

ALGORYTMY OPTYMALIZACYJNE

ORAZ

SZTUCZNA INTELIGENCJA (SI)

W LOGISTYCE



otimo

Krzysztof Chaładyn
Wiceprezes Zarządu Otimo Sp. z o.o.

Inovatica
AGV

Bogumił Złęba,
Prezes Zarządu Inovatica AGV

Plan prezentacji

CZĘŚĆ 1:

- Otimo - krótko o nas
- Jakie procesy kosztują najwięcej w logistyce?
- Order Picking
- Last Mile

CZĘŚĆ 2:

- Inovatica AGV - krótko o nas
- Zjawisko emergencji
- Zastosowania SI w logistyce
- USE-CASE: Zastosowanie predykcji utrzymaniowej do autonomicznych wózków widłowych.
- Zastosowanie SI w technologii autonomicznych wózków widłowych - zagadnienie wykrywanie i lokalizowanie palet za pomocą technik uczenia maszynowego.
- Podsumowanie





otimo

Światowej klasy specjaliści w rozwiązywaniu problemów **OPTYMALIZACJI KOMBINATORYCZNEJ**



ZESPÓŁ EKSPERTÓW

Otimo to grupa naukowców akademickich, programistów i pasjonatów, którzy od wielu lat pracują w różnych obszarach związanych z optymalizacją kombinatoryczną.



UNIWERSALNE ROZWIĄZANIA

Tworzymy uniwersalne rozwiązania, które można zintegrować z każdym systemem. Nie ogranicza nas język programowania – zarówno w kontekście naszych bibliotek, jak i API.



ALGORYTMY BIJĄCE REKORDY

Nasze algorytmy osiągają jedne z najlepszych na świecie wyników dla zadanych problemów optymalizacyjnych i jak równy z równym rywalizują z algorytmami technologicznych gigantów z USA czy Chin.

Skupiamy się na obszarach związanych z szeroko rozumianą logistyką, gospodarką magazynową i transportem:



OPTYMALIZACJA WMS (np. Order picking, JSP)



OPTYMALIZACJA VRP (np. CVRP, VRPTW, VRPPD)



OPTYMALIZACJA APS

JAKIE PROCESY W LOGISTYCE

SAJĄ NAJBARDZIEJ KOSZTOWNE?



ORDER PICKING

54%

Kosztów operacyjnych magazynów
przypada na **proces kompletacji
zamówień (ang. order picking)**



LAST MILE DELIVERY

50%

Wszystkich kosztów związanych z
transportem towarów stanowi
ostatnia mila



CZYM JEST ORDER PICKING?

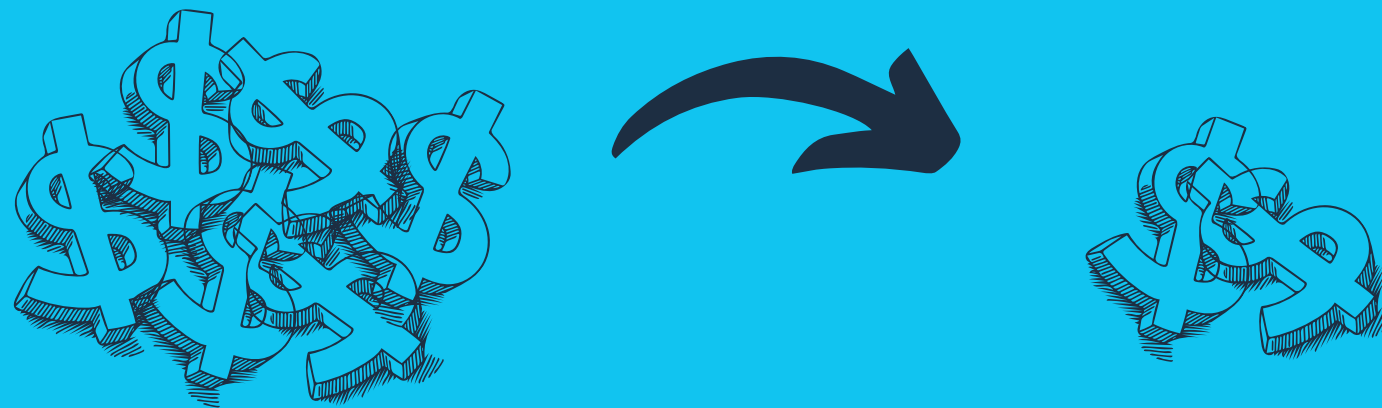
Order picking, czyli kompletacja zamówień to część procesu realizacji zamówienia, w ramach której poszczególne elementy przesyłki są gromadzone z różnych lokalizacji na magazynie, aby można je było zapakować i wysłać do klienta czy miejsca przeznaczenia.

CZYM JEST LAST MILE DELIVERY?

“Ostatnia mila” to ostatni etap podróży przesyłki z magazynu do rąk klienta, kiedy paczki docierają z magazynów centralnych do lokalnego huba, skąd są rozdzielane na poszczególne pojazdy/kurierów, aby dotrzeć do poszczególnych miejsc docelowych. Jest to kluczowy moment całego procesu dostawy,



**CO ZROBIĆ, ABY PROCESY TE
BYŁY MNIEJ KOSZTOWNE?**



Wdrożyć rozwiązania wykorzystujące

algorytmy optymalizacyjne



Jak algorytmy optymalizacyjne usprawniają **order picking**?

M.in. poprzez to, że:





Optymalizują ścieżki pickowania w sposób dostosowany do specyfiki działalności, wielkości magazynu, jego wyposażenia w systemy informatyczne, park maszynowy czy zasoby ludzkie.



Obsługują wszystkie metody order picking, w tym: Single Order Picking, Batch & Multi-batch Picking, Wave Picking, Zone Picking, Smart Picking / Autonomous Order Picking.



Optymalizują rozłożenie towarów na magazynie, podział na strefy oraz efektywne uzupełnianie zapasów na niskim i wysokim składzie.



Wyznaczają optymalne trasy dla wózków widłowych czy pojazdów AGV (Automated Guided Vehicle) tak, aby uniknąć kolizji i wydać jak najwięcej towaru z magazynu w jak najkrótszym czasie.



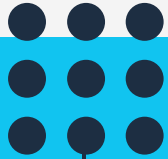
Uwzględniają czasy wahadeł (linehaul) oraz innych rodzajów transportu (problem last mile).



Stale ewaluują i aktualizują ścieżki pickowania oraz trasy dla pojazdów, aby wyeliminować błędy i dostosować się do zaistniałych zmian.



Są dostępne poprzez API (np. REST API), co zapewnia ich łatwą i szybką integrację z innymi rozwiązaniami i systemami IT.



***„W pickowaniu chodzi o
zminimalizowanie ilości czasu
straconego między pickowaniami”***

- Louis J. Cerny (Sedlak Supply Chain Consultants)

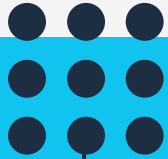


Co można dzięki temu uzyskać?

Zastosowanie algorytmów optymalizacyjnych może przynieść nawet

20% oszczędności...





W PROCESIE
ODPOWIEDZIALNYM ZA
PONAD 50%
KOSZTÓW OPERACYJNYCH
MAGAZYNU!





No dobrze, a jak algorytmy
optymalizacyjne usprawniają
procesy transportowe, a zwłaszcza
Last Mile Delivery?

M.in. poprzez to, że:





Obsługują różnych warianty optymalizacji VRP: Capacitated VRP, VRP with Time Windows, VRP with Pickup and Delivery, VRP with Bin Packing, Periodic VRP, VRP with loading constraints, Territory-based VRP, Time-dependant VRP czy Clustered VRP.



Minimalizują koszty Last Mile Delivery: zaawansowana optymalizacja VRP wyznaczy najbardziej efektywne czasowo oraz kosztowo marszruty i zniweluje liczbę opóźnionych lub niedostarczonych przesyłek, gdzie wymagana będzie ponowna próba doręczenia.



Redukują koszty paliwa i utrzymania pojazdów: dzięki algorytmom można znacznie skrócić łączną długość pokonywanych tras, a przez to zmniejszyć wydatki na paliwo i utrzymanie floty.



Lepiej wykorzystują posiadane zasoby: przypisanie dostawy do najbardziej odpowiednich kierowców i pojazdów dla każdego zamówienia, pozwala efektywniej wykorzystywać zasoby ludzkie oraz sprzętowe i w efekcie zwiększyć dzienną liczbę procesowanych zamówień.



Minimalizują park samochodowy: zakup nowych pojazdów nie musi być najlepszym sposobem na dostosowanie się do dużej liczby wysyłek i skrócenie okien dostaw – wystarczą do tego odpowiednie algorytmy zwiększające efektywność wykorzystywania posiadanej floty.



Redukują błędy: im mniej zaangażowania czynnika ludzkiego i im bardziej zaawansowane algorytmy, tym rzadsze i mniej znaczące błędy.



Są dostępne poprzez API: np. REST API, co zapewnia ich łatwą i szybką integrację z innymi rozwiązaniami i systemami IT.

Co można dzięki temu uzyskać?

Przykłady z całego świata (w tym z Polski) wskazują, że zastosowanie algorytmów optymalizacyjnych w Ostatniej Mili pozwala

zaoszczędzić do

20%

na przebiegu pojazdów

... i zwiększyć wydajność zamówień nawet o

100%

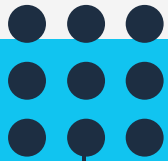
bez zwiększania floty



Czy zatem warto wdrażać w systemach
logistycznych

algorytmy
optymalizacyjne ?





Moim zdaniem pytanie nie brzmi
“**czy?**” ale “**kiedy?**”
każdy operator logistyczny
będzie ich używał.



Dziękuję za uwagę



Krzysztof Chaładyn

*Wiceprezes Zarządu
Otimo Sp. z o.o.*

www.otimo.pro





Inovatica

AGV

AUTONOMICZNE WÓZKI WIDŁOWE



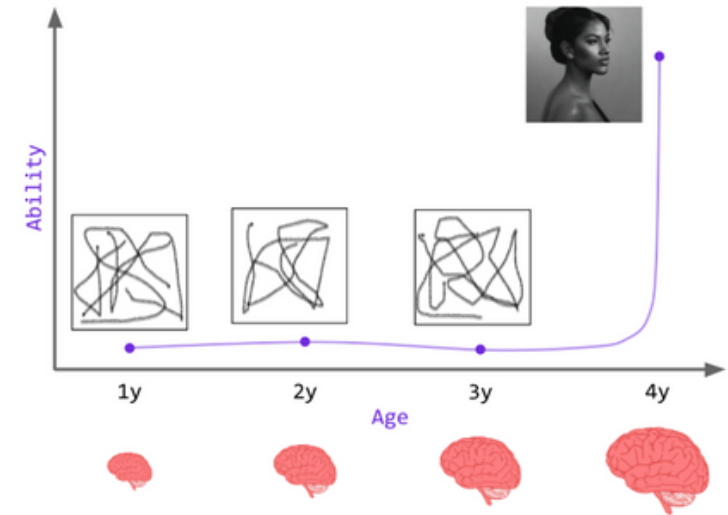
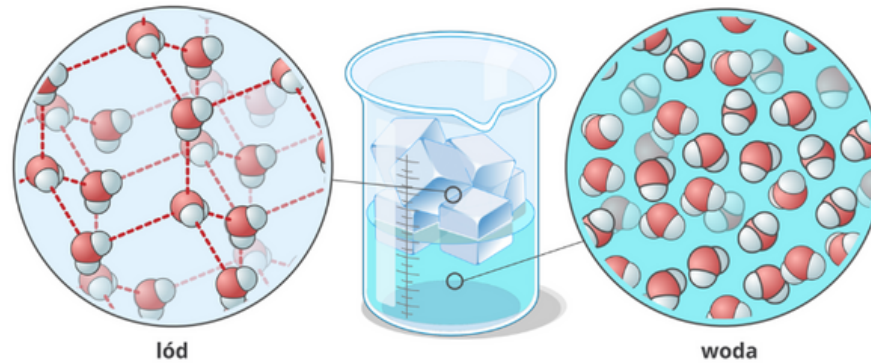
Bogumił Zięba

CEO
Inovatica AGV

agv.inovatica.pl



ZJAWISKO EMERGENCJI



Złożone zachowanie systemów SI

Samoczenie się i adaptacja

Samoczenie się i adaptacja

Ewolucja architektur i algorytmów



ZASTOSOWANIA SI W LOGISTYCE



**Prognozowanie
Popytu**



**Dynamiczne
Uzupełnianie
Zapasów**



**Prognozowanie
Utrzymania**



**Optymalizacja
Sieci Łańcucha
Dostaw**



**Automatyzacja
Magazynowania**



**Optymalizacja
Tras i Zarzą-
danie Flotą**



**Autonomiczne
Przewożenie**



**Dostawa
Dronami**



ZASTOSOWANIA SI W LOGISTYCE



Wykrywanie
Anomali



Przetwarzanie
Dokumentów



Chatboty i
Agenci Wirtualni



Analiza Łańcucha
Dostaw



Dynamiczne
Wyceny



Robotyka
Magazynowa



Wizualna
Inspekcja Jakości



USE-CASE

Zastosowanie predykcji utrzymaniowej do autonomicznych wózków widłowych.

Problem do rozwiązania: potencjalne awarie robotów AMR/AGV (autonomicznych wózków widłowych), powodujące przestoje i brak realizowania procesu transportu wewnętrznego.

Rozwiązanie problemu: zastosowanie predykcji utrzymaniowej do systemu autonomicznych wózków widłowych.



UNIKANIE AWARII



MINIMALIZACJA PRZESTOJÓW



OPTYMALIZACJA KOSZTÓW

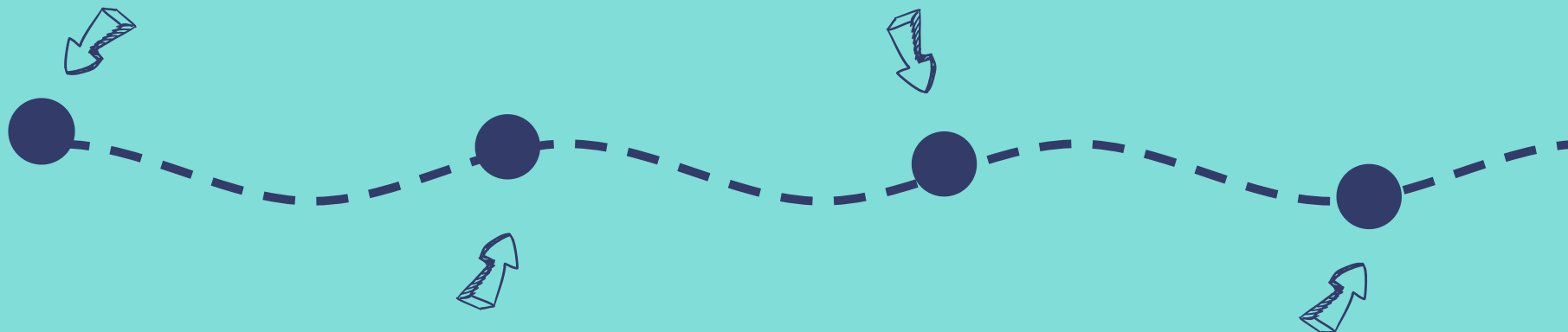


USE-CASE

Zastosowanie predykcji utrzymaniowej do autonomicznych wózków widłowych.

Krok 1: Wybrano i przygotowano zestaw danych treningowych

Krok 3: Trenowanie algorytmu do tworzenia modelu



Krok 2: Wybrano odpowiedni algorytm sieci i technologię

Krok 4: Wdrożenie i ulepszenie modelu



USE-CASE

Wybrane dane - krok 1

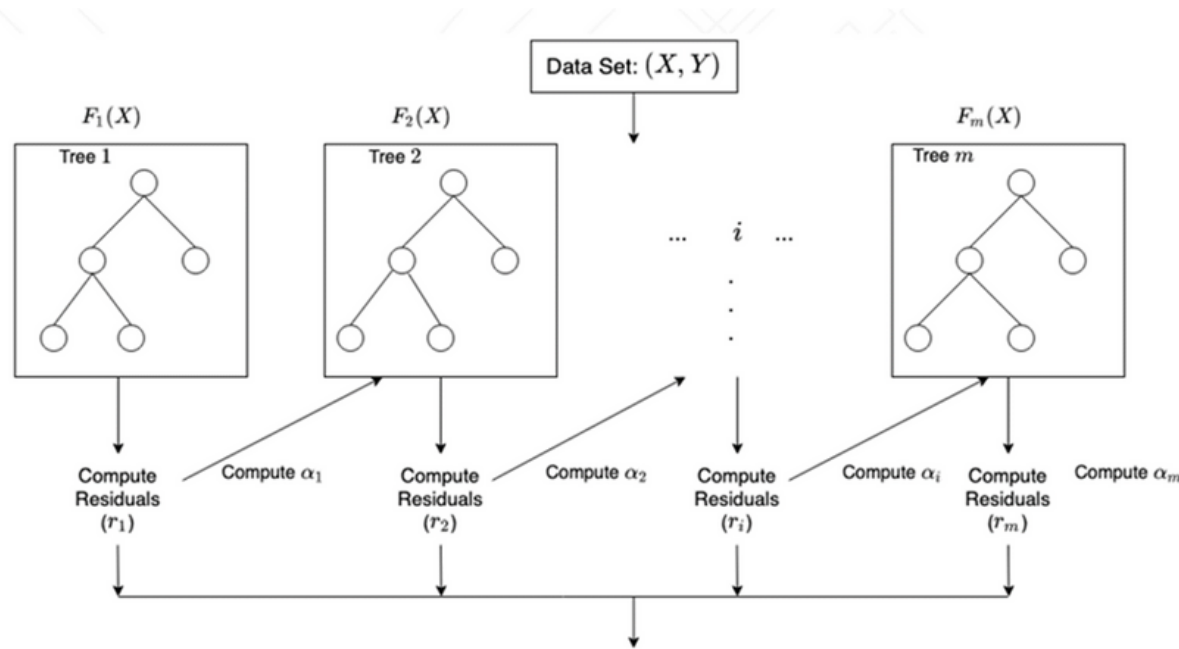
Podzbiorem szkoleniowym były następujące dane:

- Liczba motogodzin przejechanych przez robot ogółem. Zakres: 0-10 lat pracy
- Liczba motogodzin przejechanych przez wózek od ostatniego serwisu. Zakres: 0-12 miesięcy == 0-252 dni robocze == 0 - (252*16h) == 0-4032 mth
- Liczba wstrząsów i ich siła od ostatniego serwisu.
- Średnia waga przewożonego ładunku na motogodzinę. Zakres: 0-2000kg
- Liczba cykli ładowania baterii na mth. Szacowana wartość: 0-4 na jedną zmianę (8h).

Motogodziny	Motogodziny od ostatniego serwisu	Wstrząsy	Średnia waga ładunku	Cykle ładowania baterii
6702	2321	89	1324	3
5084	1246	145	1750	2
8493	3987	76	1412	4
3675	562	103	1987	1
9261	3012	54	1765	3
...

USE-CASE

Wybrane dane - krok 2



$$F_m(X) = F_{m-1}(X) + \alpha_m h_m(X, r_{m-1}),$$

where α_i , and r_i are the regularization parameters and residuals computed with the i^{th} tree respectively, and h_i is a function that is trained to predict residuals, r_i using X for the i^{th} tree. To compute α_i we use the residuals computed, r_i and compute the following: $arg \min_{\alpha} \sum_{i=1}^m L(Y_i, F_{i-1}(X_i) + \alpha h_i(X_i, r_{i-1}))$ where $L(Y, F(X))$ is a differentiable loss function.

Schemat jak działa podbijanie drzewa gradientu w rozwiązaniu XGBoost.

Realizowane w ten sposób automatyczne dostrajanie modelu (tzw. strojenie hiperparametrów), znajduje najlepszą wersję modelu, uruchamiając wiele zadań, które testują zakres hiperparametrów w zestawach danych do trenowania i walidacji. Automatyczne dostrajanie modelu przeszukuje wybrane hiperparametry w celu znalezienia kombinacji wartości, których wynikiem jest model optymalizujący prognozę jaka jest finalnie przedstawiana klientom

USE-CASE

Wybrane dane - krok 4

Ostatnim krokiem było użycie modelu z nowymi danymi i poprawa dokładności oraz skuteczności w czasie.

Czas	Uszkodzenie skrzyni sterowniczej	Uszkodzenie lasera nawigacyjnego	Uszkodzenie laserów bezpieczeństwa	Uszkodzenie czujników na końcach wideł
00:00	0.965	0.975	0.982	0.990
01:00	0.970	0.990	0.985	0.996
02:00	0.975	0.997	0.991	0.999
03:00	0.980	0.980	0.995	0.998
04:00	0.985	0.985	0.997	0.991
...

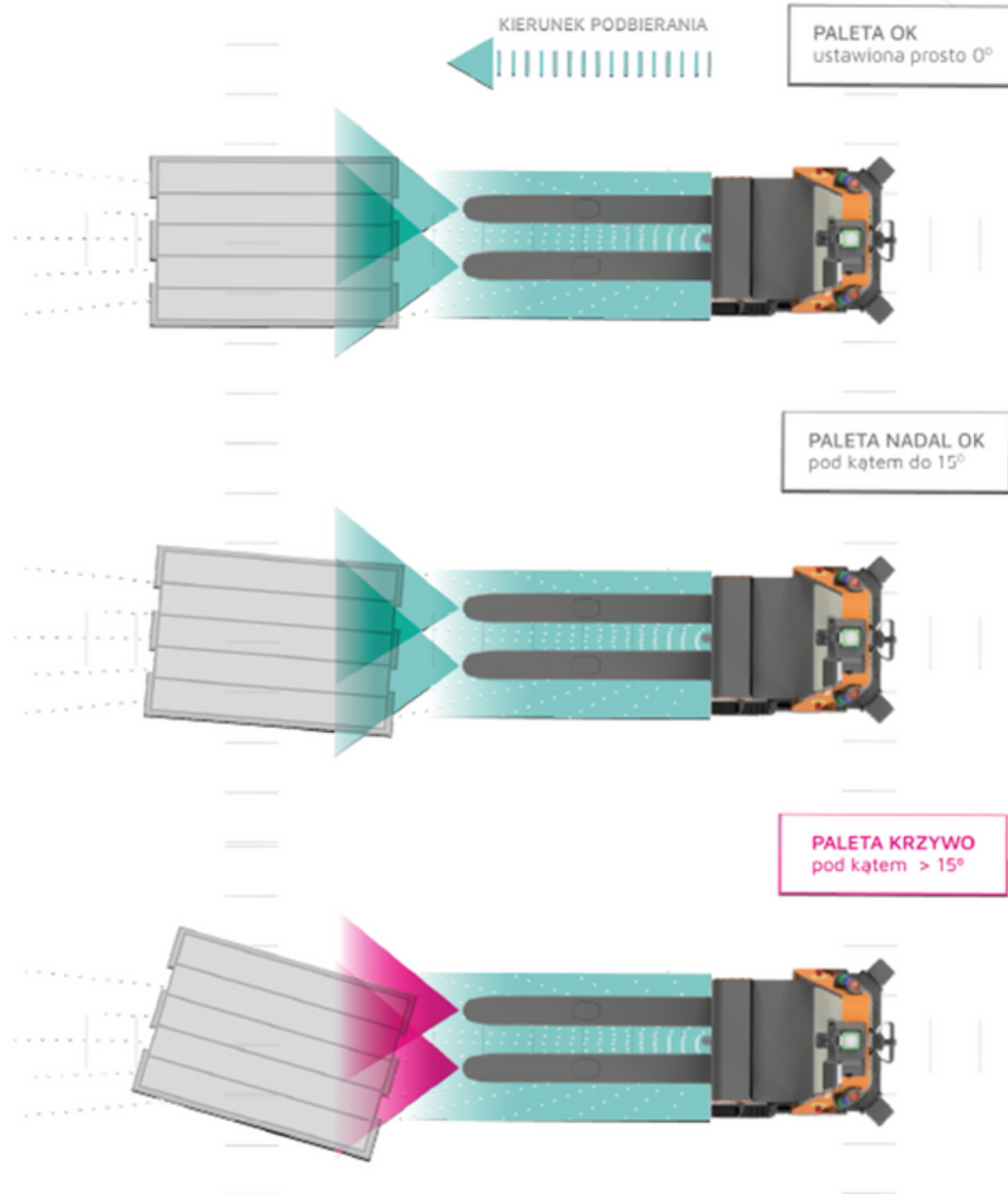


Zastosowanie SI w technologii autonomicznych wózków widłowych - zagadnienie wykrywanie i lokalizowanie palet za pomocą technik uczenia maszynowego.

Problem: nierówno ułożone palety w gniazdach paletowych.

Rozwiązanie problemu: Zastosowanie wizji AI w technologii autonomicznych wózków widłowych - zagadnienie wykrywanie i lokalizowanie palet za pomocą technik uczenia maszynowego.





W badaniu eksplorowano wykrywanie i lokalizowanie palet przy wykorzystaniu technik uczenia maszynowego opartych na dalmierzu laserowym 2D (lidar).

Detekcja palet:

- Pierwszy etap obejmuje detekcję palet, gdzie zastosowano kaskadowy detektor Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN), połączony z klasyfikatorem opartym na CNN.

- Faster R-CNN służy do identyfikacji potencjalnych obszarów zawierających palety, a następnie klasyfikuje je jako palety lub tło.





PODSUMOWANIE

- Istnieje **bardzo dużo zastosowań SI w logistyce.**
- Dostępnych jest mnóstwo technik uczenia maszynowego w oparciu o **gotowe oprogramowanie.**
- Kluczowe są **dane uczące.**
- **REWOLUCJA / EMERGENCJA**
- **Nie możemy zostawać w tyle,** bo “żyjemy” w nowym świecie - po etapie emergencji SI.

Dziękuję za uwagę



Bogumił Zięba

*CEO
Inovatica AGV*

agv.inovatica.pl



Zapraszamy do kontaktu:



www.otimo.pro

Inovatica
AGV

agv.inovatica.pl