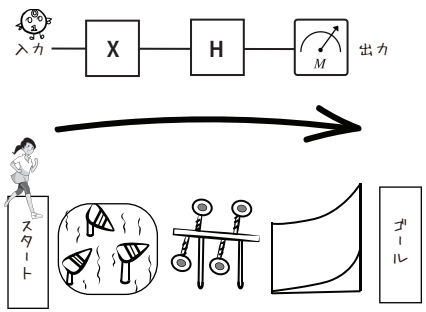
量子回路



量子回路

は年表と同じように
時間は左から右へと流れていくよ。

歴史年表

1981 ファインマンが量子計算について提案

1994 ショアのアルゴリズムの発明＊

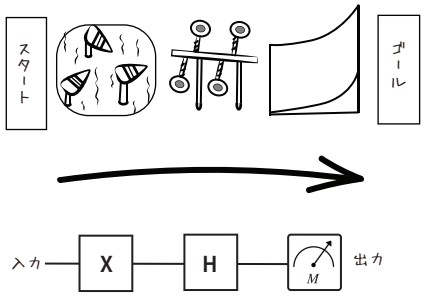
2017 NISQ コンピュータの時代の始まり

ショアのアルゴリズムについてもっと知りたいなら、
「1. 量子コンピューティングの歴史」を見てね

量子回路

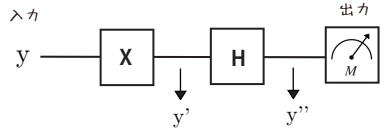
は順番に演算を行うよ

「SASUKE」では、
挑戦者たちは次々と障害物に立ち向かっていくんだ。



量子ゲートを量子ビットに作用させて、
状態を変化させるよ。

1量子ビットの量子回路



1. X ゲート(X) を y に作用させて、
   y' を生成

2. アダマールゲート(H) を y' に作用させて、
   y'' を生成

3. 測定(M)
   量子状態 y''を測定すると、
   その値は 0 か 1 になるよ

1量子ビットの量子回路が行う計算

メモ；
$y=|0\rangle=1|0\rangle+0|1\rangle=\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}$

$y=|0\rangle$ のとき

1. X ゲート(X)

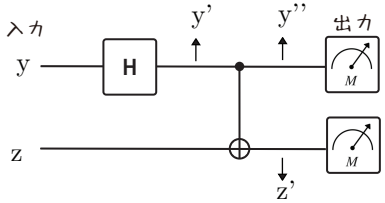
$$\underbrace{\begin{bmatrix}0 & 1\\1 & 0\end{bmatrix}}_{\text{ゲート}}\underbrace{\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}}_{y}=\underbrace{\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}}_{y'}$$

2. アダマールゲート(H)

$$\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & 1\\1 & -1\end{bmatrix}}_{\text{ゲート}}\underbrace{\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}}_{y'}=\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\-1\end{bmatrix}}_{y''}$$

3. 測定 (M)
   量子状態 y''を測定すると、
   同じ確率で 0 か 1 になるよ

2量子ビットの量子回路



1. アダマールゲート (H) を y に作用させて、
   y' を生成

2. CNOT ゲート(⊕) を y' と z に作用させて、
   y'' と z' を生成

3. 測定 (M)
   量子状態 y'' と z' を測定すると、
   それぞれ 0 か 1 になるよ

$\left\{\begin{matrix}y=|0\rangle\\z=|0\rangle\end{matrix}\right\}$ のときの結果を
計算してみよう

2量子ビットの計算

1. アダマールゲート (H) を y に作用

$$\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & 1\\1 & -1\end{bmatrix}}_{H}\underbrace{\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}}_{y}=\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}}_{y'}$$

2. 2量子ビットのゲートを作用させるために、
   y' と z の確率を結合

$$\underbrace{y'=\frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle+\frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle}_{}\ \text{と}\ z=1|0\rangle+0|1\rangle$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|00\rangle+0|01\rangle+\frac{1}{\sqrt{2}}|10\rangle+0|11\rangle$$

行列での記法に変換 → $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\0\\1\\0\end{bmatrix}$

3. CNOT ゲート(⊕) を y' と z に作用

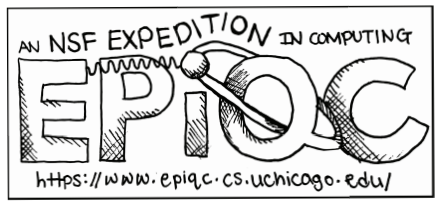
$$\underbrace{\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\0 & 1 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 1\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}}_{\text{CNOT}}\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\0\\1\\0\end{bmatrix}}_{y'\text{と}z}=\underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\0\\0\\1\end{bmatrix}}_{y'\text{と}z'}$$

4. 測定(M)
   測定すると、50% の確率で y'=0 z'=0
   0% : y'=0 z'=1
   0% : y'=1 z'=0
   50% : y'=1 z'=1

量子コンピューティングについて
もっと知りたいならこちら

https://www.epiqc.cs.uchicago.edu/resources/

May 2023

Translated by QCSC, kyushu University, Japan

This work is funded in part by EPiQC,
an NSF Expedition in Computing,
under grant 1730449