

Wprowadzana obecnie na całym świecie piąta generacja telefonii komórkowej (5G), jak również coraz bardziej powszechna szósta generacja rozwiązań z zakresu sieci lokalnych (IEEE 802.11ax, znana także jako WiFi-6), oferują swoim klientom bardzo zaawansowane rozwiązania w zakresie bezprzewodowej transmisji danych. Zastosowane techniki pozwalają z jednej strony zagwarantować bardzo duże przepływności danych, z drugiej natomiast pozwalają na coraz lepsze dostosowanie się do różnorodnych oczekiwań użytkowników. W obu systemach bardzo dużą rolę w zapewnieniu wysokiej prędkości transmisji o wymaganej wysokiej jakości stanowi wykorzystanie wielu anten po stronie nadawczej i po stronie odbiorczej, znane powszechnie pod hasłem MIMO (ang. Multiple-Input Multiple-Output). Jeśli liczba elementów antenowych jest duża, mówimy wówczas o tzw. rozwiązaniu massive MIMO. W praktyce trudno sobie wyobrazić zamontowanie kilkudziesięciu anten w smartfonie czy komputerze przenośnym, dlatego rozwiązanie to raczej przewidziane jest głównie w odniesieniu do stacji bazowych.

Okazuje się jednak, że pomysł z wykorzystaniem wielu pasywnych lub aktywnych elementów w jednej macierzy można w bardzo ciekawy sposób rozszerzyć i wykorzystać poza stacją bazową. Mianowicie, w ostatnich latach ogromnym zainteresowaniem w świecie naukowym cieszy się koncepcja inteligentnych matryc antenowych (lub rekonfigurowalnych powierzchni odbijających), które składają się z setek lub nawet tysięcy elementów wytworzonych z tzw. meta-materiałów. Wspomniane meta-materiały są w istocie małymi elementami np. elektronicznymi, które poprzez odpowiednie sterowanie z poziomu kontrolera, mogą wpływać na zachowanie się padającego na matrycę sygnału. Takie rekonfigurowalne powierzchnie mogą być umieszczone w różnych miejscach w otaczającym nas środowisku – np. na ścianach budynków, umożliwiając przekierowanie sygnału w dowolne miejsce. Takie właściwości otwierają zupełnie nowe pola do prowadzenia badań nad dalszym zwiększaniem efektywności systemów bezprzewodowych. Można sobie wyobrazić, że dzięki umieszczeniu takich płaszczyzn odbijających na narożniku budynku można przekazać sygnał do użytkowników, którzy znajdują się poza zasięgiem sygnału (tzn. w ulicy za budynkiem). Dodatkowo bardzo obiecujący jest także przypadek zastosowania takich płaszczyzn do minimalizowania zakłóceń radiowych – płaszczyzna dzięki swoim możliwościom wpływania na transmisję sygnału może zupełnie rozproszyć sygnał zakłócający. Innymi słowy dla sygnału oczekiwanego płaszczyzna działałaby jak lustro, a dla zakłóceń – jak nieodbijająca ściana. Z perspektywy architektonicznej płaszczyzny takie mogłyby być w przyszłości wykonane w taki sposób, aby stapiały się z otaczającą architekturą. Jednak efektywne wykorzystanie możliwości oferowanych przez umieszczenie w otaczającym nas środowisku płaszczyzn odbijających jest warunkowane wiarygodnym przekazywaniem informacji sterujących do kontrolera matrycy. To kontroler bowiem jest odpowiedzialny za odpowiednią modyfikację meta-elementów płaszczyzny tak, aby osiągnąć wybrany cel. Przy setkach czy tysiącach takich elementów ilość wymaganych danych sterujących może być bardzo duża, tak duża, że sterowanie płaszczyzną w czasie rzeczywistym stanie się niemożliwe. Problem się powiększa, gdy liczba płaszczyzn wzrośnie do dwóch lub kilku. Z tego powodu konieczne wydaje się wykorzystanie uczenia maszynowego i dostępu do bogatej informacji kontekstowej o środowisku, aby umieć sterować płaszczyznami przy ograniczonej ilości informacji sterującej.

Ostatnią bardzo ciekawą obserwacją poczynioną w ostatnich kilku latach w kontekście do płaszczyzn odbijających jest wykorzystanie elementów holografii do transmisji sygnałów. W tym niezwykle nowatorskim podejściu w transmisji sygnałów sugeruje się obserwację minimów i maksimów sygnału wytworzonych z perspektywy odbiornika właśnie dzięki obecności matryc inteligentnych.

Wszystkie te intrygujące naukowo obserwacje stały się podstawą do zaproponowania projektu badawczego, którego głównym celem jest skupienie się na wykorzystaniu dostępu do bogatej informacji o środowisku i otoczeniu do sterowania inteligentnymi płaszczyznami z użyciem uczenia maszynowego. Poza tym działaniem w ramach projektu zbadane zostaną możliwości usprawnienia trzech ważnych aspektów systemów bezprzewodowych takich jak zrównoważone wykorzystanie zasobów (ograniczenie do niezbędnego minimum wszelkich używanych zasobów związanych z użyciem matryc, a także rozważenie zasilania matryc ze źródeł odnawialnych), dynamiczny dostęp do pasma częstotliwościowego czy ulepszenie jakości komunikacji pomiędzy pojazdami czy pomiędzy dronami. W każdym z tych obszarów inteligentne matryce mogą doprowadzić do istotnego polepszenia wydajności systemu bezprzewodowego. Odrębnym obszarem będzie badanie możliwości realizacji komunikacji holograficznej, niezwykle nowatorskiego podejścia do transmisji sygnałów. Dodatkowo, prace teoretyczne będą potwierdzone za pomocą realizacji eksperymentu sprzętowego, w którym zbadane zostanie wpływ rzeczywistego środowiska na badane rozwiązania.