



HMD 一体型力覚提示装置 “SPIDAR-HMD” の改良

月川竜輝¹⁾, 山口武彦²⁾, 佐藤誠³⁾, 原田哲也⁴⁾

- 1) 東京理科大学大学院 基礎工学研究科 (〒125-8585 東京都葛飾区新宿 6-3-1, 8118530@ed.tus.ac.jp)
- 2) 諏訪理科大学 (〒391-0292 長野県茅野町豊平 5000-1, tk-ymgch@rs.sus.ac.jp)
- 3) 東京工業大学 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259, mkt.sato@gmail.com)
- 4) 東京理科大学 (〒125-8585 東京都葛飾区新宿 6-3-1, harada@te.noda.tus.ac.jp)

概要: 筆者らは SPIDAR システムを用いた力覚提示装置と HMD を一体化させることで、装着を容易にし、装着感を軽減した力覚提示装置 “SPIDAR-HMD” を開発した。この力覚提示装置は顔の正面にある物体に対しての力覚を提示する装置のため、頭部の移動を正しく行えば仮想空間内の物体に対する触知覚体験を行うことが可能である。初期型では力覚提示時に不具合が生じ、最大提示力が小さめであった。現在はその力覚提示に関する問題を解決し、より大きな力覚を提示できるように改良している。

キーワード: SPIDAR, ハプティックデバイス

1. はじめに

SPIDAR システムを用いた力覚提示装置と HMD を一体化させることで、装着を容易にし、装着感を軽減した力覚提示装置として図 1 の SPIDAR-HMD を開発した[1]。この装置は、指一本に対して、力覚提示をほぼ一自由度とする一方で、可能な限り装着を容易にし、装着感を低減している。この装置により、頭部を移動、回転させて、様々な方向から目の前にある物体に触ることができるという触知覚体験を、HMD を装着するだけで実現することができる。

2. SPIDAR-HMD

2.1 装置概要

SPIDAR-HMD の概観とフレームの構造を図 2 に示す。Oculus Rift CV1 の前後に取り付けられているフレームは 3D プリンタで作成した樹脂製のものである。図 2 左に示している HMD 前部のフレームには 3 個のロータリーエンコーダ付き DC モータを取り付け、図 2 右に示している後部のフレームにはコントローラ基板を取り付けた。電源はモバイルバッテリーを使用し、装置を使用している人の服のポケットに入れる等して対処することにした。また、PC との通信は Bluetooth-SPP によるシリアル通信とし、SPIDAR-HMD と PC の間にはケーブルは存在しない。エンドエフェクタはリング状のもので、3 個のロータリーエンコーダ付き DC モータそれぞれに取り付けられているプーリから伸びる糸により力覚提示と位置計測を行っている。

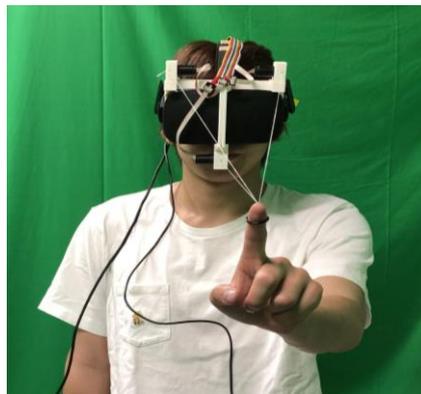


図 1 SPIDAR-HMD

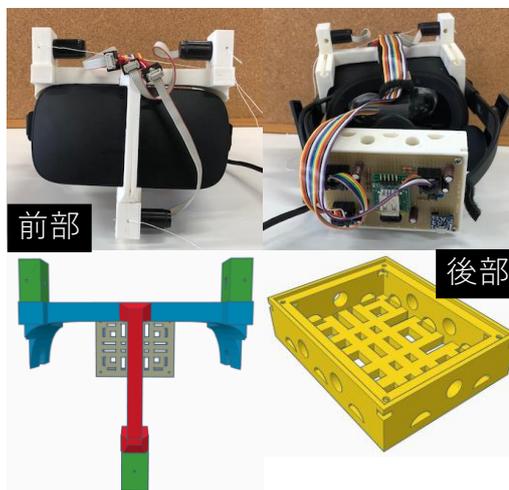


図 2 SPIDAR-HMD の概観とフレームの構造

表 1 提案装置の仕様

最大提示力	0.8N
位置計測	3 自由度
更新周波数	300Hz
重量(バッテリー HMD 除く)	344 g

2.2 SPIDAR-HMD の仕様

SPIDAR-HMD の仕様を表 1 に示す。HMD から指までの距離に比べて、モータの配置間隔が狭くなっているため、力覚はほぼ 1 自由度になる。しかし顔の正面にある物体に対しては正しい触知覚体験をできるため、このことを使用者が把握していれば、頭部の回転や移動を適切に行うことで、より良い触知覚体験をすることが可能である。

3. ソフトウェア

3.1 システム構成

システム全体の構成を図 3 に示す。力覚提示は白い矢印に沿って行われる。Unity で生成された力覚情報を Bluetooth-SPP によるシリアル通信でモータドライバへと送り、そこから PWM 信号をモータへ送信し、その信号をもとにモータが動作し、エンドエフェクタに取り付けられた糸が引っ張られ、力覚が提示されるという流れになっている。視覚提示は灰色の矢印に沿って行われる。Oculus Rift CV1 からは 頭部の角度情報が Unity へと送られ、Unity からはシミュレーション結果をもとに視覚情報が Oculus Rift CV1 へと送られる。位置計測の流れは黒い矢印に沿って行われる。ロータリーエンコーダで発生したパルスをカウントし、その値を Bluetooth-SPP によるシリアル通信で PC へと送信する。そして Unity 上で、受信したカウント値をもとに現在のエンドエフェクタの位置を算出するという流れになっている。

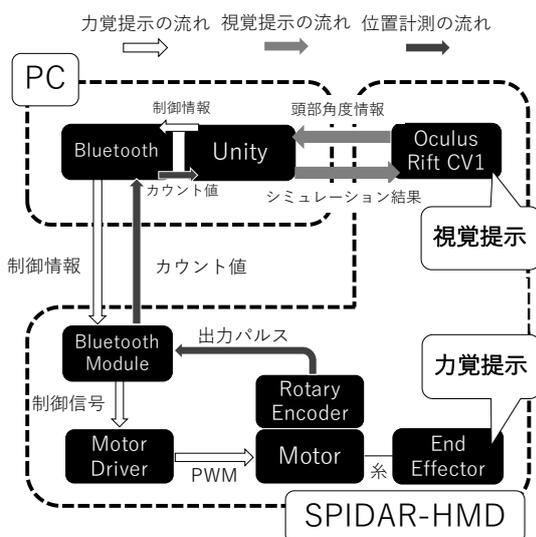


図 3 システム構成全体図

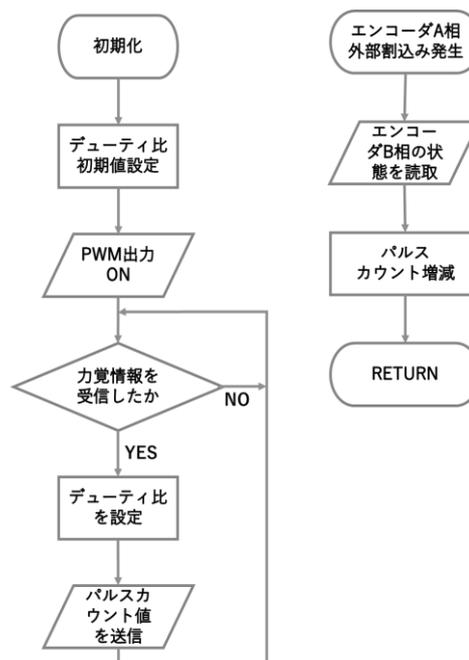


図 4 マイコン制御プログラムのフローチャート

3.2 マイコン制御プログラム

マイコン制御プログラムのフローチャートを図 4 に示す。マイコン制御プログラムは初期化後、デューティ比を初期値に設定してから PWM 信号を ON にする。PC から力覚情報を受信した場合、デューティ比を再設定し、その時のエンコーダのカウント値を PC に送信する。パルスカウントはエンコーダ出力の A 相の立下りにより割り込み処理発生させる。この割り込み時の B 相の状態に応じてパルスカウント値を 1 だけ増減させる。

4. 課題と展望

SPIDAR-HMD の開発を行い、HMD を装着しただけで目の前にあるものに触ることができる触知覚体験を実現することができた。しかしながら提示する力覚を大きくすると、振動してしまい、物体に指がめり込んだまま止まってしまう現象が確認できた。現在は提示できる力覚をより大きいものにするため、エンコーダのカウント方法の見直しやエンドエフェクタ、プーリの交換等を検討している。また Oculus Rift CV1 だけでなく他の HMD、特にスタンドアロンで作業ができる HMD でも力覚を提示できるようなシステムの開発をし、仮想空間内を歩き回りながら仮想空間内の物体に触れられるようにすることを検討中である。

参考文献

- [1] 澤田匡央, 丸橋 啓, 月川竜輝 (東京理科大学), 佐藤 誠 (首都大学東京), 原田哲也 (東京理科大学) “「HMD 一体型力覚提示装置「SPIDAR-HMD」の開発」”, 電気学会知覚情報研究会資料, 知覚情報研究会, pp. 41-46, 2018 年 6 月 2 日