

量子と



可逆性

可逆性(元に戻せること)は身のまわりにあふれているよ!



不可逆的なこともあるよ



数学における演算; 一部は可逆

符号反転は可逆的

$n=5$ のときを考えよう
 n にマイナスを付けると、 $n=-5$ になるよ
 n からマイナスを外すと、 $n=5$ になるよ

元の値に戻った!

足し算は不可逆的!

和があるだけでは、元の数を求められない。



和が8の場合:
 $1 + 7 = 8$
 $2 + 6 = 8$
 $3 + 5 = 8$
 $4 + 4 = 8$

$? + ? = 8$

可逆的な足し算?

足し算の演算が入力の1つ(x)を出力と一緒に返したら、可逆的になるのか?

$$\text{SUM}(x, y) = (x, x + y)$$

入力 出力

2つの入力に分かる時、以下のようなよ

$$\text{SUM}(7, 4) = (7, 7 + 4) = (7, 11)$$

入力 出力



y が分からないときは?

$$\text{SUM}(3, y) = (3, 8)$$

演算を逆にしたら y を求められるかな?

引き算をすれば y が分かる!

$$y = 8 - 3 = 5$$

答えは $y = 5!$

入力が1つ分かれば、演算が可逆的になるよ!

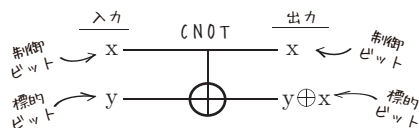
すべての量子演算は、情報が保存されるから、可逆的だよ

量子演算は

可逆でなければいけない!



だから、情報を失うことが許されないんだ



入力		出力	
x	y	x	y
0>	0>	0>	0>
0>	1>	0>	1>
1>	0>	1>	1>
1>	1>	1>	0>

制御ビット (x) 変化なし!



標的ビット (y)

標的ビットが反転するかどうかは制御ビット(x)によって決まるよ

CNOTを作用させて逆にする!

入力が分かれば、CNOTの真理値表から出力を決められるよ

$$\text{CNOT}(|0\rangle, |1\rangle) = (|0\rangle, |1\rangle)$$

入力 出力

もちろん、演算を逆にできるよね!

出力が分かれば、CNOTの真理値表から入力を決められるよ

やってみよう!

まずは、入力から出力を求めよう:

$$\text{CNOT}(|1\rangle, |0\rangle) = (|1\rangle, |1\rangle)$$

入力 出力

そして、出力から入力を求めよう:

$$\text{CNOT}(|1\rangle, |1\rangle) = (|1\rangle, |0\rangle)$$

入力 出力

$$\begin{aligned} \langle 1 | \langle 0 | \text{ 対 } | 1 \rangle | 0 \rangle &= \delta_{11} \delta_{00} = \langle 1 | \langle 0 | \text{ 対 } | 1 \rangle | 0 \rangle \\ \langle 1 | \langle 1 | \text{ 対 } | 1 \rangle | 0 \rangle &= \delta_{11} \delta_{00} = \langle 0 | \langle 1 | \text{ 対 } | 1 \rangle | 0 \rangle \end{aligned}$$

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 1930449

