



הכנס ה-34 למדעי הבקר והצאן

פיתוח מערכת לזיהוי אינדיבידואלי של צאן באמצעות וידאו צבעוני ועומק

רון ביטון*^{1,2}, אילן שמשוני¹, אסף גודו², יוסף לפר², אילן הלחמי²

¹החוג למערכות מידע, אוניברסיטת חיפה

²מעבדה לחקלאות מדייקת של חיות משק PLF מכון וולקני



מבוא



חדשנות בעולם החקלאות



שיפור דיוק בניהול המשק



חסכון בעלויות



ייעול תהליכי העבודה



מעקב פרטני על חיות המשק

חדשנות בעולם החקלאות



שיפור דיוק בניהול המשק



חסכון בעלויות



ייעול תהליכי העבודה



מעקב פרטני על חיות המשק

חשיבות איסוף וידיעת נתונים ברמת הפרט



בריאות הפרט ורווחתו

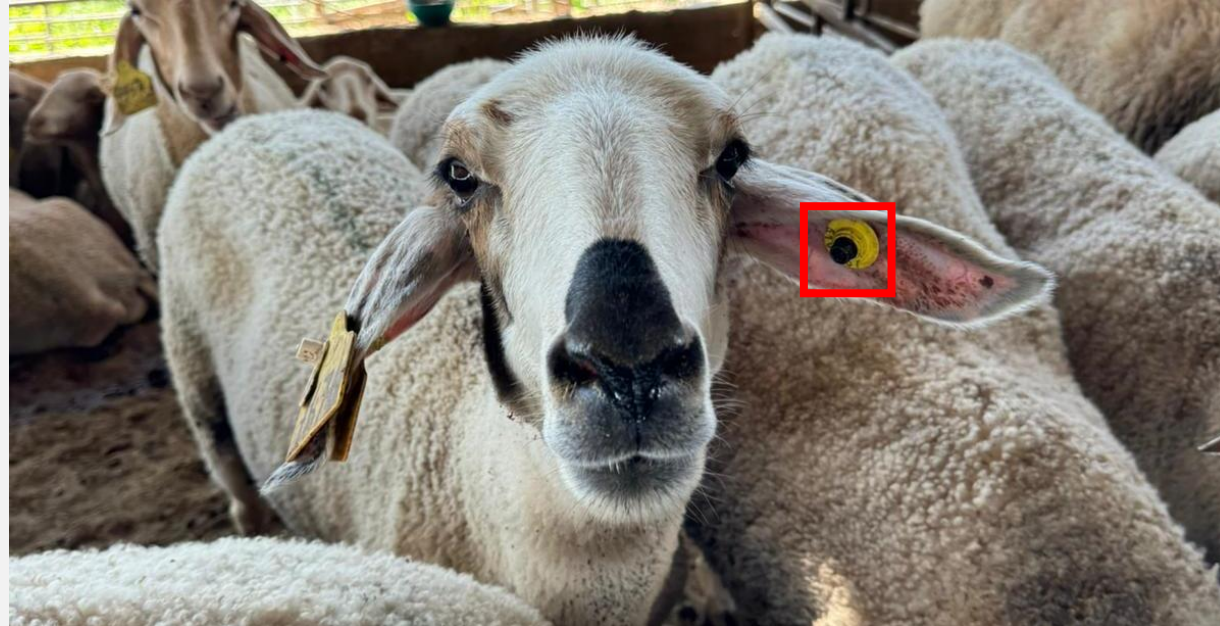


שיפור היעילות הכלכלית



ייעול ניהול המשק

מבוא



הפתרון הנפוץ כיום לאיסוף נתונים בעולם החקלאות ובמיוחד למעקב
אחר צאן הוא שימוש בתגי RFID (Radio Frequency Identification)



פתרונות זיהוי אינדיבידואלי שהוצעו בעולם המחקר בשנים האחרונות

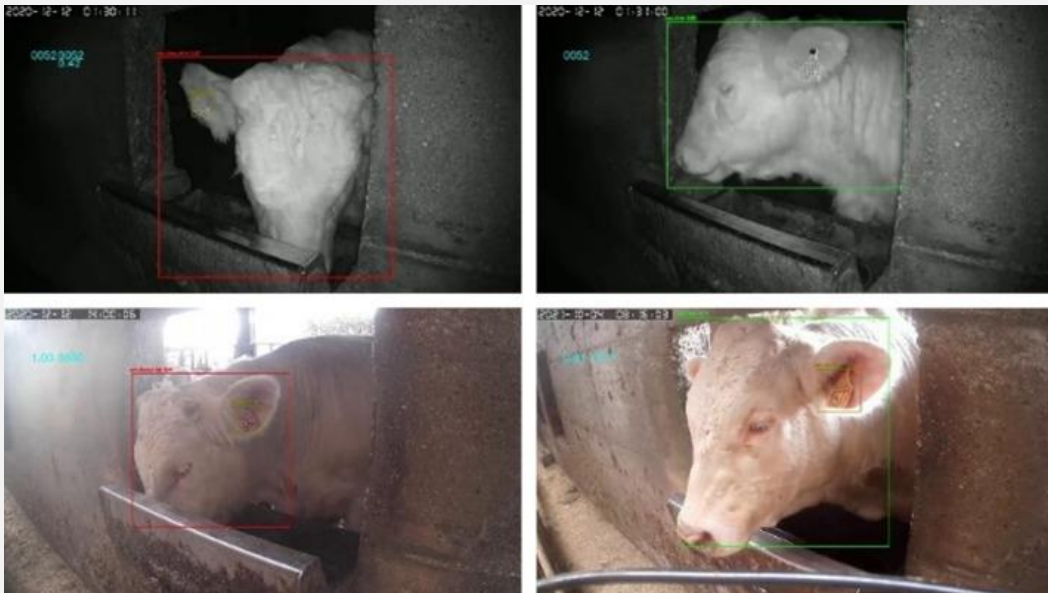


פתרונות זיהוי אינדיבידואלי שהוצעו בעולם המחקר בשנים האחרונות - זיהוי לפי תגי אוזן

A Novel Low-Cost Visual Ear Tag Based Identification System for Precision Beef Cattle Livestock Farming (2022)

תיאור: נעשה שימוש ב-YOLOv3 וב-OCR עם תיקון שגיאות.

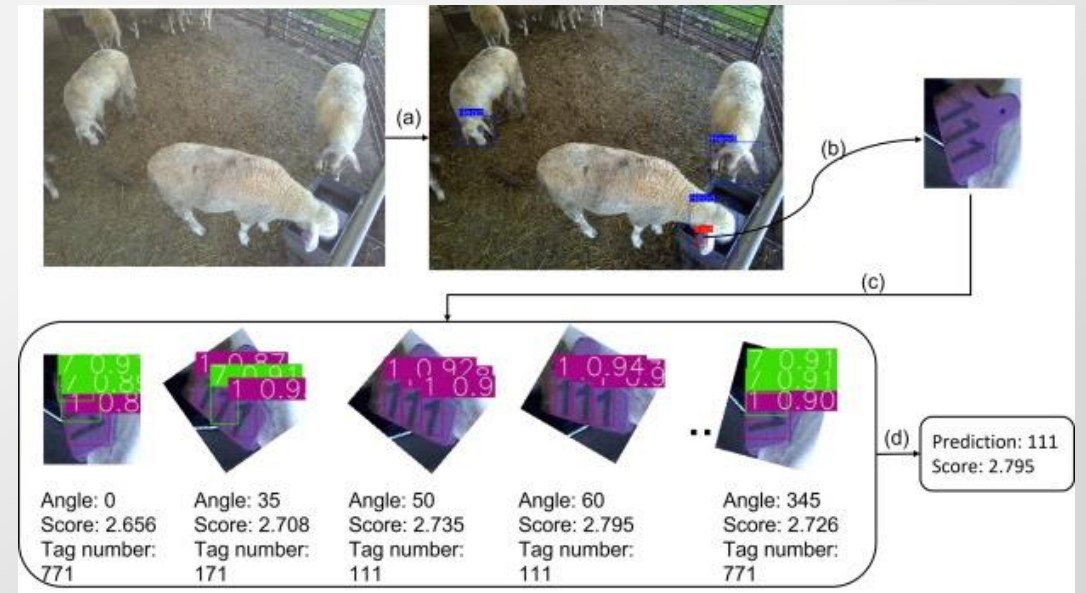
כותבים: Andrea Pretto, Gianpaolo Savio, Flaviana Gottardo, Francesca Uccheddu, Gianmaria Concheri



Machine Vision-Based Automatic Lamb Identification and Drinking Activity in a Commercial Farm (2023)

תיאור: נעשה שימוש ב-YOLOv5 ובאלגוריתם מעקב לזיהוי כבשים ולמעקב אחר פעילות שתייה.

כותבים: A. Alon, I. Shimshoni, A. Godo, R. Berenstein, J. Lepar, N. Bergman, I. Halachmi.



פתרונות זיהוי אינדיבידואלי שהוצעו בעולם המחקר בשנים האחרונות - זיהוי לפי מאפייני פנים ייחודיים

Biometric identification of sheep via a machine-vision system (2022)

תיאור: נעשה שימוש ב-Faster R-CNN ResNet50V2 וב-ArcFace Loss לזיהוי פני הכבשים.

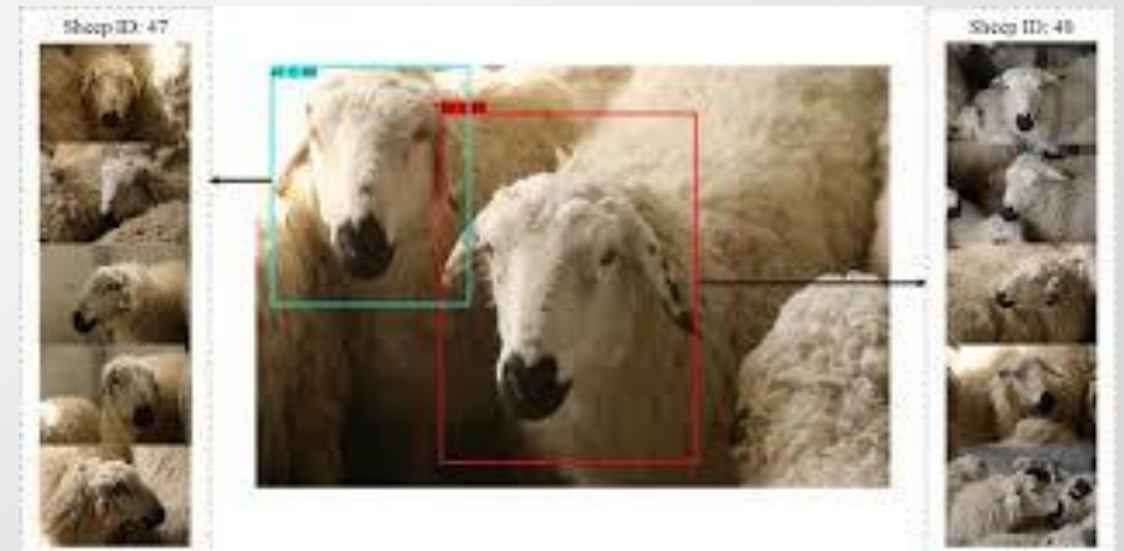
כותבים: Almog Hitelman, Yael Edan, Assaf Godo, Ron Berenstein, Joseph Lepar, Ilan Halachmi.



Biometric facial identification using attention module optimized YOLOv4 for sheep (2022)

תיאור: זיהוי פני כבשים באמצעות YOLOv4 בשילוב CBAM (Convolutional Block Attention Module).

כותבים: Xiwen Zhang, Chuanzhong Xuan, Yanhua Ma, He Su, Mengqin Zhang.



פתרונות זיהוי אינדיבידואלי שהוצעו בעולם המחקר בשנים האחרונות - זיהוי לפי חלקי גוף ייחודיים (בקר)

Individual Cattle Identification Using a Deep Learning Based Framework (2019)

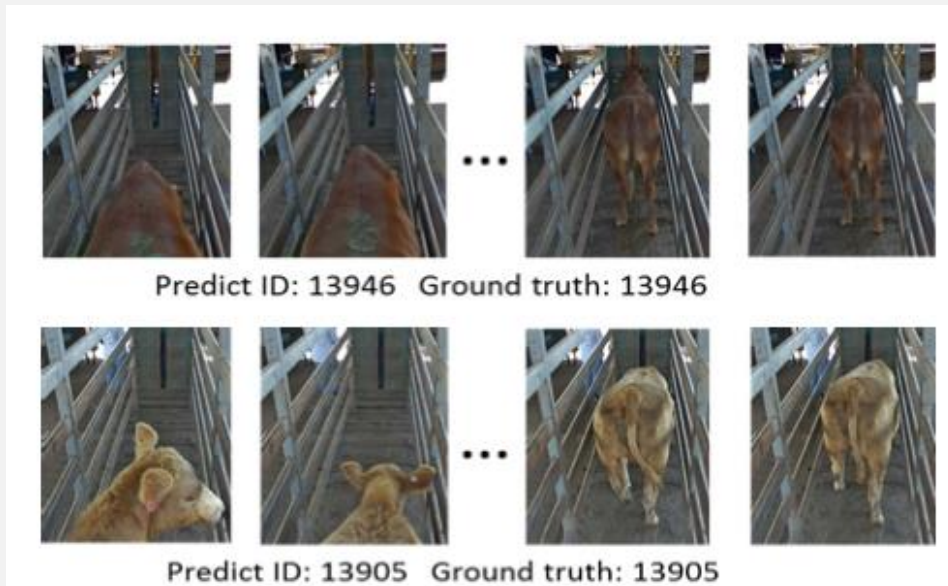
תיאור: זיהוי בקר באמצעות רשת CNN ורשת LSTM בהתבסס על חלקי גוף, בעיקר גב וצדי הגב.

כותבים: Yongliang Qiao, Daobilige Su, He Kong, Salah Sukkarieh, Sabrina Lomax, Cameron Clark.

Individual Identification of Dairy Cows Based on Convolutional Neural Networks (2020)

תיאור: זיהוי בקר באמצעות AlexNet ו-YOLO בהתבסס על ראש, גוף ורגליים.

כותבים: Weizheng Shen, Hengqi Hu, Baisheng Dai, Xiaoli Wei, Jian Sun, Li Jiang, Yukun Sun.



פתרון



פתרון

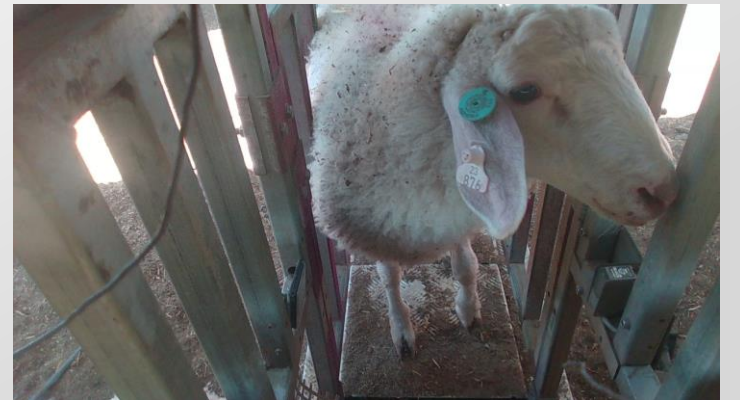
מספר מזהה : 931



מספר מזהה : 994



מספר מזהה : 980



פתרון

- מערכת חדשנית לזיהוי אינדיבידואלי של צאן באמצעות וידאו צבעוני ועומק
- המערכת משלבת טכנולוגיות מתקדמות של ראיית מחשב ולמידה עמוקה לזיהוי חזותי של תגי זיהוי ומאפייני גוף ייחודיים כמו פנים גב ורגליים של כל טלה
- המערכת פועלת באופן אוטומטי ומאפשרת חיסכון בעלויות צמצום התערבות ידנית ושיפור הדיוק בניהול המשק

חומרים ושיטות



חומרים



חומרים

מתקן מעקב למשקל והרגלי שתייה (צאן)



ערכת פיתוח
NVIDIA® Jetson
AGX Orin
Developer Kit



מצלמת צבע ועומק
Intel RealSense
Depth Camera D435

תמונות המתקן במשק



חומרים



• פרטי ניסוי:

- הניסוי התקיים במשק עברי, מושב עזריה ישראל
- הניסוי ערך 10 ימים בחודש מאי 2024 בין השעות 06:00 עד 19:00
- נאספו 281 ביקורים של 38 טלאים
- הערה: נכון למצגת זו הניסוי בוצע על 131 ביקורים של 27 טלאים

שיטות



שיטות

- **במחקר נעשה שימוש בשיטות וטכנולוגיות הבאות:**
 - **זיהוי עצמים:** YOLOv8 לזיהוי פנים, גב ורגליים.
 - **חילוץ מאפיינים:** ResNet18, ResNet50 ו-CLIP לחילוץ מאפיינים חזותיים.
 - **סיווג:** MLPClassifier לניבוי זהות הכבשים.
 - **זיהוי טקסט:** GLASS לזיהוי טקסט חזותי בתגי הזיהוי.

שיטות - הדגמת המערכת



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



שיטות - הדגמת המערכת

הדגמת המערכת: רצף תמונות המדמה ביקור מוקלט



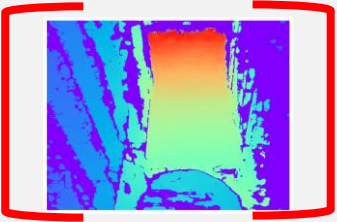
שיטות - סקירת תהליך העבודה



1. מעקב אחר נתוני העומק המהווים אינדיקציה לביקור

1

אין
ביקור



יש
ביקור



2



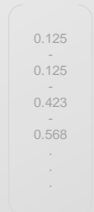
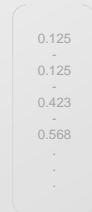
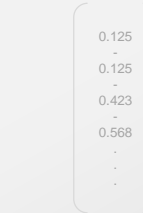
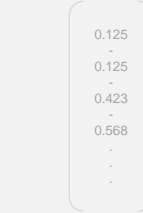
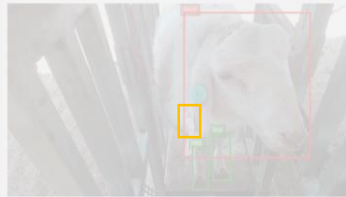
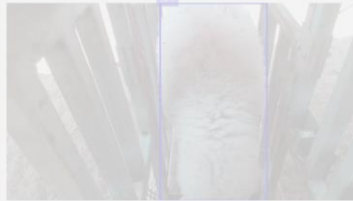
●
●
●

3



●
●
●

4



5

Classification Model - Back

Classification Model - Face

Classification Model - Leg

Ear Tag Recognition



6

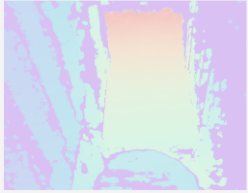
Predicted Lamb ID : 944



True Lamb ID : 944

2. הקלטת נתוני הביקור וידאו צבעוני ועומק

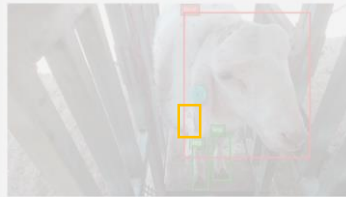
1



2



3



4

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

5

Classification Model - Back

Classification Model - Face

Classification Model - Leg

Ear Tag Recognition



6

Predicted Lamb ID : 944



True Lamb ID : 944

3. שימוש באלגוריתם YoloV8 לאיתור חלקי גוף שימוש באלגוריתם GLASS לזיהוי מספר התג

1



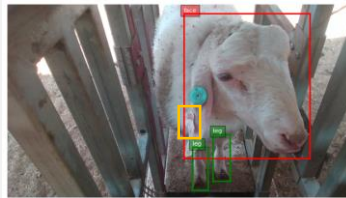
-
-
-

2



-
-
-

3



-
-
-

4

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

5

Classification Model - Back

Classification Model - Face

Classification Model - Leg

Ear Tag Recognition



6

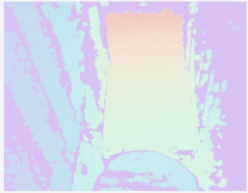
Predicted Lamb ID : 944



True Lamb ID : 944

4. חילוך מאפיינים ייחודיים לזיהוי אינדיבידואלי באמצעות המודלים ResNet50 ו-CLIP-ResNet18

1



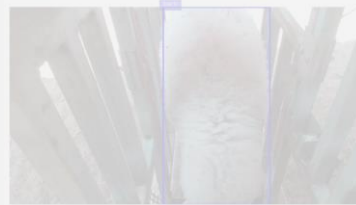
○
○
○

2



○
○
○

3



○
○
○

4

0.125
0.125
0.423
0.568
...

0.125
0.125
0.423
0.568
...

0.125 0.125
0.125 0.125
0.423 0.423
0.568 0.568
...

5

Classification Model - Back

Classification Model - Face

Classification Model - Leg

Ear Tag Recognition

6



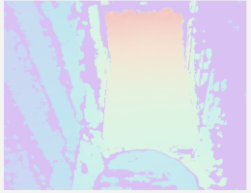
Predicted Lamb ID : 944



True Lamb ID : 944

5. חיזוי הטלה על ידי הפעלת שלושה מסווגים לכל חלק גוף בשילוב עם זיהוי תג אוזן

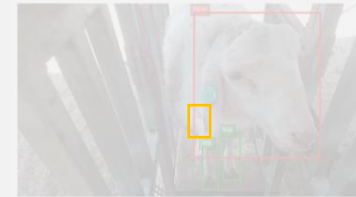
1



2



3



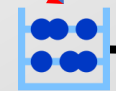
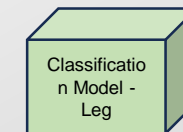
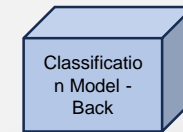
4

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125	0.125
-	-
0.125	0.125
-	-
0.423	0.423
-	-
0.568	0.568
-	-
...	...

5



Predicted Lamb ID : 944



True Lamb ID : 944

6

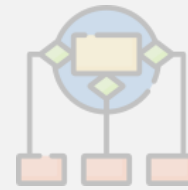
5. חיזוי הטלה על ידי הפעלת שלושה מסווגים לכל חלק גוף בשילוב עם זיהוי תג אוזן



החלטה סופית



שילוב משוקלל



סיווג ביקור
על בסיס הסתברויות



סיווג לפי תמונה

Frame	Face_Prediction	Back_Prediction	Leg_Prediction	Ear_Tag_Prediction
1	980	-	944	-
2	-	944	994	-
3	931	-	944	-
4	994	-	-	-
5	944	-	980	944
...	-	-	-	-
Final Decision	944	944	994	944



דוגמה לטבלת תחזית ביקורים

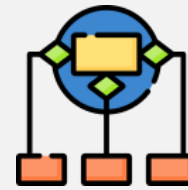
5. חיזוי הטלה על ידי הפעלת שלושה מסווגים לכל חלק גוף בשילוב עם זיהוי תג אוזן



החלטה סופית



שילוב משוקלל



סיווג ביקור
על בסיס הסתברויות



סיווג לפי תמונה

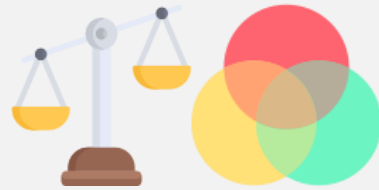
Frame	Face_Prediction	Back_Prediction	Leg_Prediction	Ear_Tag_Prediction
1	980	-	944	-
2	-	944	994	-
3	931	-	944	-
4	994	-	-	-
5	944	-	980	944
...	-	-	-	-
Final Decision	944	944	994	944

דוגמה לטבלת תחזית ביקורים

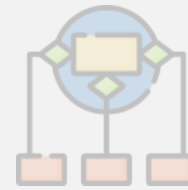
5. חיזוי הטלה על ידי הפעלת שלושה מסווגים לכל חלק גוף בשילוב עם זיהוי תג אוזן



החלטה סופית



שילוב משוקלל



סיווג ביקור על בסיס הסתברויות



סיווג לפי תמונה

Frame	Face_Prediction	Back_Prediction	Leg_Prediction	Ear_Tag_Prediction	Combined_Prediction
1	980	-	944	-	-
2	-	944	994	-	-
3	931	-	944	-	-
4	994	-	-	-	-
5	944	-	980	944	-
...	-	-	-	-	-
Final Decision	944	944	994	944	944

דוגמה לטבלת תחזית ביקורים



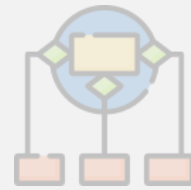
5. חיזוי הטלה על ידי הפעלת שלושה מסווגים לכל חלק גוף בשילוב עם זיהוי תג אוזן



החלטה סופית



שילוב משוקלל



סיווג ביקור
על בסיס הסתברויות



סיווג לפי תמונה

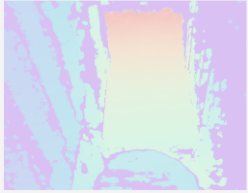
Frame	Face_Prediction	Back_Prediction	Leg_Prediction	Ear_Tag_Prediction	Combined_Prediction
1	980	-	944	-	-
2	-	944	994	-	-
3	931	-	944	-	-
4	994	-	-	-	-
5	944	-	980	944	-
...	-	-	-	-	-
Final Decision	944	944	994	944	944

דוגמה לטבלת תחזית ביקורים



6. תיקוף התחזיות על ידי השוואתן לנתוני תגי זיהוי RFID שנאספו במתקן

1



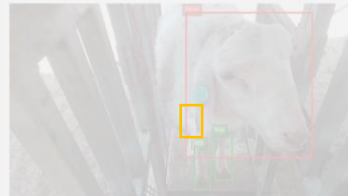
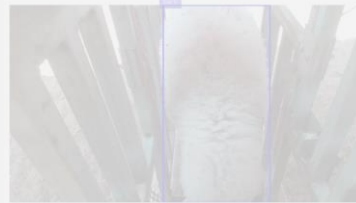
-
-
-

2



-
-
-

3



-
-
-

4

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

0.125
-
0.125
-
0.423
-
0.568
-
...

5

Classification Model - Back

Classification Model - Face

Classification Model - Leg

Ear Tag Recognition



6

Predicted Lamb ID : 944

True Lamb ID : 944

תוצאות



טבלה 1: תוצאות הזיהוי של מודל 18Resnet עם שילובים שונים של חלקי גוף

מדדי דיוק				מודל	זיהוי הביקור לפי
F1_Score	Recall	Precision	Accuracy		
0.733	0.736	0.78	0.736	ResNet18	פנים
0.605	0.618	0.695	0.618	ResNet18	גב
0.477	0.484	0.551	0.484	ResNet18	רגליים
0.804	0.807	0.828	0.807	ResNet18	פנים+גב
0.805	0.807	0.829	0.807	ResNet18	גב+רגליים
0.804	0.807	0.834	0.807	ResNet18	פנים+רגליים
0.823	0.825	0.847	0.825	ResNet18	פנים+גב+רגליים

- חיזוי על ידי שילוב של מספר חלקי גוף משפר את מדדי הדיוק בהשוואה לחיזוי על ידי חלק גוף בודד.
- התוצאות הטובות ביותר הושגו בחיזוי משולב לפי כל חלקי הגוף.

טבלה 2: השוואה בין המודלים בזיהוי האינדיבידואלי בהתבסס על כל חלקי הגוף

מדדי דיוק					
F1_Score	Recall	Precision	Accuracy	זיהוי הביקור לפי פנים+גב+רגליים	מודל
0.766	0.772	0.826	0.772	פנים+גב+רגליים	CLIP
0.823	0.825	0.847	0.825	פנים+גב+רגליים	ResNet18
0.786	0.789	0.82	0.789	פנים+גב+רגליים	ResNet50

- ResNet18 מציג ביצועים טובים יותר כאשר נעשה שימוש בכל חלקי הגוף (פנים + גב + רגליים).

טבלה 3: השפעת זיהוי התג על ביצועי המודל

מדדי דיוק				זיהוי הביקור לפי	מודל
F1_Score	Recall	Precision	Accuracy		
0.886	0.88	0.892	0.886	פנים+גב+רגליים+זיהוי תג משק	CLIP
0.922	0.915	0.93	0.921	פנים+גב+רגליים+זיהוי תג משק	ResNet18
0.902	0.895	0.91	0.904	פנים+גב+רגליים+זיהוי תג משק	ResNet50

- הוספת זיהוי תגי אוזן משפרת את הביצועים של כל המודלים.
- ResNet18 משיג את הביצועים הטובים ביותר.

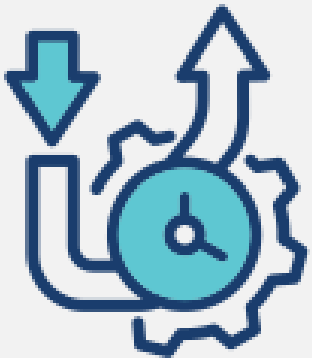
מסקנות



מסקנות

- פותחה מערכת לזיהוי אינדיבידואלי של צאן המבוססת על שילוב של טכנולוגיות למידה עמוקה וראייה ממוחשבת.
- שילוב חלקי גוף (פנים, גב ורגליים) משפר באופן משמעותי את דיוק הזיהוי לעומת שימוש בחלקי גוף בודדים.
- ResNet18 הוכח כמודל יעיל בזיהוי אינדיבידואלי תוך שמירה על איזון בין ביצועים למשאבים חישוביים.
- התוצאות עד כה מצביעות על פוטנציאל גבוה לשימוש במערכת בענף החקלאות.

כיווני מחקר עתידיים



כיווני מחקר עתידיים

• עבודות עתידיות במחקר הנוכחי:

- שימוש באימון רשתות עמוקות ובחינת ביצועים עם פונקציות Loss שהומלצו במשימות לזיהוי אינדיבידואלי לפי חלקי גוף בספרות המחקרית (כמו arcface)
- הרחבת הדאטה סט לשיפור הדיוק והיכולת להכללת המודל במצבים שונים

• כיוונים נוספים למחקר עתידי:

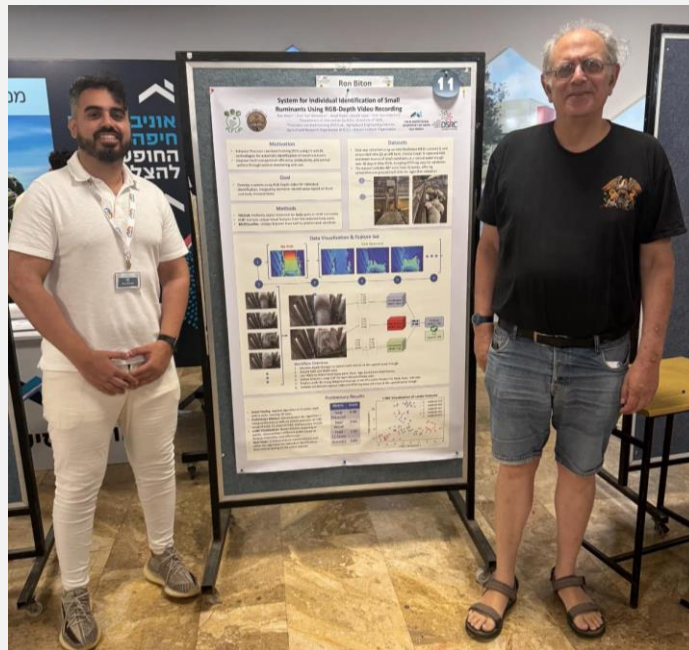
- שימוש בנתוני עומק למשימת הזיהוי
- בדיקות בתנאים נוספים (מזגי אוויר, תנאי תאורה וכו')

תודות



תודות

- יוסי לפר - התקנת המערכת הפיזית במשק
- אסף גודו - ייעוץ טכני והנדסי
- חברי מעבדת חקלאות מדייקת PLF
- משק עברי בו התקיימו איסוף הנתונים
- פרויקטים אירופאים Sm@RT & TechCare
- פרטים נוספים:
- רון ביטון - <ronbi@volcani.agri.gov.il>
- אילן שמשוני - <ishimshoni@is.haifa.ac.il>
- אילן הלחמי - <halachmi@volcani.agri.gov.il>





תודה רבה להקשבתכם
שאלות ?