Hochschule RheinMain

Ü B U N G E N

zur Veranstaltung ***Quantencomputing*** im Studiengang Angewandte Informatik

No. 1 Martin Rehberg

Präsenzaufgaben

Aufgabe 1: Messen Sie das Qubit $|\psi\rangle = \frac{\sqrt{3}}{2}|0\rangle + \frac{1}{2}|1\rangle$ bzgl. der Y-Basis $\{|i\rangle, |-i\rangle\}$.

Aufgabe 2: Untersuchen Sie die Wirkung der folgenden Transformationen auf ein allgemeines Qubit im Zustand $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$:

(i) $X = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

(ii) $Y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$

Prüfen Sie zuvor, ob die angegebenen Matrizen unitär sind.

In der Vorlesung haben Sie gelernt das Operationen auf Qubits durch quadratische Matrizen beschrieben werden. Die Multiplikation eines Vektors mit einer quadratischen Matrix ist eine lineare Abbildung.

Seien U und V Vektorräume über dem Körper K. Eine Abbildung $F : V \to U$ heißt eine *lineare Abbildung* (oder *lineare Transformation*), wenn sie die folgenden Bedingungen erfüllt:

(1.) Für beliebige $v, w \in V$ gilt $F(v + w) = F(v) + F(w)$.

(2.) Für beliebige $k \in K$ und beliebige $v \in V$ gilt $F(kv) = kF(v)$.

Aufgabe 3: Prüfen Sie, ob die folgenden Abbildungen linear sind:

(i) $F : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^2$, definiert durch $F(x, y) = (x + y, x)$.

(ii) $F : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$, definiert durch $F(x, y) = xy$.

Übungsaufgaben

Aufgabe 1: Machen Sie sich mit den Möglichkeiten unter https://quantum-computing.ibm.com/ zur Implementierung von Quantenschaltkreisen vertraut.

(i) Testen Sie den Zufallsgenerator mit Anfangszustand $|0\rangle$ bzw. $|1\rangle$.

(ii) Implementieren Sie die Wirkung $HYTHX|0\rangle$ als Schaltkreis.

Aufgabe 2: Untersuchen Sie die Wirkung der folgenden Transformationen auf ein allgemeines Qubit im Zustand $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$:

(i) $W = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2i \end{pmatrix}$

(iv) $Z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

(iii) $T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \exp\left(\frac{i\pi}{4}\right) \end{pmatrix}$

Prüfen Sie zuvor, ob die angegebenen Matrizen unitär sind.