

審査の結果の要旨

氏名 Mazhar Suleman

クジラ類の生態学的な研究は、生活環境が水中であるということから、陸上生物に関する研究とは違って、観測手法に限られ、困難であり、我々が知っている知識は極めて少ないといってよい。生態学的な研究の第一歩は、水中行動の観測であり、また、それがどの個体がおこなっているかという個体識別をおこなうことである。クジラ類は、イルカと呼ばれる小型歯クジラ類を含めて、水中生活のために、数種類の音を出し、食料の捕獲、障害物の発見、会話などをおこなっている。本論文では、クジラ類が出す音響（鳴音）に注目して、それを利用して個体識別をおこなう手法の研究を、特徴的な2種類の鳴音、すなわちザトウクジラのソングおよびハンドウイルカのクリックスを例にとっておこない、それぞれの個体識別手法を提案し、その有効性を検証している。

本論文は、前文、ソングを利用したザトウクジラの個体識別、クリックスを利用したハンドウイルカの個体識別、および結言の、4つの章に分かれている。

第一章では、現在広くおこなわれているクジラ類研究を個体識別という観点から議論し、本論文の音響的な研究の位置づけをおこなっている。

第二章では、雄のザトウクジラが発する可聴域のソングを、Support Vector Machine (SVM)を導入して、Supra-Classifier Voting Methodologyを用いて解析する手法を提案している。小笠原海域において録音され、かつ目視観測より個体が識別されている複数のザトウクジラのソングの音響データをベンチマークとして解析し、提案するシステムの有効性を示した。先行する研究では、個体識別に、Gaussian Mixture Model (GMM)が多く用いられているが、その問題点を指摘し、GMMでは分離できなかったデータをSVMで分別して、識別することに成功している。また、録音日、および年の違う、同一個体からのデータのSVM分析結果を比較し、環境ノイズや録音システムなどの録音環境の違い、個体の音声特性の年変化などが、SVM解析に及ぼす影響を検討している。

第三章では、歯クジラ類がおこなうエコーローケーション（音響定位）のためのクリックスを利用して個体識別をおこなう手法を提案し、伊豆・三津シーパラダイスにて飼育されている2頭のハンドウイルカについて、その有効性の検証をおこなっている。クリックスは前出のソングとは異なり、広帯域の信号であり、前章で提案したSVMを適用して個体識別することは困難である。そこで、マイクロフォンアレーを用いてクリックスを検出し、到達時間差から高い精度で位置検出をすると同時に、音響ビームのエネルギー、中心周波数、指向性等の計測を同時におこない、個体を時系列的に識別する方法を開発した。この手法により、遊泳中の小型クジラ類から発せられるクリックスから、海面や海底からの反射による信号をとりぞき、半自動的にクジラ類の位置計測および個体識別が可能となった。

第四章では、これらをまとめて、提案した手法をさらに発展させる方向を示している。

以上のように、本論文は、クジラ類の二種類の鳴音を利用して、個体識別をおこなう手法を開発することにより、これまで観測できなかったクジラ類の生態あるいは行動の一面を捉えることが可能とするものであり、水中観測工学に新たな知見をもたらすものである。ザトウクジラの鳴音はその種に特徴的なものであるが、ハンドウイルカのクリックスについては、他の小型歯クジラ類、とくに絶滅が危惧されているカマイルカやカワゴンドウにも適応可能なものであり、これまでほとんどできなかったそれらの生態観測と保護に役立つものであると期待される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。