

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

У.4471

(05/2021)

СЕРИЯ У: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА
ИНТЕРНЕТ, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ,
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

Интернет вещей и "умные" города и сообщества –
Структуры, архитектуры и протоколы

**Функциональная архитектура сетевой
системы содействия при вождении для
автономных транспортных средств**

Рекомендация МСЭ-Т У.4471

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IP TV по NGN	Y.1900–Y.1999
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Пакетные сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999
БУДУЩИЕ СЕТИ	Y.3000–Y.3499
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500–Y.3999
БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ	Y.3600–Y.3799
СЕТИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ	Y.3800–Y.3999
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА И СООБЩЕСТВА	
Общие положения	Y.4000–Y.4049
Определения и терминология	Y.4050–Y.4099
Требования и сценарии использования	Y.4100–Y.4249
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250–Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400–Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550–Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700–Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800–Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900–Y.4999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т У.4471

Функциональная архитектура сетевой системы содействия при вождении для автономных транспортных средств

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т У.4471 описана эталонная функциональная архитектура сетевой системы содействия при вождении для автономных транспортных средств (NDA). В Рекомендации разъясняется понятие NDA, определены ключевые функциональные объекты и контрольные точки между ними. Приведены также сценарии использования и рабочие процедуры в Дополнениях I и II, соответственно.

Для повышения качества управления автономными транспортными средствами необходимо улучшить координацию между транспортными средствами и объектами инфраструктуры с помощью сетевых технологий, для того чтобы обеспечить соблюдение растущих требований к транспортным услугам и приложениям. NDA может повысить безопасность и эффективность автоматического вождения благодаря возможностям совместного восприятия и принятия решений.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждено	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т У.4471	17.05.2021 г.	20-я	11.1002/1000/14423

Ключевые слова

Автономное транспортное средство, периферийные вычисления, сетевая система содействия при вождении, функциональная архитектура, NDA.

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL <http://handle.itu.int/>, после которого укажите уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2021

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения.....	1
3.1 Термины, определенные в других документах	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации.....	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Соглашения.....	2
6 Введение.....	3
7 Функциональная архитектура NDA для автономных транспортных средств	4
8 Функциональные объекты NDA для автономных транспортных средств.....	6
8.1 Обработка данных придорожной инфраструктуры	6
8.2 Обработка данных транспортного средства.....	6
8.3 Управление статическими данными.....	7
8.4 Управление динамическими данными	7
8.5 Объединение данных	7
8.6 Построение карты высокого разрешения	8
8.7 Координация между транспортными средствами.....	8
8.8 Координация между транспортным средством и дорогой.....	9
9 Контрольные точки функциональной архитектуры	9
9.1 Контрольные точки между объектами	9
9.2 Определение контрольных точек	10
10 Соображения безопасности	11
Дополнение I – Сценарии использования NDA.....	12
I.1 Сценарий 1. Карта высокого разрешения.....	12
I.2 Сценарий 2. Координация между транспортными средствами	13
I.3 Сценарий 3. Координация между транспортным средством и дорогой.....	14
Дополнение II – Рабочая процедура NDA	16
Библиография	18

Функциональная архитектура сетевой системы содействия при вождении для автономных транспортных средств

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации описана функциональная архитектура сетевой системы содействия при вождении (NDA) для автономных транспортных средств. Описаны также функциональные возможности различных уровней функциональной архитектуры. Дополнительно определены контрольные точки. Сферу применения настоящей Рекомендации составляют:

- функциональная архитектура NDA для автономных транспортных средств;
- функциональные объекты для поддержки NDA для автономных транспортных средств;
- контрольные точки функциональной архитектуры NDA.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

[ITU-T Y.4401] Recommendation ITU-T Y.4401/Y.2068 (2015), *Functional framework and capabilities of the Internet of things*.

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах.

3.1.1 Приложение (application) [b-ITU-T Y.2091]: структурированный набор возможностей, которые обеспечивают дополнительную функциональную возможность, поддерживаемую одной или несколькими услугами, и которые могут предоставляться через интерфейс API.

3.1.2 Облачные вычисления (cloud computing) [b-ITU-T Y.3500]: парадигма обеспечения сетевого доступа к масштабируемому и гибкому набору совместно используемых физических или виртуальных ресурсов с предоставлением и администрированием ресурсов на основе самообслуживания по запросу. ПРИМЕЧАНИЕ. – К примерам ресурсов относятся серверы, операционные системы, сети, программное обеспечение, приложения и оборудование для хранения.

3.1.3 Устройство (device) [b-ITU-T Y.4000]: применительно к интернету вещей означает элемент оборудования, который обладает обязательными возможностями связи и дополнительными возможностями измерения, срабатывания, а также ввода, хранения и обработки данных.

3.1.4 Функциональная архитектура (functional architecture) [b-ITU-T Y.2012]: набор функциональных объектов и контрольных точек между ними, используемый для описания структуры сети СПП. Эти функциональные объекты разделяются контрольными точками, и таким образом они определяют распределение функций.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Функциональные объекты могут использоваться для описания набора эталонных конфигураций. Эти эталонные конфигурации определяют, какие именно контрольные точки видны на границах реализации оборудования и между административными доменами.

3.1.5 Функциональный объект (functional entity) [b-ITU-T Y.2012]: объект, который включает в себя неделимый набор определенных функций. Функциональные объекты являются логическими концепциями, в то время как для описания практических, физических реализаций используется группирование функциональных объектов.

3.1.6 Интернет вещей (Internet of things (IoT)) [b-ITU-T Y.4000]: глобальная инфраструктура для информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем соединения друг с другом (физических и виртуальных) вещей на основе существующих и развивающихся функционально совместимых информационно-коммуникационных технологий.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Благодаря задействованию возможностей идентификации, сбора, обработки и передачи данных в интернете вещей обеспечивается наиболее эффективное использование вещей для предоставления услуг для всех типов приложений при одновременном выполнении требований безопасности и неприкосновенности частной жизни.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В широком смысле интернет вещей можно воспринимать как концепцию, имеющую технологические и социальные последствия.

3.1.7 Вещь (thing) [b-ITU-T Y.4000]: применительно к интернету вещей означает предмет физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), который может быть идентифицирован и интегрирован в сети связи.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящем документе определен следующий термин.

3.2.1 сетевая система содействия при вождении (network-based driving assistance (NDA)) – набор возможностей, помогающий транспортным средствам принимать решения для обеспечения безопасного и эффективного вождения, используя данные, собранные сетями от транспортных средств и объектов придорожной инфраструктуры.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

C-V2X	Cellular Vehicle-to-Everything		Сотовая связь транспортного средства с другими объектами
DLM	Data Lifetime Management		Управление жизненным циклом данных
DOI	Domain of Interest		Сфера интересов
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council		Европейский консультативный совет по исследованиям в области автомобильного транспорта
GNSS	Global Navigation Satellite System	ГНСС	Глобальная навигационная спутниковая система
IoT	Internet of Things		Интернет вещей
ISAD	Infrastructure Support levels for Automated Driving		Уровни поддержки инфраструктуры автоматического вождения
NDA	Network-based Driving Assistance		Сетевая система содействия при вождении
ODD	Operational Design Domain	ДШЭ	Домен штатной эксплуатации
RSU	Roadside Unit		Придорожное устройство
SAE	Society of Automotive Engineers		Общество инженеров-автомобилестроителей

5 Соглашения

В настоящей Рекомендации приняты следующие соглашения:

- ключевые слова "требуется, чтобы" означают требование, которому необходимо неукоснительно следовать и отклонение от которого не допускается, если будет сделано заявление о соответствии этой Рекомендации;
- ключевые слова "рекомендуется, чтобы" означают требование, которое рекомендуется, но не является абсолютно необходимым. Таким образом, для заявления о соответствии это требование не является обязательным.

6 Введение

Система содействия при вождении способствует повышению эффективности движения транспортных средств, снижению расхода топлива, а главное – повышению безопасности вождения. Традиционная система содействия при вождении использует для принятия решений только бортовые датчики и компьютеры. Из-за ограниченного угла обзора бортовой камеры и сложной кривизны и неровностей дороги иногда сложно получить исчерпывающее представление о ситуации. Недостаток информации может привести к принятию необоснованного решения, результатом чего станет неэффективная координация между транспортным средством и его окружением. Сетевые технологии позволяют усовершенствовать систему содействия при вождении [b-ETSI TR 102 638]. Например, используя для сбора данных и вычислений средства беспроводной связи и обширные ресурсы периферийных/облачных узлов, можно повысить эффективность системы содействия при вождении.

Система содействия при вождении (NDA) предоставляет транспортному средству динамическую информацию о дорожном движении и координации, содействуя принятию оптимальных решений, касающихся вождения, с применением технологии беспроводной связи для сбора информации от транспортных средств и/или объектов придорожной инфраструктуры.

NDA обеспечивает два основных преимущества:

- сбор данных – видеокamеры и лидары, внешние по отношению к транспортным средствам, могут обеспечить восприятие окружающего транспортного потока с более широким диапазоном охвата и более высокой точностью по сравнению с бортовыми камерами [ETSI TR 103 562];
- вычисления – в периферийных/облачных узлах могут быть развернуты мощные вычислительные устройства, которым проще удовлетворять высокий спрос на вычисления со стороны сложных современных приложений для системы содействия при вождении.

Получая доступ к беспроводным сетям, транспортные средства и периферийные/облачные узлы устанавливают соединение друг с другом, что делает возможным NDA. Данные от бортовых и придорожных датчиков собираются вместе, и это позволяет построить надежную и точную динамическую дорожную карту. Основываясь на полученном представлении, периферийные/облачные узлы вырабатывают оптимальные стратегии вождения в соответствии с текущими условиями дорожного движения, передавая рекомендации каждому транспортному средству. Наряду с этим становится возможной координация между транспортными средствами и между транспортными средствами и транспортной инфраструктурой, что повышает безопасность и эффективность всей системы дорожного движения.

Функции NDA необходимо разделять в соответствии с разными требованиями срочности и сложности, как показано на рисунке 1. Эти функции возможно сгруппировать следующим образом:

- обработка данных, поступающих от придорожных устройств, и обработка данных, поступающих от транспортного средства, которые обеспечивают сбор и обработку данных от придорожных датчиков (например, камер и радаров) и других устройств придорожной инфраструктуры (например, светофоров), а также от бортовых датчиков (от транспортных средств);
- периферийные услуги, обеспечивающие постоянную поддержку системы содействия при вождении с участием нескольких операторов: сложные современные приложения, такие как приложения для координации между транспортными средствами и/или транспортными средствами и инфраструктурой, могут быть реализованы на периферийных машинах;
- облачные услуги с покрытием в широких пределах, обладающие мощными вычислительными возможностями; учитывая большую дальность передачи, некоторые функции с менее строгими требованиями к задержке, например функции построения карты и планирования

маршрута, могут быть реализованы в облаке. Более подробное введение в функциональную архитектуру NDA представлено в разделе 7.

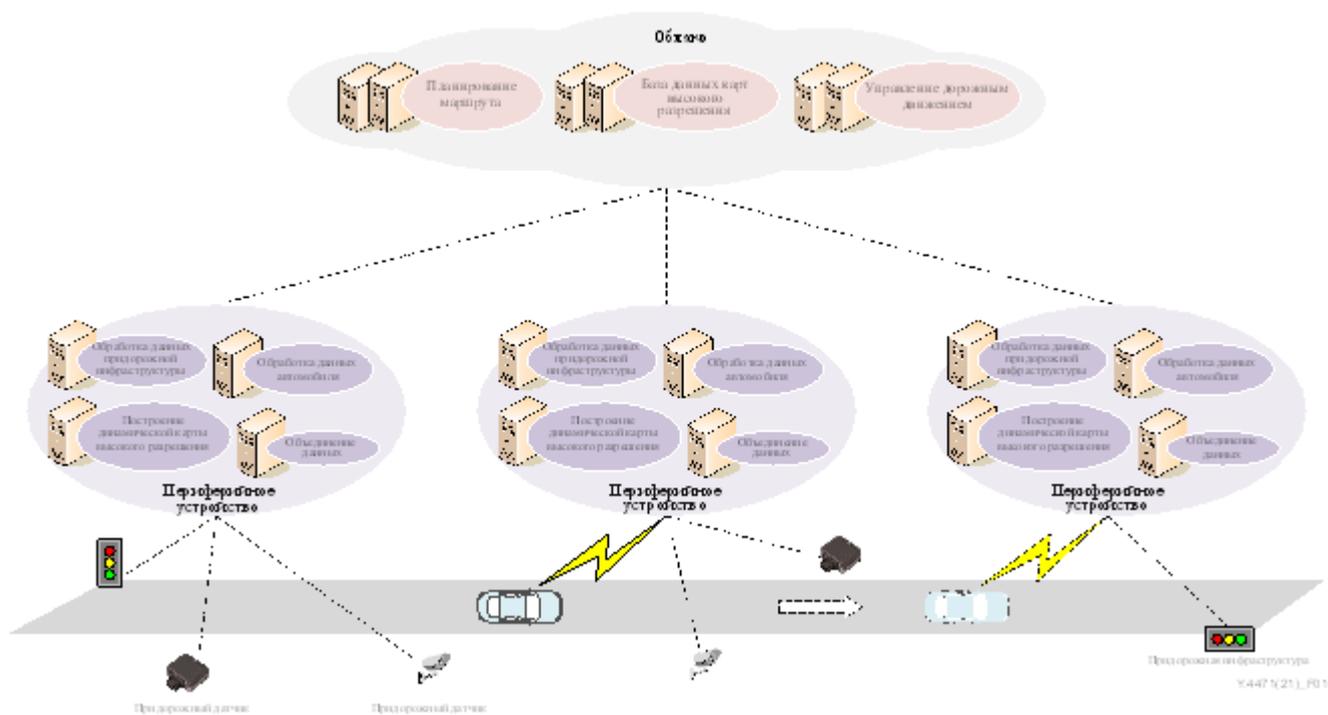


Рисунок 1 – Обзор NDA для автономных транспортных средств

7 Функциональная архитектура NDA для автономных транспортных средств

На рисунке 2 представлена функциональная архитектура NDA для автономных транспортных средств. Она включает функциональные возможности периферийных устройств и облака. Основными функциональными объектами функциональной архитектуры являются функциональные объекты уровня поддержки услуг и поддержки приложений. Они могут вырабатывать рекомендации по вождению, помогая при автономном вождении. Для удовлетворения требований передачи со сверхмалой задержкой необходимы высоконадежные сети. Сеть является прозрачной для информации взаимодействия различных объектов, включая бортовые устройства, периферийные устройства и облако.

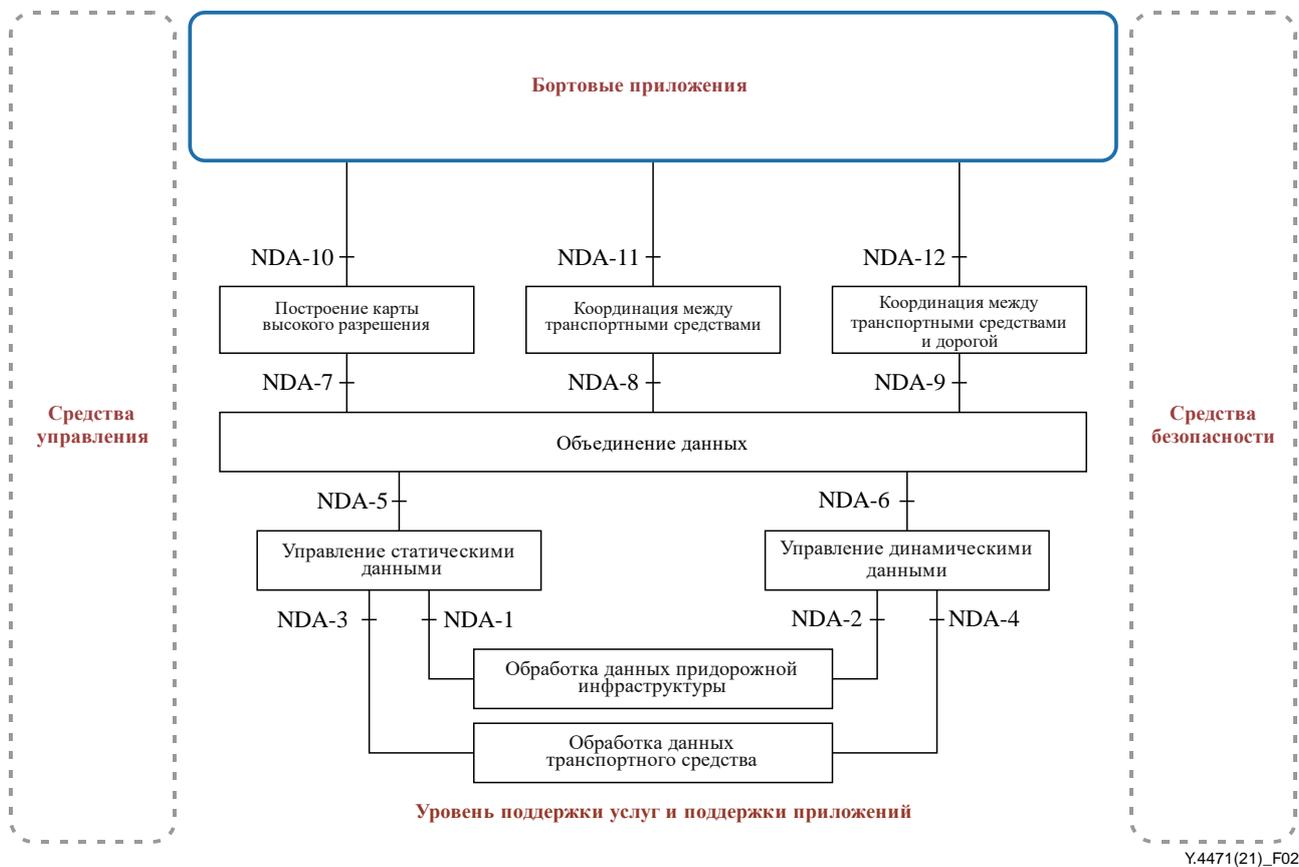


Рисунок 2 – Функциональная архитектура NDA для автономных транспортных средств

В этой архитектуре:

- Средства управления могут быть отнесены к пункту 8.5 "Возможности управления" [ITU-T Y.4401]. Они используются для выполнения требований по функциональной совместимости, масштабируемости, надежности, высокой готовности и управляемости, предъявляемых объектами этой функциональной архитектуры. В настоящей Рекомендации какие-либо новые возможности управления не определяются.
- Средства безопасности, используемые в этой архитектуре, могут быть отнесены к пункту 8.7 "Средства безопасности и конфиденциальности" [ITU T Y.4401]. Они используются для удовлетворения предъявляемых объектами этой функциональной архитектуры требований безопасности связи, управления данными, безопасности предоставления услуг, интеграции, взаимной аутентификации и авторизации, а также аудита безопасности. В настоящей Рекомендации какие-либо новые средства безопасности не определяются.
- Бортовые приложения представляют собой приложения, реализованные на транспортных средствах, например приложения по навигации, определению местоположения и совместному информированию о рисках.
- Основными функциональными объектами являются функциональные объекты уровня поддержки услуг и поддержки приложений. Эти основные функциональные объекты могут выдавать в качестве входной информации для бортовых приложений автономных транспортных средств рекомендации по вождению для выработки решений, касающихся вождения.

8 Функциональные объекты NDA для автономных транспортных средств

8.1 Обработка данных придорожной инфраструктуры

Функциональный объект обработки данных придорожной инфраструктуры отвечает за сбор и обработку данных от придорожных датчиков (например, видеокамер и радаров) и других элементов придорожной инфраструктуры (например, светофоров).

В отношении функциональных возможностей функционального объекта обработки данных, поступающих от придорожной инфраструктуры, составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось агрегирование данных придорожных датчиков и других элементов придорожной инфраструктуры с надлежащим контролем доступа;
- рекомендуется, чтобы обеспечивался анализ качества данных в целях определения достоверности данных, собранных для функциональных объектов управления статическими и динамическими данными;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась возможность обработки данных придорожной инфраструктуры в разных форматах;
- рекомендуется, чтобы обеспечивался сравнительный анализ в целях согласования информации во временной и пространственной областях, объединения данных, собранных с разными перцептивными полями зрения, и формирования единого восприятия придорожной инфраструктуры;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось идентификация восприятия и подразделение данных придорожной инфраструктуры на статические и динамические в зависимости от частоты обновления;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе соответствующих протоколов интерфейса для передачи статических данных придорожной инфраструктуры в функциональный объект управления статическими данными и передачи динамических данных придорожной инфраструктуры в функциональный объект управления динамическими данными.

8.2 Обработка данных транспортного средства

Функциональный объект обработки данных автомобиля отвечает за сбор и предварительную обработку данных, поступающих с бортовых датчиков.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта обработки данных, поступающих от бортовых датчиков, составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось агрегирование данных бортовых датчиков с надлежащим контролем доступа;
- рекомендуется, чтобы обеспечивался анализ качества данных в целях определения достоверности данных, собранных для функциональных объектов управления статическими и динамическими данными;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась возможность обработки данных транспортного средства в разных форматах;
- рекомендуется, чтобы обеспечивался сравнительный анализ в целях согласования информации во временной и пространственной областях, объединения данных, собранных с разными перцептивными полями зрения, и формирования единого восприятия транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось идентификация восприятия и подразделение данных транспортного средства на статические и динамические в зависимости от частоты обновления;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе соответствующих протоколов интерфейса для передачи статических данных транспортного средства в функциональный объект управления статическими данными и передача динамических данных транспортного средства в функциональный объект управления динамическими данными.

8.3 Управление статическими данными

Функциональный объект управления статическими данными отвечает за предварительную обработку статических данных, предоставляемых функциональным объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом обработки данных транспортного средства, и управление этими данными. Статические данные не меняются со временем, например топология дороги и разметка полос движения.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта управления статическими данными составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось агрегирование статических данных придорожной инфраструктуры и транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось извлечение топографических элементов и фильтрация на основе моделей для распознавания статических элементов и соответствующих семантических отношений между ними, например распознавание дорожной разметки, дорожных знаков и моделирование топологии полос движения;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось управление жизненным циклом данных (DLM) для статических данных, включая создание, отслеживание, обновление и удаление;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе соответствующих интерфейсных протоколов для передачи структурированных статических данных функциональному объекту объединения данных.

8.4 Управление динамическими данными

Функциональный объект управления динамическими данными отвечает за предварительную обработку динамических данных, предоставляемых функциональным объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом обработки данных транспортного средства, и управление этими данными. Динамические данные меняются со временем, например информация о транспортном потоке в режиме реального времени, данные о местоположении и скорости участников дорожного движения.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта управления динамическими данными составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось агрегирование динамических данных придорожной инфраструктуры и транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось извлечение признаков и фильтрация на основе моделей для распознавания и отслеживания динамических элементов и соответствующих семантических отношений между ними, например распознавание транспортных средств и моделирование карты занятости дороги;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось управление жизненным циклом динамических данных, включая создание, отслеживание, обновление и удаление;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе соответствующих интерфейсных протоколов для передачи структурированных динамических данных функциональному объекту объединения данных.

8.5 Объединение данных

Функциональный объект объединения данных отвечает за слияние и интеграцию предварительно обработанных статических и динамических данных.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта объединения данных составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось агрегирование данных на основе статических и динамических данных;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось сопоставление и преобразование статических и динамических данных для представления относительного позиционирования, преобразования координат для представления абсолютного позиционирования и комбинирования с другими механизмами позиционирования, такими как позиционирование на основе глобальной

навигационной спутниковой системе (ГНСС) и сетевое позиционирование, для получения точной и надежной информации о местоположении;

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось моделирование контекста и сцен, а также окружающей обстановки с учетом ограничений статических и динамических данных в целях понимания обстановки, обнаружения событий и распознавания действий для получения информации об осведомленности о контексте;
- рекомендуется, чтобы обеспечивались функции заполнения пробелов, чтобы делать предположения в условиях недостаточной картины восприятия в целях получения результата объединения данных с полной интерпретацией контекста и обстановки и описанием участников дорожного движения и дорожной инфраструктуры;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе соответствующих интерфейсных протоколов для представления результата объединения данных для функциональных объектов построения карты высокого разрешения, координации между транспортными средствами и координации между транспортным средством и дорогой.

8.6 Построение карты высокого разрешения

Функциональный объект построения карты высокого разрешения отвечает за построение карт высокого разрешения на основе полного обзора транспортной сети и обновления информации о состоянии дорожного движения в режиме реального времени.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта построения карты высокого разрешения составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалась векторизация элементов карты для построения и обновления карт высокого разрешения на основе результата объединения данных;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась передача карт, построенных на разных иерархических уровнях, таких как уровень дороги, уровень полосы движения, уровень топографических элементов, в область автоматического управления транспортным средством;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось фрагментирование карт в зависимости от местоположения транспортных средств для одновременного предоставления карт автономным транспортным средствам в режиме реального времени;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе протоколов прикладного уровня для предоставления картографической информации бортовым приложениям по требованию транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась оценка сообщений обратной связи от бортовых приложений для улучшения содействия при вождении.

8.7 Координация между транспортными средствами

Функциональный объект координации между транспортными средствами отвечает за координацию и выработку рекомендаций по порядку вождения в зависимости от ситуации (например, расстояние до транспортных средств и права преимущественного проезда), чтобы обеспечить предлагаемый порядок вождения и предупреждения о столкновении [b-SAE J3216] [b-ETSI-EN 302].

В отношении функциональных возможностей функционального объекта координации между транспортными средствами составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалось извлечение информации о вождении транспортных средств, находящихся в сфере интересов (DOI), включая их положение, скорость, направление движения и пункт назначения, на основе информации, получаемой от объекта объединения данных;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось моделирование и обновление взаимосвязей между транспортными средствами и прогнозирование тенденций в движении транспортных средств;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась выработка рекомендаций по порядку вождению на основе взаимосвязей между транспортными средствами и результатов прогнозирования для повышения качества взаимного управления и предотвращения столкновений;

- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе протоколов прикладного уровня для представления рекомендаций по порядку вождения в отношении координации между транспортными средствами в бортовые приложения по требованию транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась оценка сообщений обратной связи от бортовых приложений для улучшения содействия при вождении.

8.8 Координация между транспортным средством и дорогой

Функциональный объект координации между транспортным средством и дорогой отвечает за координацию и выработку рекомендаций по порядку вождения в зависимости от ситуации (например, динамические правила дорожного движения и динамические дорожные условия) для передачи транспортным средствам информации по рекомендуемой координации.

В отношении функциональных возможностей функционального объекта координации между транспортным средством и дорогой составлены следующие рекомендации:

- рекомендуется, чтобы обеспечивалась оценка дорожной информации, включая доступность, пропускную способность, эффективность дорог и фазу светофоров, на основе информации, получаемой от объекта объединения данных;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось моделирование и обновление взаимосвязей между транспортным средством и топологией дороги, прогнозирование изменения макроскопической дорожной ситуации и представление рекомендаций по выбору маршрута;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалось моделирование и обновление взаимосвязей между транспортным средством и придорожной инфраструктурой, оптимизация управляющих сигналов придорожной инфраструктуры в зависимости от микроскопической дорожной ситуации и выдача рекомендаций по порядку вождения;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась инкапсуляция данных на основе протоколов прикладного уровня для выдачи рекомендаций по порядку вождения в отношении координации между транспортным средством и дорогой в бортовые приложения по требованию транспортного средства;
- рекомендуется, чтобы обеспечивалась оценка сообщений обратной связи от бортовых приложений для улучшения содействия при вождении.

9 Контрольные точки функциональной архитектуры

9.1 Контрольные точки между объектами

В функциональной архитектуре функциональные объекты системы содействия при вождении для автономных транспортных средств, находящиеся на разных уровнях, связаны через следующие контрольные точки:

- контрольная точка NDA-1: контрольная точка между объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом управления статическими данными для поддержки сбора данных и объединения статических данных;
- контрольная точка NDA-2: контрольная точка между объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом управления динамическими данными для поддержки сбора данных и объединения динамических данных;
- контрольная точка NDA-3: контрольная точка между объектом обработки данных транспортного средства и объектом управления статическими данными для поддержки сбора данных и объединения статических данных;
- контрольная точка NDA-4: контрольная точка между объектом обработки данных транспортного средства и объектом управления динамическими данными для поддержки сбора данных и объединения динамических данных;
- контрольная точка NDA-5: контрольная точка между объектом управления статическими данными и объектом объединения данных для поддержки функции объединения данных;

- контрольная точка NDA-6: контрольная точка между объектом управления динамическими данными и объектом объединения данных для поддержки функции объединения данных;
- контрольная точка NDA-7: контрольная точка между объектом объединения данных и объектом построения карты высокого разрешения для поддержки функции построения карты высокого разрешения;
- контрольная точка NDA-8: контрольная точка между объектом объединения данных и объектом координации между транспортными средствами для поддержки взаимного управления между транспортными средствами;
- контрольная точка NDA-9: контрольная точка между объектом объединения данных и объектом координации между транспортным средством и дорогой для поддержки взаимного управления между транспортным средством и придорожной инфраструктурой;
- контрольная точка NDA-10: контрольная точка между объектом построения карты высокого разрешения и бортовыми приложениями для поддержки различных бортовых приложений содействия при вождении или автономного вождения;
- контрольная точка NDA-11: контрольная точка между объектом координации между транспортными средствами и бортовыми приложениями для поддержки различных бортовых приложений содействия при вождении или автономного вождения;
- контрольная точка NDA-12: контрольная точка между объектом координации между транспортным средством и дорогой и бортовыми приложениями для поддержки различных бортовых приложений содействия при вождении или автономного вождения.

9.2 Определение контрольных точек

9.2.1 NDA-1

Предназначена для связи между объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом управления статическими данными через контрольную точку NDA-1. Передает не зависящую от времени информацию, собираемую от придорожной инфраструктуры, например информацию о дорожной сети, статических дорожных знаках и разметке полос.

9.2.2 NDA-2

Предназначена для связи между объектом обработки данных придорожной инфраструктуры и объектом управления динамическими данными через контрольную точку NDA-2. Передает изменяющуюся во времени информацию, собираемую от придорожной инфраструктуры, например информацию об обнаруженных участниках дорожного движения и фазах светофоров.

9.2.3 NDA-3

Предназначена для связи между объектом обработки данных транспортных средств и объектом управления статическими данными через контрольную точку NDA-3. Передает не зависящую от времени информацию, полученную от транспортных средств, такую как основные характеристики и идентификационные данные транспортных средств.

9.2.4 NDA-4

Предназначена для связи между объектом обработки данных транспортных средств и объектом управления динамическими данными через контрольную точку NDA-4. Передает изменяющуюся во времени информацию, которая поступает от транспортных средств, такую как состояние системы управления транспортным средством (например, скорость, крутящий момент двигателя, уровень расхода топлива) и данные о восприятии окружающей обстановки автономным транспортным средством, поступающие от бортовых датчиков (например, бортовая камера и лидар).

9.2.5 NDA-5

Предназначена для связи между объектом управления статическими данными и объектом объединения данных через контрольную точку NDA-5. Передает предварительно обработанные статические данные, собранные от объектов обработки данных транспортных средств и обработки данных придорожной инфраструктуры, в объект объединения данных для дальнейшей обработки.

9.2.6 NDA-6

Предназначена для связи между объектом управления динамическими данными и объектом объединения данных через контрольную точку NDA-6. Передает предварительно обработанные динамические данные, собранные от объектов обработки данных транспортных средств и обработки данных придорожной инфраструктуры, в объект объединения данных для дальнейшей обработки.

9.2.7 NDA-7

Предназначена для связи между объектом объединения данных и объектом построения карты высокого разрешения через контрольную точку NDA-7. Передает результаты объединения данных для построения карт высокого разрешения, включая информацию об осведомленности о местоположении и информацию об осведомленности о ситуации участников дорожного движения (например, пешеходов, велосипедистов, транспортных средств).

9.2.8 NDA-8

Предназначена для связи между объектом объединения данных и объектом координации между транспортными средствами через контрольную точку NDA-8. В основном передает результаты объединения данных транспортных средств для выдачи рекомендаций по порядку вождения в отношении координации движения транспортных средств в бортовые приложения.

9.2.9 NDA-9

Предназначена для связи между объектом объединения данных и объектом координации между транспортным средством и дорогой через контрольную точку NDA-9. В основном передает результаты объединения данных транспортных средств и информации придорожной инфраструктуры, которые используются для выдачи рекомендаций по порядку вождения в отношении координации движения транспортных средств в бортовые приложения.

9.2.10 NDA-10

Предназначена для связи между объектом построения карты высокого разрешения и бортовыми приложениями через контрольную точку NDA-10. В основном передает фрагменты карт высокого разрешения, в том числе карты уровня дороги, уровня полосы движения и уровня топографических элементов.

9.2.11 NDA-11

Предназначена для связи между объектом координации между транспортными средствами и бортовыми приложениями через контрольную точку NDA-11. В основном передает рекомендации для оптимального содействия при вождении на основе взаимосвязи находящихся на дороге транспортных средств, например рекомендации по порядку вождения или предупреждения о возможном столкновении.

9.2.12 NDA-12

Предназначена для связи между объектом координации между транспортным средством и дорогой и бортовыми приложениями через контрольную точку NDA-12. В основном передает рекомендации для оптимального содействия при вождении на основе информации придорожной инфраструктуры, такие как оптимизированная скорость движения или маршрут движения.

10 Соображения безопасности

Применительно к функциональной архитектуре, вопросы безопасности NDA, описание которых содержится в разделе 7, относятся к функциональному объекту обеспечения безопасности и защиты конфиденциальности [ITU-T Y.4401]. Применительно к базовым возможностям, средства безопасности и защиты конфиденциальности, такие как безопасность связи, управление данными, безопасность предоставления услуг, интеграция данных по безопасности, взаимная аутентификация и авторизация, а также аудит безопасности, рассмотренные в пункте 8.7 [ITU-T Y.4401], соответствуют общим требованиям безопасности NDA.

Дополнение I

Сценарии использования NDA

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

В данном Дополнении представлены сценарии использования, иллюстрирующие процесс развертывания функциональной архитектуры NDA.

I.1 Сценарий 1. Карта высокого разрешения

Карта высокого разрешения, которая считается одной из ключевых технологий для обеспечения автоматического вождения, служит средством восприятия дорожной обстановки в режиме реального времени и, кроме того, предоставляет базовую информацию для поддержки системы содействия при вождении для автономных транспортных средств.

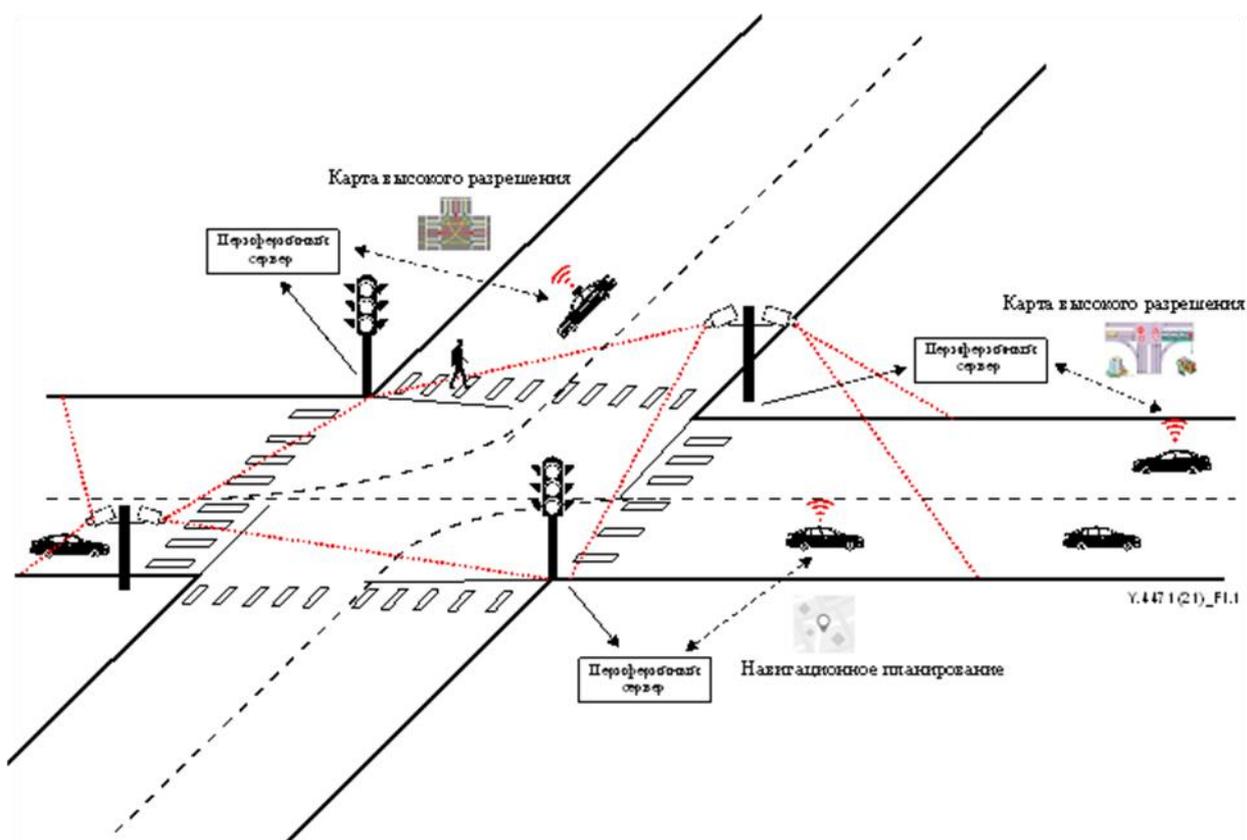


Рисунок I.1 – Сценарий использования карты высокого разрешения

Карта высокого разрешения, если сравнивать ее с традиционной навигационной электронной картой, считается необходимой технологией автоматического вождения на уровнях от 3 до 5 (L3~L5) (уровни автоматизации вождения определены Обществом инженеров-автомобилестроителей (SAE) [b-SAE J3016]). Карты высокого разрешения содержат обширную и точную информацию об условиях дорожного движения, такую как состояние дороги, информацию о дорожном движении и событиях, и обеспечивают адаптивное обновление на основе анализа больших объемов данных, собираемых от датчиков и элементов инфраструктуры всех видов. NDA может удовлетворять следующим требованиям для построения карт высокого разрешения:

- источник данных: пространственное восприятие автономных транспортных средств ограничено диапазоном и возможностями бортовых датчиков. NDA может собирать данные от датчиков и элементов придорожной инфраструктуры, таким образом предоставляя дополнительную информацию для построения надежных карт высокого разрешения;

- режим вычислений: NDA имеет резервные вычислительные ресурсы в облаке и на периферии для обработки больших объемов информации, поэтому обеспечивает эффективное планирование вычислений для адаптивного обновления карт высокого разрешения.

Карта высокого разрешения считается важной технологией, которая помогает автономным транспортным средствам принимать решения. Например, в случае отказа бортовой системы восприятия автономного транспортного средства, то есть когда автономное транспортное средство становится как бы "слепым", карта высокого разрешения оказывается единственной основой для управления движением, она, например, сообщит автомобилю точное местоположение стоп-линии на перекрестке, что повысит безопасность и надежность движения.

I.2 Сценарий 2. Координация между транспортными средствами

На основе соотношения транспортных средств друг с другом, анализируемого NDA, можно реализовать некоторые сценарии координации между транспортными средствами для повышения безопасности вождения и эффективности дорожного движения.

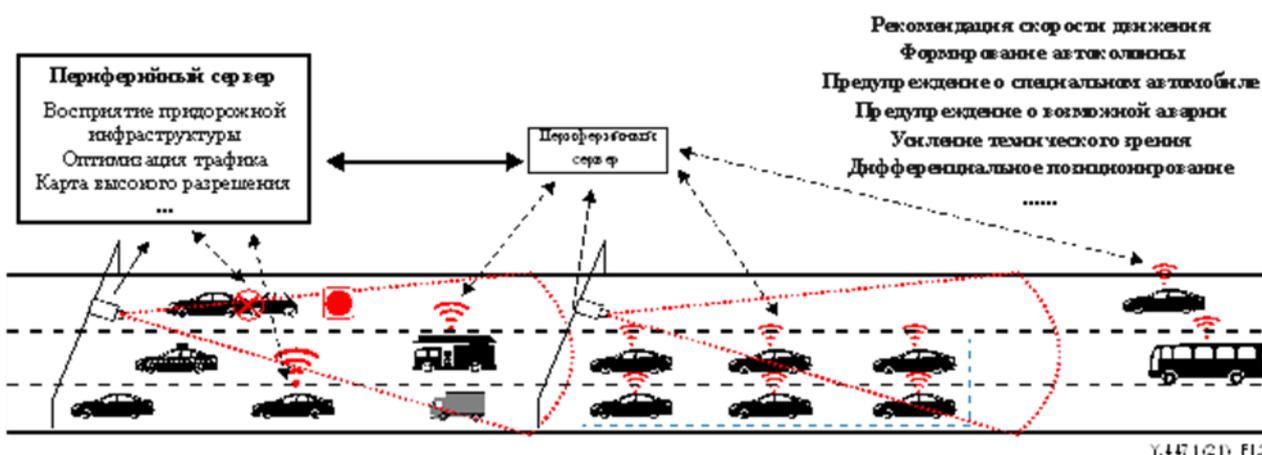


Рисунок I.2 – Сценарий использования координации между транспортными средствами

I.2.1 Рекомендация по скорости движения

NDA на периферийном сервере анализирует условия движения и соотношение всех транспортных средств друг с другом на покрываемом участке дороги и вырабатывает эффективные по безопасности и расхода энергии рекомендации по скорости движения определенных транспортных средств. Рекомендации передаются транспортным средствам через придорожные базовые станции, и транспортные средства могут двигаться на этом участке дороги с рекомендованной скоростью.

I.2.2 Рекомендация по формированию колонны

NDA на периферийном сервере анализирует пункты назначения транспортных средств на покрываемом участке дороги и их соотношение друг с другом и вырабатывает инструкции по вождению в целях формирования колонны из соседних транспортных средств, следующих в один пункт назначения, включая ожидаемые положения и скорости крейсерского движения. Инструкции по вождению передаются транспортным средствам через придорожные базовые станции, и в результате формируется колонна с высокой эффективностью движения.

I.2.3 Предупреждение о специальном автомобиле

В чрезвычайных ситуациях специальные автомобили, движущиеся по покрываемому участку дороги, могут посылать уведомления о необходимости уступить дорогу. NDA на периферийном сервере может анализировать соотношение близлежащих автомобилей друг с другом и давать соответствующим транспортным средствам инструкции по уклонению, чтобы те уступили дорогу специальному автомобилю.

1.2.4 Предупреждение о риске

NDA на периферийном сервере анализирует соотношение транспортных средств друг с другом, оценивает риск столкновения на покрываемом участке дороги и вырабатывает предупредительное сообщение, которое должно быть передано тем транспортным средствам, при управлении которыми имеется потенциальный риск (такой как слепая зона, съезд). Предупреждение передается определенным транспортным средствам во избежание столкновения.

1.3 Сценарий 3. Координация между транспортным средством и дорогой

Существует множество элементов придорожной инфраструктуры (например, видеокamеры, радары, придорожные устройства (RSU)) для электронного информационного табло сотовой связи транспортного средства с различными объектами (C-V2X), используемого для поддержки автоматического вождения. Чтобы классифицировать и согласовать возможности дорожной инфраструктуры, Европейский консультативный совет по исследованиям в области автомобильного транспорта (ERTRAC) определил уровни поддержки инфраструктуры автоматического вождения (ISAD), которые обеспечивают импорт элементов в определения домена штатной эксплуатации (ДШЭ), в котором должна надлежащим образом функционировать система автоматического вождения.

NDA собирает данные от многочисленных элементов придорожной инфраструктуры и анализирует соотношение между транспортными средствами и дорогой; таким образом, для повышения безопасности вождения и эффективности движения могут быть реализованы определенные сценарии использования координации между транспортным средством и дорогой.



Рисунок 1.3 – Сценарий использования координации между транспортным средством и дорогой

1.3.1 Предупреждение об опасной зоне

NDA на периферийном сервере собирает данные о дорожных условиях (включая данные о ремонте дорог и состоянии дорожного покрытия) на базе картины восприятия придорожной инфраструктуры или от службы управления дорожным движением. Наряду с этим сервер придорожной инфраструктуры анализирует соотношение между дорогой и транспортными средствами и вырабатывает предупреждения для транспортных средств, на которые могут повлиять определенные дорожные условия.

1.3.2 Рекомендации по оптимальной скорости для следования в "зеленой волне"

NDA на периферийном сервере собирает данные о местоположении транспортных средств и фазах светофоров и вырабатывает рекомендации для транспортных средств (ожидаемая скорость движения) для повышения вождения и экономии топлива при проезде перекрестков. NDA также вырабатывает рекомендации для придорожной инфраструктуры (ожидаемая фаза светофора), чтобы повысить эффективность движения на покрываемых перекрестках.

I.3.3 Полосы с реверсивным движением

NDA на периферийном сервере собирает и анализирует информацию о дорожном движении на базе картины восприятия придорожной инфраструктуры или от службы управления дорожным движением и распределяет направление движения для определенных реверсивных полос в целях оптимизации эффективности движения на покрываемом участке дороги. Транспортным средствам заблаговременно направляется уведомление о направлениях движения по определенным полосам.

I.3.4 Бортовой информационный экран

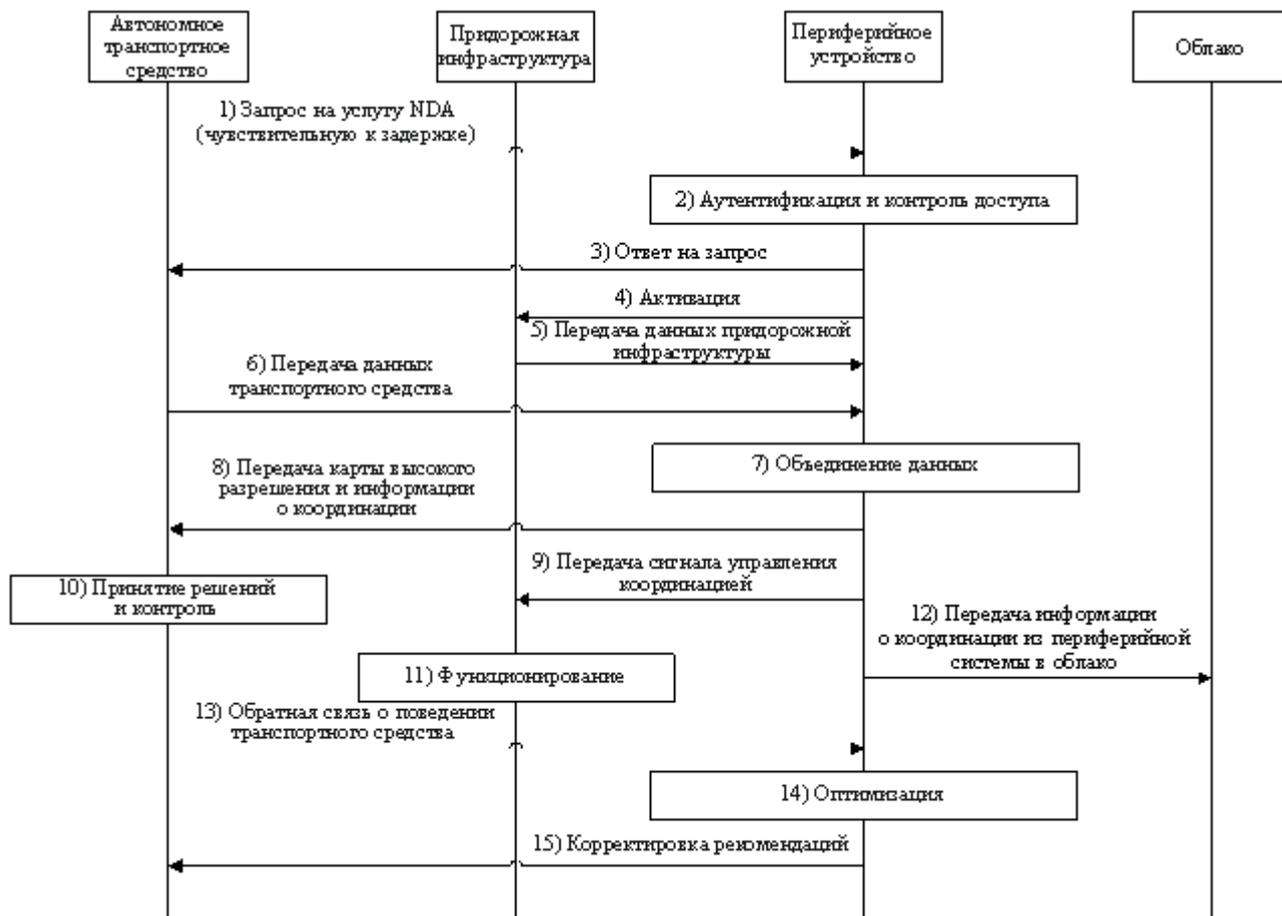
NDA на периферийном сервере собирает и анализирует информацию о дорожном движении на базе картины восприятия придорожной инфраструктуры или от службы управления дорожным движением и вырабатывает динамические дорожные знаки (динамическое ограничение скорости, динамический знак остановки) в соответствии с требованиями управления и соответствующими правилами дорожного движения. Информация о динамических дорожных знаках заблаговременно направляется в транспортные средства.

Дополнение II

Рабочая процедура NDA

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

На рисунке II.1 показана рабочая процедура NDA взаимодействия автономных транспортных средств, придорожных датчиков, периферийной инфраструктуры и облака, которая описана по шагам 1–15, ниже. Для достижения наилучших результатов рекомендуется развернуть NDA как на периферийном устройстве, так и в облаке и активировать ее на периферийном устройстве, поскольку локальные услуги, запрашиваемые автономным транспортным средством, чувствительны к задержкам.



Y.4471(2)_F1.1

Рисунок II.1 – Процедура работы NDA с чувствительными к задержке услугами

Шаг 1. Автономное транспортное средство направляет запрос в NDA через беспроводную сеть. В запрос входит такая информация, как приоритеты обслуживания, идентификационный номер автомобиля и исходное местоположение. После анализа информации запроса он передается по беспроводной сети на ближайший подходящий периферийный сервер.

Шаги 2–4. Получив запрос, периферийный сервер выполняет процедуры аутентификации и контроля доступа для установления безопасного соединения с транспортным средством и NDA. Выполнив верификацию запроса от транспортного средства, периферийный сервер направляет транспортному средству ответ и одновременно активирует датчики и другие элементы придорожной инфраструктуры для сбора придорожных данных.

Шаги 5–9. От придорожной инфраструктуры передаются придорожные данные, а от автономного транспортного средства передаются данные транспортного средства. NDA на периферийном сервере собирает и анализирует эти данные, получая результат объединения данных, затем предоставляет услугу содействия при вождении и передает в транспортное средство через контрольные точки

NDA-10, NDA-11 и NDA-12 карту высокого разрешения и информацию о координации, а также направляет управляющий сигнал в объекты придорожной инфраструктуры, если необходима координация между транспортным средством и дорогой.

Шаги 10–11. Получив рекомендации по порядку вождения, транспортное средство принимает решения по вождению, и контроллер этого транспортного средства обрабатывает принятые решения. В то же время объекты придорожной инфраструктуры отвечают управляющими сигналами, такими как изменение фазы светофора.

Шаг 12. Периферийный сервер синхронизирует результаты объединения данных с облачным сервером, и NDA на облачном сервере выполняет обработку услуг, нечувствительных к задержкам, таких как макроскопическое планирование маршрута и мониторинг дорожного движения. В таких случаях чрезвычайно важны микроскопические результаты объединения данных, предоставляемые периферийным сервером.

Шаги 13–15. NDA вносит поправки на основе сигналов обратной связи вождения транспортных средств в целях собственной оптимизации, с тем чтобы выработать оптимальные рекомендации по порядку вождения.

Библиография

- [b-ITU-T Y.2012] Recommendation ITU-T Y.2012 (2010), *Functional requirements and architecture of next generation networks*.
- [b-ITU-T Y.2091] Рекомендация МСЭ-Т Y.2091 (2011 г.), *Термины и определения для сетей последующих поколений*.
- [b-ITU-T Y.3500] Рекомендация МСЭ-Т Y.3500 (2014 год) | ISO/IEC 17788: 2014, *Информационные технологии – Облачные вычисления – Обзор и терминология*.
- [b-ITU-T Y.4000] Рекомендация МСЭ-Т Y.4000/2060 (2012 г.), *Обзор интернета вещей*.
- [b-ETSI TR 102 638] European Telecommunications Standards Institute, *ETSI TR 102 638 (2009). Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions*.
- [b-ETSI TR 103 562] European Telecommunications Standards Institute, *ETSI TR 103 562 (2019). [Intelligent Transport Systems \(ITS\); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Analysis of the Collective Perception Service \(CPS\)](#)*.
- [b-SAE J3016] Society of Automotive Engineers, *SAE J3016 (2021). Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems*.
- [b-SAE J3216] Society of Automotive Engineers, *SAE J3216 (2020). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Cooperative Driving Automation for On-Road Motor Vehicles*.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи