



# Opis obwodów kwantowych z wykorzystaniem języka QML

Jarosław Miszczak

IITiS PAN,

Zespół Kwantowych Systemów Informatyki

# Plan wystąpienia

- Definicja i założenia języka QML
- Symulator FIRST
- Wizualizacja w postaci grafiki wektorowej
- Wnioski dotyczące obwodów kwantowych
- QML jako warstwa pośrednia dla QCL

# Definicja języka QML

- QML (ang. *Quantum Markup Language*) jest językiem opisu obwodów kwantowych zdefiniowanym w składni XML
- Pełni rolę warstwy pośredniej pomiędzy symulatorem a interfejsem użytkownika
- **Brak** specyfikacji DTD dla QML – określone są jedynie zasady tworzenia znaczników

# Założenia projektowe QML

- Dostępność podstawowych bramek – biblioteka bramek obsługiwanych przez symulator
- Zaawansowe klasyczne struktury kontrolne – bramki probabilistyczne
- Możliwość łatwego dodawania nowych obwodów – bramka <Circuit>

# QML – przykład

```
<?xml version="1.0"?>
<QML>
  <Circuit Name="test1" Id="simple.qml" Size="4" >
    <Operation Step="0"/>
    <Operation Step="1">
      <Application Name="G" Bits="2,3">
        <Gate Type="CNOT"/>
      </Application>
    </Operation>
    <Operation Step='2'>
      <Application Bits='1'>
        <Gate Type="PHASE" Divisions="2"/>
      </Application>
    </Operation>
  </Circuit>
</QML>
```

Diagram illustrating the QML code structure with annotations:

- nazwa obwodu** (circuit name) points to `Name="test1"`
- rozmiar obwodu** (circuit size) points to `Size="4"`
- qubity docelowe** (target qubits) points to `Bits="2,3"`
- odwołanie do bramki** (reference to gate) points to `Gate Type="CNOT"/>`
- aplikacja bramki** (gate application) points to the `<Application Name="G" Bits="2,3">` block

# Symulator FIRST

- Równoległy symulator – do 31 qubitów
- Dostępny publicznie
- Graficzne projektowanie obwodów
- Symulator jest niezależny od interfejsu dzięki wykorzystaniu warstwy pośredniej
- Możliwość ładowania obwodów generowanych zewnętrznie

welcome

news

demo

forum

documentation

search


impressum

search

you are not logged in [log in](#) [join](#)

you are here: home

navigation

 **FhG Quantum Computing**

log in

Name

Password

 log in

 [Forgot your password?](#)

 [New user?](#)

## Fraunhofer Quantum Computing Simulator



The Fraunhofer Quantum Computing Simulator is a web-based simulator for the quantum computing community.

We offer following free services:

- **Simulation** of [quantum circuits](#) up to **31 qubits**
- **Simulation** of [Hamiltonians](#) up to **31 qubits**
- **Web-based editor** for setup, control and analysis of simulation jobs
- **Web-based content management system** based on [Plone](#)

All services provide graphical and textual input and output. [more](#)

We have started the beta test of our service. Everybody is invited to test it. You can create simulations up to 27 qubits. For bigger jobs feel free to contact us.

[Join our portal](#) to use the full version of the simulator

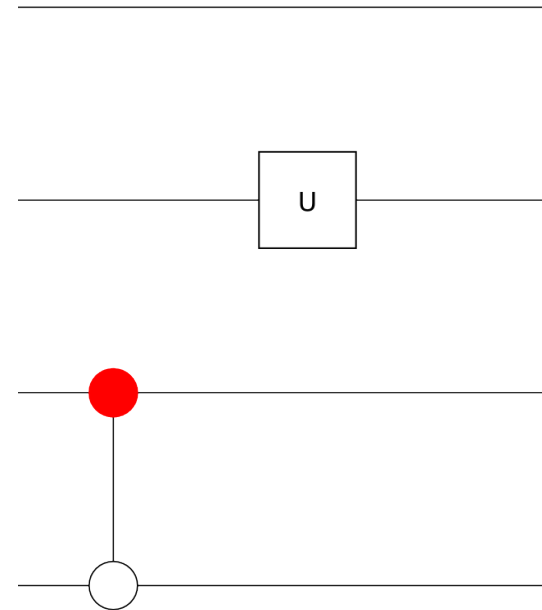
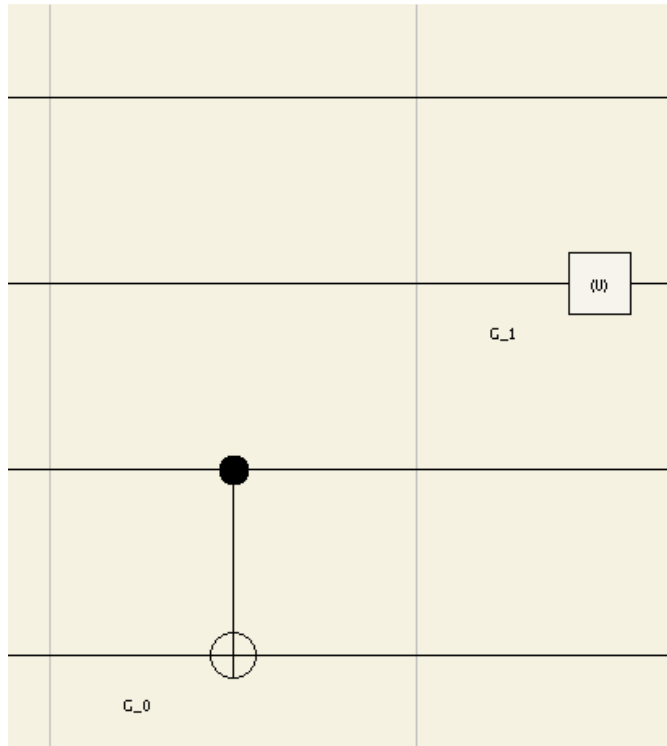
Click for [Quickstart](#) | [Online Manual](#) | [Paper](#) |

Test your ideas and send us comments which features you miss.

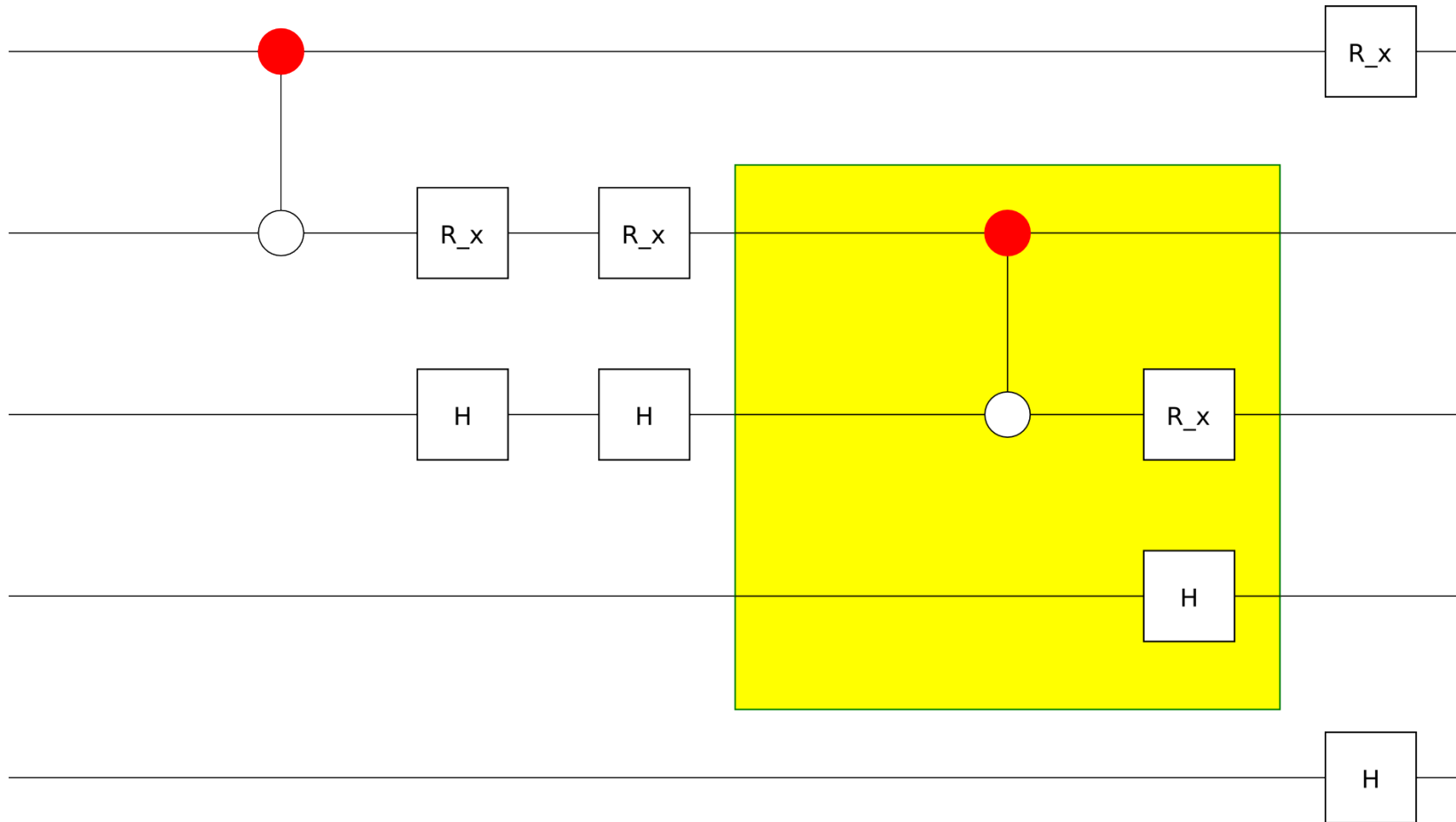
# Wizualizacja w formacie SVG

- Moduł języka Python zintegrowany z portalem udostępniającym symulator
- Obsługa większości konstrukcji QML łącznie z wywołaniami podobwodów
- Translacja na język obwodów kwantowych bez klasycznych struktur kontrolnych
- *J. A. Miszczak, Description and visualisation of quantum circuits with XML, Archiwum Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, 17, 4 (2005).*

# Wizualizacja – prosty przykład



# Wizualizacja – bramki zewnętrzne



# Problemy z obwodami kwantowymi

- Brak klasycznych struktur kontrolnych, które są niezbędne do przeprowadzania obliczeń kwantowych
- Ograniczony zestaw bramek
- Reprezentacja tylko dla jednego modelu obliczeń
- Brak możliwości tworzenia bibliotek bramek

# Translator dla QCL

- Wady QML
    - Uzależnienie od modelu obliczeń
    - Nienaturalna składnia
  - Zalety QCL
    - Prosta składnia wzorowana na C
    - Wysokopoziomowość (np. operatory warunkowe).
- Praca magisterska Piotra Wyciska pod kierunkiem dr Ryszarda Winiarczyka

# Podsumowanie

- QML jest uniwersalnym językiem, który może być językiem docelowym dla języka wysokiego poziomu
- Opis obwodu kwantowego w QML-u nie jest równoznaczny z podaniem obwodu
- **Problemem jest translacja do modelu obliczeń opartego na pomiarze**

# Literatura

- H. Rose et. al., *The Fraunhofer Quantum Computing Portal - [www.qc.fraunhofer.de](http://www.qc.fraunhofer.de) - A web-based Simulator of Quantum Computing Processes*, quant-ph/0406089.
- J. A. Mischczak, *Description and visualisation of quantum circuits with XML*, *Archiwum Informatyki Teoretycznej i Stosowanej*, **17**, 4 (2005).
- W. Mauerer, *Semantics and simulation of communication in quantum programming*, Master's thesis, Universität Erlangen-Nürnberg, quant-ph/0511145.



Dziękuję za uwagę