

# 猫の鳴き声の音高特性の分析と生成

武井祥<sup>†</sup> 阿部匡伸<sup>‡</sup> 徳永幸生<sup>†</sup> 杉山精<sup>\*</sup>

芝浦工業大学 工学部<sup>†</sup> NTT サイバーソリューション研究所<sup>‡</sup> 東京工芸大学<sup>\*</sup>

## 1. 研究の背景・目的

日常生活環境の中には車の音や動物の鳴き声、風の音など様々な風景音 (表 1) が存在する。十数匹の猫の鳴き声を用いたジングルキャッツ “Meowy Christmas” [1] があるが、猫の鳴き声を風景音と捉えれば、この作品は風景音で作られた音楽と言える。

本研究では、このような風景音で音楽を自動生成することを目指している。そのためには、欲しい音高、音長を持つ風景音を採取し、その音名を判別する必要がある。しかし風景音に関して、すべての音高を採取することは困難である。そこで、採取したオリジナルの風景音をベースにしてピッチを変更し、新しい音高群を生成することとした。

本報告は猫の鳴き声を取り上げ、音高群を生成した結果である。

表 1. 風景音の例

人間の活動の音	足音, ノックの音, など
自然の音	風の音, 動物の鳴き声, など
モノや機械の音	車の音, 船の音, など

## 2. 猫の鳴き声の分析

猫の鳴き声を採録し、分析した。録音条件は、標本化周波数 48kHz, 量子化ビット数 16 ビット, ファイル形式は WAV 形式とした。

音高の分析では、猫は声帯を用いて鳴き声を発していると考えられることから、人間の母音発声の分析と同様の手法と対比させて行うこととした。初めに、女性に “ド” の音高に合わせて “ア” を発声してもらい、その分析結果を図 1

Analysis and synthesis on pitch characteristics of cats' meowing.

<sup>†</sup> Sho TAKEI (106073@shibaura-it.ac.jp)

<sup>‡</sup> Masanobu ABE (abe.masanobu@lab.ntt.co.jp)

<sup>†</sup> Yukio TOKUNAGA (tokunaga@shibaura-it.ac.jp)

\*Kiyoshi SUGIYAMA

<sup>†</sup> College of Engineering Shibaura Institute of Technology

<sup>‡</sup> Cyber Solutions Laboratories, NTT

\*Tokyo Polytechnic University

に示す。分析にはシミュレーションソフト Matlab の 1 次元高速フーリエ変換 (FFT) を用いる。人間の母音発声の周波数特性においては、音高を決定するのは周波数特性の基本周波数 (ピッチ周波数) であること、それを基音とした倍音成分 (高調波成分) が検出されることが明らかになった。同様に録音した猫の鳴き声の周波数分析を行った結果を図 2 に示す。図 1, 2 を比較すると、どちらも基本周波数の倍音成分が検出された。

そこで、猫の鳴き声の基本周波数を音高と見立て、1 オクターブの 7 音を並べて被験者 (大学生 15 名) に聞き取り調査をしたところ、音階を認識することができた。

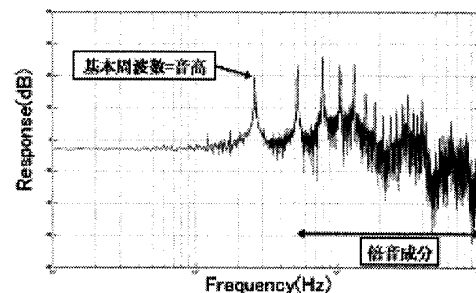


図 1. 人の声の周波数特性

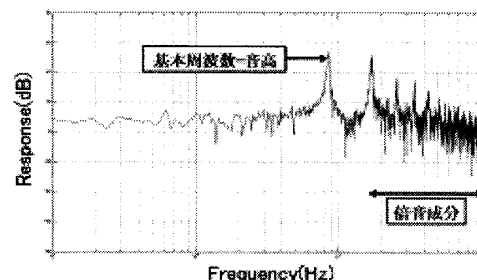


図 2. 猫の鳴き声の周波数特性

## 3. ピッチ変更

ピッチを変更する方法として原音の時間軸を変化させる。この方法でピッチの変更した場合、基本周波数、倍音成分が変化し音色が変わってしまうことが考えられる。そこで、その影響の程度を調べるために倍音成分を含んでいる三角波を用いて、聴取比較実験を被験者 (大学生 5

名) に行った. 周波数 200Hz の三角波のピッチを変更したものと, ピッチを変更した三角波と同じ周波数の三角波を作成した. 周波数特性を図 3, 図 4 に示す. これらの 2 つの音を聴き比べたところ, ノイズは有るが同じ音高として許容できるとの結果を得た.

#### 4. 猫の鳴き声のピッチ変更

大学生 5 名を被験者に, 録音した猫の鳴き声と, ピッチを変更した猫の鳴き声の聴取比較実験を行った. 図 5 に図 2 のピッチを 4 度変更した, 猫の鳴き声の周波数特性を示す.

実験では, 始めに録音した特定の猫の鳴き声を (例えば “ド”) 聴き比べ, 次にこの音高を基本にして, 録音した別の猫の鳴き声 (例えば “ミ”) とピッチを変更した猫の鳴き声 (例えば “ミ” から “ソ” に変更) とを聴き, 最も音高の近いものを答えてもらう相对比较を行った. その結果, 正解率は約 70% が得られた. これよりピッチを変更した猫の鳴き声の音高は聴き分けられると言えよう.

さらに猫の鳴き声のピッチを, 風景音として採用できる範囲すなわち, 実在する猫の鳴き声として許容出来る範囲を調べるため, ピッチを変更した様々な猫の鳴き声を被験者 (大学生 10 名) に聴いてもらい, 評価した. その結果, 猫の鳴き声のピッチは -5 度から +3 度まで変更可能であるという結果を得た.

#### 5. 猫の鳴き声の聴取比較実験

大学生 10 名の被験者にピッチを変更した猫の鳴き声を用いて曲を生成し, 聴取比較実験を行った. 実験サンプルは「かえるのうた」の最初の 2 小節を, 猫の鳴き声のピッチを変更して創ったものと, 6 匹の猫の鳴き声 (音のピッチは変更していない) で創ったものを用い聴き比べた. その結果, ピッチを変更せず創ったものの方が面白味はあるが, 音の高さやリズムなど音楽の要素に関わるものの正しさは低いという結果になった. 一方, ピッチを変更して創ったものは, ピッチを変更せずに創ったものより, 面白味に欠けるが, 音楽の要素に関わるものの正しさは高いという結果が得られた.

#### 6. おわりに

以上の結果から採取した猫の鳴き声から新しい音高を生成することが可能であるとの見通しが得られた.

また取り上げた猫の鳴き声のピッチの変更の範囲としては, -5 度から +3 度が有効であることがわかった.

今後は, 図 6 のような基本周波数が検出しにくい音の音高抽出手法について検討していく.

本研究の端緒を築いた秋穂賢氏に感謝する.

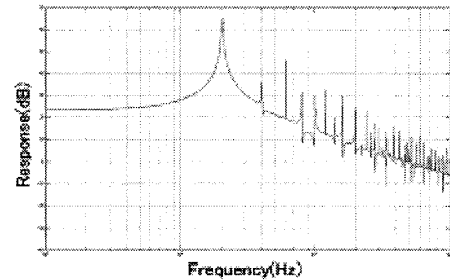


図 3. 200Hz の三角波

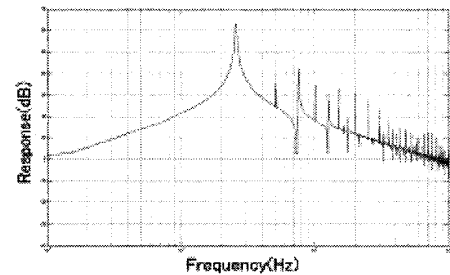


図 4. 図 3 のピッチを 4 度上げた音

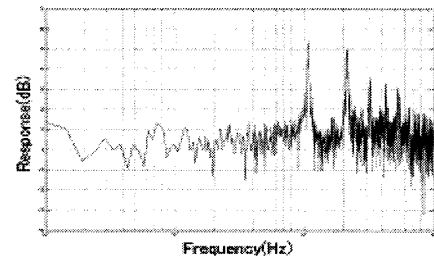


図 5. 図 2 の音からピッチを 4 度上げた猫の鳴き声

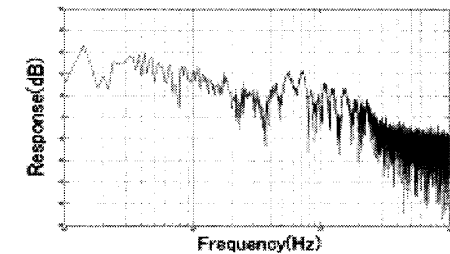


図 6. ドアをノックした音

#### <参考文献>

[1] JINGLE CATS MUSIC

<<http://www.jinglecats.com/>>, (2010/01/14 アクセス)