BERUFSAKADEMIE SACHSEN
STAATLICHE STUDIENAKADEMIE
LEIPZIG
UNIVERSITY OF COOPERATIVE EDUCATION

Quantencomputing
—
Meyer-Penny-Spiel

Hausarbeit

im Studiengang Informatik

an der Berufsakademie Sachsen – Staatliche Studienakademie Leipzig

im Modul

Algorithmen und Datenstrukturen

von

Florian Fröhlich

und

Christoph Rosenau

28. November 2022

Matrikelnummern:	5002155 – Florian Fröhlich
	5002078 – Christoph Rosenau
Gutachter:	Dr. habil. Holger Perlt

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Hier könnte eine Einleitung stehen

2 Quantencomputing als Konzept

Quantencomputing ist, grundsätzlich gesehen, Informationsverarbeitung mittels quantenmechanischer Systeme [**NielsenChuang**]. Diese Technologie ermöglicht es, gewisse Berechnungen vielfach schneller und effizienter als auf herkömmlichen, *klassischen* Computern vorzunehmen. Dabei wird ein grundlegendes Konzept der Quantenmechanik nutzbar gemacht, die *Superposition* – der Umstand, dass in einem Quantensystem ein Zustand erst im Rahmen der Beobachtung determinitert wird, davor jedoch verschiedene Zustände sich zugleich überlagern können.

2.1 Unterschied Bit – Qbit

Dieses Konzept der *Superposition* wird im Quantencomputing dergestalt angewandt, dass die grundlegende atomare Einheit des Quantencomputings nicht, wie im Digitalrechner, das Bit ist, sondern das sogenannte *QBit* (Quantenbit). Auch dies ist ein binäres System, jedoch jeweils erst ab der Messung. Vor der Messung kann ein Qbit eine unendliche Zahl an Zuständen zwischen den möglichen Messzuständen 0 und 1 einnehmen. Mathematisch werden diese „Möglichkeiten“ durch Vorfaktoren (üblicherweise α und β) ausgedrückt:

$$\alpha \cdot |0\rangle + \beta \cdot |1\rangle \tag{2.1}$$

wobei

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1 \qquad \{\alpha, \beta\} \in \mathbb{C} \tag{2.2}$$

α und β werden hierbei als *Amplituden* des QBits (**??**) bezeichnet. Die Amplituden bilden gemeinsam mit der Superposition $|0\rangle + |1\rangle$ einen Vektorraum, der Zustandsvektor (α, β)

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \tag{2.3}$$

ist die Linearkombination der zweidimensionalen Standardbasisvektoren[**Homeister**]:

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \beta \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \alpha \cdot |0\rangle + \beta \cdot |1\rangle \,. \tag{2.4}$$

2.2 Aufgabe 2

2.3 Aufgabe 3

3 Das Meyer-Penny-Spiel

Was ist damit gemeint?

3.1 Code

```
print("Hi Mom")
# I really dig your mom
```

Listing 3.1: Python-Code `./mybestpython.py`

Ich glaube, wir brauchen ein Zitat[**NielsenChuang**].

3.2 Programmergebnis

Hier steht was rauskommt

3.3 Mathematischer Hintergrund

Alle Gatteroperationen von Quantengattern sind im Grunde Matrixmultiplikationen.

4 Schluss

Sind diese Quanten eigentlich radioaktiv?

5 (Mitschrieb in Vorlesung)

- Zustände: Superposition von Zuständen
- Für mehrere Zustände sind die Zustände diskret
- Eine Messung liefert genau einen der möglichen Zustände
- Mehrere Messungen liefern unterschiedliche konkrete Zustände. Um den Zustand $|i\rangle$ zu messen: $|\alpha_i|^2 \to \sum_{i=0}^{n} |\alpha_i|^2 = 1$
- Man kann die realen Messungen auf einem klassischen Recher mit Zufallszahlen simulieren. $Z = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$ mit $\alpha + \beta = 1$
- Zustände werden bei der Messung zerstört.
- Rechnen mit QBits:

  $$|\Psi\rangle = \alpha |0\rangle \beta |1\rangle$$

  Operation O:

  $$O |\Psi\rangle = \alpha' |0\rangle \beta' |1\rangle$$

  $|0\rangle, |1\rangle$ sind abstrakte Symbole:

  $$|0\rangle \to \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

5.1 Welche Eigenschaften sind für die QC-Simulation wichtig?

- Wk- Eigenschaft $\iff$ Zufallszahlen
- Darstellung der Operation auf QO
- Darstellung der QO
- beides Vektoren, Matrizen.
- Einschränkungen? Beispiel:

$$n = 3 \text{ Qbits; } R_0 = |000\rangle$$

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

$$H|000\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (|0\rangle + |1\rangle) \cdot (|0\rangle + |1\rangle) \cdot (|0\rangle + |1\rangle)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot (|000\rangle + |001\rangle + |010\rangle + |011\rangle + |100\rangle + |101\rangle + |110\rangle + |111\rangle)$$

Hadamard ausführlich:

$$n = 2; |g_1, g_2\rangle$$

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} & (-1) \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form weder veröffentlicht, noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Leipzig, 28. November 2022