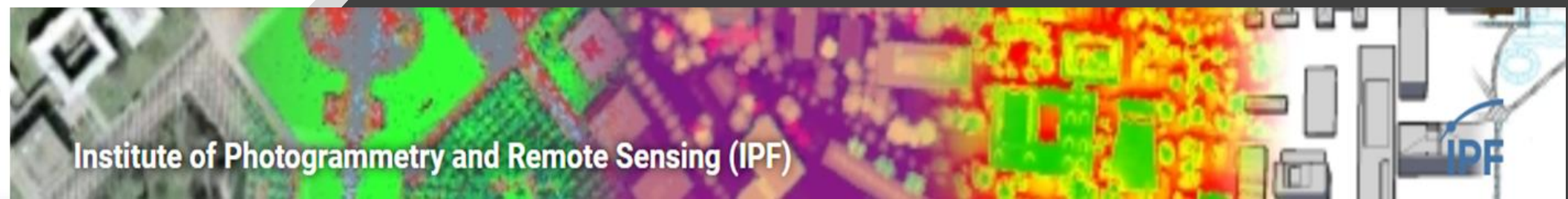




Footprint Identification Technology (FIT) for monitoring Eurasian Otters



By Dipl. Uwi. Frederick Kistner





FIT für Eurasische Otter

I. Einführung und Motivation

II. Die Gegenwart: FIT für den Fischotter basierend auf biometrischen Messwerten

III. Die Zukunft: FIT mit künstlicher Intelligenz

IV. Wie FIT in Ihrer Forschung implementiert werden kann und wie Sie zu unserem Crowdsource-KI-Entwicklungsansatz beitragen können



CERES International Project

I. Motivation

Wie viele Otter gibt es in Aljezur, Portugal?

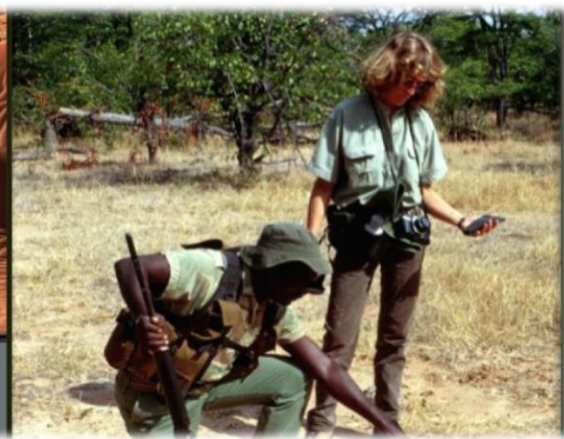
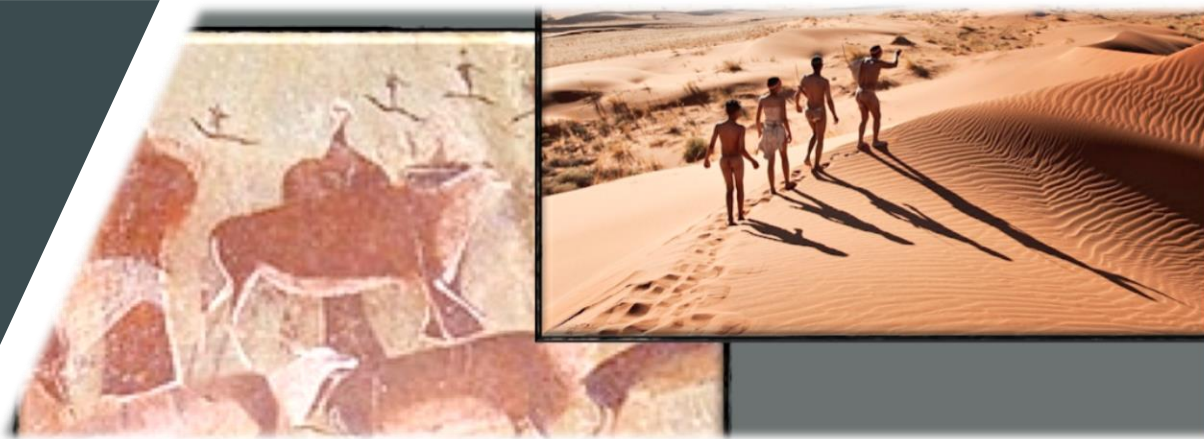


Ist es möglich, einzelne Otter anhand von Spuren zu identifizieren?

Publikation	Methodik	Key Points:
<p><i>Home Range of the Otter (Lutra lutra) in Southern Sweden</i> S.Erlinge (1967)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fährtenlesen • Messungen von Gipsabdrücken 	<ul style="list-style-type: none"> • Individuen-Identifikation und Populationsgröße • Reviergrößen
<p><i>Estimating the density of Otter (Lutra lutra) populations using individual analyses of tracks</i> K. Hertweck et. al (2002)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Messungen von digitalen Bildern • Diskriminanzanalyse (DA) als Klassifikationsmodell 	<ul style="list-style-type: none"> • Standardisiertes Bilderfassungsprotokoll • Messungen in digitalen Bildern • Multivariater Ansatz
<p><i>Preliminary study of the tracks of captive otters as a tool for field research</i> L. Mercier& G.Fried (2005)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DA & • Digitale Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fußabdrücke von bekannten Tieren in Gefangenschaft • Geschlechtsvorhersagen
<p><i>Identifying individual Eurasian Otters based on Measurements of their footprint's standardization of the method and its potential for censusing and monitoring wild otter populations</i> I.Větrovcová (2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DA & Digitale Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abdrücken von bekannten und unbekannt Tieren • Empfehlung FIT anzuwenden um bekannte Schwächen der DA zu überwinden

Ist es möglich, einzelne Otter anhand von Spuren zu identifizieren?

Vorarbeiten



THEME SECTION

A footprint technique to identify white rhino *Ceratotherium simum* at individual and species levels

Sky K. Alibhai¹, Zoe C. Jewell^{1,*}, Peter R. Law²

¹Apartado 210, 8550-909 Moschique, Portugal
²1 Mack Place, Monroeville, New York 10956, USA

Wildlife Society Bulletin, DOI: 10.1002/wsb.432



Original Article Sex Determination of Amur Tigers (*Panthera tigris altaica*) From Footprints in Snow

JIAN GU¹, College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, 26 Heiying Road, Harbin, Heilongjiang 150040, P.R. China, and
Feline Research Center of Chinese State Forestry Administration, Harbin 150040, P.R. China
SKY K. ALIBHAI¹, Nicholas School of the Environment, Duke University, Box 90329, Durham, NC 27708, USA
ZOE C. JEWELL¹, Nicholas School of the Environment, Duke University, Box 90329, Durham, NC 27708, USA
GUANGSHUN JIANG¹, College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, 26 Heiying Road, Harbin, Heilongjiang 150040, P.R. China,
and Feline Research Center of Chinese State Forestry Administration, Harbin 150040, P.R. China
JIANZHANG MA College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, 26 Heiying Road, Harbin, Heilongjiang 150040, P.R. China, and
Feline Research Center of Chinese State Forestry Administration, Harbin 150040, P.R. China



Video Article Spotting Cheetahs: Identifying Individuals by Their Footprints

Zoe C. Jewell^{1,2}, Sky K. Alibhai^{1,2}, Florian Weise^{3,4}, Stuart Munro³, Marlice Van Vuuren⁵, Rudie Van Vuuren⁵
¹WildTrack 501(c)3 (wildtrack.org)
²Nicholas School of the Environment, Duke University
³Na'an ku sé Research Programme
⁴Division of Biology and Conservation Ecology, School of Science and the Environment, Manchester Metropolitan University
⁵Na'an ku sé Foundation

Correspondence to: Sky K. Alibhai at wildtrack.monitoring@gmail.com

URL: <http://www.jove.com/video/54034>
DOI: [doi:10.3791/54034](https://doi.org/10.3791/54034)

Keywords: Environmental Sciences, Issue 111, Footprint identification, *Acinonyx jubatus*, non-invasive monitoring, conservation, endangered species, image recognition, statistical modeling.

Date Published: 5/1/2016

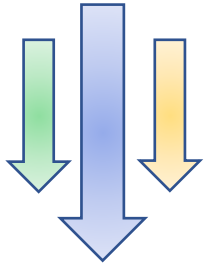
Citation: Jewell, Z.C., Alibhai, S.K., Weise, F., Munro, S., Van Vuuren, M., Van Vuuren, R. Spotting Cheetahs: Identifying Individuals by Their Footprints. *J. Vis. Exp.* (111), e54034. doi:10.3791/54034 (2016).

Publications



Non-invasive monitoring from the ground up

Input



Output

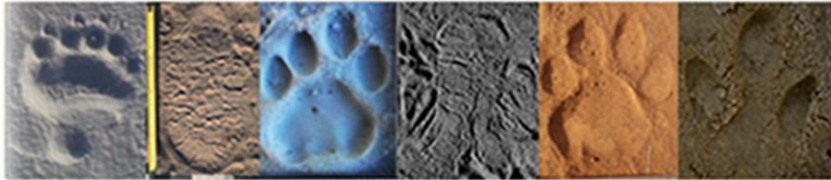
- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- Population

29.06.2021



WildTrack

Non-invasive Wildlife Monitoring
Footprint Identification Technology (FIT)



FIT APPLICATION

Main Menu

Select Species

Otter

FIT Option

- Image Feature Extraction
- Pairwise Data Analysis
- Validated Discriminant Analysis
- Mapping
- Help

Launch Application

For More Information

www.wildtrack.org

info@wildtrack.org



Footprint Identification Technology (FIT)

Authors: Sky Alibhai & Zoe Jewell

Effective conservation biology requires accurate data on the numbers and distribution of endangered species. To help address this, we have developed a non-invasive footprint identification technique (FIT), which can identify individuals (and, in some cases, discriminate sex, species and age classes). It is particularly applicable in situations where the species to be monitored are elusive and/or exist at low density.

FIT is based on foot anatomy, and is thus species specific. For each species we develop a robust algorithm based on training sets of footprints from known individuals. The algorithms are incorporated into the software for identifying free-ranging animals. FIT has three major components: Image Feature Extraction, Data Analysis and Mapping. Together the three are designed to take a user from the input of field data in the form of digital footprint images, through classification, to mapping of distributions and movement patterns. Detailed instructions on how to use the software are available by selecting the 'help' button.

This is the first version of the software released for general use, and



II. Die Gegenwart: FIT für den Otter

Biometrischer Ansatz

Input



Bekannte Tiere

Bild-
daten-
bank



Output

- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- Population

- Referenzdatenbank bekannter Otter (derzeit N=24 (+12))
- Ex-Situ-Partner sind für diese Phase wichtig
- Bilder können über die Wildtrack-Webseite und -App hochgeladen werden

Input

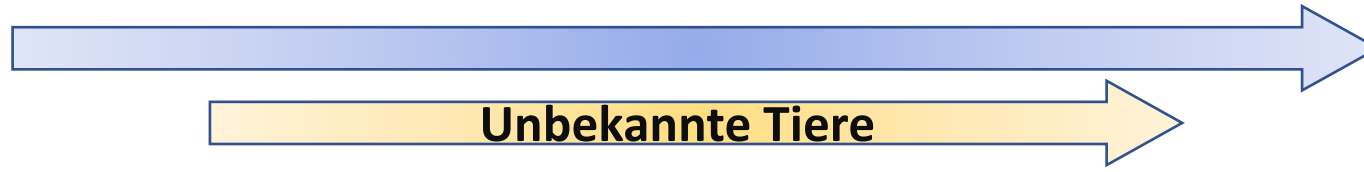


Bild-
daten-
bank



Output

- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- Population

- Funktioniert sehr gut im Tidenbereich, abgelassenen Fischteichen und in Flüssen mit großen Sandbänken
- Vorbereitung des Untergrunds erhöht die Erfolgsquote (z.B. unter Brücken)
- Fährten werden in Gruppen von Abdrücken zusammengefasst
- FIT ist mit anderen nicht-invasiven Methoden kombinierbar

Input



Bekannte Tiere

Unbekannte Tiere

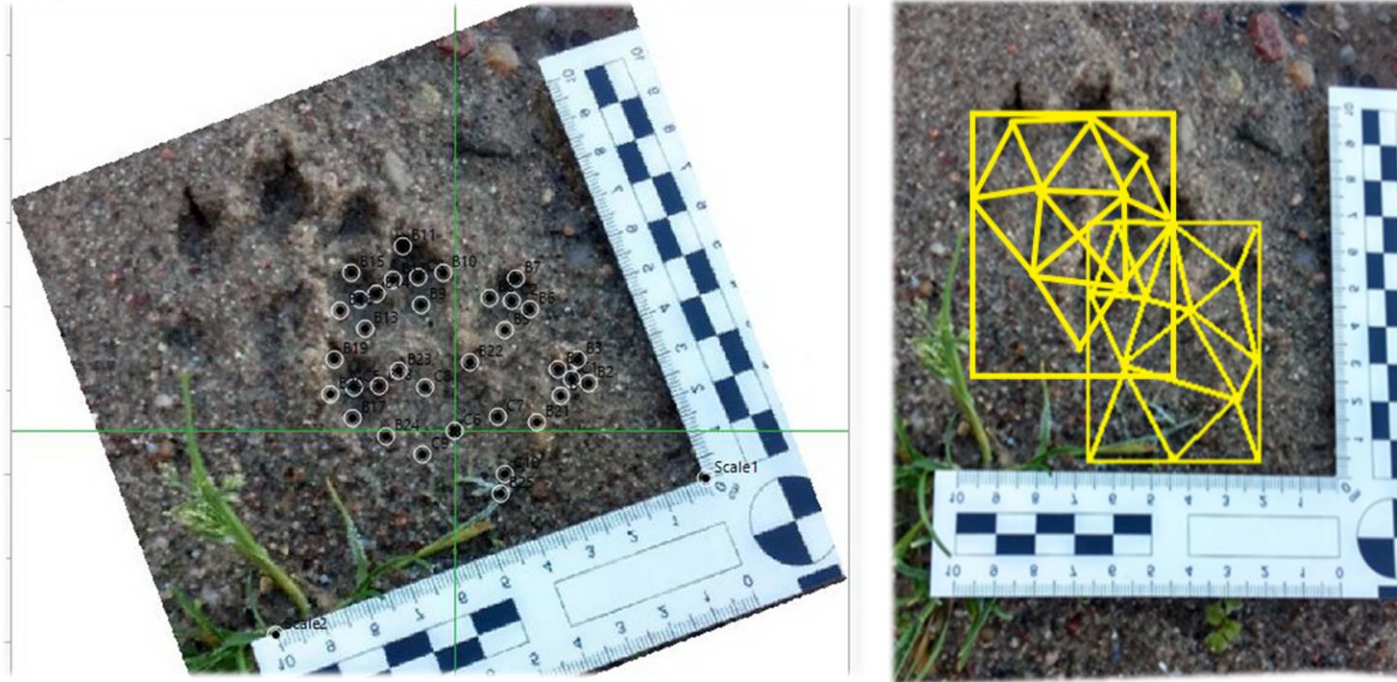
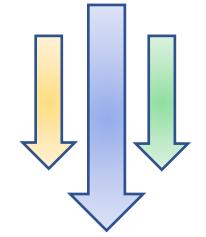


Bild-
daten-
bank



Geome-
trische
Profile

Output

- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- Population

- Vordefinierte Punkte werden nach Standardisiertem Protokoll händisch gesetzt
- Geometrische Profile werden aus XY Koordinaten generiert
- 193 Messvariablen (Abstände, Winkel, Flächen) automatisch erhoben

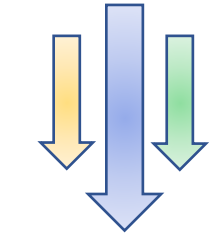
Input



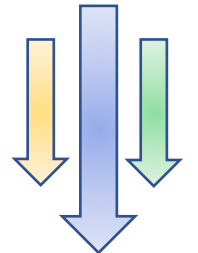
Bekannte Tiere

Unbekannte Tiere

Bild-
daten-
bank



Geome-
trische
Profile

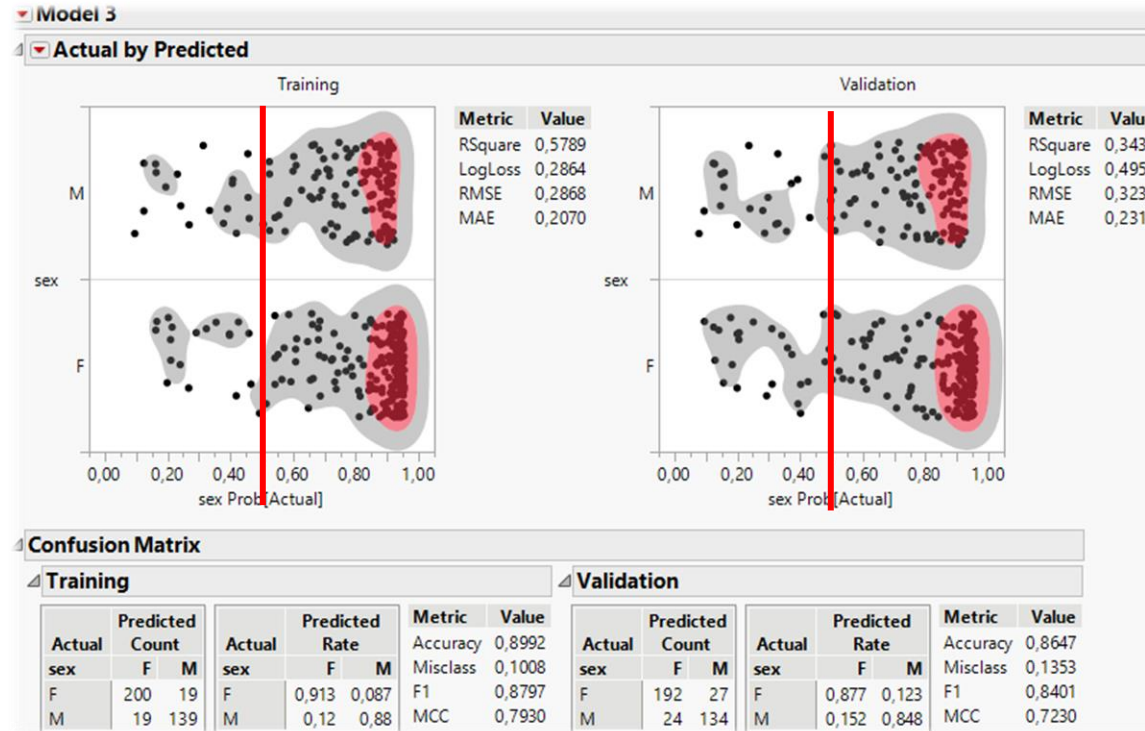


FIT
Modelle

Output

- (Art)
- **Geschlecht**
- Individuen
- Population

29.06.2021



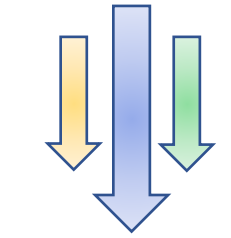
- Geometrische Profile trainieren und validieren
- Klassifikationsmodelle des maschinellen Lernens
- Geschlechter können anhand einzelner Fußabdrücke oder Fährten klassifiziert werden
- Klassifikationsraten > 90%

Input

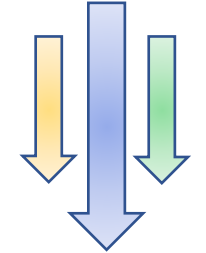


Bild-
daten-
bank

Otter	Alter in Jahren	Geschlecht	Vorhergesagte Fußspuren Weibchen	Vorhergesagte Fußspuren Männchen	% Weibchen	% Männchen
Beskyda	7	F	23	1	96	4
Cibak	14	M	8	14	36	64
Fousek	1	M	8	12	40	60
Gesa	13	F	25	0	100	0
Lucka	1	F	21	3	88	12
Matysek	5	M	9	13	41	59
Neznamy	?	M	3	15	17	83
Polka	2	F	39	3	93	7
Styx	9	M	4	20	17	83
Sylvestr	6	M	10	21	32	68
Vydrysek	4	M	17	0	100	0
Zanetka	4	F	18	0	100	0



Geome-
trische
Profile



FIT
Modelle

Output

- (Art)
- **Geschlecht**
- Individuen
- Population

Test auf Datensatz von I.Větrovcová (2006):

- Testbilder in anderem Substrat als Trainingsbilder
- 11/12 Tiere in Summe richtig vorhergesagt (92%)
- Vorhersage für Weibchen etwas besser als für Männchen

Input



Bekannte Tiere

Unbekannte Tiere

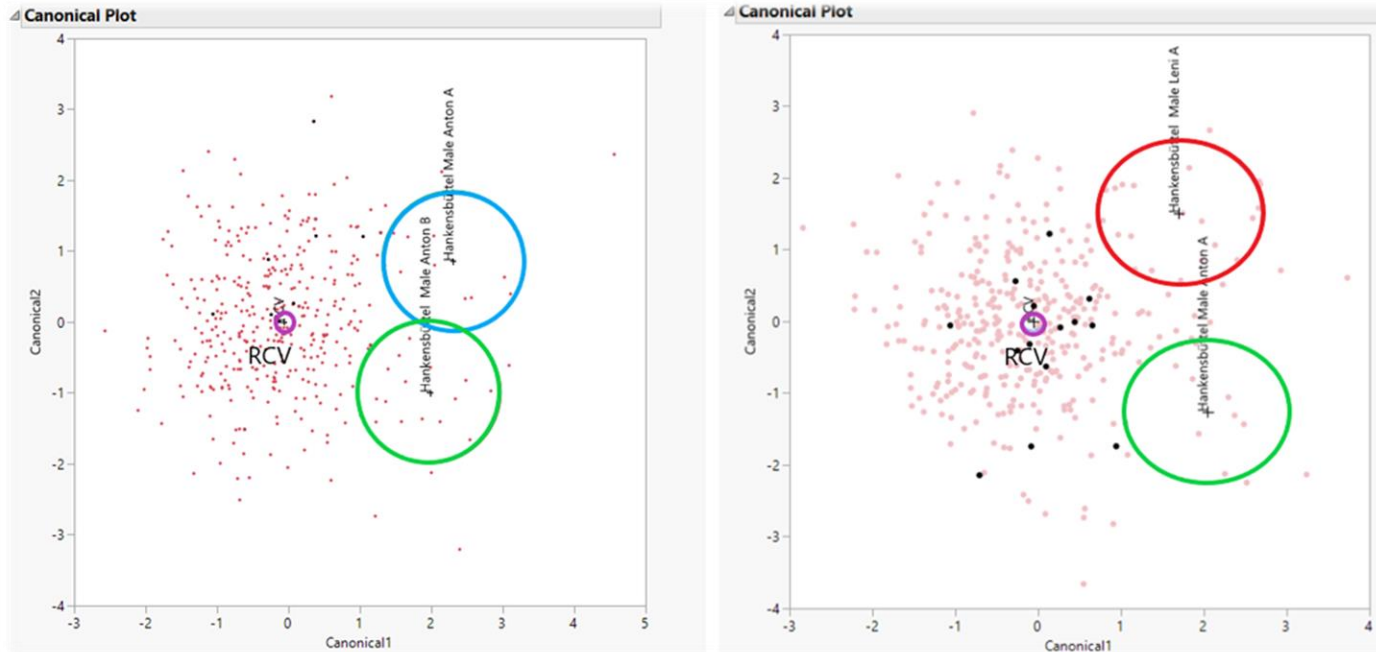
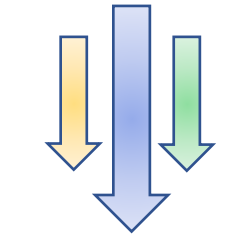
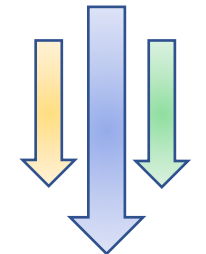


Bild-
daten-
bank



Geome-
trische
Profile



FIT
Modelle

Output

- (Art)
- Geschlecht
- **Individuen**
- Population

- Paarweise Diskriminanzanalyse vergleicht Fährten (5-7 Abdrücke)
- Reference Centroid Value (RCV)
- **93% Klassifikationsgenauigkeit (Vorläufig, N=24 Otter)**
- [Alibhai et al. \(2008\)](#) für detaillierte Methodenbeschreibung

29.06.2021

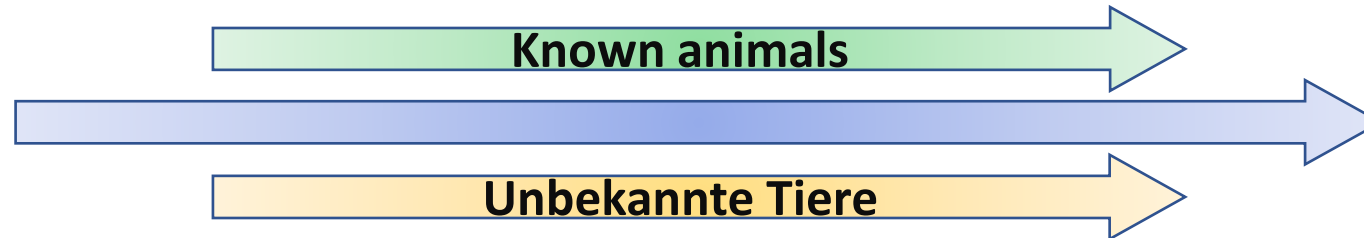
Input



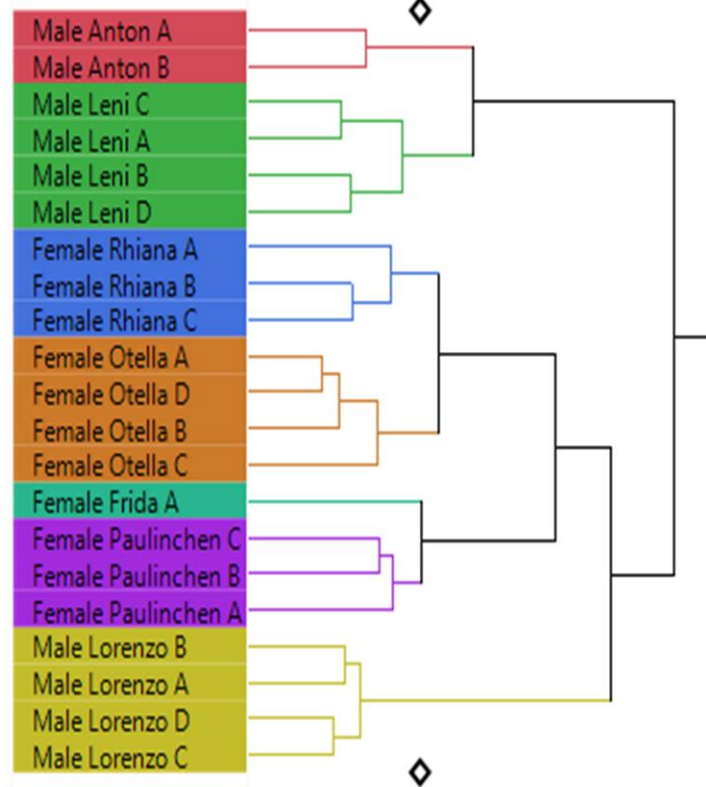
Output

- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- **Population**

29.06.2021



Dendrogram

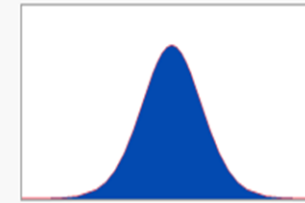


Hierarchical Clustering

Datum distance: 2,165

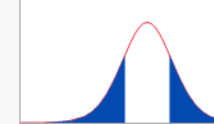
Ward distance: 1,743

7 Otters Predicted



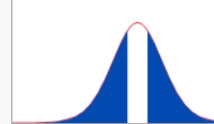
Chance of 7 Otter(s) = 100%

6 Otters Predicted



Chance of 6 Otter(s) = 39,4%

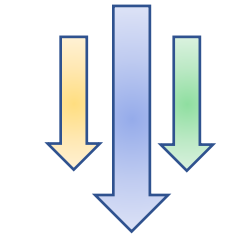
8 Otters Predicted



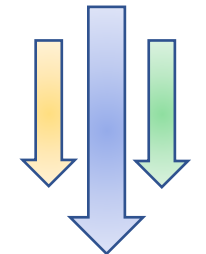
Chance of 8 Otter(s) = 69,6%

- Hierarchische Clustermodelle ordnen Fährten ein
- Ausgabe der relativen Wahrscheinlichkeit zur Anzahl der vorhergesagten Tiere
- [Li et al. \(2018\)](#) für detaillierte Methodenbeschreibung

Bild-
daten-
bank



Geome-
trische
Profile



FIT
Modelle

Input



Known animals

Unbekannte Tiere

Vorteile von FIT basierend auf Biometrie

- Nicht-invasiv, standardisiert und kostengünstig
- Für viele Arten anwendbar
- Mit anderen nicht-invasiven Methoden kombinierbar
- Kreuzvalidierte Modelle mit hoher Genauigkeit

Bekannte Schwierigkeiten

- Für einige Arten/Gebiete schwer (genügend) Fußabdrücke von angemessener Qualität zu finden
- Das Generieren von geometrischen Profilen ist zeitaufwändig und eine potenzielle Quelle für Operator Bias
- Einfluss von verschiedenen Substraten

schätzt

validiert

Bild-
daten-
bank

Geome-
trische
Profile

FIT
Modelle

Output

- (Art)
- Geschlecht
- Individuen
- Population

29.06.2021

20



Images Uploaded

10364

55 Contributors
61 Species

Species Modeled

14

5127 Training Images
Covers 209 Individual Animals

Species Classification

90% accuracy

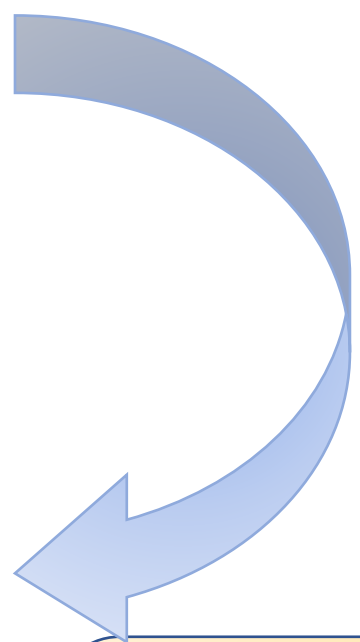
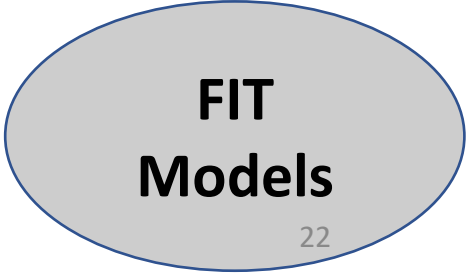
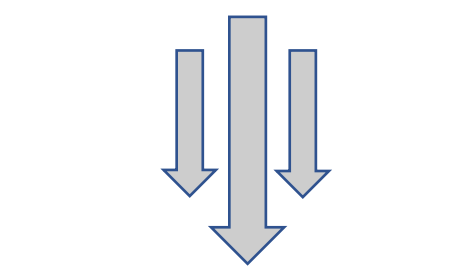
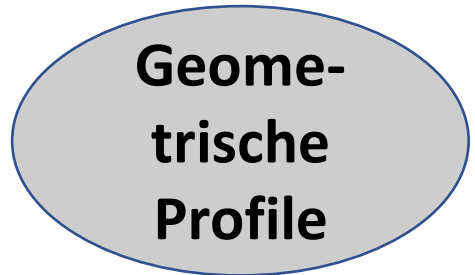
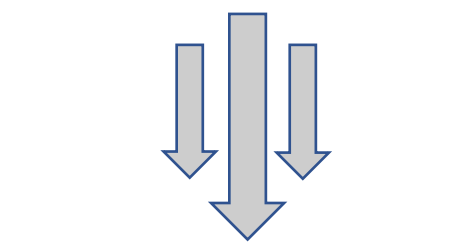
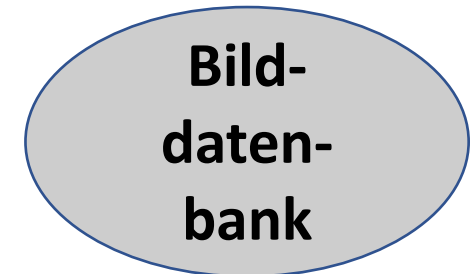
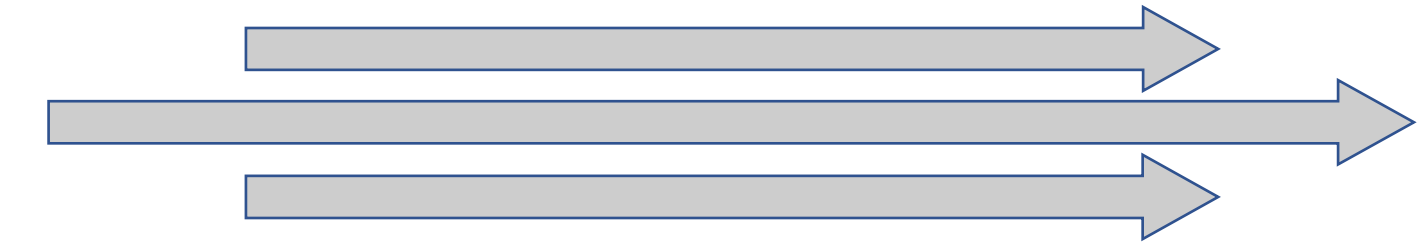
Evaluated on 1482 images
Average Image Quality: 4.59/5

Individual Identification

56% accuracy

Evaluated on 580 images
Average Image Quality: 4.59/5

III. Die Zukunft Wildtrack AI



Deep Learning Ansatz:

- Convolutional Neural Networks (CNNs) mit Transfer Learning
- Multispecies Models (*in Entwicklung*)
- Integration in eine App mit direktem Output (*in Entwicklung*)

Current Model Performance

Model last refreshed on 2021-06-05 13:38:21

Species Classification

Species	Training	Test	Field
Bongo: Eastern Mountain	100.0% (110/110)	100.0% (24/24)	100.0% (4/4)
Cheetah: South East African	94.2% (455/483)	86.79% (46/53)	65.0% (26/40)
Elephant: African	98.65% (220/223)	96.43% (27/28)	71.43% (5/7)
Jaguar	99.62% (265/266)	92.59% (25/27)	74.6% (47/63)
Leopard: African	95.7% (267/279)	100.0% (14/14)	50.56% (45/89)
Lion: African	98.52% (599/608)	97.26% (71/73)	82.79% (178/215)
Otter: Eurasian	100.0% (412/412)	100.0% (40/40)	94.81% (548/578)
Panda: Giant	100.0% (140/140)	99.85% (23/24)	-
Puma	99.71% (340/341)	100.0% (25/25)	100.0% (6/6)
Rhino: Black	99.81% (513/514)	100.0% (31/31)	97.73% (86/88)
Rhino: White	99.71% (342/343)	88.89% (24/27)	75.0% (3/4)
Tapir: Lowland	93.53% (260/278)	94.74% (18/19)	56.0% (14/25)
Tiger: Amur	99.52% (208/209)	100.0% (18/18)	-
Tiger: Bengal	99.69% (325/326)	100.0% (24/24)	100.0% (9/9)
All	98.32% (4460/4536)	96.02% (410/427)	86.08% (971/1128)

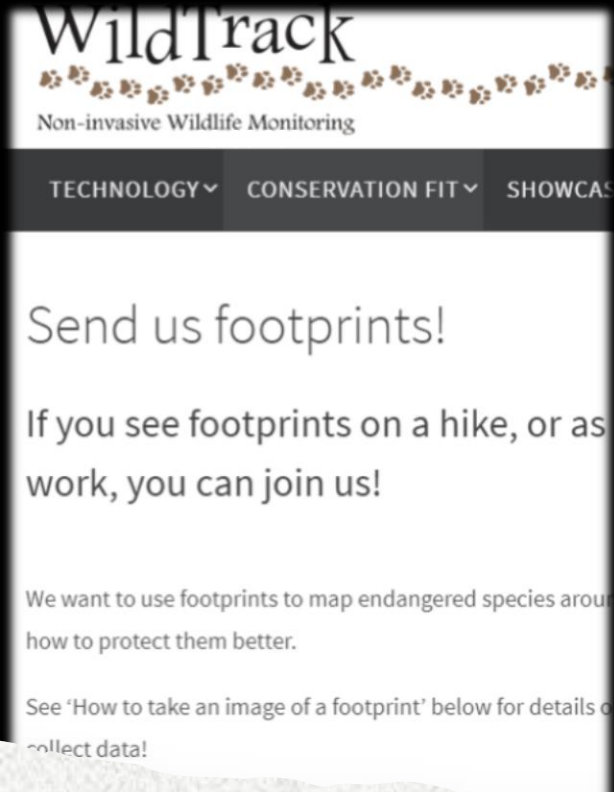


Zwischenergebnisse

- Objekterkennung und Artenklassifizierungsrate zufriedenstellend
- Individuenklassifikationsrate noch deutlich unter biometrischem FIT Ansatz
- Je mehr Bilder in Datenbank, desto besser werden die Modelle

Individual Identification

Species	Training	Test	Field
Bongo: Eastern Mountain	84.55% (93/110)	66.67% (16/24)	25.0% (1/4)
Cheetah: South East African	80.3% (379/472)	64.15% (34/53)	0.0% (0/35)
Elephant: African	90.38% (141/156)	75.0% (21/28)	0.0% (0/4)
Jaguar	86.7% (189/218)	70.37% (19/27)	12.5% (2/16)
Leopard: African	90.91% (160/176)	78.57% (11/14)	66.67% (2/3)
Lion: African	90.06% (317/352)	70.45% (31/44)	55.56% (20/36)
Otter: Eurasian	72.15% (114/158)	70.0% (14/20)	18.56% (18/97)
Panda: Giant	93.75% (135/144)	54.17% (13/24)	-
Puma	93.86% (275/293)	72.0% (18/25)	16.67% (1/6)
Rhino: Black	91.15% (309/339)	93.55% (29/31)	0.0% (0/7)
Rhino: White	92.71% (318/343)	85.19% (23/27)	100.0% (4/4)
Tapir: Lowland	77.2% (193/250)	68.42% (13/19)	8.33% (1/12)
Tiger: Amur	91.28% (178/195)	88.89% (16/18)	-
Tiger: Bengal	77.63% (236/304)	79.17% (19/24)	14.29% (1/7)
All	86.52% (3037/3510)	73.28% (277/378)	21.65% (50/231)



III. Wie lässt sich dies in Ihrer Forschung umsetzen? Wie können Sie zur Verbesserung der KI-Entwicklung beitragen?

- Fotografieren sie Fußabdrücke von gefangenen und wilden Tieren
- Laden sie Bilder in unsere Datenbank (alle Tierarten erwünscht)
- Kontaktieren Sie uns für Beratungs- und Kooperationsanfragen

frederick.kistner@kit.edu
wildtrack.org
info@wildtrack.org

WildTrack™



WildTrack Specialist Group



Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (IPF)



tu technische universität dortmund



CERES International Project



Vielen Dank!



sponsored by



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de