

## NOWE WYZWANIA KARTOGRAFII – MAPOWANIE W POJAZDACH MOBILNYCH

Monika Mika<sup>1</sup>

Monika Siejka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: monika.mika@urk.edu.pl

<sup>2</sup> Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: monika.siejka@urk.edu.pl

### WPROWADZENIE

Rola kartografii nabiera nowego wymiaru w kontekście dynamicznie rozwijającej się technologii pojazdów autonomicznych. Mapy, które od wieków dostarczają informacji o otaczającym świecie, stały się fundamentem zaawansowanych systemów nawigacyjnych, wspierającymi precyzyjne odwzorowanie infrastruktury drogowej oraz jej otoczenia. Mapy te stanowią podstawę dla algorytmów decyzyjnych, przyczyniając się do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Rozwój pojazdów autonomicznych stanowi jedno z najważniejszych osiągnięć współczesnej technologii, a kluczową rolę w tym procesie odgrywają zaawansowane systemy nawigacyjne oraz mapy wysokiej rozdzielczości. Pojazd autonomiczny, dzięki wykorzystaniu zróżnicowanych sensorów, eliminuje całkowicie lub częściowo udział kierowcy w procesie jazdy. Ponadto dokonuje inteligentnego wyboru trasy oraz manewrów adekwatnych do aktualnej sytuacji na drodze.

### PRZYKŁAD ZASTOSOWAŃ W POLSCE

Blees sp. z o.o. to polska firma technologiczna, z siedzibą w Gliwicach która realizuje ideę zrównoważonej mobilności i transportu współdzielonego. Od 2019 rozwija pierwszy i jedyny w Polsce autonomiczny minibus będący odpowiedzią na wysokie koszty operacyjne przewoźników, stale rosnący deficyt kierowców oraz wymogi środowiskowe UE. Pojazd Blees BB-1 wykorzystuje system jazdy autonomicznej na 4 poziomie SAE, co oznacza, że jest w pełni zdolny do samodzielnej jazdy i obsługi funkcji pojazdu na rutynowych trasach.

Do 2028 firma planuje uruchomić w pełni autonomiczny minibus, Blees BB-2, który nie będzie wymagał operatora na pokładzie. Druga wersja pojazdu firmy Blees jest tworzona z myślą o pełnej homologacji i dopuszczeniu do ruchu. Jego zarządzanie umożliwi rozwijane obecnie rozwiązanie – centrum zdalnego sterowania, dzięki któremu jeden operator zdalny będzie w stanie nadzorować nawet do 10 pojazdów autonomicznych naraz.

### CZUJNIKI ALGORYTMY SPECYFIKACJA

Sensor	RADAR	LIDAR	Kamera
Zastrowanie	lokalizowanie rozpoznawanie obiektów śledzenie obiektów	lokalizowanie rozpoznawanie otoczenia rozpoznawanie obiektów klasyfikacja obiektów śledzenie obiektów	lokalizowanie rozpoznawanie otoczenia rozpoznawanie obiektów klasyfikacja obiektów rozpoznawanie obiektów drogowych
Deszcz	spadek zasięgu wykrywania spadek wiarygodności otrzymanych danych	spadek współczynnika odbiornowości spadek zasięgu wykrywania spadek liczby wykrywanych punktów zmniejszenie kąta widzenia fantomowych obiektów	pogorszenie jakości obrazu możliwy całkowity paraliż pracy urządzenia zmniejszenie kąta widzenia obiektów
Mgła	spadek zasięgu wykrywania spadek wiarygodności otrzymanych danych	spadek współczynnika odbiornowości znaczny spadek zasięgu wykrywania spadek liczby wykrywanych punktów zmniejszenie kąta widzenia fantomowych obiektów	znaczne pogorszenie jakości obrazu możliwy całkowity paraliż pracy urządzenia zmniejszenie kąta widzenia obiektów
Snieg	spadek zasięgu wykrywania spadek wiarygodności otrzymanych danych	spadek współczynnika odbiornowości spadek zasięgu wykrywania spadek liczby wykrywanych punktów zmniejszenie kąta widzenia fantomowych obiektów powstawanie szumu	znaczne pogorszenie jakości obrazu możliwy całkowity paraliż pracy urządzenia zmniejszenie kąta widzenia obiektów

Rys. 1. Charakterystyka sensorów wykorzystywanych w samochodzie autonomicznym Źródło: Bręgoszowski M. (2022): Samochody autonomiczne, sensory otoczenia i problemy percepcji.

**SPECYFIKACJA:**  
Zasięg 200 km (średnio)  
Moc maksymalna 150 kW  
Maks. pojemność 15 osób  
Promień skrętu 6 m  
Pojemność baterii 58 kWh  
Maksymalna moc szybkiego ładowania (DC) 100 kW



Rys. 2. Minibus firmy Blees. Źródło: <https://blees.co/minibus/>

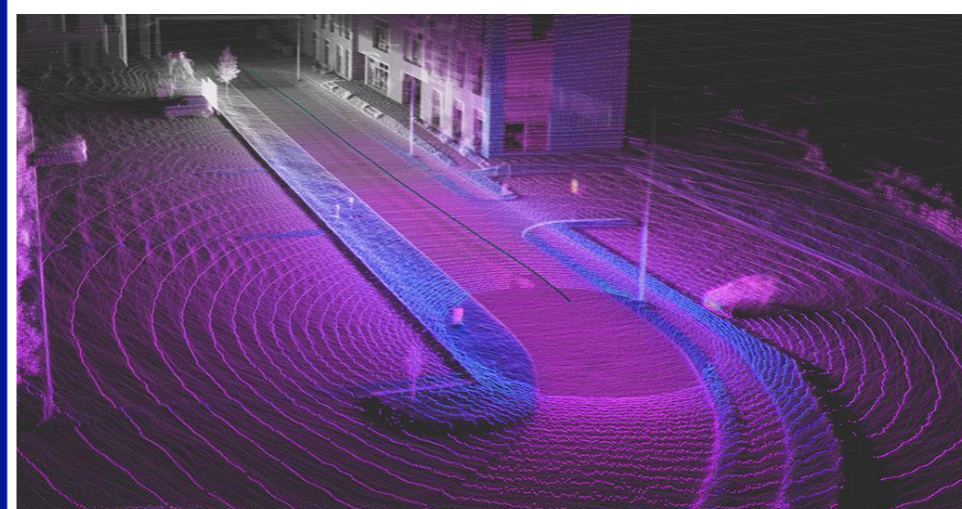
Minibus jest całkowicie elektryczny z zerowej emisji hałasu



Rys. 3. Minibus firmy Blees. Źródło: <https://blees.co/minibus/>

### MAPY W POJAZDACH AUTONOMICZNYCH

Pojazd jest wyposażony w 7 lidarów, 11 kamer, 4 radary, 3 odbiorniki GNSS oraz IMU. Czujniki obejmują cały obszar wokół pojazdu i zapewniają jego lepszą orientację w terenie oraz w bieżącej sytuacji na drodze. Działają one w różnych zakresach, dzięki czemu minibus zareaguje w zmiennych warunkach oświetleniowych i pogodowych. Dodatkowo, zasięg czujników nakłada się na siebie, co zwiększa poziom bezpieczeństwa w przypadku uszkodzenia któregoś z nich.



Rys. 4. Mapa 3D firmy Blees. Źródło: <https://blees.co/autonomia/>

Do każdego wdrożenia autonomicznego przejazdu przygotowuje się mapy wysokiej rozdzielczości. Zapewniają one wstępną wiedzę o terenie, która jest poszerzana o informacje z czujników. Mapy wzbogacone są o dodatkowe dane, np. o lokalizacji przystanków autobusowych lub stref ograniczenia prędkości.



Rys. 5. Mapa 3D firmy Here. Źródło: <https://spidersweb.pl/2015/07/here-mapy-3d.html>

### BEZPIECZEŃSTWO I KOMFORT

System wyposażony jest w szereg czujników takich jak radary, lidary, kamery. Skanują one stale otoczenie i dostarczają informacji o użytkownikach dróg, takich jak samochody, piesi, rowery i inne przeszkody. Dzięki tym danym system dostosowuje zachowanie pojazdu, aby zachować najwyższy poziom bezpieczeństwa.

Aktywny monitoring to system, który jest w stanie automatycznie liczyć pasażerów i wykrywać niebezpieczne sytuacje, takie jak kradzieże, bójkę itp. Ponadto oprogramowanie zapewnia dwukierunkową komunikację między pasażerami a zdalnym kierowcą.

Autonomia autobusu została zaprojektowana na 4 poziomie SAE. Oznacza to, że nie jest wymagana ingerencja człowieka podczas działań w zakresie projektowania operacyjnego (ODD) – czyli w naszym przypadku ruchu miejskiego. Badania pokazują, że około 90% wypadków samochodowych jest spowodowanych błędem człowieka. Systemy autonomii niweluje czynnik ludzki, tym samym obniżając liczbę sytuacji niebezpiecznych.

Każdy fotel pasażera jak i miejsce dedykowane na wózek są wyposażone w pasy bezpieczeństwa i czujniki.

Przycisk awaryjny jest dodatkowym wyposażeniem, które podnosi poziom bezpieczeństwa przejazdu.

W pojeździe znajdują się drzwi awaryjne, które w razie potrzeby otworzą się automatycznie, ponadto wejście można uruchomić ręcznie w sytuacji awaryjnej.

Dzięki wielu sposobom komunikacji (ekrany i głośniki wewnątrz i na zewnątrz) pojazd dostarcza dodatkowych informacji (np. jaka jest planowana droga, jakie manewry są wykonywane).

Dzięki temu oprogramowaniu flota pojazdów będzie mogła być nadzorowana z centrum zdalnego sterowania. Wysoko wykwalifikowany zdalny kierowca będzie mógł nadzorować do 10 pojazdów i w razie potrzeby przejąć nad nimi kontrolę. Będzie to przydatne w przypadku, gdy zajdzie potrzeba podporządkowania autonomii pod obsługę, która pokieruje dalej minibusem dla zwiększenia poczucia bezpieczeństwa. Ponadto pasażerowie będą mogli się komunikować ze zdalnym kierowcą za pomocą połączenia audio.



Rozpoznanie obiektów



Aktywny monitoring



Autonomia na poziomie 4 SAE w ruchu ulicznym



Pasy bezpieczeństwa



Przycisk bezpieczeństwa



Wyjście ewakuacyjne



Informacje pasażerka



Zdalny operator

### PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza roli kartografii w nawigacji pojazdów autonomicznych pozwoliła na sformułowanie kilku wniosków, które podkreślają znaczenie nowoczesnych technologii kartograficznych w rozwijającej się branży pojazdów autonomicznych. Mapy wysokiej rozdzielczości HD i mapy trójwymiarowe 3D odgrywają w niej kluczową rolę. Dostarczają szczegółowych danych o geometrii dróg, elementach infrastruktury oraz otoczeniu. Dzięki tym mapom, możemy precyzyjnie planować trasy, unikać potencjalnych zagrożeń oraz przewidywać sytuacje drogowe, co znacząco wpływa na bezpieczeństwo ruchu. Rozwój algorytmów SLAM wskazuje na możliwość dalszej poprawy efektywności nawigacji w trudnych warunkach terenowych. Rozwój kartografii cyfrowej przyczynia się także do optymalizacji tras pod względem ekonomicznym i ekologicznym. Szczegółowe dane przestrzenne minimalizują zużycie paliwa i redukują emisję spalin, co wpisuje się także w globalne trendy związane z ochroną środowiska. Ponadto, rozwój cyfrowych map oraz integracja z systemami wirtualnych miast (Digital Twin Cities) otwierają nowe możliwości dla autonomicznych pojazdów, umożliwiając tworzenie kompleksowych modeli środowiska drogowego i poprawę zdolności predykcyjnych systemów autonomicznych. Mimo dynamicznego rozwoju technologii kartograficznych, nadal istotne wyzwania pozostają w zakresie utrzymania aktualności danych, minimalizacji błędów lokalizacyjnych oraz zapewnienia wysokiej niezawodności w trudnych warunkach atmosferycznych i terenowych. Rozwiązanie tych problemów wymaga dalszych badań i inwestycji w rozwój technologii. Podsumowując, kartografia jako nauka i sztuka redagowania map, odgrywa kluczową rolę w rozwoju nawigacji pojazdów autonomicznych, zapewniając fundament dla ich precyzyjnej lokalizacji, bezpiecznej jazdy oraz efektywnego zarządzania ruchem. Dalsze innowacje w tej dziedzinie będą miały istotny wpływ na kształtowanie przyszłości transportu autonomicznego.