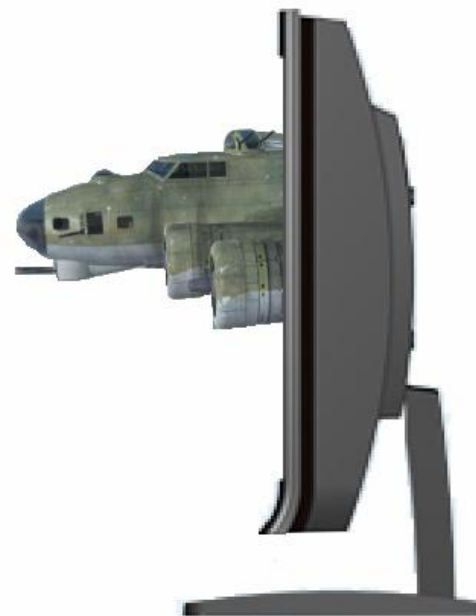


Экспорт графических ресурсов для Next-Gen платформ

Александр Долбилов
Арсений Капулкин
CREAT Studios

С чего всё начиналось

- Технологическое демо для PS3 на PSSG
 - Портирование CREAT Engine на Xbox 360 (iZ3D)
 - Портирование CREAT Engine на PS3



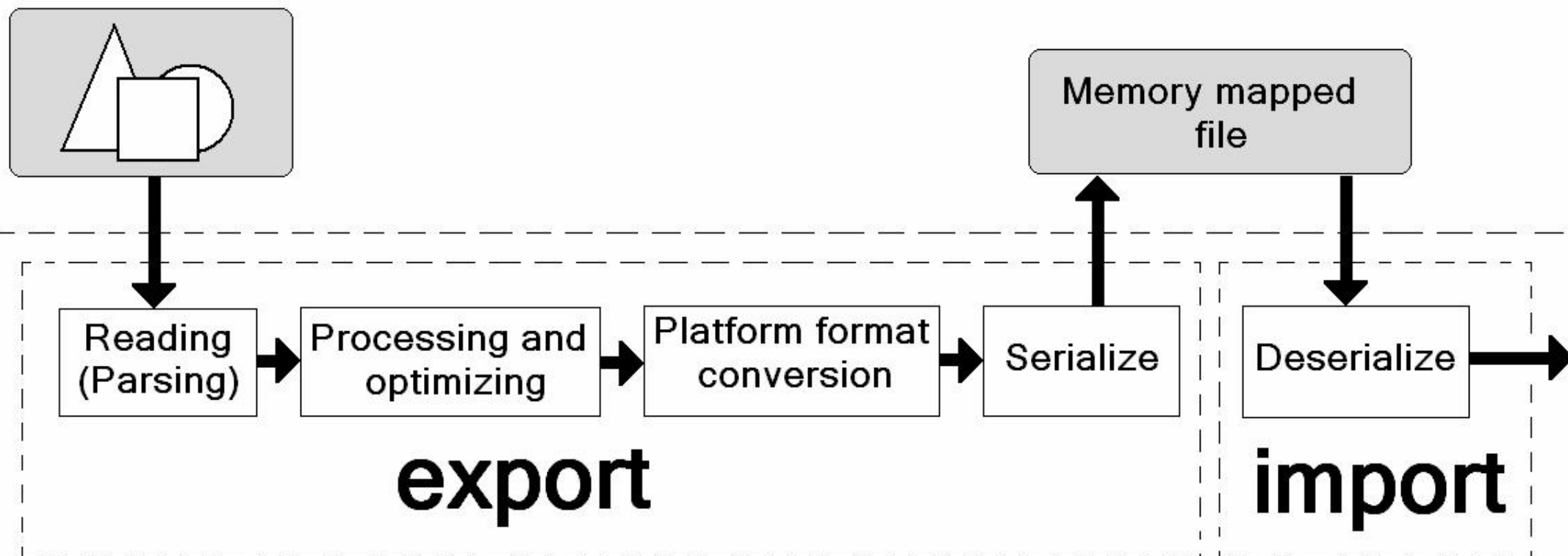
План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- Экспорт...
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

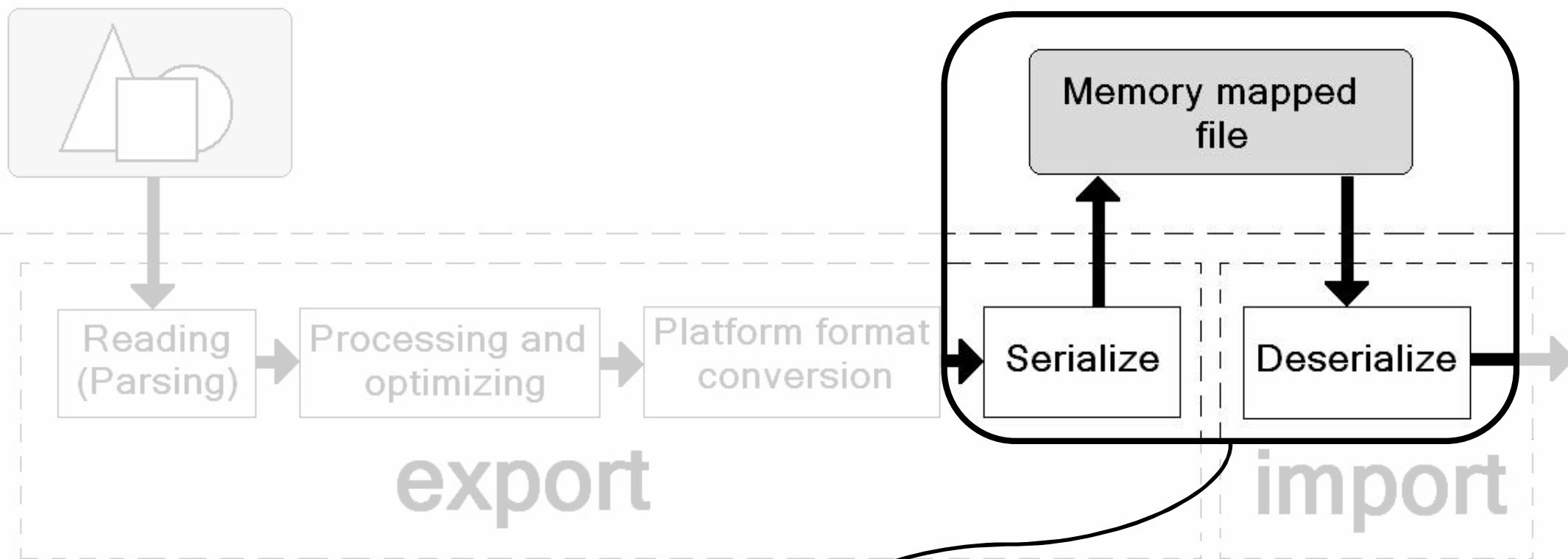
План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- Экспорт...
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

Экспорт и импорт



Экспорт и импорт

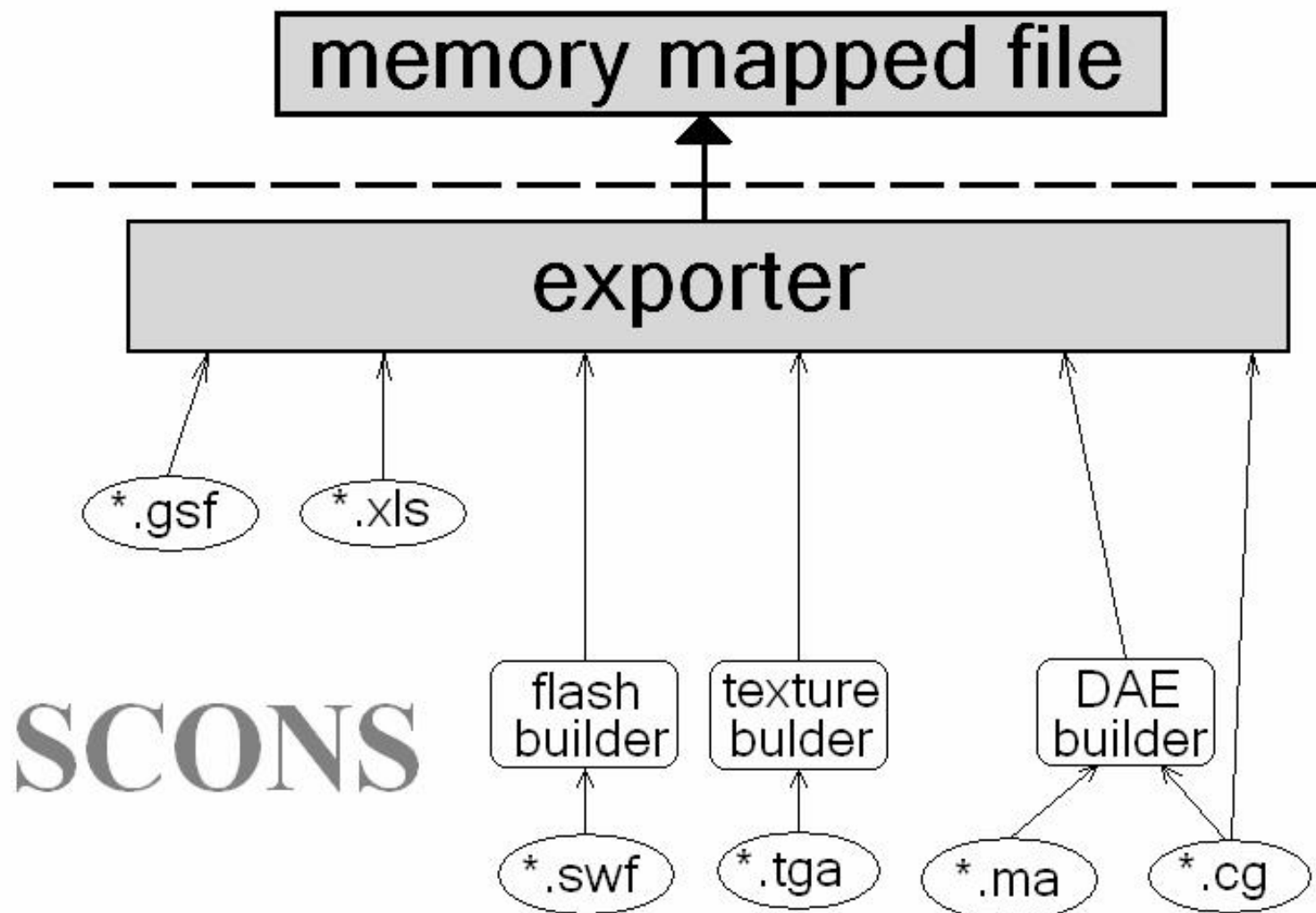


Заякин Евгений, «Компиляция данных - think different»

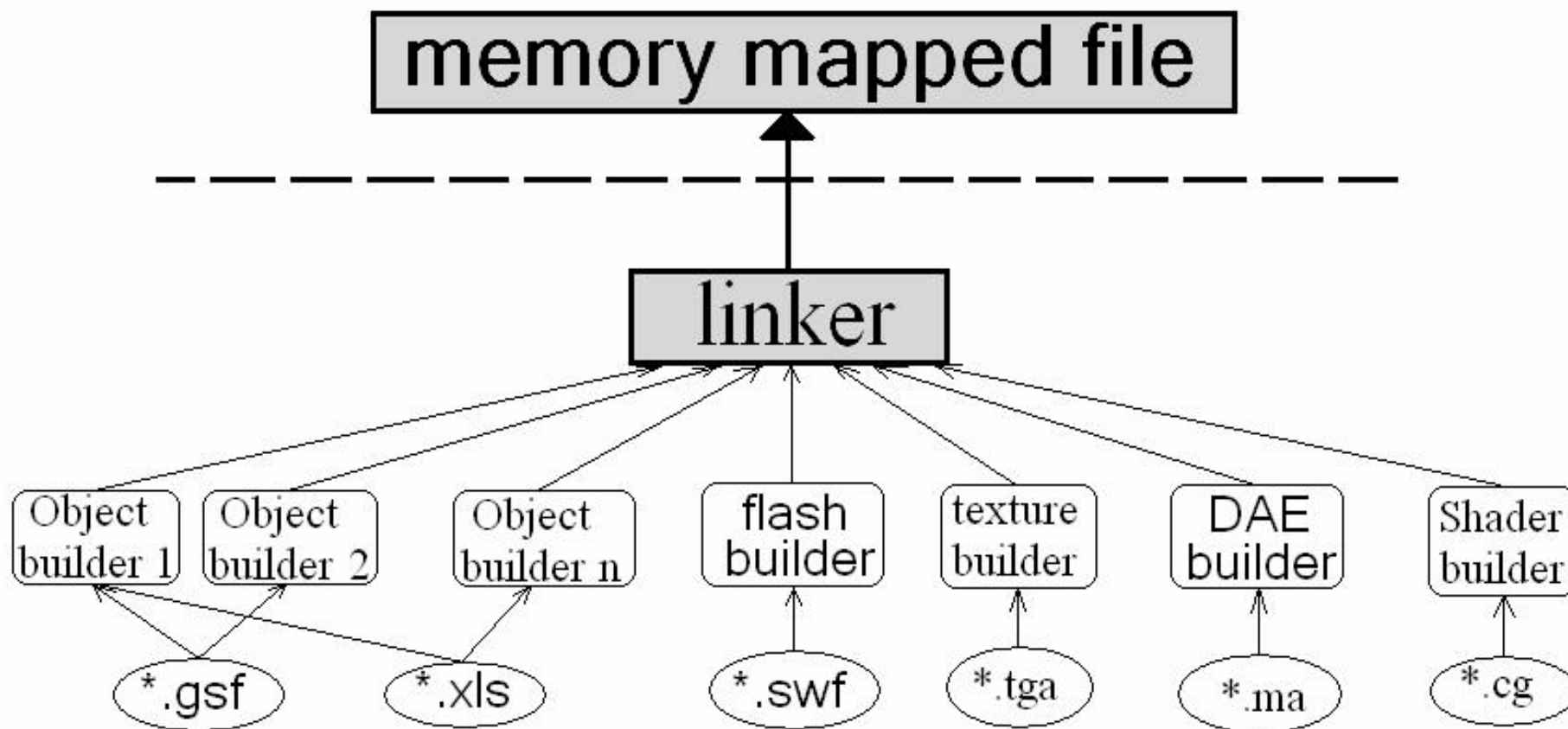
Система сборки (SCons)

- Исходные данные
- Билдеры
 - алгоритмы преобразования данных
- Результат сборки - бинарный образ игры
 - исполняемый файл игры
 - динамически подключаемые библиотеки
 - **Уровни (90% от времени всей сборки)**
 - динамически подгружаемые данные

Структура экспорта сейчас



Светлое будущее...



SCONS

План доклада

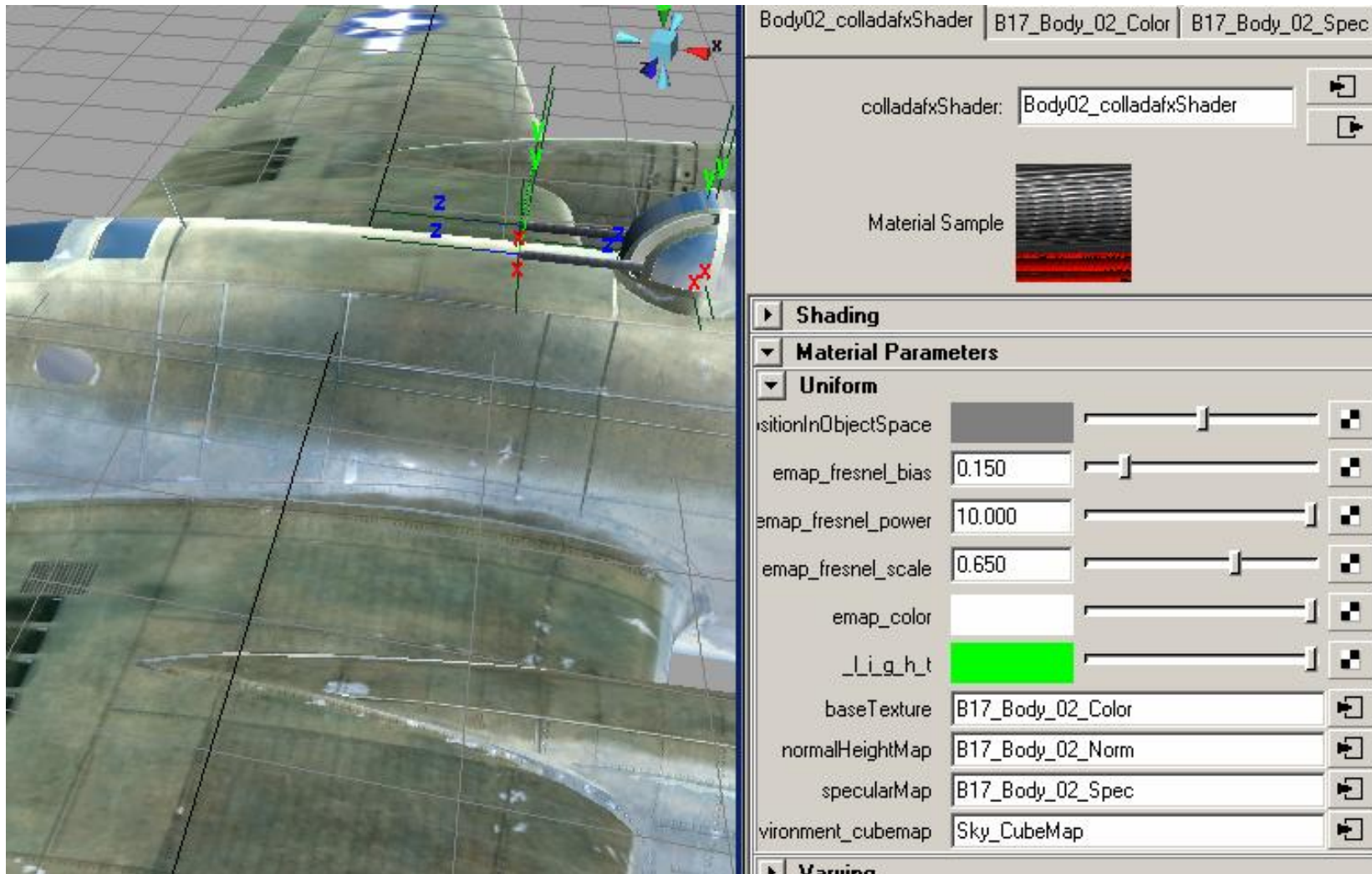
- Структура экспорта и импорта
- **COLLADA**
- Экспорт...
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

- Было
 - Export из Maya проприетарным плагином
 - в промежуточный формат
- Стало
 - Export из Max/Maya с помощью COLLADA
 - В частности, потому что существующий арт для демки был сделан «под» COLLADA
 - Уже настроенные ColladaFX материалы
 - Также ColladaFX казался удачным решением проблемы настройки материалов

COLLADA

- XML-based формат для хранения 3D сцен
 - XML Schema
 - Спецификация
- Экспортеры для ряда пакетов
 - Max, Maya, XSI, Blender, ...
- Настройка материалов в DCC
 - ColladaFX

ColladaFX



- **Плюсы**
 - Более отвязанный от Maya пайплайн
 - Настройка материалов в DCC (ColladaFX)
 - Поддержка в сторонних приложениях
- **Минусы**
 - Сложная и избыточная схема
 - Медленный экспорт из DCC
 - Все типичные проблемы с middleware

- ColladaMaya
 - Очень неудобный интерфейс для художников
 - Некорректно работает с batch build
- ColladaMax
 - В несколько раз хуже
 - Много багов
 - Падения, некорректная работа, etc.
 - Ощущение, что использовали только мы :-/

COLLADA – не панацея

- Это – просто экспортер
 - Постоянная поддержка
 - Проблемы с системами координат, unit scale, etc.
- Это – дополнительный слой кода
 - Отладка проще, если вы в нем уверены, и сложнее, если нет
- Мало/нет библиотек, облегчающих жизнь

- После того, как основная часть доклада была готова...
- No more free support for open-source COLLADA tools
 - ColladaMaya/Max будут развиваться open-source сообществом
 - Premium support от Feeling Software
 - 4000\$ USD в год для студии в 50 человек

План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- **Экспорт...**
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

- Shader
 - Алгоритм рендеринга
 - Как правило – пара vertex shader + pixel shader и стандартный код настройки рендера
 - Иногда – последовательность custom команд рендера
- Material
 - Контейнер параметров шейдера
 - Layout данных определяется шейдером

- Vertex shader + pixel shader
 - Auto parameters
 - Параметры окружения, которые система может посчитать и поставить автоматически
 - WorldViewProjection matrix, Eye position, etc.
 - Custom parameters
 - Object color, normal map, etc.
- Render states
 - Alpha blend, depth test, etc.

- Со стороны DCC поддержано 2 варианта получения материала:
 - COLLADA FX Material
 - явное задание пары vertex shader + pixel shader
 - Default Material
 - косвенное определение пары vertex shader + pixel shader по названию стандартного материала (phong, blinn, lambert ...)

Default Material

- blinn == 'Default/Maya/blinn.cg'
 - vs_main и ps_main
- Поддержка разных типов параметров
 - diffuse (color или texture)

```
#ifdef CRS_DIFFUSE_COLOR
    float4 color = input.color;
#else
    float4 color = tex2D(DiffuseSampler, input.texcoord0);
#endif
```

- Auto parameters
 - Использование имени переменной для определения типа параметра
- Custom parameters
 - Экспортируются COLLADA
- Render states
 - Есть поддержка в COLLADA
 - Используем custom флаги в DCC

Материалы - итоги

- Поддержка default materials обязательна
- Система настройки custom материалов нужна
 - ColladaFX – возможное решение
 - К сожалению, не очень хорошее
- Материалы – часть общего пайплайна
 - Связь с геометрией

План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- **Экспорт...**
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

- **TexLib**
 - Единая база данных текстур
 - Настройки per platform (формат, размер, etc.)
 - Работает с source данными (psd, bmp, tga)
 - Визуальный тул для художников
- **TexExporter**
 - По данным из texlib собирает финальную текстуру

TexExporter

- Свой код сборки финальных данных для каждой платформы
 - Код оперирует массивом пикселей
 - (код чтения разных форматов файлов, генерации mip уровней и палитризации – общий)
- Выход утилиты – бинарный файл, из которого можно десериализовать текстуру
 - Текстура – это common data + platform data
- Результаты работы кешируются

TexExporter: Win32

- Сборка всех мипов в нужном формате
 - BGRA (никакого reordering в load time)
 - DXT1-5
 - Для сжатия используется NV-DXT/D3DX
- При загрузке – стандартные операции
 - CreateTexture
 - Lock/Unlock/метсру
 - Иначе никак :(

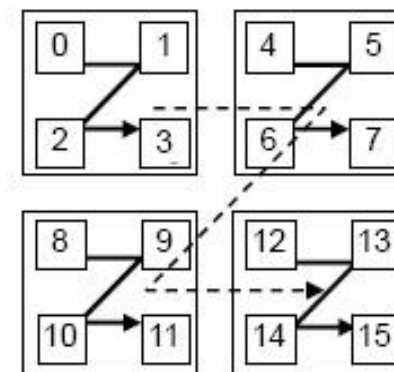
- Tiling
 - Текстура разбивается на тайлы (32x32 блока)
 - блок – 1x1 или 4x4 (DXT) пикселя
 - В пределах тайла блоки переупорядочиваются
 - XGTileSurface
- Mip tail packing
 - Уровни 16x16 пикселей и меньше упаковываются в 1 тайл
 - Минимизация потерянного пространства

TexExporter: Xbox360 (2)

- Практически весь код для экспорта есть в SDK
- При загрузке – фиксир «объекта» текстуры (IDirect3DTexture9)
 - Так как нет разделения на system/video memory, а данные текстуры уже загружены при загрузке общего пак файла

- Swizzling

- Только для power-of-two и не DXT текстур
- Если текстура не swizzled, то pitch обязан совпадать для всех (!) mip-уровней



- Чем меньше non-POT текстур, тем лучше
 - +100% памяти на mip уровни

TexExporter: PS3 (2)

- При загрузке – копирование данных в video memory
 - Лучше чем на PC – все данные в HW формате
 - Хуже чем на XBox360 – копирование
- В будущем
 - Копирование с помощью RSX (DMA)
 - Загрузка секций сразу в нужную память
 - С помощью SPU (DMA)

Текстуры - итоги

- Самый большой объем данных
 - Скорость обработки – критична
 - Без кеша мы бы так и не закончили демку
- Standalone компонента
 - Отсутствие связей с другими компонентами
- Layout данных разный для всех платформ

План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- **Экспорт...**
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

- Чтение данных из .DAE
 - Triangle lists
- Уменьшение размера вершины
 - Выбор нужных атрибутов
 - По входным параметрам vertex shader
 - Сжатие атрибутов
- Уменьшение количества вершин
 - Индексирование

Сжатие атрибутов

- **Квантование**
 - float16 вместо float
 - HEND3N/СMP (11:11:10) вместо float3
- **Сжимающее преобразование**
 - Scale + offset или decompression matrix
 - Эффективная утилизация точности типа
 - float16 vs. short
- **Максимальное сжатие в 4 раза!**

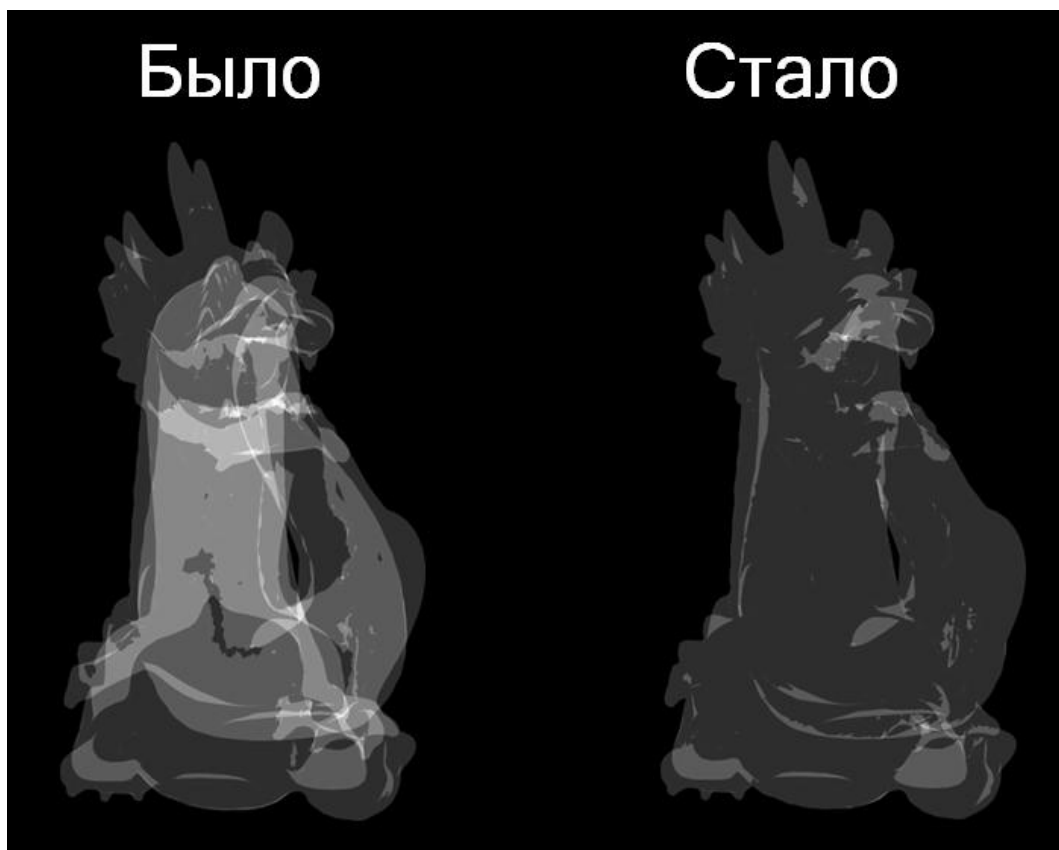
- Изменение порядка треугольников
 - Оптимизация для post-transform vertex cache
 - Оптимизация overdraw
- Изменение порядка вершин
 - Оптимизация для pre-transform vertex cache
 - D3DXOptimizeVertices
- Важен порядок осуществления оптимизаций

- Cache для трансформированных вершин
 - Уменьшает количество выполнений VS
 - Размер порядка 16-24 вершин на next-gen
- $ACMR = \# \text{ transformed vertices} / \# \text{ triangles}$
 - меняется в диапазоне [0.5 – 3]

Вариант	ACMR
Теоретически идеальный	0.5
Без оптимизации (среднестатистический)	1.5
С оптимизацией (среднестатистический)	0.7

Overdraw

- Переставляя местами треугольники можно уменьшить среднее значение `overdraw` в ~2 раза



Overdraw vs. ACMR

- Post-transform vertex cache
 - Hoppe (D3DXOptimizeFaces)
 - K-Cache
- Overdraw
 - Barczak
 - Nehab
- Overdraw + Post-transform vertex cache
 - TOOTLE 1.1 (Sander + Nehab + Barczak)
 - **TOOTLE 2.0 (Sander + Nehab + Barczak)**

- Потеря в скорости может быть критична
 - Одно из возможных узких мест на PS3
- Не забывайте про качество
 - Любая оптимизация с потерей точности отключается
 - Флаги в DCC для моделеров
- Большинство оптимизаций прозрачны для остального пайплайна

План доклада

- Структура экспорта и импорта
- COLLADA
- **Экспорт...**
 - ... материалов и шейдеров
 - ... текстур
 - ... геометрии
 - ... анимации

- Из .DAE читается иерархия <node>
 - Каждый элемент переходит в узел SG в игре
 - Скелет
 - Локаторы с автоматической привязкой (attach to node)
- Задача – сохранить анимацию узлов
 - Вне зависимости от типа
 - Кости, локаторы, узлы для геометрии
- Несколько анимаций в одном файле

To bake or not to bake?

- Два варианта экспорта анимаций
 - Анимационные кривые «как есть»
 - Sampling + сжатие
- На данный момент выбран первый вариант
 - Дешевле в реализации
 - Размер анимаций на данный момент не критичен
 - В будущем возможен переход на второй

- Есть очевидные проблемы
 - Разные типы интерполяции
 - Либо поддерживать все типы, либо ограничивать художников
 - DCC-specific детали
 - Segment scale compensate в Maya
 - Строго говоря, не про анимацию, но в случае sampling или статических трансформаций проблемы нет
 - Трансформация node не является TRS

Scene node vs. anim node

- В COLLADA трансформация узла это
 - Набор последовательных «примитивных» трансформаций (T/R/S/matrix)
- В Maya трансформация узла это
 - До 11 T/R/S трансформаций (pivots, etc.)
- Старое решение – размножить узлы SG
- Новое решение – набор «анимационных» узлов

- Standalone компонента
 - Связана с остальными компонентами через узлы SG
 - Иерархия SG не меняется
 - Скиннинг работает независимо
 - Кости – узлы SG
- Весь код кросс-платформенный

- Чем больше работы делается на экспорте
 - тем лучше
 - Конвертация в HW-specific форматы, оптимизация, byte reordering, etc.
- Чем быстрее работает экспорт – тем лучше
 - Эффективные алгоритмы
 - Кеширование результатов
 - Distributed data builds, anyone?

- COLLADA Specification
 - <http://khronos.org/collada/>
- Feeling Software
 - <http://www.feelingsoftware.com>
- SCons
 - <http://www.scons.org/>
- ATI Tootle
 - <http://ati.amd.com/developer/tootle.html>

Вопросы

?

a.dolbilov@creatstudio.com

a.kapoulkine@creatstudio.com