

Charakterizace nelineárních elektromagnetických prostředí a jejich korelace s bezpečnostní architekturou

Characterization of Nonlinear Electromagnetic Environments and their Correlation with Safety Architecture

(Pozn: povinně uvést název i v angličtině)

Studijní program: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Ústav fakulty: Ústav bezpečnostního inženýrství

Školitel: prof. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Konzultant: Ing. Stanislav Kovář, Ph.D.

Anotace:

Tato disertační práce se zabývá vývojem matematických a fyzikálních rámců pro charakterizaci a predikci chování komplexních elektromagnetických prostředí v silně urbanizovaných i rurálních oblastech. Práce vychází z teze, že elektromagnetické prostředí není statickým pozadím, nýbrž dynamickým informačním polem, jehož stochastické vlastnosti lze využít pro zvýšení situační uvědomělosti v rámci fyzické bezpečnosti. V první fázi výzkum definuje metodologii pro rozlišení mezi rurálními a urbánními EM signaturami s využitím stochastické geometrie a Poissonových procesů pro modelování útlumu signálu a interferenčních polí v členité zástavbě. Druhá fáze se zaměřuje na identifikaci konkrétních elektronických prvků pomocí radiofrekvenčních otisků. Práce navrhuje využití neuronových sítí k extrakci hardwarově inherentních imperfekcí, které umožňují unikátní identifikaci zařízení bez nutnosti přístupu k vyšším komunikačním vrstvám. Třetí část výzkumu zkoumá korelaci mezi elektromagnetickými fluktuacemi a lidskou přítomností. S využitím modelování intervalů mezi událostmi signálů jako superpozice Renewal procesů je navržen algoritmus pro pasivní počítání osob a rozpoznávání aktivit skrze překážky. Závěrečná syntéza integruje tyto poznatky do modelu, který definuje nové bezpečnostní metriky založené na spektrální hustotě a anomáliích v EM pozadí.

Hlavní oblasti výzkumu zahrnují:

- Studium teoretických přístupů ke stochastické charakterizaci nelineárního šíření vln v komplexních urbánních a rurálních prostředích.
- Návrh metodik pro extrakci radiofrekvenčních otisků umožňujících unikátní identifikaci elektronických entit.
- Analýzu korelací mezi časově-prostorovými fluktuacemi elektromagnetického pole a dynamickými parametry lidské populace v chráněném prostoru.
- Vývoj integračního rámce umožňující detekci anomálií a predikci bezpečnostních hrozeb v reálném čase.

Literatura:

1. GONTIER, Quentin. A Stochastic Geometry Approach to EMF Exposure Modeling. IEEE Access. 2021, vol. 9, s. 1-15.
2. DEPATLA, Saandeep a Yasamin MOSTOFI. Crowd Counting Through Walls Using WiFi RSSI Inter-Event Times. In: 2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom). IEEE, 2018, s. 1-10.

3. IANNIZZOTTO, Giancarlo; LO BELLO, Lucia a NUCITA, Andrea. Passive Indoor People Counting by Bluetooth Signal Deformation Analysis with Deep Learning. Online. Applied Sciences. 2025, vol. 15, no. 11, s. 6142. ISSN 2076-3417.
4. AN, Jianping; TAO, Yi; ZHANG, Xiaorui; HUA, Zizheng; WANG, Shuai et al. Electromagnetic situation awareness and modeling for space–air–ground integrated networks. Online. National Science Review. 2025, vol. 13, no. 1. ISSN 2095-5138.
5. WIŚNIOŚ, Michał; MAZUR, Michał; PAŚ, Jacek; ŁUKASIAK, Jarosław Mateusz; GLADYS, Sylwester et al. Operation of Electronic Security Systems in an Environment Exposed to Conducted and Radiated Electromagnetic Interference. Online. Electronics. 2025, vol. 14, no. 14, s. 2851. ISSN 2079-9292.