

傘の開閉音を利用した鳥の羽ばたき音の合成方法

五十嵐史郎[†] 徳永幸生[†] 杉山精[†] 阿部匡伸[‡]
 芝浦工業大学[†] NTT サイバーソリューション研究所[‡]

1. 研究の背景・目的

映画やテレビ、芝居などでは効果音が欠かせない。しかし、実際には現場で制作者の望む音を集音することは困難であり、自然に集音した音ではなく、対象となる場面にふさわしい作られた音、すなわち“擬音”を利用することが多い。優れた擬音を作成するには、一般にプロの熟練の技が必要であり、手間と時間、そして並々ならぬ労力が必要とされる。そこで、コンピュータを用いることで、簡単に擬音作成が出来るかどうかを検討する。

数多くの擬音の中から“鳥の羽ばたき音”を取り上げた理由は「作成方法が明らかになっている」「多彩な用途が見込める」ためである。

大きな鳥の羽ばたき音は傘を開閉することによって作成できるとされており^[1]、鳥の大きさに応じて羽ばたき音を変えるために、傘の寸法等を制御して、目的の音が得られるかどうかの検討する。

2. 擬音の分析

図 1 に傘の長さを 44cm と 58cm した場合の開閉音の波形を示す。録音条件は標本化周波数 48kHz、量子化レベル 16bit、モノラルで行った。傘の開閉音の処理には、周期的な繰り返しがあるという点で、人間の音声に類似しており、音声処理で使われている信号処理方式^[2]が適用できる。

ピークの間隔は 44cm で約 0.3 秒、58cm で約 0.5 秒である。羽ばたき回数は時間の逆数となるため、44cm の場合は 3.2Hz、58cm の場合が 2.0Hz となる。

次に周波数分析を行う。傘の長さは 44cm と 58cm、骨の本数は 16 本である。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。FFT は、44cm、58cm の場合、それぞれ 48,000 点、96,000 点である。その結果を図 2 に示す。ここでは比較のために、44cm の分析結果を実際より 40dB 低くプロットしている。

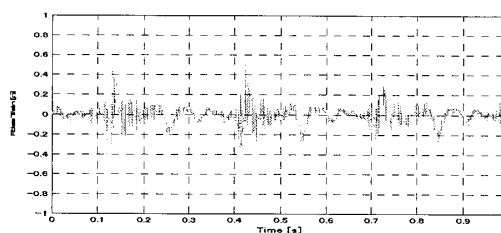


図 1(a) 44cm の時間波形(1 秒間)

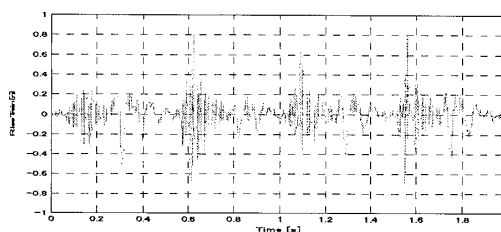


図 1(b) 58cm の時間波形(2 秒間)

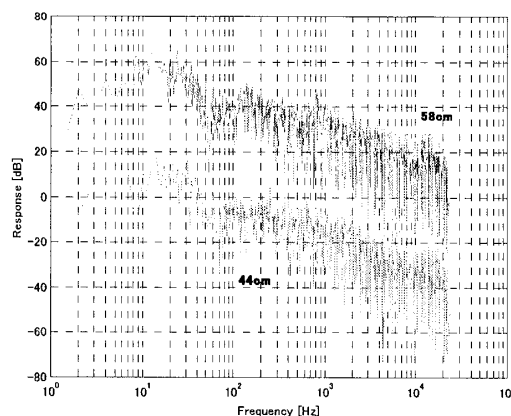


図 2. 44cm と 58cm の周波数分析

各傘のピッチ周波数とその倍音成分の関係を調べるために比率を求めたところ、ピッチ周波数に差はあっても倍音成分との比率はどの傘でもほぼ同じということが確認された。このことは、ピッチ周波数と倍音成分の比率を保ったまま周波数をスライドさせることで擬音を作成することが可能であることを示唆している。

図 2 の分析結果は 3 区間に分けて考えられる。

- ・第 1 の帯域 [1 ~ 100Hz の区間]
羽ばたきの回数 (3.2Hz と 2.0Hz) が得られる
- ・第 2 の帯域 [100 ~ 1 kHz の区間]
傘の構造等に依存したものが得られる

Synthesis of bird-fluttering sound generated from opening and shutting sound of an umbrella

[†]Fumiro IGARASHI (m108012@shibauro-it.ac.jp)

[†]Yukio TOKUNAGA (tokunaga@shibauro-it.ac.jp)

[†]Kiyoshi SUGIYAMA (sugiyama@shibauro-it.ac.jp)

[‡]Masanobu ABE (abe.masanobu@lab.ntt.co.jp)

[†]Shibauro Institute of Technology

[‡]Cyber Solutions Laboratories, NTT

・第3の帯域 [1 kHz ~ の区間]

-6dB/oct で下降する傾向がみられる

これにより、羽ばたき回数（調波構造）、傘の構造（包絡スペクトル）の組合せと考えられる音声スペクトル分析におけるケプストラム法に類似していると考えられる。

3. 擬音の合成

傘 44cm と傘 58cm との組合せによって、2つの傘の長さの平均である 51cm の傘による擬音の作成を試みる。新たな擬音の作成の流れを図3に示す。

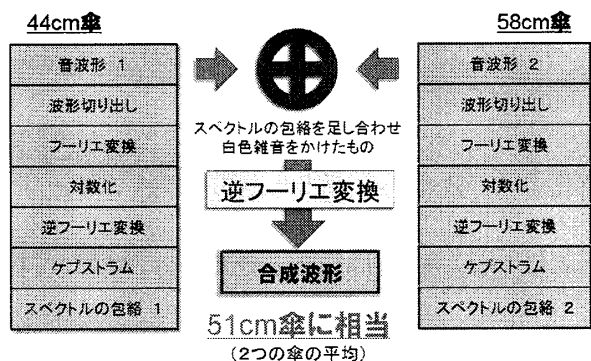


図3. 擬音合成の流れ

また、この合成音を評価するために傘の長さ 51cm について録音分析した。その結果を図4と図5に示す。ここでも比較のために、合成音のFFT分析結果を実際より 40dB 低い値でプロットしている。

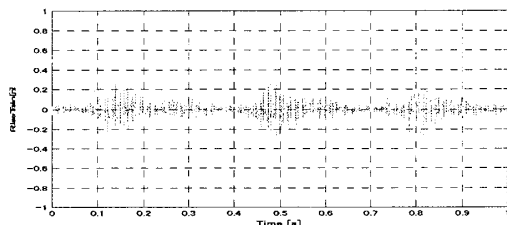


図4(a) 合成音の時間波形(1秒間)

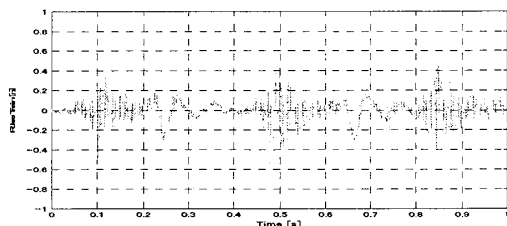


図4(b) 51cmの時間波形(1秒間)

図4の時間波形を比較すると羽ばたき回数は合っており、また、波形が三角波に近いことが言えるが、図4(b)に示す実の傘の場合に現れていた羽ばたきの中間に現れていた負のスパイクが無い。

図5のFFT分析結果をみると、実の傘の場合、図2に現れていた3つの帯域が合成音では第1と第2との区別が見えてない。ただし、聴覚上の違和感があるかどうかについては、違和感は無かった。

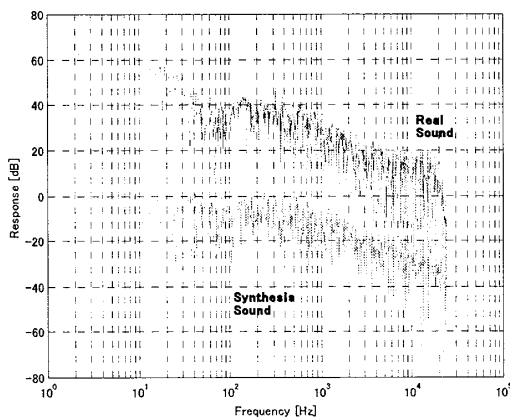


図5. 合成音と原音の周波数分析(51cm)

4. 考察・結び

東らにより「鳥の飛行性能に関係のある形態上の統計値」^[3]が与えられている。それより、体重対羽ばたき音の最小周波数に変換したものを図6に示す。ここで扱われた傘(44cm, 51cm, 58cm)から得られる擬音は、ハトとペリカンの間にある音が作られたものと考えられる。

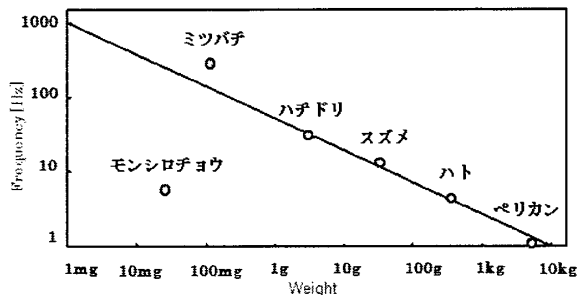


図6. 体重と周波数の関係

3種類の傘および合成された音が鳥の羽ばたき音と比較してみて聴覚上の違和感があるかどうかについては、違和感は無かった。よって、この方法は傘の開閉による羽ばたき音の合成に使用できると考えられる。さらに、図6より、この手法の限界、特に小さな鳥への適用については、今後検討を進める予定である。

実験・討論に協力をいただいた芝浦工大ヒューマンコンピュータインタラクション研究室の皆様感謝する。

<参考文献>

- [1] 木村哲人：キムラ式音の作り方 筑摩書房(1999)
- [2] 古井貞熙：音響・音声学 近代科学社(1992)
- [3] 東昭, 吉良幸世：鳥の飛行性能に関係のある形態上の統計値 日本航空宇宙学会誌(1980)