

修士論文

ボランティアコンピューティングによるクラウドゲー
ミングシステム

前田 健登

2021 年 1 月 25 日

奈良先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科 情報科学領域

本論文は奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科情報科学領域に
修士(工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

前田 健登

審査委員：

飯田 元 教授 (主指導教員)

藤川 和利 教授 (副指導教員)

市川 晃平 准教授 (副指導教員)

高橋 慧智 准教授 (副指導教員)

ボランティアコンピューティングによるクラウドゲーミングシステム*

前田 健登

内容梗概

人類がこの地上に現われて以来、 π の計算には多くの関心が払われてきた。
本論文では、太陽と月を利用して π を低速に計算するための画期的なアルゴリズムを与える。

ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。

ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。
ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。ここには内容梗概を書く。

キーワード

ネットワーク, クラウド, クラウドゲーミング, ボランティアコンピューティング

*奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 情報科学領域 修士論文, 2021 年 1 月 25 日.

Cloud Gaming System by Volunteer Computing*

Kento Maeda

Abstract

The calculation of π has been paid much attention since human beings appeared on the earth.

This thesis presents novel low-speed algorithms to calculate π utilizing the sun and the moon.

This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract.

This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract. This is a sample abstract.

Keywords:

network, cloud, cloud gaming, volunteer computing

*Master's Thesis, Division of Information Science, Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology, January 25, 2021.

Contents

1. はじめに	1
2. 関連研究	1
2.1 クラウドゲーミング	1
2.2 ボランティアコンピューティング	1
3. 設計	1
3.1 提案システム概要	1
3.2 VC コントローラ	1
3.3 VC クライアントエージェント	1
3.4 VC ホストエージェント	1
3.5 クラウドゲームサーバ/クライアント	1
4. 実装	1
4.1 実装上の課題	1
4.2 GamingAnywhere	1
4.3 gRPC Response Streaming	1
4.4 EdgeVPN	1
4.5 システム動作	1
5. 評価	1
5.1 リンクに対する生の遅延の大小の影響	1
5.2 リンクに対する遅延の大小の帯域への影響	1
5.3 ネットワーク帯域の大小の影響	1
6. まとめと今後の課題	2
謝辞	3
参考文献	4
付録	5
A. おまけその1	5

List of Figures

1	Convolutional Neural Network (CNN)	1
2	これは図の例	2
3	おまけの図	5

List of Tables

1	これは表の例	2
---	------------------	---

Figure 1 Convolutional Neural Network (CNN)

1. はじめに

従来のゲームプレイは、プレイヤーがゲームハードやゲーミング PC を所有し、その上でゲームを動作させることによって実現されている。クラウドゲーミングは、クラウドサーバ上でゲームを動作させてその画面をクライアントであるプレイヤーの端末にストリーミングすることで、ゲームをネットワーク越しにプレイすることを可能にするサービスである。プレイヤーの使用する端末は、クラウドサーバより送信されるゲーム画面の再生とプレイヤーの操作のサーバへの送信だけを行う。この仕組みによって、スマートフォンやタブレットなどの性能が貧弱なデバイスでも高価なゲームハードやゲーミング PC でプレイするのと同様の高品質なゲーム体験を得られることが期待できる。(この辺の出典どうしよう)

商用のクラウドゲーミングサービスも展開されており、Google の Google Stadia、SONY の PlayStation NOW、NVIDIA の GeForce NOW などがある。(もうちょっと膨らませたい気がする)

(この辺で GamingAnywhere の話とかする?)

(クラウドゲーミングは遅延が課題ですという話を論文引用しながら書く)(サーベイ論文使ったらもっといろんな課題の話できるな) クラウドゲーミングの課題はユーザ目線で高品質な画質の担保、十分なネットワーク帯域幅の確保、伝送データ圧縮・ストリーミング技術、画面表示や操作の遅延の最小化など。プロバイダ目線でゲーム環境の仮想化、サーバにおける負荷分散

(ボランティアコンピューティングの話は BOINC の引用でいいかな)

(研究目的を書く) クラウドのデータセンターの配置次第で著しく遅延が大きい環境でプレイするプレイヤーが存在する可能性あり。ボランティアが提供する地理的に近傍の遊休コンピュータのリソースを利用するクラウドゲーミングフレームワークを提案。プレイヤーから見て近傍の遊休コンピュータ上でクラウドゲームサーバを動作させる。ネットワーク遅延削減によりプレイヤーが体験する遅延を減少させる

??節では、過去における研究について述べ、6 章では、現状と今後の課題について述べる。また、付録 A におまけその 1 を添付する。

過去における研究としては [1] などがある。

ここに図を書く

Figure 2 これは図の例

ここに表を書く

Table 1 これは表の例

This page is written in English. This page is written in English.

2. 関連研究

2.1 クラウドゲーミング

GamingAnywhere: An Open Cloud Gaming System

Placing Virtual Machines to Optimize Cloud Gaming Experience

2.2 ボランティアコンピューティング

High-Performance Task Distribution for Volunteer Computing

(EdgeVPN(TinCan) の話は実装の章で)

3. 設計

3.1 提案システム概要

プレイヤーのPCから最も近い利用可能な遊休コンピュータを探し、クラウドゲームサーバをホストさせるシステム

(図) プレイヤーPC上のVCクライアントエージェントがクラウド上のVCコントローラにゲームプレイをリクエスト。VCコントローラが遊休コンピュータにVCホストエージェントにクラウドゲームのホスティングをリクエスト。遊休コンピュータでクラウドゲームサーバとゲームが起動し、プレイヤーPC上のクラウドゲームクライアントと通信してゲームをする。

3.2 VCコントローラ

3.3 VCクライアントエージェント

3.4 VCホストエージェント

3.5 クラウドゲームサーバ/クライアント

4. 実装

4.1 実装上の課題

通常ユーザーコンピュータは NAT/FW の背後にあるため、直接通信ができない

1. クラウドから遊休コンピュータへ直接命令を送れない 2. 遊休コンピュータ・プレイヤー PC 間で双方向的な直接通信ができない

4.2 GamingAnywhere

クラウドゲームサーバとクラウドゲームクライアントとして GamingAnywhere を使用する

4.3 gRPC Response Streaming

Google が開発しているオープンソースの RPC. 異なるコンピュータで動作するサービス間で情報をやりとりするのに使われる。単一のリクエストに対して複数のレスポンスを返すことができるので、VC ホストの完了報告などを受け取れる。

4.4 EdgeVPN

P2P 型のオーバーレイネットワークツール。ネットワークのユーザ/グループ管理が可能。TinCan の論文引用して紹介する。

VM で EdgeVPN のパフォーマンス測った話もこの辺に入れる？

4.5 システム動作

5. 評価

評価の目的・手法・実験環境

5.1 リンクに対する生の遅延の大小の影響

tc を使って任意に遅延を挿入し、ping の値で遅延の増え方に影響がないか見る。遅延が増えたときの遅延の増え方が線形みたいなことを言う。遅延が増えたときの帯域の減り方の話をする。

5.2 リンクに対する遅延の大小の帯域への影響

tc を使って任意に遅延を挿入し、iperf で帯域の減り方への影響を見る遅延が増えたときの帯域の減り方の話をする。

5.3 ネットワーク帯域の大小の影響

tc を使って帯域に制限をかけて、実際に複数のゲームをプレイしたときのフレームレートへの影響を見る。使用したゲームは Steam で公開されている Albion Online(MMORPG)、Red Eclipse 2(FPS, Action)、Simply Chess(Board Game)

6. まとめと今後の課題

今後、ボランティアクラウドゲームコントローラの実装。遊休コンピュータ、プレイヤーPCの数を増やしての動作での負荷試験。

謝辞

ありあとやす

参考文献

- [1] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G.E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems 25(NIPS'12)*, pages 1097–1105, 2012.

これはおまけの図です。

Figure 3 おまけの図

付録

A. おまけその1

これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。
これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。
これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。
これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。

B. おまけその2

これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。
これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。
これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。
これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。