QuantumReady

Exploring and Realizing the Advantages of Quantum Computing for Early Adopters

Programm / Ausschreibung	Quantum Austria 1. Ausschreibung (2022)	**Status**	laufend
Projektstart	01.01.2023	**Projektende**	31.12.2025
Zeitraum	2023 - 2025	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	quantum computing, industrial applications, near-term quantum algorithms, proof-of-concept analysis, technology transfer		

Projektbeschreibung

Die zunehmende Verfügbarkeit von Quantencomputern außerhalb der Laborumgebung zeigt, dass sich die Technologie von der Grundlagenforschung in Richtung industrieller Nutzung entwickelt. Obwohl die verfügbaren Quantencomputer noch unzuverlässig sind und geringe Leistung haben, können sie bereits bestimmte Rechenaufgaben viel schneller ausführen als herkömmliche Hardware es je könnte. Dieser Quantenvorteil lässt sich noch nicht in praktische Anwendungen umsetzen. Trotz dieser noch ungelösten Herausforderung gibt es zunehmend Einigkeit, dass die Quanteninformatik in naher Zukunft praktisch angewendet und kommerziell genutzt wird. Dieser Optimismus wird durch die jüngsten Fortschritte bei universellen Algorithmen für "noisy intermediate-scale quantum" (NISQ) Computer gestützt.

Mehrere Forschungsaktivitäten arbeiten daran, das Potenzial dieser neuen Technologie zu erforschen, allerdings meist nur theoretisch oder mit Unterstützung großer Unternehmen. Dies macht es vor allem kleinen und mittleren Unternehmen schwer zu beurteilen, ob Quantencomputer für sie von Nutzen sein werden und, falls ja, wie man entsprechende Anwendungen für einen Quantencomputer optimal umsetzt.

Dieses Projekt soll die Grundlagen schaffen, um österreichische und europäische Unternehmen auf die Chancen der NISQ-Ära vorzubereiten: (1) Wir informieren und klären sie über die Chancen (aber auch die Herausforderungen und Grenzen) dieser neuen Technologie auf. (2) Wir entwickeln Designmethoden für die prototypische Umsetzung ausgewählter Probleme in einer einfachen Quantencomputerumgebung. (3) Wir bauen eine niedrigschwellige Infrastruktur auf, die es ihnen ermöglicht, die realisierte Lösung zu simulieren und/oder sogar auszuführen (und so ein Feedback über die Anwendbarkeit zu erhalten).

Das Konsortium besteht aus theoretischen (Quanten-)Informatikern, anwendungs¬orientierten Forschern und industriellen Partnern. Die Komplementarität und Interdisziplinarität sind die Stärke des Konsortiums und Grundlage, um die Ziele des Projekts zu erreichen: (1) Entwicklung von Grundsätzen zur Charakterisierung vielversprechender Anwendungsfälle für bestehende und zukünftige Quantenverarbeitungseinheiten. (2) Entwicklung algorithmischer Lösungen für vielversprechende Anwendungsfälle mit modernen, quantenklassischen Hybridalgorithmen. (3) Realisierung von Prototypen

bzw. Proof-of-Concept-Implementierungen der entwickelten Lösungen, um deren Machbarkeit zu demonstrieren. (4) Definition allgemeiner Bewertungskriterien und Entwicklungsstrategien, um zukünftige Lösungen effizient zu bewerten und zu realisieren.

Abstract

The increasing availability of quantum computers outside of the lab environment shows that this technology is moving from basic research to applied research and eventual industrialization. Although existing quantum processing units are still unreliable and intermediate scale, they can already execute certain (admittedly contrived) computational tasks much faster than conventional hardware ever could. This quantum advantage, however, does not yet translate directly into practical applications. Despite this unresolved challenge, there is a growing consensus that quantum computing will indeed find useful applications and commercialization in the near future. This optimism is spurred by recent advances on versatile algorithms for noisy intermediate-scale quantum (NISQ) devices.

Several (industrial) research activities strive to explore the potential of this new technology, but mostly only theoretically or are sustained by big players. This makes it particularly hard for small and medium size enterprises (the backbone of the Austrian economy) to evaluate whether quantum computing will prove beneficial for them and, if yes, how to properly realize corresponding applications for an actual quantum computer.

This project aims to change this status quo, laying down the foundations to prepare Austrian companies for the opportunities the NISQ era has to offer: (1) We inform and educate them about the prospects (but also the challenges and impossibilities) of this new technology. (2) We develop design methods that will allow them to realize "test balloons" of selected problems within a simple quantum computing environment. (3) We set up a low-threshold infrastructure which enables them to simulate and/or even execute the realized solution (providing feedback on the applicability).

We put together a strong consortium that encompasses theoretical (quantum) computer scientists, applied researchers, and industrial partners. The complementarity and interdisciplinarity of the consortium are essential ingredients to pursue the precise goals of the project, namely: (1) Develop a clear set of principles to characterize promising use cases for existing and near-term quantum processing units. (2) Engineer concrete algorithmic solutions for promising use cases using state of the art quantum-classical hybrid algorithms as template. (3) Realize prototype/proof of concept implementations of the developed solutions in order to demonstrate their feasibility. (4) Define a general evaluation criteria and repeatable development strategies to efficiently assess and realize future solutions.

Projektkoordinator

- Software Competence Center Hagenberg GmbH

Projektpartner

- HyCoSy (hybrid computing system) GmbH
- ESS Engineering Software Steyr GmbH
- Universität Linz
- HAKOM Time Series GmbH