本書について

クラウドが、あらゆるものを飲み込んでいきます。

1990年、Tim Berners-Leeが最初のWebブラウザである「WorldWideWeb」をNeXT用に開発し、HTTPを提案したときから、ドキュメントを置くための理想的な場所は、手元のコンピューターではなく、サーバーに変わりました。ドキュメントをWebサーバーに置き、Webブラウザからインターネット接続して取得することで、ドキュメントの価値そのものが飛躍的に高まりました。

これが、ドキュメントがクラウドに飲み込まれた瞬間だと言えます。このときから、クラウドの膨張は、指数関数的に加速してきました。

2002年に登場した現Amazon Web Servicesは、2006年からストレージサービスのS3と、計算機そのものをネット経由で提供するコンピューティングのEC2という、2つの重要なサービスの提供を開始しました。これによって、メールサーバーやWebサーバーのマシンを買う必要がなくなりました。また、手元で使うコンピューター用のストレージも、コンピューターそのものがクラウドに飲み込まれたので、大きなディスクも、強力なPCも、買い求める必要がなくなってしまいました。

地球全体を覆う、海底光ファイバー網が猛烈な速度で拡張され、また、携帯電話網がデジタル通信の能力を飛躍的に高めたことで、クラウドは、あらゆるデータ、あらゆるアプリケーションを次々と飲み込んでいきます。

2010年には、AWSがEC2において、NVIDIA Fermi GPUを搭載したインスタンスタイプを追加しました。これによって、GPUを利用する3D CADやレンダラー、映像制作ソフトウェアなども、クラウドに飲み込まれました。

2016年頃からは、各種のFPGA（*Field-programmable Gate Array*）や、GoogleのTPU（*Tensor Processing Unit*）などの人工知能/機械学習向けの特別なプロセッサ、IBM QやGoogleのQuantum Computing Playgroundといった量子計算機なども、クラウドで利用可能になりました。

このように、クラウドは、あらゆるデータ、あらゆるアプリケーションを、次々と飲み込み続けてきましたが、ビデオゲームだけは、クラウドに飲み込まれることはありませんでした。

ビデオゲームは、他のさまざまなアプリケーションと比べても、毎秒60回、操作に反応して画面を更新したいという、非常に強い要求があります。この要求のために、これまでクラウドは、ゲームを飲み込むことができませんでした。

しかし、2018年現在、AWSだけをとってみても、地球上の18個の地点で高性能のデータセンターが利用可能で、ゲームをプレイできるほぼすべての人口

の生活位置からそれぞれ1000km以内をカバーし、極めて高速かつ低遅延な通信が可能になりました。ユーザーに十分近い位置に、クラウドサーバーを置くことが可能になったのです。光ファイバーの能力は、現在も、早いペースで増強され続けています。IPv6によって通信効率が改善し、また数年後には5Gネットワークによって、モバイル通信が現在の有線通信並みに高速化します。

筆者は、そのような高速通信の時代には、いよいよクラウドが、ビデオゲームを飲み込んでしまうのではないかと考えています。クラウドがビデオゲームを飲み込んだら、ゲームの利用者にとっては、ゲームを都度インストールしたり、アップデートする必要がなくなる上に、

- Webページを見るのと同じように、プレイしたいと思ったら、次の瞬間にプレイを始められる
- 途中でやめても、いつでも瞬間的にプレイを再開できる
- ゲームプレイの途中の状態で友達に送る
- 誰かがプレイしている最中のゲームを検索して参加する

など、これまでのゲームにはなかった楽しみ方ができるようになるでしょう。

また、ゲームを作る開発者にとっては、各種のコンピューター向けにゲームを作る必要がなくなり、使い慣れたサーバーマシンで動くゲームを作れば、それを地球上の誰に対しても瞬間的に提供できるようになります。

PCやゲーム機、モバイル端末の機種ごとに移植をする必要がなくなれば、機種ごとに移植層を出力することが基本となっているゲームエンジンの設計も、変わるかもしれません。プログラミング言語やライブラリの構成にも、大きな影響を与えるでしょう。

マルチプレイゲームの実装方法についても、大きく変わることになります。従来、マルチプレイゲームを実装するためには、通信の遅延による問題が起きないように、非同期I/O、ソケット、RPCなどを駆使しながら、不正行為の余地が入り込まないように注意深くプログラミングをする必要がありましたが、その作業が不要になり、今までよりも多くの開発者がマルチプレイゲームの実装に参入できるようになるでしょう。

本書では、ネットワークにつながっているゲームの大きな魅力である、マルチプレイのクラウドゲームの実装について、実際にゲームを制作して評価をするなど、本格的に踏み込んだ解説を行っています。

本書は、クラウドが、まさにこれからゲームを飲み込むかもしれない……！というタイミングで書かれた、クラウドに飲み込まれた後のゲームのしくみと作り方についての本です。

筆者の前著『オンラインゲームを支える技術』は、2011年の時点ですでに確立していた、いわゆる「枯れた技術」を詳しく説明した本でしたが、本書は、これから起きることに焦点を当てた、かなり異なる方向性の本になりました。

読者の皆さんには、これから数年以内に起きるであろう、携帯電話の5Gネットワークをはじめとした通信技術、クラウド技術のさらなる進歩をイメージしながら、これからの時代に対応したゲーム開発を考えてみるきっかけにしていただけたらうれしく思います。

2018年8月　中嶋 謙互

謝辞

本書は、すでに完成している技術ではなく、これから出現する新しい技術に関する議論に主軸を置いた野心的な書籍です。

本書におけるクラウドゲームの定義、分類、課題認識や基本的な設計思想については、筆者が2013年頃から参画していたシンラ・テクノロジーで、おもにビデオストリーム方式を採用したクラウドゲームの開発をしていたときの蓄積が基礎になっています。シンラ・テクノロジーはすでに解散してしまっていますが、Jacob Navok氏、岩崎 哲史氏、和田 洋一氏、そしてチームメイトたちには、技術的な挑戦と研究のチャンスをいただいたことに深く感謝します。また、このような野心的な企画を5年もの長い期間、消えないように温め続けてくれた編集の土井優子氏の尽力は本当に普通ではないと思い、感謝します。

最後に、休日の多くを執筆に費やしたりして子供と過ごす時間が減ったりしても、いつも機嫌良く応援してくれた妻と家族にも感謝します。

本書の構成

本書の章構成と、ブロックごとのテーマは、以下のようになっています。

第0章　［ゲーム開発者のための］レンダリング再入門
「ゲームプログラムはほとんど描画ばかりを行っている」

➡本書の内容を理解するための知識の準備をする

第1章　クラウドゲームとは何か
マルチプレイゲーム開発が変わる可能性が見えてきた(!?)

第2章　クラウドゲームのアーキテクチャ
実現したいゲーム×技術の適性を見定める

➡本書におけるクラウドゲームの範囲を押さえる

第3章　開発の道具立て
開発環境と2Dクラウドゲームライブラリとしてのmoyai

第4章　OpenGLを用いたローカルレンダリングのしくみ
moyaiの基礎部分。描画APIと内部動作

第5章　スプライトストリームのしくみ
リモートレンダリング方式概論、スプライトストリームの基本設計

第6章　スプライトストリームの通信プロトコル
TCPによる送受信、ストリームのなかみ、関数群

➡クラウドゲームの設計と実装を理解する

第7章　［クイックスタート］クラウドゲーム
多彩な軸のサンプルゲームから見えてくる要所

第8章　［本格実装］クラウドゲーム
ネットワークプログラミングなしで、MMOGの実現へ

➡実際にプレイできるゲームを動かしてクラウドゲーム開発を実体験する

本書で扱うクラウドゲームは、従来からあるビデオゲームにおける画面に描画するプログラムの部分を、クラウドを形づくるソケット通信の技術を前提として設計し直すことで可能になる、新しい設計思想を持つゲームです。

したがって、クラウドゲームを理解するためには、クラウドゲームではない、従来からあるビデオゲームがどのような技術を用いて画面を描画しているのかの基本的な考え方を理解して準備する必要があると言えます。

そのために、本書では第0章として、従来型のビデオゲームが画面をどうやって描画しているのかを、大まかに理解するための説明を行っています。第0章でゲームの描画に必要な数段階の工程を理解できれば、その工程がどのようにクラウドに展開されるのかが理解できるようになるでしょう。

第1章と第2章では、本書が扱うクラウドゲームと、その範囲を正確に定義します。現在、ゲーム産業ではまだクラウドゲームという用語自体が発展中であるため、その後の章でさらに詳しく技術を掘り下げるためには、正確な定義が必要であるためです。

第3章から第6章までで、本書で扱うクラウドゲームのタイプである「クライアントサイドレンダリング方式」を実装するゲームライブラリmoyaiの内部構成や、通信プロトコルである「スプライトストリーム」がソケット通信の技術を用いて具体的にどう実装されるのかについて、詳しく解説します。

本書では、理論と実践の両輪を目指し、第6章までの理論に加え、実際にプレイできるサンプルゲームを数種類実装し、ゲームサーバーをインターネット上に配置して、リモートでプレイしてみることができるようになっています。そのサンプルコードの使用方法や内容を、第7章と第8章で紹介します。

本書の読者対象および想定する前提知識

本書では、以下のような読者の方々を想定して解説を行っています。

- 現在、ビデオゲーム産業に関わっている幅広い方々。将来、ビデオゲーム産業に関わってみたい方
- インターネットやクラウドに関わる仕事をしている方。将来、その業界に関わる仕事をしてみたい方
- 現在主流のビデオゲーム（非クラウドゲーム）を形づくる描画技術について、大まかに短時間で把握したい方
- 現在のインターネットを支える通信プロトコルの基礎について、大まかに短時間で理解したい方

前提知識や解説レベルに関して、プログラミング部分は、ゲーム開発だけではなく、Web開発や業務アプリ開発などに関わる技術職であれば、しっかりと理解できるレベルを目指しました。

全体として、レンダリングやインターネット通信の基礎の基礎から解説しているので、技術職以外の企画職、経営者など、プログラミングの経験のない方々にも理解できる内容になっています。

合わせて、中学校〜高等学校前半までの数学や物理についての知識があれば、詳しい話も含めて理解できるように進めています。

そして、モバイル、PC、ゲーム機など、さまざまな環境でのゲームプレイ経験があると、本書の内容をより深く理解できるでしょう。

動作確認環境について

本書（おもに第7章や第8章）で実装しているサンプルゲームやベンチマークプログラムは、以下の環境で動作確認を行いました。

- macOS 10.13 High Sierra
- Xcode 9.4
- CentOS 7（ゲームサーバーで使用）
- Node.js version10系（Webブラウザ版Viewerプログラムやベンチマークプログラム dummycli.jsで使用）
- Google Chrome 68