

# 鳴き声の線形予測残差と振幅スペクトルを用いた牛の個体識別

情報科学科 曾我 真子

指導教員：入部 百合絵

## 1 はじめに

飼養者と畜産動物にかかる負担を減らすため、IT/ICTを用いて簡単に個体識別を行うための手法が求められている。先行研究では鳴き声の線形予測係数を用いた個体識別の研究があるが正答率は十分とは言えない[1]。そのため、線形予測係数以外にも個体識別に有用な音響的特徴を用いた個体識別を行う必要がある。

本研究では牛の鳴き声を対象に、牛の個体識別に適した多様な音響情報を特定し、それらを用いた個体識別を行う。

## 2 収集データの分析

本研究では、愛知県農業総合試験場のホルスタイン種乾乳牛4頭から1日約4～6時間程度の収録を5日間に亘って実施した。給餌を遅らせた牛を対象とし、鳴き声部分だけ残したものにスペクトル引き算法による雑音除去を行った。また、撮影した動画から牛毎に鳴き声を分類した。

本研究に用いる牛の鳴き声データの内訳を表1に示す。

### 2.1 抽出する音響的特徴量

声帯特性に関わる特徴として基本周波数と残差波形のMFCC(Mel-Frequency Cepstrum Coefficients)を抽出する。また、声道の長さや発声時の調音運動にも個性が現れると考え、音声波形のMFCCと $\Delta$ MFCCを抽出した。加えて、話者認識に用いられるRMS energyの変化幅についても確認した。一方、牛の鳴き声にも人の音声にみられる子音と母音があると判断し、牛の鳴き声を/m/と/o/の区間に分け、音韻毎にMFCCと $\Delta$ MFCCを求めた。

### 2.2 分析結果・考察

牛の鳴き声に含まれる音響的特徴量が個体毎に異なるか、一元配置分散分析(ANOVA)を用いて検定を行った。有意差の認められた特徴量の分析結果を表2に、/m/と/o/に対する分析結果を表3に示す。表中の低次数とは1次～6次、高次数とは7次～12次を示しており、RMS energy、 $\Delta$ MFCC、残差波形の $\Delta$ MFCC、/m/と/o/のMFCCは平均に、MFCC、残差波形のMFCC、/m/と/o/の $\Delta$ MFCCは標準偏差に有意差が認められた。

RMS energyの高低差は個体の鳴き方によって変化が現れやすいため、RMS energyの最大値や最小値では見られなかった個性が現れたと考えられる。また、残差波形のMFCCと $\Delta$ MFCCに有意差が生じたことから、牛毎に声帯の特性が異なる可能性が示唆され、残差波形が識別に有用であることが分かった。音声波形のMFCCにも有意な差が認められたため、牛の声道の長さや形状、発声動作に個性が現れる可能性も示された。

また表3より、/m/と/o/に対する分析ではMFCCの高次数に有意差が認められている。MFCCの高次数は人間の感情や状態推定に用いられる音響情報であり、ここに有意差が生じていることから、今回の収録では牛の状態の違いがMFCCの高次数に現れた可能性がある。

## 3 鳴き声の音響的特徴量を用いた個体識別

### 3.1 識別手法

表2と表3に示した有意差が認められた特徴を用いて個

表1 収集した鳴き声データ

牛番号	発声回数(回)	発声時間(s)
牛1	136	246
牛2	45	53
牛3	46	70
牛4	24	38

表2 有意差の認められた特徴量

音響的特徴量	p値	
	低次数	高次数
MFCC		5.74E-3**
$\Delta$ MFCC	6.22E-3**	6.70E-4**
残差波形のMFCC		1.42E-2*
残差波形の $\Delta$ MFCC	2.60E-3**	1.03E-2*
RMS energy(高低差)	2.38E-12**	

表3 鳴き声/m/と/o/に対する分析結果

音響的特徴量	/m/	/o/
MFCC(高次数)	2.63E-2*	8.35E-3**
$\Delta$ MFCC(高次数)	1.26E-3**	3.30E-7**

\*p<0.05, \*\*p<0.01

表4 個体識別の結果

Precision	Recall	F-Measure
0.876	0.876	0.875

体識別を行った。識別に用いたデータは表1に示した鳴き声データである。識別にはデータマイニングツール Weka を利用し、MLP(Multilayer perceptron)(層数3、ニューロン数42)を用いた。評価は10-fold cross validationで行った。

### 3.2 識別結果

識別の結果を表3に示す。先行研究の識別率59.8%よりも高い精度であった。先行研究とは使用する牛の音声データが異なっているが、牛の鳴き声に含まれる音響的特徴量には、線形予測係数以外にも個体識別に有用な音響的特徴量が多く存在することは明らかである。

今後は、今回識別に用いた特徴量に対して多重比較検定を行い、個性を示す音響的特徴量をより厳密に特定し、それを用いることで識別精度の向上を目指す予定である。

## 4 おわりに

本研究では牛の鳴き声から個体間で有意差の認められた音響的特徴量を用いて個体識別を行った。その結果、比較的高い精度を得ることができ、本研究で用いた音響的特徴は個体識別に有用であることが分かった。また、牛の鳴き声のみから牛を識別できる可能性が示唆された。今後も牛の鳴き声収集を行うとともに、識別の精度向上を目指していく。

## 参考文献

[1]石井他：鳴声による肉用牛の個体識別および状態識別，農業機械学会誌，62(5)，p.50-58(2000)。