

## Jakość obsługi w aplikacjach Internetu Rzeczy wykorzystujących systemy antenowe wielkiej skali

Pierwsze komercyjne instalacje systemów sieci mobilnych następnej generacji (5G) stały się już faktem, przynosząc ze sobą wzrost pojemności sieci na niespotykaną dotąd skalę, pozwalającą na wprowadzenie nowych, przełomowych aplikacji. Faktem jest jednak, że większość z tych aplikacji, zapowiadanych już w oryginalnej wersji systemu 5G, nie doczekała się realizacji w jego pierwszym wydaniu. Dotyczy to głównie aplikacji o specyficznych wymaganiach na jakość obsługi, przekładających się na rygorystyczne wymagania dotyczące różnych aspektów wydajności sieci.

W szczególności, niektóre nowe aplikacje wymagają wyjątkowo wysokiej niezawodności, jak również wyjątkowo niskich opóźnień. Przykładami takich aplikacji są samochody autonomiczne, chirurgia na odległość, czy sterowanie maszynami w fabrykach. Inne aplikacje charakteryzują się z kolei dużą liczbą podłączanych urządzeń (np. czujników) w obrębie Internetu Rzeczy; wymienić tu można inteligentne miasta, nadzorowanie upraw rolnych, czy usługi logistyczne. Trudność związana z tego typu aplikacjami polega na konieczności podziału zasobów radio-owych na wiele małych elementów, obsługujących poszczególne urządzenia przy zachowaniu wysokiej sprawności energetycznej systemu.

Jedną z podstawowych technologii umożliwiających efektywne działanie nowych aplikacji w 5G są systemy antenowe massive multiple-input-multiple-output (MIMO) składające się z układów dziesiątek, a nawet setek anten, gdyż właśnie takie wielkoskalowe technologie antenowe są potencjalnym remedium na wyśrubowane wymagania na jakość obsługi w Interencie Rzeczy. Wielka liczba anten zapewnia dywersyfikację przestrzenną, dzięki której można uzyskać wysoką niezawodność, jak również wielokrotnie zwiększyć liczbę obsługiwanych urządzeń dzięki jednoczesnej realizacji wielu połączeń, co, skoro urządzenia nie będą zmuszone zbyt długo czekać na dostęp do kanału, zapewni odpowiednio niskie opóźnienia. Jak dotąd jednak, brak jest zestawu algorytmów i protokołów służących do alokacji zasobów i szeregowania transmisji, które byłyby wystarczające do zaspokojenia różnorodnych wymagań stawianych przez Internet Rzeczy. Co więcej, w swoich kolejnych generacjach koncepcja massive MIMO będzie ewoluować w kierunku jeszcze bardziej zaawansowanych technologii, takich jak cell-free massive MIMO czy rozległe powierzchnie inteligentne, w których układy antenowe (wbudowane na przykład w ściany czy sufity pomieszczeń) zapewnią masowy dostęp do Sieci. Instalacja takich rozproszonych, skoordynowanych układów antenowych umożliwi dalsze zwiększenia niezawodności oraz przepustowości systemu, jednocześnie zmniejszając opóźnienia i zużycie energii.

Niemniej jednak, zważywszy na fakt, że omawiane technologie są dopiero w początkowym stadium swojego rozwoju, ich efektywne wykorzystanie wymaga rozwiązania wielu problemów. Przedstawiony projekt koncentruje się na rozwijaniu rozwiązań zapewniających spełnienie omówionych powyżej wymagań na jakość obsługi aplikacji. W tym celu będą użyte zaawansowane techniki optymalizacyjne, które posłużą do opracowania algorytmów alokacji zasobów oraz szeregowania transmisji w systemach antenowych wielkiej skali. Po zaimplementowaniu, algorytmy te zostaną przetestowane w ramach studiów numerycznych, jak również studiów symulacyjnych wykonanych za pomocą symulatora dla systemów antenowych wielkiej skali stworzonego w ramach projektu.