西川善司のゲーム開発マニアックス(グラフィックス編)

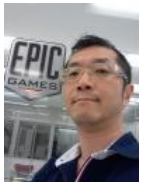
2012年8月22日

(60分)

パネリスト

- 西川善司
  - トライゼット、テクニカルジャーナリスト
- 下田純也
  - Epic Games Japan、ライセンシー・サポート、サポート・マネージャー
- 石田智史
  - 株式会社カプコン、技術研究部、プログラマー
- 高部邦夫
  - 株式会社コナミデジタルエンタテインメント、小島プロダクション制作部、テクニカルディレクション担当
- 岩崎浩
  - 株式会社スクウェア・エニックス、テクノロジー推進部、リード R&D エンジニア
- 竹重 雅也
  - NVIDIA、デベロッパーテクノロジーエンジニア

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩崎浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

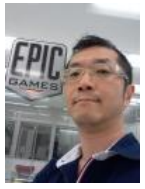
Deferred系対Forward+

- 共に動的光源の数を無制限に出来る次世代レンダリングメソッドとして注目されている
- 皆さんに質問
  - どっちが有望と感じていますか

BATTLEFIELD3(EA,2011)

LEO (AMD,2012)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

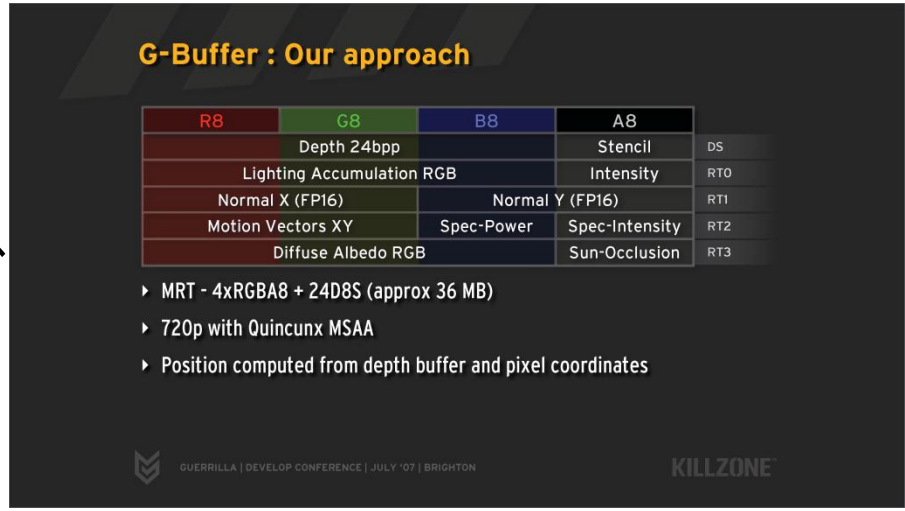
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

Entertainment Diversity

Deferred系対Forward+

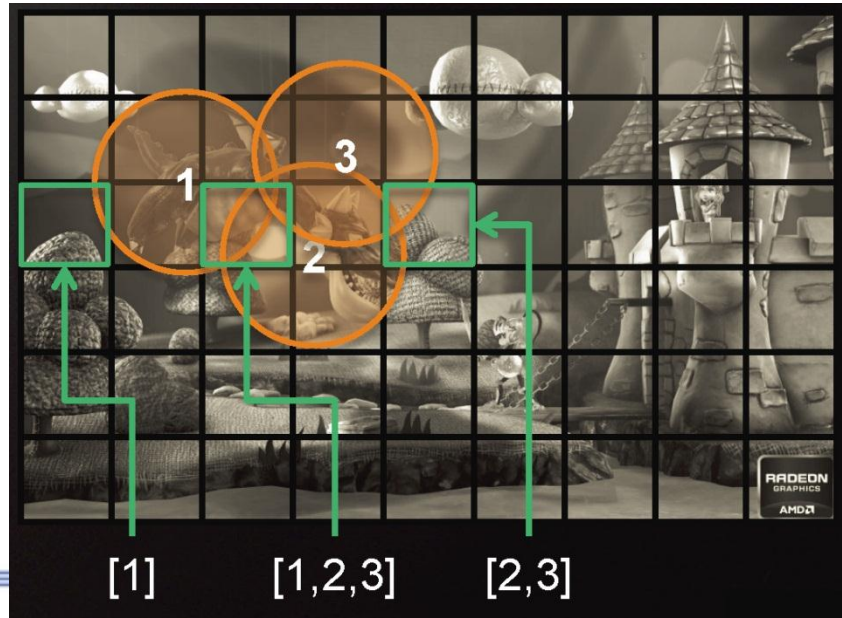
- Deferred系
  - 先行してジオメトリをレンダリング
  - その際に後段に必要な中間パラメータをMRT(Multi Render Target)にて複数バッファに出力
    - これをG-Bufferという
  - 後段でこの中間パラメータを参照しながらライティングやシェーディングを行う
    - 画面座標系で光源をレンダリングするようなイメージ



KILLZEON2(SCE,2009)

Deferred系対Forward+

- Forward+
  - Zバッファレンダリングをおこう
  - 画面を画面座標系でタイルに分割
  - そのシーンに存在する動的光源が画面内のどこに存在してこのシーンのレンダリング関わるか否かをComputeShader(GPGPU)にて判断
    - 結果を有効光源リストとして出力
  - 通常のForwardレンダリングを実施
    - その際に光源リストを参照しながらライティング、シェーディングを行う

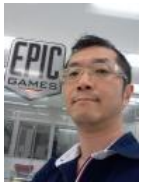


Deferred系対Forward+

- Deferred系の特徴(長所・短所)
  - 遠くの光源からのスペキュラが反映されるアリティと美しさ
  - MSAAとの相性が悪い
    - スクリーンスペースのアンチエイリアスで対処できる?
  - 半透明との相性が悪い
    - Order Independent Transparency(OIT)の概念の導入の必要性
    - Forwardパスを追加すればいいだけ?
  - 1個のシェーダでなくてもパスを分ければ色んなライティング表現、シェーディング表現、マテリアル表現が出来る
    - 方向情報を持ったライトマップの応用や球面調和関数の活用
  - マテリアル表現のバリエーションが頭打ちになりやすい
    - G-Bufferの1つにマテリアルidをレンダリングすれば対策は可能
  - G-Bufferがメモリを食う
    - 次世代機では無視出来る問題なのかも?
    - マテリアルの情報は別のテクスチャに焼いておいてルックアップすれば対処可能

- Forward+の特徴(長所・短所)
  - Forwardのメリットが全て享受できてDeferredのよいところも取り入れられる
    - MSAA-OK、半透明-OK
  - 多彩なマテリアル表現と無数の動的光源の両立
  - テッセレーションを考えると、二度負荷の高いジオメトリレンダリングが入るので無駄が多い
    - Light Cullingの際にはテッセレーションしないといった対策案も
  - 影生成が付いてこない
  - フォグ、アンビエントオクルージョンはどうすればいい?
  - リアルタイムグローバルイルミネーションはVirtual Point Lightでやるしかない
  - Deferredで出来ること以上のForward+の旨味を出すためにはハイスペックなGPUパワーは必要

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

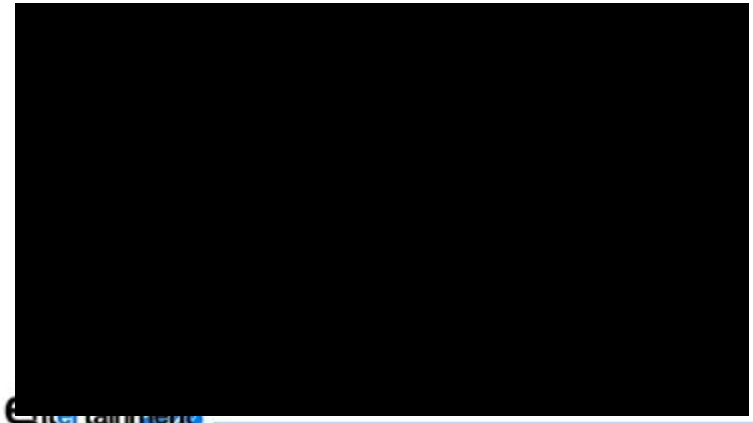
高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

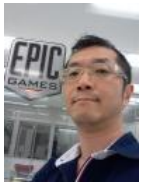
竹重雅也
NVIDIA

リアルタイム動的グローバルイルミネーション

- Sparse Voxel Octree-Global Illumination 対 Virtual Point Light
  - 対 Light Propagation Volume
  - 対 Irradiance Volume
- 皆さんに質問
  - これらの実装を検討していますか



西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

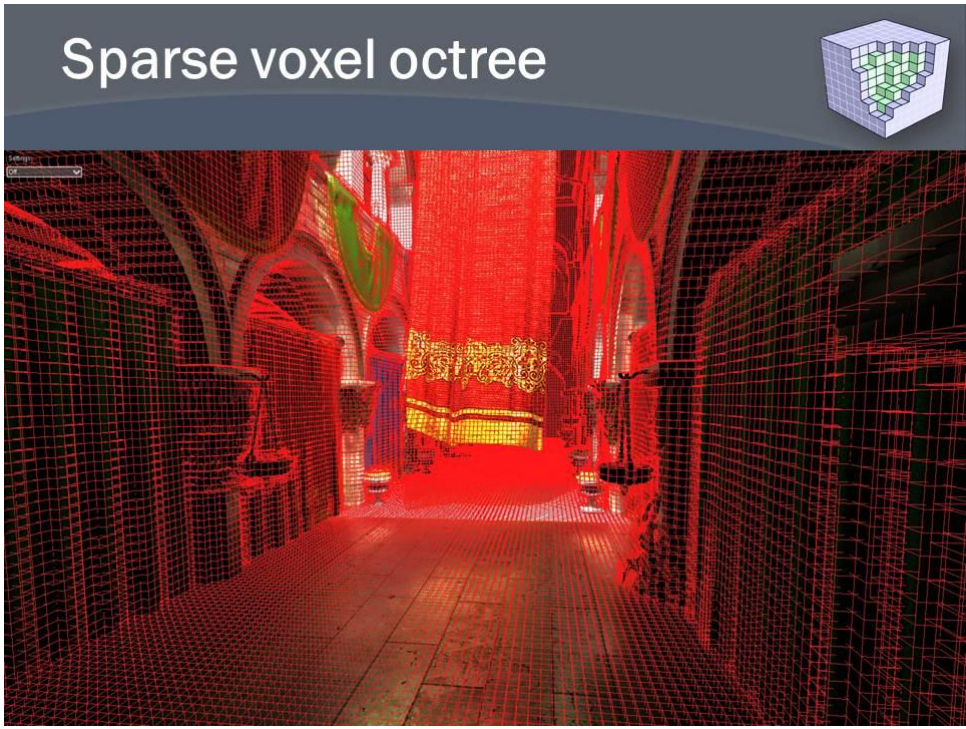
高部邦夫
コナミDE

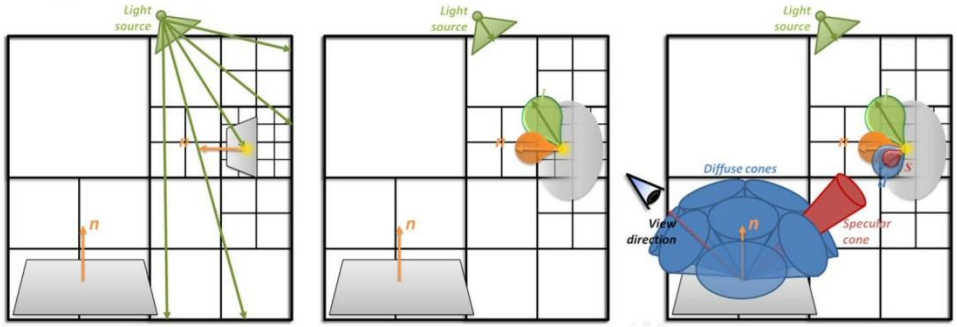
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

リアルタイム動的グローバルイルミネーション

- Sparse Voxel Octree-Global Illumination
  - シーンをボクセル化
    - 3方向からの投影面を入れ替えるテクニックを使って、ラスタライザを利用してボクセル化
    - ジオメトリシェーダを使い、どっちから投影すると面積がでかいかを判断してx,y,zを入れ替えてラスタライズに流す
  - レンダリング時のGI考慮はコーントレーシングで実践
    - トラバース自体はリスト構造化されているボクセルを舐めていくだけ





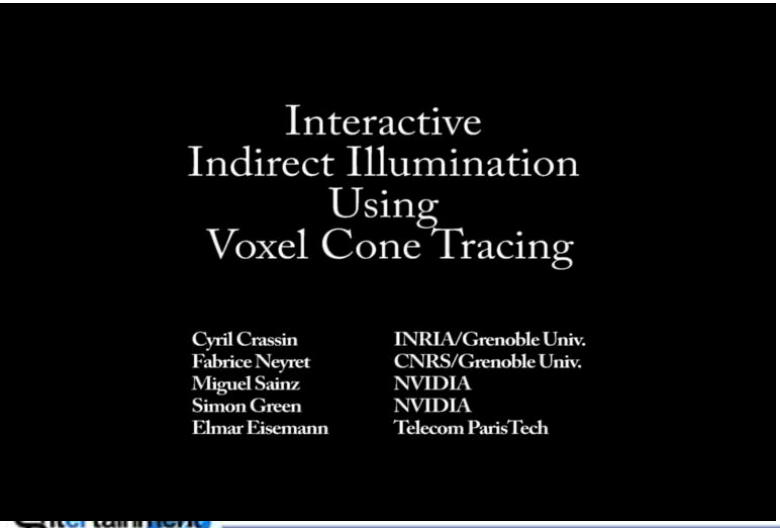
Step 1: Render from light sources. Bake incoming radiance and light direction into the octree

Step 2: Filter irradiance values and light directions inside the octree

Step 3: Render from camera. Sample diffuse + specular BRDF components using voxel based cone tracing

リアルタイム動的グローバルイルミネーション

- シーンのボクセル化という概念の有効性
  - 固定負荷は小さくはない
    - しかし、一度技術として確立してしまえば技術進化も期待できるはず
  - ポリゴン空間からボクセル化したあとの応用範囲は広い
  - AIに使ったっていい
- ボクセル化プロセスはハードウェア化して欲しい気もする
  - 3Dテクスチャへのラスタライズ機能
- ボクセルに何の情報を詰め込んでいくかの研究検討も必要
  - 現状のSVO-GIではジオメトリとマテリアルの色だけ



西川善司
トライゼット

下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

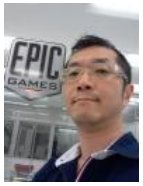
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

リアルタイム動的グローバルイルミネーション

- 次世代機で期待される大局照明技術
  - 間接光によるスペキュラハイライト
  - 動的オブジェクトへの対応
  - SSAOのような制御しづらいフェイクAOよりも正確性の高いAOやコンタクトシャドウの生成
- 次世代機には時期尚早なテクノロジーという気がしないでもない?
  - 明らかに使えるゲームと使えないゲームがある

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

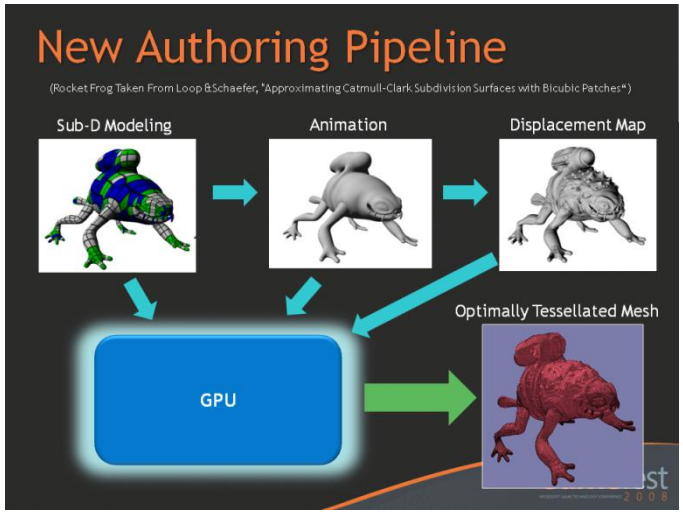
高部邦夫
コナミDE

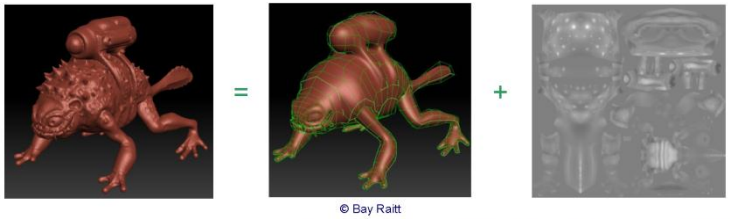
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

次世代機でテッセレーションは使える技術になるのか?

- 皆さんに質問
  - テッセレーションステージって使い物になると思う?



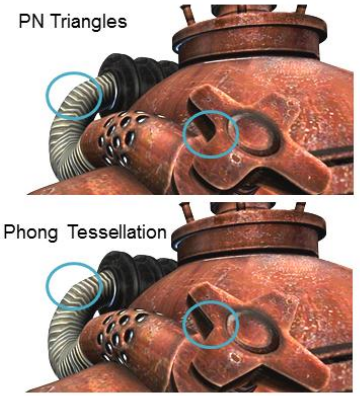


	Level 8	Level 16	Level 32	Level 64
Regular Triangle Mesh	16MB	59MB	236MB	943MB
Displaced Subdivision Surface	1.9MB	7.5MB	30MB	118MB

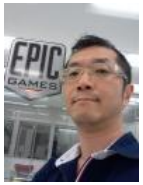
CAPCOM

Lost Planet2での選択

- Catmull-Clarkは現実的ではない
  - リソースをDirectX9版と共通にしたい
    - Catmull-Clarkは専用のデータ構造が必要
- PN-Trianglesを採用
  - リソースをDirectX9版と共通にできる
    - トポロジをTriangleListにするだけで良い
  - エッジ単位での制御が容易
  - Phong Tessellationよりも高品質



西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

次世代機で テッセレーションは使える技術になるのか?

- マルチパスレンダリングでは何度もテッセレーションステージを通るので無駄なGPU負荷が多くなる
- テッセレーションの結果を保持しておく機能がGPUに必要ではないか?
  - 3Dモデル製作時点で割っとけ(テッセレーションしておけ)という話になる
- ディスプレースメントが動くような用途でないとあまり魅力がない?
  - モーフィング表現
- 髪の毛、布、軌跡などの表現に対するワンポイント活用が現実的か

SAMARITAN DEMO(EPIC GAMES,2011)

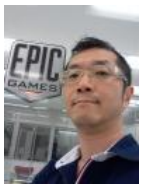
次世代機で テッセレーションは使える技術になるのか?

- ピクサーがOpenSubdivプロジェクトが発足
  - ピクサーがCatmull-Clark法のテッセレーションの拡張実用関連の特許を放棄
  - オープンソースでピクサー式のテッセレーションの技術を開示
  - 西川善司の記事あり
    - **[SIGGRAPH]Pixar,「OpenSubdiv」によりCatmull-Clark法のテッセレーション技術をオープン化。DCCツールからゲームエンジンまでがPixar品質に!?**
    - http://www.4gamer.net/games/017/G001762/20120813035/
- ゲームにおける3Dモデリングも Catmull-Clark法のテッセレーション前提のコンテンツパイプラインになるのか?

OpenSubdiv

graphics.pixar.com

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

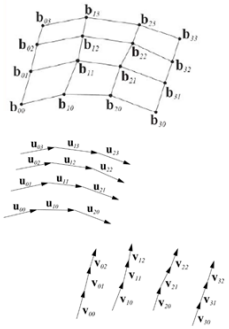
次世代機で テッセレーションは使える技術になるのか?

- ゲームにおけるランタイムのテッセレーションは何がいいのか
  えば
  - Approximating Catmull-Clark(ACC)
  - Gregory ACC Tessellation Render
  - Point-Normal Triangles Using Adjacent Edge Normals(PN-AEN)
    - Unreal Engine系が採用
    - エッジの値をお互いを持ち合うクラックが起きにくい拡張型のPN-Triangle法
  - 頂点レベルはACCで計算して、その間はPhong Tessellationで分割する手法はどうか
    - ディスプレースメントを与えてしまうと品質の違いは分かりにくい
- 実際のゲームでは先割り(事前テッセレート)したモデルとランタイムで割るモデルとを切り分けてデザインすべきなのかも知れない

CAPCOM

Approximating Catmull-Clark

- Approximating Catmull-Clark Subdivision Surface with BicubicPatches
  - *by Charles Loop and Scott Schaefer*
- Catmull-Clark曲面をベジェパッチで近似
  - 16のジオメトリパッチ用制御点
  - 24の法線パッチ用制御点
- 利点
  - 多くのDCCツールが標準的にサポート
  - 連続性の高い高品質な曲面
- 欠点
  - 専用のデータ構造が必要
    - 4点と近傍の可変個の点
  - 計算負荷が高い
    - 細分割を前提とした少ないポリゴンでのモデリングが必要



西川善司
トライゼット

下田純也
EPIC GAMES

石田智史
カプコン

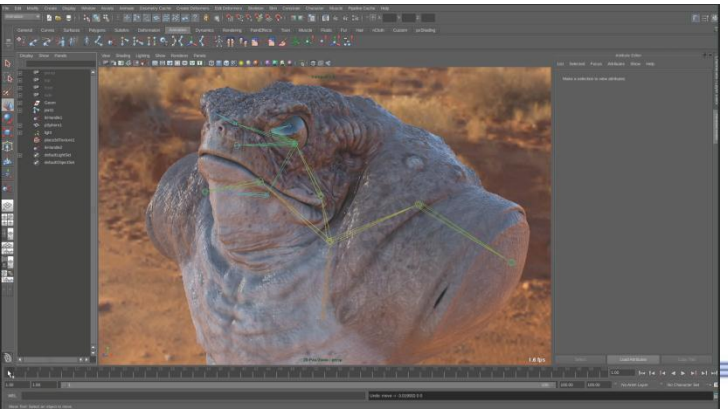
高部邦夫
コナミDE

岩崎浩
スクウェアエニックス

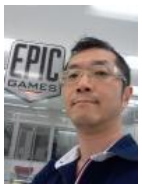
竹重雅也
NVIDIA

次世代機で テッセレーションは使える技術になるのか?

- ゲーム業界のアーティスト的には受け入れられるのか
  - 処理速度的にはモデル制作時に先にテッセレーションしてしまっているケースが多い
  - 既にゲーム業界のアーティストはポリゴン職人である
  - 「ZBrushの画と全く同じものが出ます」といって説明すると受け入れて貰えやすいかも?
- Level of Detail制御がGPUに一任できるという魅力についてはどうか
  - パフォーマンス次第ではある
  - 速くてLODも綺麗に出るならば、曲面で3Dモデルをうまく作れるような努力をアーティスト達もしてくれるだろうが先割りした方が速ければ先割りを選択するかも?



西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア エニックス

竹重雅也
NVIDIA

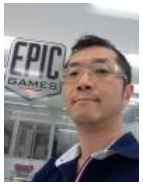
次世代機におけるGPGPUは現実的か?

- 皆さんに質問
- 次世代機においてGPUをグラフィックス以外に使っていくことは現実的だと思うか

MAX PAYNE3 (ROCKSTAR,2012)

FIFA13(EA,2012)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

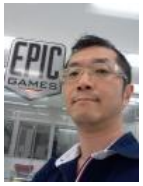
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

次世代機におけるGPGPUは現実的か?

- 次世代GPUのポテンシャルがどの程度なのか…と言うことにも依存する問題ではある
  - コンテクストスイッチングの速度
  - グラフィックスレンダリング中にGPGPUタスクの並行実行ができるのか
  - GPUにGPGPUタスクを投げてから結果が出てくるまでのレイテンシーの問題
- プログラミングモデルの問題
  - CPUとGPUのメモリアドレス空間の分断
  - AMD FUSIONのなどではHSA(Heterogeneous System Architecture)によりこれを解決しようとしている

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

次世代機におけるGPGPUは現実的か?

- 各エンジンでの取り組みはどうか
  - Unreal Engine4では…
    - PhysXによる物理シミュレーション
    - OITソートからAIまでの汎用用途にGPGPUを開放
    - GPUパーティクル

パペッティア(SCEJ,2013)

西川善司
トライゼット

下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩崎浩
スクウェア
エニックス

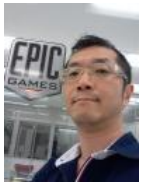
竹重雅也
NVIDIA

人間キャラクタの表現

- 皆さんに質問
  - 次世代機では人間キャラクタの表現を一段上に推し進めるか

「BEYOND:TWO SOULS」(SCE,未定)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

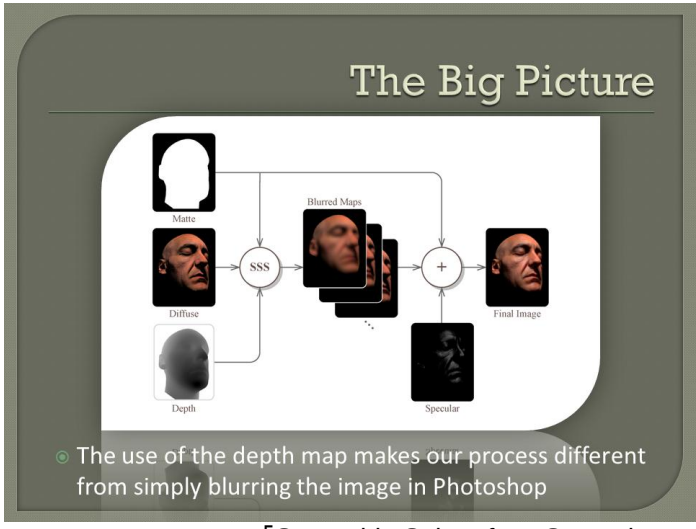
岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

人間キャラクタの表現

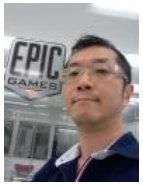
- 画面座標系の表面下散乱テクニックの台頭
  - Separable Subsurface Scattering
  - AGNI’S PHILOSOPHYでも活用

AGNI’S PHILOSOPHY(スクウェアエニックス,2012)



「Separable Subsurface Scattering」
(Jorge Jimenez、http://www.iryoku.com/sssss/)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

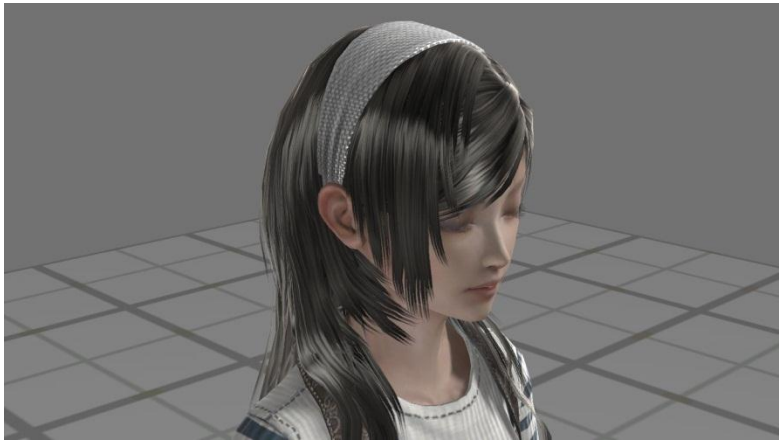
高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

人間キャラクタの表現

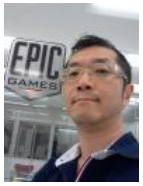
- 毛髪の表現は?
  - ランタイムに生やす?
  - シェーディングは?
    - Steve Marschnerのシェーディングモデル



End of Eternity(トライエース、SEGA,2010)

AGNI'S PHILOSOPHY(スクウェアエニックス,2012)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

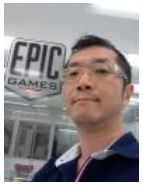
人間キャラクタの表現

- フェイシャル表現とボディアニメーションはどうする?
  - モーションキャプチャーとプロシージャルアニメーション
  - 海外大手はパフォーマンスキャプチャーの導入を開始したところも

バイオハザード5(カプコン,2009)

STARWARS 1313 (LucasArts,2013)

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

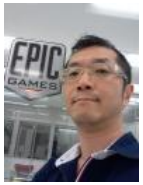
高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA

おわり

西川善司
トライゼット



下田純也
EPIC
GAMES

石田智史
カプコン

高部邦夫
コナミDE

岩﨑浩
スクウェア
エニックス

竹重雅也
NVIDIA