



Universität Hamburg

Abteilung Kommunikation und Marketing

Referat Medien- und Öffentlichkeitsarbeit

Tel.: +49 40 42838-2968

E-Mail: medien@uni-hamburg.de

27. Juni 2024

32/24

Quantencomputing

ALGORITHMEN FÜR DIE OPTIMALE ABWICKLUNG AN FLUGHÄFEN

Von der Grundlagenforschung in den Alltag: Das Institut für Quantenphysik (IQP) der Universität Hamburg und der IT-Dienstleister Lufthansa Industry Solutions entwickeln gemeinsam Quantenalgorithmien, mit deren Hilfe die Abfertigung an Flughäfen optimiert werden soll. Ziel der Kooperation ist es, weltweit für Airport-Betreiber das sogenannte „Gate Assignment Problem“ zu lösen.

Das „Problem des Handlungsreisenden“ ist manchem aus dem Mathematikunterricht bekannt: Je mehr Stationen angefahren werden, desto schwieriger wird es, die optimale Handelsroute zu finden. Durch das exponentielle Wachstum der zur Verfügung stehenden Routen ist das Problem sogar viel komplexer, als es auf den ersten Blick scheint. Dasselbe Prinzip steckt hinter dem „Gate Assignment Problem“, bei dem ankommende Flugzeuge für die Abfertigung zu einem freien Gate geleitet werden müssen.

Eine Rechnung verdeutlicht die Dimensionen: „Bei fünf möglichen Gates und einem Flugzeug gibt es nur fünf Zuordnungsmöglichkeiten. In diesem Fall hat die Flugleitung leichtes Spiel. Bei fünf Gates und zwei Flugzeugen sind schon 25 Varianten möglich. Allerdings sind Airports in der Regel größer. Bei 15 Gates und 10 Flugzeugen gibt es mehr als 570 Milliarden Möglichkeiten“, erklärt Dr. Joseph Doetsch, Quantum Computing Lead der Lufthansa Industry Solutions (LHIND).

Klassische Computer stoßen hier aufgrund des hohen Rechenaufwands schnell an ihre Grenzen. Aus Zeit- und Effizienzgründen ist eine bestmögliche Zuordnung aber sowohl für die Passagiere, als auch für die Fluggesellschaften von großer Bedeutung. „Bisherige Algorithmen für kombinatorische



Optimierungsprobleme skalieren sehr schlecht, so dass die Rechenzeit überproportional mit der Problemgröße wächst. Dies macht selbst für Supercomputer Echtzeitlösungen für viele praktische Industrieanwendungen unmöglich. Stattdessen sind – aus mathematischer Sicht – bisher oft nur Näherungslösungen im Einsatz“, sagt Prof. Dr. Dieter Jaksch, Quantenphysiker an der Universität Hamburg.

Weltweit erste Anwendung dieser Art

Um das Problem besser lösen zu können als bisher, haben die Universität Hamburg und Lufthansa Industry Solutions jetzt ein Kooperationsprojekt gestartet. „Wir arbeiten an einem Quantenalgorithmus, der skalierbar ist und alle realistischen Randbedingungen an Flughäfen berücksichtigt. Damit wären wir weltweit die Ersten, die in der Praxis für das ‚Gate Assignment Problem‘ nicht konventionelle Rechner, sondern Quantencomputer einsetzen, die für diese Aufgabe deutlich besser geeignet sein sollten“, sagt Jaksch.

Die beteiligten Projektpartner sind jeweils führend auf ihrem Gebiet: Das IQP der Universität Hamburg hat sich mit der Entwicklung effizienter Quantenalgorithmen weltweit einen hervorragenden Ruf erworben. LHIND kennt als Lufthansa-Tochter bestens die Anforderungen der Airlines und Flughäfen und beschäftigt sich bereits seit Jahren intensiv mit dem Thema Quantencomputing.

Da Quantensoftware speziell auf die jeweilige Quantencomputer-Architektur zugeschnitten ist, muss auch die Hardware-Entwicklung berücksichtigt werden. Erste kommerziell nutzbare Quantencomputer werden derzeit sukzessive auf den Markt gebracht. „Unsere Gate-Assignment-Lösung ist schon jetzt verfügbar und von Flughäfen für die Planung und Echtzeitsteuerung nutzbar. Aktuell basiert sie auf klassischen Computern und soll in den nächsten Jahren durch die Nutzung von Quantencomputern weiter verbessert werden. Dabei profitieren wir von dem großen Talentpool in der Stadt und der starken Förderkultur in Hamburg“, sagt Doetsch.

Das Projekt wird über seine Laufzeit von drei Jahren im Rahmen der Initiative Quantencomputing der Hamburgischen Investitions- und Förderbank (IFB) gefördert. Ziel ist der Aufbau, die Etablierung und die Stärkung des Quantencomputing-Standortes Hamburg.

Die Universität Hamburg und die Technische Universität Hamburg sind bereits gemeinsam im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt „Hamburg Quantum Computing School“ aktiv. LHIND ist zudem Gründungsmitglied von Hamburg Quantum Innovation Capital (hqic), einem zentralen,



branchenübergreifenden Ansprechpartner, Koordinator und Ecosystem-Builder für Quantentechnologien.

Über das Institut für Quantenphysik (IQP) der Universität Hamburg

Das Institut für Quantenphysik (IQP) ist ein Teil des Fachbereichs Physik der Exzellenzuniversität Hamburg. Es leitet das BMBF geförderte Rymax Projekt zum Bau eines Rydberg Quantencomputers in Hamburg und ist stark involviert im Exzellenzcluster „CUI: Advanced Imaging of Matter“, sowie im „Zentrum für Optische Quantentechnologien“ der Universität. Am IQP arbeiten fünf experimentelle und drei theoretische Forschungsgruppen. Forschungsschwerpunkte sind Quantentechnologien, im speziellen Quantencomputing, die Untersuchung von ultrakalten Quantengasen, die Gravitationswellendetektion, die Laserentwicklung für gequetschtes und verschränktes Licht sowie grundlegende Fragen der Quanten- und Vielteilchenphysik.

Über Lufthansa Industry Solutions

Lufthansa Industry Solutions ist ein Dienstleistungsunternehmen für IT-Beratung und Systemintegration. Die Lufthansa-Tochter unterstützt ihre Kunden bei der digitalen Transformation ihrer Unternehmen. Die Kundenbasis umfasst sowohl Gesellschaften innerhalb des Lufthansa Konzerns als auch mehr als 300 Unternehmen in unterschiedlichen Branchen. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Norderstedt beschäftigt mehr als 2.500 Mitarbeitende an mehreren Niederlassungen in Deutschland, Albanien, der Schweiz und den USA.

Für Rückfragen:

Prof. Dr. Dieter Jaksch
Universität Hamburg
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Fachbereich Physik
Tel: +49 40 42838 6820
E-Mail: dieter.jaksch@uni-hamburg.de

