

木に触れたことを検出するツールの開発

橋本 レン^{1,a)} 鈴木 優^{1,b)}

概要：人が木に触れたことを検出できるようになると、人に木に対する関わり方が変化する。例えば、イルミネーションの装飾が施されている木に人が触れると光り方が変わるようにすれば、新しいイルミネーションの楽しみ方を提供できる。これまで植物に触れることを利用した研究が多く行われてきた。しかしながら樹木のような大きい植物に触れることを検出するツールは未だにない。本研究では、木を傷つけることなく木に触れたことを検出するツールの開発を行う。コンクリートマイクを木に取り付けて触れた時に生じる音を取得し、2種の触れ方をFFT解析と機械学習により識別した。また、ツールの使用例として、イルミネーションの実装を行った。

Development of A Tool to Detect Touching Tree

REN HASHIMOTO^{1,a)} YU SUZUKI^{1,b)}

Abstract: When people can detect that they touch the tree, the way people relate to trees changes. For example, if people touch the tree that is decorated with illumination, if you change the way of lighting, you can provide a way to enjoy new illumination. There have been many researches utilizing touching plants so far. There is no tool to investigate touching big plants like trees. In this research, we develop tools to investigate touching trees without damaging trees. When completing a complete template on a tree, we acquired the live sound when touched and identified the two types of touch by FFT analysis and machine learning. Illumination was also implemented as a tool usage example.

1. はじめに

人が木に触れたことを検出できるようになると、人に木に対する関わり方が大きく変化する。例えば、イルミネーションの装飾が施されている木に人が触れると光り方が変わるようにすれば、新しいイルミネーションの楽しみ方を提供できる。触れ方によって光り方を変えたりすることで、何度も触れたくなるような楽しさをイルミネーションに加えることができる。また、植物園や公園で木に触れると、その木の解説が音声で流れたり、木が直接触れた人物に語りかけたりするようになれば、人はその木をより身近に感じることができる。多くの人が何気なく目にしつつ通り過ぎていた木に興味を持たせることができ、木に愛着を持って

もらうことができる。本研究の目的は人が木に触れたことを検出するツールの開発である。検出には、木を傷つけない方法をとる。

そこで本研究の目的を、木を傷つけずに人が木に触れたことを検出するツールを開発することとした。

2. 関連研究

これまで植物とコミュニケーションをとるための研究や、植物の生育支援をするツールの開発が多く行われてきた。しかし観葉植物のような小さい植物での研究が多く、樹木のような大きい植物に触れることを検出するツールは未だにない。

植物を用いたインタラクティブシステムの構築支援環境 [1] では、植物の性質を利用するためのデバイスを開発した。植物を用いたインタラクティブシステムの構築の支援を行った。

このデバイスを利用し、植物の生体信号と連携したプロ

¹ 宮城大学
Miyagi University, 1-1Gakuen, Taiwa-cho, Kurokawa-gun,
Miyagi 981-3298, Japan

a) p1422077@myu.ac.jp

b) suzu@myu.ac.jp

グ生成システム“緑さん”の開発 [2] がある。これは観葉植物の生体信号をこれは周囲の環境に応じて変化する生体信号を利用して、インタラクションを含んだエンタテインメントを生み出すことを目的とした研究である。

関連研究と本研究との違いは、樹木を利用していること、及び人が触れるという行為を利用することである。植物を利用した研究のほとんどは観葉植物ほどの大きさの植物を対象としている。また、植物の周囲の環境である光や温度、土壌の水分量などをを読み取るセンサを用いている場合が多く、植物に直接接触することを入力として使うケースは少ない。

本研究は、これまで対象とされてこなかった木を扱い、木の活用の幅を広げること、及び木を傷つけずに済む触れるという行為を入力に利用することに重きを置いている。

3. 木に触れたことの検出方法

木を入力装置として利用した事例として、YCAM の「FOREST SYMPHONY」がある。これは樹木の内部に流れる微弱な生体電位を変化を利用して楽曲を構成するものである。木に釘を打ち生体電位を取得しているため、木に傷をつけてしまう。また、人が触れるという行為は検出できない。

また、人が木に触れたことを検出するために、カメラ、振動センサ、赤外線センサを使う方法があるが、木の周囲 360 度に対応するには限界がある。

本研究では、木を傷つけずに人が木に触れたことを検出するために、人が木に触れた時に生じる音を利用して触れたことを検出する。音を利用することは、生体電位を利用しないため木を傷つけることがなく、360 度どこからでも触ることができるという利点がある。

4. 音の識別方法

4.1 音の取得方法

4.1.1 聴診器の利用

Chris Harrison らの研究 [3] では、スマートフォンなどの端末に聴診器を取り付け、ユーザーが端末に触れたときに生じる小さな音を取得している。これは物質に触れる指の位置によって生じる音の周波数が違うことを利用し、FFT 解析を用いて指のどこで触れたかを検知して、スマートフォンなどの端末の操作性を向上させることができるという研究である。この技術を本研究に応用し、人が木に触れたことを検出する。

4.1.2 聴診器の改造

PC で直接聴診器の音を取得できるようにするために、聴診器の改造を行った。聴診器を途中で切断し、切断部分に USB マイクを差し込み、マイクと聴診器をつないだ (図 1a)。

しかし、凹凸のある木の表面に聴診器を当てると、チェ

ストピースが木の表面から浮いてしまう。これには、シリコン粘土でチェストピースの周囲を囲むことで、浮いた部分を埋めるようにした (図 1b)。シリコン粘土は密閉しなくても乾かない粘土であり、何度でも変形できるという特徴がある。シリコン粘土を用いることで浮いた隙間を埋め、手で聴診器を抑えなくても木に貼りつかせることができる。

これを用いて実際に木に装着し、木に触れて音を聴いたところ、しっかりと聴くことが可能であった。



(a) USB マイクを取り付け (b) シリコン粘土付きチェストピース
た聴診器

図 1: 改造した聴診器

4.1.3 音の取得と簡易解析テスト

改造した聴診器を用いて、木に触れた音の取得とその音の周波数解析を行った。木には丸太を用いた (図 2)。聴診器を地面から 20cm、触れる場所を地面から 120cm とした。これは実際に使用する際を想定しているため、ツールの場所は地面に近い場所にした。触れ方は (1) 叩く、(2) 撫でるの 2 種類である。そのときの音を録音した。

音声編集ソフト「WavePad」の FFT 解析機能を用いて録音した音を解析したところ、2 種類の触れ方両方の周波数スペクトルが異なることを確認できた (図 3)。

この周波数が異なることを利用し、人が木に触れたときに生じる音の識別を行う。



図 2: 利用した丸太と取り付けた聴診器

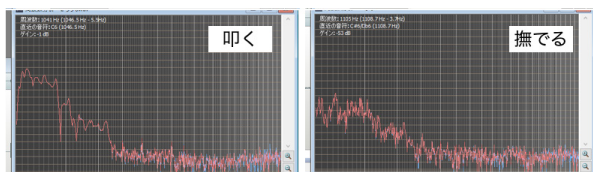


図 3: 2 種の触れ方の周波数スペクトル

4.2 触れ方を識別するプログラムの開発

4.2.1 FFT 解析

openFrameworks の FFT ライブラリを用いて音の周波数を解析するプログラムを開発した。このプログラムは 0Hz~22050Hz の周波数スペクトルを確認できる。録音時と同じ条件で聴診器を木に設置し、床から約 120cm のあたりを (1) 叩く、(2) 撫でるの 2 種類の触れ方で触れたところ、それぞれの触れ方で異なる周波数スペクトルがこのプログラムでも確認できた。

この周波数を用いて音の識別が可能であるかどうかを確認する簡易実験を行った。簡単な条件分岐でプログラムを組み、叩く場合は赤色の LED、撫でるの場合は黄色の LED が光るようにした。識別精度は概ね 92 % であった。

4.2.2 SVM ライブラリの追加

触れたときに生じる音の識別を行うために、SVM を用いて機械学習を行う。4.2.1 節の FFT 解析プログラムに、SVM ライブラリを追加し、人が木に触れると同時に音の識別を行うプログラムを開発した。触れ方は (1) 叩く、(2) 撫でるの 2 種である。触る位置及び聴診器の位置は録音時と同じ条件である。

それぞれの触れ方で 10 回ずつ木に触れ、学習用のデータセットを準備し、それを元に機械学習を行った。利用する周波数は、2 種の触れ方で生じる音の周波数が最も異なる約 420Hz~840Hz である。

これにより触れ方の識別は可能となったが、聴診器から取得した音の質の問題で精度は不十分であった。聴診器はシリコン粘土を用いて木に貼り付けていたが、木とチェストピースとの間に空間ができてしまうという問題点があった。

4.3 コンクリートマイクの使用

識別の精度が不十分であるため、音の取得方法について検討のし直しを行った。音の取得時に、聴診器ではなくコンクリートマイクを使用する。

コンクリートマイクは、通常、壁に当て、壁の向こう側の音を聴くために用いるものである。これは振動をキャッチする金属部分さえ木に触れていれば、木に加わった振動を利用し、音を取得できる。

現在は針金を利用して丸太に取り付けている (図 4)。

これにより精度が向上したため、コンクリートマイクを使用し、触れ方の識別を行う。



図 4: 簡易的にコンクリートマイクを取り付けた様子

5. 実装

5.1 見た目のデザイン

更に目立たないように、木の素材で Raspberry Pi 及びコンクリートマイクを囲う。機械感が出ないように、見た目はなるべく木や土などの色に似せ、自然に見えるようにする。

5.2 イルミネーションへの実装

このツールの使用方法の例として、イルミネーションの実装を行った。使用する LED は RGB LED モジュールである。これは LED 1 個単位で光る色の RGB 値を指定できる。「叩く」と「撫でる」で違う光り方をするようにし、光り方のパターンを 5 種ほど用意した。木に触れる人物が木に触れるという行為を楽しめるよう、光り方を工夫した。

6. まとめと今後の展望

本研究では、木に触れたことを検出するツールの開発を行った。コンクリートマイクを木に取り付けて触れた時に生じる音を取得し、2 種の触れ方を FFT 解析と機械学習により識別した。

今後の展望として、今回は叩くと撫でるの 2 種の触れ方で試したが、今後は他の触れ方や、個人で触れた時と複数人で触れた時との識別を可能にすることで、ツールの活用を幅を広げることができると考える。また、今回の実装はイルミネーションで行ったが、植物園や公園の木でも実装を行い、活用の例を提供していく。

参考文献

- [1] 栗林 賢, 坂本 雄祐, 田中浩也. Computer software 26(1), 59-70, 2009-01-27
- [2] 栗林 賢, 瀬尾浩二郎, 本間哲平, 田中浩也. 情報処理学会論文誌 Vol. 50 No.12 pp.2964-2968, 2009.
- [3] Chris Harrison, Julia Schwarz and Scott E. Hudson. TapSense: Enhancing Finger Interaction on Touch Surfaces, In Proc. UIST'11, pp.627-636, 2011.