Komunikacja bezprzewodowa pomiędzy pojazdami w konwoju z wykorzystaniem bogatej informacji kontekstowej i dynamicznego dostępu do widma

Telekomunikacja bezprzewodowa znalazła swoje zastosowanie w wielu obszarach naszego codziennego życia, począwszy od pilotów telewizyjnych czy pilotów do bram garażowych, poprzez CB radio, systemy telewizyjne, komórkowe, systemy WLAN, na łączności satelitarnych kończąc. Jednak ciągły i bardzo dynamiczny rozwój społeczeństwa informacyjnego skutkuje koniecznością znajdowania coraz lepszych rozwiązań w tej dziedzinie. Jednym z haseł przewodnich towarzyszących wprowadzaniu kolejnej, piątej generacji systemów bezprzewodowych jest tzw. wszechobecność (ang. *ubiquity*) komunikacji. Koncepcja ta uwzględnia m.in. dostarczanie usług o bardzo wysokiej niezawodnością, np. w przypadku komunikacji między pojazdami (ang. *V2V – Vehicle-to-Vehicle*) wykorzystywanej do zapewnienia autonomicznego i bezosobowego kierowania konwojem na drodze szybkiego ruchu. W takiej sytuacji grupa jadących za sobą w bliskiej, nawet tylko kilkumetrowej, odległości pojazdów wymienia między sobą informacje sterujące, dzięki czemu możliwy jest autonomiczny ruch całego konwoju bez ingerencji człowieka. Wszelkie procedury, takie jak np. zmiana pasów jezdni (łącznie z użyciem kierunkowskazu), odpowiednio silne hamowanie, wyprzedzanie przeszkody lub innego pojazdu itp., będą możliwe tylko wtedy, kiedy zostanie zagwarantowana niezawodność bezprzewodowego przesyłania wiadomości między pojazdami.

Można jednak zapytać, w jakim celu mamy wprowadzać autonomiczny, bezosobowy ruch? Tak naprawdę jest ich wiele. Skupmy się jednak na aspekcie ekonomicznym. Okazuje się bowiem, na podstawie już przeprowadzonych testów, że rozwiązanie takie może przyczynić się do zwiększenia pojemności dróg, a także do istotnej redukcji zużycia paliwa (nawet do 15%). Efekt ten wynika ze zmniejszenia oporów aerodynamicznych wskutek zminimalizowanej odległości między pojazdami. Zagwarantowanie stabilnej jazdy tzw. „pociągu pojazdów" (ang. *road-train*) na autostradzie pozwala na zmniejszenie zużycia paliwa, co poza aspektem finansowym ma także walory ekologiczne. Zwróćmy jednak uwagę, że ze względu na bardzo małe odległości pomiędzy pojazdami, kluczowe staje się **zagwarantowanie szybkości i niezawodności reakcji systemu sterującego, a także wysokiej dokładności i poprawności przesyłanej bezprzewodowo informacji o najbliższym otoczeniu.** Zaproponowany w literaturze mechanizm kooperacyjnego aktywnego tempomatu (ang. *CACC – Cooperative Adaptive Cruise Control*) znacznie przybliżył realizację tego celu. Jednocześnie jednak użycie rozwiązań bazujących na standardzie IEEE 802.11p do przesyłania danych w systemie inteligentnego transportu ITS (ang. *Inteligent Transportation System*) niesie ze sobą ryzyko wystąpienia blokady kanału transmisyjnego i w konsekwencji uniemożliwienia działania mechanizmu CACC. Jest to znany powszechnie problem, kolokwialnie nazywany „zapchaniem się" sieci bezprzewodowej WiFi (IEEE 802.11b/g/n/ac) w przypadku obecności wielu użytkowników. Rozwiązaniem powyższego problemu byłoby zapewnienie transmisji bezprzewodowej w dobieranym adaptacyjnie paśmie częstotliwościowym o niskiej zajętości w danej lokalizacji, czyli w tzw. białej przestrzeni, ang. *white-space*. W celu dokonania prawidłowego wyboru pasma korzystne wydaje się **pozyskiwanie i przetwarzanie informacji pochodzącej z wielu źródeł** (np. pojazdów, elementów infrastruktury), czyli rozwiązania zwanego z języka angielskiego jako *crowdsensing* i *crowdsourcing*. W szczególności warto zbadać możliwość użycia tzw. **informacji kontekstowej (informacji o otoczeniu) zapisanej chociażby w postaci baz danych.** Przykładowo w procedurze wyboru pasma częstotliwościowego można by uwzględnić różne historyczne rozkłady zajętości pasm częstotliwościowych w zależności od pory dnia czy warunków panujących na drodze (np. trudne warunki pogodowe, roboty drogowe, kolizje będą wpływały na średnie zagęszczenie pojazdów w danym obszarze a przez to na wykorzystanie pasma).

Powyższe obserwacje są podstawą do zaproponowania nowej hipotezy badawczej, bardzo istotnej z punktu widzenia przyszłych systemów realizujących autonomiczny bezosobowy ruch pojazdów w postaci konwoju: **bogata informacja kontekstowa pozwala na zwiększenie niezawodności transmisji bezprzewodowej pomiędzy pojazdami w konwoju w dobranych dynamicznie kanałach transmisyjnych w środowisku szybkozmiennym.** W celu weryfikacji tej hipotezy postanowiono przeprowadzić badania w trzech obszarach tematycznych. Pierwszy z nich dotyczy zagadnień pozyskiwania i przetwarzania informacji o otoczeniu z wielu źródeł różnego typu w celu określenia zajętości odpowiedniego pasma. Drugi obszar badawczy skupia się na optymalizacji metod nadawania i odbioru sygnałów przez grupę współpracujących urządzeń (pojazdów w konwoju) i na opracowaniu modelu transmisyjnego dla komunikacji wewnątrz konwoju dla wybranych pasm częstotliwości. Ostatni obszar dotyka maksymalizacji efektywności dostępu do widma i zapewnieniu ciągłości transmisji (np. podczas przełączania się pomiędzy pasmami częstotliwościowymi). Znalezione w każdym z trzech obszarów zależności teoretyczne będą podstawą do przeprowadzenia końcowego eksperymentu komputerowego symulującego ruch konwoju na autostradzie, wewnątrz którego pojazdy komunikują się bezprzewodowo z wykorzystaniem pasm częstotliwościowych dynamicznie dobranych na podstawie uzyskanej informacji kontekstowej.