

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **PP-COVID-20-0100****DOLORES.AI: Systém pandemickej ochrany**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Patrik Kamencay, PhD.**Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline - Fakulta elektrotechniky a
informačných technológií**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií

Zoznam spolupracujúcich organizácií zo zahraničia, ktoré sa zapojili do riešenia projektu (uveďte názov, sídlo, štát a identifikačné číslo ak je dostupné)

Do riešenia projektu nebola zapojená žiadna organizácia zo zahraničia.

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

V rámci riešenia projektu neboli udelené žiadne patenty, neboli podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory. Podanie úžitkového vzoru/ patentu plánujeme v rámci dopadových ukazovateľov projektu.

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

Príspevky v indexovaných žurnáloch:

[1] R. Vrskova, R. Hudec, P. Kamencay and S. Matuska: „Human Activity Classification Using the 3DCNN Architecture”, In Applied Sciences 2022, 12(2), 931; <https://doi.org/10.3390/app12020931>; ISSN 2076-3417.[2] R. Hudec, S. Matuska, P. Kamencay and M. Benco: „A Smart IoT System for Detecting the Position of a Lying Person Using a Novel Textile Pressure Sensor”, In Sensors 2021, 21(1), 206; ISSN: 1424-8220, <https://doi.org/10.3390/s21010206>, 2021.[3] M. Uhrina, A. Holesova, J. Bienik and L. Sevcik: „Impact of Scene Content on High Resolution Video Quality”, In Sensors Journal 2021, 21(8), 2872; ISSN: 1424-8220, <https://doi.org/10.3390/s21082872>, 2021.

[4] D. Benedikovic, L. Viro, G. Aubin, J. - M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, E. Cassan, D. Marris-Morini, F. Boeuf, J. - M. Fédéli, B. Szelag, and L. Vivien: „Silicon-Germanium Avalanche Receivers with fJ/bit Energy Consumption”, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 2021.

Príspevky na domácich a medzinárodných konferenciách:

[5] R. Vrskova, P. Sykora, P. Kamencay, R. Hudec and R. Radil: „Hyperparameter Tuning of ConvLSTM Network Models”, 44th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), 2021, pp. 15-18, doi: 10.1109/TSP52935.2021.9522683.

- [6] J. Dubovan, J. Litvik, D. Benedikovic, J. Mullerova, I. Glesk, A. Veselovsky, and M. Dado: „Monitoring of polarization-based effects in fiber-optic transmission link caused by environmental variations”, In Proc.: SPIE Optics + Optoelectronics 2021, Prague, Czech Republic, April 2021.
- [7] P. Kamencay, D. Benedikovic, M. Markovic, J. Dubovan, and M. Dado: „In-Class Vehicle Categorization Using Standard Convolutional Neural Networks Via Fiber Bragg Grating Sensor Array”, In Proc.: 19th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications 2021 (ICETA 2021), Virtual - Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia 2021.
- [8] J. Dubovan, J. Litvik, R. Korček, D. Benedikovic, A. Veselovský, I. Glesk, J. Müllerová, and M. Dado: „High-Speed Operation of Fiber-Optic Link Impaired by Wind Gusts”, In Proc.: 19th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications 2021 (ICETA 2021), Virtual - Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia 2021.
- [9] D. Benedikovic, L. Viro, G. Aubin, J.-M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, P. Crozat, E. Cassan, D. Marris-Morini, F. Boeuf, J.-M. Fedeli, C. Kopp, B. Szlag, and L. Vivien: „High-speed germanium p-i-n avalanche photodetectors on silicon”, In Proc.: SPIE Optics + Optoelectronics 2021, Prague, Czech Republic, April 2021.
- [10] E. Sadovsky, R. Jarina and R. Orjesek: „Image Recognition Using Spiking Neural Networks”, 31st International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/RADIOELEKTRONIKA52220.2021.9420192.
- [11] D. Benedikovic, L. Viro, G. Aubin, J.-M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, P. Crozat, E. Cassan, D. Marris-Morini, F. Boeuf, J.-M. Fedeli, C. Kopp, B. Szlag, and L. Vivien: „Receiver-less silicon-germanium avalanche p-i-n photodetectors”, In Proc.: Conference on Lasers and Electro-Optics/ Europe - European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC), Munich, Germany, June 2021.
- [12] D. Benedikovic, L. Viro, G. Aubin, J.-M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, P. Crozat, E. Cassan, D. Marris-Morini, F. Boeuf, J.-M. Fedeli, C. Kopp, B. Szlag, and L. Vivien: „High-speed silicon-germanium photodetectors for chip-scale photonic interconnects”, In Proc.: 23rd Photonics North 2021 Conference, Virtual space, Canada, June 2021.
- [13] D. Benedikovic, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, C. Dupre, B. Szlag, P. Cheben, D. Fowler, S. Guerber, M. Dado, E. Cassan, D. Marris-Morini, F. Boeuf, and L. Vivien: „Low-loss on-chip grating couplers engineered using subwavelength-structured metamaterials”, In Proc.: 11th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics 2020 (META 2020), Warsaw, Poland, July 2021.
- [14] D. Benedikovic, G. Aubin, L. Viro, J.-M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, M. Dado, E. Cassan, D. Marris-Morini, J.-M. Fedeli, F. Boeuf, B. Szlag, and L. Vivien: „Heterostructured silicon-germanium-silicon p-i-n avalanche photodetectors for chip-integrated optoelectronics”, The European Optical Society Annual Meeting 2021 (EOSAM 2021), Rome, Italy, September 2021.
- [15] D. Benedikovic, L. Viro, G. Aubin, J. – M. Hartmann, F. Amar, X. Le Roux, C. Alonso-Ramos, E. Cassan, D. Marris-Morini, P. Crozat, F. Boeuf, J. – M. Fédéli, Ch. Kopp, B. Szlag, and L. Vivien: „Silicon-Germanium Heterojunction Photodetectors for On-Chip Optoelectronics and Communications”, In Proc.: 17th IEEE International Conference on Group IV Photonics 2021 (GFP 2021), Malaga, Spain, December 2021.
- Vedecké monografie súvisiace s riešeným projektom:
- [16] P. Kamencay, R. Hudec, M. Benčo, R. Radil, M. Radilová: „3D rekonštrukcia a lokalizácia biomedicínskych dát v 3D priestore”, Vedecká monografia, Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií, FEIT ŽU v Žiline, 2021.

Uplatnenie výsledkov projektu

Ciele projektu priamo reagujú na výzvu zameranú na posilnenie systému pripravenosti a rýchlej reakcie SR na biologické (pandemické COVID-19) ohrozenia verejného zdravia so zameraním na epidemiologické postupy a dohľad nad infekčnými chorobami. Vláda SR tiež schválila „Stratégiu výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu SR (RIS3)“. Jedným z jej hlavných zameraní je priemysel 21. storočia so zameraním na informačné služby. Okrem toho je bezpečnosť jedným z cieľov výskumného programu H2020 Európskej komisie. Výsledný systém bude možné používať pri vchodoch do verejných a súkromných budov nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí. Na základe tohto bolo taktiež cieľom projektu

rozpoznávanie a klasifikácia neštandardného správania osôb pri vstupe do budov a na verejných priestranstvách.

Projektové riešenie DOLORES.AI má viacero ekonomických výhod z rôznych hľadísk použitia. Sociálny vplyv na spoločnosť - inteligentné monitorovanie vstupu môže v kritických virologických situáciách rapídne zvýšiť úspešnosť boja proti vírusom. Hospodársky dopad - cieľom projektu je byť lacný a cenovo dostupný dokonca aj pre malé podniky. Ďalší ekonomický prínos budú efektívnejšie a jednoduchšie bezpečnostné a lekárske služby. Posilnenie postavenia Slovenskej republiky v bezpečnostných systémoch môže mať pozitívny vplyv na HDP Slovenska so silným potenciálom pre implementáciu systému v zahraničí.

Úspešná realizácia projektu bude mať potenciálne pozitívny celospoločenský dopad.

Predpokladá sa posilnenie pozície SR v oblasti bezpečnostných systémov, čo v konečnom dôsledku môže mať priaznivý vplyv na rast HDP v SR so silným potenciálom pre implementáciu systému v zahraničí.

Výskumný tím spolupracoval so spoločnosťou SPEDOS-Slovensko, spol. s r.o., ktorá je jedným z lídrov v oblasti prístupových systémov v Slovenskej republike. Táto spoločnosť je potenciálnym koncovým používateľom výsledkov (dohoda je podpísaná). Toto zabezpečí použiteľnosť navrhnutého riešenia v praxi. Taktiež bola dohodnutá spolupráca s ordináciou SolidCare, s.r.o. - MUDr. Mária Dúhová (zber dát).

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

V rámci riešenia projektu a publikovaných príspevkov bola navrhnutá optimálna architektúra umelej neurónovej siete hlbokého učenia pre inteligentnú analýzu dát. Taktiež bol vytvorený modul pre import a predspracovanie dát. Presnosť vybranej architektúry bola experimentálne overená na súbore testovacích dát (vytvorená testovacia databáza).

Nadstavbou k hardvérovému riešeniu a ďalším prínosom v projekte bolo vytvorenie centralizovaného systému pre zber, vyhodnocovanie a vizuálne zobrazenie zozbieraných dát. Táto úloha pozostávala zo štyroch častí. Prvou časťou bolo správne navrhnutie a vytvorenie potrebnej infraštruktúry pre prepojenie hardvérových súčastí. Hlavný dôraz bol kladený na využitie už existujúcej infraštruktúry LAN a WiFi. Druhá časť bola zameraná na vytvorenie optimálneho databázového modelu pre uchovanie štruktúrovaných aj neštruktúrovaných dát s možnosťou jednoduchého rozširovania do budúcnosti. Treťou časťou bol návrh a vytvorenie API (Application programming interface) rozhrania pre zabezpečený prístup k centralizovaným dátam uložených v databáze. V rámci poslednej časti bola vytvorená web aplikácia, ktorá bude slúžiť na administráciu hardvérových súčastí, používateľov s pokročilým spracovaním a vizualizáciou zozbieraných údajov z meracích jednotiek.

V rámci celej doby riešenia projektu bolo publikovaných 17 príspevkov (z toho dve práce publikované v rámci popularizačnej aktivity, 4 príspevky v karentovaných vedeckých časopisoch v zahraničí, 2 príspevkov v zborníkoch v SR a 9 príspevkov v zborníkoch v zahraničí). V rámci riešenia projektu bola vytvorená vedecká monografia. Taktiež bolo podaných 6 príspevkov, ktoré sú momentálne v recenznom konaní. S projektom súviseli dve riešené doktorandské práce, jedna obhájená bakalárska práca a tri obhájené diplomové práce.

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

As part of the project solution and published contributions, the optimal architecture of an artificial deep learning neural network for intelligent data analysis was designed. A module for importing and pre-processing data has also been created. The accuracy of the selected architecture was experimentally verified on a set of test data (created test database). An extension to the hardware solution and other benefits in the project was the creation of a centralized system for the collection, evaluation and visual display of the collected data. This task consisted of four parts. The first part was the correct design and creation of the necessary infrastructure for interconnecting hardware components. The main emphasis was placed on the use of the already existing LAN and WiFi infrastructure. The second part was focused on creating an optimal database model for storing structured and unstructured data with the possibility of easy expansion into the future. The third part was the design and

creation of API (Application programming interface) interface for secure access to centralized data stored in the database. In the last part, a web application was created, which will be used for the administration of hardware components, users with advanced processing and visualization of data collected from measuring units.

A total of 17 papers throughout the project were published (two papers published as part of a popularization activity, 4 papers in foreign peer-reviewed current scientific journals, 2 papers in proceedings in the Slovak Republic and 9 papers in foreign proceedings). A scientific monograph was created as part of the project. There were also 6 contributions that are currently under review. The project is related to two doctoral theses, one defended bachelor's thesis and three defended diploma theses.