

# 特集 遠隔操作デバイス\*

## Remote Control Device

畑中真二

Shinji HATANAKA

三摩紀雄

Norio SANMA

中川邦弘

Kunihiro NAKAGAWA

A remote control device, which is located on a vehicle's center console, allows a driver to freely control a car's navigation system, audio system and other cabin units without touching them. The control knob of the device moves the cursor up and down and side to side on a display screen similar to how a computer mouse works. However, current remote control devices control only 2-axes and have a complex structure. Hence, we have started the development of a new type of remote control device which can control 3-axes and has a simple structure. In the developed device, torsion operation generated by 3-axis control can be introduced for the scrolling operation of on-screen menus such as a music list, the control of the air-conditioner, etc. as new and convenient functions. The newly developed device consists of two main elements: a strain sensor plate that detects 3-axis force and a magnetic actuator that generates haptic force for each axis.

**Key words :** Human machine interface, Strain sensor, Magnetic actuator, Haptic

### 1. はじめに

ナビゲーションシステムをはじめとする情報機器が1980年代後半から車のコックピットに搭載され、より安全で快適な運転を行うことができるようになった。さらに、テレマティクスなどの急速な進化に伴い、センタディスプレイの視認性および操作性の重要度が増している<sup>1)</sup>。

このような状況下、センタディスプレイはドライバの視線移動量が少なくなるように表示を遠い位置に配置（遠方表示）し、その操作機器を届きやすい位置に配置（手元操作）することが望ましいとされている<sup>2)</sup>。しかし、操作機器として主流であるタッチパネルは表示を直接触ることができるため直感的な操作が可能であるが、遠方表示かつ手元操作には背反する（Fig. 1-a）。

そこで、タッチパネルの直感性を残しつつ遠方表示と手元操作を両立させるために2軸ハプティックジョイスティックを用いた遠隔操作デバイスが開発されている<sup>3) 4)</sup>。Fig. 1-bに遠隔操作デバイスの搭載メーヂを示す。ディスプレイは手の届く範囲に配置する必要がないため、ドライバの視線移動が少ない遠方に配置できる。また、操作デバイスはドライビングポジションを崩さずに操作できる位置に配置できる。しかし、構成が複雑で搭載は一部の高級車に限られている。

本報では、大衆車にも広く展開できるように構成を簡素化した新しい遠隔操作デバイスを開発したので報

告する。また、従来の2軸操作から操作軸を追加し、機能の向上も同時に実現した。

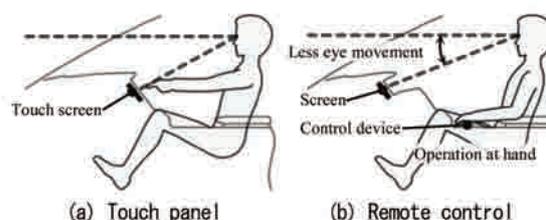


Fig. 1 Layout of Display Screen and Control Device

### 2. 従来の遠隔操作デバイス

前述の2軸ハプティックジョイスティック<sup>3) 4)</sup>の構造をFig. 2に示す。

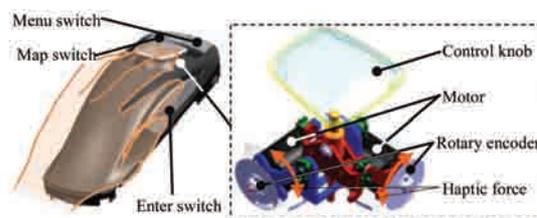


Fig. 2 Structure of 2-axis Haptic Joystick

ドライバが操作する操作ノブの位置をリンク機構およびギア機構を介してロータリーエンコーダで検出し、パソコンのマウスのようにディスプレイ上のカーソルを上下左右に操作する。また、単にマウスのように操作できるだけでなく、操作の位置情報とディスプ

\*自動車技術会の了解を得て、「2012年春季大会学術講演会前刷集」No. 36-12より一部加筆して転載

レイ上のポインタ位置やアイコン位置などの画面情報に応じてモータを制御し、操作ノブに操作反力を生成可能である。

例えば、Fig. 3のようにカーソルを左から右に移動させる場合、ドライバが操作ノブを左から右に移動させるとカーソルが指すアイコンの位置が変化するとともにドライバの指先にはボタンを乗り越えたような操作反力が伝達される。この操作反力により、タッチパネルのように直接画面をタッチできなくても良好な操作性が得られる。

その反面、2つの操作軸の制御をそれぞれ独立で行っているため構造は非常に複雑になる。

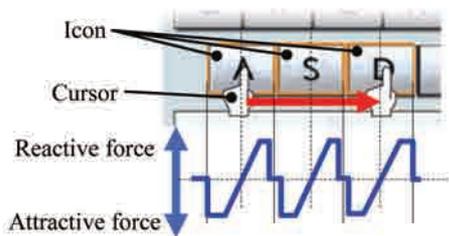


Fig. 3 Image of Display Screen and Haptic Force

### 3. 本開発の構想

本開発では、前述の通り構成の簡素化と操作軸の追加による機能の向上を同時に行う。

追加する操作軸は操作ノブの持ち替えなしで操作可能とした。その場合の選択肢として既存2軸に直交する軸方向のプッシュ/プル操作あるいはその軸周りの捻り操作の2つが考えられる。簡易な検証用モックと比較した結果、前者のプル操作が操作しづらいことが分かったため、ここでは追加する操作軸として捻り操作を採用する。

しかし、一般に操作軸を追加すると構成はさらに複雑になるため、より一層の簡素化の工夫が必要となる。また、従来方式では操作軸ごとに操作を検出し、操作反力を生成している。従って、本開発では追加した捻り操作も含め1部品で操作を一括検出し、1つのアクチュエータで3軸の操作反力を制御する構成を考案する。

### 4. 3軸操作検出の構成

3軸操作検出は4個の歪センサ（歪ゲージ）を形成したステンレス板（以下、センサ板）のみで実現する。考案した構成をFig. 4に示す。

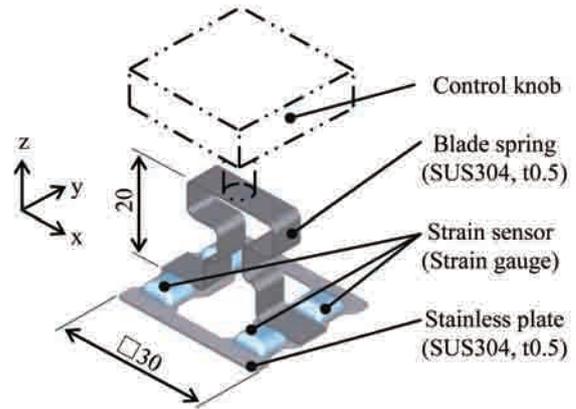


Fig. 4 Basic Structure of 3-axis Operation Detection

ドライバの操作は操作ノブおよび板バネを介してセンサ板に伝達される。伝達された力によってセンサ板に微小な変形が発生し、歪センサで微小な変形が電気信号に変換される。

4個の歪センサの出力の極性は、Fig. 5に示したように各操作に対して異なる。正の符号は伸び変形（引張り歪）、負の符号は縮み変形（圧縮歪）を表す。

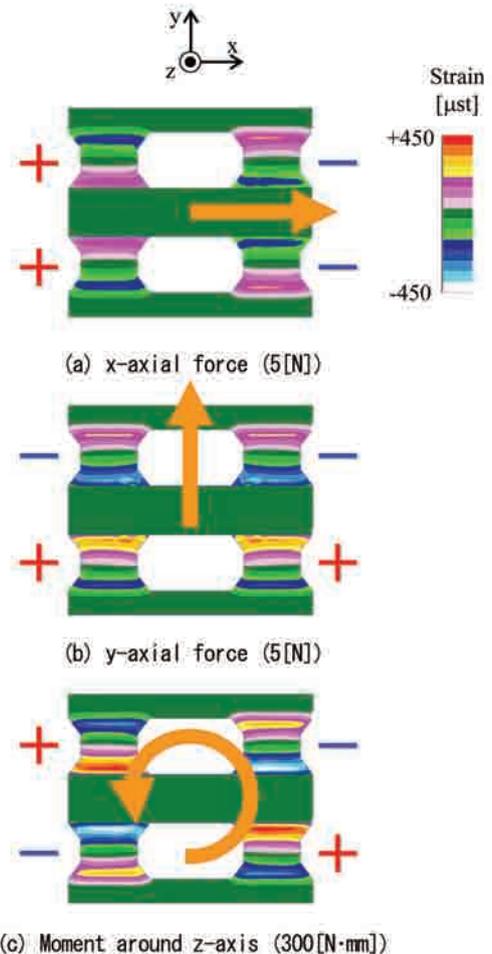


Fig. 5 Polarity of Sensor Output in Each Operation

Fig. 5には各操作におけるセンサ板表面の歪量を構造解析でシミュレーションした結果も合わせて示した。x軸方向に操作した場合は左右、y軸方向に操作した場合は上下、z軸周りの捻り操作の場合は斜めに符合が分かれる。従って、3軸の操作をそれぞれ独立で検出できる。

センサ板の形状は、歪センサを形成するスペースを確保した上で大きさが最小かつ3軸の各操作に対するセンサ感度が同程度となるように決定した。

板バネには操作に対する操作ノブの良好なストロークを与える効果と過剰な力で操作された際にセンサ板へ伝達する力を制限する効果がある。また、板バネの形状はz軸周りの点対称となっているが、同じ操作力に対するx軸方向およびy軸方向のストロークが同程度となるように設計している。

### 5. 3軸操作反力生成の構成

1つのアクチュエータでx軸方向、y軸方向およびz軸周りの操作反力を制御することは通常では不可能である。しかし、次のように考えると必要な操作反力の方向は1つとみなすことができる。

Fig. 6に各操作方向における必要な操作反力の方向を示す。x軸正の方向に操作した際の操作反力の方向はx軸負の方向であるが、見方を変えると操作ノブを中立の位置に戻す方向である。これはy軸方向およびz軸周りに操作した際も同じであるため、3軸操作全てにおいて必要な操作反力の方向は操作ノブを中立の位置に戻す方向のみとみなすことができる。

以上を踏まえて、3軸の中立の位置に戻す操作反力を制御するアクチュエータを考案した。構成をFig. 7に示す。

永久磁石と磁気ヨークは操作ノブ内に配置し、ドライバの操作に伴って操作ノブと共に移動する。コイルはデバイスの筐体に固定され、操作ノブ内の永久磁石とある間隙を有して対向するように配置する。永久磁石、磁気ヨークとコイルは1つの磁束の経路（磁路）を形成し、コイルの電流により磁石を配置した操作ノブに作用する電磁力を制御する。電磁力が作用する磁路の間隙は2箇所存在する。磁気ヨークには外部への漏洩磁束を減少させ、電磁力を増加させる効果がある。

動作原理をFig. 8に示す。図を見やすくするために、磁気ヨークは省略した。

x軸およびy軸方向に操作した際（Fig. 8-a, 8-b）の

各磁石とコイル間に作用する電磁力は、操作ノブを中立の位置に戻す向きである。z軸周りに操作した際（Fig. 8-c）は、2つの電磁力が反平行となるため操作ノブにモーメント力が作用する。電磁力によるモーメント力の向きも操作ノブを中立の位置に戻す向きである。従って、3軸の操作反力を生成できる。

操作反力を生成する際のコイル電流のイメージをFig. 9に示す。カーソルが指すアイコンの位置が変化するとともに電流の極性を変化させて、ボタンを乗り越えたような操作反力を生成することが可能である。

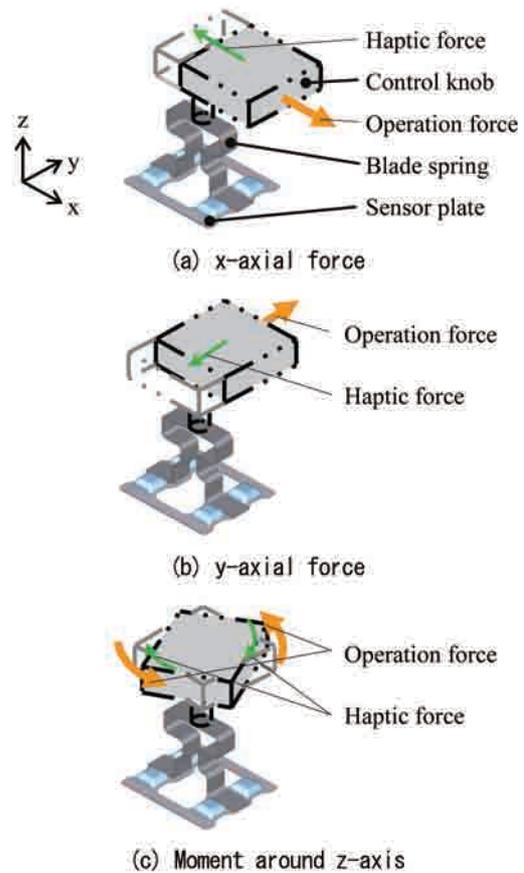


Fig. 6 Direction of Operation and Haptic Force

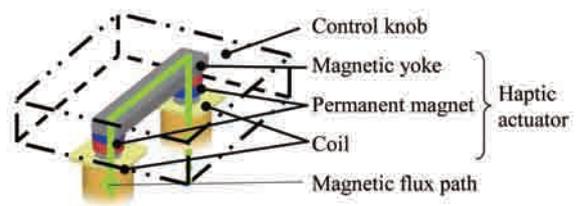


Fig. 7 Basic Structure of 3-axis Haptic Actuator

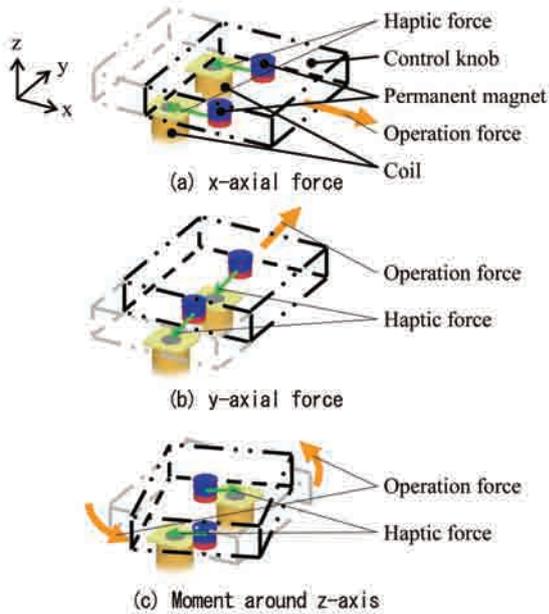


Fig. 8 Principle of 3-axis Haptic Actuator

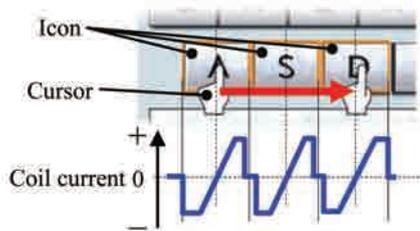


Fig. 9 Image of Coil Current and Haptic Force

## 6. 遠隔操作デバイスの構成

以上を基に遠隔操作デバイスを試作した。外観と内部構成のイメージをFig. 10に示す。なお、本開発で追

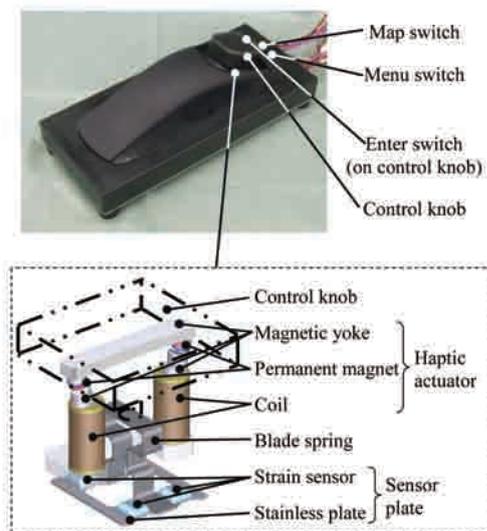


Fig. 10 Structure of 3-axis Remote Control Device

加した捻り操作の用途は、地図の拡大縮小、オーディオの楽曲選択時のリストスクロールおよびエアコンの温度や風量の変更などを想定している (Fig. 11)。

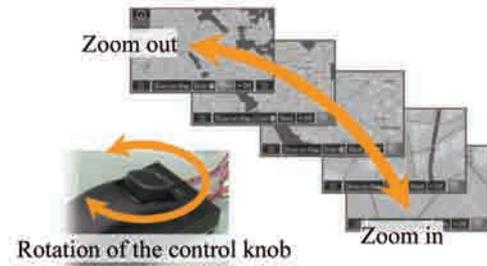


Fig. 11 Scaling the Map by the Knob Rotation

## 7. まとめ

ナビゲーションシステムをはじめとする情報機器を遠方表示と手元操作を両立させる手段として、3つの操作軸を有する遠隔操作デバイスを開発した。

従来の2軸ハプティックデバイスに対して捻り操作を追加することで機能向上しつつ、3軸の操作検出および操作反力生成をそれぞれ一括で実現する技術を新たに開発したことで構成を簡素化した。

開発したデバイスの操作性などの評価は、ドライビングシミュレータや実車ベースで今後実施する予定である。

### <参考文献>

- 1) 北崎智之ほか：車載HMIの現状と展望，自動車技術，Vol. 64，No. 10，p.12-17 (2010)
- 2) 木村賢治ほか：人間工学から見た車作りの進化，自動車技術，Vol. 64，No. 10，p.4-11 (2010)
- 3) 佐野博丈：2軸ハプティックジョイスティックを用いたマルチメディア遠隔操作システムの開発，自動車技術会秋季学術講演会前刷集，20095567 (2009)
- 4) 製品紹介，サービス技報，Vol. 502，p.1-4，デンソー (2009)

<著 者>



畑中 真二  
(はたなか しんじ)  
株日本自動車部品総合研究所  
研究2部 21研究室  
ヒューマンマシンインター  
フェースの開発に従事



三摩 紀雄  
(さんま のりお)  
株日本自動車部品総合研究所  
研究2部 21研究室  
情報安全系のセンサ，ヒュー  
マンマシンインターフェース  
の開発に従事



中川 邦弘  
(なかがわ くにひろ)  
情報通信技術1部 第4技術室  
センタースタックの操作製品  
開発・設計に従事