

テクスチャ・オン・デマンド・サービスの提案

藤岡 宏治, 成瀬 勇一, 中川 真一

NTT 情報流通プラットフォーム研究所

〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11

電話:0422-59-{2815, 7555, 4485}

FAX:0422-60-7372

e-mail:{fujioka.kouji, naruse.yuuichi, nakagawa.shinichi}@lab.ntt.co.jp

あらまし

本稿では最近の3D-CG技術に関する動向について概観した後、次世代のネットワークアプリケーションは伝送技術やプロトコルに関する性能向上だけではなく、サーバでの超高速な応答性能が重要視される事を指摘する。次世代ネットワーク技術の広帯域性や低遅延性を利用した新たなネットワーク・サービスとしてテクスチャ・オン・デマンドを提案し、その要求条件や転送方式、応用例について述べる。

キーワード 3D-CG, クライアント・サーバ・システム, テクスチャ, 応答遅延

A proposal of Texture on Demand service

Kouji Fujioka, Yuuichi Naruse, Shinichi Nakagawa

NTT Information Sharing Platform Laboratories

3-9-11 Midori-cho Musashino-shi, Tokyo, 180-8585, Japan

Telephone:0422-59-{2815, 7555, 4485}

Facsimile:0422-60-7372

e-mail:{fujioka.kouji, naruse.yuuichi, nakagawa.shinichi}@lab.ntt.co.jp

Abstract

We first review the recent trend about the 3D-CG technology. We point out the importance of the quick response in the server-system as well as high-speed network technology. We propose the Texture on Demand that is a service of the future network. We discuss the requirements for the system performance, the method to transmit the texture data and examples of our proposal.

Key words 3D-CG, client-server, texture, delay, response

1 はじめに

最近 3D-CG を応用したアプリケーションで Network を利用するのが注目を浴びている。比較的 古くから考えられていた サイバースペース型 コミュニケーション サービスに加えて、最近ではゲーム型 アプリの ネット対戦 サービスが大幅に急増している。

それらのアプリの特徴は各ユーザの アバターの座標 や行った アクションの情報のみを ネットワークに流し、クライアントの画面に表示される動画はそれぞれの クライアント 端末でリアルタイムに生成することで インタラクティブ性とリアルタイム性を同時に実現しているところにある。[図 1]

PC でのリアルタイム 3D-CG 生成技術においてその画像品質に最も影響を与えるデータが テキスチャデータである。3D-CG のリアリティを向上するために 3D オブジェクトの表面に静止画の各ピクセルを座標変換して張りつける処理が テキスチャ・マッピング [図 2] であり、この静止画を テキスチャデータ という。現在主流の方式では テキスチャ・マッピングを行う際に テキスチャデータを格納するメモリと専用プロセッサ間で非常に高速なアクセスが要求される。そのため、専用プロセッサに近接して専用のメモリⅡを実装したり、特別に高速なバスを介してシステムメモリにアクセスできるアーキテクチャⅢが一般的である。[1][2]

こうした テキスチャデータは仮想空間上で表示される物体の外観を表示するのに利用されている。この外観を自分の好みにカスタマイズしたいという要求があり、これまでのアプリではいくつかのパターンから選

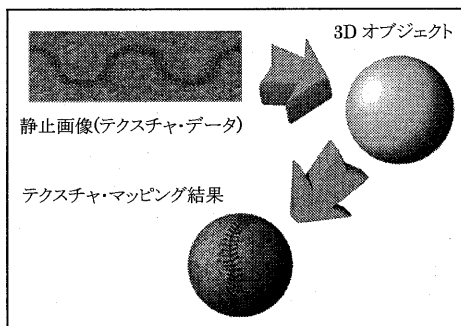


図 2 テキスチャ・マッピング

I 仮想空間上の各ユーザの分身となるオブジェクト。
II フレームバッファ、陰面処理のために Z 座標を格納する Z バッファ、テクスチャ格納領域を含めて 8~32 メガバイト程度を実装するのが一般的である。
III AGP (Accelerated Graphics Port)。現在主流の ×2 モードで約 532Mbyte/s。

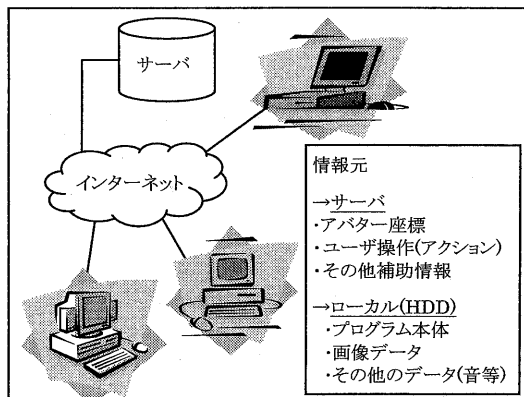


図 1 現在のネットワーク対応ゲームのしくみ

択できるようになっているものが多い。最近ではオリジナルに作った テキスチャデータを自ら公開しているユーザが存在し、他のユーザがそのデータを前もってダウンロードしインストールしている場合に限り、特別な外観を持ったアバターが表示されるようになっているしくみも既にある。

テクスチャデータをアプリケーション利用中にネットワークで配信や更新することは現在の回線帯域幅から考えると負荷が大きくサービスのリアルタイム応答性を損なうため、現在は行われていない。しかし、これが実現すれば、仮想空間上のオブジェクトの外観をデータのダウンロードやインストールといったリアルタイム性を損ねる作業無しに自由に変化させることができるようになる。

本論文ではそういったアプリケーションにおいて新しい表現、機能を提供する「テクスチャ・オン・デマンド」を 2 節で提案し、3 節でその中心技術であるデータ配信方式について説明する。最後にその具体的な応用例を示す。

2 テキスチャ・オン・デマンド・サービス

ネットワークを利用してテクスチャデータをリアルタイム配信する テキスチャ・オン・デマンド (以下 ToD) を提案する。テクスチャデータの プロセッサへの転送はリアルタイム性を考慮して非常に厳しい性能が要求されてきた。そのため、これまで Network 経由でこれをリアルタイム配信する方法については十分な検討はなされていない。しかし、最近ギガビットクラスの高速なネットワーク技術が比較的容易に用意できるようになっており、実現可能性は大きくなっている。

3D-CG 処理の特徴を考慮した場合、テクスチャデータの配信は通常の画像データの配信と比較すると次の 3 点の条件が非常に高いレベルで要求される。

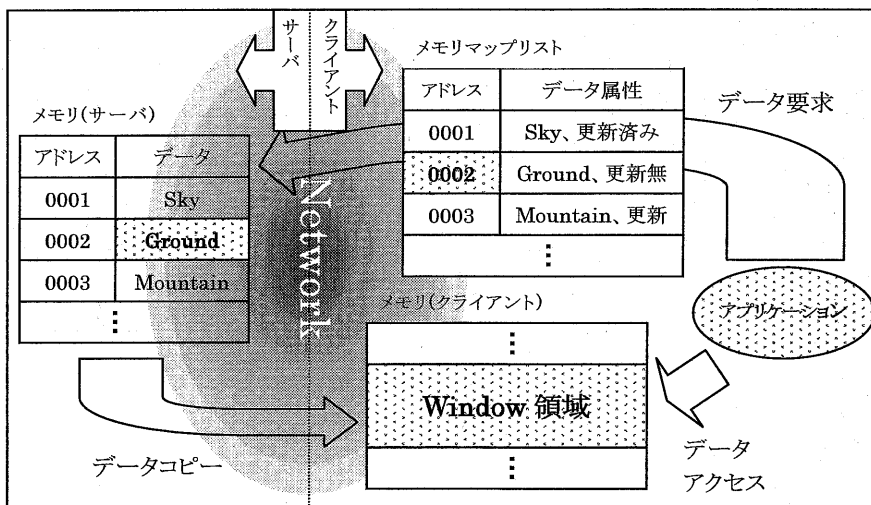


図 3 提案方式概要

- サーバからの超高速応答性能(低遅延。ユーザ操作のレスポンスの向上。リアルタイム性。)
- 通信処理負荷の軽さ(かなり重いリアルタイム 3D-CG 処理Ⅳを妨げない。)
- 高スループット(1Gbps 以上が理想的Ⅴ)

3 ToD データ配信方式

[図 3]に ToD データ配信方式の概要を説明する。ToD に必要なプロセスは主に次の 4 点である。

[サーバ]初期化プロセス

サーバにおいてメモリ空間を複数ブロックに分けて確保し、各ブロックに一意の新しいメモリ・アドレスを付与する。各ブロックにテキスト・データを格納し、以後はテキスト・データの識別に付与したメモリ・アドレスを用いる。

[クライアント]初期化プロセス

クライアントにおいてはサーバとの接続、認証の段階でこのメモリ・アドレスとその内容に関する情報(データ名や更新状況、各種属性値等)のリストを受け取る。また、サーバから受け取ったテキスト・データ格納用のメモリ領域を確保する。この領域をウインドウ領域と呼ぶものとする。

[クライアント]データ要求プロセス

アプリケーション上で表示に必要なになったテキスト・データがある場合、クライアントはそのテキスト・データのメモリ・アドレスをサーバに要求する。サーバから配信されたデータはウインドウ領域に格納され、プロセッサによって直接参照される。ウインドウ領域に既に格納されているデータがある場合は廃棄して新たなデータを格納する。つまり、アプリケーションから見ると、サーバ上にあるデータにまるでローカルメモリにアクセスするように動作する。

特に重要なのが 1 点目の超高速応答性である。例えば、あるユーザの画面内に突然オブジェクトが現れた場合、テキスト・描画が遅いと敵か味方が判別するのが遅れ、ゲームとしてはつまらないものになってしまう。データの遅延はネットワークの伝送遅延とサーバでの応答遅延によって構成される。仮に目標フレームレートを毎秒 25 フレームに設定したとすると、データの遅延は 40 ミリ秒以内でなければならない。ネットワークでの伝送遅延は通常それ以下であり、遅延の主要因であるサーバでの応答遅延改善が課題となる。サーバでの応答遅延を減らすための具体的な方式の提案は次節で述べる。

2 点目、3 点目についてはプロトコル処理を含めた通信処理の問題に依存するところが大きい。例えば現在の TCP/IP ではメモリコピーやチェックサムの計算等の処理が重くスループットが制限される。^[3]

Ⅳ 現在の PC では秒間 300 万ポリゴン程度の処理能力がある。通常ジオメトリ演算時のプロセッサ使用率は 100% 付近となる。

Ⅴ 640×480 画素、16bit カラー、30 フレーム/s の映像でテキスト・データの転送に約 800Mbps の帯域幅が必要。

[サーバ]データ更新プロセス

サーバのメモリに置いてあるテキスト・データが更新されたり追加されたときは全クライアントに対してメモリ・アドレスとその内容に関する情報(データ名や更新状況、各種属性値等)のリストを送信し、受け取ったクライアントはサーバのメモリマップリストの該当部分を更新する。

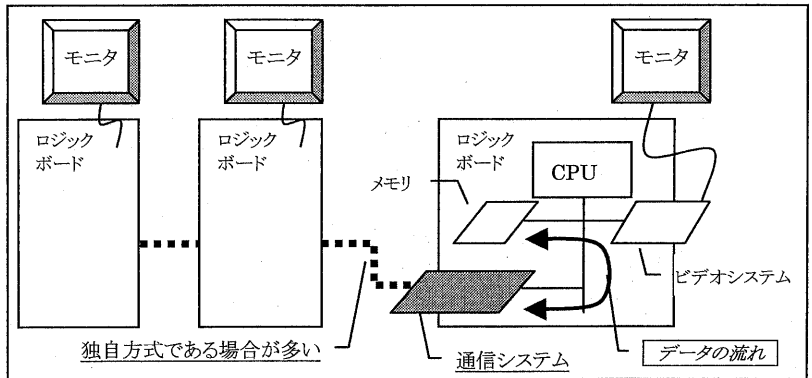


図 4 従来システム(通信対戦ゲーム機)

提案方式の特徴は以下。

- 一意のメモリ・アドレスに基づいてデータの要求、検索、読み出し等識別に関する処理を全てまかなう。汎用的なアドレスとローカルなアドレスの変換処理を省くことで高速化、処理負荷低減が可能。
- メモリ to メモリのデータ転送により、二次記憶装置からの読み出し等によるボトルネックの回避。
- サーバのデータ更新のみで全クライアントのデータ更新を行える。
- 固定的なウィンドウ領域を通してサーバに用意された全てのデータにメモリ・アクセスができるのでクライアント側のメモリ使用効率が向上する。

次節以降で本提案方式を用いた ToD システムの応用例として、アミューズメント施設向けと一般ユーザー向けのものを提案する。

4 アミューズメント施設向けシステムの提案

アミューズメント施設(ゲームセンター)間の接続をターゲットにした ToD システムについて提案を行う。

4-1 ねらい

- 高性能版 ToD システムの提案。
- メーカー独自方式による施設内ゲーム機間のネットワークシステムの代替となる低コスト標準システムを提案する。

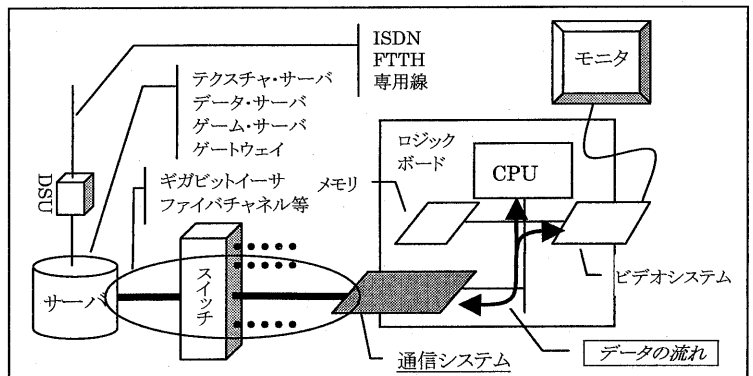


図 5 アミューズメント施設向け提案システム

4-2 従来システム

従来システムを[図 4]に示す。従来のゲーム機は2~8 台の機器間をメーカー毎に異なる方式で接続していた。そのため安価に必要な分だけの性能を持つシステムを実装するには、データのシリアル転送等最低限の機能しか搭載できず、拡張性もなく、特に大きなデメリットとなるのが広域網接続の難しさである。施設内の隣り合ったゲーム筐体での対戦システムは既に当たり前のものとなった。今後期待されているのは家庭用ゲーム専用機やパソコンによって既に実用化されている遠隔地間での対戦システムと予想される。

4-3 提案システム

提案システムを[図 5]に示す。特徴をまとめたものを[表 1]に示す。

アミューズメント施設における設備はユーザー(お客様)への表現力という面ではかなりハイエンドな能力を要求される。テキスト・データのメモリ・プロセッサ間の転送速度は1Gbps を越える能力が要求される

ため、ギガビットイーサネットやファイバチャネルといった高速な伝送技術を用いることが必須である。

施設内には ToD のサーバやその他のサーバ・システム、外部接続のためのゲートウェイを設置する。

ギガビットイーサネットやファイバチャネルといった標準化された伝送技術を使用し、アミューズメント施設内にあらかじめ LAN 設備を設置しておくことで、ゲームマシンを入れ替え、新製品を導入する際の接続作業も容易であるし、部品やスイッチ等に既存製品を利用することが可能である。また、異機種間での通信も実現し、他のゲーム機の機能との連動といった新サービスも考えられる。(例えばプリンタのプリンターと連動する等) また、外部遠隔地間での通信機能を追加するのも容易であると思われる。

テキスト・データへのリアルタイム・アクセスを外部サーバとの間で行うには高速な外部接続が必要になってくる。この外部接続を用いて遠隔地の映像や対戦のために必要な情報を送受信するだけでなく、夜間の営業時間外を利用して大容量のデータを受け取ったり、サーバのリモートメンテナンス等を行ったりといった様々な用途が考えられる。安価な ATM メガリンクサービス等の普及により、コスト面での折り合いがつかうことも期待できる。

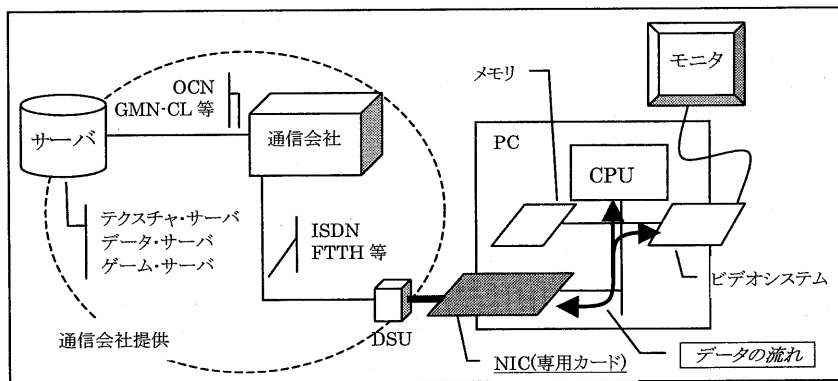


図 6 一般ユーザ向け提案システム

5 一般ユーザ向けシステムの提案

一般ユーザをターゲットにデータ配信サービスを提供する ToD システムについて提案を行う。

5-1 ねらい

- 低速な一般家庭用回線を利用した安価な ToD システムを提案する。

表 1 提案システムの一長一短

	メリット	デメリット
設置者	集客効果	イニシャルコスト、ランニングコスト
メーカー	新機能、新サービスの実現	ハード、ソフト開発
ユーザ(お客様)	新機能、新サービスの提供	料金値上げの可能性(通信費分)

- 低速回線での ToD システムを実現するのに必要な仕組みを提案する。
- レンタルサーバビジネスモデルを提案する。

5-2 従来システム

従来のパソコンによるネットワーク対戦システムではサーバに対して OS のインターネット接続機能で接続し、ユーザのアバターの位置や行ったアクション等の情報をリアルタイム送受信している。ユーザオリジナルのテキスト・データを置くサーバも存在するが、これを表示するには前もってテキスト・データをダウンロードし PC にインストールすることが必要である。その他のユーザの画面には既存のテキストの表示が行われ、ユーザによって表示が異なることになる。

5-3 提案システム

提案システムを[図 6]に示す。一般ユーザ向けシステムで考えなければならない課題が 3 点ある。

- 1 点目は低速な回線で超高速を必要とするテキスト・データ転送を少しでも現実的な性能で実現するための工夫である。
 - 2 点目は一般的な PC のアーキテクチャへの実装を考慮しなければならない点である。
 - 3 点目は初心者にも簡単に扱える配慮である。
- 提案システムでは ToD に必要な機能をまとめた専用ハードウェアを増設することでの実装を考える。

このハードウェアが搭載する機能としては次のものが挙げられる。

- サーバ接続、回線管理、その他マネージメント機能(課金管理、アカウント管理)
- プロトコル処理等、データ高速転送機能
- 圧縮データのリアルタイムデコード機能
- データリスト管理メモリ、ウィンドウメモリ等

- データ先読みキャッシュ機能
- その他(メモリバースコントローラ)

1 点目の解決策として、テクスチャ・データのリアルタイム伸張機能の追加と、データの先読みキャッシュ機能を考える。

既にテクスチャ・データの圧縮に関しては発表^{VI}されている。プロトコル処理等の通信処理を行う専用ハードウェアの実装も有効である。

2 点目に関しての解決策は ToD で必要となるウィンドウメモリといった特殊部品をカード上に専用で実装する等が考えられる。

3 点目に関してはカード上のファームウェア、ドライ

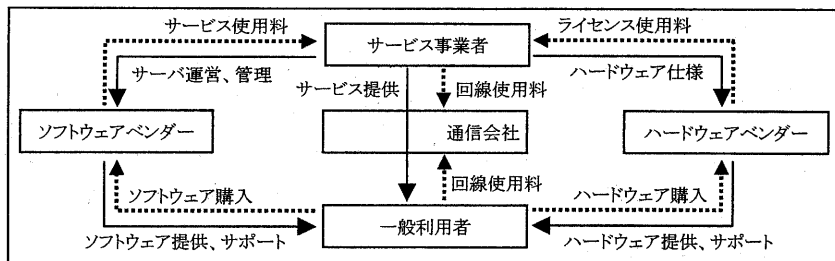


図 7 ビジネスモデル例

に対応できる。

- 一般利用者はあらゆるソフトウェアで共通のサーバ設定を利用できる。

6 実現目標

[表 2]に本稿で提案したシステムの目標性能、機能を従来と比較したものを示す。

表 2 実現目標比較

		回線帯域幅	フレームレート	対戦用情報	テクスチャ・データ配信	その他の機能
従来	アミューズメント施設	不明	60fps	△ 施設内のみ	なし	なし
	家庭用	~64Kbps	~60fps 部分的に 10fps 以下	○	△ (前もってダウンロード)	チャット機能等
提案方式	アミューズメント施設	1Gbps~	60fps	○	100%ネットワーク経由	新着データ配信、 リモートメンテナンス
	家庭用	128Kbps~ (データ圧縮により実質 1Mbps~)	20fps~	○	例 10%ネットワーク経由 90%ローカルメモリ	チャット機能等

バソフト等にサーバ接続やアカウンティングの機能を追加することで解決する。設定等は全て自動化もしくは質問に答えるだけで設定が行われるウィザード型が望ましい。

5-4 レンタルサーバビジネスモデル

[図 7]に ToD サービスを提供する場合のビジネスモデルの一例を示す。

この例での特徴は以下の通りである。

- ソフトウェアベンダーはサーバ運営、管理をサービス事業者者に任せることでソフトウェア開発に専念できる。
- ハードウェアベンダーはサービス事業者の公開する仕様に準拠したハードウェアを開発することで、異なるソフトウェアベンダー間のソフトウェア

7 まとめ

リアルタイム 3D-CG 処理技術を応用したインタラクティブ・ネットワーク・アプリケーションの新しい機能を提供する ToD サービスを提案した。それを実現する際の課題を示し、データ配信方式を提案した。

ToD のシステム例としてアミューズメント施設等のアミューズメント施設向けのものと、一般ユーザ向けのもの 2 種類を提案した。

参考文献

- [1] 日経エレクトロニクス特集 “家庭用パソコンを変えるグラフィックス・ポート AGP” 1996.9.9 (no.670)
- [2] 日経エレクトロニクス特集 “「創像」の世紀” 1998.6.1, (no.717)
- [3] 小野田、辻岡、小田部: “Network DMA の長距離転送特性 ~Netwarp I~” 1997 年電子情報通信学会総合大会, B-7-186

^{VI} 米 S3 Inc. “S3TC(S3 Texture Compression)” 圧縮率は 1/4~1/6 で非可逆圧縮。