

БОРТОВІ ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ, ІНТЕГРОВАНІ В ІТС

1. Світовий досвід в створенні інтелектуальних транспортних засобів

Інтелектуальні транспортні системи передбачають створення:

- «розумних машин» («комп'ютери на колесах»);
- «розумних доріг» (передача інформації в центри управління, датчики, обробка даних та прогнозування ситуації на 15 – 20 хвилин наперед та інше);
- «розумного» міста (взаємодія з іншими видами транспорту, розклад руху, маршрутизація).

Сучасні автомобілі можуть мати до 200 датчиків, що вимірюють від тиску в шинах до температури лобового скла. Наприклад, типова модель автомобіля Lexus нараховує 67 мікропроцесорів і навіть сама дешева машина в світі – Tata Nano – обладнена 12 з них. Супутникова система навігації, що управляється голосом, використовується мільйонами людей кожного дня. Круїз-контроль, що має радар, автоматично регулює швидкість автомобіля в русі. Деякі автомобілі, як відомо, можуть самостійно паркуватися. Все це мова іде про автомобілі, що вже випускаються серійно.

З повністю механічних пристроїв, якими колись були автомобілі, вони стають електронними. «Інтелектуальні автомобілі» можуть легко під'єднатися до супутникових та інформаційних мереж, а на часі, і на пряму з іншим транспортним засобом, здатні замінити керуванням автомобілем, унеможливити заблукатися водієві, потрапити у затор, або дорожню пригоду, тобто це такі, що мають достатню систему штучного інтелекту.

Існує думка про те, що можливо слід розглядати автомобіль не як єдину автономну систему, а як частину мережі.

Найбільш відома інтелектуальна автомобільна технологія – це супутникова навігація, про яку вже було згадано, що використовує систему супутникової навігації у сукупності з картою доріг для

визначення маршрутів і знаходження «місця інтересу». В США, наприклад, в 2005 році було в наявності до 3 мільйонів навігаційних приладів, із яких близько половини було вбудовано у автомобіль. Але такі системи коштовні, не гнучкі і швидко старіють морально. Водії взяли ініціативу у свої руки: на сьогодні з більш ніж 35 мільйонів пристроїв приблизно 90 % є портативними навігаторами, що кріпляться до приборної панелі або лобового скла.

Багато користувачів підключають інтернет в автомобіль за допомогою портативних пристроїв – комунікаторів. Двостороннє інтернет з'єднання дає доступ до покращеної навігації, а також дозволяє зберігати та групувати інформацію від великої кількості транспортних засобів. Прикладом такої додаткової інформації є Openstreetmap (доступна інформаційна карта вулиці), це проект створення загальнодоступних карт за допомогою GPS даних від автомобілів, що знаходяться поблизу. Такий проект розробляється в Силиконової Долині (Каліфорнія, США).

Компанія Inrix, постачальник інформації про рух транспорту в місті Сиетл, будує свою бізнес модель на підході, що комбінує повідомлення від статичних датчиків на дорогах, з GPS даними про рух дорожнього трафіку, що надходять з бездротових з'єднань від більш ніж мільона мобільних інтелектуальних транспортних засобів. Ця інформація надходить на навігатори і комунікатори, з метою належним чином перебудувати рух транспорту у випадку, наприклад, аварії. Компанія може також прогнозувати автомобільні затори у конкретному місці, в конкретний час. Все це завдяки можливості інтелектуальних автомобілей.

Інформація, що призначена конкретному автомобілю, також відкриває нові можливості. Деякі страхові компанії, наприклад, запропоновують динамічні схеми страхування, що використовують GPS для визначення розміру виплат в залежності від кілометражу, манери водіння, місць руху та парковки. Таким чином, можливість зробити автомобіль часткою мережі змінює саму ідею воодіння машиною.

Ще одним прикладом застосування інтелектуальних автомобілей є система автомобілей «по обміну» - Zipcar, що об'єднує 6000 транспортних засобів та 275000 їх водіїв в м. Лондоні та частини Північної Америки – це половина усіх «обмінних машин» по всьому

світі. Ця тенденція сумісного використання автомобілей набрала популярності серед міських мешканців. Подібно прокату відеофільму або сумісного використання тренажерного залу, люди користуються послугами організацій, що дозволяють брати автомобіль на прокат в різних місцях по місту. Учасники цих організацій отримують можливість користуватися автомобілем по необхідності. Інтелектуальні автомобілі, що доступні по системі Zipcar, повідомляють про своє місцезнаходження в центр керування, таким чином, інші учасники системи можуть знайти їх за допомогою інтернет зв'язку або телефону. Для участі на лобовому склі автомобіля повинна бути карта з встроєним бездротовим чипом. Автомобілі та відділи обробки даних через бездротове з'єднання дозволяють Zipcar, гнучко вибирати необхідне. Кожний інтелектуальний автомобіль в Zipcar дає ефект зменшення дорожнього потоку на 20 автомобілів, в середньому користувачі цієї системи мають можливості економити більше \$ 5000 в зрівнянні з автовласниками.

Ще одним кроком у створенні інтелектуальних автомобілів є можливість їх спілкування через Vehicle-to-Vehicle (V2V) мережі, а також спілкування з світлофорами через систему Vehicle – to – infrastructure (V2I). Нова бездротова система зв'язку – Dedicated Short Range Communication (DSRC) – для автомобілів надає високошвидкісне з'єднання на відстані до кілометра між машиною та іншим автомобілем або об'єктом інфраструктури. DSRC може бути застосовано з метою попередження сусідніх автомобілів про різке гальмування або про спрацювання подушки безпеки, таким чином інформуються машини поза зони огляду, що дозволяє уникнути аварії, або зменшити їх кількість. Систему можливо використовувати для створення спеціальної мережі щодо передачі даних між автомобілями з метою: повідомлення про нежеледь на дорозі (дані від системи блокування диференціала при проковзуванні коліс), сигналізації про наближення машин аварійних служб та забезпечення сигналів світлофорів, які сприяють руху та руху автобусів. Лінія зв'язку DSRC складається з двох головних частин: блоку-приладу в автомобілі та приладу на дорозі, які обмінюються даними.

Технологію V2V засновано на ефекті мережі – вона не потрібна для одного користувача. Дослідження виявили переваги системи V2V вже при всього 3-5% обладнаних автомобілях, що обмінюються за чотирма

видами даних: місце, швидкість, напрямок руху і час. Така додаткова інформація, яку отримують ці водії, позитивно впливає на весь транспортний потік.

Технології V2I найбільш впроваджено в Японії, де дослідники тестують відокамери, світлофори та інфрочервоні сигнали інфраструктури щодо їх взаємодії з автомобілями, що наближаються. Влада Японії узгоджує свою програму розвитку ІТС з виробниками автомобілей, які будуть забезпечувати свої нові моделі підтримкою і обладнанням згідно відповідних комунікаційних технологій. Такої взаємодії не вистачає усюди у світі, де виробники автомобілів по зрозумілих причинам не дуже ідуть на додання нових функцій автомобілю, у зв'язку з тим що не створено необхідних об'єктів інфраструктури.

В США модернізація усіх світлофорів та перехресть під вимоги ІТС обійдеться в \$ 4,5 млрд. і ці роботи інтенсивно проводяться.

Серед сучасних комунікаційних технологій, що вже застосовуються на конкретних моделях автомобілів, слід відзначити розробки японських компаній Toyota та Honda. Для демонстрації технології, яка дозволяє автомобілям «спілкуватися», Honda автомобіль Acura RL обладнала автономними датчиками та спеціальним радіобладнанням, що дозволяє визначати місценаходження небезпечних об'єктів на перехрестях, прихованих від водія за деревами, огорожами або великими машинами. Про ризик зіткнення водія попереджають комплексні (звукові, візуальні) сигнали. Як і технології V2V, що розробляються європейськими автовиробниками для передачі даних на короткі відстані система японської компанії застосовує виділені частоти в межах 5,9 ГГц. Кожен автомобіль періодично видає сигнал, що включає ключові дані про швидкість, подачу палива та гальмування, які здатні обробляти машини, що знаходяться близько.

Компанія Toyota розробила свій «розумний» автомобіль, який обмінюється даними з рештою транспортних засобів і стаціонарними передавачами на тих же частотах, має технологію, що дозволяє запобігти зіткнення з пішоходами. Розроблена система, яка за рахунок моніторингу всього транспорту в місті, забезпечити плавний дорожний потік. Водіїв повідомляють про оптимальну швидкість, яка буде сприяти проходити перехрестя без різких прискорень, або зупинок на світлофорах, а це заощадження часу та палива. Концепція компанії

при створенні інтелектуальних автомобілів передбачає комплексний підхід для досягнення стійкої мобільності із урахуванням вимог безпеки, навколишнього середовища та комфорту.

Інженери компанії BMW представили 5 седанів з автоматизованими системами допомоги водію на дорозі. Ці автомобілі спроможні самостійно контролювати прискорення та гальмування і безпечно самостійно проходити транспортні засоби, що повільно рухаються.

Компанія Ford на автомобілях Evos використовує концепцію взаємодії водія і обізнаності ситуації навколо, з акцентом на попередження аварії.

Компанія Audi розробила для своїх автомобілів систему зв'язку, яка відрізняється від сучасних систем телематики. Система Car-2-X зв'язку не вимагає центрального постачальника послуги для прийняття та обробки інформації. ДТЗ, що приймають участь у русі, самі виконують ці задачі, спонтанно через мережу один з одним. Тут застосована технологія доступу European 5,9 GHz ITS, що може забезпечити мобільний зв'язок з малими часовими затримками, тобто не потрібна центральна базова станція. Ця технологія добре працює для систем дорожньої безпеки при невеликій мережній навантаженості. Після того, як усі нові автомобілі будуть обладнані цією технологією, функціональні мережі автомобільних передавачів будуть доступні.

General Motors розробила і показала набір приладів для своїх автомобілів, які працюють в системі V2V. Ці системи взаємодіють з приладами, що використовують інші водії, з шляховою інфраструктурою і забезпечують завчасне попередження про загрозу, що може бути попереду, наприклад, сповільнення або зупинка ДТЗ, слизька дорога, крутий поворот, або перехресття, знаки зупинки. При цьому слід розуміти, що інфраструктура – це лише посередник, що не застосовує будь-які методи обробки даних.

З наведених вище прикладів використання на інтелектуальних автомобілях комунікаційних технологій, при взаємодії учасників дорожнього руху, видно що існує певна їх архітектура. Взаємодія в самоорганізуючих мобільних радіомережах може відбуватися в режимі «рівний з рівним» (peer-to-peer) або «головний – підлеглий» (master-slave communications), де «головний» призначається тимчасово і за

деяким часом знову стає «рівним».

Системи ближньої дії (shot range systems), як правило, працюють (деякий час) в режимі «головного» пристрою і вимагають процедури встановлення зв'язку. Зв'язок, більше часу, відбувається між «головним» та його «підлеглими», ніж коли «головний» передає інформацію між «підлеглими».

Стільникові системи швидкісної передачі даних (WiFi, WiMAX) працюють на основі точок доступу, а GSM з базовими станціями.

Ще одна новація для інтелектуальних автомобілів це розробка «інтелектуальних» автомобільних шин, які спроможні самостійно підпорядковуватися під зміни погодних умов. Прототип такої шини вчені з Університета прикладних наук (м. Лейпциг, Німеччина) представили на промисловому ярмарку у м. Ганновері. «Розумні» шини обладнані спеціальними датчиками, що визначають різні види дорожнього покриття та погодні умови. У відповідності до цих даних автоматично змінюється профіль та рисунок протектора шини, і ці параметри можуть бути підлаштовані під конкретні умови і навіть під час руху автомобіля. Все це говорить про те, що ваша машина буде обладнана такими шинами, які потрібно мати в конкретній ситуації, при цьому не потрібно витрачати зайве паливо, або мати додатковий шум – всі ці параметри також будуть регулюватися автоматично. Водії інтелектуальних автомобілів не будуть думати як підібрати, і коли замінити шини. Шини будуть думати за них. Терміни можливої появи «інтелектуальних» шин на серійних моделях автомобілів поки не відомі.

Передбачені проекти з використанням спеціальних смуг на спеціальних дорогах, коли інтелектуальні автомобілі групуються у колони і управління колоною буде передано комп'ютеру конвою. Водій може, в цей час, відпочивати, подивитися кіно, використати Інтернет, розмовляти по телефону. Датчики і комп'ютери будуть підтримувати оптимальну відстань між машинами. Кожна колона буде мати свій напрямок руху.

Зазвичай проекти створення таких керуючих колон прості, в порівнянні із завданнями розробки повністю автономних ДТЗ, які могли б доставляти своїх пасажирів до магазинів, в гості до друзів, або за направленням в інше місто. Для цього керуючий комп'ютер повинен

«бачити» смуги руху, світлофори, пішоходів, смугу перешкод, нарешті рух тварин. Програмування комп'ютера для маневра ДТЗ (прискорення, гальмування, поворот) відносно легко в порівнянні із завданням програмування рівня його водіння, тактики та стратегії щодо спроможності і здатності людини керувати транспортним засобом. Це означає, що програмісти повинні вивчати та враховувати навички водіння, тактику і їх стратегію на рівні далеко за межами, які розглядаються авторами довідників водіям, підручників та посібників інструкторам навчання. Це цілий окремий напрямок досліджень і вивчення комплексного застосування інтелектуальних автомобілів.

Актуально виникає питання, а навіщо управляти автомобілем безпосередньо людиною під час руху взагалі? Нехай інтелектуальні автомобілі самі керують собою, при цьому відвідують необхідні місця, що визначені на цифровій карті, а також головне, виконують усі правила дорожнього руху і оцінюють поведінку інших об'єктів, що переміщуються навколо.

Проект автономної системи управління, що на теперішній час доведено до діючого зразка, розробила компанія Google в автомобілях «Тойота –Приус», що наїздили більше 300 тис. км по дорогам США. Машини обладнані 64-проміневим лазером Велодайн, який змонтовано на даху. Лазер сканує простір навколо машини на 360 градусів і створює тривимірну картину, яка накладається на детальну мапу місцевості. Така мапа створюється заздалегідь. На передньому та задньому бамперах, а також на боках кузова встановлені радари, що дозволяють відстежувати дорогу на більших відстаннях (лазерні установки до 25 метрів) і створювати маневри при великих швидкостях, наприклад, на шосе. Поряд з дзеркалом заднього огляду встановлена камера, що знаходить світлофори та визначає їх коляр. Знаходження світлофорів – досить складна класифікаційна задача для алогитмів, що навчаються, і вона зпрощується введенням даних про дорогу, які записано раніше. Машина також має GPS і внутрішні датчики, в тому числі і на колесах, що дозволяє відстежувати її положення та рух. «Тойоти», що керуються роботами, поступаються пішоходам, в тому числі і тим, що переходять дорогу перед їх колесами. Вони пропускають інші машини на перехресттях згідно правил, але, в той же час, їх програма достатньо наполеглива: машина-робот висувається на перехресття і тоді, коли інші машини не

поступаються дорогою. Усі переміщення відбуваються, поки що, з водіями, що відстежують безпеку. Питання безпеки пов'язано з тим, що система керування буде реагувати на рідкісні екстримальні ситуації на дорогах. Складність полягає в тому, що алгоритми навчання добре працюють лише на великій вибірці даних. Окрім вирішення технічних проблем, розповсюдження автономного водіння вимагає законодавства про гарантії та відповідальності у випадку аварії. Тим не менш, вже зараз штат Невада (США) офіційно дозволив використання автоматичних систем водіння.

Найбільш знакові технології інтелектуальних машин-роботів було представлено на щорічних випробуваннях таких автомобілів, що проводить Управління перспективного планування оборонних науково-дослідних робіт США (DARPA). DARPA було засновано в 1958 році, як відповідь на запуск в СРСР першого штучного супутника землі. Перед DARPA було поставлена задача збереження військових технологій США передовими. Бюджет цієї організації \$ 3,2 мільярда. Свого часу, за рахунок цієї організації була створена мережа ARPANET, яка переросла в Інтернет. До речі GPS було створено Міністерством оборони США.

На відміну від попередніх випробувань, які відбувалися в пустелі Мохаве (штат Невада), організатори (DARPA) створили більш складні умови і розвернули полігон у місті. Міські умови були відтворенні на недіючій військовій базі США недалеко від каліфорнійського міста Вікторвіля : будинки, перехресття вулиць, світлофори, «зебри» пішохідних переходів , вуличні дороги з всією відповідною розміткою і навіть відомий американський трафік – близько 300 професійних водіїв на автомобілях Ford Taurus імітували міську автомобільну метушню, яка нерідко є передумовою до виникнення складних дорожніх ситуацій.

Для участі в таких дуже специфічних перегонах, які отримали назву DARPA Urban Challenge Race (перегони в міських умовах під егідою DARPA), було заявлено 35 машин-роботів. Команда Стенфордського університету (Каліфорнія, США, цільовий фонд університета \$ 13,8 млрд.), спонсорську підтримку якій надала корпорація Intel, спеціально розробила новий проект під назвою Junior. Робот Junior. – це фургон Volkswagen Passat моделі 2006 року, в якому рульове керування,

система живлення та гальмівна система особливим чином були перероблені фахівцями лабораторії Volkswagen of America Electronics Research Lab. Інженери цієї лабораторії розробили також спеціальні кріплення для великої кількості складних датчиків.

Розробники Junior (керівник - професор Себастьян Труна, був керівником і проекту авторобот Google) заклали в проект більшу гнучкість та функціональність ніж у його «пустельного» попередника, нові перегони висунули більш складні вимоги до учасників змагань. Їм необхідно було відслідковувати переміщення інших автомобілів і не тільки дотримуватися рутинних правил дорожнього руху, але і враховувати право переваги проїзду на перехресті, робити парковку, а також в режимі реального часу виходити з складних дорожніх ситуацій.

Управління автомобілем – це складний комплексний процес, і коли буде змога навчити комп'ютер виконувати його, то це буде дуже великий крок в галузі дослідження та розробки штучного інтелекта.

Важливою відзнакою автомобіля Junior від його попередників є спроможність розпізнавати об'єкти, що розташовані навколо автомобіля і навіть такі, що рухаються з великою швидкістю. Junior зкомплектовано складними датчиками, серед яких, наприклад, лазерна матриця для визначення відстані до об'єктів з круговим оглядом. Прилад дозволяє, практично в режимі реального часу, створювати тривимірне бачення навколишньої ситуації.

Обладнання робота на колесах передбачає встановлення також 6 відіокамер, які охоплюють увесь простор навколо автомобіля, лазерних приладів на бамперах, радару, приймача GPS, а також бортового навігаційного обладнання для збору інформації про місце розташування автомобіля та характер поведінки оточуючих об'єктів. Серцевиною даного складного навігаційно-обчислюваного комплексу є два комп'ютери, які змонтовано в багажнику – кожний має один чотириядерний процесор Intel Core 2 Quad Q 6600 з тактовою частотою 2,4 ГГц та платою Intel D975XVBX2 з 2 ГБ оперативної пам'яті. Один з комп'ютерів відповідає за обробку інформації, що надходить від датчиків, а другий «займається» контролем системи керування та планування дії автотомобіля-робота. Передача даних від датчиків для обробки на комп'ютер відбувається за допомогою технології Gigabit

Ethernet. Ця мережа одночасно забезпечує і розширення смуги перепуску переферійних каналів та масштабування пропускнуєї спроможності магістралі. Для збереження даних використовуються пристрої флеш-пам'яті. Завдяки такому «наповненню», що підібрано з урахуванням ефективного поєднання великої обчислюваної потужності та малого енергоспоживання, Junior зміг оброблювати більше інформації та робити це значно швидше, ніж його попередники. Junior був приблизно в чотири рази «розумніший» переможця перегонів DARPA 2005 року в пустелі Мохаве. При цьому у Junior не було ніяких додаткових джерел енергії для живлення комп'ютерів, окрім акумулятора автомобіля, тоді як усі інші команди для живлення своїх бортових комп'ютерних комплексів використовували додаткові батареї.

Керування Junior відбувалося за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, в створенні якого приймали участь фахівці з Stanford Artificial Intelligence Lab та розробники корпорації Intel. Програмні модулі, що виконували задачі опізнання, аналізу та планування, включали і алгоритми машинного самонавчання, а це вже елементи нейронних мереж. Як результат Junior міг комплексно оцінювати дорожню ситуацію, визначати своє місцезнаходження та відслідковувати переміщення інших учасників перегонів, а також об'єктів, що створюють потенціальну небезпеку.

Перегони DARPA Urban Challenge почалися після декількох етапів тестових випробувань. Так, в першому з них автомобілі-роботи повинні були спочатку заїхати з зовнішньої сторони кругової дороги в середину практично суцільного потоку автомобілів, що керуються водіями, а потім вийти з потоку зворотно. Слідуючим тестом було проїзд перехресття. Ні одна з машин-роботів не виконала тестові завдання абсолютно безпомилково. У водіїв, що приймали участь у випробуваннях, нерви були просто сталеві, коли вони ухилялися від несподіваних маневрів роботів. Із 35 машин-роботів 11 успішно пройшли всі тести і були допущені до перегонів, а до фінішу доїхало лише шість.

Кожній команді було видано флеш-накопичувач, на якому описано мету «місії», після чого представники команд ввели цифрові інструкції в комп'ютери автомобілів – роботів і запустили двигуни. Це і була

остання дія, що зробила людина, - подальше керування прийняли на себе автомобілі, яким потрібно було пройти 60 міль «міської» траси. Контрольний час проходження маршруту складав шість годин, в нього вдалось укластися лише п'яти учасникам. За кожним автомобілем – роботом рухався автомобіль колегії суддів, які відслідковували всі помилки учасника. В штабної машині була, так звана, кнопка «повної зупинки», за допомогою якої можливо було повністю зупинити рух робота, якщо він потрапляв в дуже критичну ситуацію. До речі, для двох машин, які несподівано почали рухатися в бік стіни будівлі, її було застосовано.

Глядачі та судді спостерігали за перегонами за допомогою командного пункту, що нагадував центр керування польотами NASA. Кожен автомобіль, що керувався водієм, мав відеокамеру, що передавала сигнали до командного пункту. З спеціального гелікоптера відбувалось постійне спостереження, яке мало трансляцію на три великі екрани, крім того відіотрансляція велась по Інтернету.

Робот Junior пройшов дистанцію перегонів швидше за усіх і першим перетнув лінію фінішу, але після врахування усіх помилок проходження траси втратив перше місце (приз \$ 2 млн). Його отримав автомобіль-робот по призвиську Boss, який був створений разом командами Університету Карнегі-Мелона та компанії General Motors. Робот Boss побудовано на платформі Chevrolet Tahoe і він мав 10 двопроцесорних серверів на базі двоядерних процесорів Intel Core 2 Duo – таким чином, робот Boss керувався за допомогою 40 розрахунковими ядрами, 8-ядерний Junior опинився на другому місці.

Робота «повністю» інтелектуальних автомобілів змінила думку людей і їх бачення про те, що можливо відтворити у автомобільній техніці. Перегони дозволили зробити ще один крок на шляху до повної автономізації руху транспорту, що без сумніву зробить наше життя більш безпечним, а рух більш оптимізованим та ефективним.

Комп'ютери ніколи не втомлюються, вони не розмовляють по мобільному телефону і не вживають гамбургі за кермом, не втрачають уваги на те, щоб переключити радіо-канал, або змінити музикальний диск, а завдяки цим та іншим чинникам тільки у США кожен рік,

приблизно, 40 тис. людей втрачає життя. За 20 років населення США збільшилося на 20%, але час, який американці проводять в дорозі, збільшився на 236%, тобто в 10 разів. А скільки часу люди втрачають у заторах, коли можливо провести цей час більш корисним для нас, завдяки перспективі впровадження інтелектуальних автомобілів.

Мобільність людей у всьому світі інтенсивно збільшується, а тому створення інтелектуальних транспортних систем є актуальним. Ісїї, після чого представники команд ввели цифрові інструкції в комп'ютери автомобілів – роботів і запустили двигуни. Це і була остання дія, що зробила людина, - подальше керування прийняли на себе автомобілі, яким потрібно було пройти 60 міль «міської» траси. Контрольний час проходження маршруту складав шість годин, в нього вдалось укластися лише п'яти учасникам. За кожним автомобілем – роботом рухався автомобіль колегії суддів, які відслідковували всі помилки учасника. В штабної машині була, так звана, кнопка «повної зупинки», за допомогою якої можливо було повністю зупинити рух робота, якщо він потрапляв в дуже критичну ситуацію. До речі, для двох машин, які несподівано почали рухатися в бік стіни будівлі, її було застосовано.

Глядачі та судді спостерігали за перегонами за допомогою командного пункту, що нагадував центр керування польотами NASA. Кожен автомобіль, що керувався водієм, мав відіокамеру, що передавала сигнали до командного пункту. З спеціального гелікоптера відбувалось постійне спостереження, яке мало трансляцію на три великі екрани, крім того відіотрансляція велась по Інтернету.

Робот Junior пройшов дистанцію перегонів швидше за усіх і першим перетнув лінію фінішу, але після врахування усіх помилок проходження траси втратив перше місце (приз \$ 2 млн). Його отримав автомобіль-робот по прізвиську Boss, який був створений разом командами Університету Карнегі-Мелона та компанії General Motors. Робот Boss побудовано на платформі Chevrolet Tahoe і він мав 10 двопроцесорних серверів на базі двоядерних процесорів Intel Core 2 Duo – таким чином, робот Boss керувався за допомогою 40 розрахунковими ядрами, 8-ядерний Junior опинився на другому місці.

Робота «повністю» інтелектуальних автомобілів змінила думку людей

і їх бачення про те, що можливо відтворити у автомобільній техніці. Перегони дозволили зробити ще один крок на шляху до повної автономізації руху транспорту, що без сумніву зробить наше життя більш небезпечним, а рух більш оптимізованим та ефективним.

Комп'ютери ніколи не втомлюються, вони не розмовляють по мобільному телефону і не вживають гамбургі за кермом, не втрачають уваги на те, щоб переключити радіо-канал, або змінити музикальний диск, а завдяки цим та іншим чинникам тільки у США кожен рік, приблизно, 40 тис. людей втрачає життя. За 20 років населення США збільшилося на 20%, але час, який американці проводять в дорозі, збільшився на 236%, тобто в 10 разів. А скільки часу люди втрачають у заторах, коли можливо провести цей час більш корисним для нас, завдяки перспективі впровадження інтелектуальних автомобілів.

Мобільність людей у всьому світі інтенсивно збільшується, а тому створення інтелектуальних транспортних систем є актуальним.

Advanced Safety Vehicle (Інноваційний безпечний автомобіль) (ASV) Nissan.

Компанія Nissan розробила четверте покоління інноваційного безпечного автомобіля (Advanced Safety Vehicle), Nissan ASV-4. Основним завданням системи є зниження кількості аварій за допомогою інноваційної технології комунікація між автомобілями. Компанія Nissan буде використовувати Nissan ASV-4 для тестування різних технологій для підготовки їх впровадження в комерційне використання.

Система попередження Nissan ASV-4 використовує комунікації між автомобілями V2V для попередження водія, з тим щоб він встиг вжити відповідних заходів в ситуації, коли автомобіль, що наближається ще не видно, але є потенційною загрозою безпеці на дорозі.

Узагальнені дані про транспортні аварії показують, що більшість подій відбувається при наступних обставинах: зіткнення двох автомобілів на «сліпому» перехресті; зіткнення на перехресті автомобіля, повертає направо, з автомобілем, наступним по зустрічній; повертає ліворуч автомобіль зачіпає боком велосипед або мотоцикл; наїзд ззаду - водій буде чути і бачити попереджувальні

сигнали, що посиляються навігаційною системою, якщо система визначає потенційно небезпечну ситуацію.

Система Vehicle-to-Vehicle (V2V)

Система допомоги при водінні, розроблена General Motors, і названа V2V (vehicle-to-vehicle), дозволяє автомобілям обмінюватись інформацією один з одним без будь-якої участі водія. Система V2V створює між автомобілями бездротову мережу, по якій передаються дані про їх місцезнаходження і швидкості. Крім того, система безперервно аналізує ці дані і може допомогти уникнути дорожньо-транспортної пригоди, заздалегідь попередивши водія про потенційно небезпечної ситуації, створеної іншими автомобілями.

До основних апаратних засобів V2V відносяться: мікропроцесорний, приймач сигналів GPS (супутникової системи навігації) і бездротовий модуль передачі даних по високошвидкісної мережі LAN. Автомобілі з системою V2V з'єднуються один з одним точно так же, як ноутбук з «хот-спотом» в аеропорту або кафе. В основі лежить та ж технологія бездротового з'єднання з мережею WLAN (Wireless Local Area Network) і протокол IEEE 802.11. Ідея системи V2V - обладнати WLAN-передавачем і приймачем кожен автомобіль, щоб змусити машини обмінюватися між собою інформацією. Так як дальність Wi-Fi обмежена, кожен автомобіль виступає також маршрутизатором, пересилаючи дані далі адресату. Алгоритм маршрутизації залежить від місця розташування конкретної машини і дозволяє швидко реагувати на зміни конфігурації всієї мережі.

Дальність дії WLAN-передавача - близько трьохсот метрів, але автомобілі можуть з'єднуватися в ланцюжки, утворюючи «випадкову мережу» (ad-hoc network). Обмін даними відбувається миттєво (кожне повідомлення має розмір близько кілобайт) - навіть в районах з густиною ним рухом мережу V2V без перевантаження може накривати відразу близько двохсот автомобілів. Плюс кожен модуль виступає не тільки як приймач-передавач, але і як «переносник» інформації. Наприклад, отримавши на безлюдному шосе повідомлення від зустрічної машини, система V2V може зберегти його в буфері і передати наступному зустрічному, який попадеться лише через кілька кілометрів.

Автомобілі визначають власне місцезнаходження по сигналам супутників GPS, і обмінюються з іншими автомобілями цими даними, а також іншою інформацією: наприклад, про швидкість руху, прискорення

або дорожніх умовах.

Сьогодні автомобілі можуть бути оснащені численними датчиками систем безпеки, зокрема, датчиками-радарми, з'єднаними з системою круїз-контролю або датчиками, яка визначає наявність предметів в «мертвій зоні» автомобіля. Завдяки системі V2V, фахівці GM зуміли підвищити робочий діапазон і зону покриття окремих датчиків, створивши більш ефективний і недорогий спосіб забезпечення всебічного спостереження і оцінки умов, що оточують автомобіль.

Інженери GM продемонстрували переваги нової технології на кількох практичних прикладах.

1. Попереду знаходиться нерухомий автомобіль. Система попереджує водія, якщо автомобіль зупинився на узбіччі дороги, наприклад, через поломки. Навіть якщо нерухомий автомобіль типів знаходиться поза того ряду, по якому рухається інший автомобіль (тобто, немає безпосередньої загрози зіткнення), то система попереджує водія автомобіля, що наближається (наприклад, відображаючи на дисплеї відповідний символ). Це відбувається ще до того, як стане можливим візуальний контакт. Таким чином, водій раніше буде знати про потенційно небезпечну ситуацію (яку можуть створити, наприклад, що знаходяться на узбіччі дороги пасажери).

2. Попередження про екстренне гальмування. Включення аварійної світлової сигналізації при раптовому гальмуванні (наприклад, при наближенні до «хвоста» дорожньої пробки), довго залишалося загальноприйнятим прийомом, і кілька років тому було узаконено. В даний час «пульсуючі» стоп-сигнали, які швидко блимають при інтенсивному гальмуванні, вже з'явилися на серійних автомобілях.

3. Тепер з'явилася можливість більш ефективного попередження - завдяки системі V2V, яка швидко повідомляє водіям, наступним ззаду, про небезпечну ситуацію, що дозволяє їм знизити швидкість. Це відбувається дуже рано, ще до того, як водій побачить небезпечну зону, наприклад, із-за кузова великої вантажівки або за перегином рельєфу. У цьому випадку також використовується візуальний символ, який виводиться на дисплей.

4. Попередження про небезпеку зіткнення з автомобілем, який знаходиться попереду. Ще один сценарій описує аварійну ситуацію, яка може виникнути в пробці або при поломці автомобіля на дорозі без узбіччя: автомобіль зупиняється або рухається дуже повільно,

створюючи небезпечну ситуацію для транспорту, який їде позаду. Завдяки системі V2V, водій автомобіля, що наближається до джерела небезпеки за тим же рядом, бачить на дисплеї попередження про можливе зіткнення. У міру наближення автомобіля ззаду, задні ліхтарі нерухомого автомобіля швидко блимають, а звуковий сигнал і вібрація сидіння попередять водія автомобіля, що наближається. У цей момент у нього все ще залишається достатньо часу, щоб зреагувати: загальмувати або, при необхідності, виконати маневр об'їзду.

5. Попередження про наявність автомобіля в «мертвій зоні» (особливо, при зміні ряду руху). Функція допомоги при зміні ряду руху попередить водіїв про наявність автомобіля в «Мертвій зоні» - це дуже важливо для безпеки в умовах все більш інтенсивного транспортного потоку на багаторядних дорогах. Візуальний сигнал попередить водія, якщо інший автомобіль рухається в зоні, яка не видно в зовнішньому дзеркалі заднього виду. На відповідній стороні кузова включиться світлодіод, вбудований в передню (А) стійку даху або в корпус дзеркала заднього виду. Сигнал стане більш інтенсивним, якщо після цього водій створить потенційно небезпечну ситуацію, включивши покажчик повороту в відповідне напрямку, маючи намір змінити ряд руху. При цьому світлодіод блимає, а сидіння водія - вібрувати (з відповідної сторони). Крім того, система бере до уваги швидкість кожного з автомобілів: чим швидше рухається автомобіль, який виконує обгін, тим раніше буде подано предупреждающий сигнал.

6. Попередження про наближення автомобіля екстреної служби. Коли водії чують сирену автомобіля служби екстреної допомоги (медичної, пожежної і т.п.), нерідко їм важко буває визначити, з якого боку рухається цей автомобіль - особливо в умовах міського руху. Часто сирену заглушає гучне звучання автомагнітоли в салоні. Тому водії не знають точно, чи повинні вони (і якщо так, то де саме) звільнити дорогу для проїзду автомобіля екстреної служби. За допомогою системи V2V водії отримують не тільки інформацію про місцезнаходження і напрямку руху таких автомобілів, але і можуть прийняти прямі вказівки, наприклад «Притисніться до правого боку!» Або «Звільніть проїзд між другим і третім рядами!» Це дозволить значно зменшити час у дорозі для автомобілів аварійних служб і, можливо, підвищить шанси постраждалих на порятунок і екстрену допомогу.

7. Попередження про зону дорожніх робіт. Кожному водієві знайома така ситуація: на центральній розділювальній смузі косять траву, і при цьому

вживаються заходи безпеки; зокрема, в кількох сотнях метрів за косаркою слід службовий автомобіль з великою стрілкою, що вказує напрямок об'їзду, і мигаючих ліхтарів. Але все ж часто трапляється, що безтурботний водій вдаряє такий автомобіль ззаду і стає винуватцем серйозної аварії. Небезпека такого зіткнення знижується, якщо службовий автомобіль передає застережливий сигнал, який відображається на дисплеї автомобілів, наступних ззаду, наприклад:

«Лівий ряд зайнятий. Проїжджайте справа». При довгострокових дорожніх роботах також може передаватися аналогічний сигнал, а також інформація про відповідне обмеження швидкості на час, поки водій проїжджає через зону проведення робіт.

8. Попередження про небезпеку зіткнення на перехресті. Чи не переглядаються перехрестя, до того ж не обладнані світлофорами (наприклад, на заміських дорогах), є особливо небезпечними, тому що тут водії можуть відволіктися або НЕ замітить один одного до тих пір, поки вже не буде занадто пізно. Система V2V дозволяє автомобілям встановити зв'язок між собою до того, як вони опиняться в зоні прямої видимості, і попередити обох водіїв про майбутнє зіткненні. У їх розпорядженні виявиться час, достатній, щоб загальмувати автомобіль або виконати маневр об'їзду. Якщо таким чином уникнути зіткнення неможливо, то система V2V може навіть автоматично загальмувати один або обидва автомобілі.

Мета: широка доступність системи для якомога більшої кількості автомобілів.

Фахівці GM навмисно створили систему V2V на основі недорогих, перевірених на практиці компонентів, щоб вона потенційно могла увійти до переліку базового обладнання багатьох автобілів. Це дуже важливо, оскільки подібні системи працюють тим ефективніше, чим більша кількість автомобілів ними оснащено.

Труднощі цієї системи полягають у відмінностях допустимих частот для каналів зв'язку V2V. Наприклад, в Америці уряд зарезервовано для автомобільного радіообміну потрібний діапазон - шириною 75 МГц навколо основної частоти 5,9 ГГц. А в Європі існує діапазону 10 МГц мало - для роботи V2V потрібен канал в 20-30 МГц.

2. Внутрішні системи інтелектуального транспортного засобу

Системи, засновані тільки на інформації, одержуваної від власне інтелектуального транспортного засобу, називаються внутрішніми або автономними. Можна їх також назвати закритими системами.

Сьогодні на легкових і вантажних автомобілях широко застосовуються системи для підвищення активної безпеки. Це системи підвищення стійкості, такі як ABS (антиблокувальні), ESP (electronic stability control) - підвищення поперечної стійкості), Brake assist - система допомоги при екстреному гальмуванні, а також такі системи, як (ACC) - adaptive cruise control (адаптивний круїз-контроль), forward collision warning (FCW) - системи попередження зіткнень, системи догляду з смуги руху (lane departure warning (LDW)) і системи виявлення сліпої зони (blind spot detection (BSD) і ін.

Система виявлення «сліпої зони» BLIS (Volvo) складається з відеокамер, які роблять по 25 кадрів в секунду, встановлених на зовнішніх дзеркалах заднього виду і комп'ютера, який розпізнає попадання об'єктів в ці зони, розміром 3 x 9,5 м кожна.

У разі небезпечного зближення система запалює жовте світло в салоні - поруч з правим або лівим дзеркалом відповідно. У той же час багато внутрішні (закриті) системи можуть слугувати джерелами корисної інформації для зовнішньої інфраструктури. Наприклад, інформація про спрацювання системи автоматичного включення двірників може бути використана для уточнення прогнозів погоди.

Спрацьовування системи ESP може сигналізувати про слизьке дорожнє покритті, а ця інформація корисна для інших учасників руху і дорожніх служб. Сам транспортний засіб є джерелом важливих даних, які можуть служити для багатьох інших цілей (управління міським транспортом, управління автомагістралями і т.п.). Крім інформації від самого транспортного засобу можна використовувати і дані, які зберігаються в запам'ятованому пристрої інтелектуального транспортного засобу (цифрова карта на CD (DVD), масиви даних, що зберігаються в автокомп'ютері і т.д.). Внутрішні системи інтелектуального транспортного засобу іноді називаються також малої

телематикою. Зв'язок транспортного засобу з навколишнім середовищем називається великий телематикою.

3. Зовнішні системи інтелектуального транспортного засобу

Система підвищення безпеки пішоходів з використанням стільникового зв'язку. В Японії пішоходи і велосипедисти являються учасниками ДТП в половині випадків. Ці події відбуваються в основному, коли пішоходи знаходяться в «сліпій» зоні або на вузьких дорогах і перехрестях, коли обмежена їх видимість водієм. Фірма Nissan Motor Co., Ltd і NTT DoCoMo, Inc. провели дослідження системи, яка визначала позицію пішохода з допомогою мобільного телефону, обладнаного GPS навігацією, а також положення автомобіля з навігаційною системою і попереджувала водія про наявність пішоходів поблизу маршруту руху. Для передачі сигналів використовувалася система стільникового зв'язку.

Сервер отримує сигнали від мобільних телефонів, автомобілей, обчислює їх взаємне положення і передає оброблені дані в навігаційну систему автомобіля, попереджаючи водія. Водій отримує попередження на дисплеї і голосове повідомлення про наявність пішохода.

Інформація про стан транспорту. Крім навігаційних систем необхідно враховувати і інформаційні системи. У рамках цих систем транспортний засіб приймає інформацію про актуальний стан транспорту.

Найбільш простий і найбільш поширеною є система RDS-TMC, яка, однак, надає тільки основні загально доступні послуги.

Інформація про транспорт надається зазвичай безкоштовно автоклубами та іншими добровільними організаціями автовласників. Якість інформації можна порівняти з якістю інформації радіомовлення. Перевагою системи RDS-TMC є миттєва передача інформації водієві.

Інформація, яку надає за допомогою платних служб, повинна містити якісні дані. Для досягнення необхідної якості транспортної

інформації необхідно встановлювати датчики транспорту, здійснювати моніторинг транспортної ситуації з допомогою спеціальних вимірювальних автомобілів і т.п.

Інформаційні системи надають не тільки інформацію про транспорт, а й, наприклад, інформацію про вільні місця в готелі, інформацію про вільні місця на парковках і т.п. Можна припускати, що більшість інформаційних послуг буде надаватись водієві за допомогою мереж операторів мобільного телефону або за допомогою протоколу WAP.

Сигнал SOS. Нова система **Volvo On call** автоматично включає або при спрацьовуванні подушок безпеки, або при аварійному натягу ременів безпеки. Далі, використовуючи канали стільникового зв'язку, система посилає сигнал на пульт служби безпеки Volvo On Call. Одночасно з цим надсилаються і координати автомобіля, зафіксовані вбудованої навігаційної системою GPS.

Після отримання сигналу оператор служби Volvo On Call намагається зв'язатися з водієм постраждалого автомобіля по каналу стільникового зв'язку і з'ясувати подробиці аварії. Якщо ж відповісти йому ніхто не може, він висилає на місце аварії спеціальну рятувальну групу.

Система Volvo On Call дуже надійна. Стільниковий телефон був розроблений з урахуванням можливих пошкоджень при аварії і має дублюючі антену і джерело живлення. Координати автомобіля при русі постійно записуються в «чорний ящик», звідки інформація може бути взята навіть при пошкодженні системи навігації.

4. Моніторинг транспортної ситуації

Системи допомоги водієві для безпечного водіння. DSSS: Driving Safety Support Systems. і системи допомагають водіям транспортних засобів отримати інформацію, яку буває важко сприйняти в ускладнених транспортних умовах (сигнали транспорту, дорожні знаки і т.д.). Ця інформація може бути передана в автомобіль від дорожньо-транспортної інфраструктури з використанням сучасних технологій ІТС.

- Система, яка допомагає водіям вчасно побачити червоний сигнал світлофора. Ця система визначає швидкість автомобіля, порівнює з можливістю включення червоного сигналу світлофора і посилає попередження водієві.

- Система Smartway зменшує можливість ДТП на швидкісних магістралях. В системі використовуються датчики, комунікації «дорога-автомобіль» та інші сучасні технології ІТС, для попередження водіїв про наявність заторів, аварій на дорозі і т.д.

- Система розпізнавання дорожніх знаків. Спеціальна відеокамера обробляє зображення попереду автомобіля, розпізнає дорожні знаки і проектує зображення знака обмеження швидкості на лобове скло автомобіля за допомогою «віртуального дисплея».

- Нічне бачення - система нічного бачення дає можливість на підставі найсучасніших технічних рішень забезпечувати хорошу видимість в сутінках та в темноті. Основою таких систем є термокамери, які замість оптичного сигналу знімають дані про температуру об'єктів. Доведено, що ці системи здатні надійно розпізнавати пішохода, тварину або інші живі перешкоди. Відеоінформація і її обробка безумовно будуть основою майбутньої концепції інтелектуального автомобіля. В даний час методи обробки відеоінформації не перебувають на такому рівні, щоб можна було все додатки реалізувати в реальному шкалою часу. Однак, з огляду на швидкості розвитку техніки можна припускати, що такі системи протягом декількох років будуть нормальним оснащенням автомобілів.

- Система нічного бачення з функцією визначення пішоходів компанії Toyota.

В умовах поганої видимості система Night View забезпечує можливість водієві побачити пішоходів, перешкоду і стан дороги перед автомобілем. Спеціальні інфрачервоні джерела світла висвітлюють невидимими для ока променями дорогу перед автомобілем. Образи, відображені інфрачервоними променями обробляються в інфрачервоній камері і показуються на рідкокристалічному дисплеї. Якщо пішохід перебуває на відстані 40-100 м, його образ виділяється на дисплеї жовтою миготливою рамкою. **Система попередження зіткнень (Pre-crash Safety System).** В системі використовуються радар, які працюють на міліметрових хвилях і камери. Радар сканує простір перед автомобілем, а електронний блок обчислює швидкість зближення з перешкодою (лідуючим автомобілем). При порушенні дистанції безпеки система попереджає водія, а при необхідності активує гальмівну систему. Якщо зіткнення неминуче - система активує натягуючі реміні безпеки, можуть активуватись і інші системи автомобіля для зниження можливих пошкоджень при аварії.

Сьогодні з'являються системи з декількома радаром, скануючими простір не тільки перед автомобілем, але і на бокових виїздах на перехрестях, попереджаючи про можливість фронтального бокового зіткнення. Радар, встановлений ззаду, може допомогти в разі наїзду ззаду йде транспортного засобу. Для зниження тяжкості наслідків такої аварії, система активує управління сидіннями в автомобілі, встановлюючи їх в найбільш безпечне положення.

ВИСНОВОК

Розробки і розгортання ІТС - це потенційно ефективний конкурентоспроможний інноваційний бізнес і стимул розвитку нового високотехнологічного сектора промисловості, що являється важливим антикризовим фактором.

Відмінною особливістю сучасних ІТС є зміна статусу транспортної одиниці від незалежного, самостійності і в значній мірі непередбачуваного суб'єкта дорожнього руху, в сторону «активного», передбачуваного суб'єкта транспортно-інформаційного простору. У цьому завданні однієї з ключових завдань є розвиток телематичного комплексу дорожньої інфраструктури.

133

Розвиток ІТС методологічно базується на системному підході, формуючи ІТС саме як системи, а не окремі модулі (сервіси). Підходи до створення ІТС ґрунтуються на принципі модернізації, реінжинірингу діючих транспортних систем.

Світова спільнота протягом тривалого часу створює і впроваджує інтелектуальні транспортні системи і їх елементи. Досвід країн Євросоюзу, США, Японії, Китаю та ін. держав в просуванні проектів ІТС показує, що в умовах ринкової економіки тільки єдина державна політика дозволяє сполучати зусилля держави, суб'єктів Федерації, бізнесу всіх рівнів і секторів економіки у вирішенні загальнонаціональних цілей в транспортному комплексі.

Контрольні запитання

1. Опишіть світовий досвід у створенні інтелектуальних транспортних коштів.
2. Які переваги двостороннього Інтернет-з'єднання для «інтелектуального» автомобіля?
3. Яка мета мережі V-2-V для «інтелектуальних» автомобілів?
4. Яка різниця в мережах V-2-V та V-2-I?
5. Мета застосування системи зв'язку DSPC?
6. Яка загальна архітектура комунікаційних технологій, що використовуються для «інтелектуальних» автомобілів?
7. Які недоліки лазерних далекомірів, що встановлюють на «інтелектуальних» автомобілях?
8. Перерахуйте основні зовнішні системи інтелектуального транспортного засобу.
9. Коротко опишіть системи допомоги водієві для безпечного водіння