



Corso di Laurea (Triennale) in Informatica

Q-Spire: A Quantum Code Smell Analysis Tool in VS Code with LLM-Assisted Remediation

Prof. Fabio Palomba
Dott. Stefano Lambiase

Riccardo Alfieri
Mat.: 0512116533

 email@studenti.unisa.it

 Sito web

 @Account social

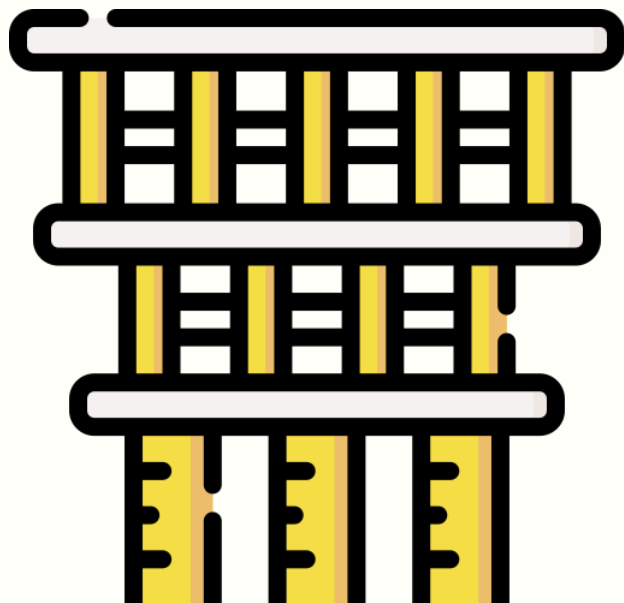
QR code che
riporta al PDF
della tua tesi →



Base del quantum: il **qubit**

Proprietà fondamentali dei qubit:




- Sovrapposizione
- Entanglement
- Interferenza




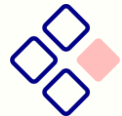


Quantum Computing:
il potere della fisica quantistica per rivoluzionare
l'informatica

Cosa sono i **Code Smells**?

Da dove nascono?

-  Scelte progettuali affrettate
-  Mancanza di coerenza nello stile di programmazione
-  Evoluzione disordinata del codice nel tempo

Cosa comportano?

-  Rallentano il refactoring rendendo rischiose le modifiche
-  Aumentano il debito tecnico
-  Compromettono la comprensione del codice
-  Favoriscono l'introduzione di bug

Large Language Models (LLM)

Ciao! Cos'è la teoria dei gruppi in matematica?

Ciao! 😊

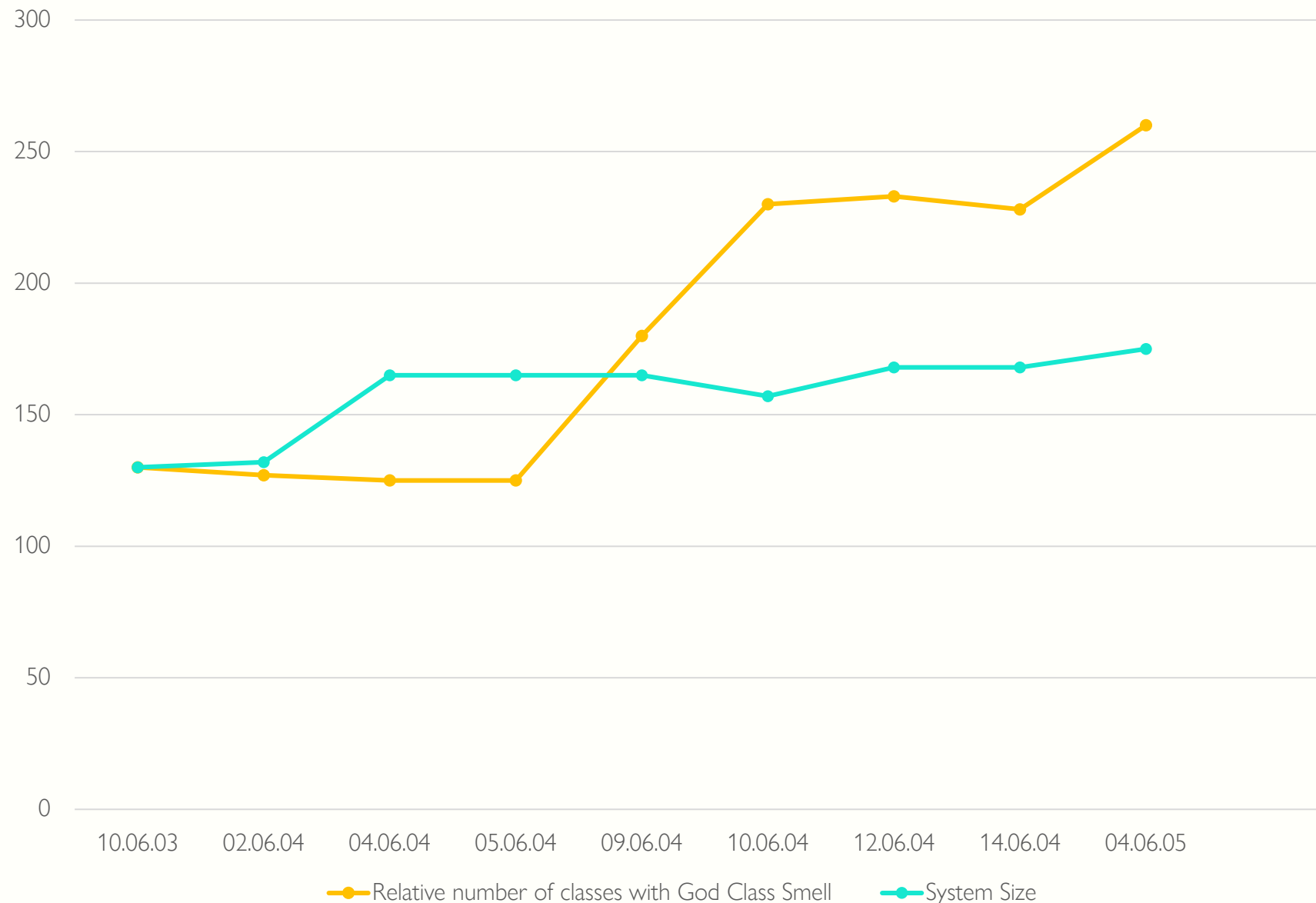
La **teoria dei gruppi** è un ramo della matematica che studia le **strutture algebriche** chiamate *gruppi*.

Un **gruppo** è un insieme G insieme a un'operazione binaria (che indichiamo di solito con \cdot o semplicemente giustapposizione) che combina due elementi di G per produrne un altro, e che soddisfa quattro proprietà fondamentali: Chiusura, Associatività, Elemento Neutro, Inverso.



Claude ...

Introduzione e Background



Source: The Evolution and Impact of Code Smells: A Case Study of Two Open Source Systems
<https://ieeexplore.ieee.org/document/5314231>

- ▼ **Bloater Smells**
 - Long Method
 - God Class
 - Primitive Obsession
 - Long Parameter List
 - Data Clumps
- ▼ **Dispensables**
 - Lazy Class
 - Data Class
 - Dead Code
 - Speculative Generality
 - Duplicate Cod
- **Object-Oriented Abusers**
- **Couplers**

Introduzione e Background

“*Nature isn't classical, and if you want to make a simulation of nature, you'd better make it quantum mechanical*”

- **Richard Feynman**



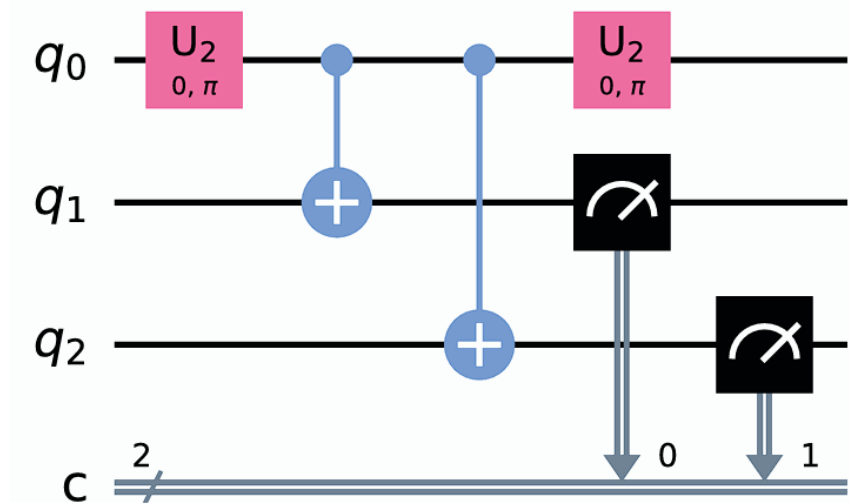
“*If you think quantum computing is easy, you don't understand quantum computing*”

- **Scott Aaronson**



Definizione di 8 **Quantum Code Smells**
CG, ROC, NC, LC, IM, IdQ, IQ, LPQ

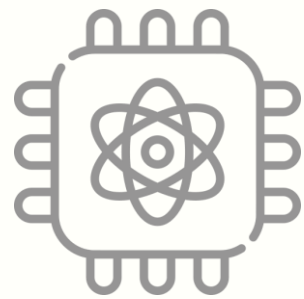
Sviluppo del tool **QSmell**



Esempio di Circuito Quantistico transpilato

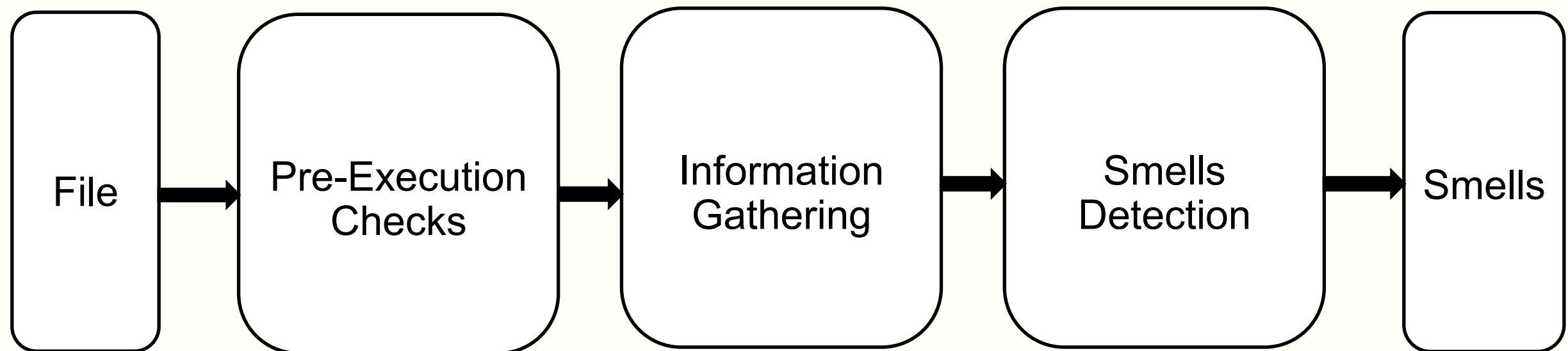
Limitazioni del Tool

- 1 Metodologie di Detection – Necessità di un Wrapper
- 2 Interfaccia Utente – Interfaccia a linea di comando



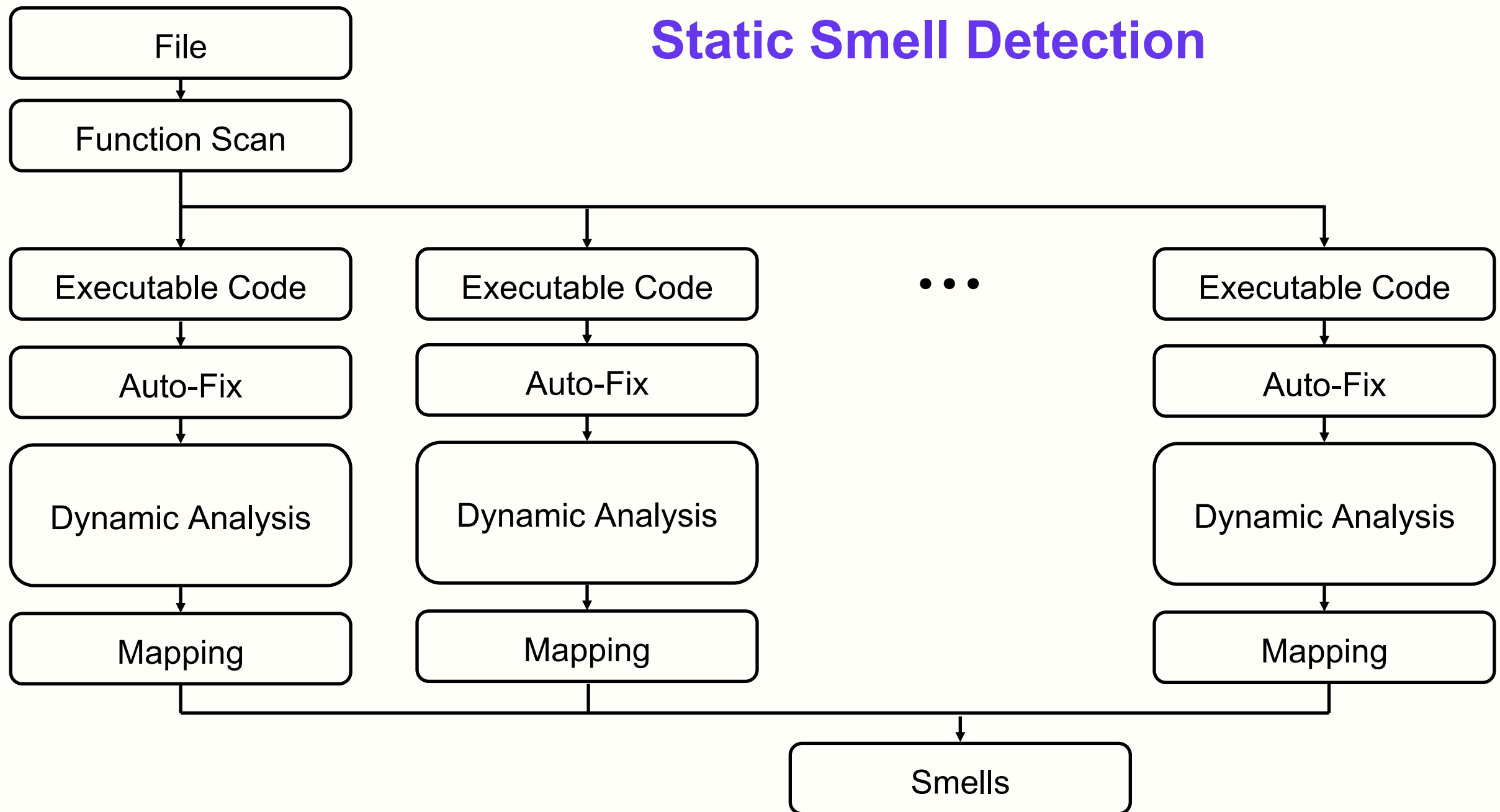
Q-Spire

Dynamic Smell Detection



Effettuare la detection degli Smell con la diretta esecuzione del codice

Static Smell Detection



Interfaccia Utente

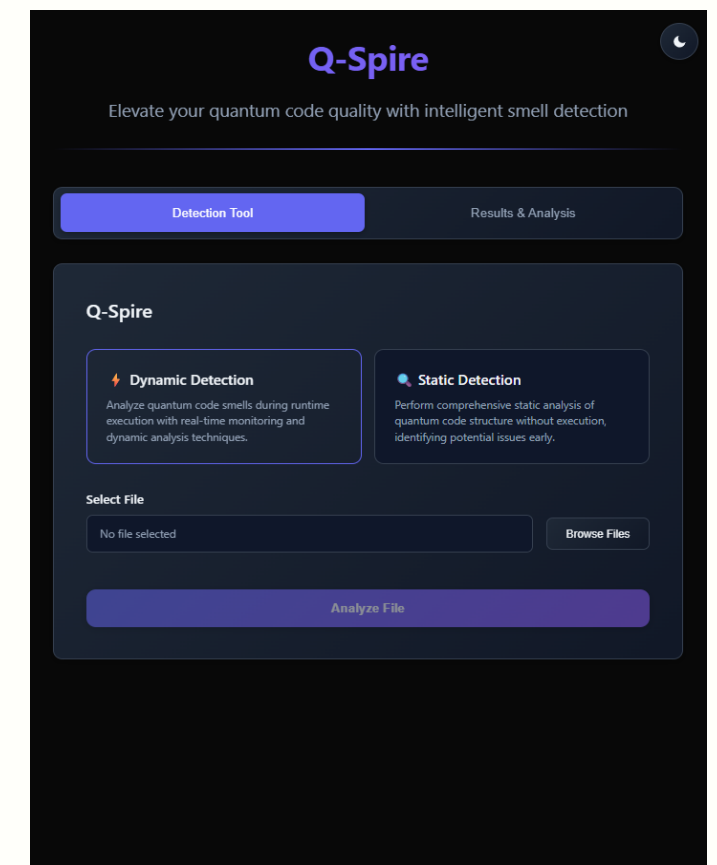
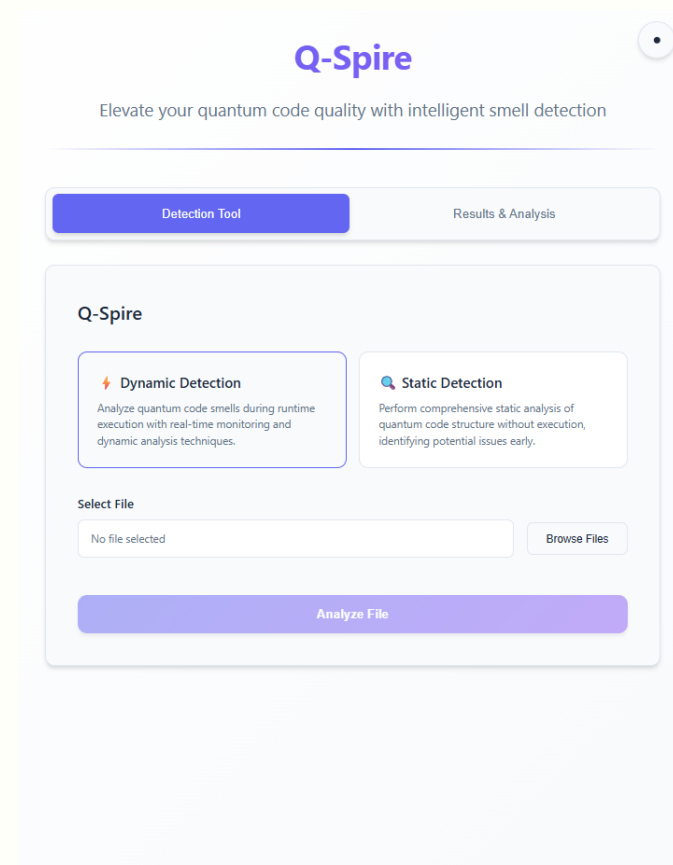
Command Line Interface

 Utile per analisi di progetti

 Inserire il path dell'elemento da analizzare



Graphical User Interface



Explanation and Suggestions

Q-Spire

Elevate your quantum code quality with intelligent smell detection

Detection Tool

Results & Analysis

Results & Analysis

File Analyzed:
IQCode.py

Detection Method:
dynamic

Smells Found:
5

IQ

ROW	20
COLUMNS	0-14
CIRCUIT	qc
OPERATION DISTANCE	3
OPERATION NAME	barrier

Detection Tool

Results & Analysis

Explanation and Suggestions

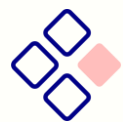
←

Step-by-Step Explanation and Solution:

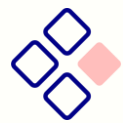
- Understanding the IQ Smell:**
 - The Initialization of Qubits (IQ) smell occurs when a qubit is left in an excited state for too long before being reused. This can lead to technological difficulties in maintaining quantum coherence.
- Identifying the Issue in the Code:**
 - The code snippet provided has a barrier operation that is too far from the last operation on qubit 0. Specifically, there are three operations on other qubits between the last use of qubit 0 and the barrier.
- Resolving the Smell:**

50 Progetti

Criteri di selezione



Pubblico e accessibile su GitHub



Scritto in Qiskit - Python

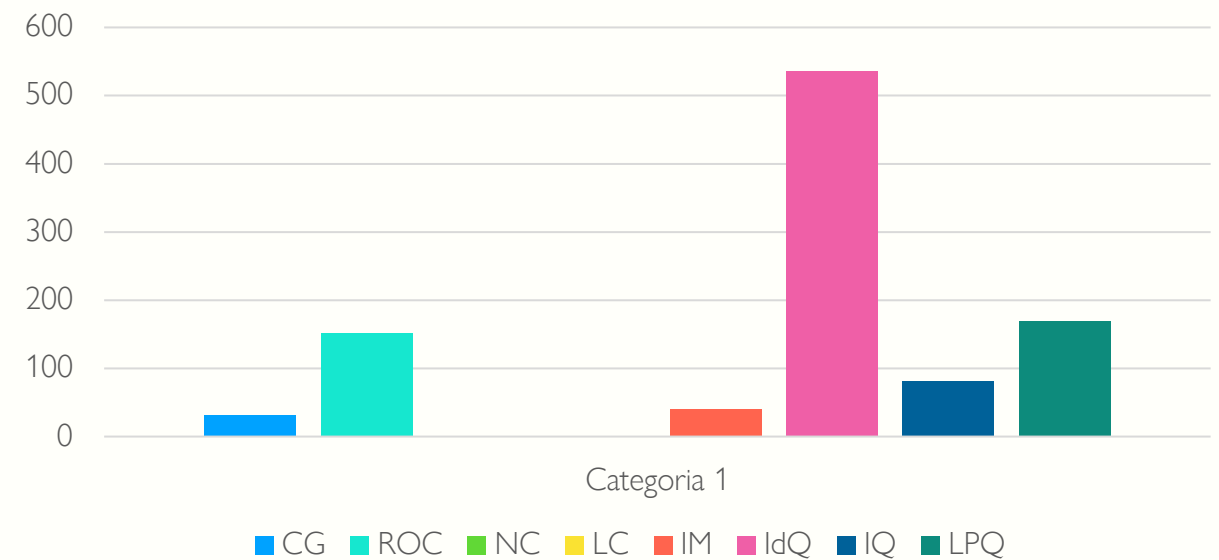


Almeno 50 commit negli ultimi 6 mesi

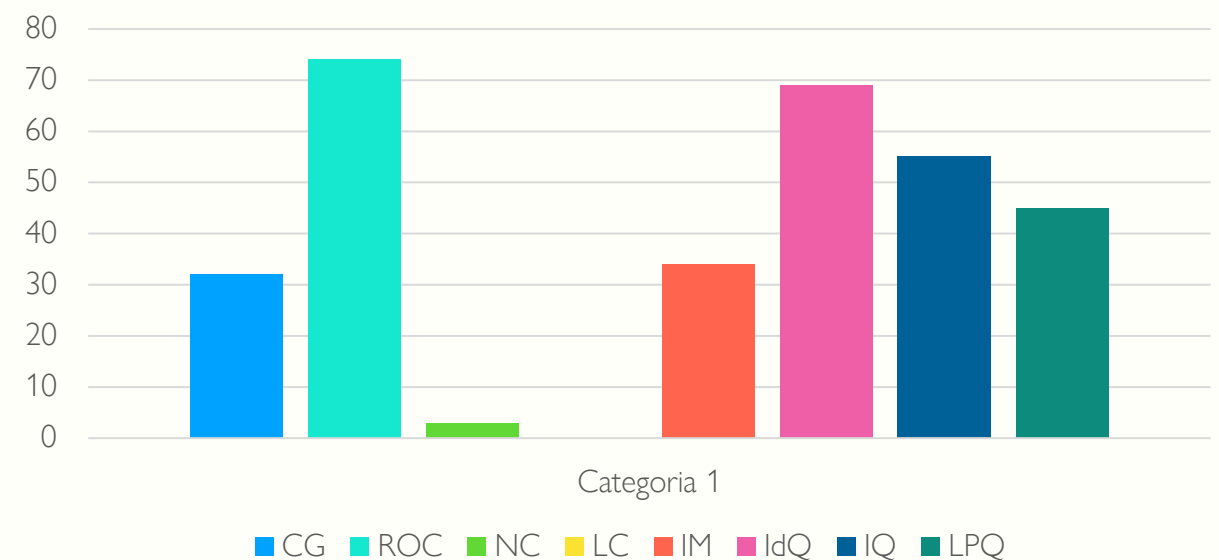


Numero di stelle

Occorrenze Totali degli Smell



Percentuale di presenza Smell nelle Repository



Interpretazione dei risultati

Q-Spire ha una chiara utilità pratica in contesti reali.

Miglioramenti futuri

- 1 Gestione di ulteriori errori nella fase Auto-Fix
- 2 Miglioramento Mapping
- 3 Validazione Interfaccia Utente e Suggerimenti con LLM