

L-019

ハプティックデバイスのリモート制御における遅延予測技術に関する研究
 A study on the delay forecast technology in remote control of Haptic Device

金 朋†
 Jin Peng

大原 茂之‡
 Shigeyuki Ohara

1. はじめに

ゲームや遠隔医療などバーチャルリアリティの応用の拡大に伴い、各種のハプティックデバイスを通信回線に接続し、通信回線を介してリモート制御する要求が高まっている。工場における遠隔作業や保守、家庭における遠隔医療や介護などの各種サービスを提供することができれば、我々の生活をさらに豊かにできると期待される。

インターネットを用いてリモート制御を行う場合はパケットの到達時間遅れが発生する。本研究ではこのような遅れをいかに吸収するかという問題を解決することを目的とする。具体的には、被制御側で対象オブジェクトを自律的に制御する手段を提供し、制御側からの指示が中断しても制御を継続するシステムを提案する。

2. システムの概要

リモート制御システムは Fig 1 に示すように制御システムと被制御側システムで構成されている。

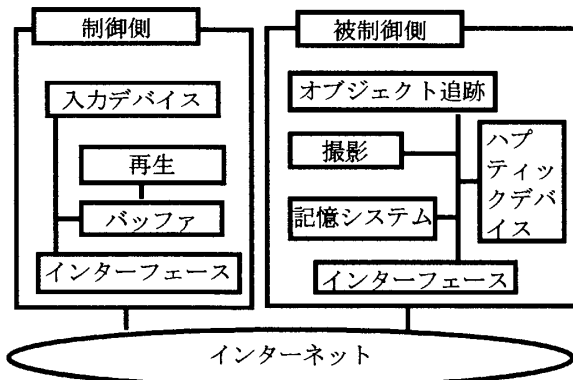


Fig. 1 リモート制御システム概略図

2.1 制御側システム

制御側システムはインタフェース、バッファ、再生、入力デバイスで構成されている。インタフェースは被制御側との情報のやり取りである。バッファは被制御側から送られた画像を一時保存し、一定の時間を経過後に再生する。入力デバイスはマウスでもハプティックデバイスでもよい。

2.2 被制御側システム

被制御側システムはインタフェース、ハプティックデバ

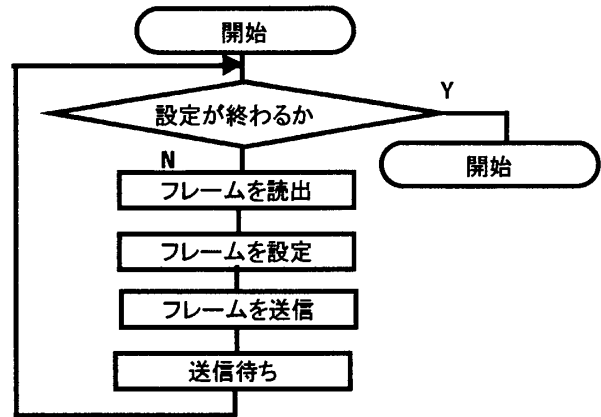


Fig. 2 制御側システムの流れ

イス、記憶システム、オブジェクト認識、ビデオカメラで構成されている。本研究は米 Sensible Technologies 社が開発したハプティックデバイスを用いる。ハプティックデバイスのワークスペース、位置分解能などの制限より、自律的に制御する対象オブジェクトの大きさ、スピードに対して認識の限界が発生する。撮影は汎用ビデオカメラを利用し、撮影する範囲は固定しており、そのワークスペースは 160*120*70mm である。記憶システムは撮影した動画

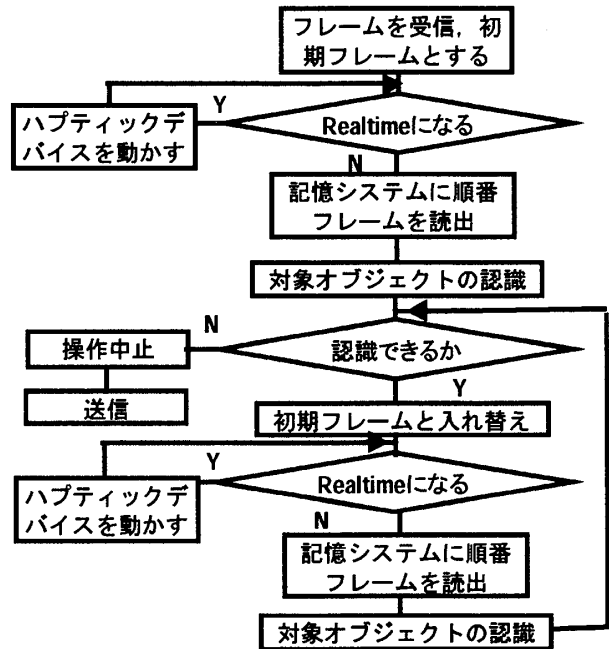


Fig. 3 被制御側システムの流れ

† (社) 東海大学大学院工学研究科電子工学専攻

‡ (社) 東海大学電子情報学部情報メディア学科教授

像を一つ一つの静画像を分け、番号付けて記憶するシステムである。フレームは画像、時刻、番号、ハプティックデバイスのポインタの座標で構成されている。オブジェクトの追跡はフレームの比較、認識によって行う。

3. リモート制御システムの流れ

Fig. 2 と Fig. 3 によりインターネットによる遅延を予測することが可能となることを述べる。

3.1 フレームの設定

被制御側から送られたフレームを、オブジェクトの抽出、動ける範囲の設定、対象オブジェクトの設定、障害オブジェクトの設定、ゴールの設定、経路の設定など行って、制御情報を作成する。

全部の情報を制御情報として、一つパケットとして、被制御側に送信する。

フレームにはこの時刻のオブジェクトにおける形や色情報を表現するので、オブジェクトの抽出というのは色情報を利用して、動ける範囲の色を複数選択し、白色を設定し、それ以外は黒色とする。動ける範囲とはハプティックデバイスを操作可能な範囲である。黒色のオブジェクトの中に、対象オブジェクトを選択し、赤にする。ゴールはひとつの点として青色に設定する。経路の設定残る黒色のオブジェクトは障害オブジェクトとする。動ける範囲の中にハプティックデバイスのポインタからゴールの間いくつかの通過点を設定することにより結ぶ線である。本システムの設定の流れは Fig. 4 に示す。

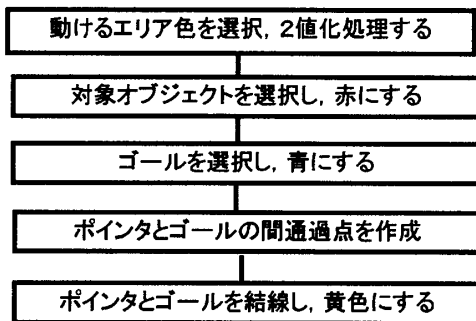


Fig. 4 設定の流れ

経路における通過点、ゴール、ポインタの各点の一定範囲内には、障害オブジェクトが入った場合、認識が行う時に、各点が自動的に調整することができ、ハプティックデバイスの動く範囲を保証する。通過点の数が多ければ多いほど精度が高いが、自動的に設定する手法の開発は今後の課題である。

3.2 オブジェクトの認識

固定しているビデオカメラで撮影したオブジェクトの追跡は隣接フレームの変化が少ないという特徴を利用する。制御情報における対象オブジェクトを小さな矩形領域（基準領域）に分割して、モンテカルロ法を用いて、対応候補

領域を推定して (Fig5), 尤度計算を行って、追跡領域を推定する。そして、次フレームで対応候補を選択する [1]。

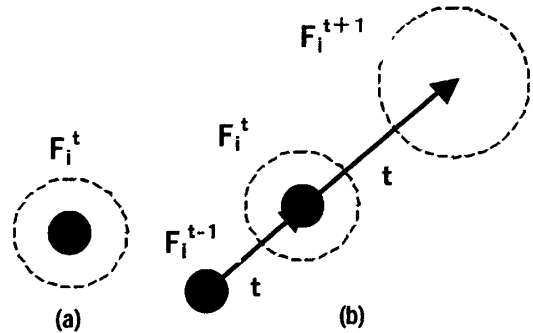


Fig. 5 対応候補領域の分布 (a) 静止の場合 (b) 運動の場合

本システムでは、対象オブジェクトとゴールの追跡を行う。被制御側では、制御情報より対処対象オブジェクトをマークによって認識すると、そのフレームから現時点のフレームまで対象オブジェクトを認識しながら、追跡する。

3.3 両側の対話

被制御側で自動認識ができなくなる場合、操作を中止し、制御側に認識できないことを送信し、制御者の指示を待ち。制御情報を修正してもらって操作を再開するか、操作を中止するかを制御者自分で判断する。

3.4 ハプティックデバイスの動き

対象オブジェクトの追跡は最新フレームまで追いかける前に、ハプティックデバイスが動かない。最新フレームに追いかけた時に、この時点の経路、動ける範囲、障害オブジェクトがわかるので、ハプティックデバイスは経路を沿って、次フレームが来る前に動いていく。次のフレームが来たら、操作を停止し、追跡を行い、制御情報を更新して、ゴールまでにハプティックデバイスを動かす続ける。

4. 終わりに

本報告では、ハプティックデバイスのリモート制御における遅延予測技術に関する研究を提案した。この研究より、認識と対話修正によって、対象オブジェクトを自律的に制御することができる。今後の課題では、リモート制御システムの実装と評価を行い、三次元空間での追跡と制御を行う。

5. 参考文献

- [1] “粒子フィルタに基づく複数の非剛体オブジェクトの認識” 電子情報通信学会 信学技報 TL2003-55 PRMU2003-241 (2004-02)