طراحی و ارزیابی سامانه‌ای هوشمند جهت تشخیص و طبقه‌بندی پرندگان بیمار بر اساس صدای آنها

مقداد خزایی[۱]، احمد بناکار[۲]*، سید رضی کریمی آکندی[۳]

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس ah_banakar@modares.ac.ir
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

امروزه آزمون‌های غیر مخرب یکی از مفیدترین فناوری‌ها در زمینه‌ی ارزیابی و طبقه‌بندی در حوزه‌های مختلف به شمار می‌روند. در این مقاله روشی هوشمند به منظور طبقه‌بندی پرندگان از دیدگاه اندازه و سلامت آنها بر اساس صدای منتشره از آن‌ها طراحی و به کار گرفته شده است. بدین منظور ابتدا پرندگان بر اساس وضعیت جسمانی خود به طبقات مختلف تقسیم و صدای هر یک توسط یک میکروفن و کارت داده برداری ثبت شد. سپس ۵ تابع ویژگی واریانس، انحراف از معیار، ریشه‌ی میانگین مربعات، میانگین و کورتسیس از سیگنال‌ها استخراج گردید. از این ویژگی‌ها که در واقع معیار مناسبی برای شناسایی سیگنال‌ها هستند، به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. ابتدا شبکه عصبی مصنوعی با تعدادی تکرار مناسب از توابع ویژگی آموزش داده شد تا ساختار و وزن‌های مناسب شبکه به دست آید. شبکه مذکور به وسیله‌ی یک سری داده‌ی جدید مورد آزمون قرار گرفت تا دقت آن در طبقه‌بندی پرندگان برآورد شود. در پژوهش حاضر از این سامانه‌ی هوشمند به منظور تشخیص و طبقه‌بندی اردک‌های سالم و بیمار استفاده شد. روش مذکور توانست با دقت ۷۵ درصد اردک‌های سالم را از اردک‌های بیمار و ضعیف تمییز دهد. نتایج نشان می‌دهند که سامانه‌ی طراحی شده در این پژوهش در استفاده از صدای پرندگان به منظور طبقه‌بندی آنها تا ۷۵ درصد موفق بوده‌است. نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان روشی ساده و مطمئن جهت تشخیص پرندگان بیمار در واحدهای پرورش پرندگان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آزمون‌های غیر مخرب، داده‌کاوی، شبکه عصبی مصنوعی، شناسایی سیگنال و طبقه‌بندی صدای پرندگان

مقدمه

امروزه آزمون‌های غیر مخرب بخشی جدایی‌ناپذیر و بسیار موثر در زمینه‌ی ارزیابی‌های کمی و کیفی به شمار می‌روند. استفاده از این آزمون‌ها در تمامی حوزه‌های کشاورزی و دامپروری به صورت روز افزون در حال افزایش است. مزیت اصلی آزمون-های غیر مخرب برآورد دقیق یک پارامتر مهم بدون تخریب و آسیب رساندن به سوژه‌ی مورد مطالعه است. به عنوان مثال تشخیص رسیدگی یا کیفیت میوه‌های مختلف یکی از کاربردهای کلاسیک آزمون‌های غیر مخرب است.

آنالیز صدای پرندگان، تشخیص، شناسایی و در گام بعد طبقه‌بندی آنها دارای سابقه‌ی کوتاهی می‌باشد و به تازگی محققین به اهمیت آن پی برده‌اند. در واقع صدایی که حیوانات منتشر می‌کنند حاوی اطلاعات بسیار ارزشمندی از آنهاست که از جمله‌ی مهم‌ترین آنها می‌توان به وضعیت سلامت و ضعف، بیماری، نوع، اندازه‌ی جثه، گونه و مواردی ازین دست اشاره نمود (Harma 2003, Lee et al. 2006). در واقع بیماری‌های مختلف، ضعف و یا تفاوت بین گونه‌ها ممکن است باعث شود که سیگنال‌های صوتی منتشره از پرندگان در حوزه‌های زمان و فرکانس دارای ویژگی‌های متفاوتی باشند. از آنجا که این تفاوت‌ها بارز و قابل تشخیص هستند، بر اساس آن‌ها می‌توان انواع ارزیابی‌های مختلف را به عمل آورد. از این رو در سال‌های اخیر تجزیه و تحلیل صدای پرندگان به منظور انواع آزمون‌های غیر مخرب و ارزیابی‌های مختلف بسیار رایج شده و توجهات فراوانی را جلب نموده است.

طبیعت سیگنال‌های صوتی باعث شده است که دارای نوفه[1] فراوان باشند و آنالیز آنها را با مشکل مواجه کرده است. نمود این معضل در میان سیگنال‌های صوتی زیستی مانند صدای حیوانات و پرندگان شدیدتر است. از این رو شناسایی و استخراج اطلاعات لازم از سیگنال‌های صوتی پرندگان به راحتی امکان‌پذیر نیست و روش‌های خاص خود را می‌طلبد. در همین راستا تحقیقات فراوانی انجام پذیرفته است که در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌شود.

سامانه‌ای خودکار به منظور تشخیص و طبقه‌بندی صدای پرندگان و دوزیستان طراحی و به کار گرفته شد. در این پژوهش از سه روش مختلف طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان[2]، درخت تصمیم[3] و آنالیز جداسازی خطی[4] استفاده شد. ساختار این سامانه‌ها بر اساس آنالیز صدای پرندگان در حوزه‌ی زمان آموزش و توسط داده‌های جدید آزمون شد. دقت طبقه‌بندی و شناسایی سیگنال‌ها برای ماشین بردار پشتیبان ۹۴ درصد، درخت تصمیم ۸۹ درصد و آنالیز جداسازی خطی ۷۱ درصد به دست آمد (Acevedo et al. 2009). این نتایج حاکی از برتری روش‌های هوشمند در تشخیص سیگنال‌های زیستی نوفه‌ای و ناپایدار است.

در تحقیقی جمعیت کلنی‌های پرندگان بر اساس صدای توده‌های آنان تخمین زده شد. در این تحقیق در گام نخست به منظور جداسازی صدای پرندگان از سایر حیوانات از آنالیز فرکانسی سیگنال‌های تحصیل شده استفاده شد. سپس بر اساس ویژگی-های سیگنال‌های نوفه زدایی شده، جمعیت توده‌های پرندگان تخمین زده شد. نتایج این پژوهش در پایش جمعیت پرندگان در محیط زیست به کار گرفته شد (Bardeli et al. 2010).

طی تحقیقی انواع گونه‌های مختلف پرندگان بر اساس صدای آنها توسط کاستن و همکاران بدست آمد. در این مطالعه به منظور تشخیص و طبقه‌بندی صدای پرندگان، توابع ویژگی مختلفی از سیگنال‌ها استخراج و مورد پردازش قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که در طبیعت بر اساس صدای منتشره از پرندگان می‌توان گونه و جنس آن‌ها را شناسایی نمود. دقت میانگین سامانه‌ی طراحی شده در این پژوهش در تشخیص گونه‌های مختلف پرندگان حدود ۸۲ درصد برآورد شد (Kasten et al. 2010).

[1] noise
[2] Support Vector Machine (SVM)
[3] Decision Three
[4] Linear discriminant Analysis (LDA)

پژوهش‌های مشابه دیگری در این حوزه انجام یافته است که خوانندگان برای اطلاع بیشتر می‌توانند به منابع (Jarvis and Robertson 1999)، (King and West 1977)، (Miller 1979)، (Carr and Soares 2007) مراجعه نمایند.

در پژوهش حاضر سامانه‌ای هوشمند به منظور تشخیص و طبقه‌بندی پرندگان سالم و تنومند از پرندگان ضعیف و بیمار بر اساس صدای آنها طراحی و مورد استفاده قرار گرفته است. از این سامانه به منظور تشخیص و طبقه‌بندی اردک‌های سالم و بیمار از یکدیگر استفاده شد. بدین منظور ابتدا تعدادی اردک سالم و بیمار انتخاب و صدای آنها توسط یک میکروفن ضبط شد. سیگنال‌های تحصیل شده توسط یک سامانه تحصیل داده[1] ثبت و به رایانه انتقال یافتند و سپس به وسیله‌ی نرم‌افزار متلب[2] خوانده شدند. در این پژوهش سیگنال‌های صدا در حوزه‌ی زمان مورد پردازش قرار گرفتند. پس از ضبط و خوانش سیگنال‌ها در نرم‌افزار، در مرحله-ی داده کاوی[3] می‌بایست اطلاعات لازم از آنها استخراج شود. این اطلاعات از طریق استخراج توابع ویژگی[4] از سیگنال‌ها اقتباس می‌شوند. در واقع توابع ویژگی بیان‌گر رفتار سیگنال‌هاست و عامل مهمی در شناسایی آنها به شمار می‌رود. در این مرحله تعداد پنج تابع ویژگی از هر سیگنال استخراج شد. از این توابع ویژگی به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی[5] استفاده شد.

در این پژوهش از شبکه عصبی مصنوعی جهت شناسایی سیگنال‌ها و طبقه‌بندی اردک‌های سالم و ضعیف استفاده شد. توابع ویژگی استخراج شده از سیگنال‌ها به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. این توابع به دو دسته تقسیم شدند: دسته‌ی اول که مشتمل بر ۶۰ ٪ داده‌ها بود و به منظور آموزش شبکه به کار گرفته شدند و دسته‌ی دوم که برای آزمون ساختار شبکه در تشخیص و طبقه‌بندی داده‌های جدید استفاده شدند. بدین ترتیب دقت سامانه‌ی هوشمند طراحی شده در طبقه‌بندی پرندگان بر اساس صدای آنها به دست آمد. در ادامه به تشریح روند اجرای مراحل مختلف پژوهش و نتایج به دست آمده پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

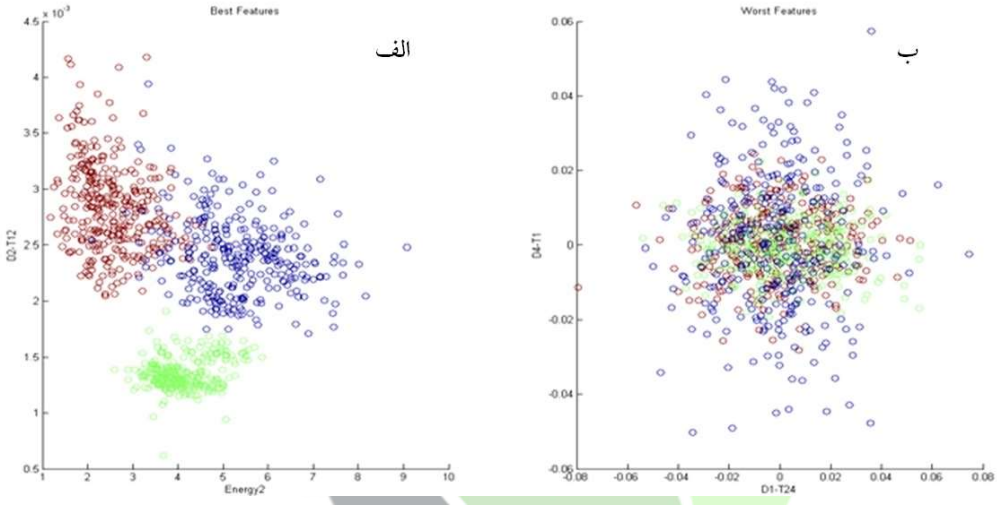
در این بخش به ترتیب به تشریح فرآیندهای اجرای پژوهش و نیز روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است پژوهش حاضر در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است.

داده کاوی و استخراج ویژگی

مقادیر خام سیگنال‌ها در حوزه‌ی زمان (یا خروجی هر سیگنال پردازنده‌ی دیگر) نمی‌توانند به صورت مستقیم به عنوان ورودی طبقه‌بند مورد استفاده قرار گیرند. چرا که این مقادیر گروه بسیار بزرگی از داده های خام را در بر می‌گیرند و تعبیر ریاضی-فیزیکی خاصی نیز ندارند. به همین دلیل لازم است تا تعدادی از شاخص‌های سیگنال که دارای تعبیر ریاضی و فرمول خاصی هستند را استخراج کرده و برای مراحل بعدی که همانا شناسایی سیگنال است، از آنها بهره جست. این ویژگی‌ها در واقع توابعی

[1] Data acquisition system
[2] MATLAB
[3] Data mining
[4] Feature extraction
[5] Artificial Neural Network (ANN)

هستند که بر روی سیگنال‌ها تعریف می‌شوند و هریک معرف مناسبی برای بیان رفتار آن‌ها هستند. یک استخراج ویژگی خوب و خلاقانه می‌تواند به خوبی فضای داده‌های ورودی به طبقه‌بند را کاهش داده، باعث صرفه‌جویی در زمان و رسیدن به نتایج بهتر با محاسبات کمتر و در مجموع افزایش دقت عیب‌یابی می‌شود. انتخاب تعداد کمی از ویژگی‌ها باعث می‌شود تا خواص و حالات یک سیگنال به خوبی برجسته نشود و در نتیجه طبقه‌بند نتواند بین دو سیگنال متفاوت تمایزی قائل شود. انتخاب تعداد فراوان توابع ویژگی نیز باعث می‌شود تا طبقه‌بند در اصطلاح سردرگم شود و مجددا نتواند تفاوت بین دو گروه ویژگی استخراج شده از دو طبقه سیگنال را تشخیص دهد. شکل ۱ به خوبی اثر دو نوع استخراج ویژگی بر شناسایی سیگنال‌های ارتعاشی تحصیل شده از حالات مختلف یک جعبه‌دنده را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تاثیر دو نوع استخراج ویژگی بر شناسایی سیگنال‌ها. الف) ویژگی‌های مناسب ، ب) ویژگی‌های نامناسب

در پژوهش حاضر ۵ ویژگی از سیگنال‌های صدای اردک‌ها استخراج شدند. توانایی و مفید بودن این ویژگی‌ها بر اساس منابع مختلف مورد تایید قرار گرفته است (Lei et al. 2008) ، (Khazaee et al. 2012). جدول ۱ نام، نماد و فرمول مربوط به توابع ویژگی مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد. در این جدول $x(n)$ سری زمانی سیگنال و N تعداد نقاط داده‌ها[1] هستند.

[1] Data point

جدول ۱. ویژگی‌های استخراج شده از سیگنال‌های صدا

ردیف	نام ویژگی	نام لاتین	فرمول
۱	میانگین	Mean	$T_1 = \frac{\sum_{n=1}^{N} x(n)}{N}$
۲	انحراف معیار	Standard deviation	$T_2 = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N} (x(n) - T_1)^2}{N-1}}$
۳	واریانس	Variance	$T_3 = \frac{\sum_{n=1}^{N} (x(n) - T_1)^2}{N-1}$
۴	کورتسیس	Kurtosis	$T_4 = \frac{\sum_{n=1}^{N} (x(n) - T_1)^4}{(N-1)T_4^4}$
۵	ریشه ی میانگین مربعات	Root Mean Square (RMS)	$T_5 = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N} (x(n))^2}{N}}$

شبکه عصبی مصنوعی

به منظور شناسایی سیگنال‌ها، ویژگی‌های استخراج شده می‌بایست به عنوان ورودی یک طبقه‌بند مورد استفاده قرار گیرند تا طبقه‌بندها نیز بنا بر ساختارهای خاص خود به تشخیص و شناسایی سیگنال‌ها بپردازند. روش‌های فراوانی برای تشخیص و طبقه-بندی سیگنال‌ها معرفی شده‌اند که هریک به اقتضای شرایط حاکم بر مساله دارای کاربردهای خاص خود هستند و در موارد بسیاری با موفقیت کار گرفته شده‌اند. از مهم‌ترین طبقه‌بندها می‌توان به منطق فازی[1]، شبکه مصنوعی عصبی[2]، ماشین بردار پشتیبان[3]، k امین نزدیک‌ترین همسایگی[4] و غیره اشاره نمود.

شبکه‌های عصبی نوعی مدل‌سازی ساده‌انگارانه از سیستم‌های عصبی واقعی هستند که کاربرد فراوانی در حل مسائل مختلف در علوم دارند. حوزه کاربرد این شبکه‌های آنچنان گسترده است که از کاربردهای طبقه‌بندی تا درون‌یابی، تخمین، آشکارسازی و مانند آنها را شامل می‌شود. شاید مهم‌ترین مزیت شبکه عصبی مصنوعی توانایی و انعطاف‌پذیری در کنار سهولت استفاده از آن‌ها باشد. باید اذعان داشت که شبکه مصنوعی عصبی یکی از رایج ترین و پرکاربردترین روش های هوش مصنوعی در تشخیص و طبقه‌بندی سیگنال‌هاست. در این پژوهش از این روش به منظور طبقه‌بندی سیگنال‌های صدای پرندگان استفاده شد.

[1]Fuzzy Logic
[2]Artificial Neural Network (ANN)
[3]Support Vector Machine (SVM)
[4]K- nearest neighbor (KNN)

به منظور اجرای یک فرآیند طبقه‌بندی با استفاده از شبکه های عصبی، اولین گام انتخاب ابعاد شبکه است. شبکه‌های عصبی همواره با سه لایه تعریف می‌شوند: لایه ورودی، لایه میانی یا لایه‌ی پنهان و لایه خروجی. در لایه ورودی باید به تعداد ابعاد هر الگوی ورودی یک نرون قرار داده شود. بنابراین اندازه لایه ورودی را بعد داده های ورودی تعیین می‌کند. در لایه خروجی نیز باید به تعداد طبقات، نرون وجود داشته باشد. در حالت ایده آل با آمدن ورودی مربوط به یک کلاس انتظار می‌رود نرون مربوط به آن کلاس مقدار یک و مابقی نرون ها مقدار صفر را به خود بگیرند. اما در عمل با توجه به تابع سیگموئید مورد استفاده در شبکه‌های عصبی رایج، مقدار خروجی شبکه معمولا عددی بین صفر و یک است. لذا در حالت عملی نرونی از لایه خروجی که در اصطلاح بیش ار بقیه روشن شده باشد (مقدار آن بزرگتر از بقیه باشد) کلاس مربوط به آن داده را مشخص می‌کند. در مورد تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی قانون و مبنای خاصی وجود ندارد و معمولا با روش سعی و خطا بهترین تعداد نرون انتخاب می‌شود.

در فرآیند آموزش شبکه‌های عصبی باید دقت داشت که اگر میزان داده‌های آموزش شبکه خیلی زیاد باشند، شبکه دقیقا رفتار الگوهای ورودی را فرا خواهد گرفت و لذا اگر داده‌های جدید اختلاف کمی با داده‌های آموزش داشته باشند، میزان خطا به شدت افزایش می‌یابد. در این حالت گفته می‌شود که شبکه الگوهای ورودی را حفظ کرده است و قابلیت تعمیم ندارد. میزان داده-های آموزش شبکه نباید از ۷۵ درصد کل داده‌ها بیشتر باشد. در این پژوهش ۶۰ درصد داده‌ها به آموزش و مابقی آنها برای آزمون شبکه اختصاص یافته‌اند.

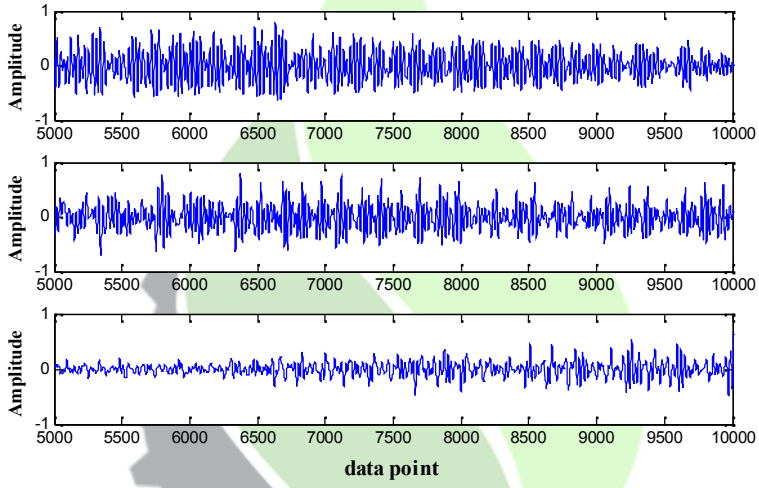
بنا بر توضیحات گفته شده، در این تحقیق تعداد نرون‌های ورودی شبکه عصبی به تعداد توابع ویژگی استخراج شده یعنی ۵ عدد تعیین شد. همچنین لایه‌ی خروجی نیز با ۲ نرون تعریف شد که واقع معرف دو حالت ممکن برای سیگنال‌هاست: الف- سیگنال‌های مربوط به پرندگان بیمار؛ ب- سیگنال‌های مربوط به پرندگان سالم. اما مهم ترین لایه در طراحی شبکه عصبی لایه میانی (لایه پنهان) است. به منظور نیل به بهترین عملکرد شبکه، تعداد مختلف نرون‌ها لایه های میانی از ۱ تا ۱۰ مورد آزمایش قرار گرفت که از این میان بهترین نتایج در شبکه‌ای با ۶ نرون در لایه میانی به دست آمد. در نهایت با توجه به توضیحات داده شده ساختار بهینه شبکه عصبی طراحی شده در این مطالعه ۵*۶*۲ به دست آمد.

نتایج و بحث

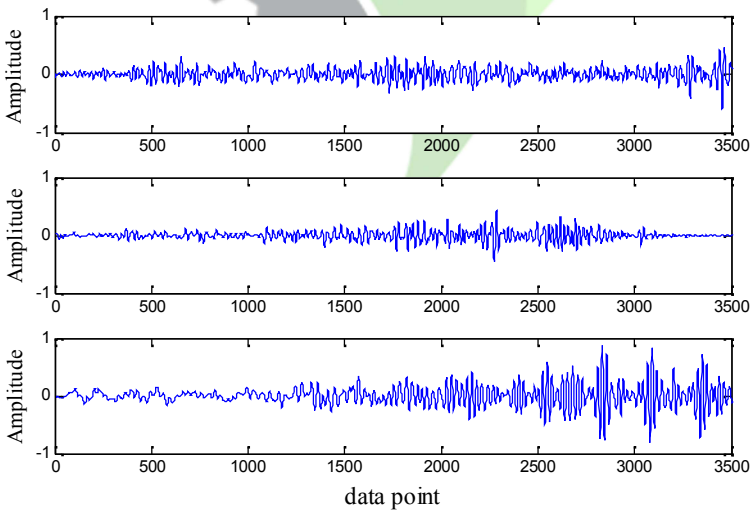
نتایج سیگنال‌های تحصیل شده

در این پژوهش صدای اردک‌های سالم و بیمار ابتدا توسط یک میکروفن ثبت و سپس سیگنال‌های آنالوگ تحصیل شده توسط نرم‌افزار متلب خوانده و به صورت یک سری زمانی درآمد. شکل ۲ و شکل۳ به ترتیب چند نمونه نمونه از سیگنال‌های تحصیل شده از پرندگان سالم و بیمار را نشان می‌دهند.

با نگاهی گذرا به سیگنال‌های نشان داده شده می‌توان تفاوت‌های خاص بین صدای این دو دسته از اردک‌ها را مشاهده نمود. نخست آنکه شدت صدای اردک‌های سالم به صورت میانگین از صدای اردک‌های ضعیف و بیمار بیشتر است. دیگر تفاوتی که از روی نمودارها به چشم می‌خورد یکنواختی بیشتر صدای اردک‌های سالم نسبت به اردک‌های بیمار است. یعنی صدای اردک-های سالم دارای شدت و یکنواختی بیشتری هستند در حالی که سیگنال‌های صدای اردک‌های بیمار مواج و ضعیف‌تر است. البته صدای شدید در سیگنال‌های مربوط به اردک‌های بیمار نیز مشاهده می‌شود اما این شدت مقطعی است و بیشتر به صورت یک نویز با فرکانس بالا در میان صدای اصلی با فرکانس کمتر خود را نشان می‌دهد. تفاوت‌های یاد شده هم بر اساس دانسته‌های قبلی قابل توجیه و پذیرفتنی است و هم در بخش نتایج مربوط به استخراج ویژگی نیز مورد تایید قرار گرفته‌اند.



شکل ۲. سیگنال‌های صدای اردک‌های سالم



شکل۳. سیگنال‌های صدای اردک‌های بیمار

نتایج داده کاوی

توابع ویژگی استخراج شده از سیگنال‌ها در بخش ۲ معرفی شده‌اند و در این بخش تنها به تشریح نتایج به دست آمده بسنده می‌شود. در جدول ۲ مقایسه‌ای نسبی بین مقادیر ویژگی‌های استخراج شده از سیگنال‌ها انجام شده است. در این جدول مقدار میانگین ویژگی‌ها مد نظر قرار گرفته است.

جدول ۲. مقادیر ویژگی‌های به دست آمده از سیگنال‌های صدای پرندگان مختلف

نام ویژگی	مقدار ویژگی	
	اردک سالم	اردک بیمار
واریانس	---	+ ٪۵۴
انحراف از معیار	----	+ ٪۲۸
میانگین	+ ٪۵۰	----
ریشه ی میانگین مربعات	+ ٪۲۵	----

از میان ویژگی‌های استخراج شده دو ویژگی واریانس و انحراف از معیار نشان دهنده‌ی میزان پراکندگی سیگنال هستند. در واقع هرچه واریانس و انحراف از معیار یک سیگنال بیشتر باشد یعنی آن سیگنال غیر یکنواخت و مواج‌تر است. مقادیر به دست آمده که در جدول ۲ نیز نشان داده شده‌اند، نشان می‌دهد که واریانس و انحراف از معیار سیگنال‌های صدای پرندگان بیمار بیشتر از پرندگان سالم است. در واقع این مقادیر نشان می‌دهند که صدای پرندگان بیمار نسبت به پرندگان سالم، دارای پراکندگی بیشتر، مغشوش‌تر، غیر یکنواخت‌تر و ناپایدارتر هستند.

دو ویژگی میانگین و ریشه‌ی میانگین مربعات توابعی هستند که شدت و کمیت مقادیر یک سیگنال را نشان می‌دهند. با نگاهی به جدول ۲ می‌توان دید که میانگین و ریشه ی میانگین مربعات سیگنال صدای اردک‌های سالم به ترتیب ۵۰ و ۲۵ درصد از سیگنال‌های صدای اردک‌های بیمار بیشتر است. این مقادیر به وضوح بیان می‌دارند که شدت صدای پرندگان سالم بسیار بیشتر و البته یکنواخت‌تر از صدای پرندگان بیمار است. بنابراین می‌توان گفت که نتایج به دست آمده در مرحله استخراج ویژگی، نتایج شهودی حاصل از نمایش سیگنال‌ها را کاملا تایید می‌کند.

نتایج تشخیص و طبقه‌بندی سیگنال‌ها

تمرکز اصلی این پژوهش بر تشخیص و طبقه‌بندی سیگنال‌های صدای پرندگان بیمار و سالم است. همانگونه که گفته شد به منظور شناسایی و طبقه‌بندی سیگنال‌ها از طبقه‌بند شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. تعداد کل داده‌ها در این پژوهش ۴۹ سیگنال صوتی بود. از این تعداد داده، ۲۸ سیگنال (تقریبا۶۰ درصد داده‌ها) به منظور آموزش و یافتن ساختار و وزن‌های بهینه بین

نرون‌ها به شبکه داده شدند. در این مرحله دقت شبکه در داده‌های آموزش به دست آمد که این عدد برابر با ۹۱.۷ درصد بود. سپس ۲۱ سیگنال باقیمانده (تقریبا۴۰ درصد داده‌ها) به منظور آزمون شبکه و یافتن توانایی آن در تمایز بین سیگنال‌ها به شبکه وارد شدند. در این مرحله شبکه عصبی توانست با دقت ۷۵ درصد پرندگان بیمار و سالم را از طریق صدای منتشره توسط آنها شناسایی کرده و طبقه‌بندی نماید. جدول ۳ و جدول ۴ به ترتیب ماتریس اغتشاش دقت شبکه عصبی مصنوعی در داده‌های آموزش و آزمون را نشان می‌دهند. در این جداول تعداد و نوع تصمیمات شبکه عصبی دیده می‌شود.

جدول۳. ماتریس اغتشاش عملکرد شبکه عصبی در داده‌های آموزش

		خروجی شبکه عصبی مصنوعی		
		سالم	بیمار	دقت (درصد)
طبقه واقعی سیگنال	سالم	۱۵	۳	٪۸۳.۳
	بیمار	۰	۱۰	٪۱۰۰
دقت میانگین: ٪۹۱.۷				

جدول۴. ماتریس اغتشاش عملکرد شبکه عصبی در داده‌های آزمون

		خروجی شبکه عصبی مصنوعی		
		سالم	بیمار	دقت (درصد)
طبقه واقعی سیگنال	سالم	۹	۵	٪۶۴.۲
	بیمار	۱	۶	٪۸۵.۷
دقت میانگین: ٪۷۵				

با نگاهی به جدول‌های ۳ و ۴ به روشنی پیداست که عملکرد شبکه در تشخیص پرندگان بیمار بسیار خوب بوده است. اما شبکه در تشخیص پرندگان سالم با دقت کمتری عمل نموده است. از آنجا که هدف این پژوهش تشخیص پرندگان بیمار بوده است، دقت‌های به دست آمده قابل قبول می‌باشند. نتایج نشان می‌دهند که سامانه‌ی طراحی شده در این پژوهش می‌تواند به صورت خودکار پرندگان بیمار را از پرندگان سالم تشخیص بدهد. نتایج این پژوهش می‌تواند در تشخیص بیماری‌های پرندگان موثر واقع شود و روش مناسبی برای پایش اولیه سلامت آنها در واحدهای پرورش پرندگان باشد.

نتیجه گیری

در این مقاله سامانه‌ای هوشمند جهت شناسایی و طبقه‌بندی اردک‌های بیمار و سالم بر اساس صدایی که ایجاد می‌کنند، طراحی شده است. در این سامانه سیگنال‌های صدای پرندگان در حوزه‌ی زمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مرحله‌ی داده کاوی ۵ ویژگی مهم از سیگنال‌های صدای هر دو گروه استخراج شد. این توابع به عنوان ورودی طبقه‌بند شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند تا دقت سامانه در شناسایی اردک‌های بیمار و سالم از یکدیگر به دست آید. ابتدا شبکه عصبی با تعدادی از داده‌ها آموزش داده شد که دقت شبکه در داده‌های آموزش ۹۱.۷ درصد به دست آمد. در نهایت شبکه‌ی عصبی در داده‌های آزمون توانست با دقت ۷۵ درصد سیگنال‌های صدای اردک‌های بیمار و سالم را طبقه‌بندی کند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که استفاده از روش‌های هوشمند به منظور پایش سلامت پرندگان مفید و کاربردی است. همچنین نتایج به دست آمده توانمندی سامانه‌ی طراحی شده در این پژوهش به منظور شناسایی اردک‌های بیمار و ضعیف را مورد تایید قرار دادند.

منابع

1- Acevedo, M.A., C.J. Corrada-Bravo, H. Corrada-Bravo, L.J. Villanueva-Rivera, and T. M. Aide. 2009. Automated classification of bird and amphibian calls using machine learning: A comparison of methods, Ecological Informatics 4: 206-214.

2-Bardeli, R., D. Wolff, F. Kurth, M. Koch, K.H. Tauchert, and K.H. Frommolt. 2010. Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. Pattern Recognition Letters 31: 1524-1534.

3-Carr, C.E., and D. Soares. 2007. Shared Features of the Auditory System of Birds and Mammals. Evolution of Nervous Systems. Oxford: Academic Press.

4- Chen, P., and Z. Sun. 1991. A review of non-destructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural products, Journal of Agricultural Engineering Research 49: 85-98.

5-Harma, A. 2003. Automatic identification of bird species based on sinusoidal modeling of syllables. Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP). 545-548.

6-Jarvis, A. M., and A. Robertson. 1999. Predicting population sizes and priority conservation areas for 10 endemic Namibian bird species. Biological Conservation 88: 121-131.

7-Kasten, E.P, P.K. McKinley, and S.H. Gage. 2010. Ensemble extraction for classification and detection of bird species. Ecological Informatics 5: 153-166.

8-Khazaee, M., H. Ahmadi, M. Omid, A. Moosavian, and M. Khazaee. 2012. Vibration condition monitoring of planetary gears based on decision level data fusion using Dempster-Shafer theory of evidence. JOURNAL OF VIBROENGINEERING 14: 838-851.

9- King, A.P., and M.J. West. 1977. Species identification in the North American cowbird: appropriate responses to abnormal song. Science 195: 1002-1004.

10- Lee, C.H., Y.K. Lee, and R.Z. Huang, 2006. Automatic recognition of bird songs using cepstral coefficients. Journal of Information Technology and Applications 1: 17-23.

11- Lei, Y., Z. He, and Y. Zi. 2008. A new approach to intelligent fault diagnosis of rotating machinery. Expert Systems with Applications 35 1593-1600.

12- Miller, E.H. 1979. An approach to the analysis of graded vocalizations of birds. Behavioral and Neural Biology 27: 25-38.

13- Sun, T., K. Huang, H. Xu, and Y. Ying. 2010. Research advances in nondestructive determination of internal quality in watermelon/melon: A review, Journal of Food Engineering 100: 569–577.

An intelligent system design and evaluation for detection and classification of sick birds based on sound signals

Meghdad Khazaee[1], Ahmad Banakar[2*], Seyed Razi Ka Akandi[3]

1- PhD Student, Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Tarbiat Modares University
2- Assistant Professor, Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Tarbiat Modares University
ah_banakar@modares.ac.ir
3-M tech, Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Tarbiat Modares University

Abstract

Nowadays using non-destructive testing is of the most beneficial technologies in the field of evaluation and classification on different fields. In this paper a smart method is designed in order to bird classification based on their size and health using their emission voice. For this purpose, firstly, the birds based on their physical conditions are divided into different categories and then their voices are saved using a microphone and a data acquisition card. At next step, 5 statistical features are extracted from signals namely, mean, standard division, root mean square, variance and kurtosis. These features are fed into artificial neural network (ANN), since the extracted features are appropriate criterions for signal recognition. In order to obtain the appropriate structures and weights, ANN is trained by adequate repetitions of feature functions. The aforementioned network is tested by a new set of data to acquire the bird classification accuracy. In the proposed research, the smart system is utilized to detect and classify the healthy and sick birds. This method indicates the capability for clarifying the healthy birds among sick and weak ones. These results show the proposed method in this research has been succeeded for classification of birds using bird's voice. This research can be employed as a simple and reliable method for detection of sick birds in bird nurturing farms.

Keywords: Non-destructive testing, data mining, artificial neural network, signal recognition, birds' sound classification.