

Рекомендация **МСЭ-Т Y.4604 (09/2023)**

СЕРИЯ Y: Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города

Интернет вещей и умные города и сообщества – Услуги, приложения, вычисления и обработка данных

Метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер для автономных мобильных устройств IoT

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	Y.100-Y.999
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	Y.1000-Y.1999
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	Y.2000-Y.2999
БУДУЩИЕ СЕТИ	Y.3000-Y.3499
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500-Y.3599
БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ	Y.3600-Y.3799
СЕТИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ	Y.3800-Y.3999
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И УМНЫЕ ГОРОДА И СООБЩЕСТВА	Y.4000-Y.4999
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.

Метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер для автономных мобильных устройств интернета вещей

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т Y.4604 определены метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамеры (MCSI), и описаны характеристики и функции отдельных фрагментов MCSI, применимых для автономных мобильных устройств интернета вещей (IoT).

При использовании недорогих видеокамер с сенсорными устройствами (датчиками) с низким разрешением для IoT невозможно обеспечить сенсорную информацию, получаемую полнофункциональными видеокамерами, из-за ресурсоограниченности их возможностей. Традиционные полнофункциональные цифровые видеокамеры предоставляют сложные метаданные, такие как параметры настройки (испытательный сигнал, чувствительность, выдержка и т. д.), информация о времени, местоположении и модели видеокамеры.

Руководящих указаний по совместимым и компромиссным метаданным, относящимся к сенсорной информации видеокамер IoT от разных производителей, не существует. Это приводит к проблемам, связанным с взаимозаменяемостью метаданных. Поэтому важно обеспечить базовые и минимальные метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер, чтобы гарантировать функциональную совместимость приложений и услуг IoT.

Хронологическая справка*

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор
1.0	МСЭ-Т Y.4604	13.09.2023 г.	20-я	11.1002/1000/15480

Ключевые слова

Автономное мобильное устройство IoT, датчик изображения IoT, метаданные, сенсорная информация.

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL-адрес <https://handle.itu.int/>, а затем уникальный идентификатор Рекомендации.

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/авторскими правами на программное обеспечение, 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 соответствующим базам данных МСЭ-Т, имеющимся на веб-сайте МСЭ-Т: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2024

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.....	3
6	Введение.....	3
7	Общие характеристики метаданных MCSI	4
	7.1 Методы сбора данных датчиками для MCSI.....	4
	7.2 Структура данных MCSI.....	5
8	Элементы метаданных MCSI.....	5
	8.1 Метаданные, относящиеся к информации о датчике.....	5
	8.2 Метаданные с информацией о времени.....	10
	8.3 Метаданные с информацией о местонахождении и положении датчика.....	10
	8.4 Метаданные с пространственной информацией	13
	8.5 Метаданные с информацией об устройстве	16
	Дополнение I – Сценарий использования службы контроля строительных дефектов с применением автономных мобильных устройств интернета вещей	17
	Библиография	20

Метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер для автономных мобильных устройств интернета вещей

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер (MCSI), и описаны характеристики и функции отдельных MCSI, применимых для автономных мобильных устройств интернета вещей (IoT) (AMID).

В частности, в сферу применения настоящей Рекомендации входят:

- методы сбора данных датчиками и структура данных MCSI;
- спецификация характеристик и особенностей отдельных фрагментов MCSI.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Метаданные, относящиеся к регуляторной информации, такие как информация о конфиденциальности, информация, позволяющая установить личность, информация, связанная с распознаванием лиц, выходят за рамки настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Настоящая Рекомендация не предназначена для применения ко всем транспортным средствам, средам или приложениям, но применима в первую очередь к датчикам для авиационных или беспилотных авиационных систем и роботам служб доставки.

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 справочные документы могут подвергаться пересмотру, поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

Отсутствуют.

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 дополнительные функциональные средства, поддерживаемые одной или несколькими услугами, которые могут предоставляться через интерфейс API.

3.1.2 устройство (device) [b-ITU-T Y.4000]: Применительно к интернету вещей означает элемент оборудования, который обладает обязательными возможностями связи и дополнительными возможностями считывания, приведения в действие, а также сбора, хранения и обработки данных.

3.1.3 интернет вещей (Internet of things (IoT)) [b-ITU-T Y.4000]: Глобальная инфраструктура информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем присоединения (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 IoT обеспечивается наиболее эффективное использование вещей для предоставления услуг для всех типов приложений при одновременном выполнении требований безопасности и конфиденциальности.

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

3.1.4 метаданные (metadata) [b-ITU-T Y.1901]: Структурированные кодированные данные, описывающие характеристики информационных объектов в помощь при идентификации, обнаружении, оценке описываемых объектов и управлении ими.

3.1.5 умный устойчивый город (smart sustainable city) [b-ITU-T Y.4900]: Умный устойчивый город – это инновационный город, использующий информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) и другие средства для повышения уровня жизни, эффективности деятельности и услуг в городах, а также конкурентоспособности при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущего поколений в экономическом, социальном, природоохранном, а также культурном аспектах.

3.1.6 оконечное устройство (terminal device (TD)) [b-ITU-T Y.1901]: Устройство конечного пользователя, которое, как правило, представляет и/или обрабатывает контент, такое как персональный компьютер, периферийное оборудование компьютера, мобильное устройство, телевизор, монитор, оконечное устройство VoIP или аудиовизуальный медиаплеер.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации определен следующий термин.

3.2.1 метаданные, относящиеся к сенсорной информации видекамеры (metadata camera sensing information (MCSI)): Метаданные, относящиеся к сенсорной информации, получаемой с датчиков видекамеры для интернета вещей.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

AMID	Autonomous Mobile Internet of things Device		Автономное мобильное устройство интернета вещей
API	Application Programming Interface		Интерфейс прикладного программирования
AR	Augmented Reality		Дополненная реальность
BIM	Building Information Modelling		Информационное моделирование зданий
EO	Electro-Optical	ЭО	Электрооптический
EXIF	Exchangeable Image File Format		Обмениваемый формат файлов изображений
GNSS	Global Navigation Satellite System	ГНСС	Глобальная навигационная спутниковая система
ICT	Information and Communication Technology	ИКТ	Информационно-коммуникационные технологии
IoT	Internet of Things		Интернет вещей
IR	Infrared Radiation	ИК	Инфракрасное излучение
JPEG	Joint Photographic Experts Group		Объединенная группа экспертов по фотографии
LiDAR	Light Detection and Ranging	Лидар	Датчик лазерного обнаружения и измерения дальности
MCSI	Metadata Camera Sensing Information		Метаданные, относящиеся к сенсорной информации видекамеры
MSI	Multispectral Image		Многоспектральное изображение
TD	Terminal Device		Оконечное устройство
TIFF	Tagged Image File Format		Теговый формат файла изображений
TV	Television	ТВ	Телевидение
VoIP	Voice over Internet Protocol		Передача голоса по протоколу Интернет
VR	Virtual Reality		Виртуальная реальность

5 Соглашения

Отсутствуют.

6 Введение

Обычно традиционные полнофункциональные цифровые видеокамеры предоставляют большое количество метаданных, таких как параметры настройки (испытательный сигнал, чувствительность, выдержка), информация о времени, местоположении и модели видеокамеры. Например, для файлов изображений существуют метаданные обмениваемого формата файлов изображений (EXIF), такие как стандарт цифрового сжатия неподвижного изображения Объединенной группы экспертов по фотографии (JPEG) и теговый формат файлов изображений (TIFF). EXIF – это формат, в котором хранятся метаданные, содержащие информацию об изображениях или голосовых файлах, полученных цифровыми камерами, включая размер изображения, формат файла, разрешение и такую информацию о камере, как фокусное расстояние, яркость и время экспозиции. Формат EXIF обеспечивает сенсорную информацию полнофункциональной видеокамеры [b-Exif].

Однако в случае недорогих видеокамер с сенсорными устройствами (датчиками) с низким разрешением, предназначенных для IoT, нет необходимости поддерживать в устройствах с ограниченными ресурсами сенсорную информацию полнофункциональной видеокамеры. Кроме того, в настоящее время не существует руководящих указаний по совместимым и компромиссным метаданным от разных производителей устройств. Поэтому важно предоставить руководство по базовым и минимальным метаданным, относящимся к сенсорной информации видеокамер IoT, чтобы гарантировать функциональную совместимость приложений и услуг IoT. Настоящая Рекомендация посвящена описанию базовых метаданных, которые обычно требуются в таких условиях. Эти метаданные позволяют разработчикам внедрять услуги приложений IoT и могут быть дополнены такой возможностью, как функциональная совместимость с существующими метаданными, такими как EXIF, и предоставляться, не конфликтуя с ними.

AMID – это тип устройств IoT со встроенной или подключенной видеокамерой с датчиком IoT. AMID, такие как роботы службы доставки, бытовые электроприборы (роботы-пылесосы и т. д.), автономные автомобили, уже становятся обычным явлением на рынке услуг IoT. Выпускаемые в последнее время AMID с видеокамерами, предоставляющими различные метаданные (о местоположении, величине угла обзора, температуре, времени и т. д.), не могут поддерживать совместимые метаданные, предоставляемые предлагаемыми на рынке устройствами от разных производителей. К тому же для AMID характерны такие проблемы совместимости, как отсутствие общих метаданных, относящихся к информации о датчике изображения, различия в спецификациях (единицы измерения, разрешение, критерии и т. д.) и использование специальных метаданных, определяемых производителем.

В отношении AMID важно избегать обработки несовместимых метаданных при вводе сенсорной информации видеокамеры. Стандартизовав метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер IoT, можно решить проблему несовместимости метаданных и снизить затраты на разработку совместимых стандартов данных для устройств на основе видеокамер IoT. Эти стандартизированные метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер IoT, можно использовать в качестве базовых метаданных для услуг на основе видеокамер IoT, таких как услуги автономных роботов, услуги управления зданием, услуги дополненной или виртуальной реальности (AR/VR). Для работы автономных мобильных устройств IoT могут потребоваться метаданные фото- и видеоизображений, и эти метаданные могут применяться для различных услуг. Для большинства услуг приложений IoT эти метаданные можно комбинировать и применять для целей визуализации и создания трехмерной пространственной информации.

Пример функциональной среды AMID показан на рисунке 6-1.

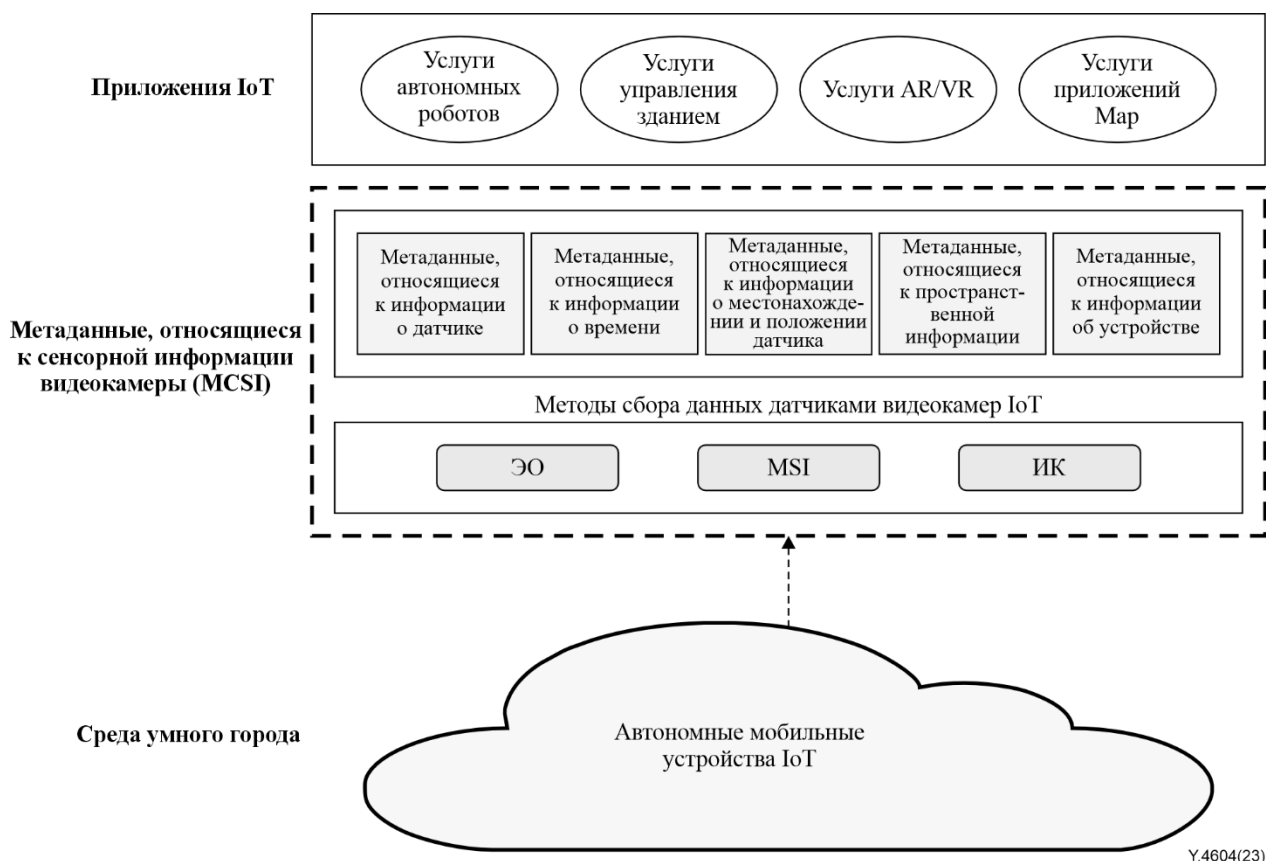


Рисунок 6-1 – Пример функциональной среды автономных мобильных устройств IoT

7 Общие характеристики метаданных MCSI

В этом разделе описываются характеристики, относящиеся к сбору данных датчиками видеокамер, и структура данных, лежащая в основе метаданных MCSI.

7.1 Методы сбора данных датчиками для MCSI

Датчики видеокамер IoT отличаются разнообразием и имеют разные характеристики в зависимости от типа датчика. В общем случае к стандартным типам сенсорных данных относятся данные, получаемые такими используемыми датчиками методами, как электрооптический (ЭО), инфракрасный (ИК), метод многоспектральных изображений (MSI) и лазерное обнаружение и измерение дальности (лидар) [b-ISO 19130-1].

При электрооптическом методе данные вводятся в виде цифрового сигнала изображения, воспринимаемого в области спектра видимого света и инфракрасного излучения фотоэлементом с зарядовой связью. Это наиболее широко используемый тип датчика, который на больших расстояниях и в системах с низкой тактовой частотой обеспечивает лучшие результаты, чем оптические датчики.

Инфракрасный датчик теплового изображения обнаруживает излучаемую целевым объектом энергию инфракрасного спектра, измеряя температуру поверхности этого объекта. Этот датчик отличается тем, что отображает цветовую гамму в соответствии с измеренными значениями температуры для настройки экрана, обеспечивая широкие возможности идентификации, недоступные для электрооптических датчиков.

Датчики MSI регистрируют изображение с использованием определенных длин волн в видимом или ближнем инфракрасном диапазоне, который делится примерно на 10 полос. Этот датчик обрабатывает меньше частотных полос, чем гиперспектральные датчики, и относительно дешев по сравнению с ними. Гиперспектральные датчики также регистрируют все изображения с использованием определенных длин волн в узком ближнем или среднем инфракрасном диапазоне, разделенном на сотни и тысячи полос непрерывного спектра. Этот датчик позволяет распознавать уникальные особенности целевого объекта и предоставляет более детальную информацию для интерпретации,

поскольку имеет более высокое пространственное или спектральное разрешение, чем у многоспектрального датчика.

Датчик лазерного обнаружения и измерения дальности (лидар) облучает целевой объект лазером (светом) и анализирует отраженный свет. Этот датчик, по-видимому, будет использоваться в различных областях для регистрации данных о расстоянии, направлении, скорости, температуре и характеристиках объектов. Подвес уменьшает вибрацию при движении, предотвращая ухудшение качества вводимого изображения. Добавляя к полученным данным изображения метаданные, такие как угол съемки камеры или датчика, можно придавать ему дополнительное значение.

7.2 Структура данных MCSI

В этом разделе рассматривается структура данных, используемая в настоящей Рекомендации. Настоящая Рекомендация согласуется с существующим стандартным форматом метаданных. В таблице 1 представлена структура метаданных MCSI, поясняющая детали, важные для понимания настоящей Рекомендации. Таблица включает имена тегов, их описание и соответствующие уровни поддержки – М (обязательный) и О (необязательный). В ней также перечислены атрибуты, включая единицы измерения, минимальное и максимальное значения, значение особого состояния и разрешение, а также примеры и примечания.

Таблица 1 – Формат описания MCSI, используемый в настоящей Рекомендации

Имя тега	–			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
–				–
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	–	–	–	–
Пример	–			
Примечание	–			

8 Элементы метаданных MCSI

В этом разделе определяются общие и базовые метаданные, относящиеся к сенсорной информации видеокамер, для услуг IoT на основе видеокамеры.

8.1 Метаданные, относящиеся к информации о датчике

8.1.1 ЭО-датчики

Этот датчик определяет идентификатор датчика, получающего сенсорные данные. Могут быть описаны тип датчика, модель, способ крепления и т. д. Идентификатор выполняет важные функции при распределении сенсорных данных, поскольку характеристики и параметры получаемых данных варьируются в зависимости от характеристик и параметров датчика.

Информация о датчике, получаемая AMID, зависит от вспомогательной информации самого датчика. Например, информация о географической зоне, содержащаяся в получаемом изображении, может быть рассчитана только в сочетании с информацией о местонахождении и положении датчика.

Поле зрения – это угол, под которым датчик может воспринимать изображение. Объединив информацию о величине угла зрения, местонахождении и положении датчика, можно рассчитать географическую информацию, содержащуюся в изображении, приняв за высоту уровень моря.

Таблица 2 – MCSI с информацией об ЭО-датчике

Имя тега	Image.Model			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Определяет идентификатор датчика, получающего сенсорную информацию. Тип, модель, способ крепления и т. д.				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	–	–	–	–
Пример	–			
Примечание	–			

Имя тега	FieldOfView			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Угол обзора датчика				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	0	180	–1	$\sim 2,7 \times 10^{-30}$
Пример	72,481 2°			
Примечание	Вертикальный угол определяется как угол, пропорциональный горизонтальному углу. Когда информация о величине угла отсутствует, используется особое значение (–1).			

8.1.2 MSI-датчики

Метаданные неподвижного изображения MSI ограничены неподвижным снимком, обработанным для преобразования данных, получаемым спектроскопическим датчиком, в видимое изображение. Метаданные MSI-датчика включают определение элемента метаданных электрооптического неподвижного изображения, уровня поддержки и эталонной географической модели, а также дополнительные поля для неподвижного изображения MSI, добавленные и определенные в целях интерпретации.

Спектральный датчик измеряет значение в каждом диапазоне длин волн путем деления диапазона видимого света на несколько полос. Если количество получаемых диапазонов длин волн мало, датчик относят к многоспектральным, если велико, то к гиперспектральным; датчики инфракрасного излучения также относят к категории многоспектральных.

Поскольку спектроскопический датчик предоставляет измеренное значение каждой выделенной области путем деления области видимого света в пределах заданного диапазона измерения, то для анализа самих полученных данных следует обращаться к стандарту датчика. К стандарту датчика также следует обращаться даже при преобразовании данных в изображение.

Как описано выше, спектральный датчик производит измерения путем деления области спектра видимого света, а точность этих измерений определяется количеством полос, которые могут быть выделены, и спектральным диапазоном, который способен измерить датчик. Спектральный диапазон – это диапазон длин волн, которые способен обнаружить датчик.

Информация об MSI представляет собой справочные данные о спектральном диапазоне самого полученного изображения. Для каждого полученного изображения определены информация об измеряемых спектральных диапазонах (полосах) и их обозначения. Каждый пиксель изображения имеет измеренное значение в пределах фактически разделенной области спектра, а распределение цветов зависит от метода визуализации. Описание MCSI с информацией об MSI-датчике приведено в таблице 3.

Таблица 3 – MCSI с информацией об MSI-датчике

Имя тега	MaxNumberOfBands			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Количество измеряемых (спектральных) полос				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	1	150	0	1
Пример	6			
Примечание	Количество полос можно измерить, разделив область спектра видимого света. Поскольку датчик изображения имеет по крайней мере одну полосу, особое значение (0) означает, что ввод значения невозможен.			

Имя тега	CentralWavelength			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Значение центральной длины волны в изображении (полосы)				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
нм	–	–	0	10
Пример	500 нм			
Примечание	Определяется в микрометрах (мкм) или нанометрах (нм). Если ввод значения невозможен, используется особое значение (0).			

Имя тега	BandWidth			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Ширина полосы в изображении				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
нм	–	–	0	10
Пример	50 нм			
Примечание	Определяет размер (ширину) полосы вокруг центральной длины волны. Например, если центральная длина волны составляет 500 нм, а ширина полосы – 50 нм, то спектральный диапазон этой полосы составляет 450–550 нм. Если ввести значение невозможно, используется особое значение (0).			

Имя тега	BandName			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Обозначение полосы (диапазона) в изображении				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	3	127	000	–
Пример	Красный, зеленый, синий, RedEdge, NIR			
Примечание	Обозначение каждой полосы (диапазона) имеет вид строки. Например, к основным спектральным диапазонам, обычно используемым в отрасли, относятся диапазоны, обозначаемые как красный, зеленый, синий, красный край, ближний инфракрасный (NIR), а также коротковолновый инфракрасный, средневолновый инфракрасный, длинноволновый инфракрасный и дальний инфракрасный. Если обозначение диапазона не указано отдельно, то ему присваивается особое значение (000).			

8.1.3 ИК-датчики

ИК-датчик производит измерения в рамках собственного стандарта датчика в заданном интервале раstra инфракрасного спектра. Метаданные ИК-датчика включают определение элемента метаданных электрооптического неподвижного изображения, уровня поддержки и эталонной географической модели, а также дополнительные поля для неподвижного ИК-изображения, добавленные и определенные в целях интерпретации. Чтобы интерпретировать данные самого ИК-датчика, необходимо обратиться к спецификации датчика и обращаться к ней даже при преобразовании в изображение. Описание основных соответствующих элементов приведено в таблице 4.

Информация об ИК-изображении представляет собой справочные данные о диапазоне температур в самом полученном изображении. Для выражения значения каждого пикселя изображения фактически измеренным значениям температуры ставится в соответствие определенный цвет, а распределение цветов зависит от метода визуализации. Максимальное и минимальное значения температуры, выраженные каждым пикселем изображения, определяются как элементы метаданных.

Таблица 4 – MCSI с информацией об ИК-датчике

Имя тега	SensorNEDT			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Тепловая чувствительность ИК-датчика				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
Милликельвины (мК)	5	–	–1	–
Пример	50 мК (0,05 °C)			
Примечание	Тепловую чувствительность тепловизионной камеры можно проверить по отношению сигнал/шум при генерировании того же сигнала. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–1).			

Имя тега	SensorTemperatureRangeMax			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Максимальное значение температуры, которую способен измерить ИК-датчик				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
°С (град.)	–50	1500	–1500	$5 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$
Пример	52,325°С			
Примечание	Разрешение при максимальном значении температуры, которое способен измерить ИК-датчик, см. в описании тега SensorNEDT. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–1500).			

Имя тега	SensorTemperatureRangeMin			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Минимальное значение температуры, которую способен измерить ИК-датчик				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
°С (град.)	–50	1500	–1500	$5 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$
Пример	52,325°С			
Примечание	Разрешение при минимальном значении температуры, которое способен измерить ИК-датчик, см. в описании SensorNEDT. Если ввод значения невозможен, используется особое значение исключения (–1500).			

Имя тега	SensorSpectralRangeMax			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Максимальная длина волны, обнаруживаемая ИК-датчиками				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
мкм	0,75	1000	–1000	25×10^{-3} мкм
Пример	1,25 мкм			
Примечание	Большинство ИК-датчиков, которые можно установить на оконечное устройство, работают в диапазоне длин волн от 1 до 14 мкм, и эта Рекомендация определяет весь возможный ИК-диапазон. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–1000).			

Имя тега	SensorSpectralRangeMin			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Минимальная длина волны, обнаруживаемая ИК-датчиками				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
мкм	0,75	1000	–1000	25×10^{-3} мкм
Пример	1,25 мкм			
Примечание	Большинство ИК-датчиков, которые можно установить на оконечное устройство, работают в диапазоне длин волн от 1 до 14 мкм, и эта Рекомендация определяет весь возможный ИК-диапазон. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–1000).			

Имя тега	ImageTemperatureRangeMax			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Максимальное значение температуры в изображении				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
°C (град.)	–50	1500	–1500	$5 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$
Пример	52,325°C			
Примечание	Разрешение этой величины см. в описании тега SensorNEDT.			

Имя тега	ImageTemperatureRangeMin			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Минимальное значение температуры в изображении				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
°C (град.)	–50	1500	–1500	$5 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$
Пример	52,325°C			
Примечание	Разрешение этой величины см. в описании тега SensorNEDT. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–1500).			

8.2 Метаданные с информацией о времени

Для создания изображения необходима информация о времени, такая как время создания, время съемки и время сохранения изображения. Большинство этих метаданных имеют необязательный (О) уровень поддержки и включает такую информацию о времени, как теги image.date, photo.datetime.original, photo.datetime.digitized, TimeStamp и DateStamp. Описание MCSI с информацией о времени приведено в таблице 5.

Таблица 5 – MCSI с информацией о времени

Имя тега	Описание	Уровень поддержки (М/О)	Примечание
Image.Date	Дата и время создания изображения	О	
Photo.DateTimeOriginal	Дата и время съемки	О	
Photo.DateTimeDigitized	Дата и время сохранения файла	О	
TimeStamp	Время UTC	О	
DateStamp	Время UTC	О	

8.3 Метаданные с информацией о местонахождении и положении датчика

Информация о местонахождении и положении датчика представляет собой описание местонахождения и положения устройства IoT. Для вычисления пространственной информации, относящейся к неподвижному изображению, требуется знать не только местонахождение самого устройства, но и положение установленного на нем датчика.

Информация о местонахождении и положении в таблице 6 определяется с применением одних и тех же единиц измерения, диапазонов значений и разрешения, а высота и местонахождение определяются с использованием системы координат. Описание MCSI с информацией о местонахождении и положении приведено в таблице 6.

Таблица 6 – MCSI с информацией о местонахождении и положении

Имя тега	AbsoluteAltitude			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Абсолютная высота датчика, измеренная относительно среднего уровня моря				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
м	–900	19 000	–19 000	~0,3 м
Пример	150,00 м			
Примечание	Можно использовать футы, но в этой Рекомендации используются метры. Если значение высоты не введено, используется особое значение (–19 000).			

Имя тега	RelativeAltitude			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Относительная высота датчика, измеренная относительно нижней поверхности, ближайшей к поверхности земли.				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
м	–900	19 000	–19 000	~0,3 м
Пример	150,00 м			
Примечание	Можно использовать футы, но в этой Рекомендации используются метры. Если значение высоты не введено, используется особое значение (–19 000).			

Имя тега	FlightYawDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Значение угла рыскания (курса) устройства				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	0	360	–360	$\sim 5,5 \times 10^{-30}$
Пример	159,974 365°			
Примечание	Угол, образованный направлением на север и направлением основания устройства, измеряется в направлении по часовой стрелке: 0° – на север, 180° – на юг и 270° – на запад. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

Имя тега	FlightPitchDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Значение угла продольного наклона устройства				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–20	20	–360	$\sim 610 \times 10^{-60}$
Пример	–0,431531724°			
Примечание	Угол, образованный направлением основания устройства (осью скругления фюзеляжа) и горизонтальной плоскостью, считается положительным в направлении вверх и отрицательным – вниз. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

Имя тега	FlightRollDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Значение угла поперечного наклона устройства				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–50	50	–360	$\sim 1525 \times 10^{-6}^\circ$
Пример	–3,405 865 66°			
Примечание	Угол, образованный горизонтальной плоскостью и горизонтальной плоскостью фюзеляжа в поперечном сечении устройства, считается положительным, когда правое крыло опускается ниже плоскости. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

Имя тега	GimbalYawDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Значение угла поворота датчика относительно устройства (курс)				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	0	360	–360	$\sim 84 \times 10^{-3}^\circ$
Пример	159,974 365°			
Примечание	Значение, полученное путем измерения угла между направлением движения устройства и ориентацией датчика в направлении по часовой стрелке, если смотреть на устройство сверху. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

Имя тега	GimbalPitchDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Угол продольного наклона датчика относительно устройства				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-3}^\circ$
Пример	–0,431 531 724°			
Примечание	Направление основания устройства принимается за 0°, положительным считается направление вверх, а отрицательным – вниз. Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

Имя тега	GimbalRollDegree			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Угол поперечного наклона датчика относительно устройства				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-3}^\circ$
Пример	–3,40586566°			
Примечание	Угол поворота против часовой стрелки, если смотреть на датчик спереди (по оси объектива). Если ввод значения невозможен, используется особое значение (–360).			

8.4 Метаданные с пространственной информацией

Метаданные с пространственной информацией в неподвижном изображении определяются в таблице 7.

Таблица 7 – MCSI с пространственной информацией

Имя тега	LatitudeOfImageCenter			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Широта точки на местности, соответствующей центральной точке изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–90	90	–360	$\sim 42 \times 10^{-30}$
Пример	–13,542 388 533 146 132°			
Примечание	Когда центр изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS) и т. д.			

Имя тега	LongitudeOfImageCenter			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Долгота точки на местности, соответствующей центральной точке изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-30}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда центр изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LatitudeOfImageLT			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Широта точки на местности, соответствующей верхнему левому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–90	90	–360	$\sim 42 \times 10^{-30}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда верхний левый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LongitudeOfImageLT			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Долгота точки на местности, соответствующей верхнему левому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-30}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда верхний левый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LatitudeOfImageRT			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Широта точки на местности, соответствующей верхнему правому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–90	90	–360	$\sim 42 \times 10^{-30}$
Пример	–13,542 388 533 146 132°			
Примечание	Когда верхний правый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LongitudeOfImageRT			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Долгота точки на местности, соответствующей верхнему правому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-30}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда верхний правый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LatitudeOfImageLB			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Широта точки на местности, соответствующей нижнему левому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–90	90	–360	$\sim 42 \times 10^{-30}$
Пример	–13,542 388 533 146 132°			
Примечание	Когда нижний левый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LongitudeOfImageLB			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Долгота точки на местности, соответствующей нижнему левому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-3^\circ}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда нижний левый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LatitudeOfImageRB			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Широта точки на местности, соответствующей нижнему правому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–90	90	–360	$\sim 42 \times 10^{-3^\circ}$
Пример	–13,542 388 533 146 132°			
Примечание	Когда нижний правый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

Имя тега	LongitudeOfImageRB			
Описание				Уровень поддержки(М/О)
Долгота точки на местности, соответствующей нижнему правому углу изображения				М
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
° (град.)	–180	180	–360	$\sim 84 \times 10^{-3^\circ}$
Пример	–29,157 890 122 923 014°			
Примечание	Когда нижний правый угол изображения не находится на поверхности земли, используется особое значение (–360) в опорной системе координат, например в ГНСС.			

8.5 Метаданные с информацией об устройстве

Информация об устройстве, такая как информация об устройстве и решаемой задаче, определяется в таблице 8.

Таблица 8 – MCSI с информацией об устройстве

Имя тега	Mission			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Информация, указывающая на задачи, решаемые устройством				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	4	127	Неприменимо	–
Пример				
Примечание	Запись в виде строки длиной не более 127 символов. Способ внутреннего выражения зависит от назначения устройства.			

Имя тега	PlatformTailNumber			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Серийный номер устройства				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	4	127	Неприменимо	–
Пример				
Примечание	Запись в виде строки длиной не более 127 символов для каждого устройства.			

Имя тега	PlatformDesignation			
Описание				Уровень поддержки (М/О)
Название модели устройства				О
Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение особого состояния	Разрешение
–	4	127	Неприменимо	–
Пример				
Примечание	Запись с названием модели в виде строки длиной не более 127 символов.			

Дополнение I

Сценарий использования службы контроля строительных дефектов с применением автономных мобильных устройств интернета вещей

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем Дополнении рассматривается примерный сценарий использования системы, предоставляющей пользователю информацию о местонахождении строительных дефектов в трех измерениях с помощью сенсорных элементов (датчиков) устройств IoT, способных перемещаться или летать, огибая углы. В случае модели, содержащей пространственную информацию о конструкции в трех измерениях, сгенерированную с использованием такого приложения, как информационное моделирование зданий (BIM), можно принять экстренные меры путем выявления в режиме реального времени рисков для конструкции здания (падения, сдвига, растрескивания и т. д.) или нештатных ситуаций по изображениям, полученным от датчиков устройств IoT.

Необходим стандарт метаданных датчиков IoT для обеспечения функциональной совместимости приложений IoT, основанных на фото- или видеосъемке, и предоставления экономически эффективных услуг IoT с применением стандарта метаданных датчиков IoT за счет сокращения времени разработки и трудозатрат.

Служба контроля строительных дефектов показана на рисунке I.1 и описана ниже.

Шаг 1 – Устройства IoT собирают сенсорную информацию, например информацию о назначении, неподвижное изображение, видеоизображение, пространственно-временную информацию, для службы контроля строительных дефектов.

Шаг 2 – Система метаданных IoT преобразует полученную информацию о назначении и пространственно-временную информацию в стандартные метаданные, которые дают дополнительные сведения, и применяет их в качестве метаданных неподвижных изображений или видеоизображений.

Шаг 3 – Система метаданных IoT отправляет неподвижные изображения или видеоизображения с метаданными в систему обнаружения строительных дефектов, а та при обнаружении строительных дефектов передает эти данные в систему управления безопасностью.

Шаг 4 – Система управления безопасностью обнаруживает дефект с помощью BIM по метаданным изображения поверхности здания и местонахождению здания.

Шаг 5 – Система управления безопасностью сообщает пользователю (администратору) о фактическом местонахождении строительных дефектов для окончательного принятия мер.

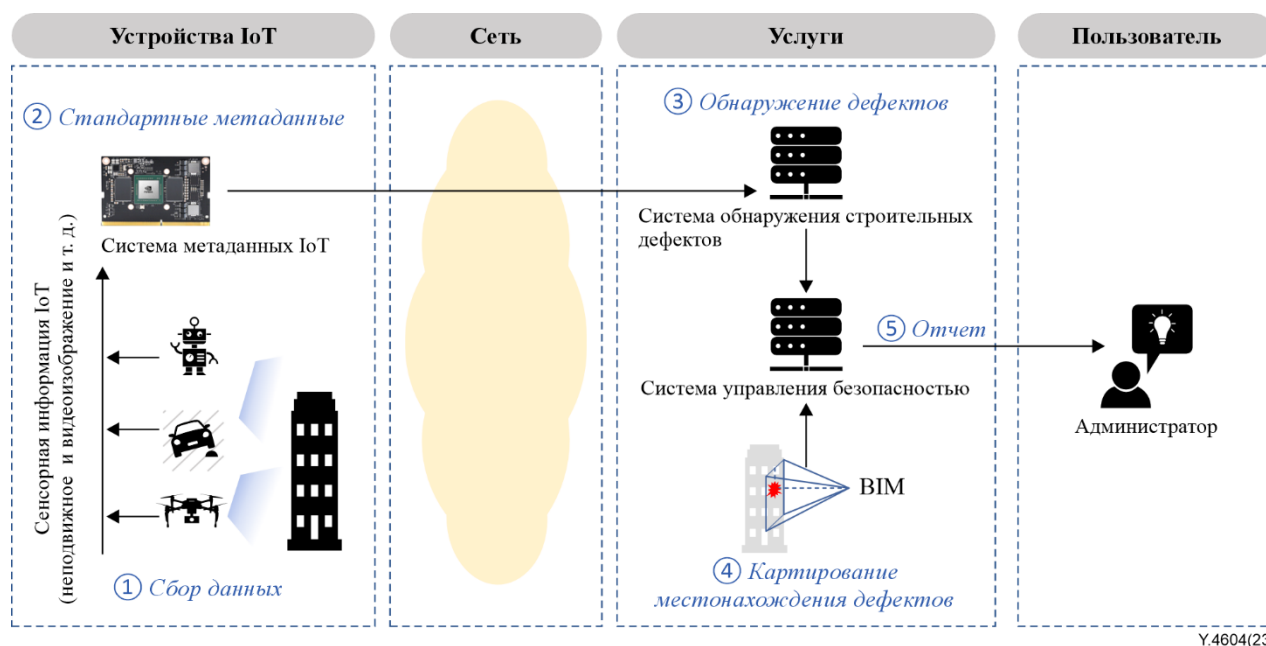


Рисунок I.1 – Сценарий использования службы контроля строительных дефектов с применением автономных мобильных устройств IoT

На стороне устройств IoT на рисунке I.1 концептуальные процессы автономного мобильного устройства IoT могут столкнуться с дополнительными проблемами, такими как:

- различия в спецификации (единицы измерения, разрешение, критерии);
- отсутствие общих метаданных, относящихся к сенсорной информации, у датчиков изображений IoT; и
- специальные метаданные, зависящие от производителя.

Как показано на рисунке I.2, для решения этих типов проблем необходимо определить минимальные метаданные, которые обычно могут предоставляться датчиками видеокамер IoT. Эти минимальные спецификации метаданных можно использовать в качестве базовых метаданных изображения для услуг на основе видеокамер IoT, таких как услуги автономных роботов, услуги управления зданиями, услуги AR/VR.

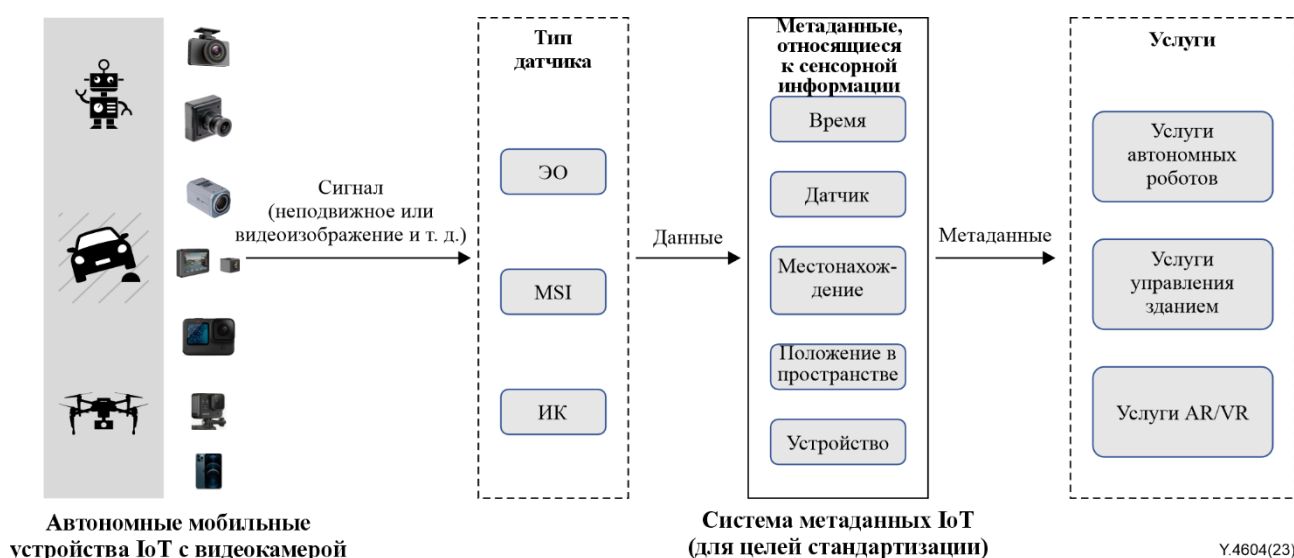


Рисунок I.2 – Концептуальный процесс предоставления услуг на основе метаданных, относящихся к сенсорной информации

В таблице I.1 приведены основные различия между традиционными цифровыми видеокамерами и AMID. Как правило, существующие цифровые видеокамеры поддерживают максимальные функциональные возможности и обеспечивают высокое разрешение, так что соответствующие метаданные получаются сложными и громоздкими. Однако AMID обладают ограниченными ресурсами, и датчики видеокамер IoT не взаимозаменяемы. Метаданным AMID не нужно охватывать сложные метаданные. Таким образом, AMID, в отличие от традиционных цифровых видеокамер, характеризуются как простые и легкие устройства с минимальными требованиями.

Таблица I.1 – Различия между типичными цифровыми видеокамерами и AMID

Метаданные	Цифровые видеокамеры	AMID с видеокамерой	Описание
Информация о времени	Поддерживается	Поддерживается	EXIF и т. д.
Информация о характеристиках датчика	Поддерживается	Поддерживается	EXIF и т. д.
Поле зрения	Рассчитывается как сочетание спецификаций разных датчиков	Прямой ввод расчетных значений	
Информация об изображении	Поддерживается	Поддерживается	EXIF и т. д.
Информация о пространственных характеристиках изображения	Не поддерживается	Поддерживается	
Информация о местонахождении/положении	Поддерживается частично	Поддерживается	
Место крепления	Поддерживается	Поддерживается	EXIF и т. д.
Положение крепления	Не поддерживается	Поддерживается	
Местонахождение датчика	Не поддерживается	Поддерживается	
Положение датчика	Не поддерживается	Поддерживается	
Информация об устройстве	Не поддерживается	Поддерживается	

Библиография

- [b-ITU-T Y.1901] Рекомендация МСЭ-Т Y.1901 (2009 г.), *Требования для поддержки услуг IPTV.*
- [b-ITU-T Y.2091] Рекомендация МСЭ-Т Y.2091 (2011 г.), *Термины и определения для сетей последующих поколений.*
- [b-ITU-T Y.4000] Рекомендация МСЭ-Т Y.4000/Y.2060 (2012 г.), *Обзор интернета вещей.*
- [b-ITU-T Y.4900] Рекомендация МСЭ-Т Y.4900/L.1600 (2016 г.), *Обзор ключевых показателей деятельности умных устойчивых городов.*
- [b-ISO 19130-1] International Standard ISO 19130-1:2018, *Geographic information – Imagery sensor models for geopositioning – Part 1: Fundamentals.*
- [b-Exif] Hedley, J. (2023). *Exifinfo.org: An online tool to analyze and display the metadata in images and other media files.* Available [viewed 2023-10-07] at: <https://exifinfo.org/>

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 протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи