

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

GŁĘBOKIE UCZENIE I INTELIGENCJA OBLICZENIOWA

AUTOMATYKA I ROBOTYKA II STOPIEŃ

2019/2020

---

# Optymalizacja fabryki z wykorzystaniem algorytmu immunologicznego (selekcji klonalnej)

---

*Skład zespołu:*

Artur Bauer  
Kamil Szostek  
Sławomir Goździewski  
Wiktor Filipiak

*Opiekun:*

dr hab. inż. Joanna Kwiecień

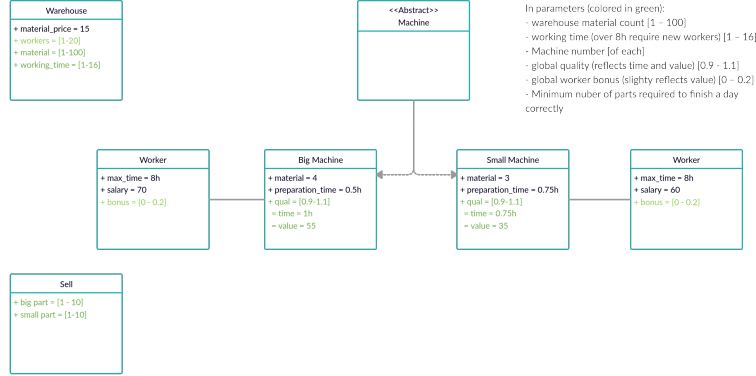
Złożono: 1 kwietnia 2020

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
1.1	Model fabryki . . . . .	2
1.1.1	Funkcja celu fabryki: . . . . .	2
1.1.2	Kara . . . . .	2
1.1.3	Liczba pracowników . . . . .	3
1.1.4	Maksymalna ilość elementów . . . . .	3
1.1.5	Rzeczywisty czas pracy maszyny na 1 produkt . . . . .	3
1.2	Parametry modelu . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Badany problem</b>	<b>3</b>
2.1	Przegląd literatury . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Diagram UML fabryki</b>	<b>4</b>

# 1 Wstęp

## 1.1 Model fabryki



Rysunek 1: Factory scheme

### 1.1.1 Funkcja celu fabryki:

$$Income = \sum_{i=1}^{n_p} (p_i * (v_i - m_i * m_p)) - (1 + b_i) * \sum_{i=1}^{n_w} (w_i * s_i * t_{wi}) - m_r * m_p - punish$$

Gdzie:

- $n_p$  – ilość rodzajów części
- $p_i(n_m)$  – ilość wyprodukowanych części i-tego typu
- $v_i(v_{bi}, t_{wi}, t_{bi}, w_q)$  – wartość części i-tego typu
- $m_i$  – liczba surowca potrzebna do wytworzenia elementu i-tego typu
- $m_p$  – cena surowca
- $n_w$  – liczba rodzajów pracowników
- $w_i$  – liczba pracowników i-tego rodzaju
- $s_i$  – wypłata pracownika i-tego rodzaju
- $b$  – premia pracownicza
- $m_r(p_i, n_m)$  – pozostały materiał
- $p_{i_{min}}$  – minimalna ilość elementów do wytworzenia i uniknięcia kary
- $p_{i_{max}}$  – maksymalna ilość wytworzonych elementów
- $n_m$  – liczba surowca na początek dnia

### 1.1.2 Kara

$$punish = p_{un} * \sum_{i=1}^{n_p} (p_{num_i}) * v_i$$

$$p_{num_i} = \begin{cases} 0 & \text{if } p_{i_{min}} - p_i \leq 0 \\ p_{i_{min}} - p_i & \text{if } p_{i_{min}} - p_i > 0 \end{cases}$$

Gdzie:

- $p_{un}$  – współczynnik kary
- $p_{num_i}(p_{i_{min}}, p_i)$  – liczba elementów i-tego typu dla których naliczana jest kara

### 1.1.3 Liczba pracowników

Liczba pracowników i-tego typu jest równa ilości maszyn i-tego typu:

$$n_p = n_w$$

### 1.1.4 Maksymalna ilość elementów

Niezbędna ilość elementów i-tego typu:

$$\sum_{i=1}^{n_p} p_{i_{max}} * m_i < n_m$$

### 1.1.5 Rzeczywisty czas pracy maszyny na 1 produkt

$$t_{wi} = t_{pi} + p_i * t_{bi}$$

## 1.2 Parametry modelu

Parametr	oznaczenie	wartość
Ilość surowców	$n_m$	$[x - 100]$
Koszt surowca	$m_p$	15
Czas pracy	$t_f$	$[1 - 16]$
Minimalna ilość dużych części	$p_{0_{min}}$	$[0 - 10]$
Minimalna ilość małych części	$p_{1_{min}}$	$[0 - 10]$
Wypłata operatora dużej maszyny	$s_0$	70
Wymagana ilość materiału na duży element	$m_0$	4
Czas przygotowania dużej maszyny	$t_{p0}$	30 min
Wartość dużego elementu	$v_{b0}$	50
Podstawowy czas pracy na duży element	$t_{b0}$	1h
Liczba dużych maszyn	$c_0$	$[0 - 10]$
Wypłata operatora małej maszyny	$s_1$	60
Ilość surowca na mały element	$m_1$	3
Czas przygotowania małej maszyny	$t_{p1}$	45 min
Wartość małego elementu	$v_{b1}$	35
Czas wytworzenia małego elementu	$t_{b1}$	45 min
Ilość małych maszyn	$c_1$	$[0 - 10]$
Maksymalny czas pracy pracownika	$t_w$	8h
Bonus pracowniczy	b	$[0.0 - 0.2]$
Współczynnik kary	$p_{un}$	1.5

Gdzie:

- $x$  – ilość wymaganych elementów \* koszt części
- Parametry wejściowe podane są w kwadratowych nawiasach
- Pracownik jest zatrudniony na pełen etat (8h płacone z góry)
- Pierwsza i druga zmiana są identyczne w ilość i rodzaj maszyn i pracowników
- Rezerwujemy surowce na wymagane elementy
- Wszystkie elementy ponad wymaganą liczbę są eksta dochodem

## 2 Badany problem

### 2.1 Przegląd literatury

Artykuł dotyczy algorytmu selekcji klonalnej stosowanej do optymalizacji w elektromagnetyce. Autorzy prezentują ich własną koncepcję kodowanego algorytmu selekcji klonalnej, który może zostać użyty w elektromagnetycznej optymalizacji projektu, a także sposób działania algorytmu dla problemu "The TEAM Workshop problem 22".[1].

Artykuł przedstawia zastosowanie sztucznego systemu immunologicznego w aplikacji przemysłowej. Na podstawie parametrów obróbki (siła, moment, itp.) oraz zakłócenia (wibracje, itp.) autorzy wykrywają uszkodzenie narzędzia. Wykorzystywany jest algorytm sztucznego systemu immunologicznego wykorzystuje do działania algorytm selekcji negatywnej [2].

Artykuł przedstawia użycie algorytmów sztucznych systemów immunologicznych w przemyśle. Porównuje on algorytmy sztucznej inteligencji z algorytmem klonowania do algorytmu z mechanizmem uczenia społecznego. Zmieniając wzmocnienie, czas zdwojenia oraz czas wyprzedzenia dobierają one nastawy regulatora PID [6].

Artykuł dotyczy algorytmu selekcji klonalnej opartego na algorytmach memetycznych stosowanego do problemów planowania zadań. Autorzy skupili się na poprawie eksploracji i eksploatacji przy użyciu algorytmu selekcji klonalnej. W artykule przedstawiono użycie selekcji klonalnej do skonstruowania ewolucyjnego mechanizmu wyszukiwania wykorzystywanego do eksploracji.[8].

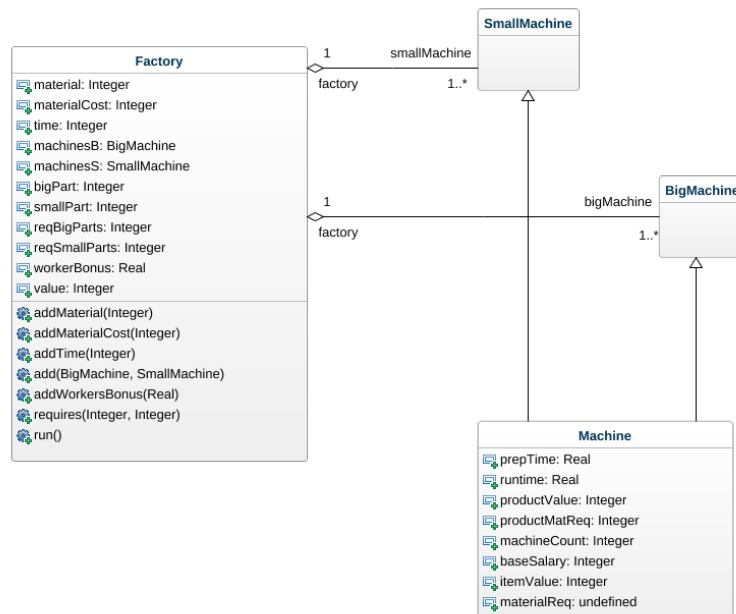
Artykuł przedstawia użycie Algorytmu Selekcji Klonalnej w zastosowaniach inżynierskich. Opisane w nim jest działanie algorytmu od strony teoretycznej, a także działanie zaimplementowanego przez autorów algorytmu przy rozwiązywaniu trzech różnych problemów: binarnego rozpoznawania znaków, wielomodalnej optymalizacji funkcji -  $f(x, y) = x \cdot \sin 4\pi x - y \cdot \sin 4\pi y + \pi + 1$  i problemu komiwojażera dla 30 miast [3].

Artykuł przedstawia użycie Algorytmu Selekcji Klonalnej do optymalizacji ułożenia terenu budowy. Zaprezentowany algorytm minimalizuje koszty produkcji i dystans przebyty pomiędzy n obiektami zaprezentowanymi za pomocą macierzy permutacji o wymiarach  $n \times n$  [7].

Artykuł przedstawia działanie sztucznego systemu immunologicznego (AIS) w przypadku rozwiązania pojemnościowego problemu marszrutyzacji. Celem było znalezienie odpowiedniego zestawienia parametrów algorytmu selekcji klonalnej w celu rozwiązania problemu poprzez podejście eksperymentalne. W artykule oprócz działania AIS, opisano także działanie innych metod rozwiązujących dwadzieścia instancji problemu i przedstawiono wyniki pod względem jakości rozwiązań oraz wykorzystanego czasu obliczeniowego [5].

Artykuł dotyczy zastosowania algorytmu selekcji klonalnej w celu określenia optymalnych punktów pracy w niskonapięciowych, hybrydowych mikrosieciach AC/DC. Celem było zminimalizowanie strat mocy czynnej, kosztów eksploatacji oraz optymalizacja napięcia węzłowego [4].

### 3 Diagram UML fabryki



Rysunek 2: Diagram UML

## Bibliografia

- [1] F. Campelo i in. “A clonal selection algorithm for optimization in electromagnetics”. W: *IEEE Transactions on Magnetics* 41.5 (2005), s. 1736–1739.
- [2] Dipankar Dasgupta i Stephanie Forrest. “Artificial immune systems in industrial applications”. W: *Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Processing and Manufacturing of Materials. IPMM’99 (Cat. No. 99EX296)*. T. 1. IEEE. 1999, s. 257–267.
- [3] Leandro De Castro i Fernando Von Zuben. “The Clonal Selection Algorithm with Engineering Applications 1”. W: (sty. 2000).
- [4] Łukasz Rokicki. “The application of the CLONALG algorithm in the process of optimal operation control of hybrid AC/DC low voltage microgrid”. W: *E3S Web of Conferences* 84 (sty. 2019), s. 02011. DOI: 10.1051/e3sconf/20198402011.
- [5] Warattapop Thapatsuwan, Pupong Pongcharoen i Peeraya Thapatsuwan. “Clonal Selection of Artificial Immune System for Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem”. W: *Journal of Next Generation Information Technology* 4 (maj 2013), s. 167–179. DOI: 10.4156/jnit.vol4.issue3.20.
- [6] Mingan Wang i in. “An Artificial Immune System Algorithm with Social Learning and Its Application in Industrial PID Controller Design”. en. W: *Mathematical Problems in Engineering* 2017 (2017), s. 1–13. ISSN: 1024-123X, 1563-5147. DOI: 10.1155/2017/3959474. URL: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2017/3959474/> (term. wiz. 25.03.2020).
- [7] Xi Wang i in. “Application of Clonal Selection Algorithm in Construction Site Utilization Planning Optimization”. W: *Procedia Engineering* 145 (2016). ICSDEC 2016 – Integrating Data Science, Construction and Sustainability, s. 267 –273. ISSN: 1877-7058. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.073>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816300789>.
- [8] Jin-hui Yang i in. “Clonal selection based memetic algorithm for job shop scheduling problems”. W: *Journal of Bionic Engineering* 5.2 (2008), s. 111–119.