

Технология
Дополненной
реальности

Лекция № 11

Промышленное применение ДР Платформа от компании PTC Vuforia I. Vuforia Engine

Обзор возможностей. Функционал для разработки
Приложений ДР

vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Продолжаем рассмотрение типов целевых объектов для **recognition** и отслеживания пространственного размещения элементов контента (**tracking**) в сцене AR-Приложения в соответствии с ранее предложенной классификацией от компании PTC

Целевые объекты – таргеты – этого типа реализуют **reco/track**, распознавая форму реального физического объекта с использованием **3D-моделей** этих объектов. **AR-контент** т.о. может быть размещен/позиционирован на/относительно объектах разного типа – от промышленного оборудования, транспортных средств до игрушек.

Model Targets



Object Targets

Целевые объекты – таргеты – этого типа для функций **reco/track** создаются путем сканирования объектов (**Vuforia Object Scanner**), обладающих большим количеством подробностей и постоянной формой. Что особенно удобно для привязывания контента к типовым игрушкам (**Lego**) или микросхемам.

Tracking Images



Tracking Objects

Model Targets from a 3D scan

Целевые объекты – таргеты – типа **Model Target** генерируются из **3D-сканирований** физического, реального объекта (фотограмметрия) и особенно полезны, когда модель САПР недоступна

Tracking Environments



vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Остановимся подробнее на трех перечисленных выше методах реализации **recognition** и **tracking**, объединенных в одну общую группу **Tracking Objects**

Каждый из перечисленных выше методов таргетирования имеет преимущества в различных случаях использования, и каждый из них создается с помощью специального, предусмотренного для этого, стандартного инструментария от **Vuforia Engine**.

Выбор конкретного способа зависит от контекста разработки Приложения ДР, наиболее подходящего для рассматриваемого случая использования:

- **Object Target** - создаются путем сканирования физического объекта. Это хороший вариант для небольших предметов с хорошей детализацией и стабильной формой.
- **Model Target** - позволяют распознавать объекты в обзриваемой реальной обстановке по их форме с использованием уже существующих **3D-моделей**. Т. о. контент дополненной реальности может позиционироваться на различных физических объектах, таких как промышленное оборудование, транспортные средства, игрушки и бытовая техника, т.е. на объектах, **3D-модели** которых имеются в доступе.
- **Model target from a 3D Scan** – это **Model target**, которые в данном случае создаются в процессе трехмерного сканирования целевых объектов с последующей реализацией фотограмметрии на основании полученного облака точек. Данный метод особенно удобен, когда **3D-модель** целевого объекта отсутствует.

Каждый из перечисленных способов таргетирования предполагает подключение дополнительного ПО – либо для сканирования, получения модели или импортирования существующей **3D-модели**.

<https://library.vuforia.com/features/objects/object-reco/compare-tracking-methods.html>

Остановимся подробнее на трех перечисленных выше методах реализации **recognition** и **tracking**, объединенных в одну общую группу **Tracking Objects**

Применение каждого из способов таргетирования из этой группы обусловлено конкретными предварительными условиями (**Prerequisites**) и только при их соблюдении гарантирован хороший результат:

➤ **Object Target** используют предустановленное на смартфон или планшет (МУ) ПО - **Vuforia Object Scanner**. За счет использования этого ПО МУ со своей оптической системой превращается в устройство сканирования, с помощью которого и создается требуемое облако точек. Физический объект, используемый для таргетирования, должен быть размещен на подложке определенного размера (**A4**) с определенным, нанесенным на него рисунком. Требования к этой распечатке достаточно высоки. Кроме того условием результативного сканирования является и нейтральное окружение и достаточное освещение (конкретные требования будут рассмотрены ниже). Сгенерированный файл данных объекта – облако точек в формате ***.od** - затем загружается в **Vuforia Target Manager**, где может быть сгенерирована база данных таргетов типа **device**.
<https://library.vuforia.com/features/objects/object-reco/supported-objects.html>

Принимая решение о выборе конкретного метода таргетирования, основанного на наблюдении и распознавании реального объекта - **Tracking Objects, – про Object Target следует иметь в виду следующие ограничения:**

- Этот метод лучше всего подходит для небольших объектов размером с игрушку, которые имеют многофункциональную текстуру. Обнаружение основано на внешнем виде объекта, поэтому эта технология очень чувствительна к различным текстурам или цветовым вариациям между объектами.

<https://library.vuforia.com/features/objects/object-reco/compare-tracking-methods.html>

Object Target - примеры поддерживаемых объектов

Toys



Consumer Products



Electronics and Machinery



- **Object Target** создаются с помощью ПО **Vuforia Object Scanner** и физического объекта (соответствующей цели сканирования объекта) и специальной подложки с определенным, напечатанным рисунком. Изображение не должно масштабироваться при

печати, так как это может исказить размер формируемого **Object Target**, поскольку наложит ограничения на размер сканируемого объекта, т.к. он занимает на подложке определенную область.

Подробно процесс создания и тестирования **Object Target** описан в разделе [Vuforia Object Scanner](#).

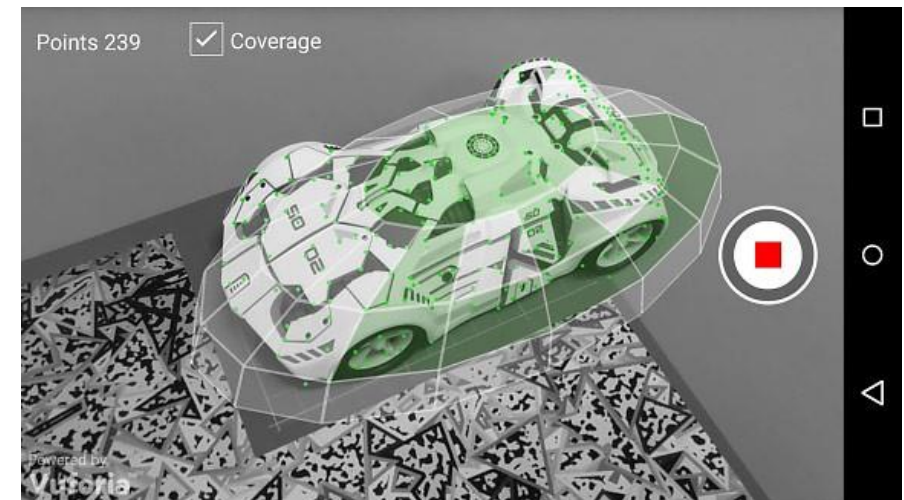
Подробные комментарии по практическому применению метода **Object Target** будут рассмотрены ниже.

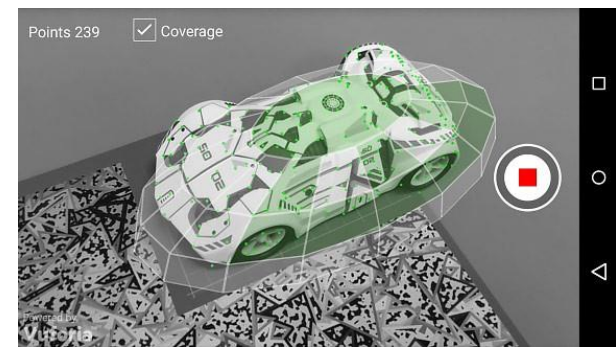
Object Targets vs Image-based Targets

Целевые объекты (**Object Target**) для этого типа **object reco** - это цифровое представление характеристик и геометрии физического объекта. Эти целевые объекты отличаются от таргетов на основе изображений, которые используют плоские изображения. **Object Target** создается путем сканирования физического объекта с помощью специального модуля - [Vuforia Object Scanner](#)

Target Type	Target Source	Recommended Uses
Image-based targets	planar images	publications, packaging, flat surfaces
Object targets	feature scan	toys, products, complex geometries

Vuforia Object Scanner (Сканер объектов) - это приложение для **Android**, используемое для сканирования физического **3D**-объекта. Сканер объектов создает файл объектных данных (***.OD**), который содержит исходные данные, необходимые для определения **Object Target** в **Target Manager Developer's Vuforia Engine**. **Vuforia Object Scanner** позволяет создавать, тестировать и редактировать файлы **OD**. Он обеспечивает визуализацию свойств **Object Target**, а также их охват по всему объекту.





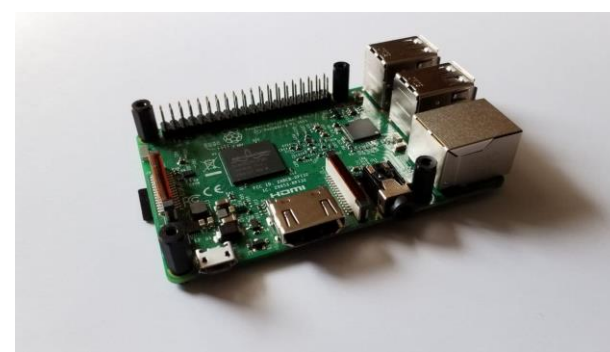
Как разработать Проект с Object Recognition

Чтобы использовать распознавание объектов (**object reco**) в разрабатываемом Приложении ДР, в первую очередь необходимо создать собственно **Object Target**. Для добавления в Приложение ДР **Object Target** необходимо выполнить следующую последовательность шагов:

1. Отсканировать с помощью Приложения [Vuforia Object Scanner](#) **3-хмерный** физический объект с целью получения файла объектных данных (* .OD) - **Object Data file**.
2. Файл (* .OD) загружается в [Vuforia Target Manager](#), где генерируется **Object Target** для последующего пакетирования (**packaged**) в **Device Database**. В БД может быть размещено не более **20 Object Target**.
3. В зависимости от того, в какой среде ведется объектная проработка **Проекта ДР (AR-Приложение)**– в **Eclipse, Xcode** или **Unity - Device Database** загружается и импортируется в Проект **Vuforia Object Recognition. Object Target** могут использоваться в Проекте в комбинации с другими типами целевых объектов (таргетов).

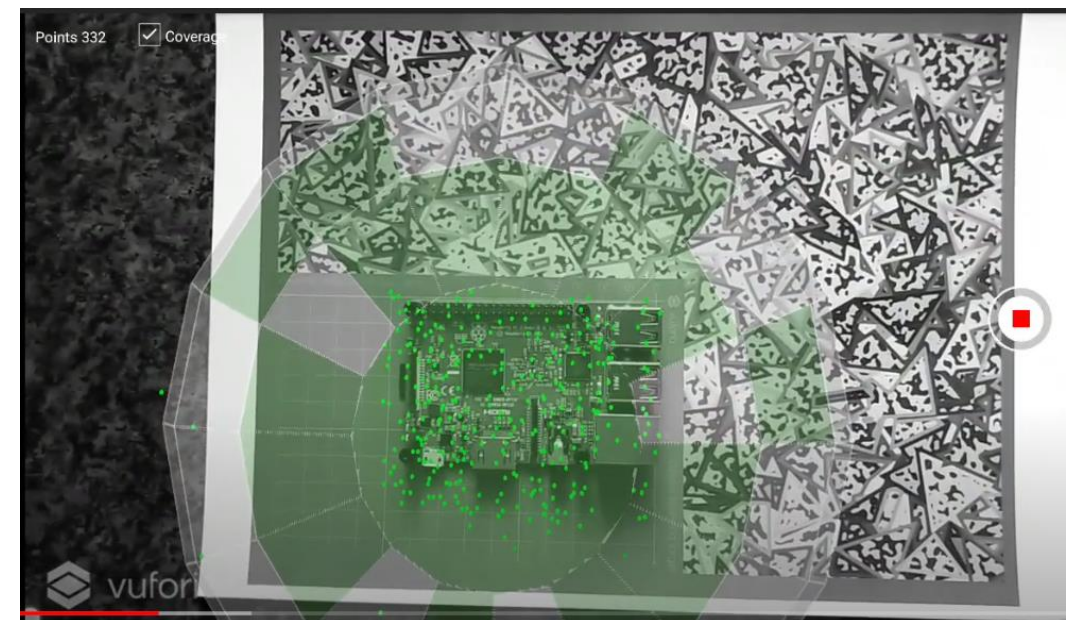
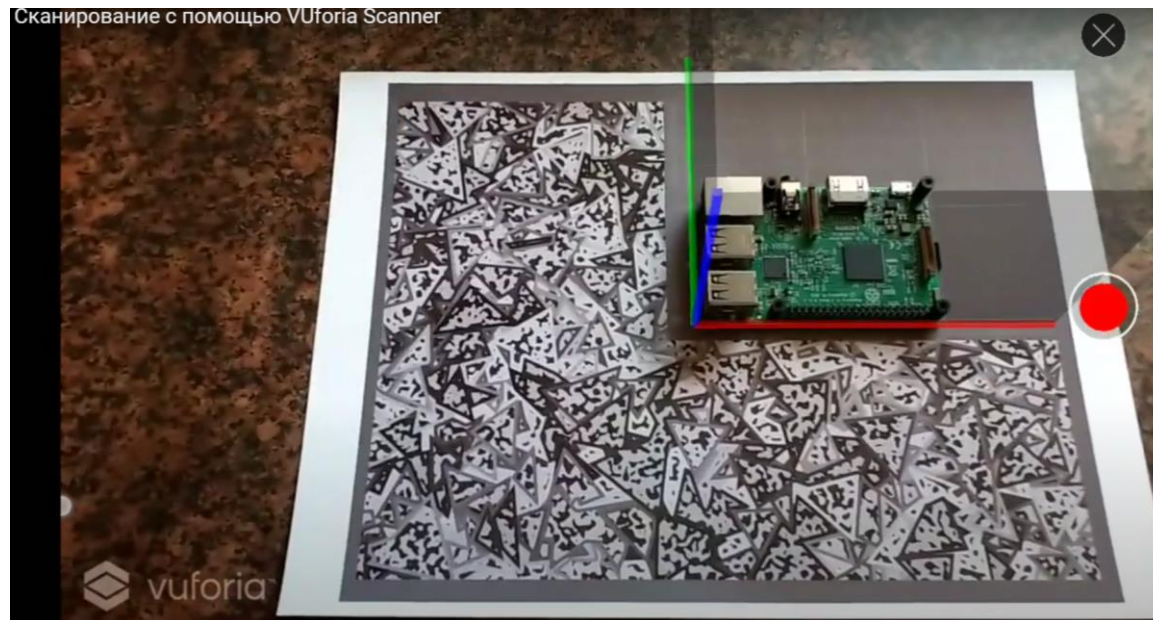
Как использовать **object reco** в Проектах **Vuforia Engine/Unity** →
[How to Use Object Recognition in Unity](#)

Как разработать Проект с Object Recognition



Поэтапное создание Object Target, его тестирование и интеграция его в базу данных таргета в Проекте ДР в Unity показано в видео: <https://youtu.be/pxySH-dmz6Y>

Целевой объект: Микрокомпьютер Raspberry Pi 3 model B+



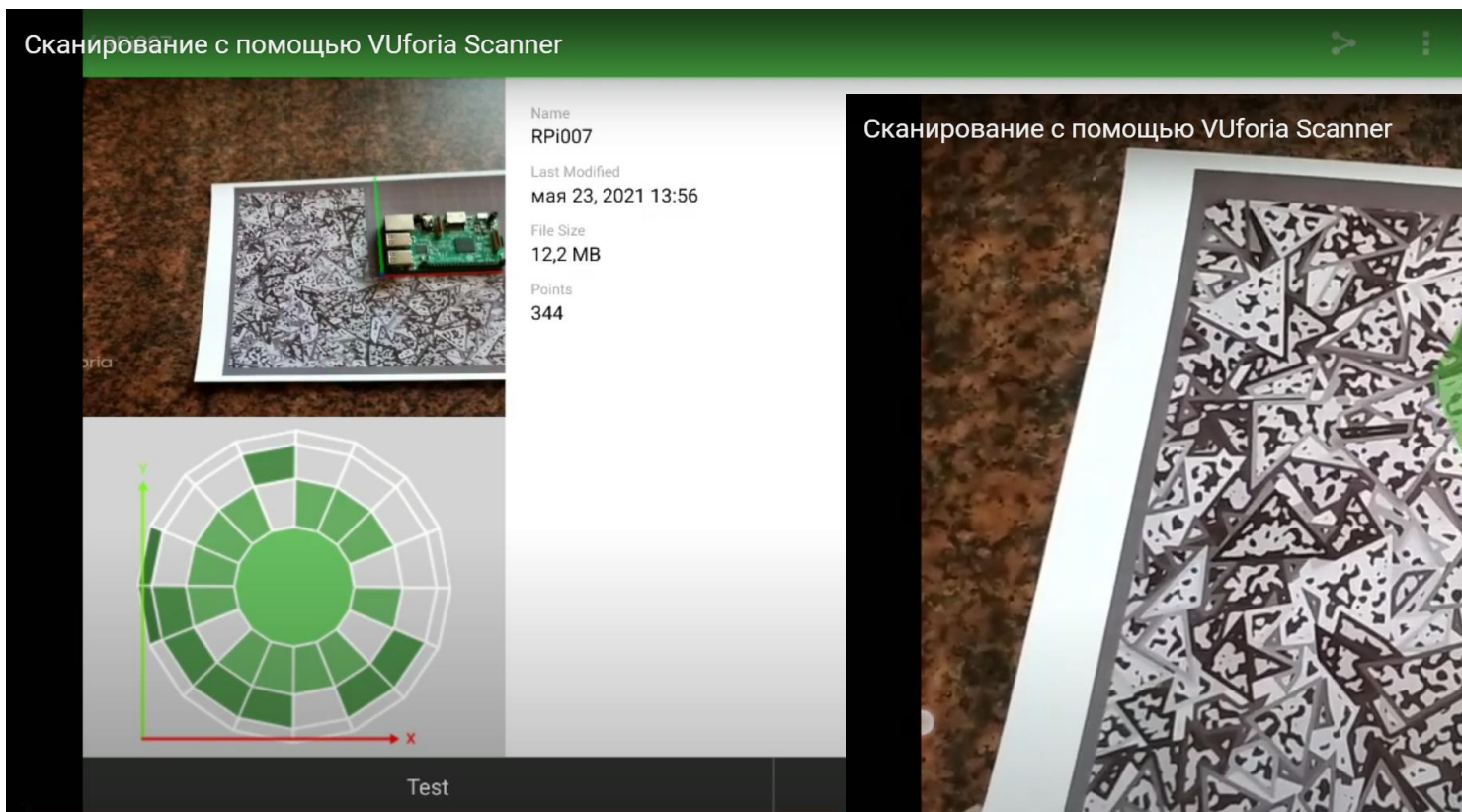
vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Как разработать Проект с Object Recognition

Поэтапное создание **Object Target**, его тестирование и повторное сканирование для интеграции в базу данных таргетов в Проекте ДР в **Unity** показано в видео: <https://youtu.be/prxySH-dmz6Y>



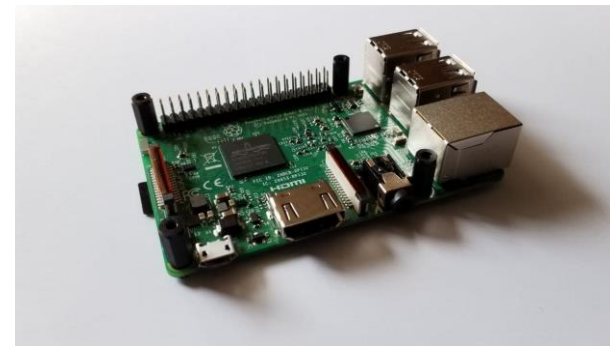
Целевой объект:
Микрокомпьютер
Raspberry Pi 3 model B+



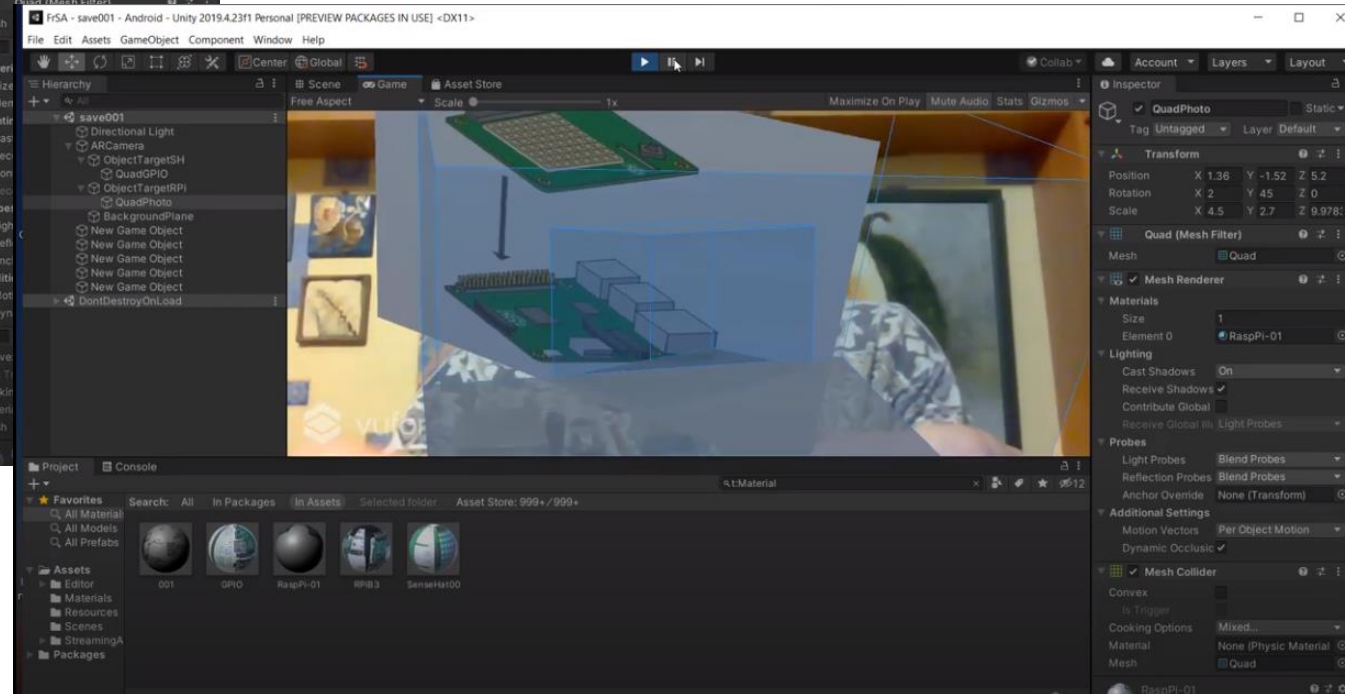
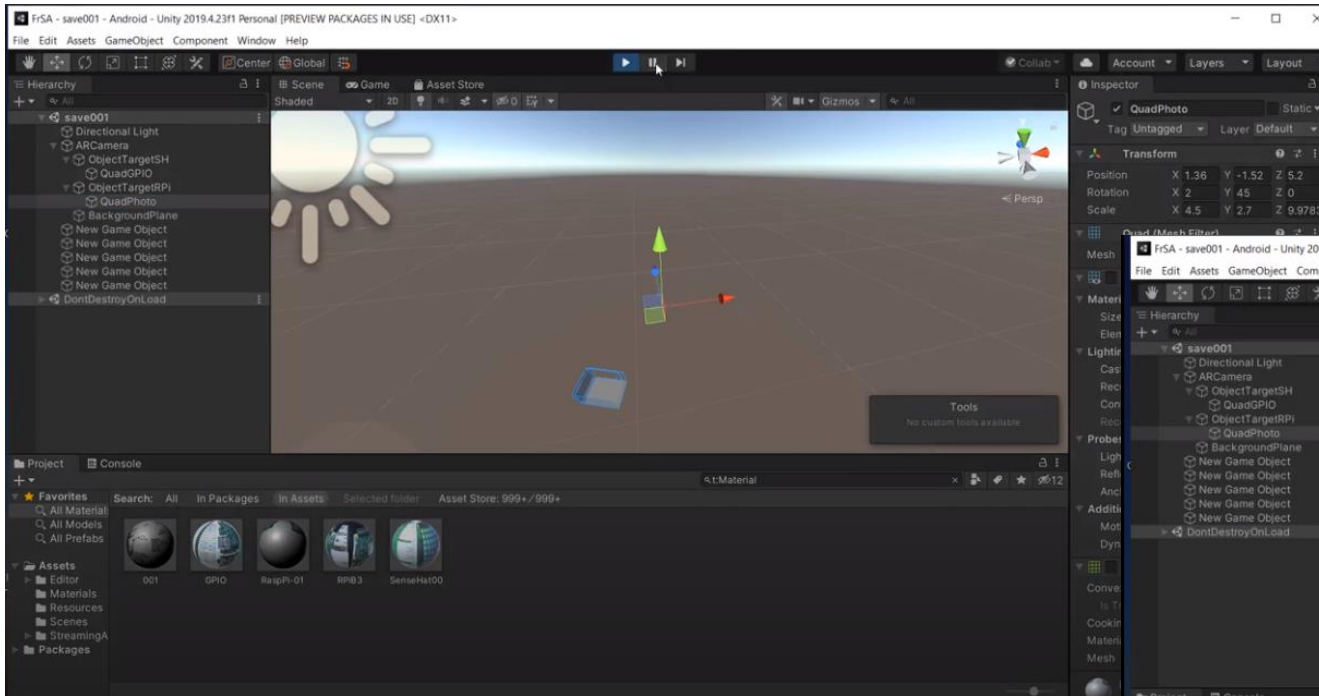
vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Как разработать Проект с Object Recognition

Поэтапное создание **Object Target**, его тестирование и интеграция в базу данных таргетов в Проекте ДР в **Unity** с проверкой в режиме play в редакторе **Unity** показано в видео: <https://youtu.be/hfi2FXivGCo>



**Целевой объект:
Микрокомпьютер
Raspberry Pi 3 model B+**



<https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/features/objects/object-reco.html>

vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Остановимся подробнее на трех перечисленных выше методах реализации **recognition** и **tracking**, объединенных в одну общую группу **Tracking Objects**

Применение каждого из способов таргетирования из этой группы обусловлено конкретными предварительными условиями (**Prerequisites**) и только при их соблюдении гарантирован хороший результат:

➤ **Model Target** – для создания этого типа таргета требуется модель распознаваемого объекта, полученная в **CAD-системе**, и ее физический аналог – т.е. сам объект. Модель **CAD** импортируется в **Model Target Generator (MTG)** – Предустановленное ПО (см. <https://library.vuforia.com/articles/Solution/model-target-generator-user-guide.html>). В некоторых случаях предварительная подготовка может быть проведена в программном обеспечении для моделирования. Поддерживаются различные форматы, и **MTG** позволяет выполнить настройки, регламентирующие, с каких сторон объект должен распознаваться при попадании в поле зрения камеры МУ в работающем Приложении ДР, использующем данный способ таргетирования.

Принимая решение о выборе конкретного метода таргетирования, основанного на наблюдении и распознавании реального объекта с использованием его 3D-модели - Model Target, – про Model Target следует иметь в виду следующие рекомендации/ограничения:

- **Model Target** – очень хорошо применимы в различных вариантах реального окружения (ландшафтах) и для многих типов реальных, [распознаваемых] объектов, благодаря заложенным в **Vuforia Engine** возможностям по распознаванию и отслеживанию границ физических трехмерных объектов.

Model Target - примеры поддерживаемых объектов

- PTC рекомендует использовать **Model Target** для размещения контента ДР для таких объектов, как **промышленные установки, инструменты, медицинское оборудование, объектов с блестящей и отражающей поверхностью, и автомобилей**. Кроме того, обнаружение и отслеживание цели модели основано на форме объекта и, следовательно, также работает, если объект плохо текстурирован или его внешний вид меняется - например, разные цвета у автомобилей или разные текстуры для инструментов или игрушек.



Пререквизиты и требования к используемым платформам для реализации функционала Model Target в Проектах Vuforia Engine

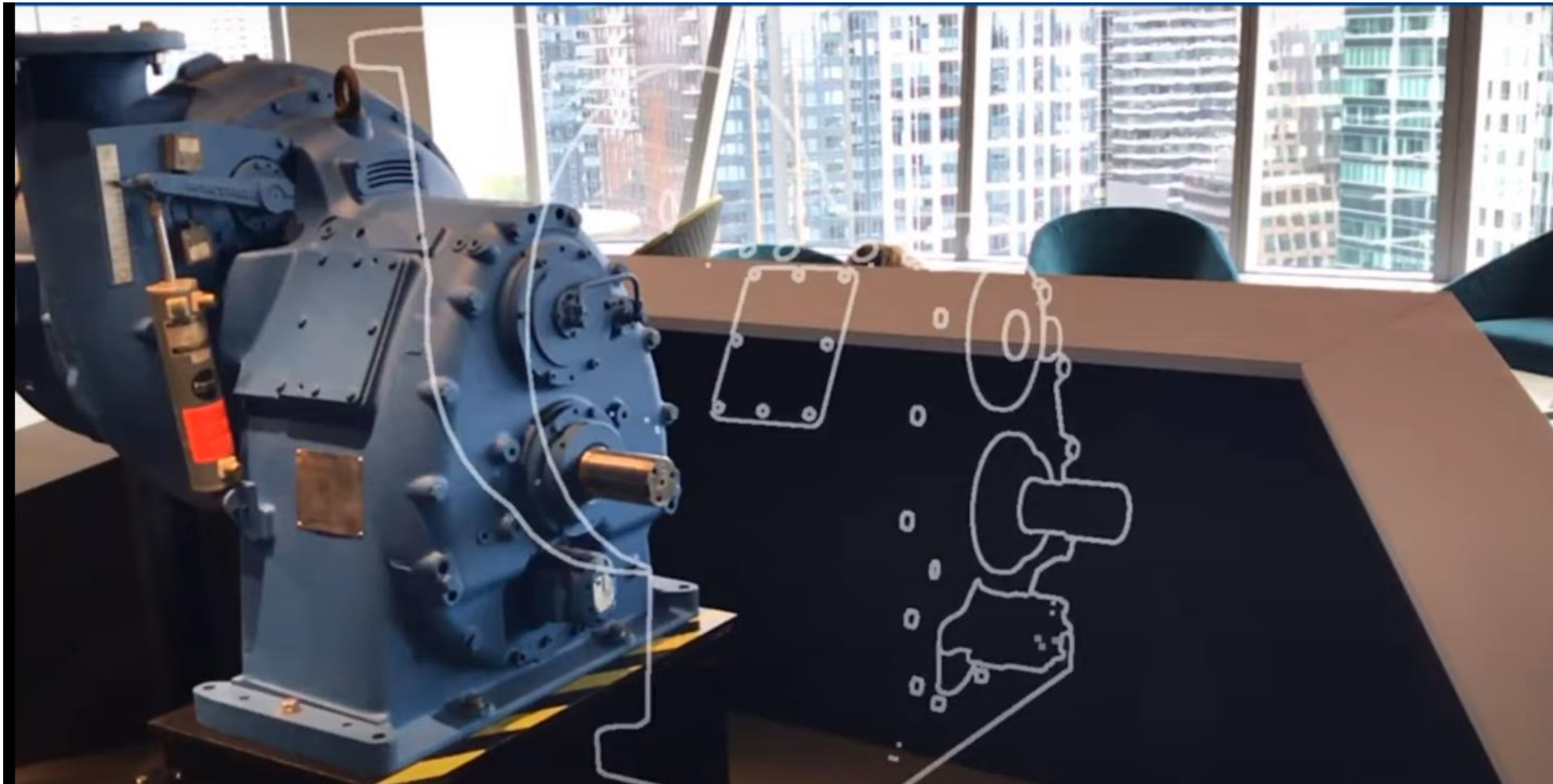
- **Model Target** определяется с помощью предустановленного ПО - **Model Target Generator**. Определенный т.о. целевой объект может быть отслеживаем с разных точек зрения и под разными углами посредством использования **Guide Views** (см. ниже), который можно обучить т.о., чтобы диапазон обнаружения был равен **360 градусам**.
- **По сравнению** с целевым объектом, созданным на базе облака точек, полученного после сканирования реального объекта, **Model Target**, созданный на базе готовой **CAD-модели**, соответствующей реальному объекту, работает быстрее и проще. Это связано с тем, что в данном случае исключены несоответствия и ошибки, которые могут возникать при сканировании. Например, освещение и тени на объекте могут внести искажения во время сканирования, или некоторые светоотражающие и прозрачные материалы могут не улавливаться сканером.

Дополнительные материалы для эффективного применения **Model Target**, примеры успешного использования данного типа целевых объектов в Проектах **Vuforia Engine**, а также рекомендации по **CAD-моделям для Model Target** → [Model Targets Supported Objects & CAD Model Best Practices](#) →

Принимая решение о выборе метода распознавания/отслеживания **Model Target** следует учитывать:

- ✓ **Отслеживание Model Target** реализуется наилучшим образом, если выбранный для этого физический объект остается неподвижным. Пользователь Приложения ДР может перемещаться вокруг распознаваемого/отслеживаемого объекта, но сам он должен оставаться неподвижным. Если при разработке сценария Приложения ДР предполагается возможное движение объекта – следует воспользоваться инструкциями «**ADAPTIVE**» в [Optimizing Model Target Tracking](#).

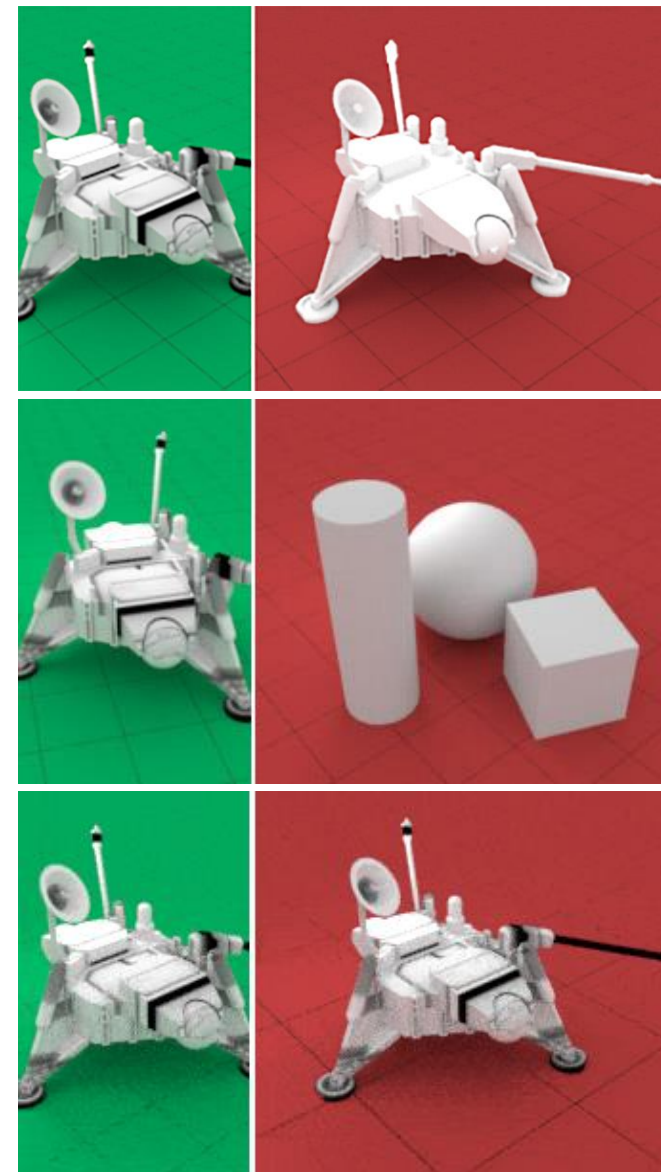




Model Targets Supported Objects & CAD Model Best Practices →

Принимая решение о выборе метода распознавания/отслеживания **Model Target** следует учитывать:

- ✓ **Объекты** с цветной или узорчатой поверхностью обычно работают лучше. Монохромные объекты трудно отследить (**track**), хотя их можно надежно обнаружить (**detected**). Чтобы различить объект, требуется некоторое изменение внешнего вида поверхности. По этой причине не рекомендуется использовать для **Model Target** белые объекты на белом фоне или черные объекты на темном фоне. Темные, блестящие или прозрачные объекты, также могут затруднять **track/detected**, поскольку они не обеспечивают достаточных деталей поверхности. Иногда объекты, напечатанные на **3D-принтере** из одноцветного материала, также трудно отследить. **ПРИМЕЧАНИЕ.** Цвет физической модели не обязательно должен точно соответствовать цвету в CAD-модели, используемой для создания **Model Target**. Одна база данных **Model Target** может использоваться для обнаружения и отслеживания цветовых вариаций одного и того же продукта.
- ✓ **Чем сложнее геометрия объекта** и его **CAD-модели**, тем лучше работает его **track/detected** в данном методе. Кубы, сферы или объекты с очень удлиненными простыми формами могут быть легко перепутаны с другими объектами в настройках пользователя. Рекомендуется использовать объекты с острыми углами, вмятинами и выпуклостями. **НО!** Следует избегать симметричных объектов, так как **трекер Model Target** не сможет различить их стороны. Повторяющиеся детали, такие как идентичные выдавливания на поверхности, могут еще больше затруднить обнаружение и отслеживание.
- ✓ **Трекер Model Target** может допускать отклонения между объектом и цифровой моделью. При этом возможно, что гибкие или движущиеся части объекта не будут распознаваться или отслеживаться. Рекомендуется удалить из CAD-модели съемные детали, которые могут отсутствовать на физическом объекте, или движущиеся детали. Однако это рекомендации полезны только в том случае, если большая часть объекта жесткая. Объекты, которые в основном состоят из шарнирных или гибких частей, не поддерживаются.

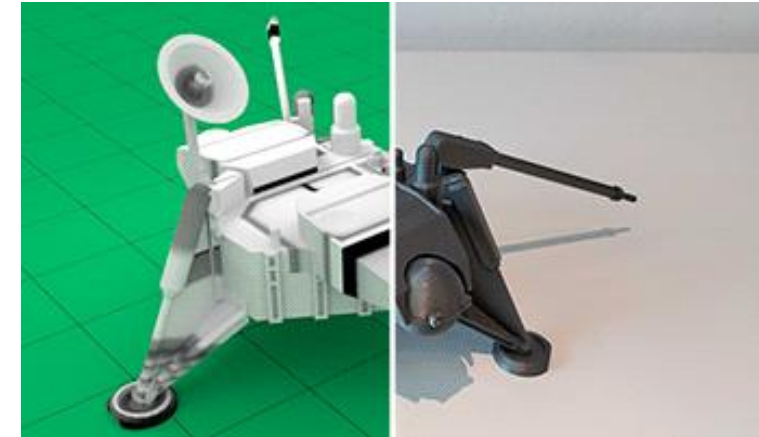


Model Targets Supported Objects & CAD Model Best Practices →

Принимая решение о выборе метода распознавания/отслеживания **Model Target** следует учитывать:

- ✓ **Физические объекты** должны иметь точно такую же форму и размер, как и их 3D-CAD модель, используемая для создания **Model Target (Matching CAD-model)**. Для надежной эксплуатации Приложений ДР важно иметь практически полное совпадение. Хотя неправильно масштабированные объекты могут быть обнаружены, производительность отслеживания будет ниже номинальной, если метрические шкалы не соответствуют у физического объекта и его цифрового двойника. По этой причине при использовании CAD-модели необходимо удостовериться в том, что **Model Target** настроен на корректный размер физического объекта в метрах как можно точнее. По практическим соображениям - поскольку иногда CAD-модели просто не представляют физический объект в масштабе 1:1 - технология **Model Target** может допускать до 10% отклонения между реальным и виртуальным объектом в качестве компромисса.

Дополнительные сведения см. В разделе [Best Practices for Scaling Model Targets](#)

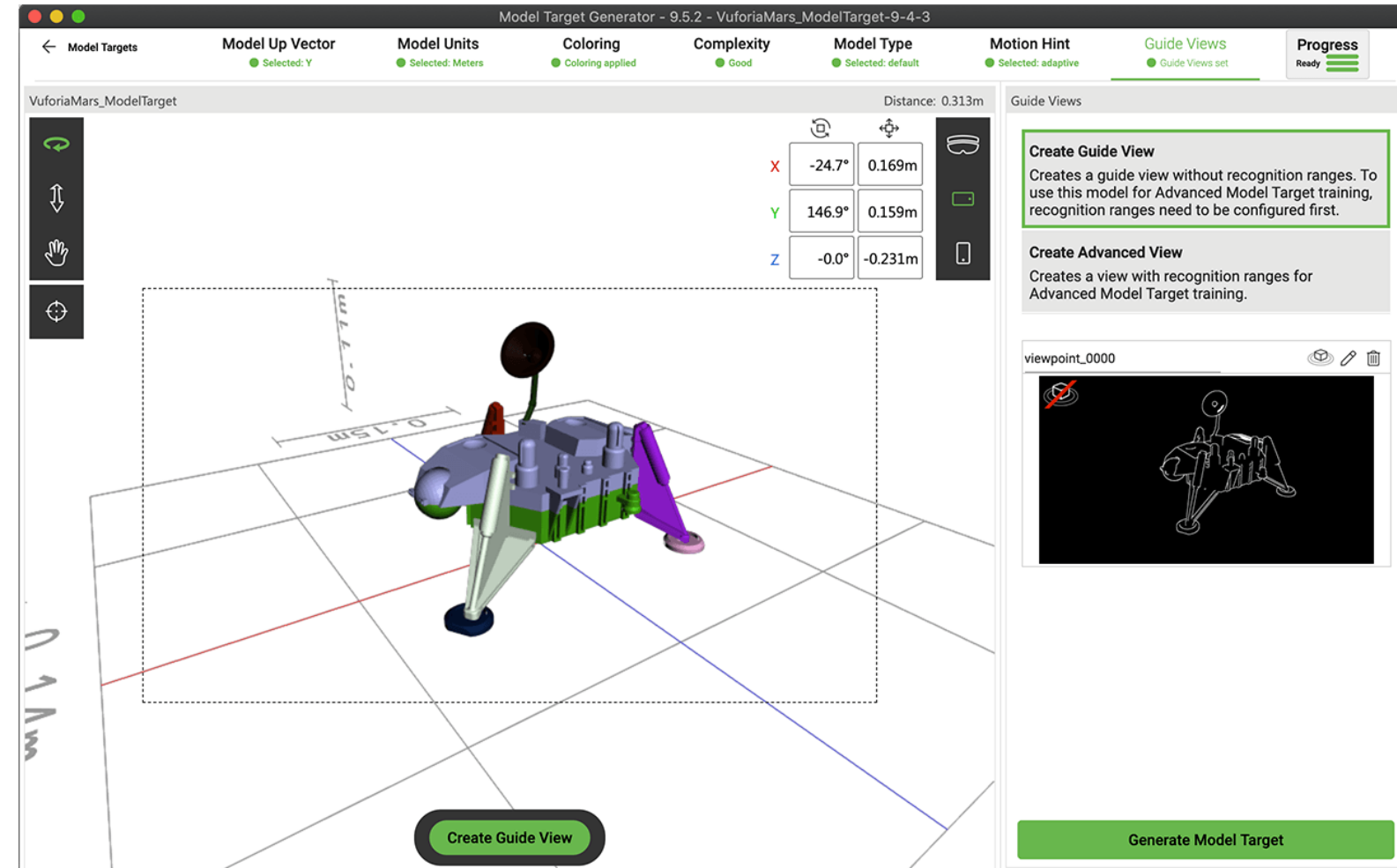


Для разработки **Model Target** необходимо воспользоваться специальным Приложением - [Model Target Generator \(MTG\)](#). **MTG** использует в качестве входных данных **3D-модель**, представляющую объект, который вы хотите отслеживать, проверяет его на пригодность, позволяет установить углы обзора и расстояние и создает базу данных **Vuforia**, которую можно импортировать в Проект разработки Приложения ДР в среде **Unity+Vuforia Engine**. Чтобы повысить удобство отслеживания **Model Target**, **Vuforia** предоставляет подсказку о движении, которая идеально подходит для отслеживания стационарных объектов. Дополнительная информация → [Optimizing Model Target Tracking](#)

Model Target Generator

MTG преобразует существующую 3D-модель в базу данных **Vuforia Engine**, которая может использоваться для отслеживания с использованием метода **Model Target**. Этот инструмент позволяет проверить, может ли данная 3D-модель использоваться для Model Target, т.е. – удовлетворяет ли она выше перечисленным требованиям, установить начальную позицию привязки, а затем экспортировать окончательную базу данных. База данных, сгенерированная **MTG**, включает в себя визуализации модели (рендеринг) из **Guide View**

(позиция обнаружения), которые можно использовать, если есть намерение создать свой собственный **Guide View** для просмотра изображений, которые могут лучше соответствовать визуальному стилю разрабатываемого Приложения ДР, чем **Guide**, предоставляемый по умолчанию **API Vuforia Engine**. Подробности инсталляции **MTG**, особенности интерфейса, поддерживаемые форматы загружаемых моделей и пр. – см. [Model Target Generator \(https://youtu.be/jbaUDMvv2Zw\)](https://youtu.be/jbaUDMvv2Zw)





Vuforia Engine:
How to Create Model Targets
<https://youtu.be/jbaUDMvv2Zw>

Augmented Reality Sales and Marketing Experience
for Polaris RZR - Built with Vuforia Engine's new 360
Model Targets

<https://youtu.be/c3Nlb1Rz9wY>

What you'll need for creating a model target

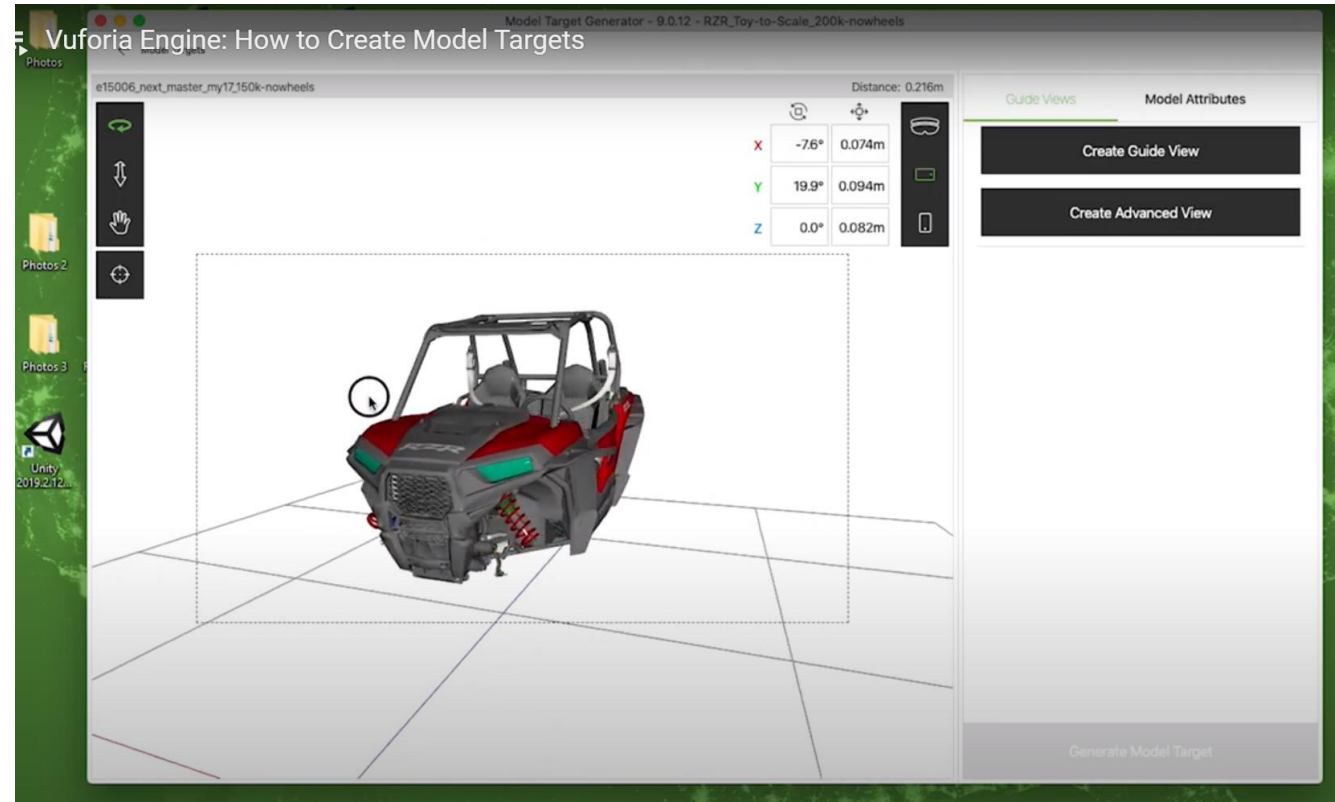
Unity 3D

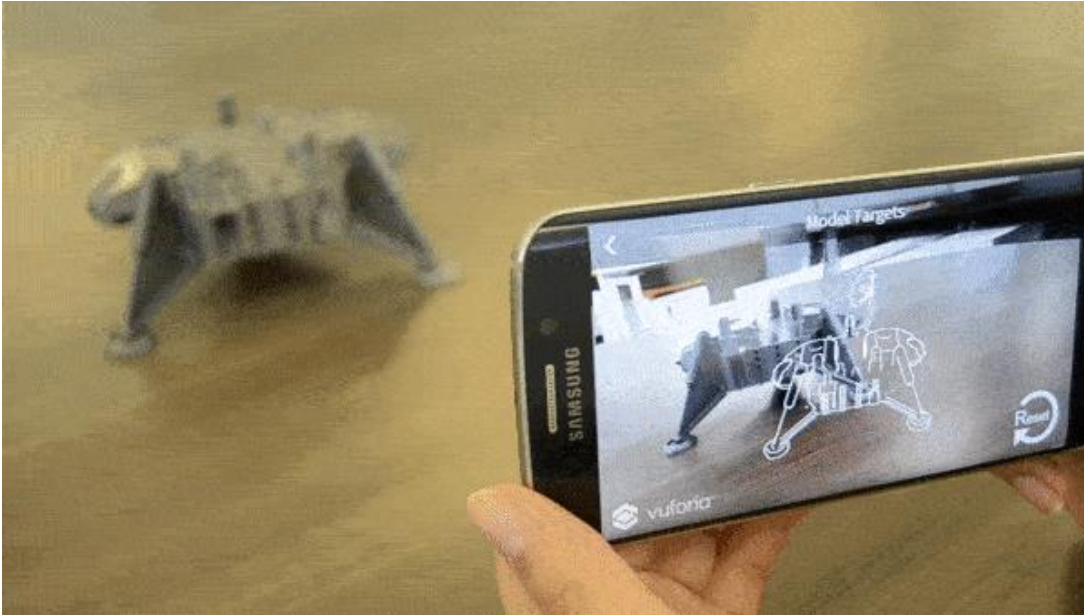
The Vuforia Model Target Generator

A Physical Object

Matching 3D CAD Model

Vuforia Engine



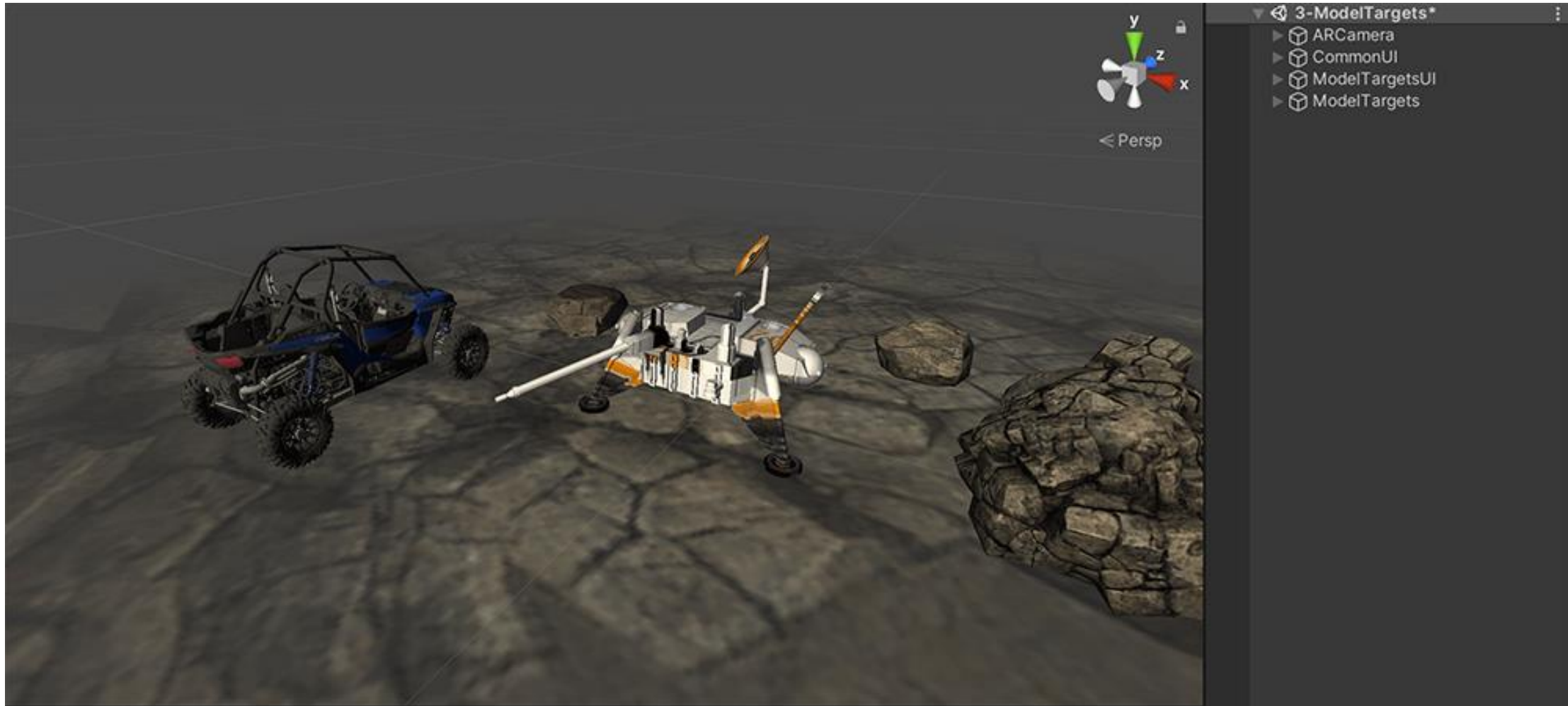


Рассматриваемый способ **reco/track (Model Target)** требует, чтобы пользователь держал свое устройство под определенным углом относительно реального объекта и на определенном расстоянии, чтобы начать отслеживание **Model Target**. Чтобы облегчить этот процесс, Приложение ДР, использующее этот метод **reco/track**, как правило, «рисует» в области отображения смартфона/мобильного устройства контурное изображение обнаруживаемого/распознаваемого объекта, показывающее

приближение к реальному объекту с этого расстояния и угол обзора, так что пользователю просто нужно переместить свое устройство, пока реальный объект не совпадет с контурным изображением. После этого может начаться отслеживание и позиционирование контента относительно целевого реального объекта. В **Vuforia Engine** контурное изображение, формируемое с помощью **3D**-модели и угол/расстояние относительно реального объекта, которому соответствует контур, называются **Guide View**.

Как **Guide View** формируется и работает с типичным **AR**-Приложением, использующим **Model Target** → [Introduction to Model Targets in Unity & Model Target Test App User Guide.](#)

Как разработать Проект ДР с использованием метода таргетирования **Model Target** в среде объектной разработки **Unity** см. → [Introduction to Model Targets in Unity](#)



Остановимся подробнее на трех перечисленных выше методах реализации **recognition** и **tracking**, объединенных в одну общую группу **Tracking Objects**

➤ **Model target from a 3D Scan** – создаются с использованием реального объекта. Сканирование реального объекта исключает необходимость наличия его **3D-модели**. Здесь существуют два возможных пути создания данного подтипа **Model target** – два варианта произвести сканирование объекта с целью получения облака точек:

а. За счет подключения специального оборудования для сканирования – см. описание процесса разработки **Model target** с использованием подключенных сканеров [hardware aided structure scanner](https://library.vuforia.com/articles/Solution/how-to-create-model-targets-from-3d-scans.html#hardware-3d-scanning).
(<https://library.vuforia.com/articles/Solution/how-to-create-model-targets-from-3d-scans.html#hardware-3d-scanning>)

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ – описанный здесь способ получения облака точек с помощью подключенного сканера ([Occipital Structure Sensor](#)) для последующего их преобразования в **Model target** может быть использован **для iOS – мобильных устройств**.

б. Из высококачественных изображений физического объекта целиком, т.е. с разных его сторон. Кроме того, для последующей обработки изображений с целью преобразования их в облако точек для создания **Model target** требуется специальное программное обеспечение для фотограмметрии ([photogrammetry](#)).

В обоих вариантах в результате выполнения манипуляций с помощью упомянутого оборудования или ПО создается сеть, на основании которой затем создается цифровая **3D-модель** для загрузки в **Model Target Generator**. Сеть может предварительно обрабатываться в ПО для моделирования (упрощение или очистка) , прежде чем цифровая модель будет готова для импорта в **MTG**.

vuforia® engine™ **Распознавание → recognition**

Особенности и преимущества использования каждого из трех перечисленных методов реализации **recognition** и **tracking**, объединенных в одну общую группу **Tracking Objects**, собраны в таблице:

Tracking Feature	Условия применимости
Object Target	Для небольших объектов с богатой текстурой. Примеры: игрушки, мелкая бытовая техника, платы/микросхемы, и пр.
Model target	Для объектов, у которых существует разработанная для них 3D-модель (CAD-модель). Примеры: объекты трехмерной печати, автомобили, оборудование, промышленные объекты, текстурированные или нет.
Model target from a 3D Scan	Полезно, когда CAD-модель физического объекта недоступна. Примеры: промышленные объекты или оборудование, деревянные предметы, статуи. Неотражающие и темные матовые объекты могут не работать. Аппаратное сканирование предпочтительнее использования фотограмметрии.

Стратегия разработки Приложений ДР - эффективное объединение физического и цифрового миров

Augmented Reality
раскрывает ценность
КОНВЕРГЕНЦИИ
ФИЗИЧЕСКОГО,
ЦИФРОВОГО и
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
МИРОВ

