無線インターフェースを利用した表現技術の研究

市　川　　衛
助教授
音楽学科
平成18年度

「研究目的」の達成度

私が展開するインタラクティブアート表現において、センサーを利用して鑑賞者の身体の動作や表現を捉えてこれをコンピュータで処理し、リアルタイムでオーディオ・ビジュアルを生成する作品群がある。このようなセンサーを使用するインタラクティブ作品において、センサー部分の信号をコンピュータに伝達するために有線の結線が従来必要であった。今回の研究では、鑑賞者が直接操作するセンサー部を無線化してコンピュータと通信することで実現可能となる新たなインターフェースとして、無線インターフェースならではの表現技術の研究をし、インタラクティブアート作品に利用可能なセンサーインターフェースのプロトタイプを考案・設計・試作・検証した。

具体的には無線モジュールを通じて3軸加速度センサーの情報をマイコンからパソコンに送信する小型の円柱ユニットを試作し、これを多数の薄い円板状のスポンジでビーチボール状に覆ったインターフェースを考案した。このボール状のインターフェースを投げたり床に落としたり、回転させたりする行為を3軸加速度センサーで捉えて、これをパソコンに無線で通信することを意図した。

実際にボール状の加速度センサーインターフェースを試作して動作検証した結果、ユーザーのボールへの様々な行為をセンサーで捉えることに成功した。激しい衝撃が加わった場合には誤動作することもあり、衝撃対策の強化が必要であることが判明したが、有線では決して実現できないインタラクティブな表現のための無線センサーインターフェースの有用な実験および検証ができた。この成果を基にして、無線化したインターフェースの基本性能を向上させ、作品に応じた造形性を加えて、実際のインタラクティブアート作品に利用していきたいと考えている。

「研究計画・方法」の過程および成果

（1）無線モジュールの選定

センサーを接続したマイコンとコンピュータの無線通信には、浅草ギ研社製の微弱無線モジュールのR80を選んだ。このモジュールの利点は以下である。

- 5V動作で、マイコンのUARTなどと直接接続してシリアル通信することができる。
- RTS／CTSフロー制御により、データの送受信切り替えが可能である。
- 基板上にヘリカルアンテナを装備し、外部にアンテナは不要である。
- 35×45㎜と小型である。
- ボード上スイッチの切り替えで周波数を80chに切り替え可能である。
- 微弱無線なので無線の免許は不要である。

通信速度が9600bps以下であること、単方向の通信の他に双方向の通信も可能であるが送受信の切り替えには約130 msec必要となるなどの制限はあるが、インタラクティブアート作品に利用するセンサーの情報の通信にはこれは十分であり、最近盛んであるロボットコンテストなどでも使用されている実績があることから信頼性がある無線モジュールとして適当であろうと判断した。

（2）インターフェースの考案とシステムの設計

インタラクティブアート作品に利用可能であり、無線であることで始めて可能となる無線インターフェースとして、ビーチボール状の軽い球体の中心部に3軸加速度センサーを組み込んで、ボールを投げたり、床に落としたり、回転させたりすることで、サウンドや映像をコントロールできるような無線センサーのインターフェースを考案した。

考案したインターフェースは2つの部分からなる。第一の部分は中心部に位置するセンサー・マイコン・無線モジュール・電池を格納する電子ユニットで、第二の部分はインターフェース全体を投げたり床に落としても破損や誤動作が無いようにするため、ショックを吸収できる電子ユニットを覆う緩衝材としての軽い素材である。

電子ユニットの要件として、極力小さなサイズにすることと、SWを外部からON/OFFできこれを確認できること、電池を取り替えることができることなどがあった。これらの要求を満たすために、直径40㎜長さ170㎜の塩ビパイプの中に電子部品を納める設計とし、部品配置にさまざまな工夫をした。

電子ユニットを覆う緩衝材としては、厚さ5㎜のスポンジ板を円形に切ったものを多数製作し、円形スポンジ板の中心に円柱の電子ユニットが貫通する形で覆うという構造とした。このような多層のスポンジ板の構造は、複数の色や形状のスポンジを組み合わせることで、形状や色などの造形性のバリエーションがつけやすいという利点がある。今回は実際に作品やパフォーマンスに使用することを考慮して、全体の大きさや形状を決めた。

3軸加速度センサーには秋葉原などで比較的入手がしやすく低価格のスター精密の圧電型3軸加速度センサーAPA300を、組み込みマイコンには秋月電子通商のH8マイコンのAKI-H8/3664Nタイニーマイコンキットを選んだ。

3軸加速度センサーのXYZ軸の加速度データとして出力される3つのアナログ電圧をH8のADコンバーターで計測して加速度の値を分析し、必要なデータを9600bpsでRTS/CTSフロー制御無しでシリアル出力する。H8マイコンのシリアル出力を無線モジュールに接続することで、同じCHに設定した無線モジュールでデータが受信する。パソコンのCOMポートに接続した受信用の無線モジュールでセンサーのデータを読み込み、アプリケーションから情報処理をする。今回は双方向の通信でなく、センサーからパソコンへの一方向への通信とした。

（3）実験結果の分析

センサーから無線で読み込んだデータをMacromedia Directorでグラフ表示させるプログラムを作成し、加速度データがどのように計測されているかを観測した。ボール上のインターフェースを様々に動かして見た結果、自由落下するときの無重力状態や、床に落ちるときに生じる大きな加速度、手で回転したり床で転がしたりするときの加速度データの変化が予想通りに捉えることができた。

強い力で床に投げつけたりするなど激しい衝撃が加わった場合には誤動作することがあったので、このような激しい操作を想定する場合には衝撃対策の強化が今後必要であることが判明した。

（4）今後の展開と展望

インタラクティブアート作品に利用可能な実用的なセンサーの無線化とインターフェースの考案が今回の研究テーマであったが、今回の良好な実験結果を踏まえて実際の作品への応用を計っていきたい。センサーを使用した私の既存のインタラクティブアート作品についても、無線化を順次進めていきたい。

近年無線センサーネットワークの技術が進歩しており、Bluetoothよりは通信速度が遅いが、消費電力が少なく電池駆動が可能であり、低価格で構築可能なZIGBEEという規格に対応した無線センサーシステムが実用化に近づいてきた。この一年で開発キットなどが入手可能となってきた製品が多くなってきたので、これにも注目し研究を深め、さらにインテリジェントな無線センサー技術を使用したインタラクティブ表現の技術の研究を進めていきたい。