

ZATWIERDZAM

.....
Kierownik Projektu

SPRAWOZDANIE

Z REALIZACJI UMOWY O DZIEŁO

3/32-274/2022 z dnia 03.01.2022

Temat pracy: Analiza rozwiązań samochodów osobowych i użytkowych oraz ich wyposażenia specjalnego przeznaczonych dla osób o szczególnych potrzebach produkowanych w Polsce i na świecie – część II.

Etap II pt. „Analiza rozwiązań technicznych urządzeń i systemów stosowanych we współczesnych samochodach ułatwiających kierowanie pojazdem przez pokazywanie zagrożeń i ostrzeganie przed zagrożeniami oraz wspomaganie przy wykonywaniu trudnych manewrów jezdnych ze szczególnym uwzględnieniem osób o szczególnych potrzebach”.

DO ZADANIA NR 1

**pt.: Prowadzenie działalności centrum
wiedzy o dostępności**

za okres od III.2022. do IV.2022.

Autor dzieła: ppłk dr inż. Zdzisław Hryciów

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Analiza rozwiązań technicznych, urządzeń i systemów stosowanych we współczesnych samochodach ułatwiających kierowanie pojazdem	6
2.1. Podział systemów	6
2.2. Ostrzeganie przed zderzeniem (Collision Warning)	7
2.3. Interwencja zapobiegająca zderzeniu (Collision Intervention)	12
2.4. Systemy wspomagania kierowcy (Driving Control Assistance)	16
2.5. Wspomaganie parkowania (Parking assistance)	18
2.6. Inne systemy wspomagania kierowcy	19
3. Pojazdy przystosowane dla osób głuchych i niedosłyszących	23
3.1. Sygnalizatory akustyczne dla niesłyszących kierowców	23
3.2. Przykłady systemów wspomagania	23
4. Sterowanie głosowe w pojazdach	28
5. Pojazdy autonomiczne	31
6. Podsumowanie	33
7. Literatura	35

1. Wstęp

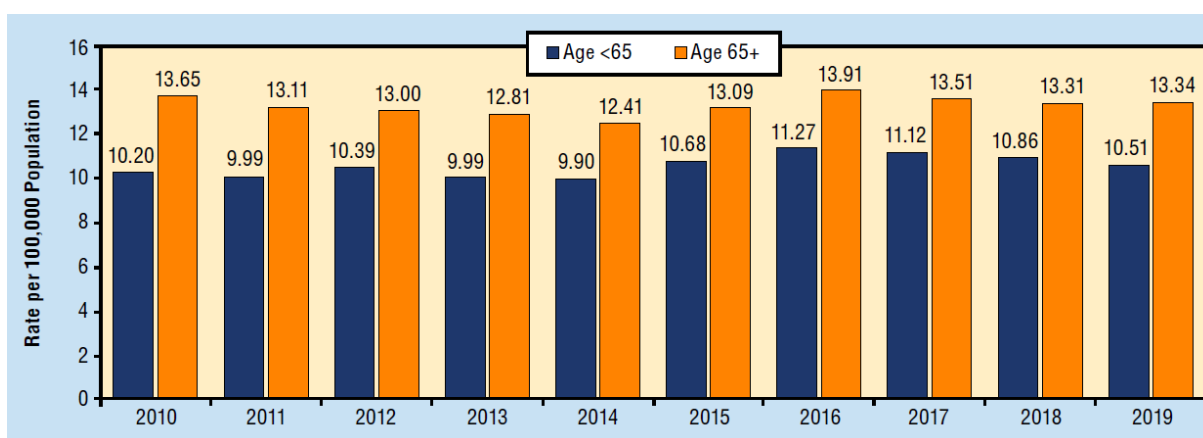
Większość nowych samochodów oferuje rozwiązania i technologie wspomagające prowadzenie pojazdu. Do przykładowych można zaliczyć systemy ostrzegania przed niezamierzoną zmianą pasa ruchu, antykolizyjne, wykrywania pieszych i rowerów, wspomagania parkowania, automatycznych świateł drogowych, asystenta znaków drogowych, kamerę cofania, ostrzeganie o ruchu poprzecznym i wiele innych. Urządzenia i systemy mogą ułatwiać prowadzenie pojazdu poprzez informowanie o zagrożeniach i ostrzeganie o nich, jak również pomagać w wykonywaniu trudnych manewrów

Te technologie wspomagania jazdy są pomocne dla ogółu kierowców, jednak niewątpliwą ich zaletą jest szczególna użyteczność dla osób o szczególnych potrzebach. Mogą one z powodzeniem łagodzić lub niwelować przeszkody spowodowane różnorodnymi deficytami tych osób. Deficyty te mogą być związane ze stanem zdrowia, ograniczoną mobilnością i możliwościami poznawczymi, jak również z wiekiem. Wszystko to wpływa na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Przykładem mogą być tutaj wyniki badań związanych z wpływem wieku kierowców na bezpieczeństwo. Wprowadza się termin osób starszych, obejmujących ludzi powyżej 65 roku życia [1]. Zawarte w publikacji dane odnoszą się do sytuacji w Stanach Zjednoczonych, ale z dużym prawdopodobieństwem można je uogólnić na inne kraje wysokorozwinięte.

W 2019 r. w Stanach Zjednoczonych w wypadkach drogowych zginęło 7 214 osób w wieku 65 i starszych co stanowiło 20 procent wszystkich ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Od 2018 do 2019 r. nastąpił 3-procentowy wzrost liczby osób w wieku 65 lat i starszych, które zginęły w wypadkach drogowych.

Na rys. 1.1 przedstawiono wskaźnik śmiertelności w wypadkach drogowych na 100 000 mieszkańców w rozbiciu na grupę osób poniżej i powyżej 65 lat. Widoczny jest stale utrzymujący się odsetek osób starszych.



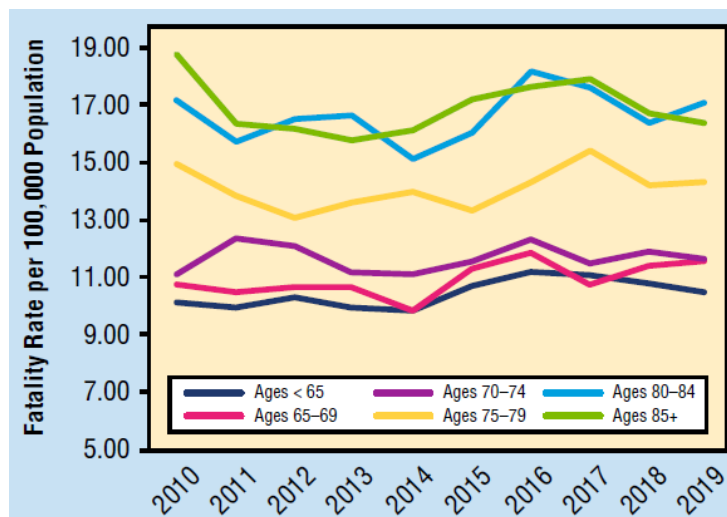
Rys. 1.1. Wskaźnik śmiertelności w wypadkach drogowych na 100 000 mieszkańców [1]

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

W latach 2010-2019 liczba ofiar śmiertelnych wśród starszych mężczyzn wzrosła o 39%, w porównaniu z 12-procentowym wzrostem ofiar wśród kobiet.

Wśród osób starszych wskaźnik śmiertelności na 100 000 kierowców posiadających prawo jazdy w 2019 roku był najwyższy w grupie wiekowej od 80 do 84 lat.

Rysunek 1.2 przedstawia wskaźniki śmiertelności dla osób w wieku poniżej 65 lat oraz powyżej 65 lat w rozbiciu na mniejsze segmenty. Przedstawione wyniki jednoznacznie wskazują na wpływ wieku na wskaźnik śmiertelności. W 2019 roku wśród osób starszych współczynnik śmiertelności w grupie wiekowej od 80 do 84 lat wynosił 17,18 na 100 000 mieszkańców. Był on wyższy niż we wszystkich innych grupach wiekowych. Niewiele niższy (16,46) był wskaźnik dla osób w wieku powyżej 85 lat.



Rys. 1.2. Wskaźnik śmiertelności w wypadkach drogowych na 100 000 mieszkańców w grupie powyżej 65 lat [1]

Takiej tendencji nie zauważa się na statystykach prezentowane przez Komendę Główną Policji [2]. Zazwyczaj, szczególną uwagę zwraca się na grupę młodych kierowców w wieku 18-24 lat. Charakteryzującą się najwyższym wskaźnikiem liczby wypadków na 10 tys. populacji. W 2021 r. byli oni sprawcami 3 653 wypadków, zginęły w nich 382 osoby, a 4 630 zostało rannych. Z punktu widzenia wskaźnika liczby sprawców wypadków, grupa w wieku powyżej 60 lat, zajmuje najniższe miejsce wśród pełnoletnich kierowców.

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

Grupy wiekowe	Wypadki		Zabici		Ranni		Populacja*	Wskaźnik liczby wypadków na 10 000 populacji w 2021r.
	2020	2021	2020	2021	2020	2021		
0 - 6	5	3	-	-	5	3	2 633 392	0,01
7 - 14	201	250	5	3	208	257	3 222 365	0,78
15 - 17	223	209	21	9	244	233	1 091 475	1,91
18 - 24	3 774	3 653	431	382	4 714	4 630	2 652 040	13,77
25 - 39	6 699	6 546	659	653	7 716	7 876	8 343 943	7,85
40 - 59	5 699	5 682	531	492	6 436	6 541	10 415 518	5,46
60 plus	3 478	3 418	353	361	3 802	3 843	9 803 491	3,49
b/d	920	862	20	9	998	924	-	-

Rys. 1.3. Sprawcy wypadków drogowych – kierujący pojazdami według grup wiekowych [2]

Biorąc jednak pod uwagę liczbę zabitych osób w wypadkach drogowych, sytuacja się zmienia. Najliczniejszą grupę zabitych – 665 osób (29,6% ogółu) – stanowiły osoby w przedziale wiekowym powyżej 60 lat, natomiast rannych – 7 367 (27,9% ogółu) – stanowiły osoby w grupie wiekowej 25-39 lat.

Grupy wiekowe	Zabici		Ranni		Na 1 milion populacji	
	2020	2021	2020	2021	Zabici	Ranni
0 - 6	12	23	470	527	8,7	200,1
7 - 14	32	27	1 135	1 305	8,4	405,0
15 - 17	52	32	976	1 025	29,3	939,1
18 - 24	370	275	3 990	3 791	103,7	1 429,5
25 - 39	617	584	7 398	7 367	70,0	882,9
40 - 59	672	635	7 185	7 208	61,0	692,0
60 plus	732	665	5 261	5 186	67,8	529,0
b/d	4	4	48	6	-	-

Rys. 1.4. Ofiary wypadków drogowych według grup wiekowych [2]

W literaturze brak jest zestawień i statystyk związanych z przyczynami i skutkami wypadków dla innych grup osób o szczególnych potrzebach. Z przedstawionych jednak przykładów wynika, że osoby te w coraz większym stopniu biorą czynny udział w ruchu drogowym, również jako kierowcy. Tym samym stają się również niekiedy sprawcami ale i ofiarami wypadków. Nowe technologie w pojazdach mogą ograniczyć ich liczbę i w jeszcze większym stopniu umożliwić bezpieczne poruszanie się.

2. Analiza rozwiązań technicznych, urządzeń i systemów stosowanych we współczesnych samochodach ułatwiających kierowanie pojazdem

2.1. Podział systemów

Aby zwiększyć bezpieczeństwo na drogach i spełnić wymagania coraz bardziej rygorystycznych przepisów, producenci samochodów muszą wprowadzać do swoich nowych modeli szereg różnych technologii wspomagających kierowcę. Technologie te pomagają kierowcom uniknąć wypadków przy bardzo różnych warunkach, zarówno podczas jazdy z dużymi prędkościami, jak i podczas parkowania samochodu. Systemy te określa się mianem zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy (ADAS - Advanced Driver-Assistance Systems).

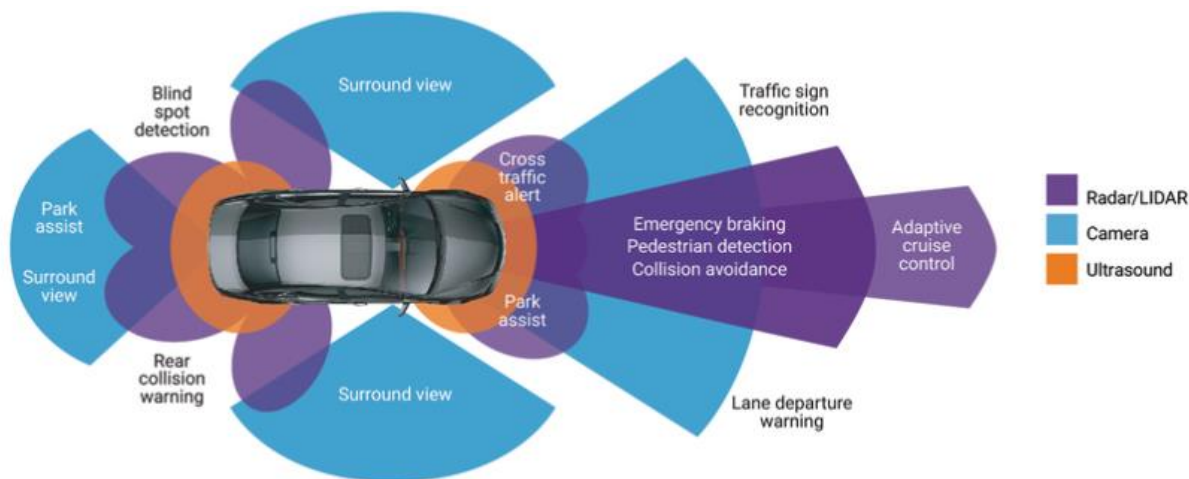
Technologie wspomagające kierowcę nie tylko pomagają zapewnić bezpieczeństwo osobom znajdującym się w samochodzie, ale również innym uczestnikom ruchu drogowego oraz pieszym. Obecnie na rynku samochodów można zauważyć, że różni producenci stosują różne nazwy dla tych samych lub podobnych technologii. Może to powodować wśród konsumentów dezorientację i trudność w porównaniu poszczególnych rozwiązań. Zrozumienie jak one działają i świadome ich używanie jest bardzo ważne dla ich użytkowników.

W literaturze można spotkać różnorodne systemy klasyfikujące poszczególne technologie. Niekiedy są one niespójne i umieszczają poszczególne technologie w różnych grupach. Czytelny podział został przedstawiony przez NHTSA oraz Departament Transportu Kanady [3], [21]. Dzielą one wszystkie technologie zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy na pięć kategorii:

- a) ostrzeganie przed zderzeniem (ostrzeganie przed zderzeniem czołowym, niezamierzoną zmianą pasa ruchu, monitorowaniem martwego pola, kolizją podczas parkowania i ruchu poprzecznym z tyłu pojazdu);
- b) interwencji zapobiegającej zderzeniu (automatyczne hamowanie awaryjne, automatyczne omijanie przeszkód i automatyczne hamowanie podczas cofania),
- c) wspomaganie kierowaniem (tempomat adaptacyjny, wspomaganie utrzymania pasa ruchu)
- d) wspomaganie parkowania (aktywne wspomaganie parkowania, parkowanie zdalne, wspomaganie podczas cofania z przyczepą),
- e) inne systemy wspomagające kierowcę (zaawansowane systemy oświetlenia, kamery cofania, wspomaganie gwałtownego hamowania, monitorowanie zmęczenia kierowcy, stabilizacja toru jazdy, wyświetlacz przezierny, kamery noktowizyjne, kamery dookólne, monitorowanie ciśnienia w ogumieniu, kontrola trakcji, ostrzeżenia o dozwolonej prędkości, rozpoznawanie znaków drogowych).

Należy zdawać sobie sprawę, że ze względu na dynamiczny rozwój systemów wspomagających kierowcę, żaden podział nie jest stały i kompletny. Zmieniające się wymagania i nowe technologie powodują pojawianie się nowych systemów a także ich wzajemne przenikanie.

Niezależnie od funkcji i stopnia zaawansowania, zadaniem systemów jest obserwacja otoczenia wokół pojazdu a następnie jego analiza. We współczesnych pojazdach, do obserwacji wykorzystuje się kamery, czujniki radarowe, lidarowe i ultradźwiękowe. Ogólny podział i zastosowanie poszczególnych typów czujników w systemach ADAS przedstawiono na rys. 2.1.



Rys. 2.1. Rodzaje czujników stosowanych w systemach ADAS [20]

Poniżej, krótko scharakteryzowano najważniejsze systemy wspomagania kierowcy.

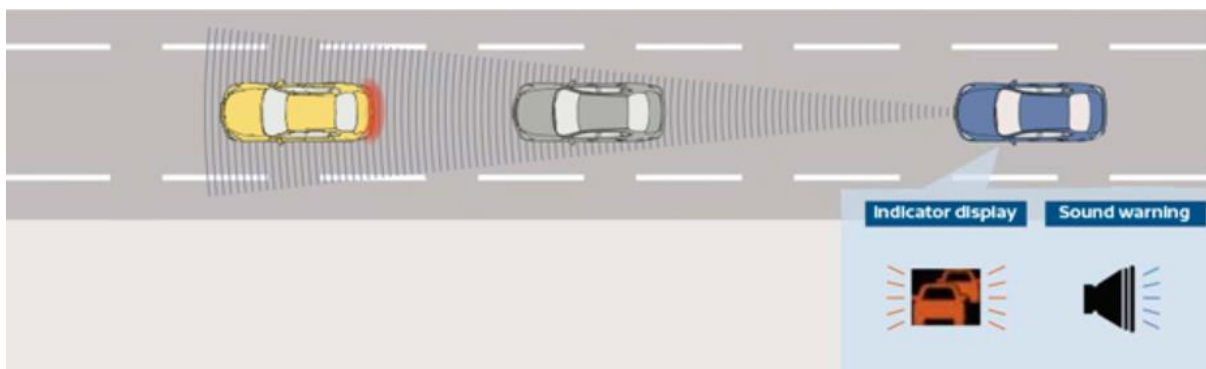
2.2. Ostrzeżenie przed zderzeniem (Collision Warning)

Ostrzeżenie przed zderzeniem czołowym (ang. Forward Collision Warning)

System ostrzegania przed kolizją z przodu monitoruje prędkość pojazdu, prędkość pojazdu jadącego przed nim oraz odległość między pojazdami. Jeśli pojazd znajdzie się zbyt blisko pojazdu poprzedzającego, system ostrzeże kierowcę o zbliżającym się zderzeniu. Należy pamiętać, że systemy ostrzegania przed kolizją z przodu wysyłają kierowcy jedynie ostrzeżenie, a nie podejmują działań w celu uniknięcia kolizji.

Systemy ostrzegania przed kolizją z przodu wykorzystują zarówno pomiary względnej prędkości pomiędzy pojazdami, jak i odległości od poprzedzającego pojazdu [3]. Najpopularniejszy typ czujnika odległości wykorzystuje radar. Wysyła on fale radarowe, które odbijają się od obiektów znajdujących się przed samochodem. Na podstawie odbić radarowych system oblicza prędkość jazdy i zmieniającą się odległość od pojazdu poprzedzającego, aby określić prawdopodobieństwo kolizji. Gdy odległość między pojazdami staje się na tyle mała, że grozi to zderzeniem, sygnał ostrzega kierowcę poprzez generowanie sygnałów dźwiękowych, wizualnych lub

innych sygnałów ostrzegawczych. W tego typu systemach, do określania względnej prędkości i odległości wykorzystuje się również lasery, kamery lub kombinację tych metod. Aby nie generować zbędnych sygnałów podczas manewrowania pojazdem z małymi prędkościami, zazwyczaj systemy te są dezaktywowane przy prędkościach mniejszych niż ok. 5 km/h [4], [5].



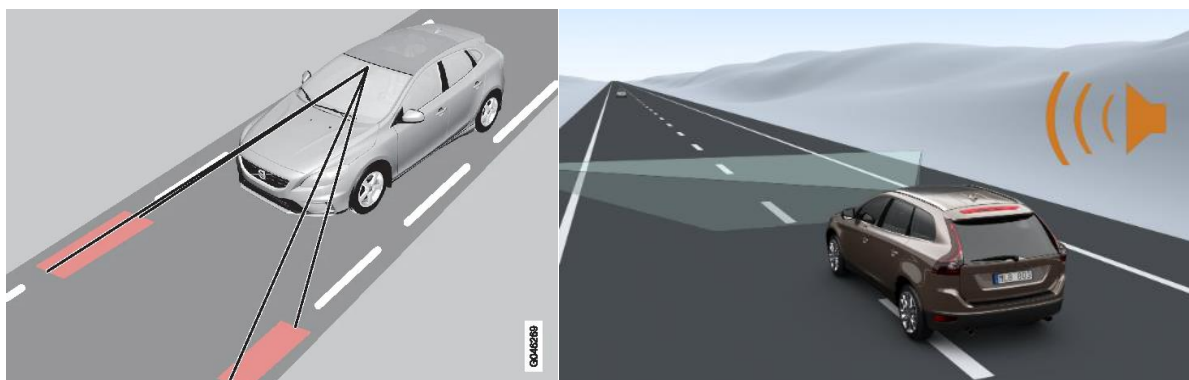
Rys. 2.2. Ilustracja działania systemu [4]

Ostrzeżenie przed niezamierzoną zmianą pasa ruchu (ang. Lane Departure Warning)

System ostrzegania o niezamierzonej zmianie pasa ruchu wykorzystuje kamerę wideo (zazwyczaj umieszczoną na przedniej szybie) do wykrywania oznaczeń pasa ruchu przed pojazdem oraz do monitorowania pozycji pojazdu na swoim pasie. Gdy system wykryje, że pojazd ma zamiar w niezamierzony sposób opuścić pas ruchu, ostrzega kierowcę za pomocą sygnału wizualnego, dźwiękowego i/lub dotykowego, np. wibracji kierownicy. Ostrzeżenia te sygnalizują kierowcy, że pojazd zbacza z kursu, co umożliwia mu odpowiednie skorygowanie kierunku jazdy. Funkcja nie wysyła ostrzeżenia, gdy kierowca włącza kierunkowskaz, aby zmienić pas ruchu lub skręcić w sposób zamierzony.

Algorytmy wykrywania pasa ruchu zastosowane w kamerze i systemie pojazdu rejestrują i klasyfikują powszechnie stosowane oznaczenia pasów ruchu (niezależnie od tego, czy oznaczenia drogowe są ciągłe, przerywane, białe czy żółte). Zazwyczaj wykrywanie odbywa się w odległości do około 60 metrów przed pojazdem (czasami nawet do 100 metrów w warunkach dobrej widoczności). Niektóre typy kamer mogą również wykrywać punkty Bottsa (wypukłe znaki drogowe) [6].

Należy zdawać sobie sprawę, że wykrywanie pasów uzależnione jest od warunków atmosferycznych, pory dnia czy jakości naniesionych oznaczeń. Systemy wykrywania oczywiście nie działają, jeżeli na drodze nie ma naniesionych oznaczeń pasów. Mogą nie działać lub działać gorzej, jeśli pasy są wyblakłe lub zanieczyszczone [7]. Trudność w wykrywaniu stanowi również sytuacja, w której w trakcie remontów na drodze znajdują się dotychczasowe pasy i pasy tymczasowej organizacji ruchu (zazwyczaj koloru żółtego). Problemy z prawidłowym rozpoznawaniem pasów mogą się również pojawić w trakcie opadów deszczu lub śniegu.



Rys. 2.3. Ilustracja działania systemu LDW [8]

Ostrzeżenie o ruchu poprzecznym z tyłu (ang. Rear Cross Traffic Warning)

System ostrzegania o ruchu poprzecznym z tyłu pojazdu ostrzega kierowcę o potencjalnej kolizji podczas jazdy na wstecznym biegu. Ma on na celu ułatwienie wycofywania z miejsc, w których nie widać nadjeżdżających pojazdów. System monitoruje obszar z tyłu pojazdu w poszukiwaniu pojazdów nadjeżdżających z prawej lub lewej strony. Jest aktywowany po przełączeniu pojazdu na bieg wsteczny. Podczas cofania kierowca otrzymuje wizualne lub dźwiękowe ostrzeżenie, jeśli zbliżający się pojazd znajdzie się w obszarze wykrywania tylnego czujnika ruchu poprzecznego. Ostrzeżenie wizualne może pojawić się na desce rozdzielczej, w lusterku wstecznym lub bocznym. System ostrzegania o ruchu poprzecznym z tyłu jest często łączony z kamerami cofania. Po włączeniu biegu wstecznego oba systemy włączają się automatycznie [9].

Najczęściej czujniki wykorzystują fale radarowe, ale w mogą być również stosowane czujniki ultradźwiękowe. Są one umieszczone po obu stronach pojazdu w pobliżu tylnego zderzaka. Zazwyczaj system ostrzegania o ruchu poprzecznym z tyłu pojazdu korzysta z tych samych czujników, co system monitorowania martwego pola [6].

Głównym zadaniem systemu jest wykrywanie samochodów. Z tego też względu, w niektórych pojazdach mogą pojawić się problemy z wykrywaniem mniejszych obiektów, takich jak małe motocykle, rowery lub piesi.

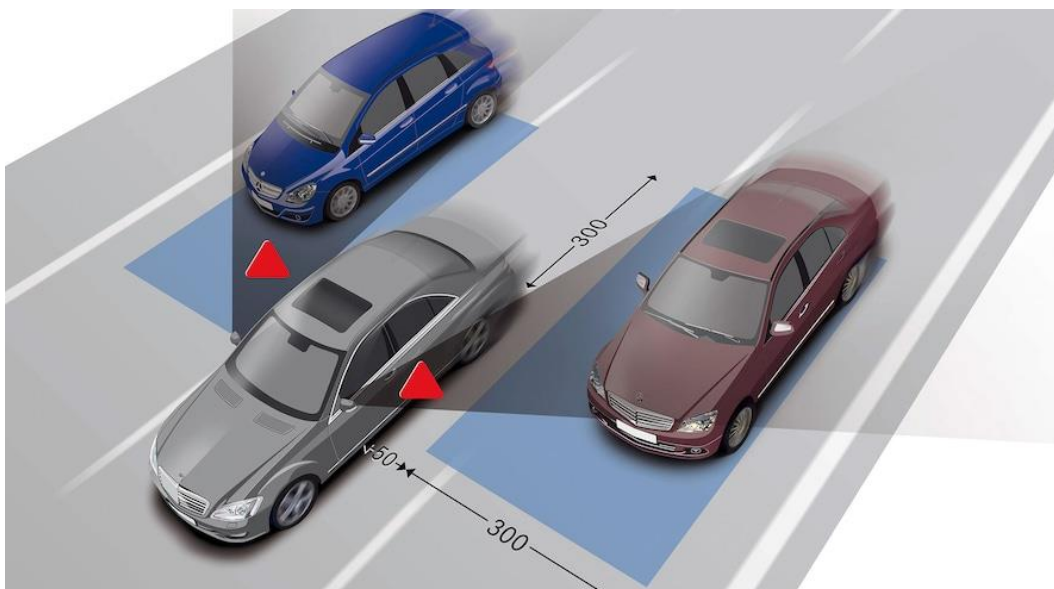


Rys. 2.4. Ilustracja działania systemu w samochodzie Nissan [4]

Monitorowanie martwego pola (ang. Blind Spot Monitoring)

Martwe pola są to obszary lub strefy po obu stronach samochodu, których kierowca nie widzi, patrząc w lusterko wsteczne lub boczne. Martwe pola są powodem, dla którego kierowca powinien odwracać głowę i sprawdzać ten obszar przed zmianą pasa ruchu. Z tego względu, jest to uciążliwe dla osób cechujących się mniejszą sprawnością. Aby pomóc kierowcy w zwróceniu uwagi na obiekty znajdujące się w martwym polu, wiele firm samochodowych oferuje pojazdy wyposażone w system monitorowania martwego pola (BSM), znany również jako system ostrzegania przed martwym polem, system wykrywania martwego pola lub system informacji o martwym polu [10].

Chociaż system BSM nie zastępuje sprawdzania lusterek i oglądania się przez ramię, stanowi on dodatkowy środek bezpieczeństwa, kompensujący błędy ludzkie. Większość systemów BSM wykrywa tylko pojazdy przejeżdżające bezpośrednio obok, natomiast niektóre systemy mogą wykrywać obiekty znajdujące się kilka długości samochodu z tyłu.



Rys. 2.5. Przykład wielkości monitorowanych obszarów [11]

Zwykle, do wykrywania pojazdów znajdujących się w monitorowanym obszarze, system BSM wykorzystuje czujniki radarowe lub ultradźwiękowe umieszczone po lewej i prawej stronie tylnych zderzaków oraz w niektórych rozwiązaniach kamery w obudowach lusterek bocznych. W zależności od producenta samochodu, system aktywuje się po przekroczeniu prędkości 20-30 km/h [10].



Rys. 2.6. Kamera zamontowana pod lusterkiem bocznym [11]

Najczęściej do ostrzegania kierowcy wykorzystuje się podświetlaną ikonę lub migającą lampkę w lusterku bocznym, wskaźnik wizualny na desce rozdzielczej lub wyświetlaczu przeziernym. Ostrzeżeniu wizualnemu często towarzyszy ostrzeżenie dźwiękowe, takie jak sygnał dźwiękowy lub powtarzający się gong. Niektóre systemy

BSM oferują również ostrzeżenia dotykowe, takie jak wibracje na kierownicy lub fotelu. System BSM wysyła ostrzeżenia niezależnie od tego, czy kierowca użyje kierunkowskazu, aby zasygnalizować zamiar zmiany pasa ruchu. Jednak w wielu rozwiązaniach, w takiej sytuacji aktywowany jest jedynie wskaźnik wizualny bez sygnału dźwiękowego.

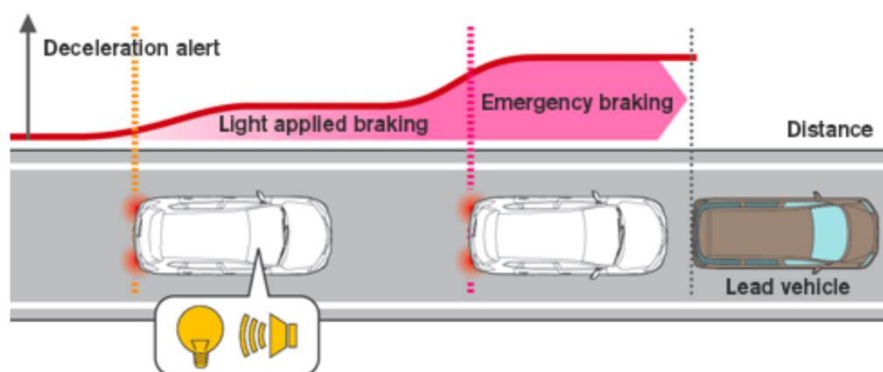
Bardziej zaawansowane systemy mogą interweniować poprzez delikatne autonomiczne kierowanie lub hamowanie. Niektóre nowsze systemy, wykorzystują technologię kamer do wyświetlania obrazu wideo boku pojazdu w sytuacji gdy kierowca używa kierunkowskazu. Obraz ten jest zazwyczaj wyświetlany na zestawie wskaźników i pokazuje sąsiedni pas ruchu oraz wszelkie obiekty znajdujące się w martwym polu widzenia.

W wielu rozwiązaniach system BSM działa w połączeniu z układem ostrzegania o ruchu poprzecznym z tyłu pojazdu. Oba systemy wykorzystują te same czujniki i kamery do wykrywania zbliżających się pojazdów, które mogą nie być widoczne w lusterkach kierowcy.

2.3. Interwencja zapobiegająca zderzeniu (Collision Intervention)

Automatyczne hamowanie awaryjne (ang. Automatic Emergency Braking)

Zderzenia tylne samochodów należą do najczęstszych wypadków na europejskich drogach. Do typowych zderzeń dochodzi, gdy kierowca jest rozproszony i nie dostrzega, że pojazd przed nim się zatrzymał, zbliża się do zatrzymania lub jedzie z mniejszą prędkością [12]. Jeżeli kierowca nie zareaguje na niebezpieczną sytuację, system AEB rozpoczyna częściowe hamowanie w celu zmniejszenia prędkości. Zazwyczaj w pierwszym etapie następuje krótkie ale intensywne przyhamowanie, aby zwrócić uwagę kierowcy. Gdy kierowca naciśnie pedał hamulca, system zapewnia wspomaganie hamowania. W tym celu w sposób ciągły oblicza niezbędne opóźnienie pojazdu wymagane do uniknięcia kolizji. Jeżeli system wykryje, że kierowca nie zastosował wystarczającej siły hamowania, zwiększa ciśnienie w układzie hamulcowym do wymaganego poziomu, tak aby kierowca mógł podjąć próbę zatrzymania pojazdu. Jeśli kierowca nie zareaguje na bezpośrednie zagrożenie kolizją, a system AEB stwierdzi, że zderzenie jest nieuniknione, może automatycznie rozpocząć pełne hamowanie. W rezultacie, w momencie zderzenia, pojazd porusza się ze znacznie zmniejszoną prędkością, co ogranicza skutki kolizji dla pasażerów obu pojazdów [6].



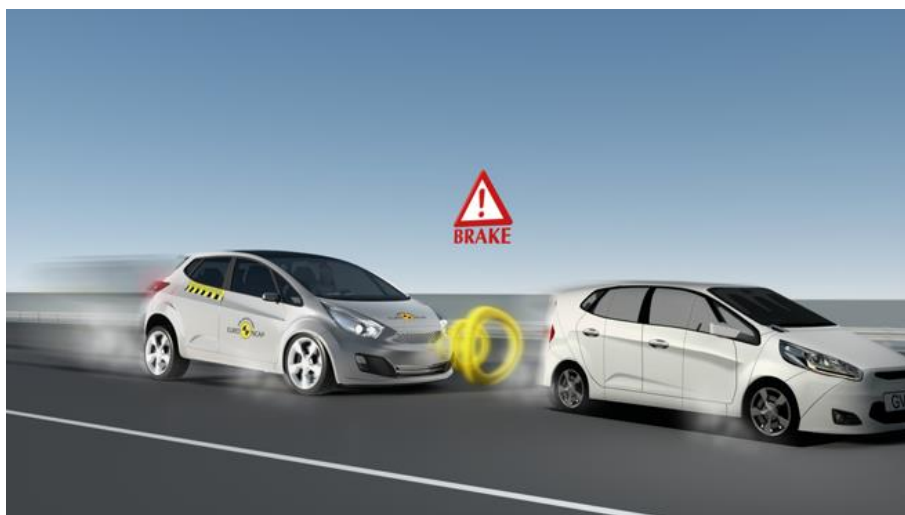
Rys. 2.7. Fazy działania systemu AEB [4]

W początkowych rozwiązaniach, systemy były zasadniczo podzielone na te, które działały przy niskich prędkościach, i te, które działały przy wyższych prędkościach [13]. Kiedy Euro NCAP rozpoczęło testowanie systemów AEB w 2014 roku, testy zostały podzielone pomiędzy dwie funkcjonalności, z punktami przyznawanymi w kategorii Adult Occupant Protection dla systemów działających przy niskich prędkościach (AEB City) i w kategorii Safety Assist dla tych, które były skuteczne przy prędkościach autostradowych (AEB Interurban) [12]. Było to bezpośrednio związane z rodzajem stosowanych czujników. Obecne systemy działają zwykle w szerokim zakresie prędkości. Od roku 2020, w testach Euro NCAP działanie systemów w różnych zakresach oceniane są łącznie w kategorii AEB Car-to-Car.

W układach AEB do wykrywania obiektów stosuje się kamery, radary i lidary, a w niektórych rozwiązaniach stosuje się ich połączenie (tzw. fuzję czujników). System radarowy dobrze identyfikuje obiekty o większych rozmiarach, które dobrze odbijają wiązkę radarową (np. wykonane są z metalu). Nie są one w stanie określić, czym jest dany obiekt. Tej wady nie mają systemy oparte na kamerach. Są w stanie zidentyfikować, czy obiektem jest samochód, rowerzysta lub pieszy. Z tego też względu bardzo dobrze sprawdzają się w warunkach jazdy miejskiej [12]. Wymagają jednak wydajniejszych algorytmów przetwarzania danych, a także nie są w stanie precyzyjnie określić miejsca w którym znajdują się obiekty. Z tego też względu, najwydajniejsze systemy opierają swe działanie na dwóch źródłach danych jednocześnie.

Większość systemów łączy automatyczne hamowanie z funkcją ostrzegania przed kolizją, która ostrzega kierowcę o potencjalnym zagrożeniu w czasie umożliwiającym podjęcie odpowiednich działań. Dopiero gdy kierowca nie podejmie działań na czas, system interweniuje, uruchamiając procedurę hamowania awaryjnego.

Wiele organizacji zajmujących się bezpieczeństwem ruchu drogowego, wskazuje systemy AEB jako jedno z najbardziej przyczyniających się do zmniejszania liczby wypadków i ciężkości ich skutków.



Rys. 2.8. Ilustracja działania systemu AEB [12]

Automatyczne hamowanie awaryjne przed pieszymi i rowerzystami (ang. Automatic Emergency Braking (AEB) for pedestrians and cyclists)

System automatycznego hamowania awaryjnego przed pieszymi i rowerzystami, stanowi rozwinięcie systemu AEB. Wykorzystuje czujniki i algorytmy przetwarzania, które są w stanie zidentyfikować człowieka. System jak poprzednio opisano, realizuje automatyczne hamowanie, jeżeli kierowca nie podjął działań w celu uniknięcia kolizji.



Rys. 2.9. Test systemu AEB PEDESTRIAN [14]

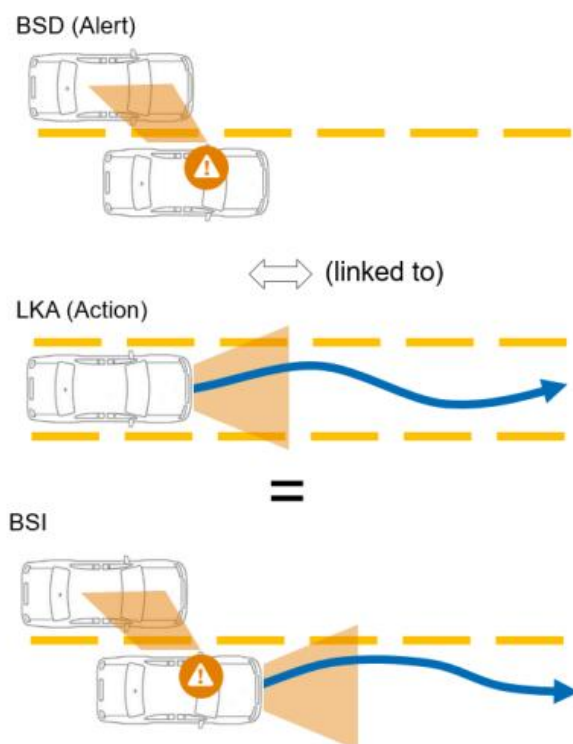
Ocenia się, że wyposażenie każdego samochodu w Niemczech w taki system może prawie o połowę zredukować liczbę wypadków z udziałem rowerzystów, które skutkują obrażeniami ciała, lub przynajmniej złagodzić ich dotkliwość. Jednocześnie może zmniejszyć do 30% liczbę wypadków z udziałem pieszych [6].

Organizacja Euro NCAP wprowadziła w 2016 r. ocenę zdolności samochodu do rozpoznawania, hamowania i omijania pieszych w ramach ogólnej oceny bezpieczeństwa. Od 2018 r. podobny test wprowadzono w odniesieniu do rowerzystów, a od 2019 r. samochody bez systemu AEB opartego na kamerze nie mogą uzyskać pięciogwiazdkowej ogólnej oceny bezpieczeństwa Euro NCAP [15].

Asystent martwego pola (ang. Blind Spot Intervention)

BSI stanowi rozwinięcie systemu Blind Spot Monitoring. Jego działanie polega na automatycznym naprowadzeniu pojazdu z powrotem na środek pasa ruchu, gdy zbliża się on do znaczników pasa ruchu, a w jego martwym polu znajduje się inny pojazd.

BSI jest połączeniem funkcji systemów monitorowania martwego pola BSM oraz asystenta utrzymania pasa ruchu LKA [16]. Jeśli kierowca zignoruje ostrzeżenie o pojeździe znajdującym się w martwym polu widzenia i zacznie zmieniać pas ruchu na taki, na którym znajduje się pojazd, system aktywuje się i automatycznie lekko hamuje lub kieruje pojazdem, aby sprowadzić go z powrotem na pierwotny pas ruchu. System monitoruje pojazdy znajdujące się w martwym polu widzenia kierowcy za pomocą kamer umieszczonych z tyłu pojazdu lub czujników zbliżeniowych.

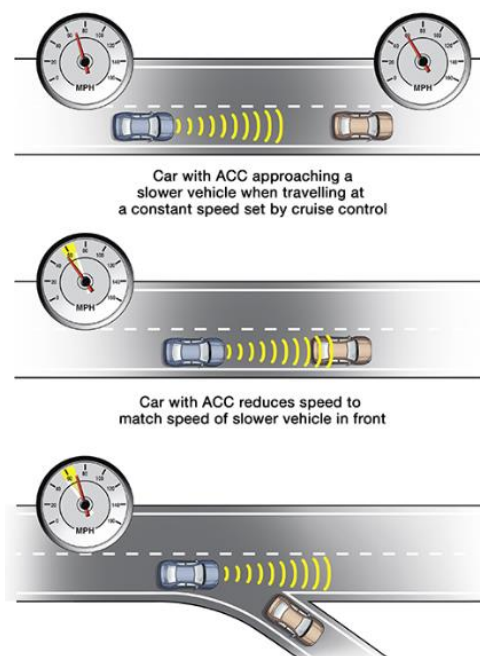


Rys. 2.10. Graficzna interpretacja działania system BSI [16]

2.4. Systemy wspomagania kierowcy (Driving Control Assistance)

Tempomat adaptacyjny (ang. Adaptive Cruise Control)

W najprostszym ujęciu, tempomat adaptacyjny automatycznie dostosowuje prędkość pojazdu, aby utrzymać zadaną odległość od pojazdu jadącego przed nim. Obecnie w pojazdach możemy spotkać kolejne generacje bardziej rozwiniętych konstrukcji adaptacyjnych tempomatów. Aktywne tempomaty różnią się od siebie przede wszystkim możliwościami w zakresie zmian prędkości na podstawie różnorodnych sygnałów zewnętrznych, od prędkości i odległości pojazdu poprzedzającego aż po ukształtowanie terenu.



Rys. 2.9. Graficzna interpretacja działania system ACC [9]

Wczesne wersje systemu ACC korzystają z radaru umieszczanego z przodu pojazdu. W przypadku wykrycia zbyt małego dystansu od pojazdu poprzedzającego, system zmniejsza prędkość samochodu. Do zatrzymania pojazdu potrzebna jest jednak ingerencja kierowcy. Nowsze systemy umożliwiają nie tylko zmniejszanie prędkości, ale również całkowite zatrzymanie samochodu, a także ponowne ruszenie pojazdu do zadanej prędkości. W zależności od producenta samochodów pod nazwą tempomat adaptacyjny mogą kryć się różne dodatkowe funkcjonalności. Do nich można zaliczyć [17]:

- a) tempomat Stop & Go - działa on podobnie do tempomatu adaptacyjnego na autostradach, ale różnica polega na tym, że w ruchu powolnym automatycznie zatrzymuje lub rozpoczyna ruch pojazdu pod nadzorem kierowcy. Samochód będzie samodzielnie hamował i przyspieszał, zachowując bezpieczną odległość od pojazdu poprzedzającego'

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

- b) tempomat uwzględniający ograniczenia prędkości - może automatycznie dostosować ustawioną prędkość do nowo wykrytego ograniczenia prędkości, dzięki informacjom uzyskanym z systemu rozpoznawania znaków drogowych. Jest to możliwe dzięki połączeniu obserwacji z kamery i danych z mapy w celu uzyskania wiarygodnych informacji o ograniczeniach prędkości,
- c) tempomat ekologiczny zapewniający oszczędność paliwa i energii elektrycznej - dostosowuje ustawioną prędkość w taki sposób, aby podczas jazdy zużywana była jak najmniejsza ilość energii - zarówno elektrycznej, jak i paliwa,
- d) tempomat uwzględniający typ dróg i charakterystykę terenu – umożliwia zautomatyzowania przyspieszania i hamowania przy zjazdach z autostrad, wjazdach, skrzyżowaniach i rondach, jak również podjazdach i zjazdach na drodze. Dane z systemu nawigacji mają kluczowe znaczenie dla tej funkcjonalności,
- e) predykcyjny tempomat adaptacyjny przewidujący zagrożenia na drodze - w razie wypadku drogowego, awarii pojazdu na drodze lub trudnych warunków pogodowych, tempomat odpowiednio dostosowuje prędkość aby zachować jak największe bezpieczeństwo i płynność jazdy.

Kolejne etapy rozwoju nowoczesnych tempomatów adaptacyjnych będą obejmować zdolność do automatycznego rozpoznawania i obsługi zmieniających się świateł drogowych, rozpoznawania innych pojazdów na skrzyżowaniach, komunikację z nimi i elementami infrastruktury drogowej.



Rys. 2.11. Ilustracja działania rozbudowanego system ACC [17]

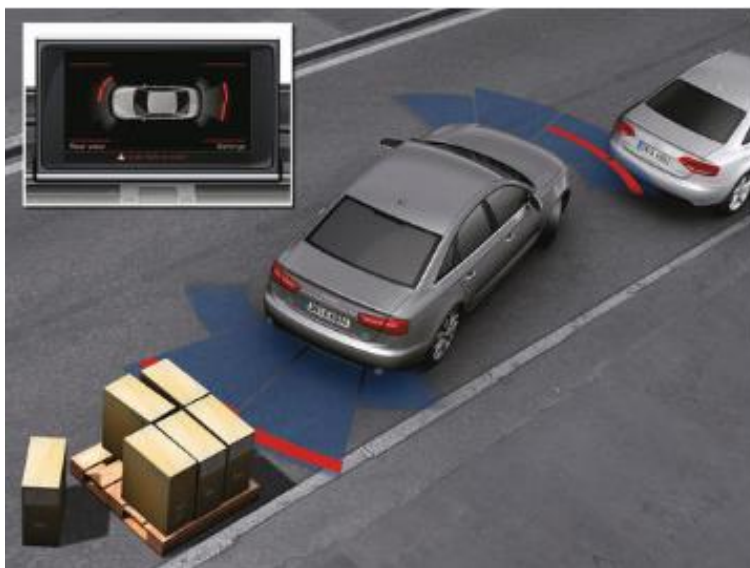
Systemy ACC działają w oparciu o sensory zainstalowane w pojazdach, takie jak kamery, lasery i radary. Korzystają zatem z tych samych informacji jak systemy AEB czy systemy utrzymania pasa ruchu. Systemy te wzajemnie się uzupełniają i stanowią jedną z kluczowych technologii wymaganych w pojazdach autonomicznych.

Asystent utrzymania pasa ruchu (ang. Lane Keeping Assistance)

Asystent utrzymania pasa ruchu pomaga zapobiegać niezamierzonemu zjechaniu pojazdu z pasa ruchu na którym się obecnie znajduje. Działanie tej funkcji opiera się na namalowanych oznaczeniach pasów ruchu. Są to oznaczenia między pasami ruchu i wzdłuż krawędzi jezdni. Niektóre wersje mogą również zapobiegać zjechaniu z drogi. Jeżeli pojazd zjeżdża z pasa, pojawiają się ostrzeżenia dla kierowcy (na desce rozdzielczej, w postaci dźwięku lub wibracji fotela lub kierownicy). Jeżeli kierowca na nie zareaguje, asystent utrzymania pasa ruchu powróci pojazd na pierwotny tor. Działanie systemu może odbywać się również bez wysyłania powiadomień.

2.5. Wspomaganie parkowania (Parking assistance)

System wspomaganie parkowania umożliwia półautomatyczne wjeżdżanie na miejsce parkingowe równoległe lub prostopadłe do drogi. Ponadto system może ułatwiać manewrowanie poza równoległymi miejscami parkingowymi. Zazwyczaj, pojazd samoczynnie wykonuje manewry kierownicą, natomiast kierowca musi jedynie wcisnąć pedał gazu i hamulca oraz zmieniać w razie konieczności biegi zgodnie z informacjami płynącymi z systemu. W większości, w pierwszej kolejności musi być wykonany przejazd z niewielką prędkością (20-30 km/h) w celu wyszukania odpowiedniego miejsca do zaparkowania. We współczesnych systemach, parkowanie może być zrealizowane nawet na długości niewiele większej do długości samochodu (nawet poniżej 1 metra). W najbardziej zaawansowanych systemach, kierowca jest praktycznie całkowicie wyręczony. Cały proces poczynawszy od znalezienia miejsca aż po ustawienie pojazdu realizowane jest automatycznie.



Rys. 2.12. Schemat działania systemu wspomaganie parkowania [28]

Rozwinięciem systemu jest możliwość parkowania zdalnego (również wyjeżdżania) w garażu. Przed rozpoczęciem manewru, kierowca wysiada z samochodu i za pomocą pilota uruchamia procedurę. Samochód wjeżdża do garażu, domyka drzwi, wyłącza silnik, zamyka drzwi garaży, itp.

Na podobnej zasadzie działa funkcja wspomagania manewrowania przyczepą. Ułatwia ona manewrowanie tyłem z przyczepą. W zależności od rozwiązania, kierowca za pomocą pokrętła/przycisku lub wyświetlacza dotykowego reguluje kąt, pod jakim należy cofać przyczepę. Obraz z kamery wstecznej na monitorze pokazuje linie, które służą jako wskazówki. Funkcja wspomagania manewrowania przyczepą obraca kierownicę i kieruje przyczepą na wybrany tor jazdy. Jeśli kąt przegubu jest zbyt duży, system emituje ostrzeżenie, a w razie niebezpieczeństwa hamuje. W zależności od wersji, podstawę techniczną stanowi czujnik w obrotowym haku holowniczym sprzęgu przyczepy, który wykrywa kąt między pojazdem ciągnącym a przyczepą, lub kamera skierowana do tyłu.



Rys. 2.13. Ilustracja działania systemu cofania z przyczepą [28]

2.6. Inne systemy wspomagania kierowcy

Wspomaganie ruszania pod górę (ang. Hold assistance)

Układ wspomagania ruszania pod górę umożliwia wygodne ruszanie z miejsca, gdy samochód znajduje się na pochyłościach i zjazdach typowych dla ruchu ulicznego, a także zapobiega staczaniu się pojazdu. Układ automatycznie przełącza się na elektromechaniczny hamulec postojowy, gdy samochód zostanie zatrzymany na dłuższy czas przy włączonym wspomaganie hamowania. Dzięki temu samochód pozostaje nieruchomy nawet bez włączania hamulca postojowego. Samochód rusza, gdy kierowca naciśnie pedał przyspieszenia.



Rys. 2.14. System Hold assistance w samochodzie Audi [28]

Ostrzeżenie o zbliżającym się pojeździe w czasie wysiadania – Exit Warning

To rozwiązanie pozwala na monitorowanie przestrzeni z tyłu samochodu nawet podczas postoju [18]. Jeśli od tyłu samochodu będzie nadjeżdżał inny pojazd, system uruchomi ostrzeżenia wizualne i dźwiękowe. Systemy powinny mieć również możliwość rozpoznania motocykli i rowerów.



Rys. 2.15. Ilustracja działania system Exit Warning w samochodzie Seat Leon [19]

Automatyczna pomoc w nagłych wypadkach (ang. Emergency Assist)

Gdy system stwierdzi, że w określonym czasie kierowca nie operuje ani pedałem przyspieszenia, ani hamulca, ani kierownicą, kierowca jest najpierw ostrzegany – sygnałami akustycznymi, wizualnymi oraz poprzez szarpnięcie hamulcami. Jeśli mimo to nie zareaguje, Emergency Assist rozpoczyna hamowanie samochodu. W jego

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

ramach mogą współdziałać cztery inne systemy asystujące: aktywny tempomat, asystent zmiany pasa ruchu, asystent utrzymywania samochodu na pasie ruchu oraz system wspomagający parkowanie. Wspólnie mogą one doprowadzić do automatycznego zatrzymania się pojazdu na prawym pasie ruchu, a następnie wezwać służby ratunkowe.

System powiadamiania ratunkowego – eCall

System eCall łączy się telefonicznie z najbliższym centrum ratownictwa i umożliwia transmisję danych. Dzięki temu kierowca i pasażerowie pojazdu mogą skontaktować się z operatorem centrum ratownictwa, a jednocześnie system sam wysyła niezbędny zbiór danych (m.in. dokładną lokalizację, czas wypadku, numer rejestracyjny pojazdu, a nawet liczbę pasażerów). Umożliwia to służbom ratunkowym ocenę sytuacji i podjęcie odpowiednich działań.

Wspomaganie widzenia nocnego (ang. Night vision assistance)

System wspomagania widzenia w nocy, wykorzystuje kamerę dalekiej podczerwieni. Reaguje ona na ciepło wydzielane przez obiekty. Po przetworzeniu na czarno-biały obraz, informacje te można wyświetlić na zestawie wskaźników lub na wyświetlaczu przeziernym.

W większości rozwiązań, zasięg systemów wynosi do około 300 metrów. Potrafią one wykryć ludzi i większe dzikie zwierzęta z odległości do około 100 metrów, a następnie oznaczyć je kolorem ostrzegawczym na ekranie, a w przypadku wykrycia niebezpiecznej sytuacji emitować dźwięk ostrzegawczy. Dodatkowo, poza obszarem zabudowanym, osoby znajdujące się w niebezpiecznym obszarze mogą być ostrzegane krótkimi błyskami światła.



Rys. 2.16. Przykład rozpoznawania osób i zwierząt w systemie night vision samochodu Mercedes [29]

Automatyczne światła drogowe (ang. Automatic High Beams)

Automatyczne światła drogowe automatycznie przełączają światła pojazdu między światłem drogowym a mijania gdy zbliża się inny pojazd (w zależności od warunków oświetleniowych). Technologia ta, znana również jako reflektory z półautomatycznym przełączaniem świateł, wykorzystuje czujniki fotometryczne lub kamery pokładowe do wykrywania momentu przełączenia między światłami drogowymi i mijania.

Kamera cofania (ang. Backup/ Reversing Camera)

Kamera cofania pomaga zapobiegać zderzeniom tylnym i chronić osoby znajdujące się za pojazdem. Kamera cofania upraszcza manewrowanie, pokazując na wyświetlaczu strefę za pojazdem. Najczęściej, pokazuje ona obliczony na podstawie kąta skrętu kierownicy tor jazdy, a także linie pomocnicze i prowadzące. Kamera cofania jest aktywowana, gdy tylko kierowca włączy bieg wsteczny lub naciśnie odpowiedni przycisk. W większości rozwiązań umożliwia ona także zmianę widoku, od normalnego, rozszerzonego aż po widok tyłu samochodu.



Rys. 2.17. Przykład różnych widoków z kamery cofania [30]

3. Pojazdy przystosowane dla osób głuchych i niedosłyszących

3.1. Sygnalizatory akustyczne dla niesłyszących kierowców

Na wstępie należy zaznaczyć, że systemy wspomagające osoby głuche i niedosłyszące, są również bardzo pomocne dla osób w pełni zdrowych. Często, na skutek braku koncentracji, kierowca nie zauważa wielu ważnych sytuacji na drodze. Zdarzają się przypadki nieświadomego przejazdu przez skrzyżowanie na czerwonym świetle, nie zauważenia znaków drogowych czy pojazdów uprzywilejowanych. Wprowadzane w samochodach nowoczesne rozwiązania pozwalają w pewnym stopniu niwelować te zagrożenia [22].

Jednym z istotnych problemów dla niesłyszących kierowców jest to, że nie słyszą oni syren pojazdów służb ratunkowych. Aby temu zapobiec, stosuje się czujniki syren. Wykrywają one syreny pojazdów służb ratunkowych, a następnie przekształcają je najczęściej w sygnały wizualne widoczne dla niesłyszących kierowców.

Rozpoznawanie syren pojazdów uprzywilejowanych oparte jest na analizie ich struktury częstotliwościowej. Ważnym zagadnieniem jest dopasowanie systemu rozpoznającego dźwięki do sygnatur emitowanych sygnałów przez syreny. Mogą one różnić się poszczególnych krajach i z tego względu kupowane urządzenia muszą być przeznaczone na konkretny rynek.

Wraz z rozwojem systemów elektronicznych i informatycznych, producenci samochodów coraz szerzej wprowadzają technologie, które poprawiają sytuację kierowców z wadą słuchu. Wykorzystują do tego celu technologie konwersji audiowizualnej (AVC - Audio-Visual Conversion) i konwersji akustyczno-dotykowej (ATC - Audio-Tactile Conversion). Ich działanie polega na zamianie dźwięków na wskazówki wizualne lub dotykowe. Może się to odbywać poprzez wyświetlacz HUD (Head-up Display) na przedniej szybie, sygnały świetlne na desce rozdzielczej lub kierownicy, albo poprzez wibracje kierownicy. Ostrzegają one niedosłyszących kierowców o dźwiękach dochodzących z zewnątrz ich samochodu. Technologie te dodają dodatkową warstwę bezpieczeństwa zarówno dla niedosłyszących kierowców jak i innych użytkowników ruchu drogowego. Rozwojowi tych technologii sprzyja wyposażanie samochodów w urządzenia takie jak kamery, radary czy lidary.

3.2. Przykłady systemów wspomagania

Przykładem systemu wspomagającego kierowców jest rozwiązanie firmy ZF. Wykorzystując dwa wodoodporne mikrofony umieszczone z przodu i z tyłu samochodu, system wykorzystuje sztuczną inteligencję do przetwarzania dźwięków otoczenia i powiadamia kierowcę, jeśli wykryje w okolicy pojazd ratunkowy, np. karetkę pogotowia, straż pożarną lub policję.

Pomimo tego, że system przeznaczony jest dla wszystkich kierowców, szczególnie użyteczny może być dla osób niedosłyszących, które w standardowej sytuacji muszą polegać tylko i wyłącznie na dostrzeżeniu pojazdu uprzywilejowanego. Obecnie system samochodu wysyła kierowcy jedynie wizualne powiadomienie, ale docelowo autonomicznie kierowany samochód mógłby reagować zwolnieniem lub zjechaniem

na bok, w zależności od natężenia ruchu i wymogów lokalnego prawa.



Rys. 3.1. System opracowany przez firmę ZF [23]

Kolejnym przykładem jest system wykrywania pojazdów w sytuacjach awaryjnych Carence EVD (Emergency Vehicle Detection). Nie wymaga on instalacji w samochodzie żadnego dodatkowego sprzętu. Zamiast tego wykorzystuje mikrofony, które są już obecne w kabinach nowszych pojazdów i służą do takich celów, jak eliminacja hałasu drogowego czy optymalizacja dźwięku stereo [24].

Oprogramowanie EVD, które jest zintegrowane z istniejącym systemem wspomagania kierowcy, potrafi rozróżnić dźwięk muzyki lub innego rodzaju dźwięku odtwarzanego w pojeździe od dźwięku syren dochodzącego z zewnątrz. Jest w stanie nie tylko określić położenie takich syren względem siebie, ale także zidentyfikować rodzaj pojazdu ratunkowego. Po wykryciu syreny EVD wycisza muzykę (lub rozmowę telefoniczną), a następnie powiadamia kierowcę za pomocą ostrzeżeń audiowizualnych wyświetlanych na samochodowym systemie informacyjno-rozrywkowym. Obecnie ostrzeżenia te informują jedynie o zbliżaniu się pojazdu ratunkowego, ale firma Carence pracuje nad dodaniem informacji dotyczących odległości i kierunku poruszania się tego pojazdu.

Carence EVD obsługuje większość typów syren stosowane na całym świecie. Producent deklaruje możliwość wykrywania ponad 500 rodzajów stosowanych syren stosowanych w różnych krajach. Sygnały syren mogą być wykrywane w odległości do 300 metrów przy użyciu mikrofonów wewnętrznych i do ponad 600 metrów przy użyciu mikrofonów zewnętrznych.

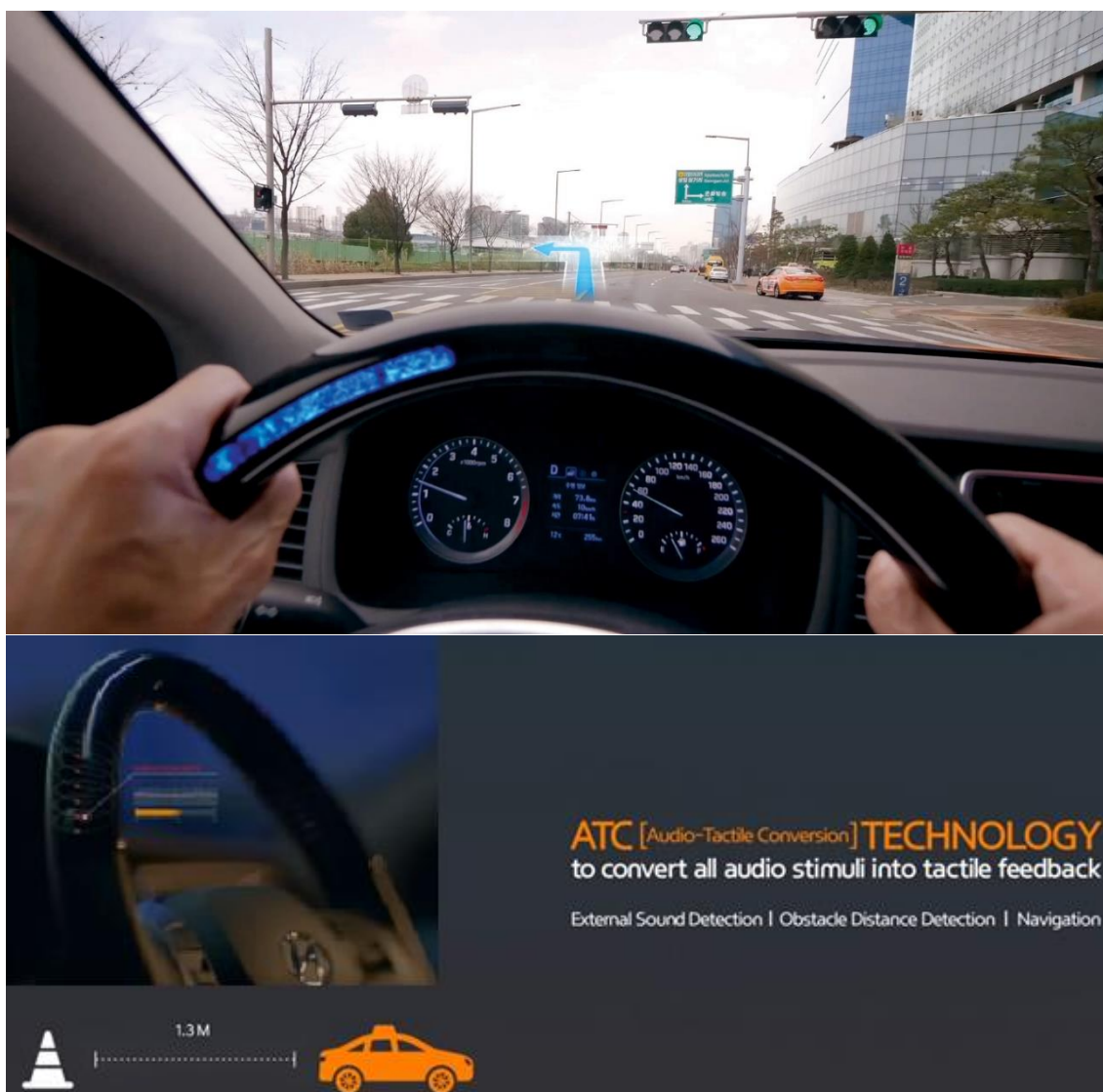
W 2019 roku Hyundai Motor Group (HMG) zaprezentował nową technologię, która pomaga kierowcom niedosłyszącym [25]. Niedosłyszący kierowcy są zależni głównie od zmysłów wzroku i dotyku. Firma HMG stworzyła sposób komunikacji dla osób niedosłyszących, który obejmuje zarówno dźwięki wewnętrzne jak i zewnętrzne, za pomocą środków dotykowych i wizualnych. Technologia ta wykorzystuje sztuczną

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

inteligencję do analizy wzorców dźwięków zewnętrznych i wykorzystuje dwa oddzielne systemy wspomagania jazdy, które współpracują jednocześnie. Jedną z nich jest konwersja audiowizualną (AVC), a drugą konwersja akustyczno-dotykową (ATC). Wykorzystuje się w nich fakt, że osoby niedosłyszące mają wyostrożony zmysł dotyku i zdolności wizualne.

AVC pozwala na bezpieczniejszą jazdę, umożliwiając komunikację ze środowiskiem zewnętrznym poprzez wizualne przedstawienie wzorców dźwiękowych, np. dźwięków ostrzegawczych pojazdów ratunkowych, w postaci piktogramów na wyświetlaczu przeziernym (HUD). Kierownica jest również wyposażona w wielokolorowe diody LED, które wskazują informacje nawigacyjne podczas jazdy.

ATC zamienia dane dźwiękowe na wibracje kierownicy, przekazując kierowcy różne informacje o otoczeniu zewnętrznym, np. takie jak odległość od przeszkód.



Rys. 3.2. System wspomagania kierowcy w samochodzie Hyundai [25]

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Systemy wspomagania niedosłyszących kierowców mogą także pomagać w podjęciu pracy kierowcy. W założonej w 2018 r. przez Goyohan Taxi Service firmie Coactus z Korei Południowej pojazdy są prowadzone przez niesłyszących kierowców. Stanowi to istotną część przedsięwzięcia społecznego wspierającego osoby z ubytkiem słuchu. Firma Goyohan Mobility na początku 2022 roku zatrudniała około 110 niedosłyszących kierowców [26].

Coactus nawiązała współpracę z firmą SK Telecom (lokalnego operatora sieci komórkowej). Aby zwiększyć bezpieczeństwo i wygodę niesłyszących kierowców, firma SK Telecom wyposaża pojazdy w zaawansowany system wspomagania kierowcy (ADAS) opracowany specjalnie z myślą o niesłyszących kierowcach, a także zapewniła kierowcom zegarki T Care Smart Watch - urządzenie dostosowane do ich potrzeb.

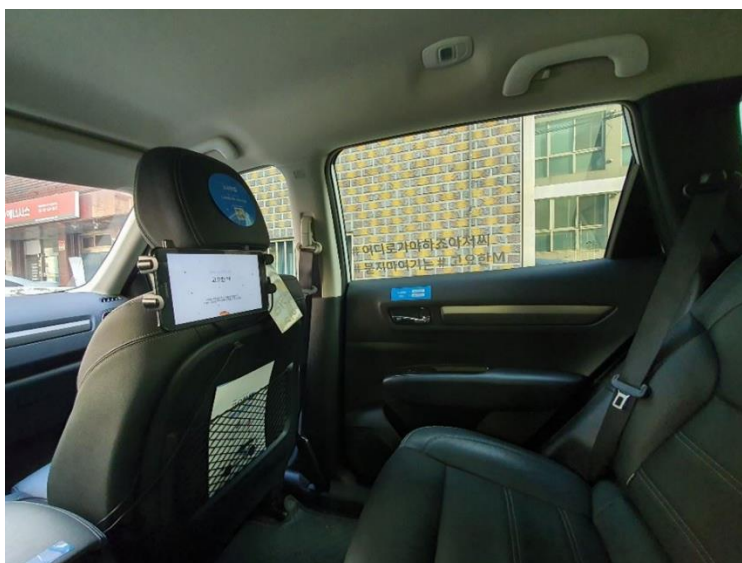


Rys. 3.3. Idea systemu firmy Goyohan [25]

System ADAS ostrzega o kolizji z przodu, zjechaniu z pasa ruchu i kolizji z pieszym nie tylko na ekranie wyświetlacza, ale także poprzez wibracje na inteligentnym zegarku T Care noszonym na nadgarstku kierowcy. W sytuacjach awaryjnych kierowca może nacisnąć przycisk SOS na zegarku, aby nawiązać natychmiastowy kontakt z policją i przekazać istotne informacje (np. swoją lokalizację). Taksówki zostały również wyposażone w tablety z zainstalowaną aplikacją, która umożliwia płynną komunikację między niedosłyszącymi taksówkarzami (czasami również głuchoniemymi) a ich pasażerami.

Oprócz połączenia Coactus z aplikacją taksówkarską T-Map firmy SK Telecom, operator opracował i zastosował funkcję, która poprzez alarmy świetlne informuje kierowców o połączeniach przychodzących, a także funkcję przesyłania wiadomości, która umożliwia komunikację między kierowcami i klientami przed rozpoczęciem podróży.

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**



Rys. 3.4. Wnętrze samochodu Goyohan Mobility z tabletem, za pomocą którego pasażerowie mogą komunikować się z kierowcą [27]

4. Sterowanie głosowe w pojazdach

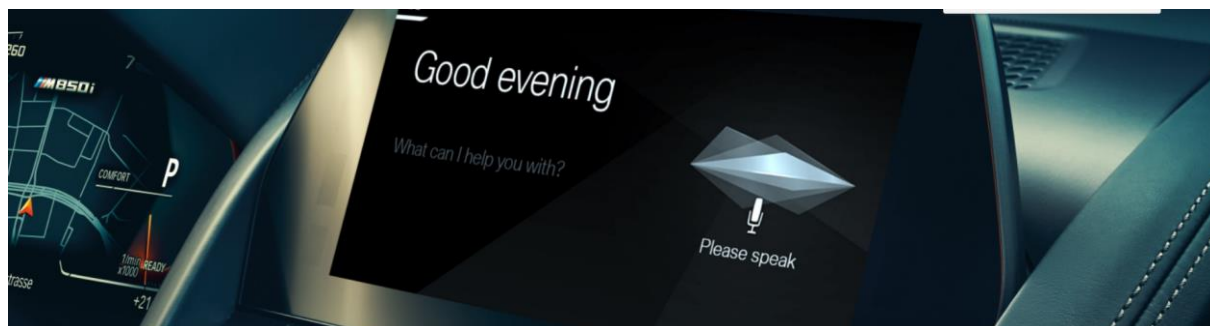
Gwałtowny wzrost popularności technologii głosowej jest w dużej mierze wynikiem rozwoju asystentów głosowych. W segmencie motoryzacyjnym technologia głosowa miała początkowo służyć ograniczeniu czynników rozpraszających uwagę, które zagrażają bezpieczeństwu. Asystenci głosowi pomagali przede wszystkim w obsłudze funkcji informacyjno-rozrywkowych, utrzymując wzrok kierowcy na drodze i ręce na kierownicy podczas jazdy.

Systemy rozpoznawania mowy w samochodach pojawiły się w połowie lat 90. w niektórych luksusowych samochodach. Systemy te pozwalały na obsługę bez użycia rąk takich funkcji, jak telefon, radio, odtwarzacz CD, klimatyzacja itp. Aby uruchomić komendę głosową, użytkownik musiał nacisnąć przycisk PTT (Push To Talk), który znajdował się w urządzeniu informacyjno-rozrywkowym lub na kierownicy [35]. Użytkownik musiał zapamiętać wszystkie różne komendy lub słuchać wskazówek głosowych systemu, aby zrozumieć, której komendy użyć. Jest to bardzo duża wada tego typu systemów.

Proces tworzenia systemu dialogu głosowego można podzielić na trzy etapy [32]:

- a) rozpoznawanie mowy polega na przekształceniu głosu użytkownika na tekst,
- b) przechwycony tekst jest przekazywany do części decyzyjnej oprogramowania, która zazwyczaj generuje tekst wyjściowy,
- c) synteza mowy (text to speech) polega na zamianie tekstu na mowę w celu przekazania użytkownikowi odpowiedzi dźwiękowej.

We pierwszych systemach dokładność rozpoznawania mowy była bardzo niska, co zniechęcało użytkowników do korzystania z możliwości sterowania głosowego. We współczesnych rozwiązaniach, rozpoznawanie mowy oparte jest na takich technologiach jak internet i sztuczna inteligencja. Pozwalają one na bardziej naturalne komunikowanie się z urządzeniami (systemy są zdolne do rozumienia języka naturalnego - NLU - Natural Language Understanding).



Rys. 4.1. Przykład technologii głosowej we współczesnym samochodzie [47]

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Działanie systemów rozpoznawania mowy może opierać się o integralne urządzenia zamontowane w samochodzie (System-on-Chip) lub korzystać z zasobów chmury. Pierwsze rozwiązanie wymaga większej mocy obliczeniowej i zasobów, drugie natomiast stałego połączenia z internetem. Konwencjonalne systemy rozpoznawania mowy, takie jak te w smartfonach, do przetwarzania poleceń głosowych zawsze wymagają szybkiego połączenia danych. Mowa jest nagrywana, a następnie przesyłana do zewnętrznego systemu komputerowego w celu analizy. Ta metoda ma ograniczoną przydatność w zastosowaniach samochodowych. Szybkie łącze danych nie zawsze jest dostępne, szczególnie poza obszarami zabudowanymi [34]. Z tego względu rozbudowywane są rozwiązania hybrydowe, które przetwarzają sygnały mowy zarówno lokalnie, jak i w chmurze. Odpowiedź serwera w chmurze jest traktowana priorytetowo w stosunku do odpowiedzi systemu wbudowanego, ponieważ ten pierwszy jest bardziej dokładny, wytrzymały i rozumie język naturalny.

Szczegółowy zakres funkcji, którymi można sterować za pomocą mowy, zależy od samochodu. Typowy wybór funkcji sterowanych głosem jest podzielony na trzy kategorie: podstawową, średnią i zaawansowaną [31].

Podstawowe funkcje aktywowane głosem są skoncentrowane wokół systemu multimedialnego i rozrywkowego samochodu. Kierowca może używać głosu do przełączania stacji, regulowania głośności, wyszukiwania utworów, itp.

Systemy pośrednie pozwalają kierowcy, oprócz podstawowych funkcji, na wykonywanie i odbieranie połączeń telefonicznych, programowanie GPS i regulację klimatyzacji.

Bardziej zaawansowana technologia obejmuje połączenie z internetem, co ułatwia przeglądanie stron internetowych i korzystanie z aplikacji. Na poziomie zaawansowanym kierowca może na przykład zapytać o drogę, zarezerwować restaurację i zlokalizować miejsce parkingowe nie odrywając wzroku od drogi ani rąk od kierownicy.

Obecnie technologie rozpoznawania mowy szybko się rozwijają. W najbliższej przyszłości systemy zapewnią możliwość obsługi bardziej zaawansowanych poleceń, w tym warunkowych. Jeżeli wybierzemy miejsce docelowe pod warunkiem, że np. sklep jest jeszcze otwarty i nie ma już korków na drogach, system wyszuka godziny otwarcia sklepu, pobierze dane o natężeniu ruchu od dostawcy usług nawigacyjnych i rozpocznie nawigację, jeśli spełnione zostaną żądane warunki.

Pracuje się również nad oddzielnymi strefami audio dla każdego pasażera i kierowcy. Będą oni mogli jednocześnie korzystać z funkcji sterowania głosem. Wraz z pojawieniem się autonomicznej jazdy kierowcy staną się pasażerami, a sterowanie głosem musi być możliwe z dowolnego miejsca w pojeździe.

Wraz z rosnącą sprzedażą pojazdów osobowych i użytkowych na całym świecie, spodziewany jest wzrost popytu na systemy wspomagania głosowego. Raport Automotive World sugeruje, że do 2028 roku systemy te będą wbudowane w około 90% nowych pojazdów. Wiele przodujących firm z sektora IT usilnie zabiega o to, aby stać się domyślnym asystentem w różnych pojazdach [33].

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Zauważa się przy tym bardzo duże zastosowanie systemów rozpoznawania mowy i sterowania głosowego w odniesieniu do osób o szczególnych potrzebach. Mogą one w znaczący sposób ułatwić obsługę coraz bardziej rozbudowanych systemów samochodu, a w wielu przypadkach wręcz umożliwić samodzielną podróż [36], [37]. Głosowa obsługa pedału przyspieszania, hamulca, obrotu kierownicy czy specjalne joysticki umożliwią prowadzenie samochodu osobom z niedowładem i porażeniem kończyn. Systemy takie znajdują również zastosowanie w czasie kursów nauki jazdy [38]. Przykładowo, urządzenie GRASER pozwala przetwarzać głos instruktora w czasie prowadzenia szkolenia na obraz. To zazwyczaj ma zastosowanie w przypadku osób niesłyszących, gdzie nie ma możliwości migania i komunikowania się z osobą niesłyszącą w czasie prowadzenia szkolenia. Poprzez urządzenie kursant ma wyświetlany piktogram, który pokazuje, jakie polecenie ma aktualnie wykonać na drodze.

5. Pojazdy autonomiczne

Autonomiczne samochody mogą zrewolucjonizować sposób, w jaki ludzie poruszają się pojazdami. Obecnie osoby o szczególnych potrzebach, które mają różnego typu ograniczenia fizyczne lub psychiczne uniemożliwiające im bezpieczne prowadzenie samochodu, muszą polegać na pomocy osób trzecich.

Technologia pojazdów autonomicznych sama w sobie nie wystarczy, aby pomóc tym osobom stać się bardziej niezależnymi, ale jednoczesny postęp w dziedzinie uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji może umożliwić tym pojazdom rozumienie instrukcji mówionych, obserwowanie otoczenia i komunikowanie się z ludźmi. Łącznie technologie te mogą zapewnić niezależną mobilność dostosowaną do możliwości i potrzeb każdego użytkownika [39].

Wiele z niezbędnych technologii już istnieje. W 2015 roku firma Google zaprosiła osobę niewidomą do testowania swoich pojazdów autonomicznych [40]. Test ten jest oznaką, jaki potencjał jest związany z tego typu pojazdami w odniesieniu do osób o szczególnych potrzebach i jak blisko jest wprowadzenia takich pojazdów na rynek.



Rys. 5.1. Pierwsza podróż osoby niewidzącej pojazdem autonomicznym [40]

Stowarzyszenie Inżynierów Motoryzacyjnych (SAE) opracowało standardową skalę autonomizacji pojazdów. Poziom 0 oznacza brak autonomii, natomiast poziom piąty pełną autonomię. Obecnie kilka pojazdów na świecie zostało certyfikowanych przez lokalne władze do poziomu 3. Oznacza to, że warunkowo te pojazdy będą mogły realizować autonomiczną jazdę na wybranych odcinkach dróg [41].

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Obecnie na świecie testuje się w wielu miejscach różne rozwiązania związane z pojazdami autonomicznymi. Duża ich część związana jest z testami pojazdów kursujących wahadłowo na zadanych trasach. Dzięki nim zbierane są dane o istniejących niedoskonałościach obecnych rozwiązań i wymaganych ulepszeniach. Tego typu pojazdy mogą stać się w przyszłości szczególnie przydatne dla osób o szczególnych potrzebach.



Rys. 5.2. Pojazd autonomiczny kursujący w Kopenhadze [43]

Pojazdy autonomiczne będą bardzo korzystne dla osób starszych i innych grup, które mają problemy z prowadzeniem samochodu. Dla wielu osób starszych prowadzenie samochodu w pewnym momencie przestaje być bezpieczne. Pojazdy autonomiczne mogą pomóc seniorom zachować niezależność, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo innym kierowcom, pasażerom a także pieszym [42].

Pojazdy autonomiczne są nadal testowane, a uregulowania prawne nie nadążają za dynamicznie zmieniającymi się technologiami. Stanowi to poważną barierę we wprowadzaniu tych rozwiązań na szerszą skalę. Nie są także sprecyzowane dokładnie procedury testowania takich pojazdów.

Poważnym ograniczeniem może być także niechęć i brak zaufania osób o szczególnych potrzebach, a w tym osób starszych do nowych technologii [44], [45], [46]. Bardzo ważnym jest, aby opracowywane technologie były dopasowywane do ich potrzeb i zgodnie z ich wymaganiami. Tym samym uniknie się sytuacji, w której osoby o szczególnych potrzebach będą musiały dopasowywać się do nieprzyjaznej im technologii.

6. Podsumowanie

Dynamicznie rozwijające się technologie wspomagające kierowcę mogą w znaczący sposób przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Nie tylko mogą pomóc zwiększyć bezpieczeństwo osobom znajdującym się w samochodzie, ale również innym uczestnikom ruchu drogowego oraz pieszym.

Obecnie na rynku samochodów można zauważyć, że różni producenci stosują różne nazwy dla tych samych lub podobnych technologii. Może to powodować wśród konsumentów dezorientację i trudność w porównaniu poszczególnych rozwiązań. Zrozumienie jak one działają i świadome ich używanie jest bardzo ważne dla ich użytkowników.

Należy zdawać sobie sprawę, że ze względu na dynamiczny rozwój systemów wspomagających kierowcę, żaden ich podział nie jest stały i kompletny. Zmieniające się wymagania i nowe technologie powodują pojawianie się nowych systemów a także ich wzajemne przenikanie.

Niezależnie od funkcji i stopnia zaawansowania, zadaniem systemów jest obserwacja otoczenia wokół pojazdu a następnie jego analiza. We współczesnych pojazdach, do obserwacji wykorzystuje się kamery, czujniki radarowe, lidarowe i ultradźwiękowe.

Systemy wspomagania kierowcy powstają z myślą o wszystkich użytkownikach ruchu drogowego. Grupą, dla której mogą być one szczególnie przydatne, są osoby o szczególnych potrzebach. Ze względu na ich różnorodne deficyty, możliwość samodzielnego prowadzenia samochodów może być utrudniona, a niekiedy niemożliwa. Pojawiające się nowe technologie i rozwiązania mogą w dużym stopniu kompensować te deficyty.

Do szczególnie przydatnych systemów można zaliczyć te, które związane są z ograniczeniem konieczności długotrwałej koncentracji i szybkiej reakcji na pojawiające się zagrożenia a także posiadania dobrej sprawności ruchowej. Można tutaj wskazać systemy automatycznego hamowania awaryjnego, asystenta martwego pola, tempomat adaptacyjny czy asystenta utrzymania pasa ruchu. Duże problemy dla osób o szczególnych potrzebach stwarza konieczność manewrowania na ograniczonej powierzchni. Stąd też wprowadzane w samochodach systemy wspomagające parkowanie, stanowią dla nich duże udogodnienie. Nie mniejsze znaczenie mają także systemy automatycznej pomocy w nagłych wypadkach i powiadamiania ratunkowego eCall.

W współczesnych pojazdach obserwuje się szybki wzrost popularności technologii głosowej. W dużej mierze jest wynikiem rozwoju asystentów głosowych. Obecnie, asystenci głosowi pomagają przede wszystkim w obsłudze funkcji informacyjno-rozrywkowych.

Zauważa się bardzo duże zastosowanie systemów rozpoznawania mowy i sterowania głosowego w odniesieniu do osób o szczególnych potrzebach. Mogą one w znaczący sposób ułatwić obsługę coraz bardziej rozbudowanych systemów samochodu, a w wielu przypadkach wręcz umożliwić samodzielną podróż.

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Autonomiczne samochody mogą zrewolucjonizować sposób, w jaki ludzie poruszają się pojazdami. Obecnie osoby o szczególnych potrzebach, które mają różnego typu ograniczenia fizyczne lub psychiczne uniemożliwiające im bezpieczne prowadzenie samochodu, muszą polegać na pomocy osób trzecich.

Pojazdy autonomiczne są nadal testowane, a uregulowania prawne nie nadążają za dynamicznie zmieniającymi się technologiami. Stanowi to poważną barierę we wprowadzaniu tych rozwiązań na szerszą skalę. Nie są także sprecyzowane dokładnie procedury testowania takich pojazdów.

Poważnym ograniczeniem może być także niechęć i brak zaufania osób o szczególnych potrzebach, a w tym osób starszych do nowych technologii.

7. Literatura

- [1] Traffic Safety Facts, 2019 Data, Older Population, NHTSA's National Center for Statistics and Analysis, May 2021, DOT HS 813 121.
- [2] Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego, Wypadki drogowe w Polsce w 2021 roku. Warszawa 2022.
- [3] <https://www.nhtsa.gov/equipment/driver-assistance-technologies>
- [4] <https://www.nissan-global.com/EN/INNOVATION/TECHNOLOGY/>
- [5] <https://www.autonationhyundaitempe.com/research/forward-collision-avoidance.htm>
- [6] <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/>
- [7] <https://www.extremetech.com/extreme/165320-what-is-lane-departure-warning-and-how-does-it-work>
- [8] https://volvo.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/9489/~lane-departure-warning
- [9] <https://mycardoeswhat.org/deeper-learning/>
- [10] <https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/what-is-a-blind-spot-monitor>
- [11] <https://www.motortrend.com/features/blind-spot-monitoring>
- [12] <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/safety-assist/aeb-car-to-car/>
- [13] <https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/what-is-automatic-emergency-braking>
- [14] Automatic Emergency Braking with Pedestrian Detection, American Automobile Association, IncNewsRoom.AAA.com, October 2019.
- [15] <https://www.whatcar.com/news/what-is-aeb-and-how-does-it-work/n3283>
- [16] Cost, Weight, and Lead Time Analysis of Blind Spot Intervention, Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 5-APRIL-2021.
- [17] <https://www.tomtom.com/blog/automated-driving/what-is-adaptive-cruise-control/>
- [18] <https://www.akumulator.pl/artykuly/10-zaawansowanych-systemow-wspomagania-kierowcy/>
- [19] <https://www.seat.com/company/news/cars/seat-leon-features-driving-assistance-systems.html>

- [20] <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-adas.html>
- [21] <https://tc.canada.ca/en/road-transportation/what-you-need-know-about-driver-assistance-technologies>
- [22] <https://www.helpingmehear.com/hearing-aids-news/drivers-who-struggle-with-hearing-this-might-change-your-life/>
- [23] <https://www.caranddriver.com/news/a23397054/zf-emergency-vehicle-detection-ai/>
- [24] <https://www.counterman.com/cerence-introduces-emergency-vehicle-detection/>
- [25] <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/hyundai-reveals-technology-to-assist-hearing-impaired-drivers.html>
- [26] <https://futureiot.tech/sk-telecom-and-coactus-to-launch-new-service-for-deaf-drivers/>
- [27] https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2022/03/419_324473.html
- [28] <https://www.audi-mediacycenter.com/en/technology-lexicon-7180/driver-assistance-systems-7184>
- [29] <http://www.autosofdallas.com/blog/what-is-mercedes-benz-night-view-assist-technology/>
- [30] <https://www.gmc.com/safety-features>
- [31] <https://summalinguae.com/language-technology/the-present-and-future-of-in-car-speech-recognition/>
- [32] <https://www.mobilityoutlook.com/commentary/evolution-of-invehicle-voice-control/>
- [33] <https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21166549/global-market-insights-voice-recognition-expands-across-healthcare-and-transportation>
- [34] <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/infotainment/voice-control/>
- [35] <https://www.parkers.co.uk/what-is/voice-control/>
- [36] Ujjwal Gulati, Ishaan, Rajeshwar Dass, Intelligent Car with Voice Assistance and Obstacle Detector to Aid the Disabled, Procedia Computer Science, Volume 167, 2020, pp. 1732-1738.
- [37] Ivanecký, Jozef & Mehlhase, Stephan. (2012). An In-Car Speech Recognition System for Disabled Drivers. 505-512. 10.1007/978-3-642-32790-2_61.

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

- [38] <https://innowacje.newseria.pl/news/auta-sterowane,p1961578679>
- [39] <https://theconversation.com/are-self-driving-cars-the-future-of-mobility-for-disabled-people-84037>
- [40] https://www.washingtonpost.com/local/trafficandcommuting/blind-man-sets-out-alone-in-googles-driverless-car/2016/12/13/f523ef42-c13d-11e6-8422-eac61c0ef74d_story.html
- [41] <https://magazyn.cartrack.pl/poziomy-jazdy-autonomicznej-cartrack/>
- [42] <https://www.techrepublic.com/article/how-autonomous-vehicles-could-help-the-elderly-and-disabled-in-the-near-future/>
- [43] <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/driverless-shuttles-what-are-we-waiting>
- [44] Eva Kassens-Noor, Meng Cai, Zeenat Kotval-Karamchandani, Travis Decaminada, Autonomous vehicles and mobility for people with special needs, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 150, 2021, pp. 385-397.
- [45] Bennett, Roger, Vijaygopal, Rohini and Kottasz, Rita (2019) Attitudes towards autonomous vehicles among people with physical disabilities. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 127, pp. 1-17. ISSN (print) 0965-8564.
- [46] Kempapidis, Theofilos & Castle, Claire & Fairchild, Richard & Hussain, Syeda & Cash, Andrew & Gomes, Renata. (2020). A scientific evaluation of autonomous vehicle user experience on sighted and visually impaired passengers based on FACS (Facial Analysis Coding System) and a user experience questionnaire. Journal of Transport & Health. 19. 100906. 10.1016/j.jth.2020.100906.
- [47] <https://360.here.com/how-in-car-voice-control-connects-the-car-to-your-life>

.....
Podpis Autora dzieła

.....
Data

.....
Podpis Lidera Zespołu