

Záverečná karta projektu

Názov projektu **Odolné mobilné siete na doručovanie obsahu** Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0208**

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Ján Papaj, PhD.**
Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Slovenská republika

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

neudelené/nepodané

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

- Oravec, J.-Ovseník, L.-Papaj, J.: An Image Encryption Algorithm Using Logistic Map with Plaintext-Related Parameter Values. In: Entropy, Basel (Switzerland), Vol. 23, no. 11 (2021), 1373, pp. 1-22. <https://doi.org/10.3390/e23111373> (IF: 2.587, Q2).
- Oravec, J.-Ovseník, L.-Papaj, J.: An Image Encryption Algorithm with a Plaintext-related Quantisation Scheme. In: IET Image Processing, London (Great Britain), Vol. 15, no. 9 (2021), pp. 1-17. (IF: 2,481, Q3).
- Oravec, J.-Ovseník, L.-Turán, J.-Huszaník, T.: Mitigating Drawbacks of Logistic Map for Image Encryption Algorithms. In: Computing and Informatics, Bratislava (Slovakia), Vol. 39, no. 6 (2020), pp. 1250-1281. (IF: 0430, Q4).
- Hrabčák, D.-Papaj, J.-Doboš, L.-Ovseník, L.: Multilayered Network Model for Mobile Network Infrastructure Disruption, In: Sensors, Basel (Switzerland): Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Vol. 10, No.19 (2020), pp.1-34. (IF: 3.275, Q2).
- Haluška, R.-Šuľaj, P.-Ovseník, L.-Marchevský, S.-Papaj, J.-Doboš, L.: Prediction of Received Optical Power for Switching Hybrid FSORF System. In: Electronics, Basel (Switzerland): Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Vol. 9, no. 8 (2020), pp. 1-14, (IF: 2.412, Q2).
- Nezník, D.-Papaj, J.-Doboš, L.: Smart Radio Resource Management for Content Delivery Services in 5G and Beyond Networks, In: Mobile Information Systems, Hindawi, Vol.2020 (2020), pp.1-14. (IF: 1.508, Q4).
- Ovseník, L.-Turán, J.-Uszaník, T.-Oravec, J.-Kováč, O.-Oravec, M.: Image Encryption Algorithm with Plaintext Related Chaining, In: Computing and Informatics. Vol. 38, no. 3 (2019), pp. 647 – 678. ISSN 1335-9150 (IF:0430, Q4).

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky získané pri riešení projektu umožňujú široké možnosti nasadenia navrhnutého modelu nielen vo vedeckej komunite, ale aj v reálnom prostredí. Dosiahnuté výsledky poskytujú ucelený pohľad na problematiku viacpreskokových sietí, ktoré k svojej činnosti nevyžadujú infraštruktúru. Ich nasadenie sa predpokladá najmä v sieťach piatej a šiestej generácie, kde budú využívané ako jedna z kľúčových technológií na prenos IoT dát. Z pohľadu výskumných a vedeckých aktivít poskytujú získané výsledky nové možnosti vedeckého skúmania nasadenia navrhovaného riešenia pre viacpreskokové siete 5. a 6. generácie. Získané výsledky zároveň otvárajú nové možnosti využívania a aplikovania rôznych vedeckých oblastí, ako je napríklad umelá inteligencia s cieľom optimalizovať dané riešenia z pohľadu efektívnosti, spoľahlivosti a bezpečnosti. Následne sa môžu využiť v krízových situáciách vyvolaných nielen živelnými katastrofami, ale aj v oblastiach s infraštruktúrou, kde budú poskytovať odolnú dátovú komunikáciu. Výsledky projektu sú významné a majú široké možnosti využitia a nasadenia aj z pohľadu pandémie COVID-19. Výsledky projektu poslúžia ako základ nových projektov APVV a VEGA. Z pohľadu praktického využitia výsledky projektu majú aj široké praktické uplatnenie. Navrhované riešenia možno využiť v oblasti rozličných inteligentných komunikačných technológií, inteligentných miest, inteligentných parkovacích a dopravných systémov.

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

Projekt bol zameraný na základný výskum oblasti odolnej dátovej komunikácie využívajúcej mobilné viacpreskokové siete bez potreby využívania infraštruktúry nielen v krízových situáciách. Navrhol sa model viacpreskokovej siete (VSM), ktorý integruje rozličné typy viacpreskokových sietí (MANET, DTN, DRONET a WSN). Vytvorený model umožňuje prenos dát nielen v rámci jednotlivých sietí, ale aj medzi jednotlivými sieťami. Pomocou navrhnutých algoritmov sa uskutočnil nielen prenos dát, ale tieto algoritmy slúžili aj na efektívne využívanie dostupného komunikačného spektra prostredníctvom fuzzy logiky, teórie hier a iných inteligentných metód. Projekt sa venoval aj problematike výskumu hybridných FSO/RF liniek v senzorových sieťach, ktoré sú súčasťou navrhnutého modelu VSM. Skúmali sa metódy prepínania, získavania a zaznamenávania dát, ktoré sú potrebné pre správnu predikciu prepínania liniek na báze strojového učenia (napr. RSSI), na návrh automatizovaného učiaceho sa systému pre tvrdé prepínanie linky na báze strojového učenia, ako aj na návrh automatizovaného učiaceho sa systému pre tvrdé prepínanie hybridnej FSO/RF linky. Pozornosť sa venovala aj problematike využívania DRONET sietí na prenos a doručovanie informačného obsahu medzi danou sieťou a modelom VSM. Navrhli sa algoritmy spracovania viacpohľadového videa, ktoré bude slúžiť nielen na prenos dát medzi cloudom a VSM, ale bude využité aj ako antikolízny systém s aplikovaním virtuálnej reality. Všetky vytýčené vedecké ciele projektu boli splnené. Výsledky boli publikované v 7 karentovaných a indexovaných publikáciách a prezentované na viacerých medzinárodných a domácich konferenciách.

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

The project was focused on basic research in the area of resilient data communication using mobile multi-hop networks without the need to use infrastructure, not only in crisis situations. A multi-hop network model (VSM) was proposed that integrates different types of multi-hop networks (MANET, DTN, DRONET and WSN). The created model allows data transmission not only within individual networks but also between individual networks. Using of the proposed algorithms, not only data transmission was accomplished. These algorithms were also used to efficiently utilize the available communication spectrum through fuzzy logic, game theory and other intelligent methods. The project also addressed the research issue of hybrid FSO/RF links in sensor networks, which are the part of the proposed VSM model. The methods for switching, acquiring and recording data required for proper prediction of machine learning based on link switching (e.g., RSSI), for designing an automated learning system for machine learning based on hard link switching, as well as for designing an automated learning system for hard link switching of hybrid FSO/RF link were investigated. Attention has also been paid to the issue of using DRONETs to transfer and

deliver information content between a given network and a VSM model. Multi-view video processing algorithms were submitted, which will not be used only for data transfer between the cloud and the VSM, but also be used as an anti-collision system with virtual reality application. All the set scientific objectives of the project have been met. The results have been published in 7 current content and indexed journals and presented at several international and national conferences.