Huay Yai, 22-09-2021

Inhoud van de voordracht ***Quantum computers, stand van zaken***

Donaat Vernieuwe

1. Opfrissing (ook movie 1 en 2)
2. Companies werken met verschillende soorten qubits
3. Movie 3: revolution in quantum computers
4. Movie 4: future in quantum computers

Opfrissing:

Voordracht van oktober 2018 “Spooky verschijnselen in de quantumwereld”.

1. **Qubits**

Qubits of quantum bits zijn heel kleine deeltjes zoals atomen, elektronen, fotonen…

Zo’n deeltje draait om zichzelf (zoals een tol), heeft een spin.

Draait de spin naar links dan zeggen we dat de qubit in de 0-toestand is, een qubit met de spin naar rechts is in de 1-toestand.

1. 1

In werkelijkheid spint zo’n deeltje voortdurend in (beide) alle richtingen, **het is dus op hetzelfde moment zowel een 0 als een 1.**

Op het moment dat je zo’n qubit uitleest, detecteert, neemt het ofwel de 0-toestand aan of de 1-toestand.

1. **Entanglement of koppeling**

Twee qubits worden eerst heel dicht in elkaars nabijheid gebracht om ze te koppelen (entanglen).

Wanneer ze van elkaar verwijderd worden, blijft er een « spooky » connection bestaan, zelfs wanneer de twee qubits gescheiden worden naar beide uiteinden van het heelal.

Want op het ogenblik dat je één van die qubits observeert, komt die bv. onmiddellijk in de 0-toestand. **De andere Qubit komt steeds in de tegenovergestelde toestand, hier dus de 1-toestand, en dit gebeurt in een tijd 0, dus groter dan de lichtsnelheid !**



Problemen bij quantum computers :

* Ze moeten heel goed afgeschermd zijn tegen vreemde invloeden zoals kosmische straling, mechanische trillingen….
* Om de qubits « handelbaar » te houden moeten ze gekoeld worden tot extreem lage temperaturen (bv. 12 mK)
* Ze moeten met elkaar « gekoppeld » worden (entanglement) wat steeds moeilijker wordt wanneer je meer qubits wil toevoegen

Alle berekeningen gedaan met een quantumcomputer zijn onzeker, bv. 2+2=4.

Als je dit een aantal keren laat berekenen, zal het gemiddelde uitkomen op 4.

Merk op :

# Quantum computers are “a few years, no longer a few decades” in the future says IBM CEO

**Movie 1**

"The incredible physics behind quantum computing | Brian Greene, Michio Kaku, & more <https://youtu.be/KwsW-iCToEY>

15 jan 2021

4 delen

Begin tot 1’55”

Michio Kaku over Moore’s Law, computer power x2 every 18 months (met Si technologie).

Moore’s law is slowing down because of heat and leakage.

*Who want to buy a new computer if the new one will not be more powerful than the old one? Big problem on the market!*

4’50” tot 6’15” Qubits spinning

7’25” tot 8’11” Storingen Decoherence can be viewed as **the loss of information from a system into the environment**

8’50” tot 11’34” Lage temperaturen, toepassingen.

**Movie 2**

Quantum Computing for Dummies : A Simple Explanation for Normal People

<https://www.youtube.com/watch?v=lypnkNm0B4A>

Maart 2016

1’30’ tot 3’40’’ Quantum bit, Grover machine

**Artikel 26 juli**

The Great Quantum Computing Race

<https://semiengineering.com/the-great-quantum-computing-race/>

What prevents quantum computing from realizing its full potential are several major issues**. First, qubits lose their properties, typically within 100 microseconds**, due to noise, according to IBM.

**Today, there are 98 organizations working on quantum computers and/or qubits**, according to the Quantum Computing Report. Companies are developing different types of qubits, including ion trap, neutral atoms, [photonics](https://semiengineering.com/knowledge_centers/communications-io/off-chip-communications/silicon-photonics/), silicon spin, superconducting and topological. Each type is different, with some advantages and disadvantages. It’s too early to say which technology is superior.

**Superconducting qubits** are built around Josephson junctions. A Josephson junction includes a thin insulating layer, which is sandwiched by two superconducting metals. In operation, electrons pair up and tunnel through the junction.

**Ion trap qubits** are another promising technology. With ion trap, atoms are at the heart of the quantum processor. The atoms are trapped, **and then lasers do everything from the initial preparation to final readout**, according to IonQ, a developer of the technology.

**Silicon qubits**: “What we’re doing here is making a single electron transistor,” Intel’s Clarke said. “We’re making a transistor that has one electron in the channel. That single electron can either have spin up or spin down. That spin up or spin down represents the ‘0’ and the ‘1’.”

The trick is to make the electron move into the superposition state. “When you have one spin, it’s one qubit,” Clarke said. “If you have two electrons close to each other, or two of these spin qubits, then you can start to perform operations. You can start using quantum entanglement.”

**Conclusion**
There are other types of qubits, as well. “You have photonics. People are using light particles and that looks like a promising field,” said Smith-Goodson from Moor Insights & Strategy.

But it’s unclear which technologies will prevail over time. The same is true for companies in this space.

**Movie 3**

Quantum computers - a revolution in the making | Shai Machnes | TEDxSavyon

<https://www.youtube.com/watch?v=eVjMq7HlwCc>

13 maart 2020

De spreker werkt in een firma die quantumcomputers bouwt.

Begint met zonnepanelen in de sahara en supergeleiders om de elekriciteit over te brengen zonder energieverlies over de ganse wereld. Tot 1’20”

Vanaf 9’20” tot einde (17’46’’): Capaciteit van een quantumcomputer met 300 qubits. Heeft meer memory capacity than the number of atoms in the whole universe.

How does a quantum computer looks? Chip, fridge..

How did the first computer looked in the 50’s?

Applications, race between companies, education levels needed to work on quantum computers.

**Movie 4**

What's Next: The Future of Quantum Computing XXXX 9’

<https://youtu.be/zOGNoDO7mcU>

4 delen

Begin: corona virus tot 2’20”

11’02” tot 12’16” Klassieke computer – microwave pulsen – quantum chip – inside cyrostat or golden chandeleer.

21’55” tot 22’45” Uitgevoerde quantum circuits in quantumcloud – companies, universities...

*Number of qubits in the computer is not a good measure of the power of a quantum computer. The error rate is also important, error rate because of the coupling of the system to the external world.*

24’30” tot eind 26’20” road map IBM: Growth of quantum processing power: doubling each year!