

QUANTUM COMPUTING PROGRAMMIERUNG

Projektarbeit am Lehrstuhl für mobile und verteilte Systeme

BEARBEITER: Alexander Lankheit
Sarah Gerner
Verena Jones
Jingcheng Wu

BETREUER: Jonas Stein, Sebastian Zielinski

AUFGABENSTELLER: Prof. Dr. Claudia Linnhoff-Popien

Dokument erstellt
7. Juni 2022



Projektarbeit am Lehrstuhl für mobile und verteilte Systeme

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt einen Lösungsansatz bezüglich des Multi Car Multi Color Paintshop Problem unter der Verwendung von Quanten Computing im Rahmen des Projektes QC-Challenge am Lehrstuhl für Mobile und Verteilte Systeme..

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen	4
3	Verwandte Arbeiten	4
4	Konzept	4
4.1	QUBO-Formulierung	5
4.2	Trainingsmethode	5
5	Evaluation	5
5.1	Annealing	5
5.2	Gate Model	5
6	Fazit	5

1 Einleitung

Das *multi-car multi-color paint shop* Problem beschreibt die Herausforderung der optimalen Zuordnung von Farben zu Fahrzeugen in einer Produktionslinie. Da die Reihenfolge der Fahrzeuge arbiträr, und jeder Farbwechsel mit Aufwand verbunden ist, liegt ein besonderes Interesse darin, die Zuordnung der Farben zu den Fahrzeugkonfigurationen so zu optimieren, dass die Anzahl der Farbwechsel minimiert wird. Formal lässt sich dieses Problem wie folgt definieren:

Seien	
eine Menge $K = \{\omega_0, \dots, \omega_l\}$	verschiedene Fahrzeugkonfigurationen Beispiel: {Golf, Polo}
eine Menge $F = \{\varphi_0, \dots, \varphi_m\}$	verschiedene Fahrzeugfarben, Beispiel: {rot, blau}
eine Menge $D \subseteq K \times F$	Tupel aus Fahrzeugkonfigurationen und Farben, Beispiel: {(Golf, rot), (Golf, blau), (Polo, rot)}
eine Funktion $\sigma : D \rightarrow \mathbb{N}$	Häufigkeit der Konfigurations-Farb-Kombinationen, Beispiel: $\sigma(Golf, rot) = 2$
eine Variable N	Anzahl von Konfigurationen in der Produktionslinie, Beispiel: 6
eine Variable $X_{n,\varphi}$	Konfiguration an Stelle n hat die Farbe φ Beispiel: $X_{1,rot} = 1$; $X_{1,blau} = 0$
ein Vektor $\pi : \{1, \dots, N\} \rightarrow K$	die Produktionslinie, Beispiel: [Golf, Polo, Golf, Golf, Golf, Golf]
ein Vektor $\gamma : \{1, \dots, N\} \rightarrow F$	die Zuordnung der Farben zu den Konfigurationen in der Produktionslinie, Beispiel: [rot, rot, blau, blau, blau, rot]
eine Funktion $cost : \mathbb{F}(\{1, \dots, N\}, F) \rightarrow \mathbb{N}$	Anzahl der Farbwechsel,
Gesucht: $\arg \min cost(\gamma)$	
Bedingungen	

Jede Position in der Produktionslinie hat genau eine Farbe

$$\sum_{n \leq N} \left(\sum_{\varphi \in F} X_{n,\varphi} - 1 \right)^2 \quad (1)$$

Jede Konfigurations-Farb-Kombination kommt so häufig vor wie angegeben

$$\sum_{\omega, \varphi \in D} \left(\sum_{n, \pi(n)=\omega} X_{n,\varphi} - \sigma(\omega, \varphi) \right)^2 \quad (2)$$

Die Anzahl der Farbwechsel ist minimal

$$\sum_{n=1}^{N-1} \sum_{\varphi \in F} (X_{n,\varphi} - X_{n+1,\varphi})^2 \quad (3)$$

2 Grundlagen

3 Verwandte Arbeiten

4 Konzept

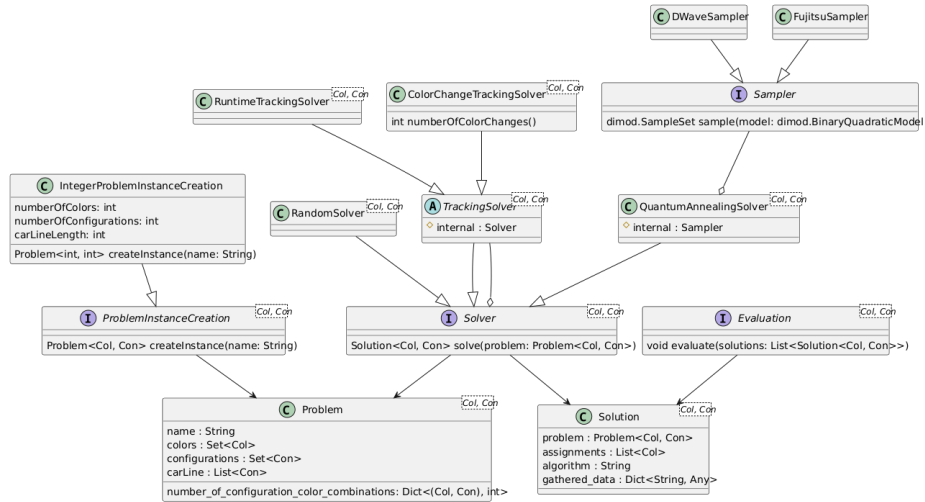


Abbildung 1: Problem UML

4.1 QUBO-Formulierung

4.2 Trainingsmethode

5 Evaluation

5.1 Annealing

5.2 Gate Model

6 Fazit

Autorenschaft

Verena Jones hat die Abschnitte 1 verfasst.