

Adaptacyjna, czasowo-przestrzenna metoda klasteryzacji do klasyfikacji kosztów pracy w przemyśle wytwórczym

Jakub Baran
Meritus Systemy Informatyczne Sp. z o.o.

Szkoła Główna Handlowa
Warszawa, 03.02.2021

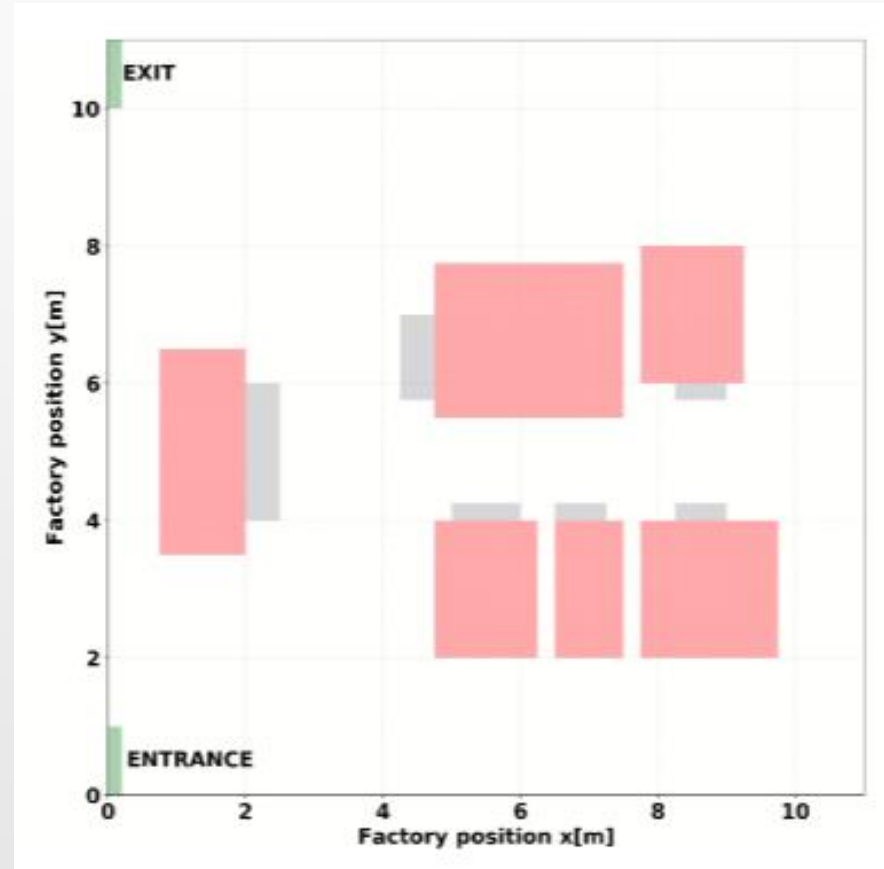
1. Idea projektu
2. Środowisko symulacyjne
3. Przygotowane scenariusze
4. Algorytm ASTC (ang. *Adaptive Spatio-Temporal Clustering method*)
5. Wyniki
6. Konkluzje
7. Plany na przyszłość

IDEA PROJEKTU

Opracowanie metody pozwalającej w sposób automatyczny przyporządkowywać pracowników do pracy przy maszynach na podstawie odczytów z czujników geolokalizacyjnych.

Pozwoli to przedsiębiorcom na optymalizację kosztów produkcji oraz lepsze wyorzystanie zasobów ludzkich.

- Zaimplementowane w Python
- Wykorzystujące metody Monte Carlo
- Uwzględnia odczyt czujników geolokalizacyjnych (maszyny oraz pracownicy) oraz prądowych (maszyny)
- Generyczne, pozwala w prosty sposób opisać plan fabryki
- Uwzględnia niedokładność oraz różną częstotliwość odczytu czujników geolokalizacyjnych oraz długość kroku pracownika

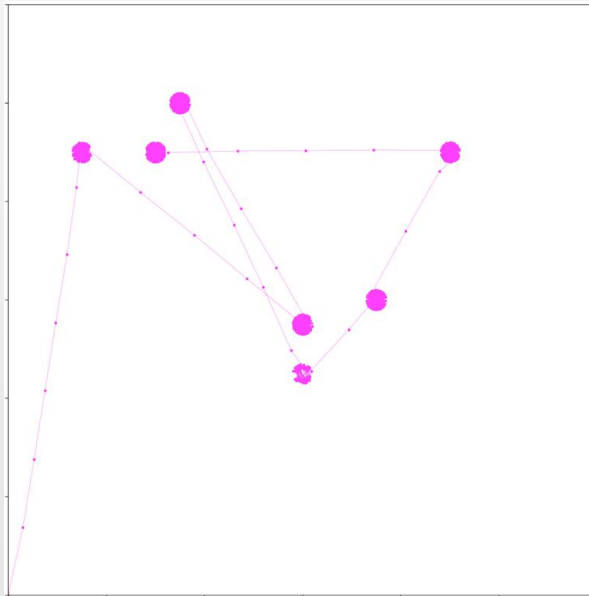


Rys. 1. Wizualizacja jednego z symulowanych przypadków testowych

PRZYGOTOWANE SCENARIUSZE

Scenariusz I

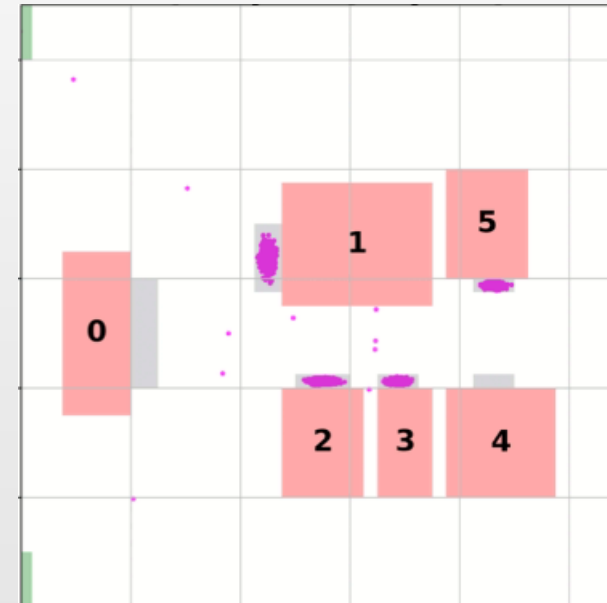
- 7 maszyn
- Odczyt co 10 sekundy
- 50 pracowników
- Praca przy wszystkich maszynach



Rys. 2. Przykładowa ścieżka poruszania się pracownika podczas 8-godzinnej zmiany dla scenariusza I

Scenariusz II

- 6 maszyn
- Odczyt co 2 sekundy
- 10 pracowników
- Praca przy losowych maszynach



Rys. 3. Przykładowa ścieżka poruszania się pracownika podczas 8-godzinnej zmiany dla scenariusza II

Wersja I

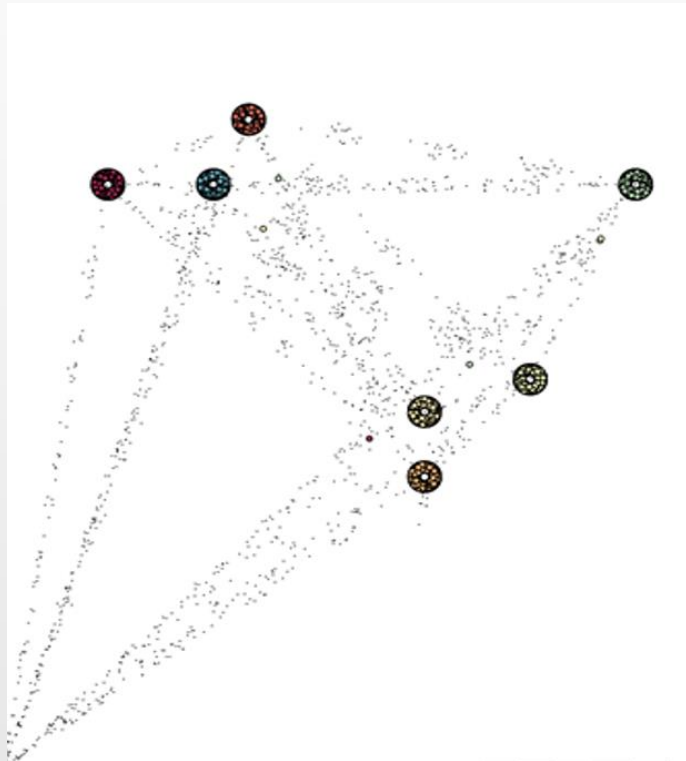
- Historia poruszania się pracownika na przestrzeni ostatnich 20 odczytów
- Tworzenie klastrów i przyporządkowanie do maszyny
 - Ścieżki traktowane jako szum
- Zdefiniowane parametry (dla odczytu co 10 sekund):
 - Liczba sąsiadów: 1
 - Dystans do sąsiada: 8.5 m

Wersja II (Work In Progress)

- Historia poruszania się pracownika na przestrzeni ostatnich 20 odczytów
- Tworzenie klastrów i przyporządkowanie do maszyny
 - Ścieżki uwzględnione w klastrach
- Zdefiniowane parametry (dla odczytu co 2 sekundy):
 - Liczba sąsiadów: 4
 - Dystans do sąsiada: 1.12 m

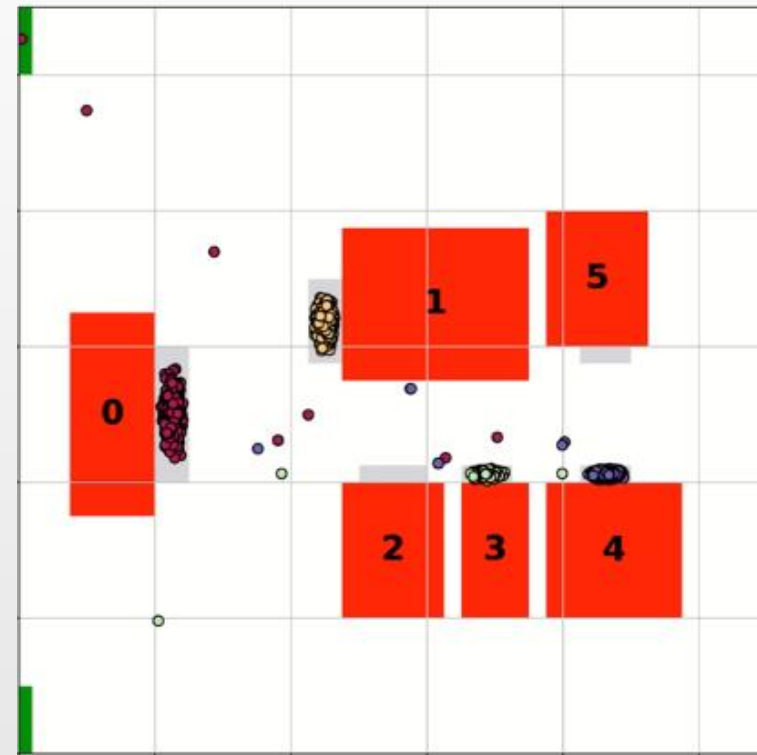
ALGORYTM ASTC

Wersja I



Rys. 4. Ścieżki poruszania się wszystkich 50 pracowników oraz klasteryzacja dla scenariusza I

Wersja II (WIP)



Rys. 5. Przykładowa ścieżka i klasteryzacja poruszania się pracownika podczas 8-godzinnej zmiany dla scenariusza II

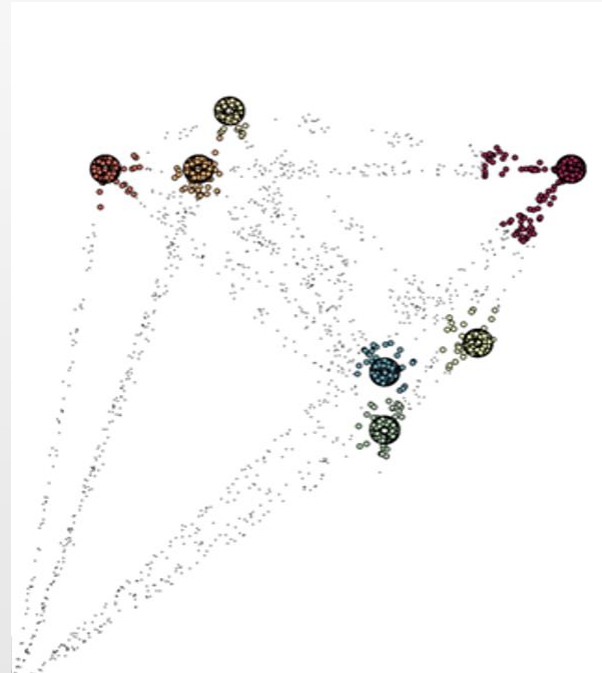
Wersja I (42th HICSS Conference Proceedings)

DBSCAN



Rys. 6. Wyniki klasteryzacji dla algorytmu DBSCAN

HDBSCAN



Rys. 7. Wyniki klasteryzacji dla algorytmu HDBSCAN

OPTICS



Rys. 8. Wyniki klasteryzacji dla algorytmu OPTICS

ASTC



Rys. 9. Wyniki klasteryzacji dla algorytmu ASTC

Wersja I (42th HICSS Conference Proceedings)

Metric/Algorithm	DBSCAN	HDBSCAN	OPTICS	ASTC
TP	142838	142838	142838	142718
TN	1474	1303	1464	1576
FP	109	280	119	7
FN	0	0	0	120
Specificity	0.931	0.823	0.925	0.996
Sensitivity TPR	1.000	1.000	1.000	0.999
Precision	0.999	0.998	0.999	1.000
Recall R	1.000	1.000	1.000	0.999
F1 score	0.99962	0.99902	0.99958	0.99956

Tabela 1. Metryki wyliczone dla poszczególnych algorytmów

	DBSCAN	HDBSCAN	OPTICS	ASTC
Czas działania algorytmu [s]	8	14	170	33
Pamięć RAM [GB]	0.5	3	3	0.03

Tabela 2. Czas działania oraz zużycie pamięci RAM dla poszczególnych algorytmów

Wersja II (WIP)

Dokładność klasyfikacji: **99.951%** (dla wszystkich 10 pracowników)

Ze względu na fakt, iż w tej wersji algorytmu ścieżki klasyfikowane są do klastrów a nie oznaczane jako tło, brak możliwości porównania z powyższymi algorytmami

1. Opracowany algorytm (I oraz II wersji) w warunkach symulacyjnych osiąga bardzo dobre wyniki.
2. Porównanie I wersji algorytmu z innymi dostępnymi algorytmami uczenia maszynowego wskazuje na zbliżone wyniki dokładności szczególnie pomiędzy metodą DBSCAN jak i ASTC.
3. II wersja algorytmu ASTC osiąga znakomite wyniki klasteryzacji odczytów z czujników geolokalizacyjnych pracowników.
4. Niezbędne jest przetestowanie algorytmu w warunkach rzeczywistych.

PLANY NA PRZYSZŁOŚĆ

1. Implementacja anomalii w poruszaniu się pracowników w środowisku symulacyjnym.
2. Przetestowanie systemu w warunkach produkcyjnych.
3. Poszerzenie analizy II wersji algorytmu pod kątem publikacji.
4. Przygotowanie artykułu do publikacji w IEEE Access (IF = 3.745, PM=100) ulepszonej II wersji algorytmu ASTC.

PODZIĘKOWANIA

Projekt został przygotowany w ramach projektu „Opracowanie innowacyjnego produktu i technologii obejmujących inteligentne algorytmy, oprogramowanie oraz sensory do automatycznego alokowania przyczynowo-skutkowego kosztów z zastosowaniem nowoczesnego rachunku kosztów (NRK) w podmiotach o wysokim poziomie skomplikowania procesów technologicznych” dotyczy Umowy o dofinansowanie nr POIR.01.01.01-00-0924/17-00, w ramach Działania POIR.01.01.00.