

音響信号から振動信号をリアルタイムで自動生成する技術の開発

イノベーション創出センター 中条 井紅
三木 好州

1. 取組背景

近年、現実世界と仮想世界を融合し様々な仮想体験を提供するXR技術^{*(1)}が、ゲームの世界だけでなく会社業務や日常生活においても普及しつつあります。自動車分野においても、運転シミュレータやナビゲーション案内、デジタルツインなどにXR技術が注目されています。最近では、シートに振動デバイスを組み込み、視覚（映像）や聴覚（音響）に加え、触覚（振動）を活用して、臨場感をより高める取り組みも広がりつつあります。

しかし、従来の技術でコンテンツに連動してシートを振動させるには、コンテンツ開発者が映像・音響信号とは別に振動信号を準備する必要があり、開発工数が増大する問題がありました。また、音響信号を単純に振動信号に変換する場合、低音領域が不足することがあり、適切な振動信号を得られませんでした。

それらの問題を解決すべく、XRコンテンツなどに含まれる3Dオブジェクトデータ^{*(2)}から振動効果を与えるシーンを自動検出し、そのシーンの音響信号と連動する最適化された振動信号をリアルタイムで自動生成する技術を開発しました（図1）。

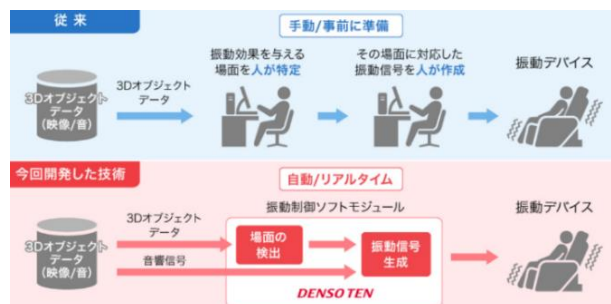


図1 コンテンツに連動してシートを振動させる技術

また、限られた振動デバイスで振動に方向感をもたせる技術も取り入れました。

これによって、座面や背もたれに組み込まれた限られた振動デバイスで、振動の方向感を活用した情報提示が可能になっています（図2）。

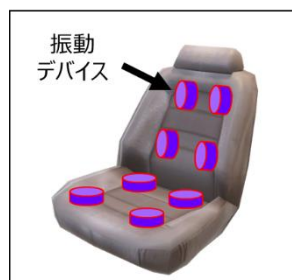


図2 座面や背もたれに組み込まれた振動デバイス

2. 課題

従来のコンテンツに連動してシートを振動させる技術では以下の課題がありました。

課題1：開発工数の問題

振動効果を与えるシーンの特定と、シーンに対応した振動信号の生成をコンテンツ開発者が手動で行う必要があるため開発工数が増える問題がありました。

課題2：振動デバイスの数量不足の問題

シート上の狙った位置で振動させるためには、多数の振動デバイスの設置が必要でした。しかし、コストや搭載スペースを考慮すると、振動デバイスを増やすことが困難なため、振動デバイス数を限定する必要がありました。

課題3：低音領域の不足の問題

音響信号を単純に振動信号へ変換するだけでは、録音時のノイズキャンセリングなどによって、振動に重要な低音領域が不足し、適切な振動信号を得ることができない問題がありました。

3. 取組詳細とアピールポイント

それぞれの課題に対して以下の対策を実施しました。

『課題 1：開発工数の問題』への対応

3D オブジェクトデータから振動を与えるシーンを特定し、そのシーンの音響信号と連動した振動信号をリアルタイムで自動生成する技術を開発しました。

具体的には 3D オブジェクト同士の距離と方向のほか、速度や加速度、接触判定などによってシーンを特定し、そのシーンの音響信号から振幅、周波数、遅延などのパラメータを用いて、振動信号の自動生成を行います。

例えば、車両に追い越される場合、追い越されるシーンを特定し、そのシーンに対応した各種パラメータを用いて、そのシーンの音響信号(車両に追い越される音)から振動信号(車両に追い越される感覚の振動)を生成します。図 3 に 3D オブジェクトデータから振動を与えるシーンの特定例を示します。



図 3 3D オブジェクトデータから振動を与えるシーンを特定

本技術によって従来のようにコンテンツ開発者が手動作業を行う必要がなくなり、コンテンツ開発者の工数を削減することができます。

『課題 2：振動デバイスの数量不足の問題』への対応

触覚のファントムセンセーション^{*(3)}と仮現運動^{*(4)}の錯覚現象を活用することで、振動デバイスのない箇所でも疑似的に振動感覚を知覚させる技術と振動に方向感を持たせる技術を開発しました。

具体的には、振動信号生成の際に、各振動デバイスに振幅差や遅延差を持たせることでこれらの効果を実現します。本技術によって、限られた振動デバイスで視覚と聴覚に一致した振動信号を生成できるようになり、滑らかな移動感や突き抜け感を表現でき、迫力感と臨場感を向上することができます。

例えば、花火のシーンでは、爆発音に合わせて前方か

ら後方に振動を滑らかに移動させることで、花火の爆発音の突き抜け感を表現できます(図 4)。

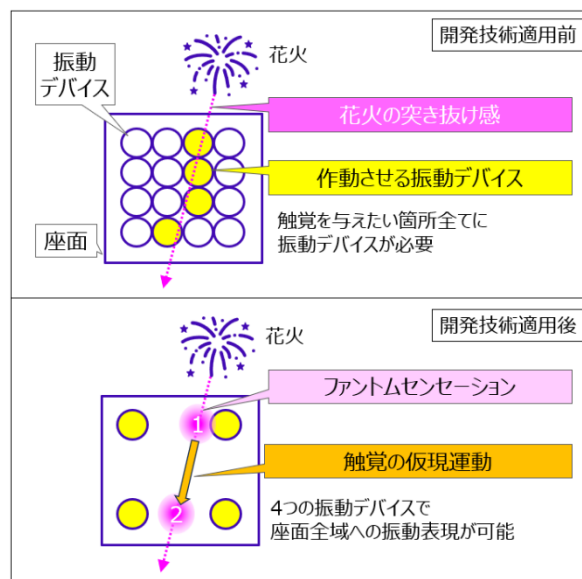


図 4 振動による花火の突き抜け感の表現

自動車への適用例として、HMI (Human Machine Interface) への活用が考えられます。周囲の車両などが自車に接近した際の接近感覚を振動で知らせたり、ナビゲーションとの連携によって右左折などの進路指示を振動の方向感で提示したりすることもできます。また、運転シミュレータに適用すれば、より現実感のある疑似的運転体験が可能となります。

『課題 3：低音領域の不足の問題』への対応

ピッチシフト^{*(5)}によって低音領域を他の領域から補填するテン独自の技術開発により、振動に最適な振動信号を生成できるようにしました。例えば、花火の爆発音の録音時にノイズキャンセリングで低音が削除され、花火の迫力感が損なわれた場合に、本技術によって低音領域を補填することで、現場で感じる迫力感を伝えることが可能になります。

4. まとめ・今後の展開

今回、当社は XR コンテンツなどに含まれる 3D オブジェクトデータから振動効果を与えるシーンを自動検出し、そのシーンの音響信号と連動する最適化された振動信号をリアルタイムで自動生成する技術を開発しました。今後はこの技術を更に進化させ、より高い臨場感を

目指しつつ、振動を利用した HMI 通知などの安心安全につながる車両搭載や、車室内でのエンターテインメント体験にも取り組んでいきます。

脚注

***(1) XR 技術**

XRとは「Extended Reality / Cross Reality」の略称で、現実の物理空間と仮想空間を融合させて、現実では知覚できない新たな体験を創造する技術

***(2) 3D オブジェクトデータ**

仮想空間上に配置するオブジェクトのデータ

***(3) ファントムセンセーション**

触知覚において皮膚上 2 点の振動刺激を与えた場合、刺激が融合し、2 点の間の点に振動を知覚する現象

***(4) 仮現運動**

実際には運動がないのに、次々と類似の刺激を与えられると、運動があるように感じる現象

***(5) ピッチシフト**

音の長さを変えずに音の高さ（ピッチ）を変える編集機能