



Технологии DCS

Объёмное освещение и облака

Неотъемлемой частью любого авиасимулятора является небо. Как разработчики, мы с особым вниманием относимся ко всем возможным атмосферным явлениям, стараясь реализовать их настолько реалистично и эффективно, насколько позволяет современное оборудование.

Eagle Dynamics SA

За долгую историю развития компании подходы к формированию облаков несколько раз кардинально менялись. Первые итерации были основаны на системе частиц, где каждое облако представлялось как отдельный объект. С одной стороны, это позволяло относительно легко распределять облака по пространству и использовать эту информацию в игровой логике для блокировки видимости датчиков. Однако с точки зрения рендеринга это была неэффективная техника с целым рядом проблем и недостатков, включая проблемы с сортировкой не попадающих в поле зрения и вращением/пересечением частиц при повороте головы, особенно в VR. Кроме того, было практически невозможно эффективно описать и отрисовать огромные многослойные облачные образования с частицами, которые отбрасывают тени на всё и на самих себя в том числе, и при этом, адекватно учесть рассеивание и ослабление света.

Наш новый подход предполагает полный отказ от систем частиц в пользу техники «ray marching» маршировки лучей. В этом подходе облака больше не существуют как отдельные объекты, а представляются в виде непрерывного объёма, где плотность облаков известна в каждой точке пространства. Чтобы отрисовать такой объем, необходимо пройти по нему вдоль линии визирования в каждом пикселе экрана и вычислить точное значение путём интегрирования значений освещённости и непрозрачности облаков. Это позволяет:



- Эффективно разрешать проблему самозатенения облаков, земли и всех объектов;
- Реализовать физическую модель рассеяния света, аналогичную той, что используется в нашей модели неба;
- Удобно описывать большие объёмы облаков различных типов.

В 2014 году была разработана первая версия облаков с базовой маркировкой лучей. Они были однослойными и рассчитывались для плоской Земли, с заметными ограничениями по качеству и расстоянию прорисовки. Самозатенение рассчитывалось со значительными ограничениями. Поддерживалась глобальная карта покрытия, позволяющая рисовать фронты. Однако, учитывая мощность видеокарт в то время, мы не могли интегрировать их в бюджет рендеринга кадров таким образом, чтобы удовлетворить большинство наших пользователей, которые использовали самые разные видеокарты от разных производителей. Те, кто давно с нами, возможно, помнят, как в одном из патчей, объёмные облака во время заката рисовались на главном экране вместо фона, а камера скользила по их краю, имитируя полет. Мы с сожалением могли констатировать, что время для новых облаков ещё не пришло, и проект был отложен до лучших времён.

Время шло, вычислительные мощности росли, а с ними и возможность решать новые задачи. Уже стало очевидно, что однослойных облаков уже недостаточно - они не позволяли описывать многослойные конфигурации или существование разных типов облаков, включая кучево-дождевые, в одном объёме. И создание новых атмосферных эффектов с поддержкой сферической Земли стала приоритетной задачей.

В 2021 году была выпущена новая система объёмных облаков, написанная практически с нуля. Эта система:

- Учитывает сферичность Земли.
- Позволяет создавать до 16 независимых слоёв.
- Имеет радиус прорисовки 400 км, который может быть увеличен без существенной потери качества.



- Имеет высокотехнологичные и эффективные механизмы интегральных расчётов освещения и создания облаков на экране.
- Имеет самозатенение, которое больше не ограничивается малым радиусом - облака на горизонте отбрасывают тень на всю карту.
- Обеспечивает адекватное смещивание всех прозрачных объектов и эффектов с облаками.
- Устранена проблема пропадания эффектов пресептации на стекле при использовании облаков на основе частиц.
- Может работать как для дождя, так и для снега.
- Реализует большинство оптических эффектов, проявляющихся в облаках, таких как радуга, луна, ореолы, сияние и эффекты:
 - [Ореол \(Гало\)](#)
 - [Глория \(Большое Сияние\)](#)
 - [Белая радуга](#)
 - [Лунная радуга](#)

На сегодняшний день реализованы далеко не все возможности нашего рендерера облаков. Поэтому, к основным направлениям дальнейшего развития мы относим:

- Дальнейшее расширение многообразия при автоматической генерации облаков
- Поддержка ранее не создаваемых типов облаков
- Реализация эффектов молний.
- Улучшение качества рендеринга и расчётов освещения, а также их оптимизация.
- Возможность описания облачных фронтов и локальных образований.
- Динамическое моделирование облаков исходя из внешних условий.
- Использование реальных погодных данных.
- Разработка интерфейса редактора облаков.
- Поддержка оптических датчиков объектов сцены.



Проблемы реализации тумана

Туман, как отдельный атмосферный эффект, существует в DCS с самого начала, но:

- Рассчитывается без учёта сферичности Земли
- Не учитывает атмосферный свет и плохо вписывается в освещение сцены.
- Не получает теней от новых облаков и не сливается с ними.
- Всегда непрерывный и однородный.
- Он не может затенять сам себя
- Не сливается с дождем.

Пыльные эффекты реализуются аналогично, но как самостоятельный, отдельный эффект, и они также не могли смешиваться с новыми облаками или не получали тени от них. Более того, эффект пыли в настоящее время не влияет на возможности телевизионных и других сенсоров. Поскольку новые облака рассчитываются для сферической Земли, а текущий туман — для плоской, их невозможно адекватно объединить. Это потребовало реализации нового тумана в контексте сферической Земли.

Чтобы сделать туман полностью совместимым с новыми облаками, было логично сделать его частью системы. То, что кажется простой задачей, крайне нетривиально при попытке отрисовать туман за один проход вместе с облаками, сохраняя информацию о плотности тумана в том же объёме, что и данные облаков. Это связано с несопоставимыми плотностями данных, требуемыми для описания облаков и тумана. Описание низкого и плотного тумана требует очень мелкого размера вокселя, тогда как для небольшого облака достаточно значительно большего вокселя. Более того, даже сегодня техника прокладки лучей для облаков довольно тяжела, и весь кадр облака не отображается полностью за один проход. Вместо этого используется временное перепроектирование, позволяющее повторно использовать



образцы облаков, нарисованные в предыдущих кадрах. Эта техника не идеальна; она вносит ряд проблем и артефактов, которые усугубляются при попытке отрисовать тонкий и плотный туман на фоне земли. Все это представляет серьёзную проблему для разработчиков, даже на современном оборудовании и технологиях.

На сегодняшний, день нам не известно ни об одной успешной реализации унифицированного рендера облачной системы, способного отрисовывать туман за один проход без существенной потери производительности.

Новый Туман!

Однако, несмотря на все трудности разработки, нам удалось найти действительно передовое решение, которое разом решало все вышеперечисленные проблемы.

Итак, Новый Туман:

- Реализует новаторский рендер тумана, нигде ранее не описанный на сетевых ресурсах разработчиков.
- Полностью совместим с действующими облаками и является их неотъемлемой частью.
- Рассчитывается на параметрах сферической Земли.
- Обеспечивает стабильное качество тумана без необходимости понижать разрешение для заднего плана.
- Может быть, как чрезвычайно плотным до самой земли, так и едва заметным.
- Получает тени от облаков и земли.
- Учитывает самозатенение.
- Визуально бесшовно смешивается с облаками.
- Может иметь любой цвет и правильно смешиваться с облаками другого цвета.
- Полностью совместим с объёмным дождём.
- Поддержка фрагментарности и разнородных участков.



- Может быть анимированным, и мы реализовали эту возможность!
- Имеет максимальную толщину 5 км и может использоваться для имитации взвешенных в воздухе частиц (таких как пыль и песок). Пыльные и песчаные бури теперь реализуются на основе нового тумана и полностью совместимы с затенением. Как и туман, эффект пыли теперь влияет на перекрытие прямой видимости сенсоров, чего никогда было в предыдущих версиях DCS.

Во вкладках погоды редактора миссий вы можете настроить анимационные параметры тумана вручную или выбрать автоматический режим. В настоящее время в автоматическом режиме туман появляется на закате и рассеивается после восхода солнца. Этот режим будет значительно доработан и развит в будущем с учётом погодных условий, осадков, плотности облаков, температуры, влажности и т. д. И это только начало!

Мы также добавили в API скрипты для работы с туманом, который позволяет анимировать туман любым способом и привязывать его к событиям. Все это синхронизируется по сети, позволяя анимации тумана быть частью сетевых миссий.

Читайте: <https://www.digitalcombatsimulator.com/en/support/faq/1257/#3342022>

Объёмное освещение

Рассеивание света — одна из ключевых особенностей облаков и тумана, создающая эффект свечения вокруг источников света. Мы хорошо продвинулись и в этом направлении и добавили поддержку объёмных источников света. Туман и облака теперь принимают освещение от различных источников света в зависимости от их плотности и при этом сами могут переизлучать.

Более того, облака и туман теперь получают и рассеивают свет, отражённый от земли и наземных объектов. Вы можете заметить, как облака и туман освещаются городскими огнями, делая ночное освещение ещё более реалистичным.



Скриншоты, полученные с новым туманом



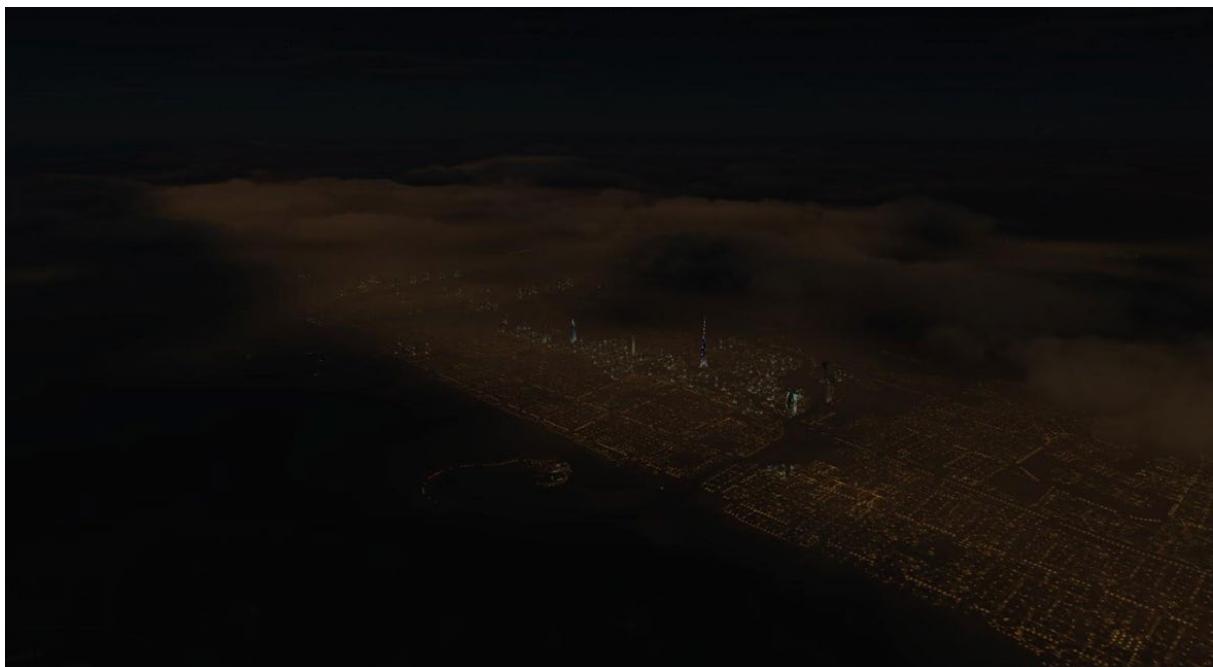
Eagle Dynamics SA | Технологии DCS | Объёмное освещение



© Eagle Dynamics SA



Скриншоты, полученные с объёмным освещением



Eagle Dynamics SA | Технологии DCS | Объёмное освещение



© Eagle Dynamics SA

Eagle Dynamics SA | Технологии DCS | Объёмное освещение

