

●製品紹介●

MPC製ハプティック
デバイス

三菱プレジジョン(株) 技術本部

片野康生

1. はじめに

ハプティックデバイスには近年いくつかの製品があるが、三菱プレジジョン (MPC) 製ハプティックデバイスはそれらの中でもとりわけ高精度・高剛性を志向したモデルである。当社は従来よりパイロット訓練用フライトシミュレータ・自動車教習所向けのドライビングシミュレータ・鉄道シミュレータなどの開発・製造を手がけてきたが、1997年より新分野として手術シミュレーションシステムの開発に乗り出した。この中で操作者に触覚を呈示するハプティックデバイスは最重要デバイスであり、自社開発を行ってきた。製品の特徴としては目標とする高精度・高剛性を実現するためにMPCの各種シミュレータにおけるモーションベース技術 (<http://www.mind.ne.jp/mpc/product/sim/>) を応用し、パラレルリンク機構を採用したデザインとなっていることが挙げられる。

2. ラインナップ

MPC製ハプティックデバイスには2DOF (Degree of Freedom: 自由度)、3DOF、6DOFとそれぞれ使用目的・要求自由度に応じて3機種がラインナップされている。2DOFは低価格・簡易な平面型力覚呈示デバイスとして教育・リハビリなどへの応用に向けて、3DOF、6DOFはその精度を活かして主に医療や研究用途に向けて開発がなされており、今回は3DOF、6DOFを紹介する。(Fig. 1)

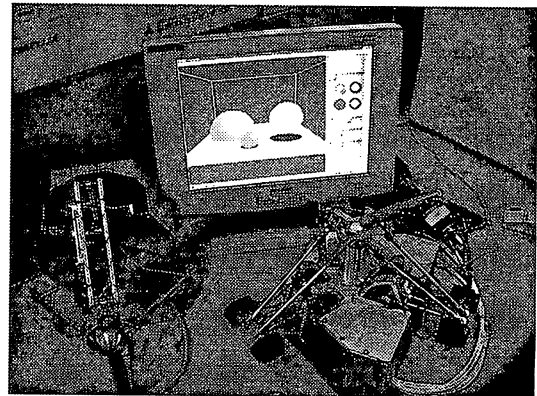


Fig. 1 MPC製ハプティックデバイス
(左: 3DOF、右6DOF)

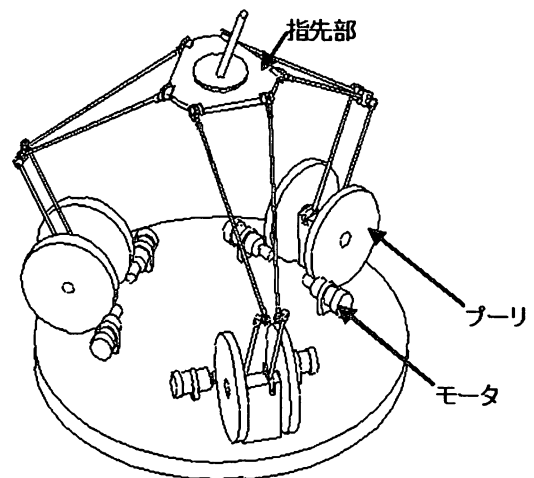


Fig. 2 ハプティックデバイスの外観図 (6DOF)

3. 製品の特徴

1) ハードウェア仕様

高精度・高剛性を実現するため本デバイスではパラレルリンク機構を採用している。パラレルリンク機構は指先の位置・姿勢を並列に結合された複数の閉リンクの状態によって決定するため、シリアルリンクと比較して累積誤差が少なく高精度を実現できる。また同時に複数の閉リンクで指先部を支えるため、たわみが少なく高剛性・高負荷力を実現できるのもパラレルリンク機構の特徴である。

3DOF (Fig. 1 左) はパラレルリンクを90度傾けたレイアウトを持ち、指先部に接続するアーム部分は平行する2本のリンクで支えられている。6DOF (Fig. 1 右) はそれぞれ独立した6本のアームで指先部を支える構造になっている。Fig. 2に6DOFの概観図を示す。重量物となるモータは土台に固定して軽量化を図り、モータへの動

Table 1 ハードウェア仕様

	3DOF	6DOF
自由度	x, y, z の並進 3 自由度	x, y, z, roll, pitch, yaw の 6 自由度
作業領域	15 cm×15 cm×10 cm (x)×(y)×(z)	15 cm×15 cm×10 cm (x)×(y)×(z) 各回転角は 100° 以上
最大呈示力	10N 以上	10N 以上
バックドライバ アプリケーション	0.3N 以下	0.6N 以下
指先部重量	90g	170g
指先部仕様	球形 2ch のスイッチ付き (交換可能)	右手用ペン型 1ch のスイッチ付き (交換可能)
デバイスの サイズ	25 cm×26 cm×32 cm (W)×(D)×(H)	30 cm×34.5 cm×28 cm (W)×(D)×(H)
PC との インターフェイス	32bit PCI バスインターフェイス × 2 枚 差込	32bit PCI バスインターフェイス × 3 枚 差込

力の伝達はワイヤ&プリー機構を採用することでバックラッシュ、動作摩擦を軽減している。Table 1 にハードウェアの仕様を示す。

2) ソフトウェア仕様

Fig. 3 にソフトウェアブロック図を示す。付属ソフトウェアとしてデバイスドライバとクラスライブラリを用意している(図中 A、C)。デバイスドライバ(図中 A)はデバイスを操作する上で最低限必要な基本ライブラリで、デバイスの初期化、デバイスによって計測されたエンコーダの値を元に 3 次元座標への変換、反力計算によって求められた 3 次元座標上の力情報をモータのトルク情報に変換する機能があり、これらを 1kHz という高い更新レートで処理するために必要なタイマー機能などを併せてクラス化してある。これによりユーザは Fig. 3 における接触判定、反力計算部分(図中 B)のみ必要に応じて構築することによりハプティック環境を実現できる。またクラスライブラリには数学ライブラリと図形ライブラリを用意し(図中 C)、OpenGL と連携し、グラフィックとハプティックを同一オブジェクトとして扱うことができるようになっている。Table 2 にソフトウェアの仕様をまとめて示す。

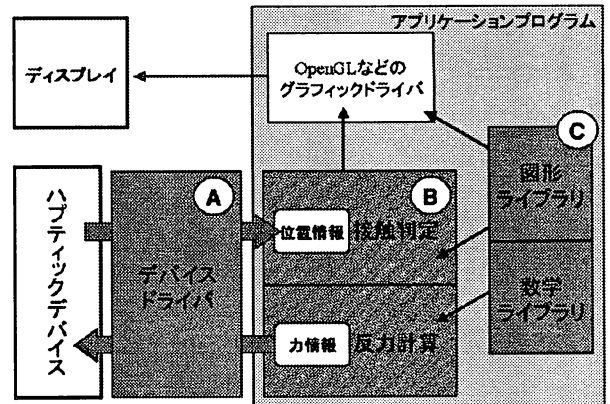


Fig. 3 ソフトウェアブロック図

Table 2 ソフトウェア仕様

推奨OS	Windows NT, Windows 2000 ※	
動作周波数	1kHz (マルチメディアタイマー使用時)	
対応フォーマット	構造体・クラス (ベクトル, オイラー角)	
	配列表現 (OpenGL対応) クォータニオン表現	
デバイスドライバ	初期化	
	位置計測	
	力出力	
	デバイス情報の入出力 マルチメディアタイマー (1kHz固定動作)	
クラスライブラリ	数学ライブラリ	行列計算
		ベクトル計算
		クォータニオン計算
		3D接触判定計算
	図形ライブラリ	球
		円柱
箱		

※ Windows は Microsoft Corporation の登録商標です。

4. ユーザ要求への対応とサポート体制

ハプティックデバイスが用いられる用途アプリケーションは多岐に渡り、ユーザの要求も様々である。当社では開発から設計・製造・販売までを一貫して手がけるメリットを生かし、これらの要求にある程度対応することが可能である。たとえば標準では指先部にはボール型 (3DOF)、ペン型 (6DOF) を用意しているが、ユーザの種々の要求に合わせた形状も製作可能である。ソフトウェアに関しても基本のクラスライブラリに加えて新しいライブラリの

作成・追加にも対応する。

また、MPC製ハプティックデバイスは、当然、国産品であり、サポートは日本語で行われる。主要なハプティックデバイスは海外製品が多い中、国産デバイスとしての意味は大きい。

5. おわりに

ハプティックデバイスは視覚におけるカメラとディスプレイ、聴覚のマイクとスピーカに相当する触覚の入出力装置として様々な分野での応用が期待されている。また視聴覚とは異なった触覚のもつ特異性ゆえ、用途に応じた形態・サイズ・価格と様々な分化が予想される。当社

においても今回紹介した高精度・高剛性向けのデバイスを中心にこれらのニーズに答えられるデバイスを開発していきたい。

【問い合わせ先】

〒108-0073

東京都港区三田3-13-16

三菱プレジジョン株式会社

VR・情報システム営業部

TEL: 03-3453-6428 FAX: 03-3453-6434

E-mail: eihon@mpcnet.co.jp

HP: <http://www.mpcnet.co.jp>