

## CESA ゲーム開発技術ロードマップ（エンジニアリング分野）2019 年度版

### 一般

- <最新>
- コンソール機ならではの機能の活用のために、大規模タイトルではエンジンの独自化が進み、差別化要因になる
  - ゲームエンジンが、ゲーム以外のコンテンツ制作に活用されている
  - スケーラビリティのあるクロス・プラットフォーム設計技術の進展
  - ブロックチェーン技術がエンターテインメントコンテンツでも応用される
  - WebAssembly の導入
- <数年後>
- ゲームロジックのオンラインを通じた分散化
  - 大規模タイトルのアセットサイズ肥大化への対処として、非可逆圧縮、プロシージャル生成などでストリーミング技術が高度化する
  - ユーザーの生体データのゲームへのフィードバック
  - 5G によってモバイルでも十分な帯域が得られるようになり、より大サイズのアセットが一般的に用いられるようになる

### コンピュータグラフィックス

- <最新>
- VR や AR も画面品質で勝負する世界になり、レンダリング技術のキャッチアップが進む
  - 複雑なシーンを扱えるグローバルイルミネーション、物理ベースレンダリング (PBR) に基づいたアセットライブラリの組み合わせによる説得力と密度のあるフォトリアリスティック表現
  - ゲームタイトルが求める表現を実現するためにレンダリングパスをカスタマイズするようになる
  - レイマーチングテクニックが一般化
  - フォトリアルに囚われない、様々なアートスタイルが発展
  - 測定ベースマテリアルの充実によって現実の物性の理解が進み、Disney Principled BRDF を越えたマテリアルへの需要が出てきた
  - 様々なハードウェアを有効活用した超高密度アセット描画の実現
  - 90fps を超える高フレームレート
  - リアルタイムレイトレーシングがエフェクトで活用されるように
  - HDR テレビの対応のために広色域対応がほぼ必須化
- <数年後>
- テクスチャやメッシュ、モーショントラッキングなどアセット生成への機械学習の実践
  - 構造色、蛍光色などの複雑なマテリアルの再現
  - リアルタイムレイトレーシングがゲームメカニクスにも活用される
  - 高速なストレージやネットワークを介した非同期ストリーミングによる圧倒的高密度描画の実現

### AI

- <最新>
- エージェントアーキテクチャの一般化と高度化（認識、意思決定、身体運動生成の高度化）
  - ゲームバランス調整時の、ニューラルネットなど機械学習、GA など進化アルゴリズムの導入
  - 環境認識処理のリッチ化（TacticalPointSystem、領域ベースの視覚システムなど）
  - プランニング技術による意思決定（特にゴール指向、階層型タスクプランニングの導入）
  - 流体手法、ボイド、場を介した制御などに基づきさらに発展させたリアリティを持つ膨大な群衆シミュレーション
  - 感情エンジンや自然言語処理によるユーザーとキャラクターのより深化したインタラクションの実現
  - 街や地形、NPC 配置など環境制作を支援する AI

- QA やデバッグを効率化してくれる AI (自動プレイテスト、プレイログデータ解析、テスターのアシスト)
- ゲームデザイン又はプロデュースを支援する AI (ユーザーデータの解析可視化、ユーザーログのフィードバックによるゲームデザインの検証)
- <数年後>
  - ユーザーレスポンスから学習するランタイム型の機械学習エンジンの一般化
  - 自然言語処理のブレークスルーにより会話型インターフェースがゲーム UI の要素技術として確立
  - 機械学習による意思決定アルゴリズムの調整機能
  - ユーザー解析によるユーザーに沿ったゲームのリアルタイム生成
  - 物語生成技術エピソード生成技術のゲームへの導入
  - メタ AI によるゲームデザインの動的生成変化

## アニメーション

- <最新>
  - IK、プロシージャルアニメーション、ディープラーニング等の様々な手法による滑らかなモーションの実現
  - キネマティクス処理とモーション AI の双方向通信による高度な連携
  - Parameter Blending, Motion Matching などのデータベース型手法の実タイトルへの導入
  - キャラクターアバター等により、ユーザー入力モーションの活用が一般化
- <数年後>
  - 筋骨格モデルをベースとした人体物理アニメーション
  - 機械学習による、タスクや環境の動的な変化にも対応できるアニメーション生成

## シミュレーション

- <最新>
  - セットアップに頼らない破断、壊れ、変形などのリアルタイム処理
  - クラウドコンピューティングによる大規模シミュレーション
  - 布、剛体、流体などの異なるシミュレーション対象を統一的に処理できるソルバの登場
- <数年後>
  - VR 環境に向けて、接地感のある手のシミュレーション
  - ShapeMatching や粘性変形の一般化
  - 大規模な動的環境変化、および、それにランタイムリアルタイムで追従する強力な地形認識
  - 多相物性を表現できるシミュレーションのリアルタイム化。例えば料理や化学変化
  - 機械学習により、複雑なシミュレーション結果を事前に学習し、リアルタイムで処理できるようになる
  - 機械学習により、画像等から抽出された特徴を元にシミュレーションを行えるようになる

## ネットワーク

- <最新>
  - サービスで扱うデータ量の増大に伴い携帯網の制約が無視できなくなり、データ量を削減する技術の重要性が増す
  - HTTP/2 を意識したサービス設計の重要性が増す
  - クラウドサービスの多様化、微細化による、それぞれの組み合わせと少ない実装でのゲーム開発の実現
  - 端末間での直接通信を行う技術(NAT 越えなど)を、プラットフォームやミドルウェア機能として実現
  - 携帯網でのネイティブ IPv6 提供
  - Web 標準アクセスプロトコルの HTTPS への移行
  - 東京オリンピック・パラリンピックに向けた公共 Wi-Fi サービスの拡充と、各方面でのネットワーク増強

- <数年後>
- 携帯網でのパケット通信制限緩和やキャリア固有サービスの拡充
  - リアルタイム通信対戦における HTTP/3 の利用
  - 超低遅延通信が可能な 5G の普及とともに、エッジコンピューティングの重要性が増す

### 新ハードウェアへの対応

- <最新>
- IoT デバイスのセキュリティ問題、オープンデータによる著作権やプライバシーに関する問題が発生する
  - 様々な IoT デバイスが登場し、生活で使用する様々なモノがオンラインとなり、ゲーミフィケーション、エンターテインメントが介在できる機会が増加
  - モバイル端末のカメラやプロセッサ性能の進化による AR 体験の向上
  - チェッカーボードに頼らない 4K, 8K
  - Foveated な VR 向けレンダリング
  - HDR 向けに絵を作り、SDR はダウンコンバートする時代に。HDR ファーストの到来
  - 超高密度描画を見据えたアセットワークフロー
- <数年後>
- 大規模な屋外 AR による共有型のコンテンツの実現
  - 様々なものがネットワークに繋がるようになり、それらのリアルなデータを活用した遊びやサービスが考え出される
  - IoT のプラットフォームを形成し、データやインフラを社会全体で分野横断的に有効活用する
  - AI に基づいて動く、継続的なオンラインゲームサービスの展開