Institut für Informatik
und Praktische Mathematik
der Universität Kiel

Kiel, 8. Mai 2002

Übungen zu Quantum Computing
SS 2002

Serie 1

Besprechung: bei naechster Gelegenheit in der Vorlesung

Aufgabe 1

Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeiten fuer Messungen des Quantenzustandes $| \Psi > = \alpha | 0 > + \beta | 1 >$ relativ zu den Basiszustaenden

$$\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (| 0 > + i | 1 >), \frac{1}{\sqrt{2}} (| 0 > - i | 1 >) \}$$

bzw.

$$\{ \frac{1}{2} | 0 > + \frac{\sqrt{3}}{2} | 1 >, \frac{\sqrt{3}}{2} | 0 > - \frac{1}{2} | 1 >$$

Aufgabe 2

Gegeben seien die folgenden drei unitaeren Operation auf qubits:

$$R(\Theta) = \begin{pmatrix} cos\ \frac{\Theta}{2} & sin\ \frac{\Theta}{2} \\ -sin\ \frac{\Theta}{2} & cos\ \frac{\Theta}{2} \end{pmatrix} \quad PS(\alpha) = \begin{pmatrix} e^{i\ \frac{\alpha}{2}} & 0 \\ 0 & e^{-i\ \frac{\alpha}{2}} \end{pmatrix} \quad SC(\delta) = \begin{pmatrix} e^{i\ \delta} & 0 \\ 0 & e^{i\ \delta} \end{pmatrix}$$

$R(\Theta)$ beschreibt Rotation um Θ, $PS(\alpha)$ beschreibt Phasenverschiebung um α, und $SC(\delta)$ beschreibt Scalierung mit δ.
Zeigen Sie, wie man mithilfe dieser drei Operationen die Hadamard Transformation, die NOT Operation, bzw. die Transformation $\begin{pmatrix} cos\ \Theta & i\ sin\ \Theta \\ i\ sin\ \Theta & cos\ \Theta \end{pmatrix}$ realisieren kann.

Aufgabe 3

Zeigen Sie, dass jede unitaere $2 * 2$ Matrix in der Form

$$U = e^{j\ \gamma} * \begin{pmatrix} e^{i\ \alpha} & 0 \\ 0 & e^{-i\ \alpha} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} cos\ \Theta & i\ sin\ \Theta \\ i\ sin\ \Theta & cos\ \Theta 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} e^{i\ \beta} & 0 \\ 0 & e^{-i\ \beta} \end{pmatrix}$$

dargestellt werden kann.
Benutzen Sie dazu die Tatsache, dass eine Matrix unitaer ist genau dann wenn Zeilen und Spalten orthogonal sind.