

УДК 629.331
ББК 39.33
П18

Паре Д., Ребейн Х.

П18 Автономные и подключенные автомобили / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 454 с.: ил.

ISBN 978-5-93700-161-0

Эта книга рассказывает о разновидностях, выборе, принципах работы, свойствах и архитектуре сетей, которые можно использовать в автономных и подключенных транспортных средствах. Описываются датчики, связанные с автономностью транспортного средства, системы помощи водителю, различные архитектуры автомобильных бортовых сетей, предназначенных для управления и передачи данных. Обсуждаются программное обеспечение и инструменты моделирования, тестирования и диагностики, применяемые при разработке автономных транспортных средств.

Издание предназначено для студентов, профессионалов автомобилестроения, желающих повысить свою квалификацию, новичков в автомобильной отрасли и просто любителей техники.

УДК 629.331
ББК 39.33

Originally published in France as:

Véhicules autonomes et connectés. Technologies, architectures et réseaux : du multiplex à l'Ethernet.

By Dominique Paret & Hassina Rebaine.

This Russian edition is translated from the English edition published by John Wiley & Sons entitled.

Autonomous and Connected Vehicles: Network Architectures from Legacy Networks to Automotive Ethernet

© 2022 with kind permission.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-2-10078-827-9 (фр.)
ISBN 978-5-93700-161-0 (рус.)

© Dunod 2019, Malakoff
© Перевод, оформление,
издание, ДМК Пресс, 2022

Содержание

Предисловие от рецензента	10
Благодарности.....	12
Об авторах.....	13
Предисловие от авторов	14
Введение.....	18
 Глава 1. Ключевые аспекты автономных и подключенных транспортных средств.....	 20
1.1. Тематика этой книги и ее ограничения	21
1.1.1. Архитектуры.....	21
1.1.2. Коммуникационные сети	22
1.2. Терминология.....	22
1.2.1. Автономные и/или подключенные транспортные средства	22
1.2.2. Термины и определения, относящиеся к автономному транспорту.....	24
1.3. Краткая история автономного транспортного средства.....	38
1.3.1. Наши ожидания от автономного транспорта	38
1.3.2. Типы двигателей и автономные транспортные средства.....	40
1.4. Влияние пандемии COVID-19	40
 Глава 2. Сопутствующие аспекты при разработке автономных и подключенных транспортных средств	 42
2.1. Словарь	43
2.2. Нормативные аспекты и рекомендации	44
2.2.1. Текущие постановления и нормы, действующие в отношении автономных транспортных средств	44
2.2.2. Смягчение законодательства об автономных транспортных средствах	45
2.2.3. Автономные транспортные средства в Германии	47
2.2.4. Автономные транспортные средства во Франции	48
2.2.5. Автономные транспортные средства в США.....	52
2.3. Законодательный аспект – Кодексы	53
2.3.1. Статья R415-5	53
2.3.2. Статья R110-2 – остановка.....	54
2.3.3. Статья P417-10 – об остановке и стоянке	54
2.4. Нормативные аспекты.....	56
2.4.1. ISO, CEN и IEC, CENELEC.....	57
2.4.2. BNA.....	57
2.4.3. ETSI.....	57

2.4.4. ASQUER	58
2.5. Правовые аспекты.....	58
2.5.1. Международные аспекты	58
2.5.2. Пример: национальные правовые нормы Франции	59
2.6. Соображения, связанные со страхованием	65
2.6.1. Гражданская ответственность	65
2.6.2. Уголовная ответственность	66
2.6.3. Кто платит в случае аварии?.....	67
2.6.4. Другие проблемы, требующие решения.....	67
2.7. Моральные и этические аспекты, связанные с автономными транспортными средствами	68
2.7.1. Дилеммы, которые необходимо решить	68
2.7.2. Достижимые технические цели.....	69
2.8. Безопасность	69
2.8.1. Слабые звенья	70
2.8.2. Уровни безопасности, применяемые в транспортных средствах	73
2.8.3. Криптография	74
2.8.4. Уязвимости подключенных транспортных средств	76
2.8.5. Уровни безопасности в обычных и автономных транспортных средствах	76
2.9. Аспекты кибербезопасности	76
2.9.1. Общие положения	77
2.9.2. Безопасность личных автомобилей.....	78
2.9.3. Проблема с парками транспортных средств.....	78
2.9.4. Что нам делать?.....	78
2.9.5. Кибербезопасность и страхование	79
2.10. Социальные аспекты и GDPR	80
2.10.1. Положение об индивидуальных и общественных свободах	80
2.10.2. Закон Франции об информации и свободах	81
2.10.3. Мандат 436.....	83
2.10.4. Общий регламент по защите данных	84
2.11. Аспекты, касающиеся охраны здоровья	89
2.12. Аспекты, связанные с экологическими нормами.....	90
2.12.1. Переработка компонентов	90
2.12.2. Переработка электронных отходов.....	90
2.13. Аспекты, связанные с общественной приемлемостью	91
2.13.1. Человеческий фактор.....	91
2.14. Аккумуляторные технологии в электрических и автономных транспортных средствах	94
2.14.1. Электрический и автономный... но на каком расстоянии?	94
2.14.2. Принцип работы электрической батареи.....	95
2.14.3. Настоящее и будущее аккумуляторных технологий.....	97
2.15. Прочие термины и понятия	103
2.15.1. Тестирование	103
2.15.2. Испытания	104
2.15.3. Валидация.....	104

2.15.4. Омологация	105
2.15.5. Сертификация	108
2.16. Прогноз развития автономных транспортных средств	108

Глава 3. Переход от DAS, ADAS и HADAS к L3, L4, L5

3.1. Функции, которые необходимо обеспечить	110
3.2. Датчики и технологии, применяемые в беспилотных автомобилях	117
3.2.1. Общие положения	117
3.2.2. Зрение	118
3.2.3. Камеры	118
3.2.4. Радар	131
3.2.5. Лидар	135
3.2.6. Ультразвуковые датчики (сонары)	152
3.2.7. Позиционирование транспортного средства	153
3.2.8. Измерение динамики движения автомобиля	155
3.2.9. Промежуточные итоги	155
3.2.10. Примеры применения систем автономного вождения	159
3.3. ADAS и компания	164
3.3.1. DA – помощь водителю	164
3.3.2. ADAS – передовые системы помощи водителю	165
3.3.3. HADAS – высокоуровневые передовые системы помощи водителю	165
3.3.4. ADAS – дополнительная информация	165
3.3.5. Неполный перечень примеров некоторых систем ADAS	169

Глава 4. Сети и архитектура

4.1. Различные сетевые решения	183
4.1.1. Управление силовой установкой	184
4.1.2. Управление шасси	185
4.1.3. Управление кузовом автомобиля	185
4.1.4. Управление коммуникациями	188
4.1.5. Управление безопасностью и ADAS	188
4.1.6. Контролируемое и организованное управление комплексом систем	188
4.2. Подключенный автомобиль	188
4.2.1. Большие данные – новое золото автомобильной индустрии	188
4.2.2. Связь	190
4.3. Автономные транспортные средства: объединение данных, искусственный интеллект и смежные технологии	199
4.3.1. Объединение данных датчиков	201
4.3.2. Искусственный интеллект, машинное обучение и глубокое обучение	207
4.3.3. Подробнее о машинном и глубоком обучении	209
4.4. Аппаратная архитектура транспортных средств	216
4.4.1. Разновидности топологии коммуникационной сети	217
4.4.2. Архитектуры автомобильного оборудования	220

4.5. Типы сетей и описание протоколов, используемых в автономных транспортных средствах	228
4.5.1. LIN	229
4.5.2. SENT	229
4.5.3. CAN	233
4.5.4. FlexRay	271
4.5.5. MOST	276
4.5.6. LVDS	279
4.5.7. Обзор сетей автомобильного наследия	280

Глава 5. Ethernet и автомобили

5.1. Промышленный Ethernet	284
5.1.1. Немного истории	284
5.1.2. Общие принципы	285
5.1.3. Кадр Ethernet в IEEE 802.3	285
5.1.4. Распространенные варианты Ethernet	288
5.1.5. Варианты физического уровня промышленного Ethernet	291
5.2. Парадигмы физических уровней Ethernet и автомобилей	300
5.2.1. Введение	300
5.2.2. Узкое место автомобильного Ethernet = стоимость + электромагнитная совместимость	302
5.2.3. Выбор физического уровня в автомобилях	303
5.3. Варианты уровня Ethernet PHY, используемые в автомобилях	328
5.3.1. Ethernet 100 Мбит/с в автомобилях	328
5.3.2. Автомобильный Ethernet на скорости 1 Гбит/с	335
5.3.3. Multi-Giga Ethernet в автомобилях	338
5.3.4. Автомобильный Ethernet на скорости 10 Мбит/с	339
5.3.5. Питание через Ethernet – PoE IEEE 802.3bu	341
5.3.6. Общий обзор Ethernet в автомобилях	341
5.3.7. OPEN Alliance	342
5.3.8. Электронные компоненты для автомобильного Ethernet	343
5.4. Детерминированный Ethernet, работающий в реальном времени, и автомобильный Ethernet	350
5.4.1. Детерминированный Ethernet и Ethernet реального времени, или TSN	350
5.4.2. TSN	352
5.4.3. Сводный обзор применяемых стандартов	361

Глава 6. Моделирование, приложения и архитектура программного обеспечения для автомобилей

6.1. Программное моделирование автономного транспортного средства и его окружения	363
6.1.1. Моделирование	364
6.1.2. Синхронный сбор данных при высоких скоростях передачи	366
6.1.3. Программное решение для измерения и калибровки	367
6.1.4. Аппаратное решение для высокоскоростного сбора данных	368

6.1.5. Решение для регистрации данных со скоростью 1 Гбит/с	369
6.1.6. Решения для транспортировки терабайтных объемов записанных данных.....	371
6.1.7. Три подхода к моделированию	372
6.1.8. Физическое моделирование и моделирование окружающей среды	372
6.1.9. Моделирование – промежуточный итог	379
6.2. Эволюция аппаратной и программной архитектуры автомобиля	380
6.2.1. Эволюция архитектуры электрических и электронных систем	380
6.2.2. Эволюция архитектуры программного обеспечения в автомобилях	385
6.2.3. Автомобильный Ethernet.....	393
6.3. Функции.....	398
6.3.1. Модель автомобильных коммутаций.....	398
6.3.2. XCP в сети Ethernet	400
6.3.3. DoIP – диагностика по IP	402
6.3.4. AVB – аудио/видеомост (IEEE 802.1)	406
6.3.5. Сервисно-ориентированная связь SOME/IP	414
6.4. Инструменты тестирования и анализа.....	427
6.4.1. Инструменты, необходимые для новых архитектур	427
6.4.2. Эволюция средств разработки	428
6.5. Выводы.....	450
Предметный указатель	452