

佐伯 俊彰、大野 次彦、下間 芳樹

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

ポリゴンにより構成された3次元モデルに静止画をテクスチャとしてマッピングして高品質化と3次元化を実現した3次元空間(3次元地図を含む)データを、ネットワーク接続されたノートPC、携帯情報端末に向けて、オンデマンドに配信し、ストレスを感じさせない3次元空間のウォークスルーを実現することを目的とした、3次元空間データストリーミング配信表示システム(図1)を開発している。

同システムは、視点移動に伴って新たに表示対象となる空間に存在する空間データ(表示オブジェクト)を、リアルタイムにサーバからクライアント端末に優先度にしたがって、ストリーミングに配信して、表示に必要な最小限のデータをダウンロードするだけで、広大な3次元空間において、シーンのリアルタイムな表示とスムーズな視点移動によるウォークスルーを実現することを狙っている。

しかし、視点移動に伴って発生する表示オブジェクトをリアルタイムに表示できるように配信するには、次世代移動体通信をターゲットにしても通信速度がまだ不十分であるため、すべての同表示オブジェクトを配信しきれないという問題がある。

さらに、視点移動速度が上昇すると、配信しなけ

ればならない同表示オブジェクトのデータ容量が増加し、また、通信路の利用可能通信速度が劣化すると、単位時間あたりに配信することのできるデータ容量が低下するため、リアルタイムな表示の実現がよりいっそう困難となる。

そこで、上述問題を解消するために、

- ① 空間データの疎密状況、視点移動速度、通信速度の変化に応じて、配信する空間データのLOD(Level Of Detail)を制御する適応型LOD制御と、
- ② シーンの切替え表示のための各処理ステップの処理時間を調整することにより、シーンの切替速度(フレームレート)を制御する画面切替レート制御

を行うことにより、予め定めたフレームレートを極力維持し、リアルタイム性を保証する表示を実現する制御方式について検討した。

本稿では、上述適応型LOD制御と画面切替レート制御について述べる。

2. 適応型LOD制御

適応型LOD制御とは、視点の移動により新たに単位時間あたりに表示に必要な空間データサイ

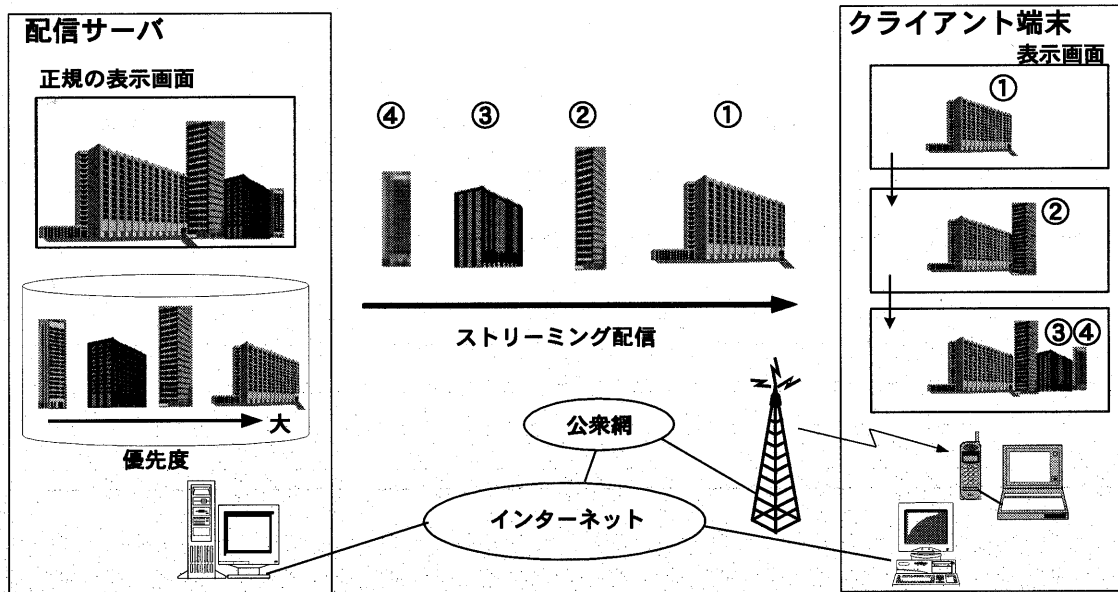


図1 システム構成/利用イメージ

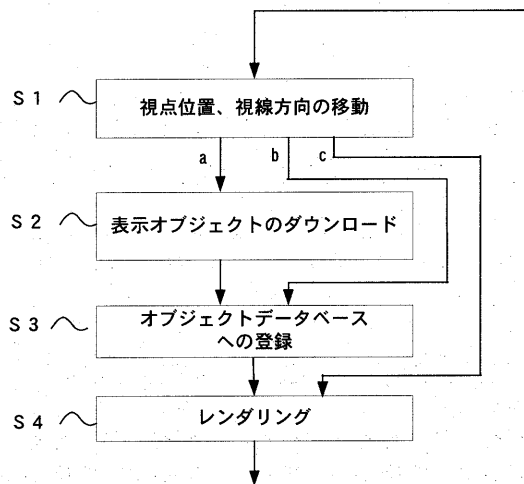


図2 1フレームの表示フロー

ズと利用可能通信速度との相対的な大小関係に応じて、リアルタイムな表示が実現できるように表示オブジェクトのLODの設定を適宜変更してレンダリング処理時間と表示品質を制御することをいう。以下、適応型LOD制御の動作について説明する。

まず、視点の移動速度と空間データの疎密状況から決まる単位時間あたりに表示対象となる表示オブジェクトに対して、予め指定したフレームレートを維持できるデータサイズになるようにLODの設定を行う。同LODの設定では、視点と表示オブジェクトとの距離、視線方向ベクターと視点位置から表示オブジェクトに向かう方向ベクターとのなす角（視線一致度）に応じて、表示オブジェクトのLODを設定する。

同LODの設定を行った表示オブジェクトのデータサイズと、利用可能通信速度を比較する。同表示オブジェクトのデータサイズの方が大きい場合、同表示オブジェクトを利用可能通信速度以下になるように、LODの設定を変更する。

また、利用可能通信速度の方が大きい場合は、同表示オブジェクトのデータサイズが利用可能通信速度以下の範囲内で、予め想定したLODの設定に極力近くなるようにLODの設定を変更する。

表示オブジェクトのLODを変更するときは、遠方ほど、視線方向から離れるほど、粗くなるようにLODを設定し直す。

3. 画面切替レート制御

クライアント端末において、視点から見える3次元空間のシーンを表示する動作フローを図2に示す。

視点位置、視線方向が決定(S1)すると、表示オブジェクトをサーバからダウンロード(S2)し、ダウンロードした表示オブジェクトを、レンダリング時に参照されるオブジェクトデータベース(シーングラフ)に追加登録(S3)し、レンダリング(S4)する。こ

のS1~S4の一連の処理を1回実行することにより、視点から見える映像1フレームを表示することができる。このS1~S4の一連の処理が単位時間あたりに繰り返し実行される回数をフレームレート (frame/sec) と称する。

短い周期で通信速度や視点移動速度が上下に変化する場合や、同変化が微少である場合、適応型LOD制御にて、LODの設定を変更すると、返って、LODの再設定のための処理が増大するために負荷が増大し悪影響を及ぼす場合がある。画面切替レート制御では、このような場合に、LODの設定を変更するのではなく、予め指定したフレームレートに極力近づける方向で、上記S1~S4の各処理ステップの処理時間を調整制御してフレームレートを変更する。

同画面切替レート制御は、LODの設定を変更するより、フレームレートの変更を行った方が、リアルタイム性が保証される度合いが高くなる場合に適用される。

例えば、通信速度がネットワークの輻輳により劣化すると、表示オブジェクトの配信データレートが低減されるために、送信時間が長くなってしまう。

この時、同画面切替レート制御では、表示オブジェクトのダウンロード(S2)のための処理時間の割当を、サーバから配信される表示オブジェクトを受信できるように変更する。

この変更により、フレームレートは、ステップS2の割当処理時間を延長しただけ小さくなるが、同フレームレートの減少が小さい場合は、LODの設定を変更するより、リアルタイム性が保証される度合いが高くなる。

4. まとめ

通信路の利用可能な通信速度が変化して単位時間当たりの送信可能データ量が変化したり、あるいは、視点移動速度/視線回転角速度が変化して単位時間当たりに送信する必要性のある表示オブジェクトのデータ量が変化しても、同適応型LOD制御と同画面切替レート制御を行ってストリーミング配信することにより、フレームレートを極力一定に保ち、リアルタイム性をベストエフォートに保証する空間表示が可能となる。

5. おわりに

現在、同ストリーミング配信表示システムを開発中である。今後、システム評価を行い具体的な制御パラメータの抽出を行う予定である。

参考文献

- [1] 佐伯 他: 「リアルタイム性を考慮した地図配信方式」、情報処理学会第60回全国大会、2000.3
- [2] 佐伯 他: 「リアルタイム性と信頼性を考慮したQoS制御に基づく地図配信方式」、情報処理学会第4回高度道路交通システム研究会、2000.3