

Automatyczna detekcja ludzi na zdjęciach lotniczych realizowana przez system SARUAV jako narzędzie wsparcia poszukiwań osób zaginionych w terenach otwartych

Tomasz Niedzielski, Mirosława Jurecka, Bartłomiej Miziński

SARUAV sp. z o.o. – spółka technologiczna spin-off



pod patronatem Uniwersytetu Wrocławskiego



26–27 maja 2021



SARUAV **search and rescue unmanned aerial vehicle**

nowatorski system informatyczny służący do wspierania poszukiwań ludzi poprzez automatyczne przetwarzanie zdjęć lotniczych pozyskiwanych przez bezzałogowe statki powietrzne

- wykrywa ludzi na zdjęciach lotniczych (detektory)
- wspiera działania SAR z użyciem dronów (modele)
- działa offline bez dostępu do Internetu
- działa na szybkim laptopie bez dostępu do serwera
- działa bardzo szybko (detekcja na 100 zdjęciach w 3–4 min)
- aplikacja SARUAV została wdrożona

Jakie problemy rozwiązuje system SARUAV?

- Brak konieczności ciągłego śledzenia obrazu wideo przesyłanego przez drona
 - Odciążenie personelu
 - Optymalizacja delegacji zadań przydzielanych personelowi
- Zwiększenie skuteczności detekcji
 - Wizualna detekcja często nieskuteczna (Croft et al., 2007, Human Factors)
 - Algorytmy mają wysoką skuteczność (niebawem będą dostępne statystyki obliczone z obszernego zbioru danych)
- Skrócenie czasu poszukiwań
 - Algorytmy szybko i skutecznie przeszukują duże obszary
 - W zimie (-20°C , wiatr 5 km/h) zdrowy mężczyzna odziany w dwie 1-milimetrowe warstwy może przeżyć <16 h (Tikuissis, 1995, International Journal of Biometeorology)
 - Modele czasu przeżycia w wodzie określają go na 21 h w temperaturze 15°C (Xu and Giesbrecht, 2018, Journal of Thermal Biology), ale dane wskazują na krótsze czasy

Detekcja wizualna przez człowieka a automatyczna

„Takie samo zadanie wykonywane przez obserwatora przed kontrolerem/monitorem zajęłoby znacznie więcej czasu i byłoby obarczone możliwością błędów”.

Artur Starczewski, ratownik i naczelnik OSP JRS Głogów

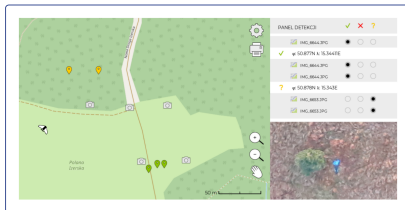
„Nie wyobrażam sobie możliwości, aby prowadzić poszukiwania przy użyciu drona bez wsparcia programu analizującego zebrany materiał, jak SARUAV”.

Wojciech Pawul, ratownik Grupy Bieszczadzkiej GOPR

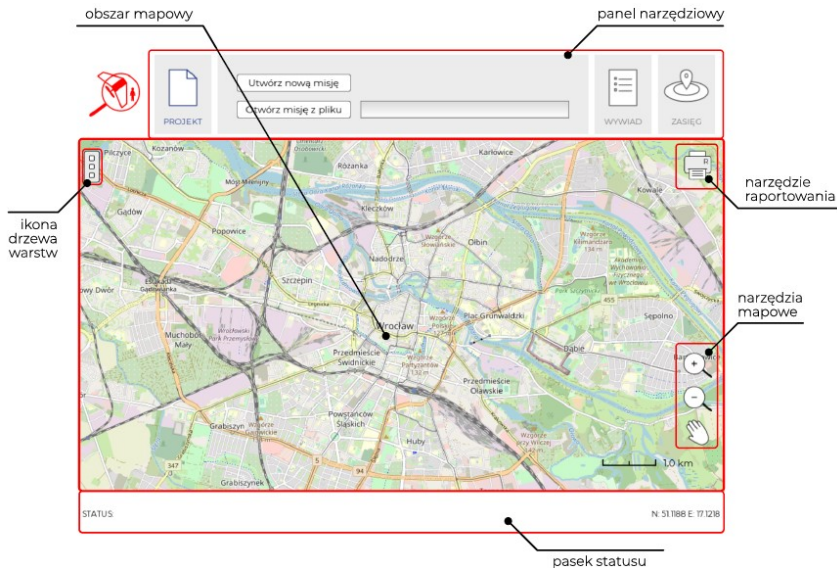
“Spotters were unable to reliably search their assigned area, which has implications for the current search training program and in-the-air protocol”.

Croft i in. (2007, Human Factors)

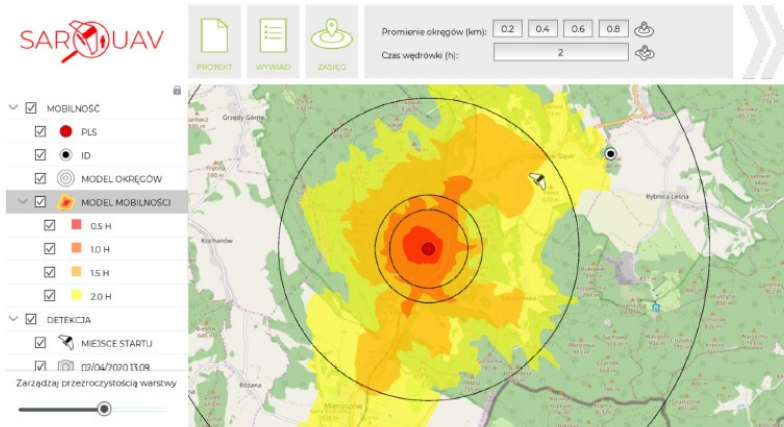
Aplikacja SARUAV



Główne okno aplikacji SARUAV



Wsparcie wyznaczania obszaru lotu



Obsługa automatycznej detekcji

SARUAV

PROJEKT DETEKCJA

Współrzędne startu: 50.8917 °N; 16.7473 °E

Wykaz lokalizacje projekt Detekcja

C:/Users/Main/Documents/Lot Nowy lot

MOBILNOŚĆ

DETEKCJA

MIEJSCE STARTU

06/04/2020 15:54

LOKALIZACJA OSÓB

DO WERYFIKACJI

POTWIERDZONA

PODKŁAD

OPEN STREET MAP

Polana Izerska

50 m

© OpenStreetMap

panel weryfikacji wskazań

PANEL WERYFIKACJI

✗ 50.8773N k: 15.345E

IMG_6644.JPG

? 50.87695N k: 15.34385E

IMG_6644.JPG

IMG_6645.JPG

IMG_6682.JPG

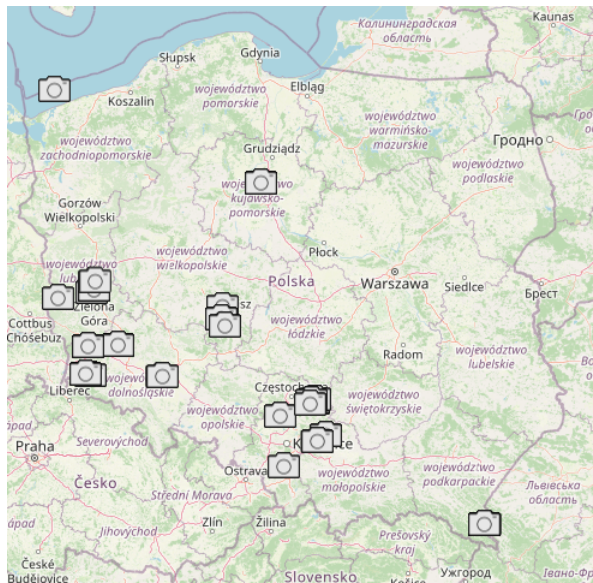
IMG_6683.JPG

STATUS: N 50.877 E 15.343

Generowanie raportów mapowych



Gdzie testowaliśmy system SARUAV?



Jak skuteczny jest nasz główny detektor?

Nr lotu	Rzeźba	Pokrycie terenu	Liczba zdjęć	Liczba osób		Skuteczność [%]
				rzeczywista	wykrytych	
1	wyżyna	a	37	3	3	100
2	wyżyna	a	124	1	1	100
3	wyżyna	a	98	1	1	100
4	wyżyna	b	115	8	7	87,5
5	nizina	c	20	7	7	100
6	nizina	c	20	7	6	85,7
7	wyżyna	d	14	3	3	100
8	wyżyna	d	18	3	3	100
9	nizina	d	77	6	6	100
10	wyżyna	e	145	31	30	96,8
		Σ	668	70	67	

a – las mieszany (brak liści poza sezonem wegetacyjnym)

b – las mieszany, łąka, tereny zabudowane, boisko piłkarskie

c – nieużytek, roślinność niska, pojedyncze drzewa bez liści

d – łąka

e – las mieszany (brak liści poza sezonem wegetacyjnym), łąka, zamek

Testy systemu SARUAV przeprowadzone z **Grupą Jurajską GOPR**
– poszukiwania 12-letniej pozorantki w terenie otwartym.

W jednym locie wykonano **152 nadirowe zdjęcia lotnicze** kamerą 20MP zainstalowaną na platformie DJI Phantom 4 Pro V2.0.

W 10 minut monitoringiem objęto ponad **3 ha**, co wykonano z pokryciem 70/80% przy prędkości przelotowej 2,5 m/s.

Materiał filmowy zarejestrowany podczas ćwiczeń:

<https://youtu.be/LrIJntzNEO4>

Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazenie)



Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazowanie)



Testy systemu SARUAV przeprowadzone z **Grupą Jurajską GOPR** i **Uniwersytetem Wrocławskim** – poszukiwania czterech dorosłych pozorantów w terenie zalesionym (widoczni przez korony drzew).

W jednym locie wykonano **215 nadirowych zdjęć lotniczych** kamerą 20MP zainstalowaną na platformie DJI Phantom 4 Pro V2.0.

W 15 minut monitoringiem objęto ponad **7 ha**, co wykonano z pokryciem 70/80% przy prędkości przelotowej 2,5 m/s.

Skuteczna detekcja w aplikacji SARUAV



Testy prototypu systemu SARUAV przeprowadzone z **Uniwersytetem Wrocławskim** – poszukiwania trzech dorosłych pozorantów w rzadkim lesie (grubość pokrywy śnieżnej 50 cm).

Powtórnie przeanalizowane materiały z eksperymentu opisanego w **publikacji naukowej** Niedzielskiego i in. (2018, Journal of Field Robotics).

W dwóch lotach wykonano **106 nadirowych zdjęć lotniczych** kamerą 12 MP zainstalowaną na pokładzie płatowca eBee (senseFly, Parrot).

W 9 + 6 minut monitoringiem objęto **36 ha**, co wykonano z pokryciem fotogrametrycznym.

Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazenie)



Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazowanie)



Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazenie)



Skuteczna detekcja (przykładowe zobrazenie)



Skuteczność systemu w innych sytuacjach

Dzieci i nieostre zdjęcia

The screenshot displays the SARUAV software interface. On the left is a map with a green field and a blue path. A scale bar at the bottom right of the map indicates 10 m. In the top right corner of the map area are icons for a document with a pencil and a printer. On the right side is a 'PANEL WERYFIKACJI' (Verification Panel) with a table of image verification results. The table has three columns for status: a green checkmark, a red X, and a yellow question mark. Each row represents an image file, and each column contains three radio buttons for selection. The third row, corresponding to 'DJI_0064.JPG', is highlighted. Below the panel is a large aerial photograph showing a person in a blue shirt and white pants standing in a green field.

PANEL WERYFIKACJI		✓	✗	?
	DJI_0064.JPG	☐	☐	☐
	DJI_0064.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0064.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0065.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0065.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0065.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0065.JPG	☒	☐	☐
	DJI_0066.JPG	☒	☐	☐

Dorośli na zdjęciach o małej przejrzystości (chmury/mgła)



The map shows a green field labeled "Polana Iżerska" with a road "Droga Iżerska" and a stream "Urwale". Yellow markers indicate detected human figures. A scale bar shows 50 m. A magnifying glass icon is present.

PANEL WERYFIKACJI

	✓	✗	?
? q: 50.8781N λ: 15.3416E			
IMG_6067.JPG	☐	☐	☒
IMG_6317.JPG	☐	☐	☒
IMG_6666.JPG	☐	☐	☒
IMG_6666.JPG	☐	☐	☒
? q: 50.8774N λ: 15.3447E			
IMG_6773.JPG	☐	☐	☒
? q: 50.8776N λ: 15.3438E			
IMG_6773.JPG	☐	☐	☒



Dorośli na zdjęciach doświetlonych pokładową najaśnicą

The interface displays a map of a field labeled 'Lipowa' on the left. The map shows several yellow location markers and a scale bar indicating 10 meters. On the right, there is a 'PANEL WERYFIKACJI' (Verification Panel) with a list of image files and their verification status.

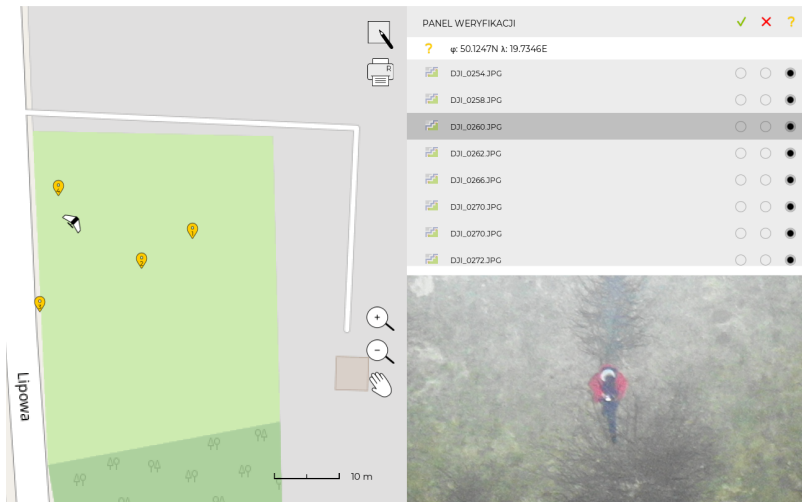
PANEL WERYFIKACJI

φ: 50.1247N λ: 19.7346E

DJI_0254.JPG	☐	☐	☒
DJI_0258.JPG	☐	☐	☒
DJI_0260.JPG	☐	☐	☒
DJI_0262.JPG	☐	☐	☒
DJI_0266.JPG	☐	☐	☒
DJI_0270.JPG	☐	☐	☒
DJI_0270.JPG	☐	☐	☒
DJI_0272.JPG	☐	☐	☒

Below the verification panel, a zoomed-in image shows a dark, textured surface with a small, bright, circular object in the center, likely a person's head or a small structure.

Dorośli na zdjęciach doświetlonych pokładową najaśnicą



The interface displays a map on the left and a verification panel on the right. The map shows a green field with several yellow location markers and a scale bar indicating 10 m. The label 'Lipowa' is visible on the left side of the map. The verification panel, titled 'PANEL WERYFIKACJI', lists several image files with their corresponding verification status (green checkmark, red X, or yellow question mark).

PANEL WERYFIKACJI

ψ: 50.1247N λ: 19.7346E

Image File	✓	✗	?
D3I_0254.JPG			
D3I_0258.JPG			
D3I_0260.JPG			
D3I_0262.JPG			
D3I_0266.JPG			
D3I_0270.JPG			
D3I_0270.JPG			
D3I_0272.JPG			

The bottom right corner shows a zoomed-in aerial view of a person in a red jacket and blue pants standing in a field.

Dorośli i dzieci stojące w płytkiej wodzie





Pozorant pod wodą

SARUAV - Mapa_2021_05_24_22-28-48

SARUAV

DETEKCJA

Współrzędne startu: 50.4690°N; 17.2769°E

Wskaz skalowanie zdjęć: 100m

Detekcja

Nowy lot

Mapa z detekcją ludzi (zaznaczone punkty zielone i żółte).

PANEL WERYFIKACJI

	✓	✗	?
YUN_0337.JPG	●	○	○
✓ 50.4706N x 17.2785E			
YUN_0360.JPG	●	○	○
YUN_0361.JPG	●	○	○
YUN_0384.JPG	●	○	○
? 50.4706N x 17.2790E			
YUN_0382.JPG	○	○	●
YUN_0363.JPG	○	○	●
✓ 50.4707N x 17.2796E			

STATUS

N: 50.4701 E: 17.2757

100 m

Obrazek z detekcją człowieka pod wodą.

Pozorant pod wodą

SARUAV - Mapa_2021_05_24_22-28-48

SARUAV

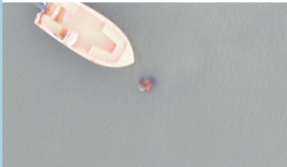
Współrzędne startu: Wskaź lokalizację zdjęć:

DETEKCJA



PANEL WERYFIKACJI

✓	q: 50.4686N x 17.2779E			
YUN_0335.3PG		●	○	○
YUN_0336.3PG		●	○	○
YUN_0343.3PG		●	○	○
✓	q: 50.4685N x 17.2781E			
YUN_0344.3PG		●	○	○
✓	q: 50.4708N x 17.2797E			
YUN_0352.3PG		●	○	○
YUN_0352.3PG		●	○	○



STATUS

N: 50.4721E: 17.2794

Osoby na łodzi

SARUAV - Mapa_2021_05_24_22-28-48



Współrzędne startu

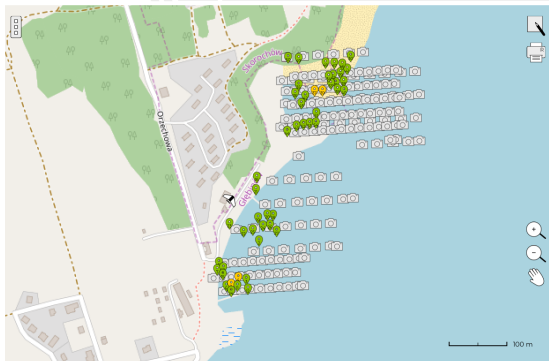
50.4690°N; 17.2769°E

Wskaz lokalizację zdjęć

Detekcja

CDANEKryzys_4

Nowy lot



STATUS

PANEL WERYFIKACJI

✓ 50.4686N i 17.2778E

YUN_0334.JPG

YUN_0335.JPG

✓ 50.4685N i 17.2775E

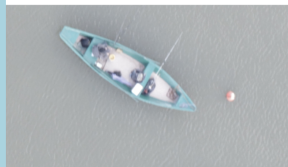
YUN_0334.JPG

YUN_0334.JPG

YUN_0334.JPG

✓ 50.4686N i 17.2779E

YUN_0335.JPG



N: 50.4720 E: 17.2794

- Jurecka M., Niedzielski T., 2017. A procedure for delineating a search region in the UAV-based SAR activities. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 8, 53–72.
- Niedzielski T., Jurecka M., Stec M., Wieczorek M., Miziński B., 2017. The nested k-means method: a new approach for detecting lost persons in aerial images acquired by unmanned aerial vehicles. *Journal of Field Robotics* 34, 1395–1406.
- Niedzielski T., Jurecka M., Miziński B., Remisz J., Ślopek J., Spallek W., Witek-Kasprzak M., Kasprzak Ł., Świerczyńska-Chłaściak M., 2018. A real-time field experiment on search and rescue operations assisted by unmanned aerial vehicles. *Journal of Field Robotics* 35, 906–920.
- Niedzielski T., Jurecka M., 2018. Can clouds improve the performance of automated human detection in aerial images? *Pure and Applied Geophysics* 175, 3343–3355.
- Jurecka M., Miziński B., Niedzielski T., 2019. Impact of boosting saturation on automatic human detection in imagery acquired by unmanned aerial vehicles. *Journal of Applied Remote Sensing* 13(4), 044525(1–16).

ISBN 978-83-62673-74-2

47

Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego 47

Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego

POSZUKIWANIE OSÓB ZAGINIONYCH W TERENACH OTWARTYCH Przegląd stosowanych metod

Mirosława Jurecka i Tomasz Niedzielski



Wrocław 2020

- Ochotnicza Straż Pożarna „Jarogniewice” w Zielonej Górze
→ województwo lubuskie.
- Jednostka Ratownictwa Specjalistycznego Ochotnicza Straż Pożarna w Głogowie
→ powiat głogowski wraz z sześcioma powiatami sąsiednimi.
- Grupa Bieszczadzka GOPR
→ ponad siedem powiatów na południowym-wschodzie Polski.
- OSP Stare Bielsko
→ część województwa śląskiego i małopolskiego.



Uniwersytet
Wrocławski



FLY
TECH
UAV





OSP KSRG Stare Bielsko

22 lutego

Ćwiczenia z poszukiwania osób zaginionych.

W dniu wczorajszym ćwiczyliśmy mapping przy użyciu drona wraz z oprogramowaniem Saruav i powiem krótko - PETARDA.

1. Etap użycie Drona

- teren 17 736 m2
- czas 6 minut 43 sekundy !!!
- ilość zdjęć 94

2. Etap analiza pod kątem osób w terenie

- użyto do tego oprogramowania SARUAV i w zaledwie 2 minuty system odnalazł osoby na tym terenie w formie zielonej pinezki.

3. Etap - weryfikacja odnalezionych osób

- o tym w osobnym poście.

<https://www.facebook.com/ospstarebielsko/posts/2821405624742500>

Dziękuję za uwagę!

Zapraszamy do lektury artykułu o systemie SARUAV, który ukaże się w najnowszym numerze miesięcznika Geodeta.

Kontakt:

Producent oprogramowania: info@saruav.pl

Dystrybutor: kontakt@aeromind.pl, +48 533 336 534