

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

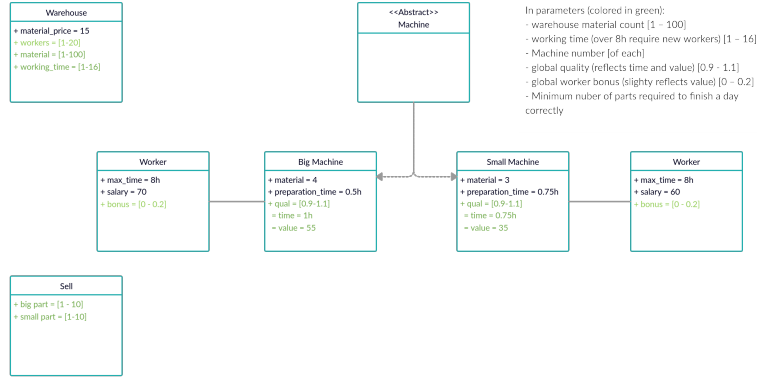
Złożono: 1 kwietnia 2020

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
1.1	Model fabryki . . . . .	2
1.1.1	Funkeja 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: Schemat fabryki

### 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 czystym dochodem

## 2 Badany problem

### 2.1 Przegląd literatury

This article is about the Clonal Selection Algorithm used for Optimalization in Electromagnetics. The authors present their own concept of real-coded clonal selection algorithm that can be used in electromagnetic design optimization. The article describes in detail all the algorithm parameters as well as the operation of the algorithm for "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].

This article is about the Clonal Selection Based Memetic Algorithm for Job Shop Scheduling Problems. The authors' goal was to improve exploration and exploitation using a clonal selection algorithm. The article presents the use of clonal selection to construct an evolutionary search mechanism that is used for exploration[8].

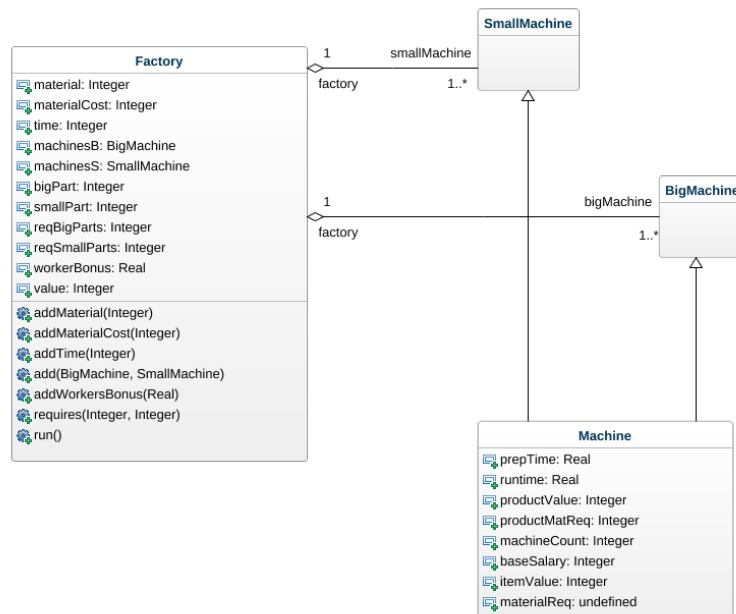
Artykuł przedstawia użycie Algorytmu Selekcji Klonalnej w zastosowaniach inżynierskich. Opisane w nim jest działanie algorytmu od strony teoretycznej, a także działanie zaimplementowanego przez autorów algorytmu przy rozwiązywaniu trzech różnych problemów: binarnego rozpoznawania znaków, wielomodalnej 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.