2D mode 3 and LTE Vehicle-to-Network communication technologies in a realistic urban scenario. This result provides guidelines on how to select the best performing communication technology when planning and deploying communication infrastructure for specific connected vehicle services. The fourth result is a concept of MLR estimator applicable in intersection control. The concept can be used in future DSRC-based

intersection control systems for providing a real-time estimation of the communication quality.