ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Тема: Технології безпілотного транспорту.

Мета: Ознайомитись із загальними принципами побудови і роботи безпілотного автомобіля.

Автомобільна індустрія зазнає істотної трансформації: найбільші виробники машин спільно з IT і телеком розробниками йдуть до створення транспортних засобів з можливістю повністю автономного водіння. Тренд вже очевидний - в майбутньому безпілотний транспорт стане масовим явищем, але на шляху до епохи повністю автономних автомобілів ще належить вирішити масу завдань.

Аналітики компанії IHS Automotive склали звіт про розвиток безпілотних автомобілів до 2035 року. За їх розрахунками, до цього часу кількість таких авто в світі досягне 21 мільйона. Пов'язують це з тим, що автомобільні і IT-компанії стали більше уваги приділяти дослідженням і розробкам технологій автономного пересування

Безпілотний автомобіль - транспортний засіб, обладнаний системою автоматичного управління, який може пересуватися без участі людини.

Технології безпілотного автомобіля відносяться до *класу рішень штучного інтелекту.*

Автопілот - пристрій або програмно-апаратний комплекс, який веде транспортний засіб за певною, заданою йому траєкторією. Найбільш часто автопілоти застосовуються для управління літальними апаратами (у зв'язку з тим, що політ найчастіше відбувається в просторі, що не містить великої кількості перешкод), а також для керування транспортними засобами, що рухаються по рейкових шляхах. Сучасний автопілот дозволяє автоматизувати всі етапи польоту або руху й іншого транспортного засобу.

Якщо оцінювати переваги безпілотного транспорту, то саме у споживчому секторі вони будуть найбільш помітні. Для підтвердження цієї думки проведемо розрахунки на основі порівняння безпілотних та звичайних таксі (табл. 1). За приклад візьмемо безпілотний електромобіль Tesla Model 3 та бензиновий автомобіль Ford Focus. Для умови припустимо, що в день таксі буде проїжджати 300км. Вартість установлення автопілота, як повідомляє Tesla становить 8000 тис. дол.. Термін експлуатації автомобіля – 10 років. Заробітна плата водія – 5000 грн.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика використання безпілотного таксі та бензинового

Показник	Tesla Model 3 (електрокар)	Ford Focus (бензиновий)
Ціна автомобіля, грн	980000 грн	530000 грн
Запас ходу, км	355 км	650км
Витрати енергії/палива	60 кВт.*год./ 100 км	8,77л/100км
Вартість одиниці енергії, в грн	0,9грн/кВт	28,93грн/грн
Вартість 300 км	60*3*0,9 = 162 грн.	8,77*3*28,93=761,15грн
Ціна експлуатації автомобіля за місяць, грн.	162*30 = 4860грн	761,15*30 = 22834,5 грн.
Заробітна плата водія, за місяць	Відсутня	5000 грн.
Вартість встановлення автопілота	8000$*28,00 = =224000 грн.	Відсутня
Повна вартість експлуатації автомобіля за 10 років, грн.	980000+4860*12*10+ +2240000 = 1787200 грн.	530000+22834,5 *12*10+ +5000*12*10 = =3870140грн.
Економія, грн.	3870140-1787200 = =2082940 грн.	Відсутня
Кількість кілометрів за 10 років	300*10*365 = 1095000	300*10*365 = 1095000
Вартість 1 км. проїзду, з урахуванням амортизаційних відрахувань.	$\frac{162}{300}+\frac{980000}{1095000}+\frac{224000}{1095000}=$ 1,64 грн.	$\frac{761,15}{300}+\frac{530000}{1095000}+\frac{5000*12*10}{1095000}=$ =3,57 грн.

З розрахунків можна зробити висновок, що впровадження безпілотних електричних таксі є більш доцільним, ніж використання бензинових таксі. Економія від використання безпілотника за 10 років становить 2 082 940 грн. Це пов’язано насамперед зі зниженням витрат на паливо та відсутністю заробітної плати водія. Вартість 1 км проїзду в такому таксі становитиме 1,64грн. що на 117% нижче за бензинове таксі. Варто відзначити, що з часом вартість безпілотних автомобілів буде знижуватися як наслідок їх розвитку. Також зі збільшенням відстані проїзду буде збільшуватися економія від використання такого автомобіля. Крім того, заміна бензинових таксі на електрокари – це вклад у вирішення проблеми кардинального скорочення викидів парникових газів у світі.

Загальні принципи роботи безпілотного автомобіля

Загальні принципи роботи у всіх безпілотних автомобілів приблизно однакові. Розглянути як працює безпілот можна на прикладі автомобіля Toyota Prius, який тестували інженери і програмісти Google (рисунок 1). Постійне сканування місцевості за допомогою датчиків: лидаров (лазерних радарів), камер, радарів і високоточні карти - обов'язкові умови автономного пересування транспортного засобу. Система безпілотного авто взаємодіє з сервісом Street View, який дає панорамний вид на вулиці міста з висоти 2,5 м.

Лідар - це лазерний далекомір, який встановлюється на даху авто і генерує 3D-карту простору в радіусі до 100 метрів (рисунок 2). Отримані дані керуючий комп'ютер об'єднує з картами Google, що дозволяє йому уникати аварійних ситуацій і дотримуватися правил дорожнього руху.

Розробники приходять до ідеї використовувати спільно з обладнанням високоточні карти. Автономне пересування тільки за допомогою датчиків вимагає постійного сканування міста і, як результат, величезних обчислювальних потужностей. Високоточні карти дозволяють автомобілю пересуватися навіть по дорогах, які не мають спеціальної розмітки, а датчики передбачається використовувати тільки для своєчасної реакції автомобіля на зміни ситуацій на дорогах (перехід дороги пішоходами, обгони і ін.).

Рисунок 1 – Toyota Prius

Рисунок 2 – Лідари Velodyne на даху безпілотного автомобіля.

Радар – система, яка застосовує радіохвилі, щоб визначити дальність об'єктів, траєкторію і швидкість їх руху. Радар випромінює імпульси, вони відбиваються від перешкод і передаються на приймаючу антену. Таким чином радари стають «очима» авто і дозволяють миттєво реагувати на будь-які зміни ситуації. Їх на безпілотному автомобілі 4 штуки (іноді більше): два попереду і два - на задньому бампері.

Датчик положення - спеціальний пристрій, який визначає координати автомобіля на карті. GPS приймач дозволяє відстежити місце розташування машини і маршрут її прямування.

Відеокамера - розташована біля дзеркала заднього виду. Вона здійснює візуальне виявлення об'єктів (дорожня розмітка та знаки), виявляє колірні сигнали світлофорів, об'єкти, які наближаються на потенційно небезпечну відстань. На сучасних безпілотних автомобілях зазвичай встановлено від 1 до 3 відеокамер.

Апаратна складова Google-автопілота включає:

- керуючий комп'ютер (штучний інтелект) - обробляє дані з камер і сенсорів, управляє автомобілем і приймає рішення;
- комп'ютер візуального інтерфейсу і модулі датчиків;
- контролер рульового управління і приводу;
- система комунікації «машина-машина»;
- система голосового радіоуправління.

Стандарти для безпілотних автомобілів

У світі йде активна розробка ITS нового покоління з великим спектром можливостей. Їх стандартизацією займаються такі організації, як ETSI, IEEE, 3GPP та інші. Сучасні системи ITS вирішують такі завдання, як контроль допуску, управління парковками, надання інформації про рух і оплата парковки, управління вантажоперевезеннями, контроль трафіку і т.д.

На початку лютого 2019 року Сінгапур випустив національні стандарти для безпілотних автомобілів, призначені для контролю виробництва та інформаційної безпеки такого транспорту.

Документ розроблявся протягом 2018 року представниками сектора безпілотного транспорту, дослідницьких і державних установ і отримав назву «Техстандарт №68». Основна робота проводилася Комітетом по виробничим стандартам Сінгапурської ради і також включала рекомендації зарубіжних експертів. Представники комітету відзначили, що техстандарт №68 буде доопрацьовуватися, так як технології виробництва безпілотних транспортних засобів продовжують розвиватися, і галузь постійно надає нові дані.

Типи ITS: V2V і V2I

V2V «транспортний засіб - транспортний засіб» (vehicle-to-vehicle) - тип систем, що забезпечують безпечний рух за рахунок зв'язку між автомобілями на перехрестях з поганою видимістю. V2V-система може попереджати водіїв про небезпеку лобового зіткнення, бокового зіткнення, заднього зіткнення, повідомляти про несправності транспортного засобу, надавати дорожню і нормативну інформацію.

V2I «дорожня інфраструктура - транспортний засіб» (vehicle-to-infrastracture) - тип систем безпечного руху, що забезпечують передачу інформації (сигнал і нормативна інформація) від придорожнього обладнання до автомобіля через засоби радіозв'язку. Автомобілі обмінюються інформацією з дорожньою інфраструктурою. Наприклад, придорожні сенсори на перехресті виявлять машини, які збираються перетнути перехрестя або повернути, і передадуть інформацію іншим машинам, які наближаються, засобами V2I-систем.

Технологія V2X: використання Wi-Fi і стільникових мереж

В автомобілі вбудовано безліч сенсорів, таких як камери і радари. Телематичні рішення для транспорту передбачають використання Wi-Fi і технології стільникового зв'язку в якості ще одного сенсора.

V2X «Автомобіль-підключений-до-всього» (Vehicle-to-Everytning) - це використання радіотехнологій в автомобілях для забезпечення активної

безпеки. Машина зможе взаємодіяти з усім, що знаходиться навколо неї (див. рисунок 3).

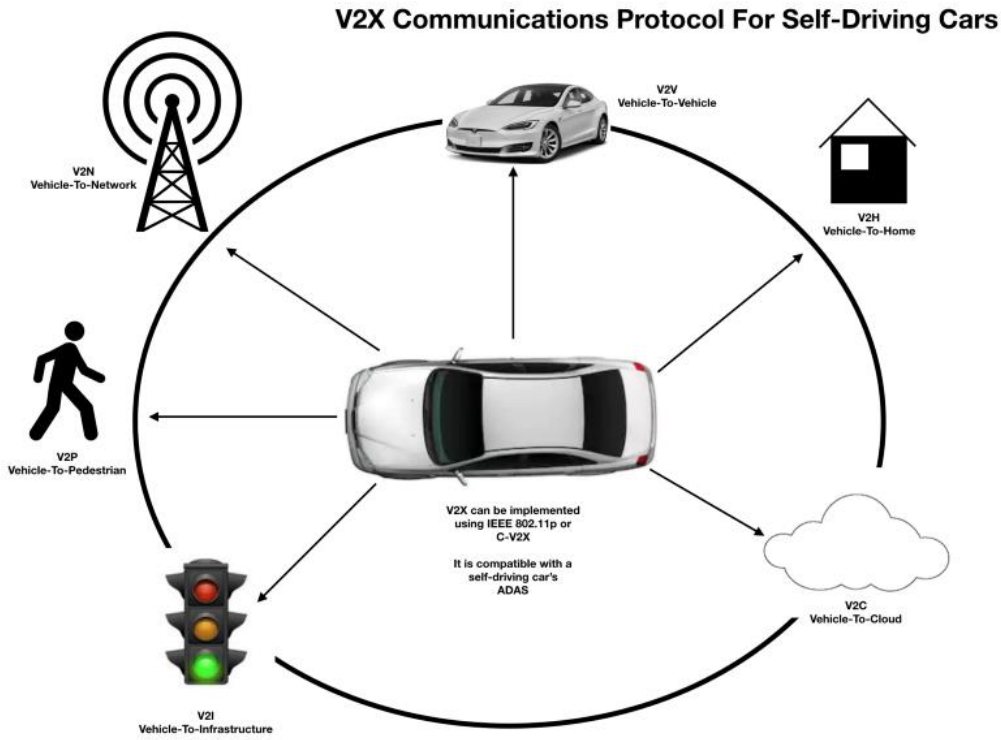

Рисунок 3 – Технологія V2X

До недоліків камер і радарів можна віднести те, що вони можуть відслідковувати ситуацію тільки в безпосередній близькості від машини. Якщо автомобіль через 100 метрів виявиться на жвавому перехресті, то камери і радарні сенсори повинні бачити інших учасників дорожнього руху перш, ніж пристрої зможуть передбачити можливість аварії. Підключені до Wi-Fi або стільникового зв'язку автомобілі, які виїжджають, наприклад, з-за рогу, можуть отримати достатній обсяг інформації про місцезнаходження один одного і заздалегідь змінити маршрут, щоб уникнути зіткнення.

Завдяки технології V2X, підключені автомобілі зможуть повідомити водію, що розташоване попереду поза його полем зору.

Очікується, що безпровідний зв'язок стане відігравати набагато важливішу роль, ніж зараз. В першу чергу, пасажири в салоні отримають нові сервіси, що базуються на доступі в Інтернет та визначенні місцезнаходження, незалежно від типу автомобіля (традиційного чи безпілотного).

Багато автомобілів використовують радар для попередження зіткнень, а самокеровані автомобілі для здійснення навігації по заданих маршрутах покладаються на камери, радари і лідари (високоточні датчики на основі відбиття світла від різних поверхонь). Технологія V2X дозволить водіям і самокерованим автомобілям не тільки уникнути зіткнень, але також відправляти і отримувати всі типи даних, щоб допомогти урівноважити міський трафік і заощадити паливо.

Ступені автономності автомобілів

За класифікацією SAE International систем допомоги водієві або ADAS (Advanced Driver Assistance System) існує шість класів автономності від рівня 0 (Level 0 - No Automation) - повністю ручне управління з можливістю попередження про небезпечні ситуації на дорозі, до 5 - повністю безпілотний автомобіль (див. рисунок 4).

Перший рівень (Level 1- Driver Assistance) передбачає роботу більш досконалої системи попередження про небезпеку зіткнення з автомобілями, пішоходами, а також про перетин лінії розмітки, ідентифікацію дорожніх знаків тощо, а також втручання в систему управління.

Другий рівень (Level 2- Partial Automation) - це більш активна допомога водію (рулювання, гальмування, утримання в смузі тощо).

Третій рівень (Level 3 - Conditional Automation) - автономний рух на заданих ділянках дороги, який вимагає від водія лише часткового наглядового контролю.

Четвертий рівень (Level 4 - High Automation) - це автономний рух автомобіля в певних режимах, при якому людина вже не може вплинути на управління навіть в критичних ситуаціях.

П'ятий рівень (Level 5 - Full Automation) - повна автономність транспортного засобу, коли водій лише задає кінцевий пункт маршруту, а весь процес пересування повністю лягає на штучний інтелект автопілота.

Рисунок 4 – Рівні автономності безпілотного транспорту

Лідери розробки безпілотних автомобілів у світі

Tesla, Velodyne, Intel MobileEye, Cruise, Waymo, Ford, Aptiv, Baidu, UBER, Toyota та інші.