

平成 12 年度
学士学位論文

サイバースペースにおける 顔画像通信処理方式の研究

An Examination Of The Facial Image Networking
Methods In Virtual Space System

1031011 橋本江里子

指導教員 島村和典

2001 年 2 月 5 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

サイバースペースにおける 顔画像通信処理方式の研究

橋本江里子

本研究では 3 次元仮想空間コミュニケーションシステムであるサイバースペースにおける顔画像通信処理方式について検討する。現在のサイバースペースでは顔画像を使ってクライアント同士がコミュニケーションを行う際、一度サーバを通過してから各クライアントに顔画像は配信されているサーバ/クライアント型であった。この方式には、クライアント同士が通信を行なう際に一度サーバを介さなくてはならないという大きな問題点がある。

そこで既存のシステムでの問題点を抽出し、新たにサイバースペースシステムにおける顔画像通信処理方式を現在のサーバ/クライアント型からピア・ツー・ピア型に変更をすることを打ち出し、そのアーキテクチャに基づいたサイバースペースにおけるユーザ間の快適な顔画像通信処理システムを検討する。以上の検討により現在のサイバースペース(3次元仮想空間コミュニケーションシステム)での顔画像通信処理方式を機能分散型から負荷分散型へ発展させることで、顔画像の実時間通信を改善にすることを目的としている。

キーワード サイバースペース, 3次元仮想空間, 機能分散型, 負荷分散型, サーバ/クライアント型, ピア・ツー・ピア型, マルチキャスト, 階層符号化

Abstract

An Examination Of The Facial Image Networking Methods In Virtual Space System

Hashimoto Eriko

A facial image networking methods is a Cyberspace (virtual 3D space communication system) will be examined in this research. The user's facial images currently are transmitted to the specific server and distributed to the clients of users. The following problems are arisen by large amount data passing the server once. The load concentration is occurred on the server. And, the delay of the facial image transmission is caused. I will think it about how natural facial images of terminal which can be displayed.

key words Cyberspace, 3D space communication system, function distributed, load distributed, Client/Server, Peer to Peer, multicast, progressive coding

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	研究の目的	1
1.2	研究の背景	2
1.3	これまでの技術・研究	3
1.3.1	既存のアーキテクチャ	3
1.3.2	システム構成	4
1.3.3	サイバースペースでの問題点	5
第 2 章	顔画像通信における技術的課題	6
2.1	技術的課題	6
2.1.1	サーバアーキテクチャ	6
2.1.2	通信方式	7
2.1.3	画像の符号化方式	8
第 3 章	提案する顔画像通信系	9
3.1	ピア・ツー・ピア型	9
3.2	マルチキャスト制御	11
3.2.1	顔画像通信における基本的な信号	12
3.2.2	送信側ベースの場合	14
3.2.3	受信側ベースの場合	15
3.3	画像の符号化方式	16
3.3.1	階層符号化	16
3.4	新方式の提案	18
第 4 章	まとめ	19

4.1	考察	19
4.1.1	ピア・ツー・ピア型	19
4.1.2	マルチキャスト	19
4.1.3	画像の符号化方式	20
4.2	今後の課題	24
	謝辞	25
	参考文献	26
	付録 A 用語の説明	27

目次

1.1	クライアント/サーバ型	3
1.2	FICS システム構成	4
2.1	FICS システム構成	7
3.1	ピア・ツー・ピア型	9
3.2	マルチキャスト通信の概念図	11
3.3	クライアント同士の位置情報交換の概念図	12
3.4	視界	13
3.5	視界	13
3.6	送信側ベース	14
3.7	受信側ベース	15
3.8	階層符号化	16
3.9	非階層符号化	16
3.10	アバタ同士の位置	17
3.11	アバタ同士の位置	17
4.1	表現する画像	20
4.2	Ethernet における顔画像の占有率	22
A.1	InterSpace のサーバモジュールの構成図	28
A.2	ログイン時の標準的処理シーケンス	31

表目次

4.1	ピア・ツー・ピア型での専用線数	21
4.2	ネットワーク占有率	22

第 1 章

はじめに

1.1 研究の目的

現在のサイバースペース(3次元仮想空間システム)において顔画像や音声、ワールド管理等の機能はそれぞれのサーバによって処理される機能分散型のアーキテクチャであった。クライアント同士が顔画像通信でコミュニケーションを行なう際に、顔画像情報は一度サーバに送られ、サーバ自身がクライアント間の顔画像情報の送受信の制御を行っていた。しかしその方式では一度サーバを介する為に起きる、顔画像配信の際の遅延の問題が挙げられる。よって本研究では、サイバースペースでのシステムアーキテクチャである機能分散型から負荷分散型への変更を提案し、顔画像の実時間通信を可能にする事でユーザが多人数に及んだ場合でも、クライアント同士が円滑なコミュニケーションを実現させることを目的としている。

1.2 研究の背景

サイバースペースではネットワークを通じて、コンピュータグラフィックス(CG)で表現された3次元仮想空間内において、ユーザを表現するアバタを自由に操作し、顔画像や音声を使ってクライアント同士のコミュニケーションが実現されている。

しかし、現在のサイバースペースシステムでは、ユーザ同志がワールド内において顔画像を使ってコミュニケーションを行なう場合、一度顔画像データはサーバに送られてから各クライアントに配信される。すなわち顔画像通信システムにおいて機能分散型である為に以下のような問題点が挙げられる。

- 人数が増加するにつれてサーバに負荷が集中する
- 一度サーバを経由することによる顔画像配信までの遅延
- サーバがダウンしてしまうと顔画像全てのサービスが停止する
- 顔画像機能について専用のサーバを設けないといけない

よって、本研究では、次世代ネットワークの変化に伴った通信帯域の拡大や通信処理方式への期待などから、サイバースペースにおけるリアルタイム性の高い多人数参加型の顔画像通信処理方式を目指す。

1.3 これまでの技術・研究

1.3.1 既存のアーキテクチャ

ここでは、機能分散型のサイバースペースシステムで代表例として、NTT のインタースペース (InterSpace) を解説する。

1 章において、以下で表現するサイバースペースとはインタースペースの事である。

現在サイバースペースシステムではアーキテクチャが図 1.1 で示すクライアント/サーバ型、すなわち機能分散型となっている。クライアントとサーバがネットワークを介して繋がっており、データのやり取りをする場合全てサーバを介するようになっている。

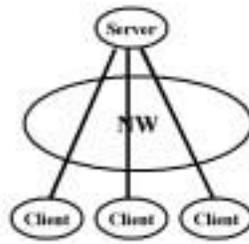


図 1.1 クライアント/サーバ型

ここでいうサーバとは、サイバースペース内での構成要素として挙げられる顔画像、音声、コンテンツ情報等を、それぞれのサーバが役割を受け持つ。そして、クライアント同士がワールド内でコミュニケーションを行なう際、クライアントからそれぞれのデータが各サーバに送信される。サーバで制御されたデータは、空間を共有している他のクライアント端末へと送信される。

1.3.2 システム構成

サイバースペースシステム構成は、顔画像なら顔画像専用のサーバ(FICS : Facial Image Control Server)が存在する。図 1.2 でインタースペースでの FICS のシステム構成を示す。

- ControlServer : 仮想空間の参加者の管理と各参加者のアバタの位置情報収集・配信
- ContentsManagementServer:各サービスに必要な仮想コンテンツの管理・必要に応じて自動的にダウンロード
- FacialImageControlServer:顔画像の収集と分配

サイバースペース内のクライアント同士で顔画像を使用しコミュニケーションを行なう場合、カメラから取り込まれた顔画像がネットワークを通じて、FICS に送られそこから各クライアントに送信される。すなわち FICS はクライアントとの間でネットワークを通じて顔画像の送信、受信を行なっている。

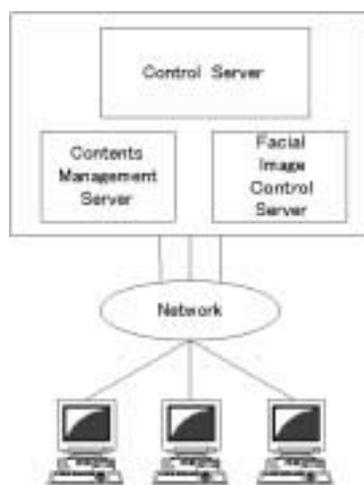


図 1.2 FICS システム構成

1.3.3 サイバースペースでの問題点

これまでのサイバースペースにおける技術では、全ての機能の役割をそれぞれのサーバに分散した機能分散型であることは述べてきた。ここでは、その問題点について説明をする。まず、現在のサイバースペースで多人数のクライアントが極端に増加した場合、一度サーバを介してからクライアントに顔画像が配信されるシステムとなっている為、以下のような問題点が挙げられる。

- サーバに負荷が集中する
- サーバがダウンするとそのサービスが停止する
- サーバを介する事による画像配信の際の遅延
- サーバ用の装置を別に用意しなくてはならない

第 2 章

顔画像通信における技術的課題

2.1 技術的課題

2.1.1 サーバアーキテクチャ

現在のサイバースペースのアーキテクチャでの問題点を以下に示す。

【技術的課題】

- 人数が増加するにつれてサーバに負荷が集中する
- 一度サーバを経由することによる顔画像配信までの遅延
- サーバがダウンしてしまうと顔画像全てのサービスが停止する
- FICS の機能について専用のサーバを設けないといけない

の問題点については研究の背景において述べたが、上記の問題によってさらに考えられる問題点として以下の事がいえる。

- サーバにアクセスが集中するだけでなく、そこまでのネットワークの輻輳につながる

以上の問題点により、本研究では違う方式によつての顔画像通信システムについて検討していく。

2.1.2 通信方式

通信多地点間問題

現在のサイバースペースにおける通信方式における通信他地点間問題について問題点を以下に示す。

一度サーバを介することによって、広域のネットワークである場合にサーバとクライアントが離れており、またワールド内に参加しているクライアントも同じルータの下についていないと、一度サーバに行くまでに幾つかのルータを経由することによりホップ数が増加し、その分顔画像が到着するまでの遅延へとつながってってしまう。



図 2.1 FICS システム構成

図 2.1 は、広域なネットワークにおいて ClientA と ClientB が遠隔地に存在ものとする。そして、同じサイバースペースのワールドにおいて ClientA と ClientB が顔画像を使用してコミュニケーションを行なう場合を想定し説明を行なっていく。

図 2.1 において顔画像を送受信しあう場合、ClientA から ClientB に顔画像が届くまでに、一度 FICS を経由してから ClientB に届くということになる。すなわち FICS に送信された顔画像はルータを 3 つ経由し、今度は ClientB に送信されるまでにルータを 3 つ経由しなければならない。よってホップ数は 6 という事になる。以下に技術的課題を挙げる。

【技術的課題】

- クライアントが広範囲にわたる時の、ホップ数増大による遅延
- 各クライアントから顔画像が送信される際のネットワークへの負荷

2.1.3 画像の符号化方式

現在の画像の符号化方式の技術的課題について示す。

現在のサイバースペースにおいて、顔画像の符号化は MotionJPEG を使用して非階層符号化で行われている。よって現在の符号化方式の問題点について挙げる。

【技術的課題】

- クライアントの増加人数に比例して帯域に顔画像分の負荷がかかる
- クライアントの端末においてソフトでのエンコードが出来るので使用されているが階層性が活かされていない

第3章

提案する顔画像通信系

3.1 ピア・ツー・ピア型

ピア・ツー・ピア型とは個々の端末がサーバとクライアント両方の役割を担い、通信を行なう。つまりサービスを提供する側とサービスを受ける側の違いはなく、全ての端末が同等ということがいえる。

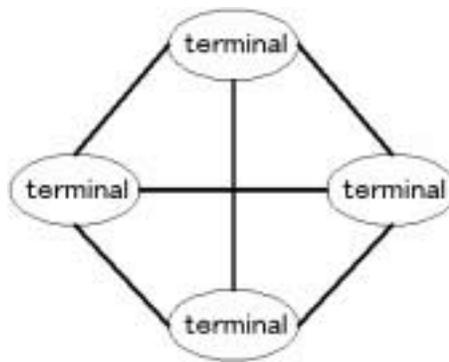


図 3.1 ピア・ツー・ピア型

【ピア・ツー・ピア型の特徴】

- 個々の端末がサーバとクライアント両方の役割を果たす
- クライアントが増加するとネットワークパスを太くする必要がある
- 専用のサーバ機を必要としない

【クライアント/サーバ型の特徴】

- クライアントは一度サーバにデータを送信しなくてはならない

- サーバはクライアントとのデータの送受信を行なう
- クライアントの負荷が少なくすむ
- サーバに負荷が集中する

ここでは、ピア・ツー・ピア型とクライアント/サーバ型の比較を行なった。以上の事により、サイバースペースにおいてピア・ツー・ピア型を採用する方がサイバースペースの特徴である、クライアントの参加の頻発などを考えてみても、有効であると考えられる。

3.2 マルチキャスト 制御

マルチキャストとは、パケットの通信技術の 1 つで、単一のパケットで複数のノードに対して同一のデータを送信する通信方法のことである。マルチキャスト通信の概念図を図 3.2 に示す。図 3.2 において ClientA が 3 つの端末 (terminal) に顔画像データを送信しようとする場合、顔画像データの packets がそれぞれのルータでコピーされて各端末に届くようになっている。したがって ClientA は顔画像を送信する際に、それぞれ 3 つの端末用に packets を 3 つコピーする必要がない。

ここでマルチキャストの特徴についてまとめると、1 対多でデータを送信する場合効率的にデータを送信することが出来る。よってサイバースペースのワールド内にクライアントが頻繁に発生し、端末数が極端に増加したとしてもネットワークにかかる負荷はほとんど変化しないと言える。

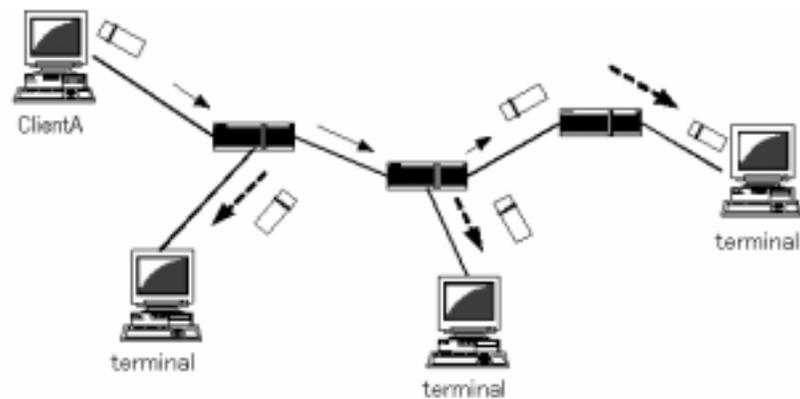


図 3.2 マルチキャスト通信の概念図

ここではサイバースペースにおいてマルチキャストを採用する場合、マルチキャストの手法である送信側ベースと受信側ベースについてそれぞれの場合を想定して検討を行なう。

次に、マルチキャスト制御の方法として送信側ベース制御と受信側ベース制御について検討する。本検討に先立ち、方式制御の要求条件を考慮するために、顔画像通信の基本信号を考察する。

3.2.1 顔画像通信における基本的な信号

顔画像通信において以下で挙げている、3つの信号がある。位置座標信号は、サイバースペース内のアバタ同士の位置情報について制御する為の信号である。制御信号はマルチキャストがデータを必要とされているグループ(マルチキャスト)グループへ信号を無事送信するための制御に必要な信号である。そして映像信号とは、クライアントの CCD カメラより入力された顔画像のデータのことである。

- 位置座標信号
- 制御信号
- 映像信号

ここでは、3次元仮想空間での自分の空間位置座標を個々の端末がすべての端末に空間位置座標データとして送り合っている。各端末はワールド内に存在するクライアントそれぞれの位置座標を常に理解しているということになる。図3.3では空間内のクライアント A, B, C, D, E, F, G がそれぞれの位置情報を送り合っている様子を分かり易く図で示している。

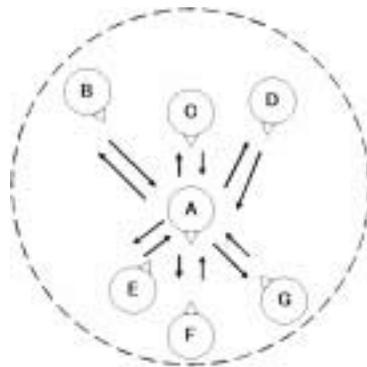


図 3.3 クライアント同士の位置情報交換の概念図

まず図 3.4 と図 3.5 についての説明をする。サイバースペースのワールド内での一定距離内にクライアント A,B,C,D,E,F,G が存在する。クライアント A がここでは中心のアバタとして考える。クライアント A が視界 の方向を向いているものとする。視界の中にはクライアント B, C, D が存在し, B, C, D もクライアント A の方を向いており, お互いが向き合っているものとする。図 3.4 ではクライアント A の視界の中にクライアント B,C,D が入っており, 3 人とも A の方向を向いている。お互いが向き合っている状態である。

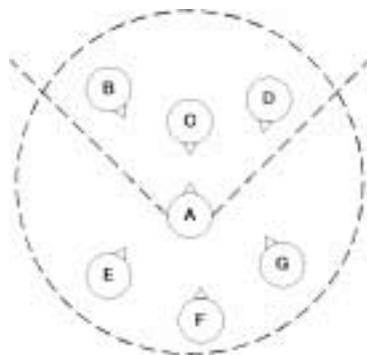


図 3.4 視界

図 3.5 では, A が向きを変えていて反対側に視界を変えた為, 視界内にクライアント E,F,G が視界に入ってきた状態であり, クライアント A とクライアント E, F, G が向かい合っているものとする。

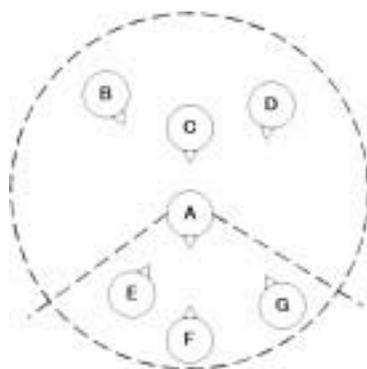


図 3.5 視界

図 3.4 の状況では、クライアント A がクライアント B, C, D に画像データを送信しておりクライアント B, C, D もそれぞれクライアント A に画像データを送信していた。しかし、クライアント A の向きが図 3.5 に時に変更した瞬間に、クライアント A が視界内にいるクライアント E, F, G との間でデータのやり取りが発生する。ここからは、その場合におけるマルチキャストでの送信側ベースと受信側ベースの各手法について説明して行く。

3.2.2 送信側ベースの場合

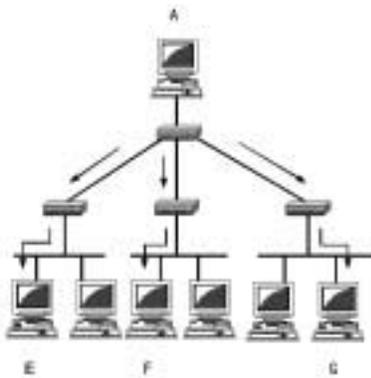


図 3.6 送信側ベース

ここでは、送信側ベースと受信側ベースのマルチキャストを説明する上で分かりやすくする為、仮にクライアント A を中心として考えている。図中において A, E, F, G はそれぞれ遠隔地に存在するクライアントである。ここではクライアント A を中心に図を構成しているが、実際にはこの図以外にも E, F, G それぞれが中心となっている場合のマルチキャストも存在する。

【送信側ベースのデータ動作】

1. 送信者 A が自分の視界にユーザ E と F と G が入ったという情報を A が受信する。
2. ルータに制御情報を送信して E, F, G までのネットワークパスを形成する。
3. 画像データがマルチキャストグループに参加した E, F, G にそれぞれのルータによってコピーされて届く。

3.2.3 受信側ベースの場合

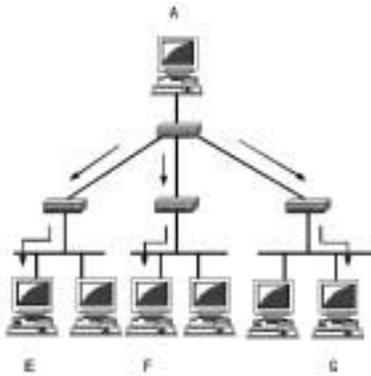


図 3.7 受信側ベース

【受信側ベースのデータ動作】

1. A が E, F, G の方向を向いたという情報が E, F, G に送信される .
2. 位置データを受け取った E, F, G がマルチキャストグループに入るために一番近くのルータに IGMP Report(Internet Group Management Protocol Report) を送信する .
3. 自分のグループに E, F, G が参加したことを知った A から画像データが送信されそれぞれのルータでコピーされて E, F, G に届く .

ここでは、マルチキャストの手法である送信側ベースと受信側ベースについて比較をし検討を行なった。サイバースペースで頻発するクライアントの参加、アバタ同士の位置座標、視界の変化などを制御するのは位置座標信号、制御信号、映像信号である。3つの信号を使用するという、サイバースペースの特性を活かして考えるとマルチキャストする場合、図中での送信者 A がマルチキャストグループに参加したクライアントに向けてデータを送信する送信側ベースの方が、参加したクライアントからグループへの参加要求が出されてから、送信者 A によってデータが送信される受信側ベースよりもデータの経過を考えると有効である。よってサイバースペースにおいてはマルチキャストの手法では送信側ベースの方が好ましいといえる。

3.3 画像の符号化方式

3.3.1 階層符号化

階層符号化とは解像度などを変えた階層的な不十分な画像を徐々に重ねていくことにより表現される。非階層符号化とは情報量を変え画像の事で階層符号化と違って一枚で表現することが可能となっている。図 3.8 では、Layer1, Layer2, Layer3 とそれぞれの層に分かれた画像を用意し K1 であればその 3 つを積み重ね、K2 では Layer1 と Layer2, K3 では Layer1 のみでそれぞれ表現をしていく。一方、図 3.9 では Quality1, Quality2, Quality3 と情報量を変えた画像を用意し、それぞれは一枚で表現する事が可能となっている。

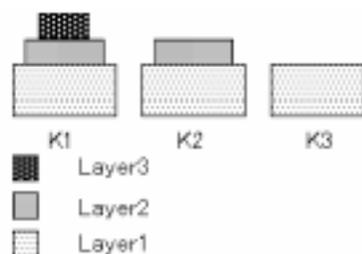


図 3.8 階層符号化

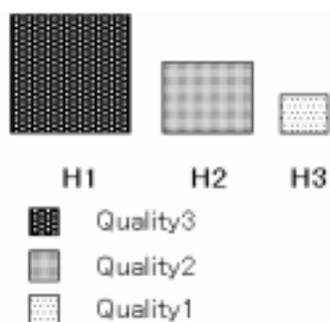


図 3.9 非階層符号化

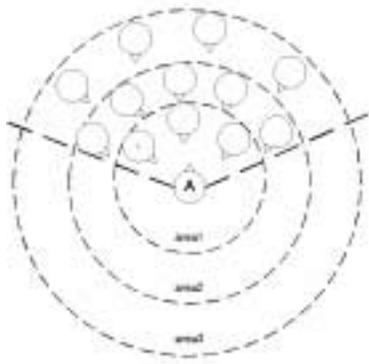


図 3.10 アバタ同士の位置

まず、ここで説明をする為にクライアント A とその他のアバタの位置関係を使って説明していく。ここで中心となるのはクライアント A (円の中心) のアバタである。他のクライアント 12 名と向かい合った形でクライアント A の視野の中に入れて入っているという場面を想定して話を進める。まず、A の前提条件について説明する。

- クライアント A と残りのアバタ 12 名は向かい合っているものとする
- A の位置から、それぞれのアバタまでの距離を三段階に区切りそれぞれを area1, area2, area3 とする

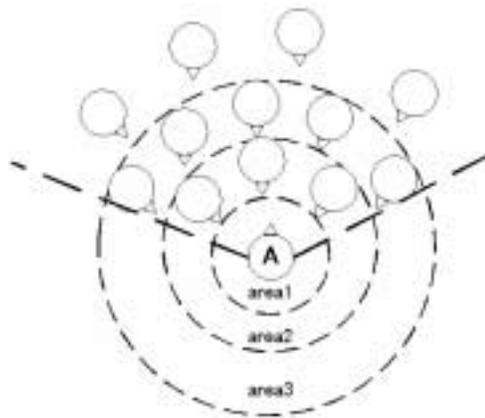


図 3.11 アバタ同士の位置

次に図 3.10 であったクライアント A と他のアバタとの位置関係から、図 3.11 のように A が顔の向きはそのまま少し後ろに下がったとする。そうすることにより、クライアント A から見えていた area の範囲は移動し、実際に視界に入っているアバタの人数は 8 人になる。

ここでアバタ同士の位置関係が図 3.10 から図 3.11 へ変化した場合の階層符号化と非階層符号化の違いについて説明する。まず、階層符号化である図 3.8 では、図 3.10 の場合、area1 だと K1、area2 は K2、area3 は K1 とそれぞれの階層を積み重ねた画像で表現される。そして、アバタ同士が図 3.11 の位置関係になると、area1 にはアバタは存在せず area2 のアバタ 3 名は図 3.8 でいう K2 になり area3 のアバタ 5 名は K3 となる。

次に非階層符号化で図 3.10 であると、area1 は H1、area2 は H2、area3 は H3 である。そして図 3.10 から図 3.11 へ変化した場合、area1 にはアバタは存在せず area2 のアバタ 3 名は図 3.9 でいう H2、area3 のアバタは H3 となる。

以上のことをまとめると、サイバースペースにおいて顔画像を送り合う際に、階層符号化であるとアバタ同士の位置関係が変化した場合、それぞれ用意した階層を重ねたり重ねなかつたりと層を調節する事によってアバタ同士の位置関係に見合った顔画像を表現することが出来る。しかし、非階層符号化の場合は、変化に伴い顔画像を丸ごと切り替えなくてはならない分、マルチキャストをする際にマルチキャストの切り替え頻度が少なくすみルータにかかる負荷などを考えても階層符号化の方が好ましいといえる。

3.4 新方式の提案

以上 3 つの提案する顔画像系の検討の結果を参考にし今後新方式の条件についてまとめ検討していく。

- ピア・ツー・ピア型
- マルチキャスト
- 画像の符号化方式

第 4 章

まとめ

4.1 考察

4.1.1 ピア・ツー・ピア型

今回のシステム検討では、現在のサイバースペースで用いられているクライアント/サーバ型とピア・ツー・ピアについての比較検討を行なった。そこでは、クライアント/サーバ型の欠点をピア・ツー・ピア型を選択する事で解消へと導いたが、今後このアーキテクチャで進めていくと考えた場合、考えられる問題点についてあげる。

- 各端末でサーバとクライアント両方の役割をする為、端末にかかる負荷
- クライアントが極端に増加した場合、各端末にかかる受信の際の処理負荷
- システム全体を合わせた後のモジュールの追加が難しい

4.1.2 マルチキャスト

今回の検討では、マルチキャストを採用し受信側ベースと送信側ベースについての検討を行なった。結論としては、サイバースペース特有の空間位置座標という概念が関係してくることを考え送信側ベースの方が好ましいという結論に導いた。ここでは、送信側ベースでマルチキャストを採用した場合に考えられる問題点について挙げてみる

- 位置座標データを受け取った送信元の端末がグループメンバを集中的に管理しなくてはならない

- 送信する階層化された顔画像データの制御方式によつての具体的な選定
- 階層化されたデータをすべてネットワークに流すのか
- 要求された所に要求された分の顔画像の階層分を送信するのか

また、今回の検討では挙げられなかったプロトコルの問題についても今後詳細化を行なつて選定して行きたいと考えている。

4.1.3 画像の符号化方式

ネットワーク帯域における人数制限

ここでは、顔画像を階層化したものを実際に LAN 内にシステムを構築した事を前提とした場合の人数制限についてのデータを出す。ネットワークは LAN を想定しており、Ethernet での 100Mbps と 1Gbps を想定して検討する。

Ethernet を実用的に使用する上で、トラフィック量が増加した場合に起る回線使用率の低下や再送制御などによる平均的な回線使用率が 30%がというを考慮し、ここでは Ethernet の回線使用率を最高で 30%と考え顔画像通信を階層符号化を使用した場合の占有率について考察する。

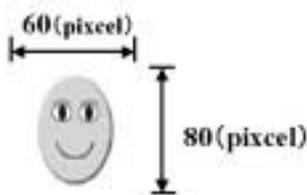


図 4.1 表現する画像

【条件】

フレームレート：8 フレーム

圧縮方式：JPEG(圧縮率 20/1)

階層符号化：24bit(layer), 12bit(layer), 6bit(layer)

表 4.1 では、ピア・ツー・ピアで顔画像を行なう際に必要である、専用線の本数についてまとめている。

想定人数(人)	専用線(本数)
2	1
3	3
4	6
5	10
6	15
7	21
8	28
9	36
10	45

表 4.1 ピア・ツー・ピア型での専用線数

クライアント端末が 2 台の場合の階層符号化の計算

$$80(\text{pixel}) * 60(\text{pixel}) * 24(\text{bit}) * 8(\text{frame}) / 20(\text{JPEG}) = 46080\text{bps}$$

$$80(\text{pixel}) * 60(\text{pixel}) * 12(\text{bit}) * 8(\text{frame}) / 20(\text{JPEG}) = 23040\text{bps}$$

$$80(\text{pixel}) * 60(\text{pixel}) * 6(\text{bit}) * 8(\text{frame}) / 20(\text{JPEG}) = 11520\text{bps}$$

$$46080(24\text{bit}) + 23040(12\text{bit}) + 11520(6\text{bit}) = 80640\text{bps}(80.64\text{Kbps})$$

ここでは上の条件であげた通り、階層符号化で一つの顔画像を 24bit, 12bit, 6bit の階層に分けている。ここではアバタ同士的位置が一番近いレベルでの表現として顔画像が鮮明に表示される 3 枚を重ねあわせたものとして考えた場合の計算を行なった。

表 4.1 での端末の専用線数と階層符号化の計算を参考にして Ethernet100Mbps と Ethernet1Gbps での回線使用率について考察をしてみる。

	100Mbps	1Gbps
2人	0.54%	0.05%
3人	0.81%	0.08%
4人	1.61%	0.16%
5人	2.69%	0.27%
6人	4.03%	0.40%
7人	5.64%	0.56%
8人	7.53%	0.75%
9人	9.68%	0.97%
10人	12.10%	1.21%

表 4.2 ネットワーク占有率

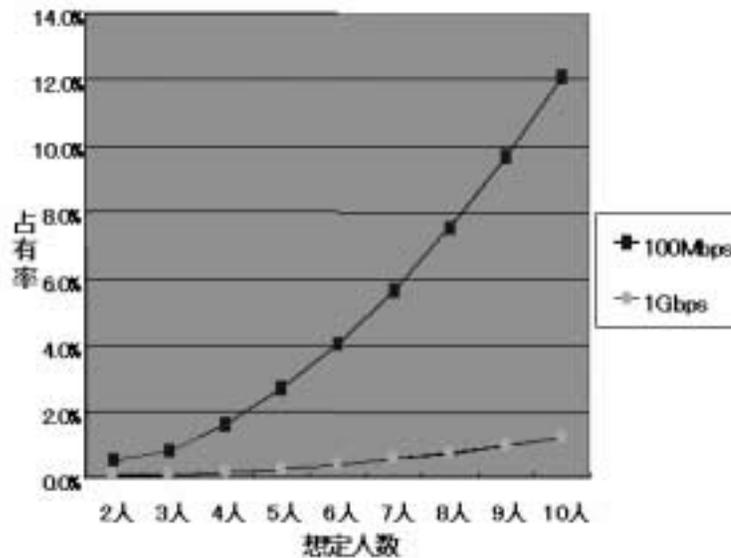


図 4.2 Ethernet における顔画像の占有率

今回のシステム検討においての結果をふまえてここでは考察について述べる。Ethernet100Mbps と次世代に一般的に普及することを予想して Ethernet1Gbps のネットワーク

での比較実験を行なった．データだけを出して行くと結局 100Mbps では 27 人, 1Gbps では 863 人のクライアント同士での顔画像通信が行なえるという結果になった．よって顔画像のみではそれだけの検討が可能ということである．しかし, 実際にはサイバースペースでは, 顔画像のみの実験系を作成するのにも顔画像データ意外に位置情報データや制御情報などが必要である為, 今回の計算で出た人数よりも少なくなることが考えられる．また, 音声やアバタ, コンテンツ情報などと合わせてサイバースペース自体を完成させていこうと考えると, ネットワークの帯域を使用するためにさまざまな制約が出てくると考えられる為, また違った検討が必要である．

4.2 今後の課題

残されている研究課題

今回本研究において、通信方式と画像の符号化方式について検討をした。サイバースペースシステムにおいて、その他での検討項目を言えば受信方式と映像表示方式があげられる。この2つについての問題点をまとめる。

受信方式

- 顔画像を複数受信することでの問題
- 複数の顔画像を処理するため PC の負荷

画像表示方式

- フレームレートを位置関係によって変える
- 顔の表示枠の大きさを位置関係によって変化させる
- あまりに遠くなってしまった場合の処理
- 現在の四角の表示枠から楕円形の顔画像表示への変更

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々のご指導、ご協力を得る事ができました。よって、ここに心からの感謝の意を表します。

TAO(通信・放送機構) 研究員の高松希匠氏、神田敏克氏、本研究室の修士である中平拓司氏、学部生の坂田青児氏、小林寛征氏には研究活動に対する姿勢、技術的なサポートをしていただきました。

Hos 班リーダーの加藤寛治氏には、チームのリーダーとしてご指導をいただき大変お世話になりました深く感謝いたします。

副指導教員の岩田誠助教授と福本昌弘講師には、著者が研究を進める上で大変有益となる実験などの授業を通じて親切なご指導また忌憚のないご意見など大変お世話になりましたことを深く感謝いたします。

島村和典教授には、研究への取り組み方や姿勢について、ご指導、叱咤いただき、著者に研究者としての自覚を持たせて下さいました。また、技術面でのご指導やアドバイス、メンタル面でのサポート等、著者の研究活動においてた大なるご指導いただきました事を心より深く感謝いたします。

参考文献

1. 研究論文誌 NTT.R&DVol.471994

(特集論文) インタースペース構成技術とその応用

2. 加藤, 島村「仮想現実空間通信システムへのマルチキャスト適用に関する考察」電子情報通信学会情報・システムソサイエティ大会 予稿集 A-16-6, 2000

3. マスタリング TCP/IP(IP マルチキャスト 編)

DaveKosiur 著, 苅田幸雄監訳

付録 A

用語の説明

InterSpace

インタースペースとは、CGで構成した3次元の仮想空間の中に、自分をアバタとして参加させ、このアバタを自由に移動させながら、アバタの視点から見た仮想空間の中でサイバーコミュニケーションを支援するプラットフォームである。インタースペースでは、アバタに自分の顔映像と音声を伴った形態で仮想空間に参加する。参加者からは他の参加者が顔映像をまとった分身として仮想空間の中を移動している様子が見えるため、近づいてお互いに会話をしたり仮想空間で説明や展示をしている情報にアクセスしたりできる。これまでのテレビ会議や電話のような計画型のコミュニケーションだけではなく、偶然出会った人と話す、歩いていて偶然情報を見つけるといった非計画型のコミュニケーションも可能であり、より実社会で起るコミュニケーションの形態に近づけることができている。インタースペースの特徴を以下に示す。

音声と顔映像の利用

音声と顔映像のついたアバタにより3次元仮想空間に参加し、他の参加者とリアルタイムのコミュニケーションが可能である。

マルチユーザ

同時に他人数の参加者が3次元仮想空間に参加し、空間を参加者全員で共有しながら、仮想的な社会的な社会活動（フォーラム、会議、ショッピング、マルチユーザネットワークゲーム、情報閲覧等）が可能である。

簡単な操作

マウス操作により、簡単に 3 次元仮想空間内を移動することができ、初心者にも分かりやすいインターフェースを実現した。

他アプリケーションとの連結

Web ブラウザ等他のインターネットアプリケーションと連携することにより、フレキシブルなサービスシステム構築が可能である。

InterSpace の構成について

サーバモジュール

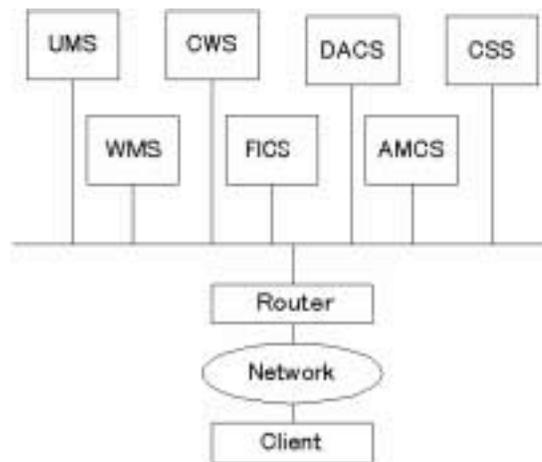


図 A.1 InterSpace のサーバモジュールの構成図

以下にサーバモジュールの機能概要について示す。

ユーザ管理サーバ (UMS : User Management Server)

- サイバースペース内へのログイン・ログアウト等のアカウント情報管理
- ログイン時のユーザやセッションの正当性の管理

ワールド管理サーバ (WMS : World Management Server)

- CWS を割り振るための処理

- サイバースペースに必要なコンテンツファイルの通知処理

セルワールドサーバ (CWS : Cell World Server)

- サイバースペースの単位空間を管理
- アバタの位置座標の送受信

デジタル音声サーバ (DACS : Digital Audio Control Server)

音声サーバ (AMCS : Audio Mixing Control Server)

- 音声の送受信

顔画像サーバ (FICS : Facial Image Control Server)

- クライアントから送られる顔画像・顔映像の受信
- 要求されたクライアントへの顔画像の送信

コンテンツファイルサーバ (CSS : Contents file Service Server)

- サイバースペースに必要なコンテンツ情報を管理
- クライアント側のコンテンツ要求に応じ送信

クライアント モジュール

クライアント通信モジュール

(UCMC:Universal Communication Module for Client)

- クライアントの通信を行なうモジュールである
- 他クライアントとの間で特殊なアプリケーション用にピア・ツー・ピア通信へ移行する機能を備えている

クライアントメインモジュール (CMM:Client Main Module)

- インタースペースのコンテンツ記述体系である InterSpace Script の解釈・実行を行うエンジン (インタプリタ) である

コンテンツファイルサーバ用のクライアントモジュール (CSC:Contents Server Client module)

- ログイン時に WMS から送られてくるワールドに必要なコンテンツファイルと、現在クライアント側で所有しているファイルの過不足やバージョンをチェックする
- 必要に応じて CSS にコンテンツファイルのダウンロード要求を行なうモジュールである

インタースペース用のクライアントモジュール (ISC:InterSpace Client Module)

- インタースペースブラウザの GUI を提供するモジュール
- クライアントの負荷軽減を図る為に、UCMC では必要なサーバとだけ通信を行うこと以外に、ISC をクライアントのスペックに応じて変えることが可能になる。

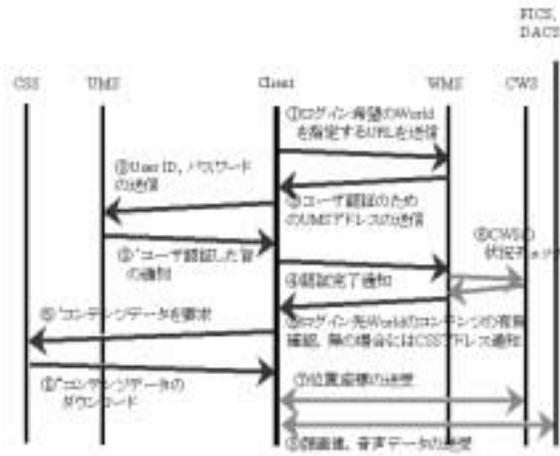


図 A.2 ログイン時の標準的処理シーケンス

以上 NTTR&DV01.47 より (特集論文)

「インタースペース構成技術とその応用」より抜粋

ピア・ツー・ピア

ピア・ツー・ピアのピア (peer) とは「対等」や「同等のもの」という意味を持っており、この意味のとおり、ピア・ツー・ピア型のネットワークとは、ネットワークとは、ネットワーク上に接続されるコンピュータがすべて対等の立場にあります。ここでは、クライアントとサーバ、つまりサービスを提供する側とサービスを受ける側の立場の違いはありません。すなわち、ネットワークに接続されるどのコンピュータもクライアントマシンであるとともに、サーバマシンでもあるわけです。

Motion JPEG

各フレームの画像データを一枚一枚 JPEG 圧縮で保存する方法。前後のフレームとは関係なく 1 フレーム毎に完全に独立した圧縮を行なう方式であり、フレーム単位の編集に向いている。また、キャプチャ時にキャプチャするデータの画像サイズをある程度自由に選べ、圧縮率もフレームレートも自分で設定することができる。

マルチキャスト

パケットの通信技術の 1 つ。単一のパケットで複数のノードに対して同一データを送信する通信方法のこと。ネットワーク上で要求をする相手だけにコピーをし配信をする通信を効率的にサポートする。

【送信側ベース】

- 小規模のグループで使用するのに適している。
- 新規グループメンバーはグループ内のすべての送信者に、自分を受信者リストに追加してもらうために通知しなければならない仕組みのため、大規模で動的な通信を行うグループには不向きである。

例：ST-II (Stream Protocol Version II)

XTP (Xpress Transport Protocol)

MTP (Multicast Transport Protocol)

【受信側ベース】

- 送信者は受信者のリストを維持する必要がなく、動的なグループにおいて受信者はマルチキャストセッションに自由に参加または離脱ができる。

例：IP マルチキャスト