

7. Nguyen, T.-T., Kim, H. W., Lee, G. H., та ін. Design and implementation of the low cost and fast solar charger with the rooftop PV array of the vehicle. Solar Energy. 2013. Вип. 96. С. 83–95.
8. Rizzo, G., Tiano, F. A., Mariani, V., та ін. Optimal modulation of regenerative braking in through-the-road hybridized vehicles. Energies. 2021. Вип. 14, № 20. С. 6835.

Борисенко Анна Олегівна, к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, anutochka2111@gmail.com

ЕВОЛЮЦІЯ TESLA AUTOPILOT

Перша система автопілота, що використовує одну камеру, тепер неофіційно називається AP1. Починаючи з нового обладнання HW2.0, Tesla змінила назву функції на Enhanced Autopilot (EAP) з декількома додатковими функціями. У березні 2019 р. Tesla відмовилася від EAP і створила більш дешевий і менш функціональний автопілот, який просто назвав AP. У квітні 2019 р. функціональний автопілот AP став стандартом для всіх нових автомобілів, які замовляли за спеціальним замовленням. Ця нова точка доступу є підмножиною функцій EAP, при цьому інші функції EAP переміщені в набір функцій 5 рівня автономності автопілота який отримав назву Full-Self-Driving (FSD) – повністю самокерований автомобіль.

Ті власники, які придбали EAP, продовжать отримувати всі функції EAP і отримувати оновлення в майбутньому. Функції FSD не є обов'язковими і можуть бути придбані разом з новим автомобілем або придбані та активовані пізніше. У таблиці 1 зведені характеристики автопілота, який встановлювався на автомобілі, що випущені з 17 серпня 2014 р. до теперішнього часу. Більш ранні автомобілі не мали жодної з цих функцій.

Таблиця 1 - Характеристики автопілота Tesla

Характеристики автопілота	без AP	AP1	AP	EAP	FSD
Запобігання фронтального зіткнення	так	так	так	так	так
Попередження про виїзд з смуги руху	так	так	так	так	так
Уникнення з'їзду зі смуги руху	так	ні	так	так	так
Уникнення виїзду за межі аварійної смуги	так	ні	так	так	так
Запобігання бокового зіткнення	так	ні	так	так	так
Автоуправління, прискорення і гальмування	ні	так	так	так	так
Автоматичний паркінг	ні	так	ні	так	так
Автоматична зміна смуги руху	ні	так	ні	так	так
Читає знаки швидкості	ні	так	так	так	так
Навігація на автопілоті	ні	ні	ні	ні	так
Реагує на світлофори і знаки зупинки	ні	ні	ні	ні	так
Повне автономне водіння	ні	ні	ні	ні	май-бутнє

Згідно класифікації рівнів автономного водіння, що запропонований Товариством автомобільних інженерів (SAE) [1], електромобілі Tesla виконують варіант автономної автоматизації другого рівня. Мета Tesla - перейти на рівень 3 і, в кінцевому підсумку, на рівень 5, який називається Full Self-Driving (FSD).

Проведемо дослідження апаратного забезпечення автопілота, а саме дослідження процесорів, які використовуються в електронному блоку керування (ЕБК) автопілота електромобілів Tesla. В даний час існує чотири варіанти апаратного забезпечення, пов'язаного з автопілотом електромобілів:

- HW0 – рання модель апаратного забезпечення, яка встановлювалась на перші автомобілі Tesla без можливості автопілота;

- HW1 – перша модель автопілота заснована на чіпі Mobileye. Апаратне забезпечення використовує одну камеру, радар і 12 ультразвукових датчиків середнього радіусу дії. Електроніка поєднана з камерою за дзеркалом заднього виду;

- HW2.0 – автопілот Tesla 2-го покоління, що використовує 8 камер, 12 ультразвукових датчиків дальньої дії і один передній радар. Абсолютно новий процесорний модуль ECU був створений Tesla на основі системи Drive PX2 від Nvidia;

- HW2.5 – являє собою невелике оновлення HW2.0, в першу чергу для забезпечення надмірності і трохи підвищеної надійності. Ця версія також зробила можливими дві функції, не пов'язані з автопілотом - відеореєстратор і сторожовий режим з локально збереженим відео;

- HW3 – велике оновлення блоку управління автопілотом, що використовує власний чіп Tesla;

- HW4 - оновлено ЕБК автопілота з використанням мікросхеми Tesla 2-го покоління, з продуктивністю в 3 рази вище, ніж у HW3.

Окремо проведемо дослідження контролера FSD – Tesla. Full Self-Driving Chip (FSD Chip) – це контролер автономного водіння, розроблений Tesla і представлений на початку 2019 р. для власних автомобілів. Tesla стверджує, що FSD Chip призначений для автономного водіння 4 і 5 рівнів. Виготовлений Samsung за 14 нм технологічним процесом, контролер включає в себе 3 чотирьохядерних процесора Cortex-A72, що працюють на частоті 2,2 ГГц, а нейронні блоки обробки інформації працюють на частоті 2 ГГц. FSD підтримує до 128-Мб пам'яті LPDDR4-4266 (рисунок 1).

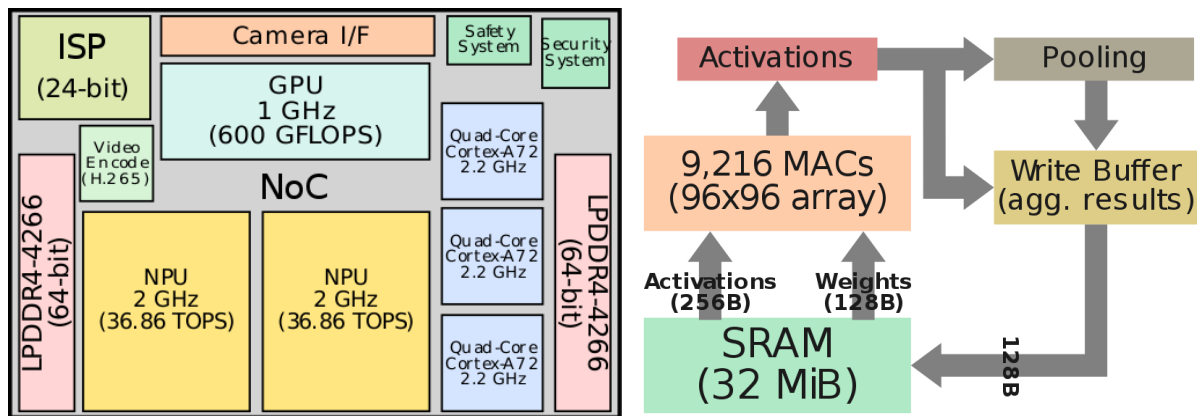


Рисунок 1 – Структура блока нейронної обробки мікросхеми FSD

Мікросхема FSD об'єднує два спеціально розроблених блоку нейронної обробки. Кожен NPU містить 32 МБ SRAM, призначеної для зберігання тимчасових мережових результатів, що скорочує переміщення даних в основну пам'ять. У кожному циклі 256 байтів даних активації і додаткові 128 байтів даних зчитуються з SRAM в масив MAC, де вони об'єднуються. Кожен NPU має блок множення-накопичення. Працюючи на частоті 2 ГГц, кожен NPU має пік продуктивності 36,86 трлн операцій за секунду (TOPS). З двома NPU на кожній мікросхемі мікросхема FSD здатна виконувати до 73,7 трлн операцій за секунду при максимальній сукупній продуктивності. Після операції скалярні дані передаються на обладнання активації.

При нормальній роботі програма нейронної мережі завантажується на початку і зберігається в пам'яті протягом всього часу, протягом якого мікросхема отримує живлення. Запуск виконується шляхом установки адреси вхідних буферів (наприклад, підключення відеокамери), установки адреси вихідного буфера, установки адреси програми і запуску. NPU буде асинхронно самостійно запускати всю модель нейронної мережі до тих пір, поки не буде досягнута інструкція зупинки, яка запускає переривання, дозволяючи процесору обробити результати.

Для обробки інформації навколо автомобіля поєднуються відеопотоки з камер, що розташовані з усіх боків автомобіля. Алгоритми працюють з зображеннями з усіх камер, який відправляється в масив нейромереж, які «склеюють» кадри з різних камер і видають двовимірну карту об'єктів і дороги, як би зняту з повітря. Причому якщо для найближчого оточення карта складається точно за тим, що безпосередньо видно на камері, то для прихованих або віддалених частин дороги нейромережі досить точно прогнозують схему. Приблизно так само мислить і людина: коли ми їдемо по парковці біля торгового центру, ми можемо не бачити наступний проїзд за великим вантажівкою, але ми розуміємо, що він там знаходиться і, відповідно, можемо пригальмувати, бо звідти може виїхати інший автомобіль.

Підхід Tesla до досягнення рівня SAE 5 полягає в навчанні нейронної мережі з використанням інформації від тисячі водіїв Tesla з використанням основної камери та інформації з компонентів, які використовуються в автомобілі для інших цілей, ультразвукові датчики, які використовуються для

паркування, тощо. Повне самостійне керування (FSD) – це пакет оновлень для Autopilot, що пропонує інші функції ADAS. На квітень 2022 р. понад 100 000 осіб мають бета-доступ до додаткових функцій, які все ще знаходяться в розробці, включаючи співробітників, учасників програми раннього доступу та підписаних користувачів, які відповідають визначеним критеріям оцінки безпеки.

Література

1. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles J3016_202104. https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ (дата звернення 18.10.2022)
2. Tesla Model S. <https://www.tesla.com/models> (дата звернення 18.10.2022)

Бороденко Юрій Миколайович, к. ф-м. н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, docentmaster@gmail.com

СКЛАДАННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ ПНЕВМАТИЧНОГО ГІБРИДУ

Вступ

Застосування пневматичної тяги дозволяє вирішувати задачі, пов'язані з проблемами екологічної чистоти та енергозбереження на автомобільному транспорті, який експлуатується в умовах міста. В [1] позначено переваги і недоліки пневматичного приводу автомобіля (ППА) в порівнянні з альтернативним електричним приводом та відокремлені аспекти побудовання ППА, що пов'язані з енергетичною автономністю, конструктивною адаптивністю та кібернетичною повнотою. В [2, 3] підкреслено доцільність застосування ППА, як енергетично автономної системи «Розгін-гальмування».

Об'єкти і алгоритми керування

Синтезована система пневматичного гібрида, який не заряджається із зовні [4], дозволяє реалізувати алгоритми керування на трьох рівнях гібридизації силової установки: мікрогібрид; помірний гібрид; повний гібрид. В першому випадку, для реалізації функції «Розгін-гальмування», використовується пневматичний привід, який функціонує тільки за рахунок рекуперованої енергії гальмування. В такому разі, гібридна силова установка (ГСУ) розглядається, як паралельна конфігурація гібрида. Другий варіант, передбачає додаткове застосування енергії ДВЗ для зарядження ресиверу пневмоприводу. При цьому, схема передачі енергії ГСУ являє послідовну конфігурацію гібрида. В третьому варіанті, використовується сумісна передача енергії на колеса автомобіля від ДВЗ і пневмодвигуна. Таким чином, згідно класифікаційним атрибутам пневматичних гібридів ЕНРВ (Engine Hybrid Pneumatic Vehicle), можна записати аббревіатури трьох об'єктів керування [5]: