

Wykorzystanie samochodu napędzanego AI

Samochód samobieżny (samochód SD) to pojazd autonomiczny, który może samodzielnie jechać od punktu początkowego do miejsca docelowego bez interwencji człowieka. Autonomia oznacza nie tylko zautomatyzowanie niektórych zadań (takich jak Active Park Assist), ale możliwość wykonania właściwych kroków, aby osiągnąć cele niezależnie. Samochód SD samodzielnie wykonuje wszystkie wymagane zadania, a człowiek może tam obserwować (i nic więcej nie robić). Ponieważ samochody SD są częścią historii od ponad 100 lat (tak, wydaje się to niewiarygodne), ta część rozpoczyna się krótką historią samochodów SD. Aby technologia odniosła sukces, musi zapewniać korzyść, którą ludzie postrzegają jako niezbędną i nie tak łatwą do uzyskania za pomocą innych metod. Właśnie dlatego samochody SD są tak ekscytujące. Oferują wiele wartościowych rzeczy, oprócz jazdy. Następna część pokazuje, w jaki sposób samochody SD znacząco zmieniają mobilność i pomogą zrozumieć, dlaczego jest to tak atrakcyjna technologia. Kiedy samochody SD staną się nieco bardziej powszechne, a świat przyjmie je jako część codziennego życia, nadal będą wpływać na społeczeństwo. Kolejna część rozdziału pomaga zrozumieć te problemy i ich znaczenie. Odpowiada na pytanie, jak to będzie wsiąść do samochodu SD i założyć, że samochód bez problemu zabierze Cię z miejsca na miejsce. Wreszcie, samochody SD wymagają wielu typów czujników, aby wykonać swoje zadanie. Tak, pod pewnymi względami można zgrupować te czujniki w te, które widzą, słyszą i dotykają, ale byłoby to nadmierne uproszczenie. Ostatnia część rozdziału pomaga zrozumieć, w jaki sposób działają różne czujniki samochodowe SD i co wnoszą do całego samochodu SD.

Krótką historia

Opracowywanie samochodów, które potrafią samodzielnie prowadzić, od dawna stanowi część futurystycznej wizji narracji i filmu science-fiction od wczesnych eksperymentów w latach dwudziestych z samochodami sterowanymi radiowo. Problem z tymi wczesnymi pojazdami polega na tym, że nie były praktyczne; ktoś musiał za nimi podążać, aby poprowadzić ich za pomocą kontrolera radiowego. W związku z tym, mimo że marzenie o samochodach SD jest kultywowane od tak dawna, obecne projekty mają niewiele wspólnego z przeszłością poza wizją autonomii. Nowoczesne samochody SD są głęboko zakorzenione w projektach rozpoczętych w latach 80. XX wieku. Te nowsze wysiłki wykorzystują AI do usunięcia potrzeby kontroli radiowej stwierdzoną we wcześniejszych projektach. Wiele uniwersytetów i wojska (zwłaszcza armii amerykańskiej) finansuje te wysiłki. Kiedyś celem było zwycięstwo w Grand Challenge DARPA, które zakończyło się w 2007 roku. Jednak obecnie problemy wojskowe i handlowe stanowią dużą zachętę dla inżynierów i programistów aby kontynuować. Punktem zwrotnym w wyzwaniu było stworzenie Stanleya, zaprojektowanego przez naukowca i przedsiębiorcę Sebastiana Thrun i jego zespół. Wygrali Grand Challenge DARPA w 2005 r.. Po zwycięstwie Thrun zaczął opracowywać samochody SD w Google. Dziś możesz zobaczyć Stanleya na wystawie w Narodowym Muzeum Historii Amerykańskiej Smithsonian Institution. Wojsko nie jest jedynym, które naciska na pojazdy autonomiczne. Przez długi czas przemysł motoryzacyjny cierpiał z powodu nadprodukcji, ponieważ może produkować więcej samochodów, niż wymaga tego popyt na rynku. Zapotrzebowanie rynku spadło w wyniku różnego rodzaju presji, takich jak długowieczność samochodów. W latach 30. XX wieku żywotność samochodów wynosiła średnio 6,75 lat, ale obecnie samochody mają średnio 10,8 lub więcej lat i pozwalają kierowcom przejechać 250 000 lub więcej mil. Spadek sprzedaży spowodował, że niektórzy producenci zrezygnowali z branży lub złączyli się i utworzyli większe firmy. Samochody SD są srebrną kulą dla branży, oferując sposób na korzystne przekształcenie popytu na rynku i przekonanie konsumentów do aktualizacji. Ta niezbędna technologia spowoduje wzrost produkcji dużej liczby nowych pojazdów.

Zrozumieć przyszłość mobilności

Samochody SD nie są przełomowym wynalazkiem tylko dlatego, że radykalnie zmieniają postrzeganie samochodów przez ludzi, ale także dlatego, że ich wprowadzenie będzie miało znaczący wpływ na społeczeństwo, ekonomię i urbanizację. Obecnie żadne samochody SD nie są jeszcze w ruchu, a jedynie prototypy. (Możesz myśleć, że samochody SD są już rzeczywistością komercyjną, ale prawda jest taka, że wszystkie są prototypami. Wiele osób uważa, że wprowadzenie samochodu SD będzie wymagało co najmniej kolejnej dekady i zastąpi wszystkie istniejący tabor z samochodami SD potrwa znacznie dłużej. Jednak nawet jeśli samochody SD są jeszcze w przyszłości, możesz wyraźnie oczekiwać od nich wspaniałych rzeczy, jak opisano w poniższych sekcjach.

Wspinaczka na sześć poziomów autonomii

Przepowiadanie kształtu rzeczy, które nadejdą, nie jest możliwe, ale wiele osób przynajmniej spekulowało na temat właściwości samochodów samojezdnych. Dla jasności SAE International, organ normalizacyjny w branży motoryzacyjnej, opublikował standard klasyfikacji dla samochodów autonomicznych. Posiadanie standardu tworzy kamienie milowe automatyzacji samochodów. Oto pięć poziomów autonomii określonych w standardzie SAE:

Poziom 1 - asystent kierowcy: kontrola nadal pozostaje w rękach kierowcy, ale samochód może wykonywać proste czynności pomocnicze, takie jak kontrolowanie prędkości. Ten poziom automatyzacji obejmuje tempomat, kiedy ustawiasz samochód na określoną prędkość, kontrolę stabilności i wstępnie naładowane hamulce.

Poziom 2 - częściowa automatyzacja: samochód może działać częściej niż kierowca, w razie potrzeby zajmując się przyspieszeniem, hamowaniem i sterowaniem. Obowiązkiem kierowcy jest zachowanie czujności i kontrola samochodu. Przykładem częściowej automatyzacji jest automatyczne hamowanie, które uruchamiają niektóre modele samochodów, jeśli zauważą przed sobą możliwość zderzenia (pieszy przechodzący przez jezdnię lub inny samochód nagle zatrzymujący się). Innym przykładem jest adaptacyjny tempomat (który nie tylko kontroluje prędkość samochodu, ale także dostosowuje prędkość do sytuacji, gdy samochód jest przed tobą) i centrowanie pasa. Ten poziom jest dostępny w samochodach użytkowych od 2013 roku.

Poziom 3 - automatyzacja warunkowa: większość producentów samochodów pracuje na tym poziomie od pewnego czasu. Warunkowa automatyzacja oznacza, że samochód może jechać sam w określonych sytuacjach (na przykład tylko na autostradach lub drogach jednokierunkowych), pod ograniczeniami prędkości i pod czujną kontrolą człowieka. Automatyzacja może skłonić człowieka do wznowienia kontroli jazdy. Jednym z przykładów tego poziomu automatyzacji są najnowsze modele samochodów, które jeżdżą samotnie na autostradzie i automatycznie hamuje, gdy ruch spadnie z powodu zacięć (lub blokady).

Poziom 4 - wysoka automatyzacja: samochód wykonuje wszystkie zadania związane z prowadzeniem pojazdu (kierowanie, przepustnica i hamulec) i monitoruje wszelkie zmiany warunków drogowych od wylotu do miejsca docelowego. Ten poziom automatyzacji nie wymaga interwencji człowieka, ale jest dostępny tylko w niektórych lokalizacjach i sytuacjach, więc kierowca musi być dostępny, aby przejąć kontrolę w razie potrzeby. Dostawcy oczekują wprowadzenia tego poziomu automatyzacji około 2020 roku.

Poziom 5 - pełna automatyzacja: samochód może jechać od miejsca docelowego do miejsca docelowego bez interwencji człowieka, z poziomem umiejętności porównywalnym lub wyższym od ludzkiego kierowcy. Zautomatyzowane samochody poziomu 5 nie będą miały kierowcy. Ten poziom automatyzacji jest oczekiwany przed 2025 rokiem.

Nawet gdy samochody SD osiągną autonomię na poziomie 5, nie zobaczysz ich na każdej drodze. Takie samochody są jeszcze daleko w przyszłości i mogą pojawić się trudności. W dalszej części omówiono niektóre przeszkody, które AI napotka podczas prowadzenia samochodu. Samochód SD nie wydarzy się z dnia na dzień; prawdopodobnie nastąpi to poprzez progresywną mutację, zaczynając od stopniowego wprowadzania coraz bardziej automatycznych modeli samochodów. Ludzie będą długo trzymać kierownicę. To, czego można się spodziewać, to sztuczna inteligencja, która pomaga zarówno w zwykłej jeździe, jak i w niebezpiecznych warunkach, aby jazda była bezpieczniejsza. Nawet gdy sprzedawcy komercjalizują samochody SD, zastąpienie rzeczywistych zapasów może zająć lata. Proces zrewolucjonizowania użytkowania dróg w środowisku miejskim w samochodach SD może potrwać 30 lat.

Ta sekcja zawiera wiele dat i niektórzy ludzie mają skłonność do myślenia, że każda data pojawiająca się musi być dokładna. Wszystko może się zdarzyć, by przyspieszyć lub opóźnić adopcję samochodów SD. Na przykład branża ubezpieczeniowa jest obecnie podejrzliwa w stosunku do samochodów SD, ponieważ obawia się, że jej produkty ubezpieczenia komunikacyjnego zostaną w przyszłości odrzucone, ponieważ ryzyko wypadku samochodowego staje się rzadsze. Lobbing w branży ubezpieczeniowej może opóźnić akceptację samochodów SD. Z drugiej strony osoby, które ucierpiały w wyniku wypadku ukochanej osoby, mogą wesprzeć wszystko, co zmniejszy liczbę wypadków drogowych. Mogą być równie skuteczne w przyspieszaniu akceptacji samochodów SD. W związku z tym, biorąc pod uwagę ogromną liczbę sposobów, w jakie presja społeczna zmienia historię, przewidywanie dokładnej daty akceptacji samochodów SD nie jest możliwe.

Nowe podejście do roli samochodów w naszym życiu

Mobilność jest nierozzerwalnie związana z cywilizacją. To nie tylko transport ludzi i towarów, ale także pomysły płynące w odległych miejscach. Kiedy samochody po raz pierwszy ruszyły w drogę, niewielu wierzyło, że wkrótce zastąpią konie i powozy. Jednak samochody mają wiele zalet w stosunku do koni: są bardziej praktyczne w utrzymaniu, oferują wyższe prędkości i jeżdżą na dłuższych dystansach. Samochody wymagają również większej kontroli i uwagi ze strony ludzi, ponieważ konie są świadome drogi i reagują, gdy pojawiają się przeszkody lub możliwe kolizje, ale ludzie akceptują to wymaganie, aby uzyskać większą mobilność. Obecnie używanie samochodów kształtuje zarówno tkankę miejską, jak i życie gospodarcze. Samochody umożliwiają codzienne dojazdy do pracy z dużych odległości do domu (umożliwiając rozwój podmiejskich nieruchomości). Firmy z łatwością wysyłają towary na większe odległości; samochody tworzą nowe firmy i miejsca pracy; a pracownicy fabryki w przemyśle motoryzacyjnym już dawno stali się głównymi aktorami nowej redystrybucji bogactw. Samochód to pierwszy prawdziwy produkt na rynku masowym, stworzony przez pracowników dla innych pracowników. Kiedy kwitnie branża samochodowa, rozwijają się też społeczności, które ją wspierają; kiedy ginie, może nastąpić katastrofa. Pociągi i samoloty są zobowiązane do wcześniej określonych podróży, podczas gdy samochody nie. Samochody otworzyły i uwolniły mobilność na dużą skalę, rewolucjonizując, bardziej niż inne środki transportu dalekiego zasięgu, codzienne życie ludzi. Jak stwierdził Henry Ford, założyciel Ford Motor Company, „samochody uwolniły zwykłych ludzi od ograniczeń ich geografii”. Podobnie jak w przypadku pierwszych samochodów, cywilizacja stoi na krawędzi nowej rewolucji wywołanej przez samochody SD. Kiedy sprzedawcy wprowadzą autonomiczne samochody jazdy na poziomie 5, a samochody SD znajdą się w głównym nurcie, możesz spodziewać się znacznego nowego nacisku na to, jak ludzie projektują miasta i przedmieścia, na ekonomię i na styl życia każdego człowieka. Istnieją oczywiste i mniej oczywiste sposoby, w jakie samochody SD zmieniają życie. Najbardziej oczywiste i często opowiadane w narracji są następujące:

* Mniej wypadków: będzie mniej wypadków, ponieważ AI będzie przestrzegać zasad i warunków drogowych; jest to mądrzejszy kierowca niż ludzie. Redukcja wypadków głęboko wpłynie na sposób, w

jaki producenci budują samochody, które są teraz bezpieczniejsze niż w przeszłości ze względu na konstrukcyjne zabezpieczenia pasywne. W przyszłości, biorąc pod uwagę ich absolutne bezpieczeństwo, samochody SD mogą być lżejsze z powodu mniejszej liczby zabezpieczeń niż obecnie. Mogą być nawet wykonane z tworzywa sztucznego. W rezultacie samochody będą zużywać mniej zasobów niż dzisiaj. Ponadto niższy wskaźnik wypadków będzie oznaczał obniżenie kosztów ubezpieczenia, co będzie miało znaczący wpływ na branżę ubezpieczeniową, która zajmuje się ekonomiką wypadków.

* Mniej miejsc pracy związanych z prowadzeniem pojazdu: Wiele miejsc pracy związanych z prowadzeniem pojazdu zniknie lub będzie wymagało mniejszej liczby pracowników. Spowoduje to tańsze koszty pracy w transporcie, dzięki czemu transport towarów i osób będzie jeszcze bardziej dostępny niż obecnie. Będzie to również powodować problemy ze znalezieniem nowych miejsc pracy dla ludzi.

* Więcej czasu: samochody SD pomogą ludziom uzyskać więcej cennego czasu. Samochody SD nie pomagają ludziom jechać dalej, ale pomogą im poświęcić czas, który spędziliby jadąc na inne sposoby (ponieważ AI będzie prowadzić).

Co więcej, nawet jeśli ruch wzrośnie (z powodu mniejszych kosztów transportu i innych czynników), ruch stanie się płynniejszy, z niewielkim lub zerowym natężeniem ruchu. Ponadto zwiększy się zdolność przewozowa istniejących dróg. Może to zabrzmieć jak paradoks, ale taka jest siła AI, gdy ludzie pozostają poza obrazem .

Poza tymi bezpośrednimi skutkami są subtelne implikacje, których nikt nie może określić natychmiast, ale które mogą wydawać się oczywiste po refleksji. Benedict Evans analizuje konsekwencje wprowadzenia na rynek zarówno samochodów elektrycznych, jak i autonomii poziomu 5 dla samochodów SD. Jako jeden przykład samochody SD mogą sprawić, że dystopijny Panopticon stanie się rzeczywistością. Panopticon to budynek instytucjonalny opracowany przez angielskiego filozofa Jeremy'ego Benthama pod koniec XVIII wieku, w którym wszyscy są monitorowani, nie zdając sobie z tego sprawy. Kiedy samochody SD przemierzają ulice w dużej liczbie, kamery samochodowe pojawią się wszędzie, obserwując i być może zgłaszając wszystko, co się dzieje. Twój samochód może szpiegować ciebie i innych, kiedy najmniej się tego spodziewasz. Myślenie o przyszłości nie jest łatwym ćwiczeniem, ponieważ nie jest to po prostu kwestia przyczyny i skutku. Nawet spojrzenie na bardziej odległe kolejność efektów może okazać się nieskuteczne, gdy kontekst zmieni się od oczekiwanego. Na przykład przyszły Panopticon może nigdy się nie wydarzyć, ponieważ system prawny może zmusić samochody SD do nieudostępniania przechwyconych obrazów. Z tego powodu prognostycy opierają się na scenariuszach, które są przybliżonymi opisami możliwej przyszłości; scenariusze te mogą, ale nie muszą, mieć miejsce, w zależności od różnych okoliczności. Eksperci spekulują, że samochód z autonomicznymi możliwościami prowadzenia pojazdu może brać udział w czterech różnych scenariuszach, z których każdy na nowo definiuje sposób, w jaki ludzie używają, a nawet posiadają samochód:

* Autonomiczna jazda na długich trasach po autostradach: kiedy kierowcy mogą dobrowolnie pozwolić AI na prowadzenie pojazdu i zabranie go do miejsca docelowego, kierowca może poświęcić uwagę innym czynnościom. Wielu uważa ten pierwszy scenariusz za możliwy scenariusz wprowadzający dla samochodów autonomicznych. Jednak biorąc pod uwagę duże prędkości na autostradach, rezygnacja z kontroli nad AI nie jest całkowicie pozbawiona ryzyka, ponieważ inne samochody, kierowane przez ludzi mogą spowodować awarię. Ludzie muszą się zastanowić nad konsekwencjami, takie jak obecne nieuważne prawo jazdy znalezione w większości lokalizacji. Pytanie dotyczy tego, czy w systemie

prawnym kierowca wykorzystujący sztuczną inteligencję uznałby kierowcę za nieuważnego. Jest to oczywiście scenariusz autonomii na poziomie 3.

* Działa jako szofer na parkingu: w tym scenariuszu AI interweniuje, gdy pasażerowie opuszczają samochód, oszczędzając im kłopotu ze znalezieniem parkingu. Samochód SD oferuje swoim pasażerom oszczędność czasu, ponieważ umożliwia zarówno optymalizację parkingu (samochód SD będzie wiedział, gdzie najlepiej zaparkować), jak i wspólne korzystanie z samochodu. (Po wyjściu z samochodu ktoś inny może z niego korzystać; później pozdrawiasz inny samochód pozostawiony w pobliżu na parkingu.) Biorąc pod uwagę ograniczenia autonomicznej jazdy używanej tylko do pobierania samochodu, ten scenariusz obejmuje przejście z poziomu 3 na poziom -4 autonomii.

* Działa jako szofer w każdej podróży, z wyjątkiem miejsc, w których samochody SD pozostają nielegalne: ten zaawansowany scenariusz pozwala AI jeździć w obszarach, które nie są dozwolone ze względów bezpieczeństwa (takich jak nowa infrastruktura drogowa, która nie jest mapowana przez system mapowania używany przez samochód). W tym scenariuszu samochody SD są prawie dojrzałe (poziom autonomii 4).

* Granie na żądanie taksówkarza: Jest to rozszerzenie scenariusza 2, w którym samochody SD są wystarczająco dojrzałe, aby jechać przez cały czas (autonomia poziomu 5), z pasażerami lub bez, zapewniając usługę transportu każdemu, kto tego wymaga. Taki scenariusz w pełni wykorzystuje samochody (dziś samochody są zaparkowane w 95 procentach przypadków) zrewolucjonizuje pomysł posiadania samochodu, ponieważ nie będziesz potrzebować własnego.

Wsiadanie do samochodu z własnym samochodem

Stworzenie samochodu SD, w przeciwieństwie do tego, co ludzie sobie wyobrażają, nie polega na umieszczeniu robota na przednim siedzeniu i umożliwieniu mu prowadzenia samochodu. Ludzie wykonują niezliczone zadania, aby prowadzić samochód, którego robot nie potrafiłby wykonać. Stworzenie inteligencji podobnej do człowieka wymaga wielu systemów łączących się ze sobą i współpracujących ze sobą harmonijnie, aby określić właściwe i bezpieczne środowisko jazdy. Trwają prace nad uzyskaniem kompleksowego rozwiązania, zamiast polegać na osobnych rozwiązaniach AI dla każdej potrzeby. Problem opracowania samochodu SD wymaga rozwiązania wielu pojedynczych problemów i efektywnego współdziałania poszczególnych rozwiązań. Na przykład rozpoznawanie znaków drogowych i zmiana pasów wymagają osobnych systemów.

Kompleksowe rozwiązanie to coś, co często słyszysz, omawiając rolę uczenia głębokiego w sztucznej inteligencji. Biorąc pod uwagę moc uczenia się na przykładach, wiele problemów nie wymaga osobnych rozwiązań, które są zasadniczo kombinacją wielu mniejszych problemów, z których każdy rozwiązany jest za pomocą innego rozwiązania sztucznej inteligencji. Dogłębne uczenie się może rozwiązać problem jako całość, rozwiązując przykłady i zapewniając unikalne rozwiązanie, które obejmuje wszystkie problemy, które wymagały osobnych rozwiązań AI w przeszłości. Problem polega na tym, że głębokie uczenie się ma dziś ograniczoną zdolność do wykonywania tego zadania. Jedno rozwiązanie do głębokiego uczenia się może działać w przypadku niektórych problemów, ale inne nadal wymagają połączenia mniejszych rozwiązań sztucznej inteligencji, jeśli chcesz uzyskać niezawodne, kompletne rozwiązanie. NVidia, producent procesorów graficznych do głębokiego uczenia się, pracuje nad kompleksowymi rozwiązaniami. Jednak, jak to jest w przypadku każdej aplikacji do głębokiego uczenia się, dobroć rozwiązania zależy w dużej mierze od kompletności i liczby użytych przykładów. Aby mieć samochód SD jako kompleksowe rozwiązanie do głębokiego uczenia się, potrzebny jest zestaw danych, który uczy samochodu jazdy w ogromnej liczbie kontekstów i sytuacji, które nie są jeszcze dostępne, ale mogą być w przyszłości. Niemniej jednak istnieje nadzieja, że kompleksowe rozwiązania uprościłyby budowę samochodów z własnym napędem.

Łącząc całą technologię

Pod maską samochodu SD są systemy współpracujące ze sobą zgodnie z robotycznym paradygmatem wyczuwania, planowania i działania. Wszystko zaczyna się na poziomie wyczuwania, z wieloma różnymi czujnikami informującymi samochód o różnych informacjach:

- * GPS informuje, gdzie jest samochód na świecie (za pomocą systemu map), co przekłada się na współrzędne szerokości, długości i wysokości.
- * Urządzenia radarowe, ultradźwiękowe i lidarowe wykrywają obiekty i dostarczają danych o ich położeniu i ruchach w zakresie zmiany współrzędnych w przestrzeni.
- * Kamery informują samochód o otoczeniu, udostępniając migawki obrazów w formacie cyfrowym.

Wiele specjalistycznych czujników pojawia się w samochodzie SD. System musi łączyć i przetwarzać dane z czujników, zanim opinie niezbędne do działania samochodu staną się przydatne. Łączenie danych z czujników określa zatem różne perspektywy świata wokół samochodu. Lokalizacja to wiedza o tym, gdzie znajduje się samochód na świecie, zadanie wykonywane głównie przez przetwarzanie danych z urządzenia GPS. GPS to kosmiczny system nawigacji satelitarnej stworzony pierwotnie do celów wojskowych. Gdy jest używany do celów cywilnych, ma pewną niedokładność (tak, że tylko upoważnione osoby mogą go używać z pełną precyzją). Te same niedokładności pojawiają się również w innych systemach, takich jak GLONASS (rosyjski system nawigacji), GALILEO (lub GNSS, system europejski) lub BeiDou (lub BDS, system chiński). W związku z tym, bez względu na to, z jakiej konstelacji satelitarnej korzystasz, samochód może stwierdzić, że znajduje się na określonej drodze, ale może ominąć pas, którego używa (lub nawet skończyć na równoległej drodze). Oprócz zgrubnej lokalizacji dostarczonej przez GPS, system przetwarza dane GPS z danymi czujnika lidar w celu ustalenia dokładnej pozycji na podstawie szczegółów otoczenia. System wykrywania określa, co jest wokół samochodu. Ten system wymaga wielu podsystemów, z których każdy realizuje określony cel, wykorzystując unikalną mieszankę danych z czujników i analizy przetwarzania:

- * Wykrywanie pasa odbywa się poprzez przetwarzanie obrazów z kamery przy użyciu analizy danych obrazu lub głębszej wiedzy specjalistycznych sieci do przetwarzania obrazu, w której obraz jest podzielony na oddzielne obszary oznaczone typem (tj. droga, samochody i piesi).
- * Wykrywanie i klasyfikacja znaków drogowych i sygnalizacji świetlnej odbywa się poprzez przetwarzanie obrazów z kamer przy użyciu sieci dogłębnej nauki, które najpierw wykrywają obszar obrazu zawierający znak lub światło, a następnie oznaczają je odpowiednim typem (rodzaj znaku lub kolor światła).
- * Połączone dane z radaru, lidar, ultradźwięków i kamer pomagają lokalizować obiekty zewnętrzne i śledzić ich ruchy pod względem kierunku, prędkości i przyspieszenia.
- * Dane Lidar wykorzystywane są głównie do wykrywania wolnego miejsca na drodze (niezakłócony pas lub miejsce parkingowe).

Wpuszczanie AI na scenę

Po fazie wykrywania, która polega na pomocy samochodowi SD w ustaleniu, gdzie jest i co się wokół niego dzieje, rozpoczyna się faza planowania. AI w tym momencie w pełni wkracza na scenę. Planowanie samochodów SD sprowadza się do rozwiązania tych konkretnych zadań planowania:

- * Trasa: określa ścieżkę, którą powinien obrać samochód. Ponieważ jesteś w samochodzie, aby pojechać w określone miejsce (coż, nie zawsze jest to prawda, ale jest to założenie, które jest

prawdziwe przez większość czasu), chcesz dotrzeć do celu w najszybszy i najbezpieczniejszy sposób. W niektórych przypadkach należy również wziąć pod uwagę koszty. Pomocne są algorytmy routingu, które są klasycznymi algorytmami.

* Prognozy środowiskowe: Pomagają samochodowi rzutować się w przyszłość ponieważ dostrzeżenie sytuacji, podjęcie manewru i jego ukończenie wymaga czasu. W czasie niezbędnym do wykonania manewru inne samochody mogą również zdecydować o zmianie pozycji lub zainicjować własne manewry. Podczas jazdy próbujesz również ustalić, co inni kierowcy zamierzają zrobić, aby uniknąć możliwych kolizji. Samochód SD robi to samo, używając prognozy uczenia maszynowego, aby oszacować, co będzie dalej i wziąć pod uwagę przyszłość.

* Planowanie zachowania: Zapewnia podstawową inteligencję samochodu. Obejmuje praktyki niezbędne do skutecznego pozostania na drodze: utrzymywanie pasa; zmiana pasa; łączenie lub wchodzenie w drogę; utrzymywanie odległości; obsługa świateł drogowych, znaków stop i znaków wydajności; unikanie przeszkód; i wiele więcej. Wszystkie te zadania są wykonywane przy użyciu sztucznej inteligencji, na przykład systemu eksperckiego obejmującego wiedzę wielu kierowców, lub modelu probabilistycznego, takiego jak sieć bayesowska lub nawet prostszy model uczenia maszynowego.

* Planowanie trajektorii: Określa, w jaki sposób samochód wykona wymagane zadania, biorąc pod uwagę, że zwykle istnieje więcej niż jeden sposób na osiągnięcie celu. Na przykład, gdy samochód zdecyduje się zmienić pas, musisz zrobić to bez gwałtownego przyspieszenia lub zbliżając się do innych samochodów, a zamiast tego poruszać się w dopuszczalny, bezpieczny i przyjemny sposób.

Zrozumienie, że to nie tylko sztuczna inteligencja

Po wykryciu i zaplanowaniu nadszedł czas, aby samochód SD zadziałał. Wyczuwanie, planowanie i działanie są częścią cyklu, który powtarza się, aż samochód dotrze do celu i zatrzyma się po zaparkowaniu. Działanie obejmuje podstawowe działania przyspieszania, hamowania i kierowania. Instrukcje są podejmowane podczas fazy planowania, a samochód po prostu wykonuje działania z pomocą systemu kontrolera, takiego jak regulator proporcjonalny-całkujący-pochodna (PID) lub model Predictive Control (MPC), które są algorytmami sprawdzającymi, czy wykonywane są określone działania poprawnie, a jeśli nie, natychmiast zalecić odpowiednie środki zaradcze. To może wydawać się nieco skomplikowane, ale to tylko trzy systemy działające jeden po drugim od początku do końca w miejscu docelowym. Każdy system zawiera podsystemy, które rozwiązują pojedynczy problem z kierowaniem. Samochody SD prawdopodobnie będą kontynuowane jako pakiet oprogramowania i systemów sprzętowych obejmujących różne funkcje i operacje. W niektórych przypadkach systemy zapewnią nadmiarową funkcjonalność, na przykład za pomocą wielu czujników do śledzenia tego samego obiektu zewnętrznego lub polegając na wielu systemach przetwarzania percepcji, aby upewnić się, że jesteś na właściwej linii. Redundancja pomaga zapewnić zerowe błędy, a tym samym zmniejszyć liczbę ofiar śmiertelnych. Inne systemy mogą wykonać kopię zapasową i zminimalizować lub unieważnić plik bez konsekwencji dla samochodu.

Przewycięzanie niepewności postrzegania

Steven Pinker, profesor na Wydziale Psychologii Uniwersytetu Harvarda, mówi w swojej książce *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*, że „w robotyce łatwe problemy są trudne, a trudne problemy są łatwe”. W rzeczywistości gra AI w szachy przeciwko mistrzowi gry jest niezwykle udana; jednak bardziej przyziemne czynności, takie jak podnoszenie przedmiotu ze stołu, unikanie kolizji z pieszym, rozpoznawanie twarzy lub właściwe odpowiadanie na pytanie przez telefon, mogą okazać się dość trudne dla AI. Paradoks Moravca mówi, że to, co jest łatwe dla ludzi, jest trudne dla AI (i

odwrotnie), jak wyjaśniono w latach 80 XX w. przez robotyków i kognitywistów Hansa Moraveca, Rodneya Brooksa i Marvinina Minsky'ego. Ludzie od dawna rozwijają umiejętności takie jak chodzenie, bieganie, podnoszenie przedmiotu, mówienie i widzenie; umiejętności te rozwinęły się przez ewolucję i dobór naturalny przez miliony lat. Aby przetrwać na tym świecie, ludzie robią to, co zrobiły wszystkie żywe istoty, odkąd życie istnieje na ziemi. Natomiast wysoka abstrakcja i matematyka są stosunkowo nowym odkryciem dla ludzi i nie jesteśmy dla nich naturalnie przystosowani. Samochody mają pewne zalety w stosunku do robotów, które muszą przedostać się w budynkach i na zewnątrz. Samochody poruszają się po specjalnie dla nich stworzonych drogach, zwykle dobrze zmapowanych, a samochody mają już działające rozwiązania mechaniczne do poruszania się po powierzchni drogi. Siłowniki nie są największym problemem dla samochodów SD. Planowanie i wyczuwanie są poważnymi przeszkodami. Planowanie jest na wyższym poziomie (w czym AI zazwyczaj się wyróżnia). Jeśli chodzi o ogólne planowanie, samochody SD mogą już polegać na nawigatorach GPS, typie AI specjalizującym się w dostarczaniu wskazówek. Wykrywanie jest prawdziwym wąskim gardłem w samochodach SD, ponieważ bez niego nie jest możliwe żadne planowanie ani uruchomienie. Kierowcy cały czas wyczuwają drogę, aby utrzymać samochód na pasie ruchu, uważać na przeszkody i przestrzegać wymaganych zasad. Sprzęt wykrywający jest stale aktualizowany na tym etapie ewolucji samochodów SD, aby znaleźć bardziej niezawodne, dokładne i tańsze rozwiązania. Z drugiej strony zarówno przetwarzanie danych z czujników, jak i ich efektywne wykorzystanie, opiera się na solidnych algorytmach, takich jak filtr Kalmana, które były już około kilku dekad.

Przedstawiamy zmysły samochodu

Czujniki są kluczowymi elementami do postrzegania środowiska, a samochód SD może wykrywać w dwóch kierunkach, wewnętrznym i zewnętrznym:

*Czujniki proprioceptywne: Odpowiedzialny za wykrywanie stanu pojazdu, takiego jak stan systemu (silnik, skrzynia biegów, hamowanie i układ kierowniczy) oraz pozycja pojazdu na świecie za pomocą lokalizacji GPS, obrotu kół, prędkości pojazdu i jego przyspieszenie

*Czujniki egzostoceptywne: Odpowiedzialne za wykrywanie otaczającego środowiska za pomocą czujników, takich jak kamera, lidar, radar i czujniki ultradźwiękowe. Zarówno czujniki proprioceptywne, jak i eksteroceptywne przyczyniają się do autonomii samochodu SD. W szczególności lokalizacja GPS pozwala odgadnąć (być może traktowane jako przybliżony szacunek) lokalizację samochodu SD, co jest przydatne na wysokim poziomie do planowania kierunków i działań mających na celu skuteczne doprowadzenie samochodu SD do celu. GPS pomaga samochodowi SD w taki sposób, w jaki pomaga każdemu kierowcy człowieka: zapewniając właściwe kierunki. Czujniki antytercepcyjne (pokazane na ryc. 14-2) pomagają samochodowi szczególnie w prowadzeniu pojazdu. Zastępują lub wzmacniają ludzkie zmysły w danej sytuacji. Każda z nich oferuje inną perspektywę środowiska; każdy z nich ma określone ograniczenia; i każdy wyróżnia się różnymi możliwościami. Ograniczenia występują w wielu formach. Badając działanie czujników w samochodzie SD, należy wziąć pod uwagę koszt, wrażliwość na światło, wrażliwość na pogodę, głośne nagrywanie (co oznacza, że czułość zmian czujnika, wpływając na dokładność), zasięg i rozdzielczość. Z drugiej strony, zdolności obejmują zdolność do dokładnego śledzenia prędkości, położenia, wysokości i odległości obiektów, a także umiejętność wykrywania, czym są te obiekty i jak je klasyfikować.

Kamery

Kamery to pasywne czujniki wizyjne. Mogą zapewniać obraz mono lub stereo. Biorąc pod uwagę ich niski koszt, możesz umieścić ich wiele na przedniej szybie, a także na kratkach przednich, lusterkach bocznych, tylnych drzwiach i tylnej szybie. Kamery stereofoniczne zwykle naśladują postrzeganie człowieka i pobierają informacje z drogi i pobliskich pojazdów, natomiast kamery mono-wizyjne zwykle

specjalizują się w wykrywaniu znaków drogowych i sygnalizacji świetlnej. Przechwycone przez nich dane są przetwarzane przez algorytmy do przetwarzania obrazu lub przez głęboko uczące się sieci neuronowe w celu dostarczenia informacji o wykrywaniu i klasyfikacji (na przykład wykrycie czerwonego światła lub sygnału o ograniczeniu prędkości). Kamery mogą mieć wysoką rozdzielczość (potrafią dostrzec drobne szczegóły), ale są wrażliwe na światło i warunki pogodowe (noc, mgła lub śnieg).

Lidar (Light Detection And Ranging)

Lidar wykorzystuje promienie podczerwone (długość fali około 900 nanometrów, niewidoczne dla ludzkich oczu), które mogą oszacować odległość między czujnikiem a trafionym przedmiotem. Używają obrotowego krętlika, aby rzutować wiązkę, a następnie zwracać oszacowania w postaci chmury punktów zderzenia, co pomaga oszacować kształty i odległości. W zależności od ceny (przy wyższej ogólnie lepszej), lidar może mieć wyższą rozdzielczość niż radar. Jednak lidar jest słabszy i łatwiej go zabrudzić niż radar, ponieważ jest odsłonięty na zewnątrz samochodu.

Radar (Radio Detection And Ranging)

Na podstawie fal radiowych, które uderzają w cel i odbijają się, a których czas lotu określa odległość i prędkość, radar może znajdować się w przednim i tylnym zderzaku, a także po bokach samochodu. Sprzedawcy używają go od lat w samochodach, aby zapewnić adaptacyjny tempomat, ostrzeżenie w martwym polu, ostrzeżenie o kolizji i unikanie. W przeciwieństwie do innych czujników, które wymagają wielu kolejnych pomiarów, radar może wykryć prędkość obiektu po pojedynczym pingu z powodu efektu Dopplera. Radar jest dostępny w wersjach krótkiego i dalekiego zasięgu, i może zarówno tworzyć plan otoczenia, jak i być wykorzystywany do celów lokalizacyjnych. Radar ma najmniejszy wpływ warunków pogodowych w porównaniu z innymi rodzajami wykrywania, zwłaszcza deszczem lub mgłą, i ma 150 stopni widzenia i 30–200 metrów zasięgu. Jego główną słabością jest brak rozdzielczości (radar nie dostarcza zbyt wielu szczegółów) i niemożność prawidłowego wykrywania obiektów statycznych.

Czujniki ultradźwiękowe

Czujniki ultradźwiękowe są podobne do radaru, ale używają dźwięków o wysokiej częstotliwości (ultradźwięki, niesłyszalne dla ludzi, ale słyszalne przez niektóre zwierzęta) zamiast mikrofal. Główną słabością czujników ultradźwiękowych (stosowanych przez producentów zamiast słabszych i droższych lidarów) jest ich krótki zasięg.

Łącząc to, co postrzegasz

Jeśli chodzi o wyczuwanie otoczenia samochodu SD, możesz polegać na wielu różnych pomiarach, w zależności od czujników zainstalowanych w samochodzie. Jednak każdy czujnik ma inną rozdzielczość, zakres i czułość na zakłócenia, co skutkuje różnymi miarami dla tej samej sytuacji. Innymi słowy, żaden z nich nie jest sprawny, a ich słabości sensoryczne czasami utrudniają właściwe wykrycie. Sygnały sonarowe i radarowe mogą zostać pochłonięte; promienie lidara mogą przechodzić przez przezroczyste ciała stałe. Ponadto można oszukiwać kamery z odbiciami lub złym światłem. Samochody SD są tutaj, aby poprawić naszą mobilność, co oznacza ocalenie życia naszego i innych. Samochód SD nie może nie wykryć pieszego, który nagle pojawia się przed nim. Ze względów bezpieczeństwa producenci skupiają wiele wysiłku na zespoleniu czujników, które łączą dane z różnych czujników, aby uzyskać ujednolicony pomiar, który jest lepszy niż jakikolwiek pojedynczy pomiar. Fuzja czujników jest najczęściej wynikiem zastosowania wariantów filtrów Kalmana (takich jak Rozszerzony Filtr Kalmana lub jeszcze bardziej

złożony Bezzapachowy Filtr Kalmana). Rudolf E. Kálmán był węgierskim inżynierem elektrykiem i wynalazcą, który wyemigrował do Stanów Zjednoczonych podczas II wojny światowej.

Dzięki swojemu wynalazkowi, który znalazł tak wiele zastosowań w kierowaniu, nawigacji i sterowaniu pojazdami, od samochodów przez samoloty po statki kosmiczne, Kálmán otrzymał National Medal of Science w 2009 roku od prezydenta USA Baracka Obamy. Algorytm filtrujący Kalmana działa poprzez filtrowanie wielu i różnych pomiarów wykonanych w czasie do pojedynczej sekwencji pomiarów, które zapewniają rzeczywistą ocenę (poprzednie pomiary były niedokładnymi manifestacjami). Działa, najpierw wykonując wszystkie pomiary wykrytego obiektu i przetwarzając je (faza przewidywania stanu) w celu oszacowania aktualnej pozycji obiektu. Następnie, gdy napływają nowe pomiary, wykorzystuje nowe uzyskane wyniki i aktualizuje poprzednie, aby uzyskać bardziej wiarygodne oszacowanie położenia i prędkości obiektu (faza aktualizacji pomiarów). W ten sposób samochód SD może zasilać algorytm pomiarami czujnika i wykorzystywać je do uzyskiwania wynikowej oceny otaczających obiektów. Szacunek łączy wszystkie mocne strony każdego czujnika i pozwala uniknąć jego słabości. Jest to możliwe, ponieważ filtr działa przy użyciu bardziej wyrafinowanej wersji prawdopodobieństw i twierdzenia Bayesa