

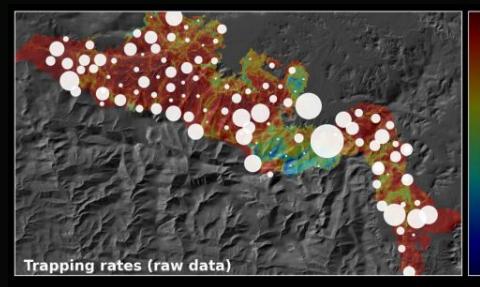
 **TRAPPER**  **TRAPPER-AI**

Praktyczna ochrona przyrody w szkle kontaktowym Komputerowego Widzenia



Piotr Tynecki
Head of Technology

PyStok #66, 24 kwietnia 2024





Agenda

Motywacja

TRAPPER

Detekcja obiektów

Klasyfikacja gatunkowa (R&D)

Praktyczne zastosowanie

01

Motywacja



Fotopułapki to kamery z czujnikiem ruchu, które zrewolucjonizowały badania ekologiczne oraz monitoring i ochronę przyrody.

Umożliwiają pozyskiwanie ogromnej ilości danych na temat występowania, liczebności, aktywności, zachowań, a także interakcji międzygatunkowych dziko żyjących zwierząt.



Fotopułapki osadzone w systemach wczesnego ostrzegania wykorzystywane są do walki z:

- kłusownictwem
- nielegalnymi wysypiskami śmieci
- nielegalną wycinką drzew
- wystąpieniem inwazyjnych gatunków

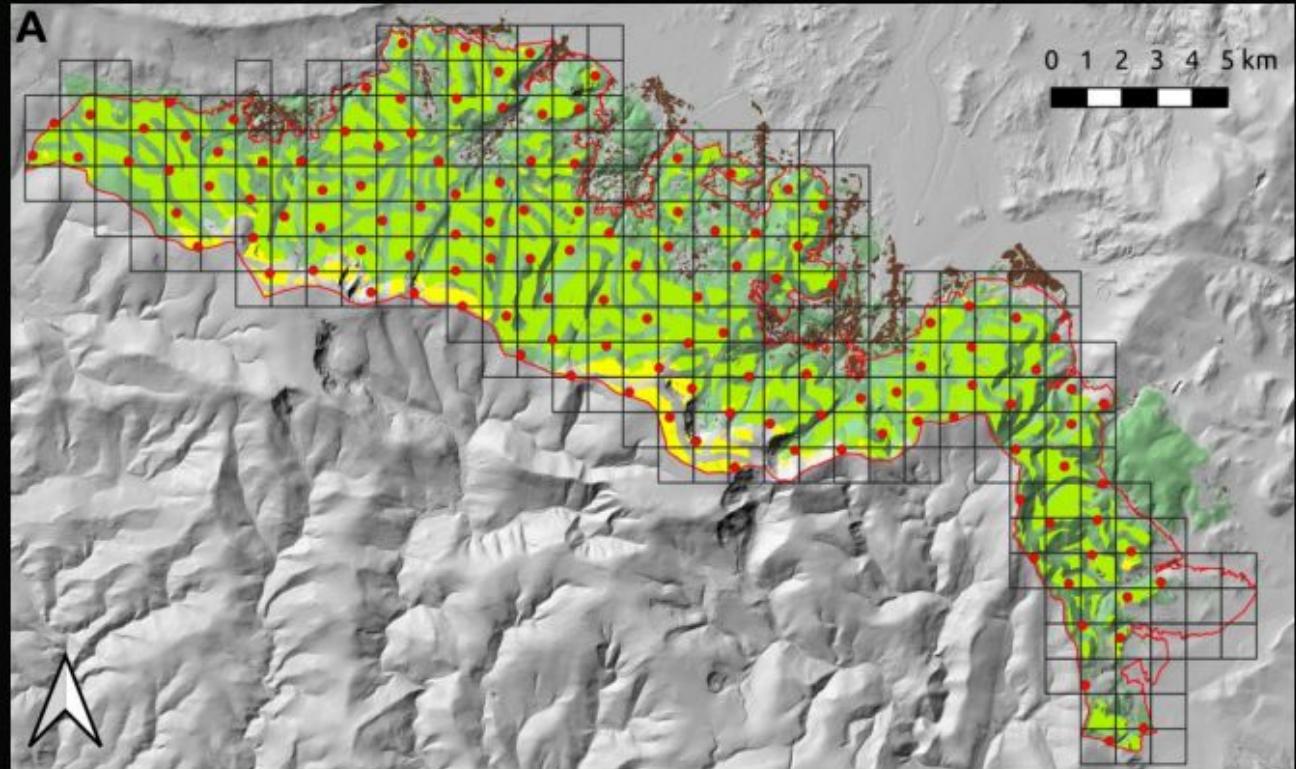


Wielkoskalowy monitoring fotopułapkowy

pozwala znaleźć odpowiedzi na pytania:

- jaką mamy liczebność populacji gatunków?
- jakie zachodzą interakcje międzygatunkowe?
- jaki wpływ na zachowanie zwierzyny ma działanie człowieka (antropopresja)?
- czy należy wyznaczyć korytarze ekologiczne?
- jak przebiega transmisja chorób wirusowych?

KPN - projekt sieci monitoringowej





Zanim jednak udzielimy jakichkolwiek odpowiedzi, to surowe dane z kart SD poszczególnych kamer muszą zostać zebrane, skatalogowane przez leśników, przetworzone i opisane przez biologów. Wielokrotnie.

Metoda oparta na fotopułapkach wkroczyła w epokę **Big Data**. Wolumen danych stanowi ogromne wyzwanie dla ich efektywnego przetwarzania i wykorzystania w dużej skali.



Jaka jest więc zatem motywacja?

Automatyzacja procesu monitoringu fauny.

Jest to szczególnie istotne w dobie **kryzysu** różnorodności biologicznej oraz narastających **konfliktów** na linii człowiek-zwierzęta (wypadki na drogach, szkody w rolnictwie i gospodarce leśnej, konflikty z drapieżnikami).

Forbes • Gospodarka • Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Narasta konflikt wokół żubrów

Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Narasta konflikt wokół żubrów

Data publikacji: 11.01.2024, 14:59

Forbes • Gospodarka • Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Narasta konflikt wokół żubrów

Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Narasta konflikt wokół żubrów

Data publikacji: 11.01.2024, 14:59



Polskie
Radio
Białystok

AKTUALNOŚCI

AUDYCJE

O NAS

RAMÓWKA

KONTAKT



Radio Białystok | Wiadomości | W podlaskich miejscowościach pojawiają się wilki - zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta

W podlaskich miejscowościach pojawiają się wilki - zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta

12.03.2024, 16:13, akt. 17.03.2024, 13:53

Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Narasta konflikt wokół żubrów

OKO.press

Tematy ▾

Kategorie ▾

Multimedia ▾

KRS 0000620036



Przekaż
1.5%

BARTOSZ



17 LISTOPADA 2023

Żubry, łosie, inni myśliwi, a teraz żołnierz. Kolejna tragiczna pomyłka na polowaniu

W podlaskich miejscowościach pojawiają się wilki - zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta

Forbes • Gospodarka • Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Naras

Szkody dla rolników, korzy

OKD.press

Tematy ▾

Kategorie ▾



17 LISTOPADA 2023

Żubry, łosie, inni myśliv tragiczna pomyłka na polowaniu

W podlaskich miejscowościach pojawiają się wilki - zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta



Coraz więcej zgłoszeń o szkodach powodowanych przez wilki

Opublikowano 22 lutego 2024

Forbes • Gospodarka • Szkody dla rolników, korzyści dla turystyki. Naras

Szkody dla rolników, korzy

OKO.press

Tematy ▾

Kategorie ▾

PODLASKIE24.PL

🔍

ZALOGUJ

Coraz wiec



≡ top
agrar.pl

Strona główna > TAP > Produkcja zwierzęca >
Żubry z Podlasia będą przeniesione w Bory Tucholskie? Rolnicy mówią "NIE" i zbierają podpisy

żubry z Podlasia będą przeniesione w Bory Tucholskie? Rolnicy mówią "NIE" i zbierają podpisy

W miejscowościach pojawiają się wiele - zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta



INTERIA > ZIELONA > WIADOMOŚCI > POLSKA > PUSZCZA BIAŁOWIESKA CAŁA OBJĘTA OCHRONĄ. BĘDZIE ODPOWIEDNIA "KONSTYTUCJA"

Puszcza Białowieska cała objęta ochroną. Będzie odpowiednia "konstytucja"



Katarzyna Nowak
13 lutego 2024 16:50



Lubię to



70



Udostępnij

- zdarza się, że atakują psy lub inne zwierzęta

02

TRAPPER

Hmm, coś gdzieś już słyszałem ...



dr Jakub Bubnicki

PyStok #40, 17.04.2019

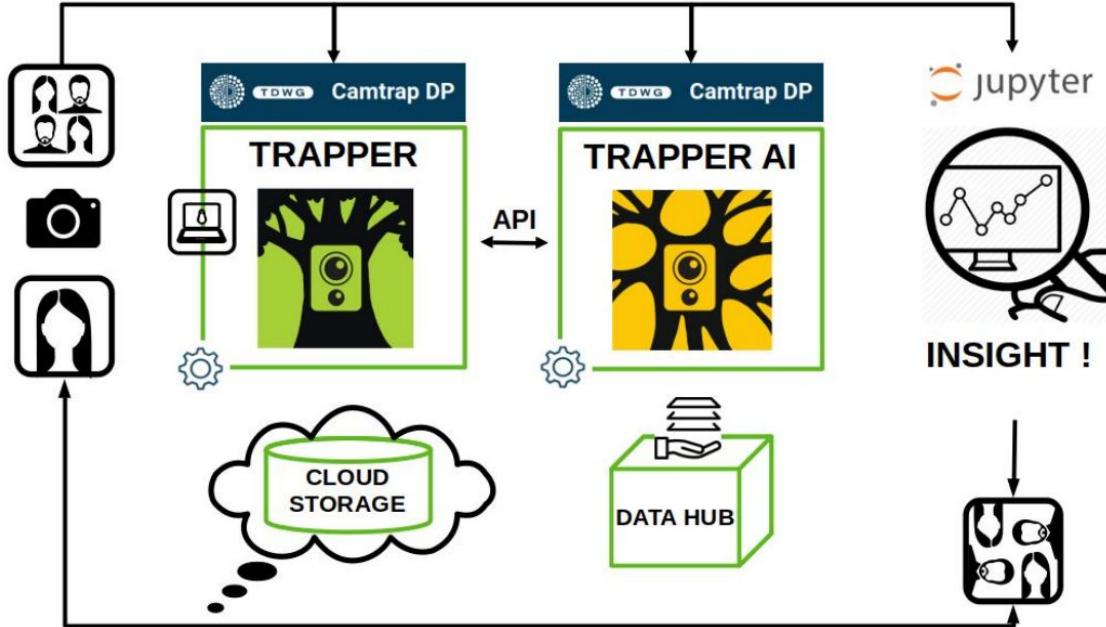
<https://github.com/PyStok/PyStok-40>



Mateusz Choiński

PyStok #44, 21.11.2019

<https://github.com/PyStok/PyStok-44>

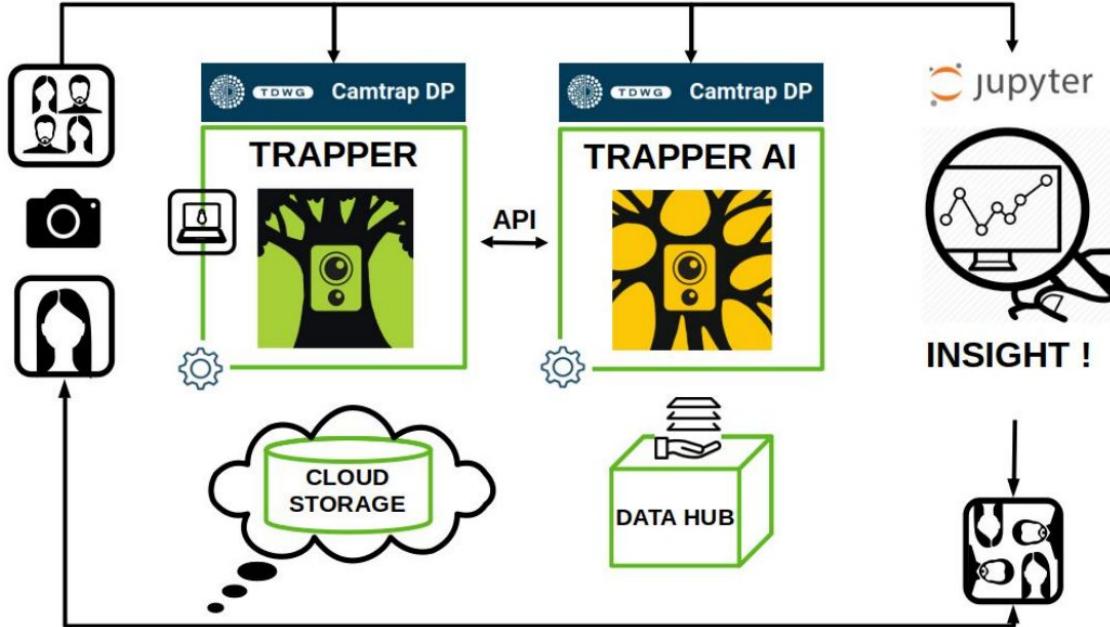


Platforma webowa do standaryzacji, katalogowania i zarządzania danymi fotopułapkowymi.

Wykorzystuje AI do przetwarzania zdjęć i filmów na rzecz projektów badawczych i ochroniarskich.

<https://gitlab.com/trapper-project/trapper>

Licencja GPLv3, DOI: 10.1111/2041-210X.12571



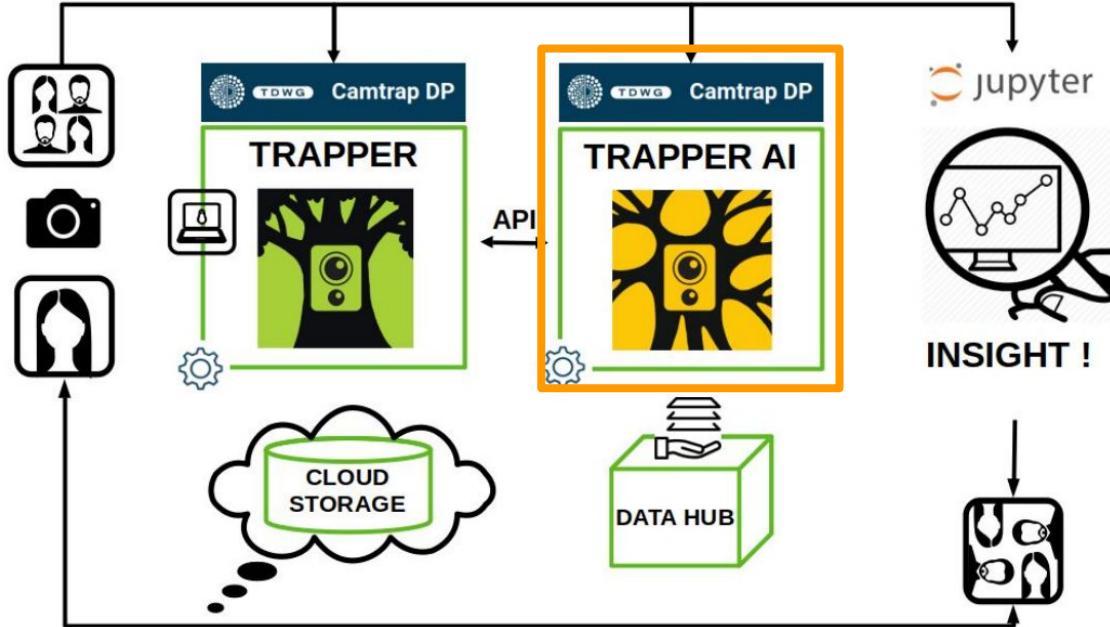
Platforma webowa do standaryzacji, katalogowania i zarządzania danymi fotopułapkowymi.

Wykorzystuje AI do przetwarzania zdjęć i filmów na rzecz projektów badawczych i ochroniarskich.

- Trapper Expert**
- Trapper Citizen Science**
- Trapper AI**
- Trapper Jupyter Hub**
- Trapper Client**

<https://gitlab.com/trapper-project/trapper>

Licencja GPLv3, DOI: 10.1111/2041-210X.12571



Platforma webowa do standaryzacji, katalogowania i zarządzania danymi fotopułapkowymi.

Wykorzystuje AI do przetwarzania zdjęć i filmów na rzecz projektów badawczych i ochroniarskich.

- Trapper Expert**
- Trapper Citizen Science**
- Trapper AI**
- Trapper Jupyter Hub**
- Trapper Client**

<https://gitlab.com/trapper-project/trapper>

Licencja GPLv3, DOI: 10.1111/2041-210X.12571



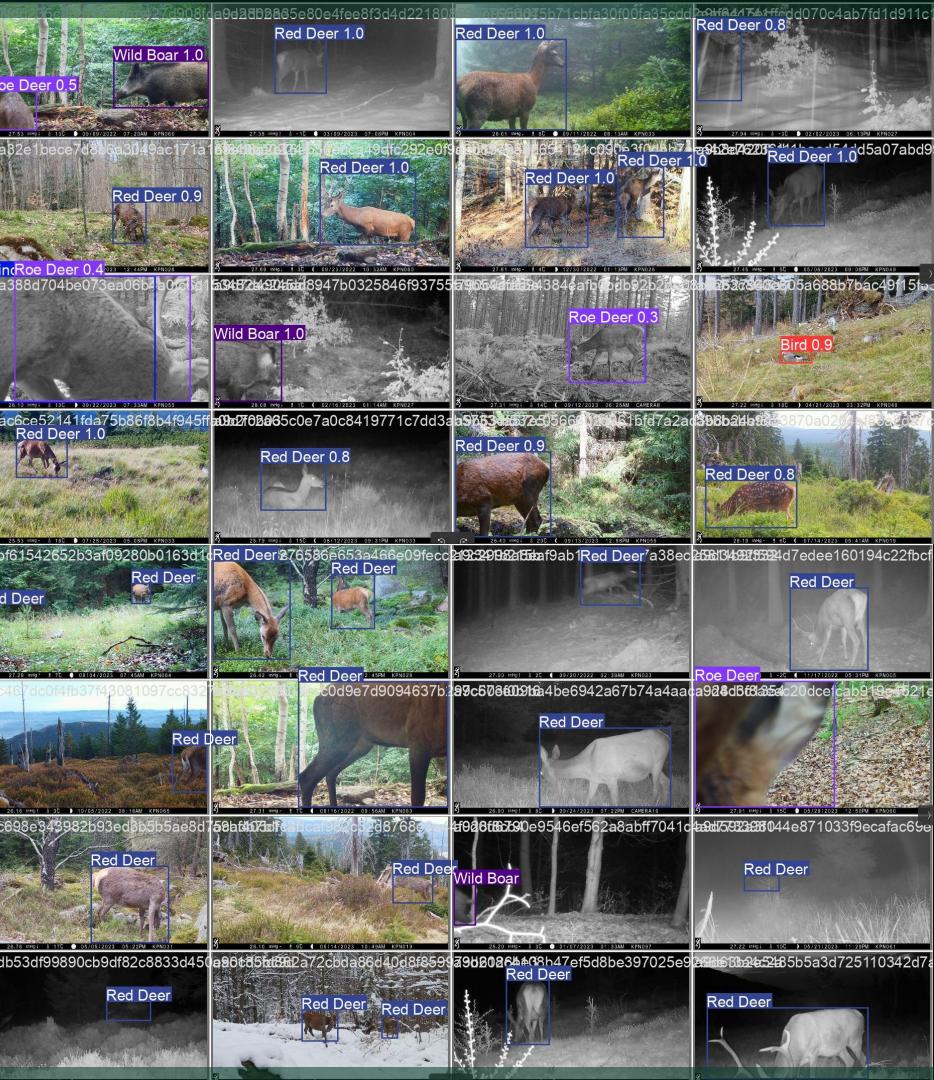
OPEN SCIENCE
CONSERVATION
FUND

28 800

Tyle pojedynczych zdjęć potrafi
przetworzyć potok TrapperAI na
godzinę na infrastrukturze KPN



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



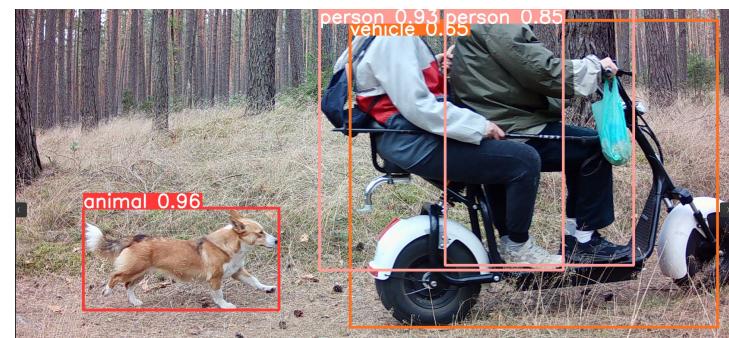
03

Detekcja obiektów

Model detekcji obiektowej.

Właściwości modelu MegaDetector v5a:

- detekcja zdjęć pustych;
- detekcja ludzi, maszyn i zwierząt;
- wsparcie dla detekcji wielu typów obiektów na pojedynczym zdjęciu;
- opublikowany w 2022 roku na licencji MIT;
- architektura Deep Learning: YOLOv5;
- wsparcie dla GPU oraz IoT (np. Raspberry Pi, NVIDIA Jetson);



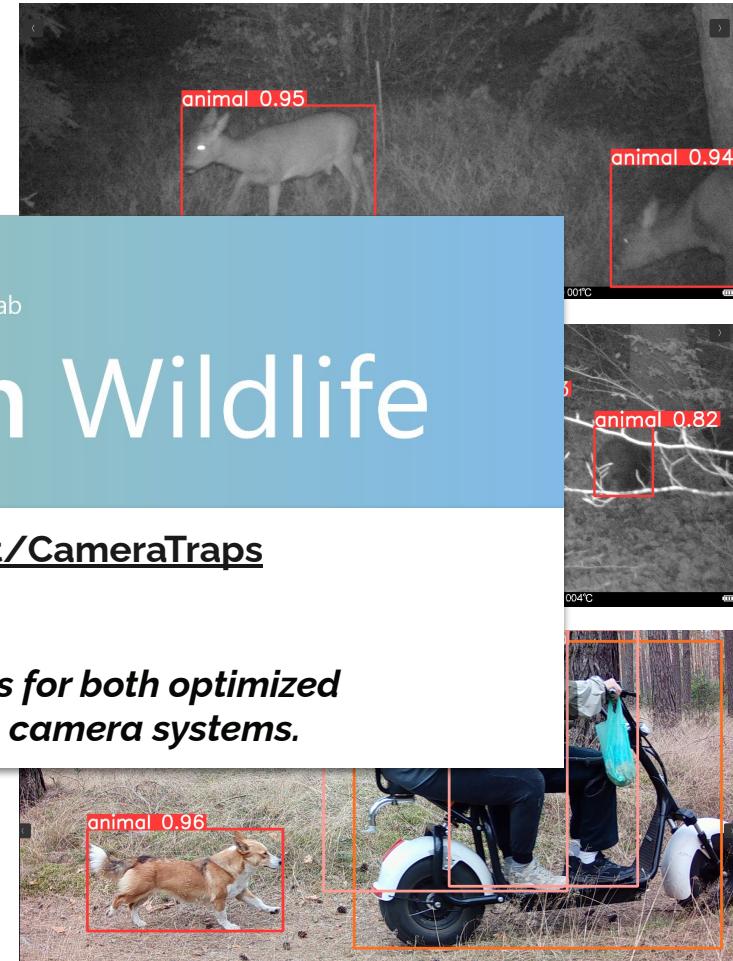
Beery, S., Morris, D., & Yang, S. Efficient Pipeline for Camera Trap Image Review [Computer software]. <http://github.com/agentmorris/MegaDetector>

Model detekcji obiektowej.

Właściwości

- detekcja obiektów
 - detekcja zwierząt
 - wsparcie dla różnych kamer
 - pojedyncze i wielokrotne wykrywanie
 - oparty o PyTorch
 - archiwum
 - NVIDIA Jetson, GPU
- 🔥 Future highlights**
- *MegaDetectorV6 with multiple model sizes for both optimized performance and low-budget devices like camera systems.*

Beery, S., Morris, D., & Yang, S. Efficient Pipeline for Camera Trap Image Review [Computer software]. <http://github.com/agentmorris/MegaDetector>







04

Klasyfikacja gatunkowa

Rok	Nazwa	Architektura	Obrazów	Gatunków	F1-score (avg)
2021	CISIMv1	YOLOv5 "Large"	2 659	12	85%
2022	CISIMv2	YOLOv8 "Middle"	35 415	14	86,71%
2024	TrapperAI 02.2024	YOLOv8 "Middle"	383 085	18	95%
2024	TrapperAI-YOLOv8-m TrapperAI-YOLOv9-c TrapperAI-RTDETR-l	YOLOv8 "Middle" YOLOv9-C RT-DETR "Large"	>500 000 (w tym klatki z filmów)	20	?



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



M. Choiński et al. "A First Step Towards Automated Species Recognition from Camera Trap Images of Mammals Using AI in a European Temperate Forest", DOI: 10.1007/978-3-030-84340-3_24

P. Tynecki, Raport wdrożeniowy KPN dla klasyfikatora gatunkowego 2023

P. Tynecki, Raport wdrożeniowy KPN dla klasyfikatora gatunkowego 2024

Model klasyfikacji gatunkowej TrapperAI v02.2024.

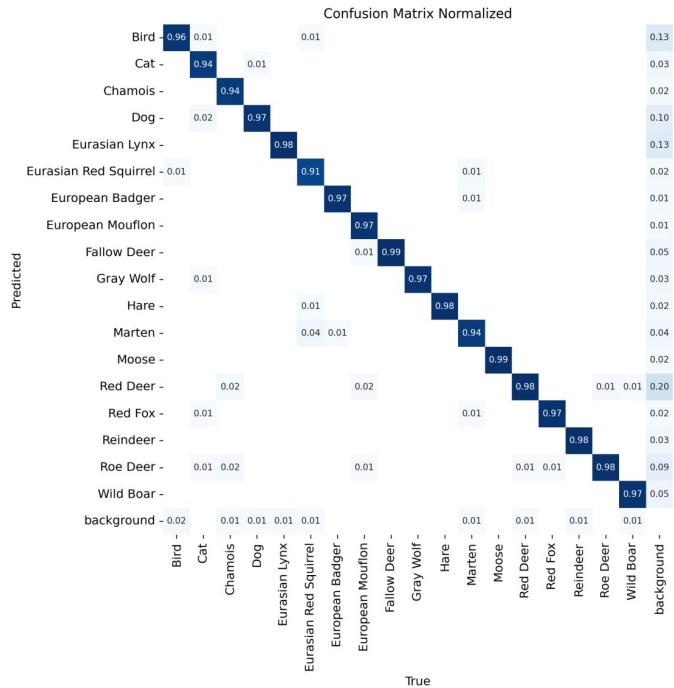
Class	Images	Instances	Box(P)	R	mAP50	mAP50-95)
all	38311	44999	0.946	0.95	0.98	0.932
Bird	38311	2163	0.907	0.895	0.955	0.881
Cat	38311	1087	0.932	0.934	0.978	0.934
Chamois	38311	834	0.957	0.932	0.974	0.934
Dog	38311	6458	0.977	0.958	0.99	0.954
Eurasian Lynx	38311	5618	0.961	0.954	0.989	0.964
Eurasian Red Squirrel	38311	432	0.913	0.9	0.947	0.857
European Badger	38311	619	0.942	0.961	0.98	0.928
European Mouflon	38311	262	0.928	0.941	0.982	0.94
Fallow Deer	38311	1902	0.95	0.982	0.99	0.943
Gray Wolf	38311	1667	0.956	0.969	0.989	0.946
Hare	38311	1876	0.979	0.973	0.992	0.952
Marten	38311	1087	0.928	0.927	0.959	0.896
Moose	38311	1206	0.975	0.981	0.993	0.957
Red Deer	38311	9615	0.959	0.964	0.988	0.948
Red Fox	38311	1742	0.976	0.97	0.99	0.961
Reindeer	38311	806	0.92	0.949	0.982	0.908
Roe Deer	38311	6428	0.969	0.967	0.989	0.957
Wild Boar	38311	1197	0.898	0.943	0.972	0.922

P - **precision**, metryka przestawia jak wiele obserwacji wykrytych przez model zostało prawidłowo wykrytych;

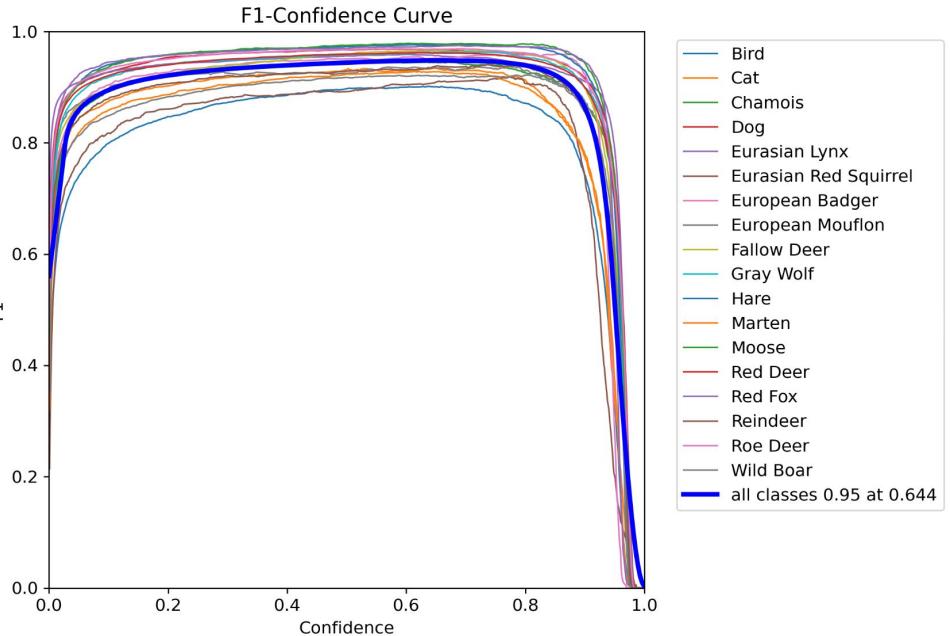
R - **recall**, metryka prawdopodobieństwa, że klasyfikacja będzie poprawna pod warunkiem, że przypadek jest pozytywny.

mAP - **mean average precision**, uśredniona precyzja modelu dla wszystkich wykrywanych gatunków;

Model klasyfikacji gatunkowej TrapperAI v02.2024.



Macierz pomyłek



Krzywa F1-score (średnia harmoniczna)

Model klasyfikacji gatunkowej TrapperAI v02.2024.



TrapperAI - multi-object lynx detection, classification and...



TrapperAI - wolf detection, classification and tracking

Rekomendowane architektury do rozpoznawania obiektów [1/3]

YOLOv8 - popularny model widzenia komputerowego, który umożliwia wykrywanie, klasyfikację i segmentację obiektów na obrazach.

YOLOv9 - state-of-the-art, oferuje dwie nowe techniki: Programmable Gradient Information (**PGI**) i Generalized Efficient Layer Aggregation Network (**GELAN**). PGI poprawia aktualizację sieci w celu dokładniejszego rozpoznawania obiektów, podczas gdy GELAN optymalizuje architekturę sieci w celu zwiększenia dokładności i szybkości.

 Discord 591 online

pypi package 8.2.2 downloads 32M

<https://github.com/ultralytics/ultralytics>

You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, <https://arxiv.org/abs/1506.02640>

YOLOv9: Learning What You Want to Learn Using Programmable Gradient Information, <https://arxiv.org/abs/2402.13616>

Rekomendowane architektury do rozpoznawania obiektów [2/3]

YOLO-Worldv2 = Real-Time Open-Vocabulary Object Detection, wszechstronny model do wielu zastosowań opartych na wizi, umożliwiający wykrycie dowolnego obiektu na obrazie z wykorzystaniem słownika pojęć (fraz);

RT-DERT - Realtime Detection Transformer, wykorzystując Vision Transformers (ViT), zapewnia działanie w czasie rzeczywistym przy zachowaniu wysokiej dokładności.

 Discord 591 online

pypi package 8.2.2 downloads 32M

<https://github.com/ultralytics/ultralytics>

YOLO-World: Real-Time Open-Vocabulary Object Detection, <https://arxiv.org/abs/2401.17270>
DETRs Beat YOLOs on Real-time Object Detection, <https://arxiv.org/abs/2304.08069>

Eksperymentalne architektury do rozpoznawania obiektów [3/3]

ConvNeXt oraz **EfficientNetv2** - podejście oparte na architekturach Convolutional Neural Network (CNN), sprowadzające się do fine-tuningu np. modeli ConvNextBase (87M parametrów), EfficientNetV2M (53M parametrów).

CogVLM - state-of-the-art Visual Language Model, czyli zero-shot learning w praktyce: równoległe przetwarzanie obrazu i tekstu, wykazujące "zdolność złożonego rozumowania". Używa vision enkodera **EVA-02-CLIP-E** (10B parametrów) do ekstrakcji embeddingu obrazu, przekazując jego sekwencję do LLM **Vicuna-7b-v1.5** (7B parametrów), co pozwala modelowi przetwarzać obie te informacje w tym samym czasie.

CogVLM a detekcja wzorców zachowań zwierząt



Na wejściu zwierzę (obraz, bez anotacji) oraz kwerenda z kontekstem:

[P1] This image is captured during the ["night"] "day"]

[P2] Is the animal in the image eating, moving or resting? Answer the question using a single word.

“Demokratyczne AI”

PRE-PROCESSING

- 🔨 Redukcja duplikatów ale i także podobnych zdjęć w sesji nagrań i filmów (Intersection over Union), zwłaszcza po przetworzeniu filmów na serie zdjęć.
- 🔨 Zachowaj balans danych, wynikający z natury populacji. Nie majstruj za wiele przy rozkładzie klas.

STRATYFIKACJA po gatunku ale także:

- 💡 Stratyfikacja **po instancjach** (państwach) i projektach klasyfikacyjnych.
- 💡 Stratyfikacja **po porach roku** (zima/lato) i **porach dnia** (dzień/noc).
- 💡 Stratyfikacja **po ekosystemie** (tła leśne, górskie, gospodarcze).
- 💡 Unikalny zestaw **sesji nagrań** (lokalizacji) w treningu, walidacji ale przede wszystkim w teście!

05

Praktyczne zastosowanie

Karkonoski Park Narodowy (KPN)

- “Jest plan powiększenia Karkonoskiego Parku Narodowego, ale czy jesteśmy na to gotowi? Ekolodzy alarmują, gminy protestują”
- “Zieloni: Poszerzyć Karkonoski Park Narodowy, zahamować budowę obwodnicy, która zniszczy góry”
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska: “Poprawa stanu łączności ekologicznej w Karkonoskim Parku Narodowym i jego otulinie”

<https://kpn.gov.pl/glowa-do-gory-konferencja>



Karkonoski Park Narodowy (KPN)

Zadanie 1.

Przeprowadzenie wielkoskalowego monitoringu fotopułapkowego na obszarze KPN i otuliny.

Zadanie 2.

Standaryzacja i automatyzacja przetwarzania danych z AI.

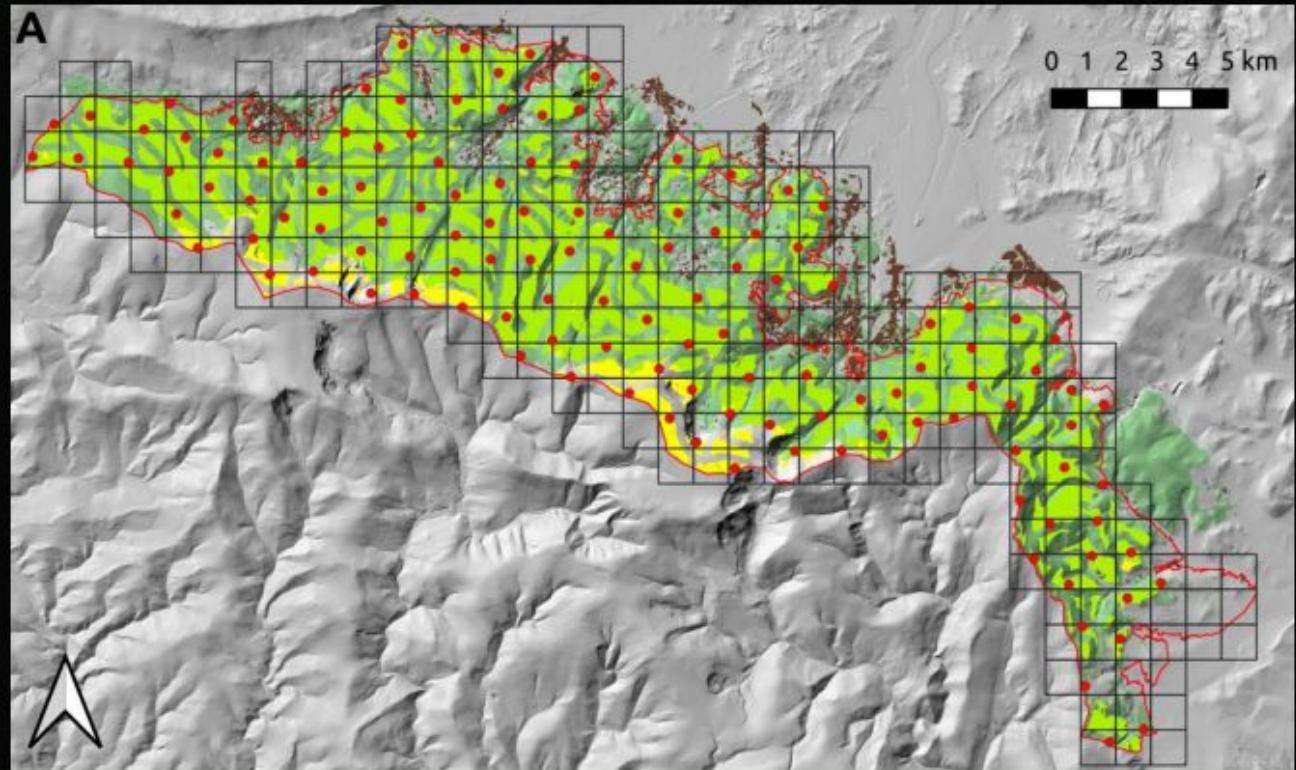
Zadanie 3.

Analiza rozmieszczenia w przestrzeni i aktywności gatunków dużych i średnich ssaków.

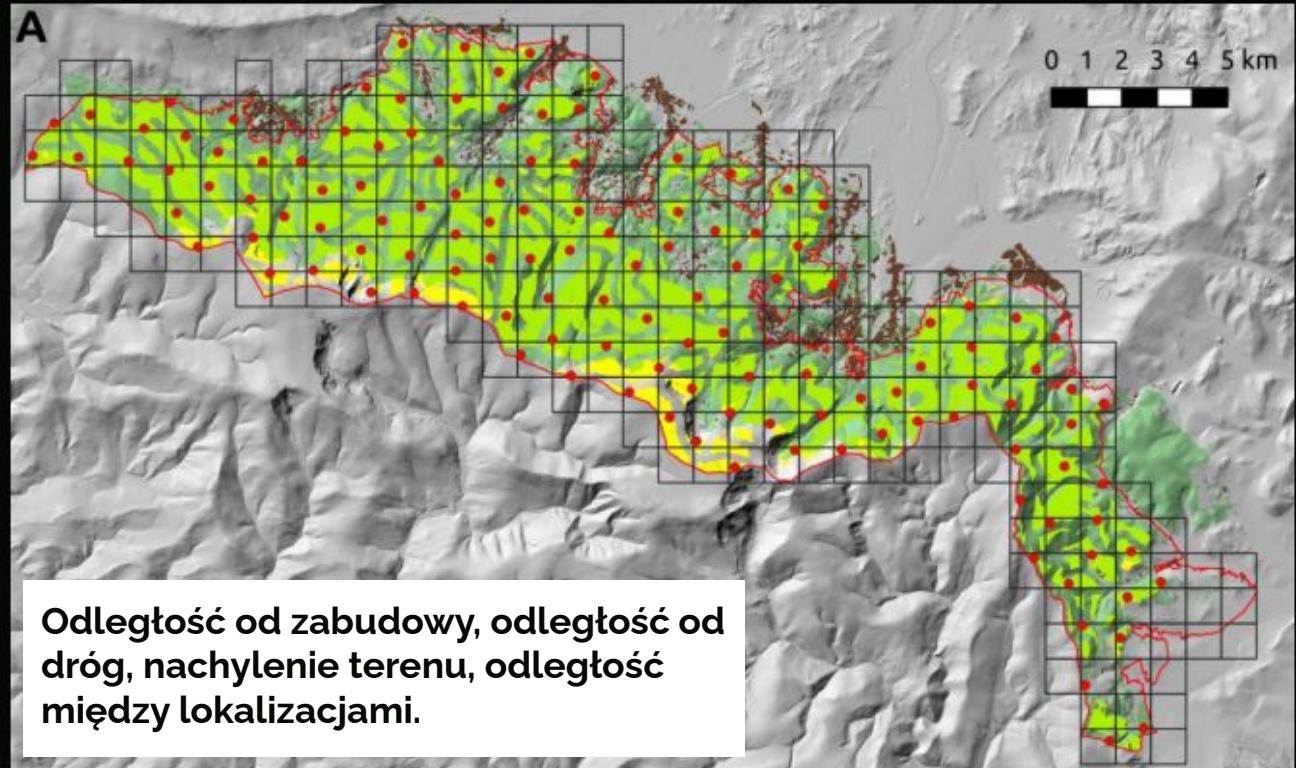
Zadanie 4.

Analiza łączności krajobrazowej.

KPN - 129 lokalizacji



KPN - 129 lokalizacji



Metody statystyczne

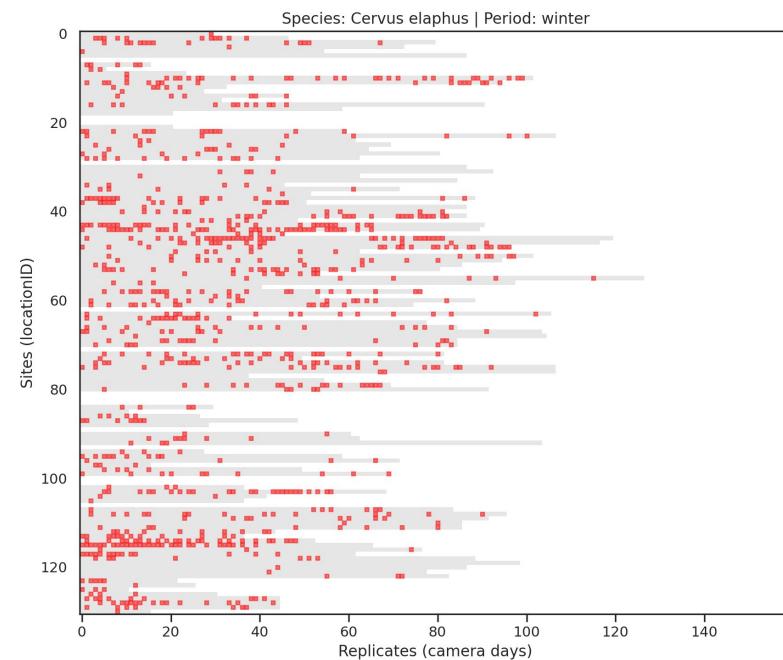
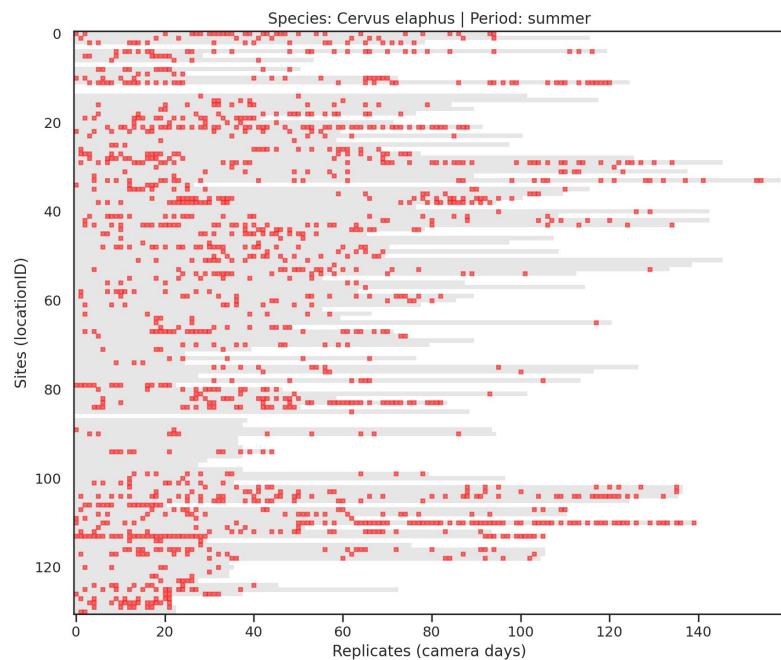


Spatial Occupancy Models - rodzina probabilistycznych modeli statystycznych pozwalających modelować **prawdopodobieństwo występowania i wykorzystywania przestrzeni przez obserwowane gatunki** z uwzględnieniem procesów ekologicznych, opisanych przestrzennymi zmiennymi środowiskowymi oraz korelacji przestrzennej pomiędzy lokalizacjami fotopułapek.

Circuitscape Connectivity Model - algorytmy analiz łączności, zaprojektowane do **modelowania ruchu gatunków i przepływu genów** we fragmentarnych krajobrazach oraz identyfikowania obszarów ważnych dla ochrony łączności.

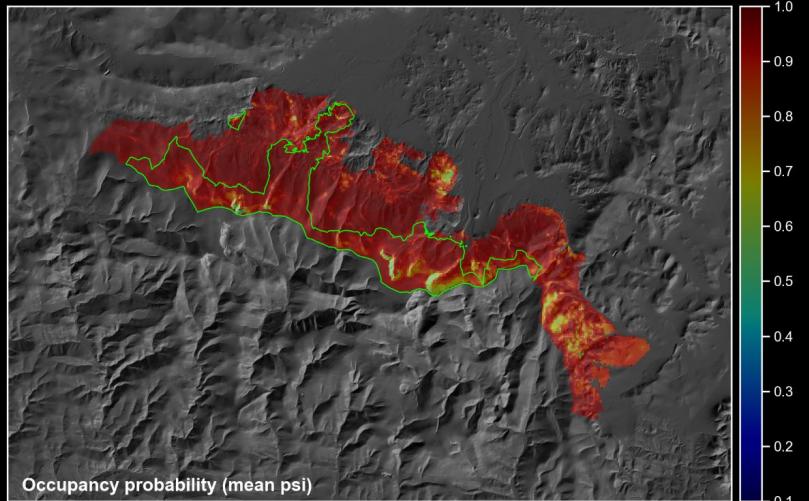
Doser et al. 2022 <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13897>
<https://circuitscape.org/>

KPN - jelen, sezon letni i zimowy

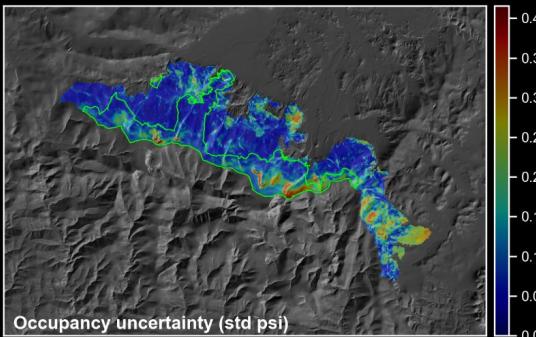
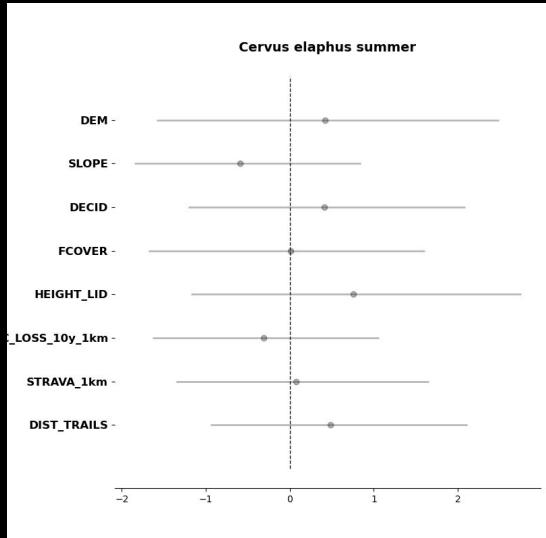


KPN - jeleń, sezon letni

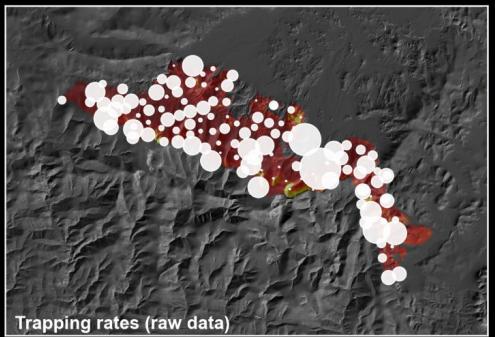
Occupancy prediction maps: *Cervus elaphus* - summer



1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1



0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00

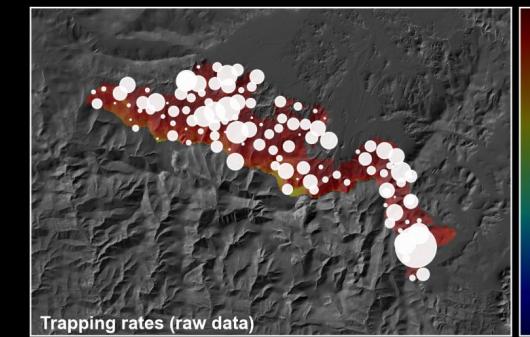
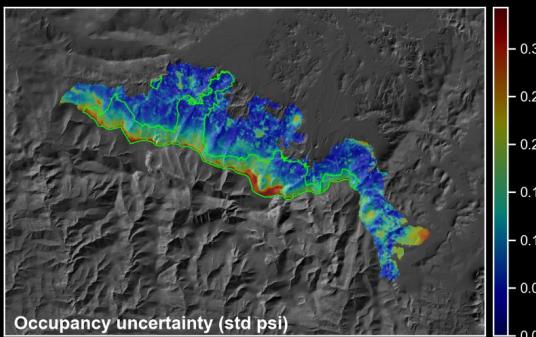
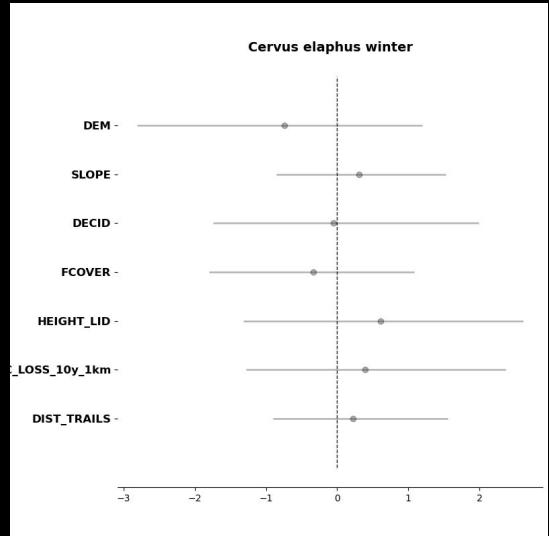
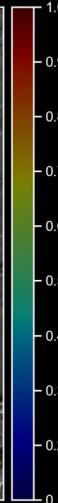
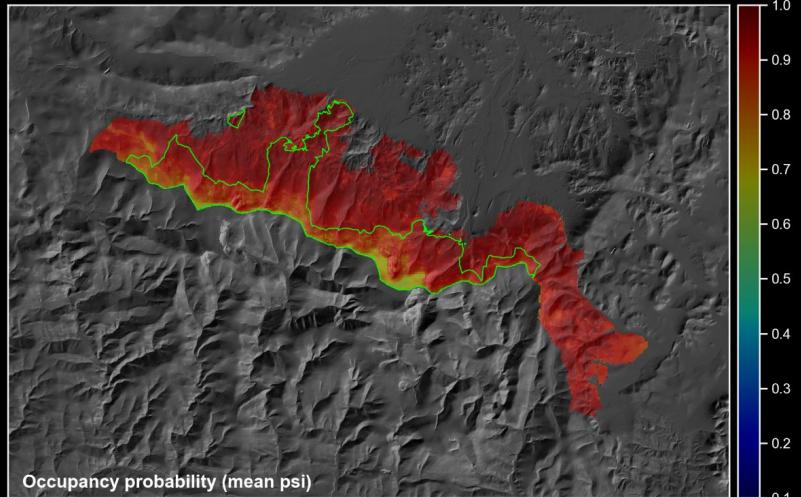


0.8
0.6
0.4
0.2
0.0

0.00

KPN - jeleń, sezon zimowy

Occupancy prediction maps: *Cervus elaphus* - winter



Occupancy uncertainty (std psi)

Trapping rates (raw data)

06

Podsumowanie

Take-home message

- Wielkoskalowy monitoring fotopułapkowy to narzędzie skuteczne wspomagające proces ochrony przyrody. Prezentowana metodologia będzie wdrażana w kolejnych parkach narodowych.
- Docelowa automatyzacja procesu monitoringu fauny z użyciem AI jest w naszym zasięgu.
- "Spawanie modeli" jest opymalne i często wystarczające. Rodzi natomiast szereg pytań dotyczących halucynacji i zdolności uogólniania wiedzy (generalizacji). Praktyczne podejście, działania, którego do końca nie rozumiemy (XAI?).
- TRAPPER to otwarte i kompleksowe oprogramowanie, nasz polski (Podlaski) produkt eksportowy, który cieszy się kilkunastoma wdrożeniami na świecie. Przetworzył dotąd blisko 12 mln obserwacji. **Zapraszamy do współpracy Python/Django oraz Angular developerów.**

Dziękuję za uwagę!

ptynecki@os-conservation.org

<https://trapper.ai/>

<https://os-conservation.org/>

<https://gitlab.com/trapper-project/trapper>



29.45 inHg ↑



14°C



09/20/2023

09:33PM

CT19