# <u>למידת מכונה – פרוייקט גמר: סיווג קולות של חיות</u>

# <u>מגישות:</u>

שיר אברהם

נועה יאיר

#### <u>קוד:</u>

https://github.com/Shir-Av/MachineLearning-FinalProject.git

#### :תיאור המאגר

המאגר שלנו מכיל קבצי קול (WAV.\*) של שני סוגים של חיות - חיות ים וציפורים.

מאגר חיות הים מכיל 1682 הקלטות של 30 זנים שונים.

מאגר הציפורים מכיל 2000 הקלטות של 20 זנים שונים.

המאגר מסודר בתיקיות בהיררכיה לפי סוג החיה (חיות ים או ציפורים) ומחולק לתיקיות לפי זנים.

את קבצי הקול אנו ממירים לווקטורים באמצעות ספרייה בPython בשם librosa, הספרייה מאפשרת לטעון קובץ שמע ולחלץ ממנו מידע אודות הקובץ, היא עושה זאת באמצעות הוצאת פיצ'רים בדידים מקטעי הקול ע"י דגימה של האות וביצוע מניפולציות מתמטיות מתחום עיבוד האותות, לבסוף מחזירה ווקטור המייצג את קובץ השמע.

# בעיות שפתרנו:

#### 1. סיווג בין חיות ים לציפורים –

השאלה הראשונה שניסינו לענות עליה היא האם ניתן לסווג בין חיות ים לציפורים באחוזים גבוהים, רצינו לבדוק האם יש הבדל משמעותי בין קולות חיות הים לקולות הציפורים, או שיש גורם משפיע נוסף על הסיווג, קיבלנו תוצאות טובות בדיוק מרשים של 95%-95%.

אנחנו משערות שמעבר לקולות השונים עצם פעולת ההקלטה מתחת למים מבדילה את קטעי הקול של חיות הים מחיות היבשה (ציפורים).

אם אכן הדבר קיים, נוכל להסיק שעצם ההקלטה מתחת למים נותנת תכונה ייחודית המאפשרת סיווג בדיוק גבוה ומוכיח כי ניתן לדעת האם קטע האודיו הנ"ל הוקלט מתחת למים או לא, בלי קשר לחיה שהוקלטה.

# 2. סיווג בין חיות לפי זן:

שאלה זו מתמקדת בסיווג סוג חיה לפי זנים (סיווג ציפורים לפי זני ציפורים וחיות ים לפי זני חיות ים), לקחנו את שני המאגרים (ציפורים וחיות ים) וסיווגנו כל אחד בנפרד לפי זנים.

רצינו לבדוק איזה סוג חיה ייתן לנו תוצאות טובות יותר ולהסיק מכך על ההבדלים בקולות החיות בשני הסוגים.

במאגר חיות הים קיבלנו תוצאות טובות של 92%-88%.

במאגר הציפורים קיבלנו תוצאות לא כל כך טובות בדיוק נמוך של 49%-39%.

(טווח הדיוק גדול מכיוון שהצלחנו לשפר באמצעות הגדלת הווקטור, יפורט בהמשך)

#### 3. עבודה עם וקטורים במימדים שונים:

שאלה זו עוסקת בהשפעה של עבודה עם וקטורים במימדים שונים על הסיווגים השונים. רצינו לבדוק האם שינוי מימד (גודל) וקטור הנתונים ישפיע על סיווג המאגרים, ואם כן , כיצד?

יצרנו 2 סוגים של וקטורים, וקטור אחד עם 13 נתונים ווקטור עם 25 נתונים. ביצענו כל אחד מהסיווגים (שהזכרנו לעיל בבעיות 1 ו-2 ) עם שני הווקטורים השונים.

בסיווג החיות לפי סוג חיה ובסיווג מאגר חיות הים ראינו שיפור קטן של בערך 5%-2%, ובמאגר הציפורים ראינו שיפור קטן עוד יותר של 5%-1% .

# 4. סיווג קטעי קול בהם נשמעים 2 זנים שונים:

שאלה זו עוסקת בעובדה שיתכן שזנים שונים של חיות ימצאו באזורים מסויימים באותו זמן ורצינו לבדוק אם נוכל לקבל תוצאות טובות וסיווג נכון גם כאשר נשמע אותם יחד. לאחר שקיבלנו את התוצאות של סיווגי זני חיות הים וזני הציפורים ומצאנו כי סיווג זני הציפורים לא הניב תוצאות טובות ניסינו לסווג זוגות של חיות ים שקיבלנו עליהם את התוצאות הכי טובות בסיווג. לקחנו 2 הקלטות בעלות אורך זהה בהן נשמעות החיות בצורה ברורה, ובאמצעות תוכנה לעיבוד קבצי אודיו מיזגנו אותם יחד שינגנו באותו הזמן, הסיווגים לא הניבו תוצאות כל כך טובות, לרוב רק חיה אחת סווגה נכון וקיבלנו סיווג שגוי על החיה השנייה. שיערנו שזה נובע מהשילוב שיצרנו, ואולי אם הייתה לנו הקלטה משולבת מקורית היינו מקבלות תוצאות טובות יותר.

#### טכניקות בהן השתמשנו:

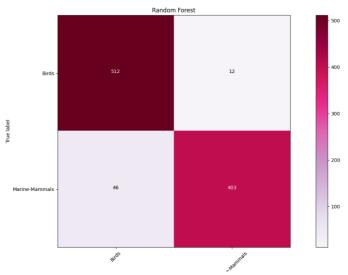
- 1. אלגוריתם Nearest Neighbor
  - 2. אלגוריתם SVM
  - 3. אלגוריתם Random Forest
- 4. שימוש ב PCA על מנת לשחק עם גודל/ מימד הווקטורים שיצרנו.

# <u>תוצאות הסיווגים:</u>

# 1. <u>סיווג בין חיות ים לציפורים –</u>

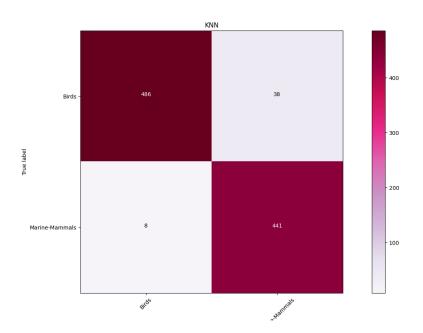
# : <u>וקטור במימד 13</u> •

# **Random Forest:**

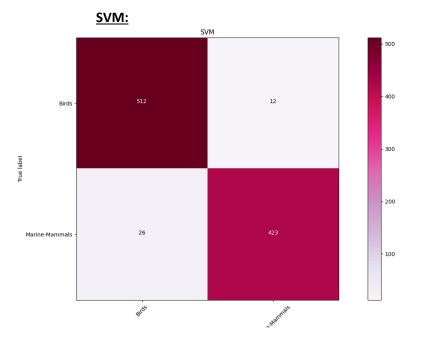


# Recall: [0.98 0.9 ] Precision: [0.92 0.97] F1-Score: [0.95 0.93] Accuracy: 0.94 , 915 Number of samples: 973

# **K-Nearest Neighbor:**



------ KNN - Results
Recall: [0.92748092 0.98218263]
Precision: [0.98380567 0.92066806]
F1-Score: [0.95481336 0.95043103]
Accuracy: 0.95 , 927
Number of samples: 973



Recall: [0.98 0.94]

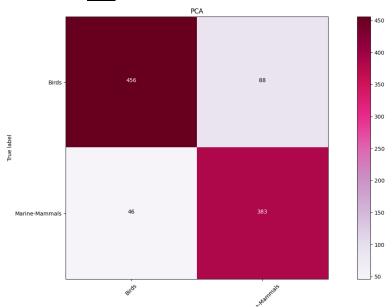
Precision: [0.95 0.97]

F1-Score: [0.96 0.96]

Accuracy: 0.96 , 935

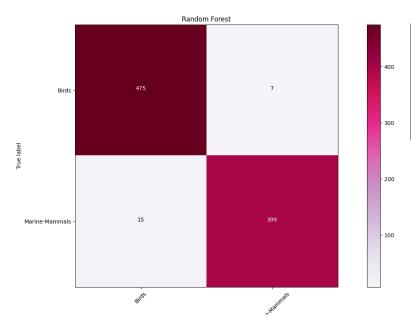
Number of samples: 973

# PCA:



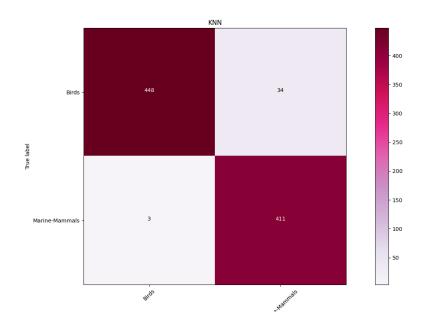
# <u>וקטור במימד 25</u> •

# **Random Forest:**

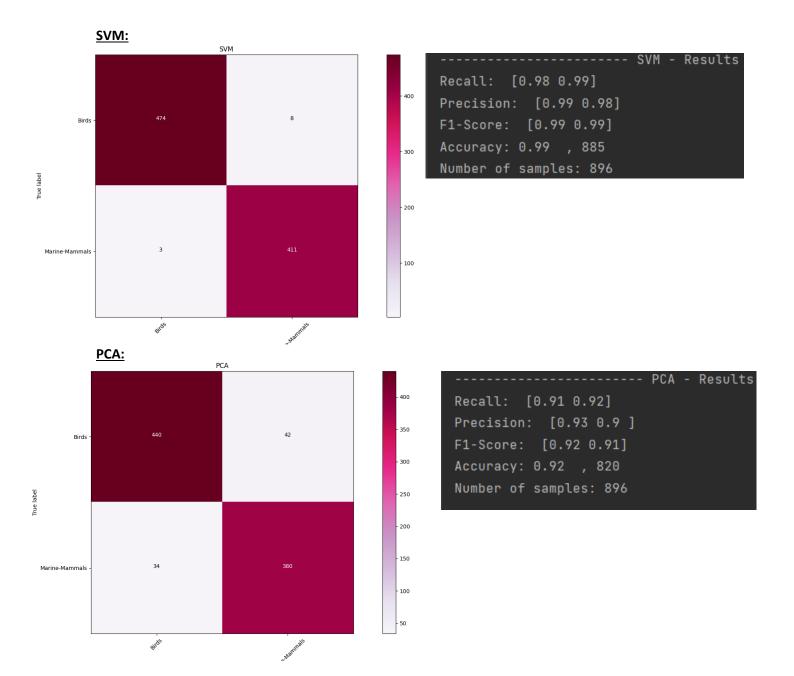


------ Random Forest - Results
Recall: [0.99 0.96]
Precision: [0.97 0.98]
F1-Score: [0.98 0.97]
Accuracy: 0.98 , 874
Number of samples: 896

# **K-Nearest Neighbor:**



------ KNN - Results
Recall: [0.92946058 0.99275362]
Precision: [0.99334812 0.92359551]
F1-Score: [0.96034298 0.95692666]
Accuracy: 0.96 , 859
Number of samples: 896

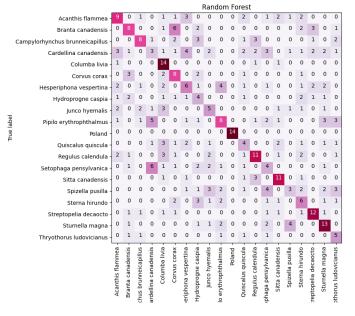


# 2. סיווג בין חיות לפי זן –

# סיווג ציפורים:

#### <u>וקטור במימד 13 :</u>

#### **Random Forest:**



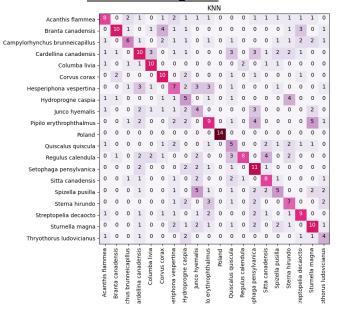
Recall: [0.39 0.35 0.38 0.1 0.82 0.47 0.26 0.27 0.29 0.3 1. 0.24 0.44 0.2

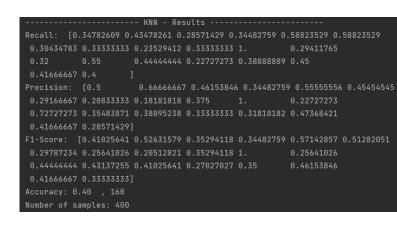
12 0.61 0.14 0.33 0.6 0.54 0.5 ]
Precision: [0.43 0.42 0.53 0.18 0.41 0.32 0.32 0.2 0.29 0.4 1. 0.24 0.52 0.2 0.52 0.3 0.26 0.57 0.46 0.28]

10 F1-Score: [0.41 0.38 0.44 0.13 0.55 0.38 0.29 0.23 0.29 0.34 1. 0.24 0.48 0.2 0.56 0.19 0.29 0.59 0.5 0.36]
Accuracy: 0.39 , 156
Number of samples: 400



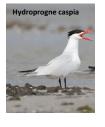
#### **K-Neareast Neighbor:**





#### ציפורים עם חזות זהה וקול דומה:

מאוד דומות וראינו שהמסווג מתבלבל בניהן לא מעט. Sterna hirundoi Hydroprogne caspia הציפורים





#### SVM:

<u> </u>		•								S۷	/M									
Acanthis flammea -	12	1	0	2	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Branta canadensis -	0	9	0	0	0	6	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
Campylorhynchus brunneicapillus -	1	0	10	0	1	2	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Cardellina canadensis -	2	0	2	5	0	0	3	0	1	0	0	3	0	5	0	3	2	1	2	0
Columba livia -	1	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Corvus corax -	1	2	0	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hesperiphona vespertina -	0	0	1	0	1	1	11	1	0	4	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0
Hydroprogne caspia -	1	0	0	0	0	0	2	9	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Junco hyemalis -	1	0	2	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	3	0	3	0	0	1	0
Pipilo erythrophthalmus -	1	0	1	3	0	0	2	2	0	10	0	1	0	0	0	3	1	0	1	2
Poland -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quiscalus guiscula -	1	0	0	0	1	1	3	1	0	1	0	3	0	1	1	0	2	0	2	0
Regulus calendula -	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	17	0	2	0	2	0	0	0
Setophaga pensylvanica -	0	1	0	3	0	0	0	0	2	2	0	1	0	9	0	1	0	0	1	0
Sitta canadensis -	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	13	0	1	0	0	0
Spizella pusilla -	0	0	1	0	0	0	0	0	5	3	0	1	0	2	1	4	0	0	3	2
Sterna hirundo -	0	0	0	0	0	2	3	3	0	2	0	1	1	0	0	0	5	0	0	1
Streptopelia decaocto -	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	11	2	0
Streptopella decaocto - Sturnella magna -	0	2	1	1	0	0	3	1	0	1	0	1	0	3	0	1	1	0	9	0
Thryothorus ludovicianus -	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6
i nryotnorus iudovicianus -	-	-	-	-	÷	-	-	÷	-	-	-	-	-	-	_	÷	-	-	_	
	Acanthis flammea	Branta canadensis	chus brunneicapillus	ardellina canadensis	Columba livia	Corvus corax	eriphona vespertina	Hydroprogne caspia	Junco hyemalis	lo erythrophthalmus	Poland	Quiscalus quiscula	Regulus calendula	phaga pensylvanica	Sitta canadensis	Spizella pusilla	Sterna hirundo	reptopelia decaocto	Sturnella magna	othorus ludovicianus



# PCA:

									PC	.A									
7	1	1	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	1	3	0	1	1	2	0
0	9	1	0	1	4	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
0	0	6	0	0	3	4	1	1	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0	1
0	0	1	4	2	1	2	1	0	2	0	2	3	1	2	0	2	4	1	1
1	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
0	5	0	0	1	6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0
1	1	3	0	0	1	6	0	2	1	0	2	0	1	0	1	0	1	0	3
1	3	0	0	0	1	1	4	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0
2	0	1	1	1	1	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1
0	0	1	2	0	2	0	1	2	4	0	3	1	3	0	0	1	0	3	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	0	1	0	2	1	0	0	0	4	0	2	1	0	3	0	0	0
1	1	0	0	2	1	1	0	1	1	0	3	5	4	0	1	3	0	1	0
0	1	0	3	3	0	0	1	2	0	0	1	1	4	0	0	1	1	0	2
1	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	2	2	1	3	0	3	1	1	0
1	0	0	0	0	0	2	2	4	3	1	2	1	1	0	1	1	0	2	1
0	0	0	0	1	3	0	2	2	0	0	0	1	1	2	0	3	0	1	2
2	1	0	0	3	5	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	0	0
0	1	0	0	0	0	1	2	0	3	0	1	1	3	0	2	1	0	4	5
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	4
Acanthis flammea -	Branta canadensis -	chus brunneicapillus -	ardellina canadensis -	Columba livia -	Corvus corax -	eriphona vespertina -	Hydroprogne caspia -	Junco hyemalis -	lo erythrophthalmus -	- Poland -	Quiscalus quiscula -	Regulus calendula -	phaga pensylvanica -	Sitta canadensis -	Spizella pusilla -	Stema hirundo -	reptopelia decaocto -	Sturnella magna -	othorus ludovicianus -
	0 0 1 0 1 1 2 0 0 0 1 1 0 2 0 0	0 9 0 0 0 0 0 1 1 1 1 3 2 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 2 1 1 0 0 0 0	0 9 1 0 0 6 0 0 1 1 0 0 0 5 0 1 1 3 0 2 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 2 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0	0	0 9 1 0 1 0 0 6 0 0 1 4 2 1 0 0 0 1 1 3 0 0 2 0 1 1 1 0 0 0 0 0 2 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 2 0 1 1 1 0 0 2 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0 9 1 0 1 4 1 2 0 0 6 0 0 3 4 1 10 0 1 4 2 1 2 1 1 0 0 0 1 1 6 0 1 1 1 3 0 0 1 6 0 1 1 3 0 0 0 1 6 0 1 2 0 1 1 1 1 0 0 0 1 2 0 1 1 0 0 0 1 2 0 0 1 0 0 0 1 2 0 0 0 0 0 0 0 1 2 0 0 0 0 0 0 0 1 2 0 1 0 2 1 1 1 0 0 0 2 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0	0 9 1 0 1 4 1 2 0 0 0 6 0 0 3 4 1 1 0 0 1 4 2 1 2 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 3 4 2 1 2 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 5 0 0 1 6 0 1 0 1 1 3 0 0 0 1 1 0 0 2 0 1 1 1 1 0 0 0 5 0 0 1 2 0 2 0 1 2 0 0 1 1 1 1 0 0 0 5 0 0 1 2 0 2 0 1 2 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 2 0 1 0 2 1 0 0 1 1 0 0 0 2 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 2 2 1 0 0 0 0 0 0 1 0 2 1 0 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 2 2 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0	7	0	7	7	7	7	7	7	7	7



# <u>וקטור במימד 25</u> •

#### **Random Forest:**

								_													
									-	Ran	don	n Fo	res	t							
	Acanthis flammea -	5	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	2	0	3	3	0	1	0	1
	Branta canadensis -	0	17	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Campylorhyne	chus brunneicapillus -	1	0	11	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0
C	ardellina canadensis -	0	0	0	6	0	0	1	0	1	2	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
	Columba livia -	0	0	2	0	14	2	2	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0
	Corvus corax -	1	2	2	0	3	9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	2	0
Hesp	eriphona vespertina -	3	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0
	Hydroprogne caspia -	0	1	1	2	0	0	2	3	0	1	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1
	Junco hyemalis -	1	1	2	1	0	1	0	0	10	3	0	1	0	1	0	1	0	1	2	0
Pipi	lo erythrophthalmus -	1	0	0	2	0	0	0	1	1	9	0	0	0	1	1	1	2	1	3	0
u D	Poland -	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	1	0
-	Quiscalus quiscula -	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	9	0	2	0	1	0	3	1	0
	Regulus calendula -	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	2	4	2	1	1	2	0
Seto	phaga pensylvanica -	0	1	0	2	0	0	0	1	4	2	0	1	1	5	1	0	0	1	1	0
	Sitta canadensis -	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	1	0	5	2	1	0	0	0
	Spizella pusilla -	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	0	2	0	0	6	2	1	1	0
	Sterna hirundo -	0	0	2	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	9	1	0	0
St	reptopelia decaocto -	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0
	Sturnella magna -	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5	0
Thry	thorus ludovicianus -	1	0	0	0	0	1	0	1	1	3	1	0	0	1	0	0	2	0	2	9
	,	Acanthis flammea -	Branta canadensis -	chus brunneicapillus -	ardellina canadensis -	Columba livia -	Corvus corax -	eriphona vespertina -	Hydroprogne caspia -	Junco hyemalis -	lo erythrophthalmus -	- Poland -	Quiscalus quiscula -	Regulus calendula -	phaga pensylvanica -	Sitta canadensis -	Spizella pusilla -	Sterna hirundo -	reptopelia decaocto -	Sturnella magna -	thorus ludovicianus



# **K-Neareast Neighbor:**

										K	***									
Acanthis flammea -	4	0	0	2	0	0	4	0	1	0	0	1	1	1	3	1	0	0	2	0
Branta canadensis -	1	10	0	0	1	4	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0
Campylorhynchus brunneicapillus -	3	0	9	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Cardellina canadensis -	0	0	1	6	0	1	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Columba livia -	0	1	3	1	14	1	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	1	0
Corvus corax -	1	1	1	0	3	9	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	4	1	0
Hesperiphona vespertina -	1	0	0	0	0	0	8	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Hydroprogne caspia -	0	0	0	0	1	0	1	4	0	2	0	3	1	1	0	0	0	0	2	1
Junco hyemalis -	1	0	2	1	0	2	1	1	9	2	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0
Pipilo erythrophthalmus -	0	0	0	2	0	1	1	2	0	10	0	0	0	4	0	0	1	0	2	0
Poland -	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quiscalus quiscula -	0	0	1	2	1	1	1	0	0	3	1	5	1	2	1	1	0	0	1	1
Regulus calendula -	0	1	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	8	0	2	2	1	0	1	0
Setophaga pensylvanica -	0	1	0	5	0	0	0	1	3	2	0	0	0	6	1	0	0	0	1	0
Sitta canadensis -	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0
Spizella pusilla -	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	1	1	1	0	6	3	0	0	0
Sterna hirundo -	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	9	1	0	1
Streptopelia decaocto -	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
Sturnella magna -	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0	3	0	0	3	0
Thryothorus ludovicianus -	0	0	0	1	0	0	1	2	1	3	0	1	1	0	0	1	1	1	3	6
	ď	S	S	S	e e	×	, a	ď	-5	·s	77	- a	e e	ď	S	ď	-0	- 0	- a	S
	Acanthis flammea	Branta canadensis	chus brunneicapillus	ardellina canadensis	Columba livia	Corvus corax	eriphona vespertina	Hydroprogne caspia	unco hyemalis	lo erythrophthalmus	Poland	Quiscalus quiscula	Regulus calendula	phaga pensylvanica	Sitta canadensis	Spizella pusilla	Sterna hirundo	reptopelia decaocto	Sturnella magna	othorus ludovicianus
	flan	nad	eica	nad	mba	/US (	esbe	Je C	hye	htha	82	qui	alei	sylv	nad	la p	a hir	dec	a E	ovic
	:his	e Ca	Ĕ	Ca	nlo	8	a V	rogr	0	ropl		alus	ns c	oen?	a Ca	izel	emi	ig	nell	βnq
	cant	ante	br.	ij	J	J	hon	rop	크	J.		Jisce	luga	gai	Sitti	Sp	Ś	tope	Stur	rus
	ď	ĕ	ch š	arde			erip	Ή		lo e		õ	ž	pha				rep		otho



#### SVM:

<u>3 v</u>	14	•																		
										S۷	/M									
Acanthis flammea -	3	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	1	0	1	3	2	0	0	1	3
Branta canadensis -	0	16	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Campylorhynchus brunneicapillus -	1	0	10	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Cardellina canadensis -	0	0	0	5	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0
Columba livia -	0	0	3	0	14	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0
Corvus corax -	1	4	0	0	0	10	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	2	2	2	0
Hesperiphona vespertina -	1	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Hydroprogne caspia -	0	0	0	0	0	1	2	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	3
Junco hyemalis -	1	1	1	1	0	2	1	0	14	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Pipilo erythrophthalmus -	0	0	0	5	0	0	2	1	0	8	0	0	1	0	0	1	1	1	0	3
Poland -	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Quiscalus quiscula -	0	0	1	2	0	0	1	1	1	2	0	6	0	1	1	1	1	0	2	2
Regulus calendula -	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	9	2	4	2	0	0	2	1
Setophaga pensylvanica -	0	0	0	2	0	0	0	2	5	2	0	0	1	4	0	0	0	0	0	4
Sitta canadensis -	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	1	6	2	0	0	0	0
Spizella pusilla -	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	8	3	1	0	0
Sterna hirundo -	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	11	1	0	1
Streptopelia decaocto -	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	13	0	0
Sturnella magna -	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	4	0
Thryothorus ludovicianus -	0	0	0	0	0	0	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12
	ea -	Sis -	- sn	Sis -	Via -	- xe	na -	pia -	alis -	- Sni	- pu	- elu	- Blu	Ca-	Sis -	a	- op	to-	na -	- sn
	Acanthis flammea	Branta canadensis	chus brunneicapillus	ardellina canadensis	Columba livia	Corvus corax	eriphona vespertina	Hydroprogne caspia	Junco hyemalis	lo erythrophthalmus	Poland	Quiscalus quiscula	Regulus calendula	phaga pensylvanica	Sitta canadensis	Spizella pusilla	Sterna hirundo	reptopelia decaocto	Sturnella magna	othorus Iudovicianus
	s fla	ana	neic	ana	m,	LVUS	vest	gne	o hy	pht		ıb sı	Cal	nsyl	ana	e a	na h	de	<u>a</u>	doVi
	The second	tac	I.	nac	0	S	na	pro	oun	hro		calt	nlus	be a	tac	Spiz	sten	oelië	Ĭ,	s Inc
	Acai	Sran	q sn	iii			ipho	/dro	_	eryt		Quis	Regu	aga	Sit	01	01	ptop	St	noc
			÷	a			ē	Í		0		-		đ				E.		ŧ

Recall: [0.15 0.7 0.53 0.33 0.54 0.38 0.6 0.31 0.56 0.35 0.86 0.27 0.41 0.2

0.43 0.44 0.58 0.87 0.33 0.55]

Precision: [0.33 0.76 0.67 0.29 1. 0.59 0.38 0.22 0.45 0.35 1. 0.4 0.64 0.27 0.3 0.38 0.5 0.52 0.21 0.39]

F1-Score: [0.21 0.73 0.59 0.31 0.7 0.47 0.46 0.26 0.5 0.35 0.92 0.32 0.5 0.23

-15 0.35 0.41 0.54 0.65 0.26 0.45]

Accuracy: 0.48 , 191

Number of samples: 400

#### PCA:

		_	-																		
											PC	CA									
	Acanthis flammea -	2	0	0	1	0	1	3	2	1	1	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1
	Branta canadensis -	0	9	1	2	0	4	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Ca	mpylorhynchus brunneicapillus -	. 1	1	9	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	2	0	0
	Cardellina canadensis -	1	1	1	2	0	0	1	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0	1	2	1
	Columba livia -	0	1	1	3	12	1	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0
	Corvus corax -	2	7	3	1	1	6	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	Hesperiphona vespertina -	3	0	3	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0
	Hydroprogne caspia -	1	0	0	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0	0	0	2	1
_	Junco hyemalis -	1	1	1	2	0	3	3	1	8	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
irue label	Pipilo erythrophthalmus -	1	1	0	2	0	0	1	1	3	5	1	0	1	2	0	2	0	1	2	0
e Ge	Poland -	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	22	0	0	1	0	0	1	0	2	0
_	Quiscalus quiscula -	1	1	1	5	2	0	3	0	1	1	1	3	1	0	1	0	0	0	1	0
	Regulus calendula -	1	0	2	2	0	0	0	0	2	3	0	0	5	1	3	0	1	0	2	0
	Setophaga pensylvanica -	1	1	2	3	0	0	0	1	3	1	0	1	1	2	2	2	0	0	0	0
	Sitta canadensis -	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	1	2	3	0	0	0	0
	Spizella pusilla -	2	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	4	0	0	1	2	0	1	1	0
	Sterna hirundo -	1	1	3	0	0	3	1	0	0	1	0	1	2	0	2	1	3	0	0	0
	Streptopelia decaocto -	0	5	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5	0	0
	Sturnella magna -	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2	1	0	2	1
	Thryothorus ludovicianus -	0	1	0	2	0	1	0	0	0	3	1	1	0	2	0	0	0	1	3	7
		Acanthis flammea -	Branta canadensis -	chus brunneicapillus -	ardellina canadensis -	Columba livia -	Corvus corax -	eriphona vespertina -	Hydroprogne caspia -	Junco hyemalis -	lo erythrophthalmus -	- Poland -	Quiscalus quiscula -	Regulus calendula -	phaga pensylvanica -	Sitta canadensis -	Spizella pusilla -	Sterna hirundo -	reptopelia decaocto -	Sturnella magna -	othorus ludovicianus -

2.5

#### סיווג חיות ים:

#### וקטור במימד 13:

#### Random Forest:

```
RAIDOOM FOREST:

Random Forest

Rand
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    tic Spotted Dolphin Telebras Bearded Seal ieluga. White Whale Bottlemose Dolphin Bottlemose Dolphin Gownead Whale Fasie Killer Whale Fasie Killer Whale Fasie Stophin Harp Seal Humpback Whale Harp Seal Humpback Whale Shimed Pilot Whale Seal Spotted Dolphin eaded Whale Mitter Right Whale Cal Spotted Dolphin Harp Fasie Killer Whale Spotted Dolphin Harp Seal Spotted Dolphin Harp Ross Seal Spotted Dolphin Harp Fasie Spotted Dolphin Striped Dolphin Striped
```

```
Random Forest - Results
0.83 0.92 1. 1. 0.86 0.88 0.82 0.86 1. 1. 0.69 0.93 0.88 0.78
0.89 0.86]
0.94 0.891
```

# K-Nearest Neighbor:

```
Pantropical Spotted Dolphin
Short-Finned (Pacific) Pilot Whale
                                                                                                                                                                                                                                                                                                              Bearded Seal
Bottleroes Dolphin -
Gumon Oblphin -
Common Oblphin -
Common Oblphin -
False Killer Whale -
Fraer's Dolphin -
Humpback Whale -
Fraer's Dolphin -
Othern Right Whale -
Ielon Headed Whale -
Sprince (Pecfic) Pilot Whale -
Ielon Headed Whale -
Sprince Sprince Whale -
Sp
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   Walrus -
nite-beaked Dolphin -
White-sided Dolphin -
```

```
1. 0.92857143 0.90909091 0.91666667
1. 0.92307692 1
  0.72727273 1.
  0.91666667 1.
  0.92857143 0.875 0.81818182 0.85714286 0.9375
 0.84615385 0.92857143 0.88461538 0.88888889 1. 0.92307692]

Precision: [1. 1. 1. 1. 0.64285714 1. 0.66666667 1. 1. 0.92857143 0.66666667 0.91666667

      1.
      0.93333333 1.
      1.
      0.83333333 0.83333333

      0.73333333 0.89655172 1.
      1.
      1.
      0.85714286]

      0.95652174
      0.88888889
      0.96
      0.88888889
      1.
      1.

      0.96296296
      0.90322581
      0.9
      0.92307692
      0.88235294
      0.90909091

Accuracy: 0.90 , 303
Number of samples: 337
```



#### SVM:

Atlantic Spotted Dolphin
Bearded Seal
Beluga, White Whale
Clymene Dolphin
Common Dolphin
Common Dolphin
False Killer Whale
Fin, Finback Whale
Sale
Humpback Whale
Fin, Finback Whale
Find Whale
Fin, Finback Whale
Fin, Finback Whale
Find Whale
Find Whale
Find Whale
Fin, Finback Whale
Find SVM Pantropical Spotted Dolphin Short-Finned (Pacific) Pilot Whale tor sported Dolphin ToBoutead Whale I Boutead Seared Seared
Boutead Whale I Boutead Whale I Common Dolphin Common Dolphin Common Dolphin Common Dolphin Fraser So Dolphin Dolphin So Seal So Dolphin So Seal So Dolphin So Sean So Dolphin So Sean So Dolphin So Sean So Dolphin So Sean So Dolphin So Striped Dolphin nite-beaked Dolphin White-sided Dolphin

0.88 0.92] 20 15 0.92 0.96 1. 1. 0.93 0.79 0.9 0.92 0.91 1. 0.83 0.91 0.91 0.88 10 Accuracy: 0.90 , 302

#### PCA:

tic Spotted Dolphin, eluga, White Whale Bearded Seal i eluga, White Whale Bowheed Whale Common Dolphin Common Dolphin Common Dolphin Fasses Glier Whale Fraser's Dolphin Harp Seal Humpback Whale Killer Whale Killer Whale Seal Humpback Whale Killer Whale Coll Spotted Dolphin Harb Seal Colling Whale Spotted Dolphin Striped Do Walrus -hite-beaked Dolphin -White-sided Dolphin -

0.71 0.82 0.58 0.83 0.75 0.71 0.75 1. 0.63 0.85 0.5 0.82 0.5 0.94 0.83 0.7 0.72 0.67 0.71 Accuracy: 0.70 , 237



#### <u>וקטור במימד 25 :</u>

#### **Random Forest:**

```
Random Forest

Random
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             Random Forest
Short-Finned (Pacific) Pilot Whale
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         titi Spotted Dolphin Fellenga, White Whale Beutlense Dolphin of Bothense Dolphin of Commen Dolphin Common Dolphin False Killer Whale Fraser's Dolphin Humphack Whale Humphack Whale Shorted Dolphin Humphack Whale Shorted Dolphin False Killer Whale Shorted Dolphin Humphack Whale Shorted Dolphin False Fraser's Dolphin Humphack Whale Shorted Dolphin Hand Shorted Dolphin All Shorted Dolphin Sported Dolphin Striped Do
```

```
Random Forest - Results
      Recall: [1. 1. 0.86 0.22 0.82 1. 0.88 1. 1. 1. 0.91 0.91 0.79 1. 0.82 0.95 1. 1. 0.92 0.9 0.71 1. 0.93 0.75 0.6 0.95 0.87 1.
17.5
- 10.0
- 7.5
5.0
```

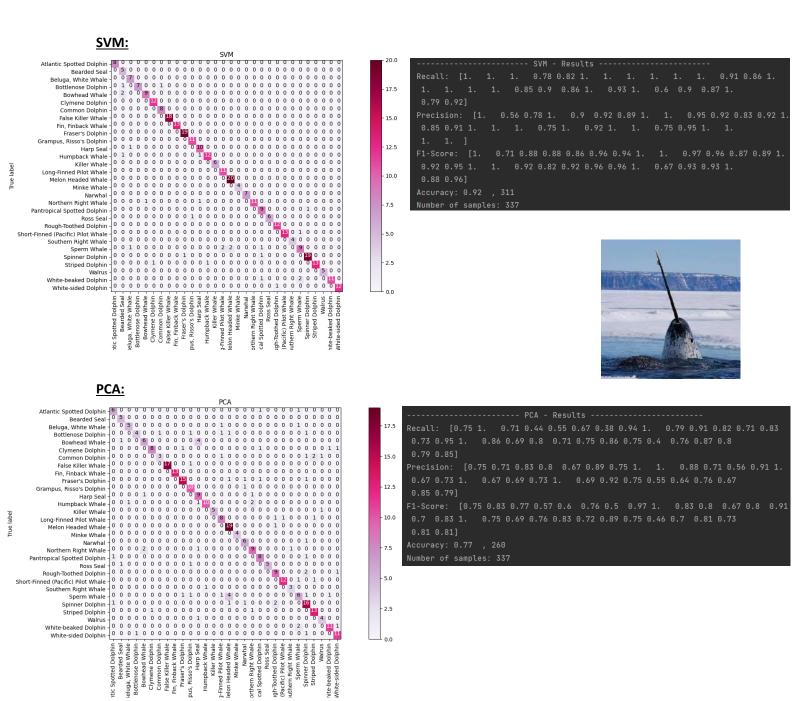
#### **K-Nearest Neighbor:**

```
Atlantic Spotted Dolphin
Bearded Seal
Beltuga, White Whale
Bottleman Polphin
Chymene Dolphin
False Killer Whale
Fin, Finback Whale
Fin, Finback Whale
Right Whale
Finager's Dolphin
Grampus, Right Whale
Fin, Finback Whale
Bottleman Polphin
Findack Whale
Fin, Finback Whale
Fin, Fin
Short-Finned (Pacific) Pilot Whale
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            thic spotted Dolphin, religia, white Whale Bearded Seal eldinga. White Whale Bowhead Whale Common Dolphin Common Dolphin Common Dolphin False Killer Whale Frasers Dolphin pus, Rissos Bolphin eldin Framer Bolphin Roll Whale Polther Might Whale cal Spotted Dolphin orther Right Whale cal Spotted Dolphin Graffic Dild Whale Right Whale Cal Spotted Dolphin Graffic Dild Whale Spotted Dolphin Sterm Whale Spotted Dolphin Sterm Polphin Striped Dolphin Striped Dolphin Striped Dolphin Striped Dolphin Striped Dolphin Striped Dolphin
```

```
KNN - Results
17.5
           0.75
           0.85714286 1.
           0.92307692 0.9
         0.66666667 0.9047619 0.86666667 1. 0.85714286 0.92307692]

Precision: [1. 0.625 1. 1. 0.888888889 0.85714286 0.85714286 0.94736842 1. 0.9047619 0.76923077 0.84615385
10.0
         1. 0.75 0.83333333 0.91666667 0.92857143 1. 0.76923077 1. 0.92857143 1. 1. 0.92307692]
F1-Score: [1. 0.76923077 0.92307692 0.875 0.8 0.92307692
7.5
5.0
2.5
```





# <u>סיכום תוצאות – טכניקות שעבדו יותר טוב או פחות טוב :</u>

בכל הסיווגים האלגוריתמים PCAב ניסינו להקטין את המימד ל-2 וקיבלנו תוצאות דומות PCA, ושעות בטווח קטן, לעומת זאת, בשימוש בPCA ניסינו להקטין את המימד ל-2 וקיבלנו תוצאות מאוד לא טובות, שנעו בטווח קטן, לעומת זאת, בשימוש בPCA ניסינו להקטין את המימד ל-2 וקיבלנו תוצאות שקיבלנו עדיין לא היו טובות אבל ביחס להקטנה המשמעותית (יותר מחצי) הן סבירות, גם כשהשתמשנו בווקטור ממימד 13 וגם כשהשתמשנו בווקטור ממימד בPCA הקטנו את המימד באדור. ל-5 וקיבלנו תוצאות טובות יותר עם הווקטור ממימד 25 למרות ששינוי המימד הוא משמעותי וגדול יותר.

בנוסף, לרוב קיבלנו תוצאות קצת יותר טובות בשימוש עם וקטור ממימד 25 ולעיתים התוצאות היו זהות.

# <u>סיווג חיות ים – משולב:</u>

בסיווג החיות עם הקלטות משולבות לא קיבלנו תוצאות טובות, האלגוריתמים הצליחו לסווג חיה אחת מתוך 2 שמיזגנו להקלטה אחת ולעיתים גם לא הצליחו לזהות כלל, גם כאשר ניסינו לקחת חיות מאוד שונות התוצאות לא היו מספקות, לכן הסקנו שמיזוג ההקלטות באופן מלאכותי לא מאפשר סיווג טוב ושיערנו שהקלטה משולבת מקורית תניב תוצאות טובות יותר.

	Fraser's Dolphin combined with Grampus, Risso's Dolphin	Harp Seal combined with Beluga, White Whale	Spinner Dolphin combined with Striped Dolphin
Random Forest	- סיווג חיה אחת נכון Grampus, Risso's Dolphin	- סיווג חיה אחת נכון Beluga, White Whale	לא סיווג נכון אף חיה
SVM	- סיווג חיה אחת נכון Grampus, Risso's Dolphin	- סיווג חיה אחת נכון Beluga, White Whale	לא סיווג נכון אף חיה
K-Nearest Neighbor	– סיווג חיה אחת נכון Fraser's Dolphin	- סיווג חיה אחת נכון Beluga, White Whale	לא סיווג נכון אף חיה
Image			

#### :אתגרים

# 1. סיווג מאגר הציפורים:

סיווג מאגר הציפורים היה מאתגר יותר מסיווג חיות הים, המאגר שמצאנו לא היה מאוזן ולכן לא הניב תוצאות טובות בכלל (קיבלנו דיוק של 10-20 אחוזים), נאלצנו לאזן את המאגר ולהוריד ציפורים עם מספר הקלטות קטן על מנת להעלות את רמת הדיוק, המאגר כרגע עומד על בערך 40-50 אחוזי דיוק, ניסינו להבין ממה זה נובע, ובדקנו את זני הציפורים במאגר, מצאנו 2 זוגות של ציפורים בעלות המון תכונות חיצוניות זהות וגילינו שיש המון טעויות בסיווג עליהן.

הסקנו מכך שיש לנו במאגר ציפורים עם זנים מאוד דומים ומכאן הטעויות בסיווג.

בנוסף קראנו קצת על המאגרים והבנו שלכל זן יש סוגי הקלטות שונות (שירה, קריאת אזהרה,קריאה לעזרה, ועוד). אנחנו חושבות שעצם ההבדל בין ההקלטות בכל זן מקשה על הסיווג.

# 2. טעינת הקבצים:

המאגר מכיל כמעט 3700 קטעי קול באורכים שונים, לכן טעינת הקבצים לקחה לנו כמעט שעתיים של זמן ריצה, הבנו שלא נוכל לעבוד כך בכל פעם שנריץ את אלגוריתמי הסיווג ולכן טענו את הקבצים בפעם האחת וייצאנו את הווקטורים לקובץ טקסט. כך יכולנו לקרוא את הוקטורים מקובץ טקסט ולהתגבר על בעיית הזמן.

# 3. הקלטות משולבות:

רצינו לבדוק אם נוכל לסווג קטעי קול בהם נשמעים 2 זנים של חיות בו זמנית, מתוך הבנה שהן לא חיות בנפרד ונרצה להבדיל בניהן גם כשהן משמיעות קול בו זמנית.

לא מצאנו מאגר עם קולות משולבים לכן יצרנו בעצמנו מספר הקלטות באמצעות תוכנה לעריכת קטעי קול (audacity), חיפשנו במאגרים הקלטות בעלות אותו אורך בהן שומעים את קול החיות בבירור ומיזגנו אותם להקלטה אחת שאותה ניסינו לסווג.