

W czasach ogromnego i wciąż rosnącego zapotrzebowania na usługi bezprzewodowe niezwykle istotnym zagadnieniem są ograniczone zasoby widmowe. Użytkownicy sieci telekomunikacyjnej potrzebują co raz bardziej wymagających usług. Nie jest już wystarczające zapewnienie możliwości transmisji głosu i prostych wiadomości tekstowych. Przesyłanie prostych obrazów czy filmów również nie jest już wystarczające. Dzisiejsze usługi bezprzewodowe wymagają przesyłania wielokrotnie więcej danych – transmisja filmów w jakości 4K, strumieniowanie treści o podobnej jakości, gry sieciowe wymagające bardzo małych opóźnień. Dodając do tego rosnące oczekiwania użytkowników dotyczące jakości i stabilności usług, a dodatkowo znaczne spopularyzowanie urządzeń mobilnych z dostępem do sieci uwidacznia się wiele problemów dotyczących widma radiowego. Korzystamy bowiem z tych samych ograniczonych zasobów widmowych, jednak oczekując co raz więcej. Pozornie najprostszym rozwiązaniem przedstawionego problemu jest wykorzystanie wyższych (nie wykorzystywanych dotychczas) fragmentów pasma. Podejście to wiąże się jednak z bardzo skomplikowanym środowiskiem radiowym i mniejszymi zasięgami transmisji. Jednakże można spojrzeć na ten problem z innej strony – to znaczy przeanalizować sposób wykorzystania aktualnie używanych fragmentów pasma. Taka analiza pokazuje, że wiele z teoretycznie zajętych fragmentów pasma radiowego jest niewykorzystywanych. Sytuacja ta podyktowana jest przede wszystkim sposobem przydzielania widma na poszczególne zastosowania w drodze przetargu. Efektem takiego podejścia jest niejako rezerwacja zasobów widmowych z których ostatecznie nikt nie korzysta. W tym miejscu należy wspomnieć o współdzieleniu widma, które jest skutecznie realizowane od wielu lat. Współdzielenie widma pozwala wielu użytkownikom korzystać z tych samych zasobów radiowych przy zachowaniu pewnych wspólnych zasad. Rozwiązanie to zapewnia dostęp do usług dla większej liczby użytkowników niż w przypadku statycznego dostępu do widma. Jednakże rozwiązanie to nie jest pozbawione wad i nie we wszystkich sytuacjach będzie skuteczne. Bardziej zaawansowanym rozwiązaniem są systemy dynamicznego dostępu do widma, które na podstawie aktualnej zajętości widma podejmują decyzję o dostępie do widma. Takie podejście zapewnia zarówno dostęp do usług użytkownikom pierwotnym określonego pasma, natomiast umożliwi także dostęp do tego samego pasma użytkownikom nielicencjonowanym – w przypadku nieobecności użytkowników pierwotnych lub z zapewnieniem odpowiedniej ochrony tych użytkowników. Rozwiązanie to pozwala na dużo bardziej efektywne zarządzanie zasobami widmowymi. Niestety wprowadzanie dodatkowej inteligencji do takiego systemu wiąże się z znacznym zwiększeniem jego złożoności. Dodatkowo niezbędnym jest zapewnienie poprawnej i niezawodnej detekcji użytkownika pierwotnego, gdyż podstawa działania systemu opiera się właśnie na zróżnicowaniu procesu przydziału zasobów w zależności od obecności użytkowników pierwotnych. Sam proces detekcji użytkowników nie jest niezawodny, dlatego prowadzi się prace nad wspomaganiami tego procesu z użyciem uczenia maszynowego. W przypadku dużych i gęstych sieci pojawia się jednak problem z danymi przesyłanymi w celu realizacji procesu uczenia maszynowego. Problem ten dotyczy zarówno ilości przesyłanych dodatkowych danych, które wpływają choćby na zużycie baterii urządzenia końcowego, w ogólności przesyłanie dodatkowych informacji pomniejsza ilość danych użytkownika, które można byłoby wysłać w tym samym czasie. Dodatkowym problemem jest również prywatność przesyłanych danych, gdyż dane użytkownika opuszczają urządzenie użytkownika i są dalej używane w innym miejscu sieci w procesie uczenia maszynowego. W tym projekcie głównym celem jest sprawdzenie potencjalnego rozwiązania wspomnianego problemu, czyli wykorzystania federacyjnego uczenia maszynowego w procesie detekcji transmisji użytkowników pierwotnych. Federacyjne uczenie maszynowe jest algorytmem rozproszonym i zakłada przesyłanie jedynie parametrów modelu wytworzonego w procesie uczenia maszynowego, zamiast danych użytkownika. Redukuje to ilość przesyłanych informacji i zwiększa bezpieczeństwo danych użytkownika. Jednakże nie jest możliwe uzyskanie takich samych wyników jak w przypadku wykorzystania klasycznych metod uczenia maszynowego, gdyż algorytm nie ma dostępu do wszystkich danych. W ramach tego projektu planowane jest zaproponowanie algorytmu uczenia federacyjnego bez węzła centralnego oraz z węzłem centralnym i zbadanie wpływu zastosowanego algorytmu na jakość detekcji i ogólne działanie systemu dynamicznego przydziału widma. Planowane badania polegają na implementacji symulacji sieci radiowej z kilkoma węzłami i urządzeniami pierwotnymi a następnie sprawdzeniu dla kilku algorytmów uczenia maszynowego zarówno ilości przesyłanych danych dodatkowych jak i skuteczności działania algorytmu detekcji. W kolejnych etapach do opisanej symulacji planowane jest dodanie autorskiego algorytmu uczenia federacyjnego i porównanie go z wcześniejszymi algorytmami. Planowane jest również przeprowadzanie weryfikacji działania proponowanego systemu korzystając z sprzętowej implementacji sieci na uniwersalnych urządzeniach nadawczo-odbiorczych. Spodziewany efekt z przeprowadzonych prac to algorytm uczenia maszynowego, który poprawia działanie detekcji w systemie dynamicznego przydziału widma, o nieznacznie niższej skuteczności niż klasyczne algorytmy uczenia maszynowego, jednakże z znaczącą redukcją ilości przesyłanych informacji dodatkowych.