

## Téma a tézy inauguračnej prednášky

### Decentralizované moderné komunikačné siete s prvkami vybraných algoritmov umelej inteligencie

V súčasnosti sme svedkami dopytu po náraste prenosových rýchlosti v komunikačných sieťach, poklesu latencie prenosu, ako aj vzniku nových služieb (virtuálna realita, zmiešaná realita). Tieto faktory vytvárajú pozitívny tlak na operátorov a štandardizačné komisie pre potrebu neustálych inovácií existujúcej infraštruktúry. Trend výmeny jednotlivých generácií komunikačných systémov (známe ako 3G, 4G, 5G atď.) je charakterizovaný mohutnými zmenami v rámci jednotlivých vrstiev OSI modelu, ako aj zmenami v základnej infraštruktúre sietí. Kým v minulosti bola infraštruktúra siete ako aj bazálne parametre prenosu určované klasickými optimalizačnými prístupmi, v súčasnosti je možné tvrdiť, že tieto prístupy sú predovšetkým vo vedeckých štúdiách implementované metódami umelej inteligencie. Prenosová sieť sa stáva pomerne zložitým systémom, ktorý pozostáva z veľkého množstva malých bazových staníc s časovo premenlivou aktivitou v rámci dynamicky alokovaného frekvenčného spektra. Umiestnenie malých bazových staníc rešpektuje trendy v mobilite obyvateľstva, ich aktivitu ako aj dopyt po službách. Optimalizáciu takto definovanej siete je možné matematicky vyjadriť ako multi-kriteriálnu optimalizáciu viacerých činiteľov siete, pričom ako vhodným matematickým aparátom riešenia tohto problému sa javia metódy umelej inteligencie, ako napr. *Bayesovský optimalizátor*, či iné heuristické metódy.

Ďalším trendom v oblasti komunikačných sietí je dopyt po službách v *cloud* (*cloud services*), ako aj nová evolúcia v tejto oblasti, t.j. siete založené na *výpočtoch na hrane* (*edge computing*). Dôležitosť a opodstatnenosť tohto typu sietí je možné pozorovať predovšetkým pri nových typoch služieb ako napr. hranie počítačových hier v *cloud*e, prípadne zmiešanej realite. V tomto prípade je snahou komunikačnej siete inteligentne distribuovať jednotlivé výpočtové úlohy medzi rozlične vyťaženými uzlami komunikačnej siete, pričom dôraz je kladený predovšetkým na znižovanie latencie siete. V tomto type sietí evidujeme množstvo vedeckých oblastí výskumu, pričom medzi prioritné je možné radiť optimalizáciu topológie sietí založených na výpočtoch na hrane, ako aj optimalizáciu HW prostriedkov na jednotlivých sieťových elementoch. Na základe prehľadu problematiky v tejto oblasti je možné tvrdiť, že aj v tomto prípade je vhodným matematickým aparátom na riešenie takýchto typov úloh aplikácia metód strojového učenia ako pod-oblasti umelej inteligencie.

Združujúcim elementom pre vybrané diskutované problémy je očakávaná decentralizácia komunikačnej siete. Výber operátora, cenotvorba, ako aj požadovaná dátová priepustnosť budú v budúcnosti určované v reálnom čase využitím inteligentných softvérových agentov. Týmto spôsobom bude zabezpečená liberalizácia trhu v komunikačných sieťach, pričom sekundárnym javom sprevádzajúcim túto transformáciu bude zvýšenie kvality služby pre zákazníka (*QoS*, z. ang. *Quality of Service*). Na druhej strane je nutné poznamenať, že samotné finančné transakcie prebiehajúce v reálnom čase bude nevyhnutné technologicky zabezpečiť (t.j. bezpečnosť finančných transakcií, integrita dát, ako aj nevyhnutnosť odhaliť podvodné transakcie vedúce napr. k zahlteniu siete). Veľmi sľubným riešením sa v budúcnosti javí

decentralizovaná technológia *blockchain*, ktorá umožňuje zabezpečiť dané predpoklady, ako aj umožňuje rýchle potvrdzovanie finančných kontraktov (t.j. v reálnom čase).

Synergický dopad implementácie hore-uvodených prístupov, ako aj ďalších pokrokov na poli komunikačných sietí dokáže v budúcnosti pokryť neustály nárast po nových službách v rámci očakávanej implementácie *Industry 4.0*, či *Internetu vecí (Internet of Things)* a *Internetu všetkého (Internet of Everything)*.

Cieľom inauguračnej prednášky je prezentovať systematický výskum a vývoj v oblasti prevádzkových vlastností komunikačných sietí a ich implementácie. Prednášku je formálne možné rozdeliť do nasledujúcich téz:

- Techno-ekonomické charakteristiky komunikačných sietí budúcnosti
- Výskum v oblasti implementácie rozličných foriem umelej inteligencie do komunikačných sietí
- Návrh decentralizovanej komunikačnej siete využitím technológie *blockchain*
- Smerovanie ďalšieho výskumu

V Košiciach, 22.06.2021,

doc. Ing. Juraj Gazda, PhD. v.r.