

Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
ТЕФ, кафедра АПЕПС

Використання генетичних алгоритмів для вирішення задачі балансування складальної лінії

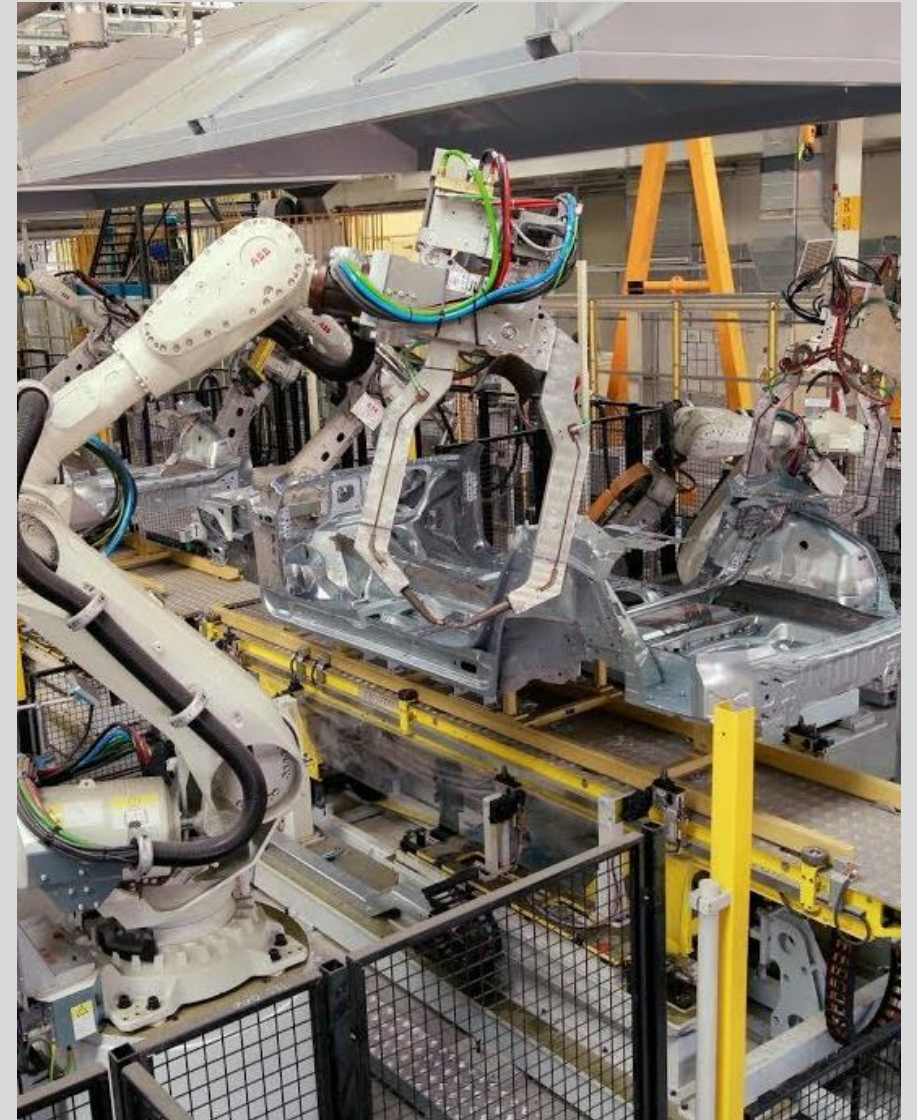
студент: Пругло М.О., ТВ-71мп
керівник: к.т.н, доцент Кублій Л.І.

Актуальність

Перехід до середньо- і дрібносерійного виробництва

Ключова проблема – підвищення гнучкості виробничої системи (зокрема, максимально можливе скорочення термінів підготовки виробництва та ефективна організація виробничого процесу)

Задача балансування складальної лінії полягає в знаходженні оптимального розподілу навантаження робочих станцій



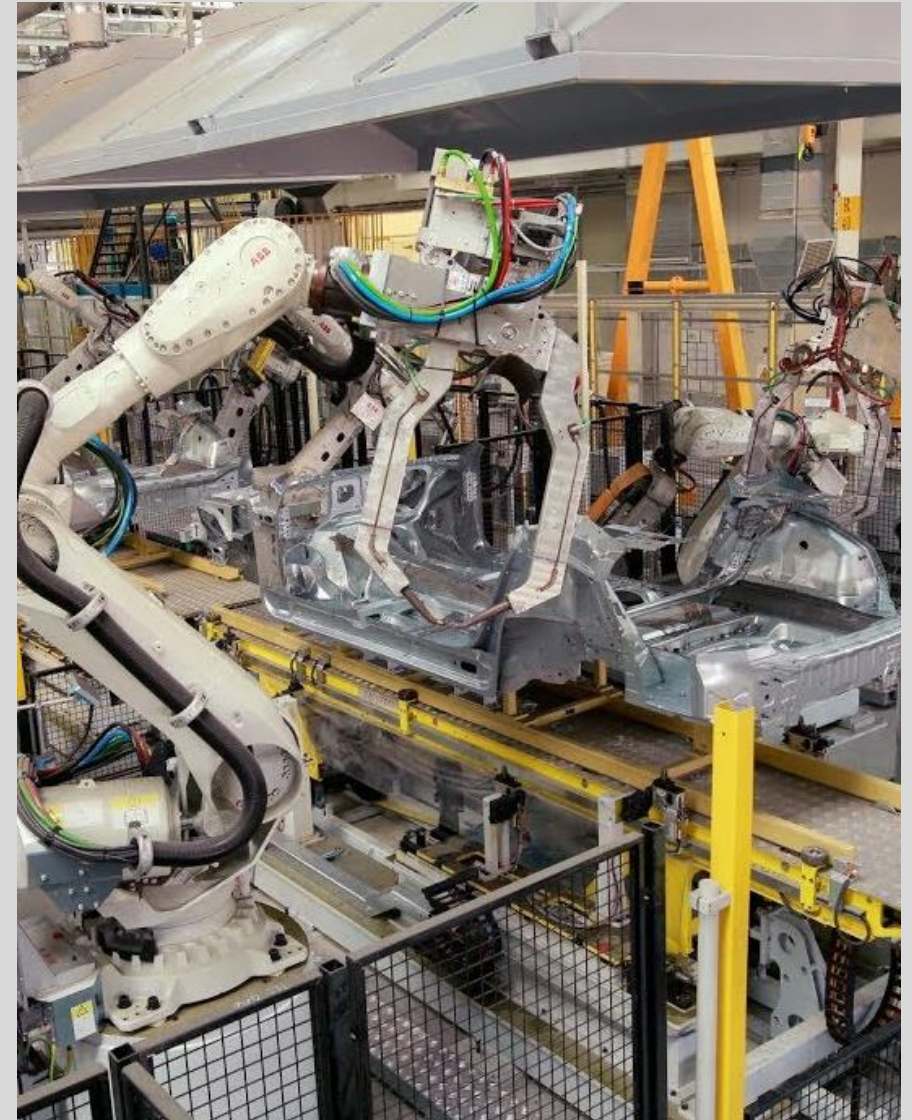
Формальна постановка задачі

Розподілити за робочими станціями операції з заданого набору так, щоб:

- жодне з правил порядку збірки не порушувалося
- жодна з робочих станцій в лінії не використовувала більше часу, ніж заздалегідь визначений час циклу
- для виконання всіх завдань у наборі використовується якомога менше робочих станцій

На вхід подається набір інформації про операції та граф технологічних операцій, що вказує порядок збірки

На виході найоптимальніший знайдений розподіл операцій по станціям



Поточні рішення

Незважаючи на велике практичне значення задачі балансування, існує невелика кількість комерційного програмного забезпечення для оптимізації балансування

Прикладами є OptiLine, або Fidan&Kandiller

Більшість інших програмних продуктів, доступних для управління складальними лініями, не містять потужних процедур для балансування навантаження лінії, але зосереджуються на управлінні даними



Поточні рішення

Існуючі рішення використовують:

Алгоритм	Недоліки
Мережі Петрі	неможливість використання класичних методів оптимізації
Класичні генетичні алгоритми	малоефективна репрезентація рішень в хромосомі

У даній роботі було спроектовано та реалізовано генетичний алгоритм групування, що модифікує класичні генетичні оператори і позбавляється вказаних недоліків

Генетичні алгоритми

Генетичні алгоритми є еволюційними алгоритмами пошуку. Їх використовують для розв'язання задач оптимізації і моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, які нагадують біологічну еволюцію

Симуляція еволюції

Стартове покоління

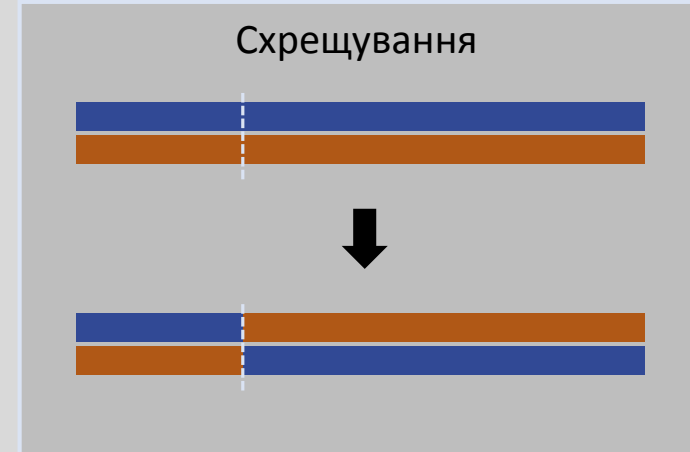
Стартове покоління генерується випадково



Селекція



Схрещування



Нове покоління

Мутація

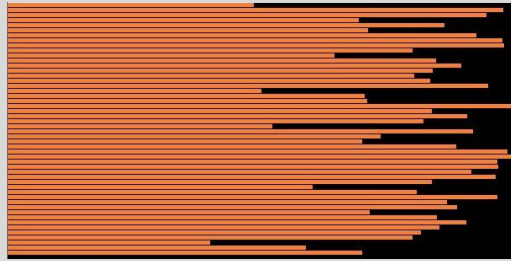


Результуюче покоління

Процес зупиняється:

- після встановленої кількості генерацій
- якщо поточна генерація не різноманітна

покоління 1



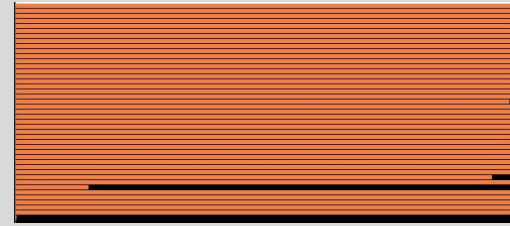
0.693823

покоління 3



0.92571

покоління 7



0.935436

покоління 12



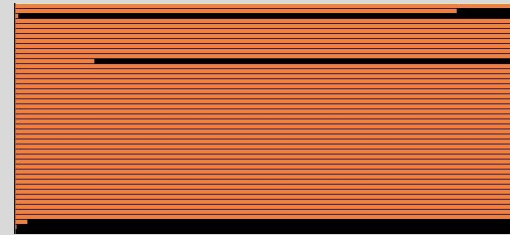
0.962841



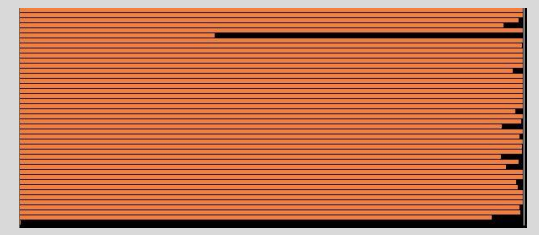
0.650894



0.771926



0.903704



0.939191



0.597159



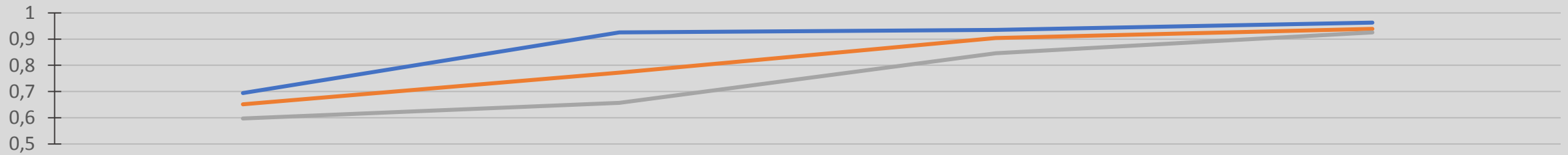
0.657010



0.845851

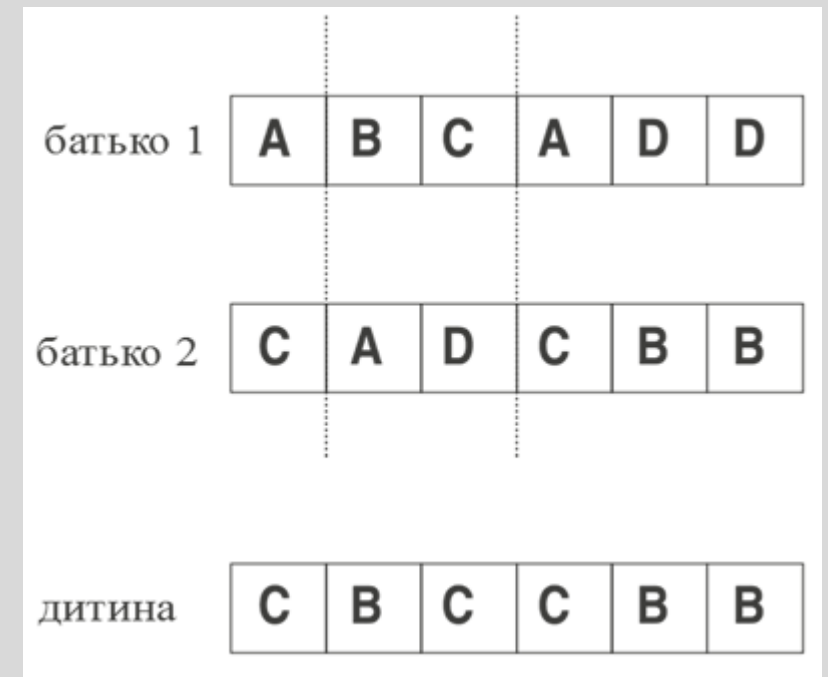


0.925710



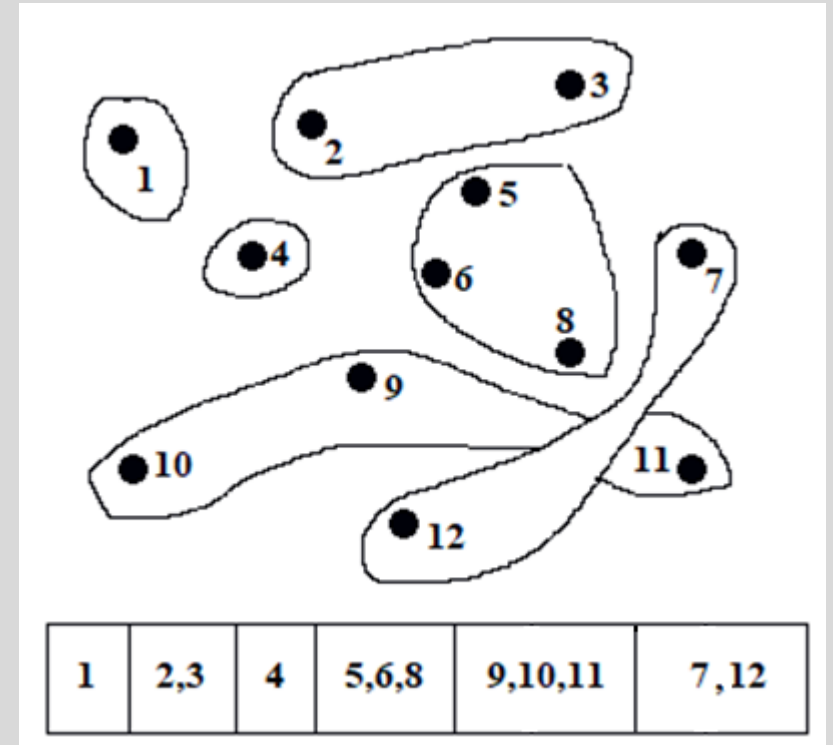
Проблеми класичних генетичних операторів

Найбільшою проблемою є схрещування (кросовер). Основною проблемою із класичним кросовером є його нечутливість до контексту: передаються гени, які є ізольованими елементами. Проте один ізольований елемент не несе в собі значення в задачі групування, він має сенс лише в контексті групи інших предметів, які входять до однієї групи



Модифікація генетичних операторів – кодування

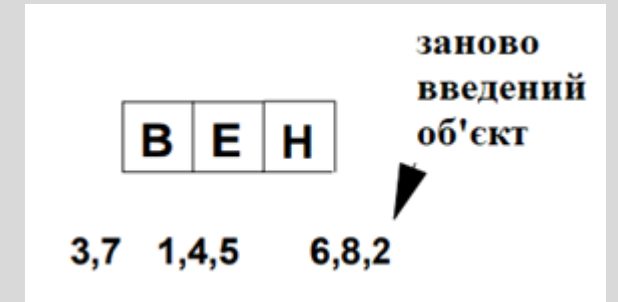
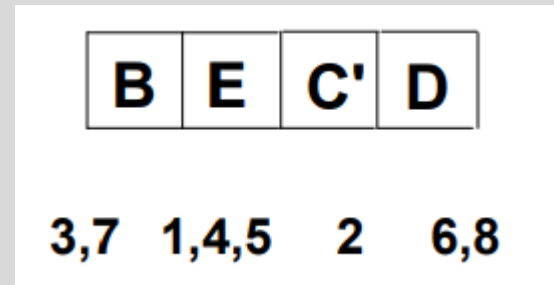
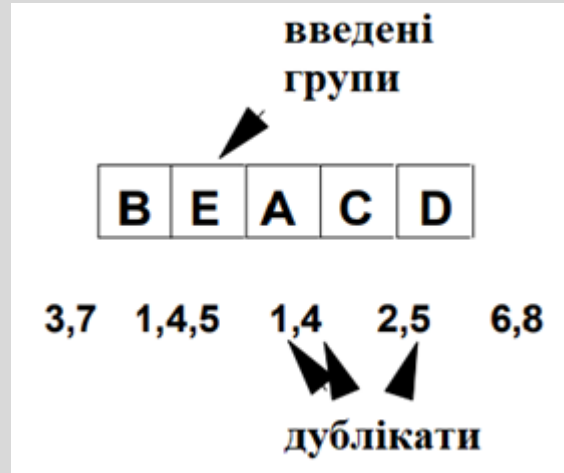
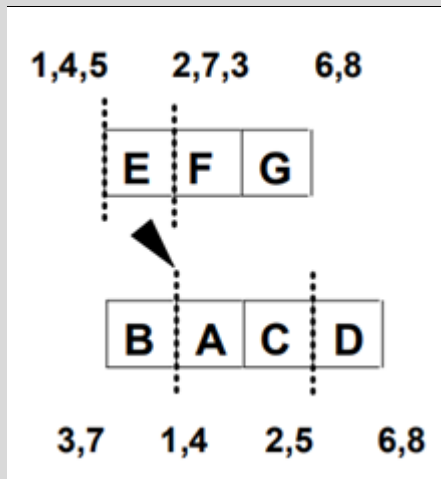
Для розв'язання задачі балансування складальної лінії у даній роботі кодування і оператори були модифіковані — фактично створено генетичний алгоритм групування



приклад кодування

Модифікація генетичних операторів – кросовер

Кросовер було змінено з огляду на специфіку хромосом, з якими він працює



Модифікація генетичних операторів

Подібним чином модифікуються інші еволюційні оператори – мутація, інверсія

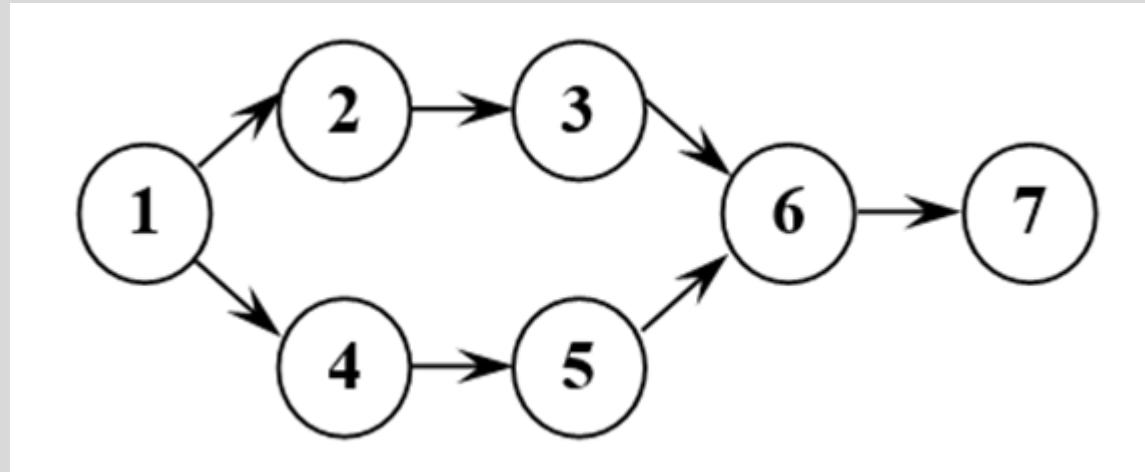
Зміни кодування впливають і на обчислення фітнес-функції. В задачі балансування складальної лінії вона обраховується як середнє значення навантаження робочих станцій

Граф технологічних операцій

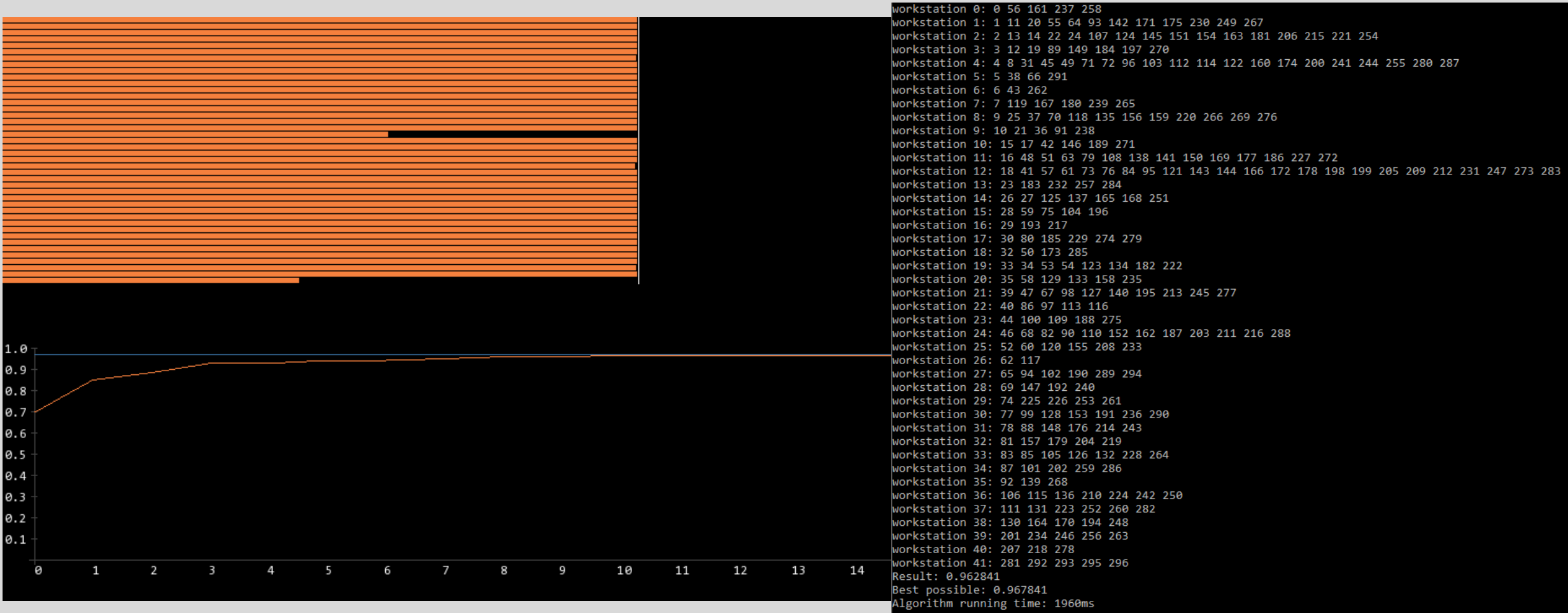
Задача балансування складальної лінії, крім групування елементів, накладає обмеження на склад цих груп

Граф технологічних операцій вказує порядок виконання операцій, і робить неможливими деякі конфігурації груп

Для розв'язання цієї проблеми еволюційні оператори було модифіковано ще раз



Приклад результатів роботи



Висновки

Результатом роботи є програмний модуль, написаний мовою C++, що приймає на вхід дані про процеси складальної лінії і відповідний граф технологічних операцій. На виході — оптимальне розподілення процесів за виробничими лініями

Для демонстрації роботи модуля створено додаток, який моделює реальні приклади складальних ліній

Тестування розробленого програмного забезпечення показує його здатність справлятися з задачею балансування складальних ліній у масштабах реального виробництва