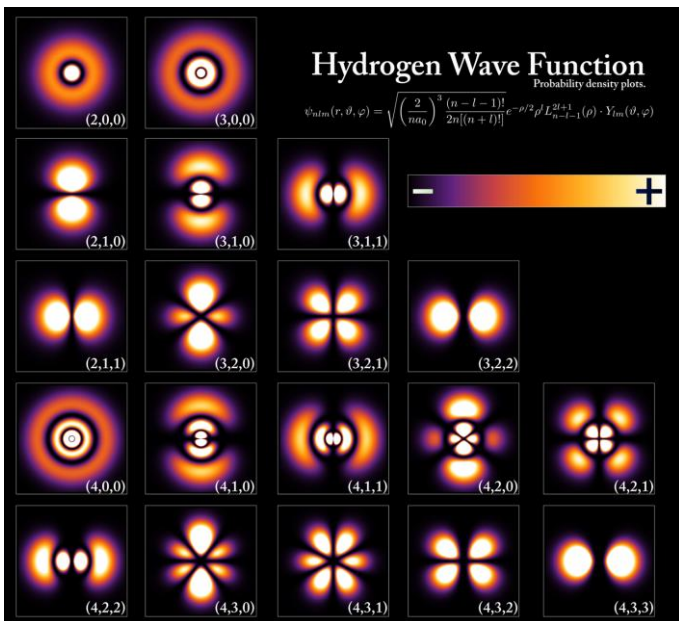


KVANTINĖS TECHNOLOGIJOS

DR. JULIUS RUSECKAS

Kas yra kvantinė mechanika?

Kvantinė mechanika



Kvantinė mechanika — teorija
aprašanti judėjimą **tiksliau** negu
Niutono mechanika

Kvantinė mechanika

Iš pradžių buvo sukurta aprašyti atomų dydžio ir mažesnes sistemas

Poreikis naudoti kvantinį aprašymą yra susijęs ne su sistemos dydžiu, bet su tuo kaip **gerai sistema kontroliuojama** ir kaip **tiksliai matuojama**

⇒ Pasiiekta pažanga technologijose ir medžiagotyroje leidžia kurti naujus įrenginius besiremiančius kvantiniais efektais

Nauji kvantiniai reiškiniai

Kvantinė mechanika numato **naujus** reiškinius, palyginus su mums įprastų, didelių objektų aprašymu. Pagrindiniai grynai kvantiniai reiškiniai yra:

- Kvantinė superpozicija
- Kvantinis supynimas (angl. entanglement)

Naujos kvantinės technologijos

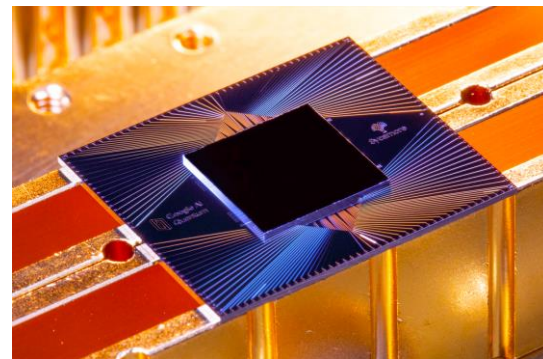
Naujos kvantinės technologijos:

- Kvantiniai kompiuteriai
- Kvantinė komunikacija
- Kvantiniai jutikliai

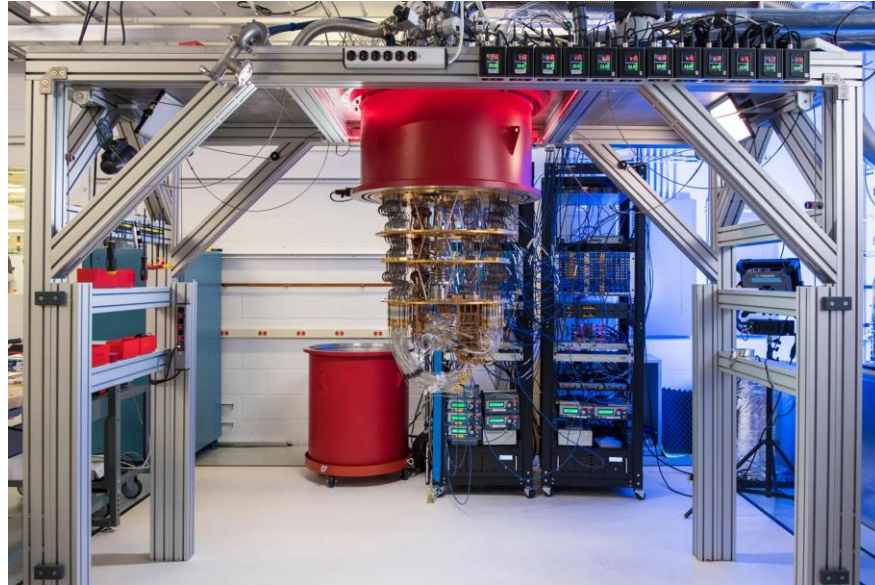
Kvantiniai kompiuteriai

Kvantinis kompiuteris

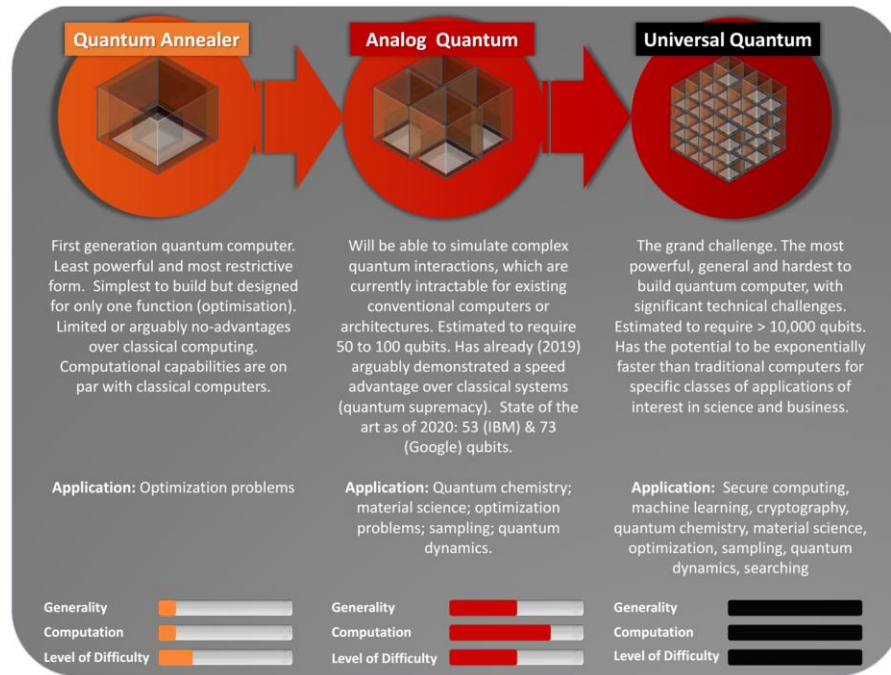
Kvantinis kompiuteris yra kompiuteris **informacijos apdorojimui** naudojantis **kvantinius reiškinius** tokius kaip superpoziciją ir supynimą



Kvantinis kompiuteris



Kvantinių kompiuterių vystymosi etapai



Potenciali nauda

Manoma, kad kvantiniai kompiuteriai gali žymiai greičiau už įprastinius kompiuterius spręsti **tam tikrus** uždavinius:

- Kai kuriuos optimizacijos uždavinius
- Dabar naudojamų mašininio mokymo algoritmų spartinimą
- Dabar naudojamų šifravimo schemų, besiremiančių skaičių faktorizacija, nulaužimą
- Medžiagų simuliaciją

Potenciali nauda

Optimizacijos uždavinių spartinimas gali įtakoti efektyvesnį sprendimų priėmimą

Simuliacijos leis kurti **naujas medžiagas** turinčias norimas savybes

Problemos

Kvantiniai reiškiniai labai jautrūs aplinkos poveikiui

Teoriškai su aplinkos poveikiu turėtų kovoti **klaidų korekcija**

Kol kas klaidų korekcijos algoritmai tik pradedami eksperimentiškai tirti

Kol kas nėra galutinio sutarimo, kokia technologija geriausiai tinka realizuoti kvantiniams bitams

⇒ Nepaisant spartaus progreso, universalus kvantinis kompiuteris bus negreitai

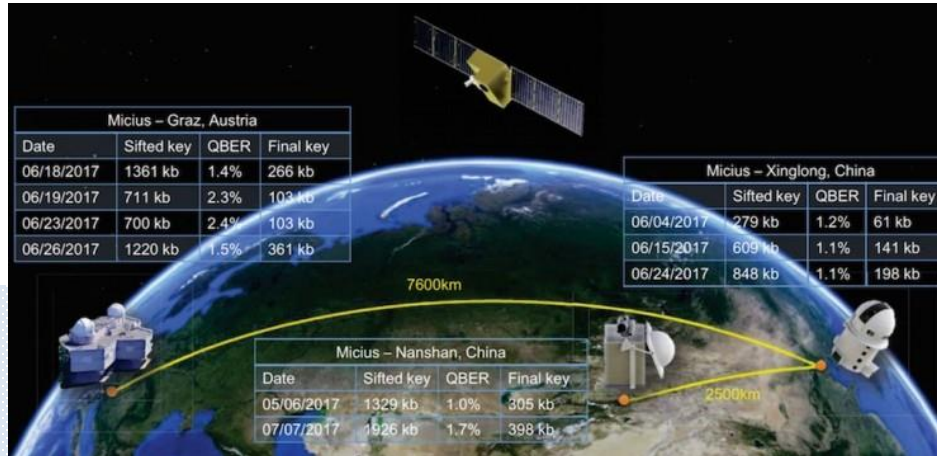
Kvantinė komunikacija

Kvantinė komunikacija

Kvantinė komunikacija — informacijos perdavimas ir kodavimas naudojant kvantinius reiškinius.

Dažniausiai panaudojamos kvantinės šviesos dalelės — fotonai.

Gali sklisti šviesolaidžiu iki 100 km be žymios sugerties



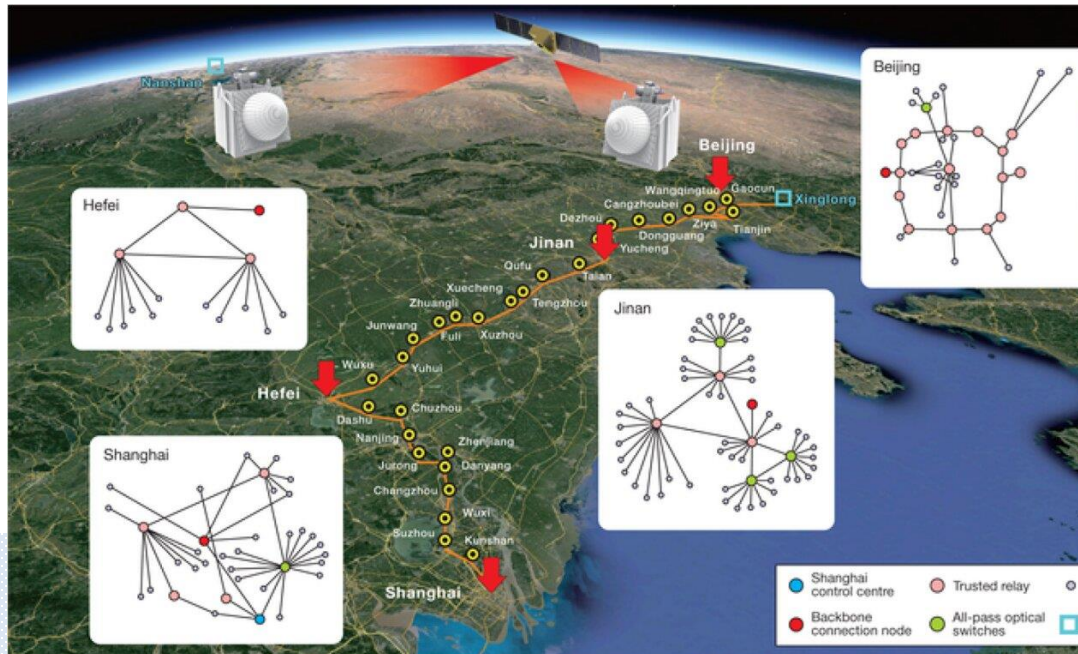
Potenciali nauda

Galimybė perduoti informaciją užtikrinant kad jos **iš principo nejmanoma** perimti ir pasiklausyti — kvantinis dalinimasis šifravimo raktu (angl. quantum key distribution, QKD)

Tolimoje ateityje: ryšys tarp kvantinių kompiuterių, sukuriant paskirstytus kvantinius skaičiavimus

Dabartinė būsena

Yra eksperimentinės veikiančios kvantinės komunikacijos linijos



Dabartinė būsena



Problemos

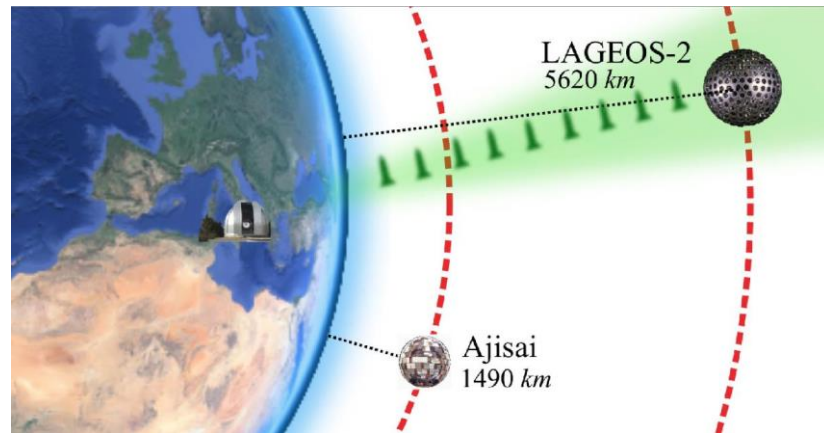
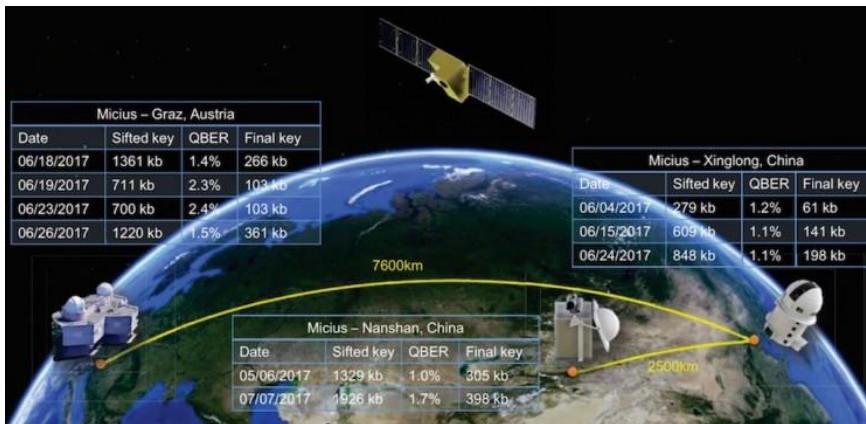
Apsauga nuo pasiklausymo užtikrinama esant tam tikroms prielaidoms. Yra reikalingi efektyvūs:

- Vieno fotono šaltiniai – sunku sukurti
- Detektoriai galintys detektuoti pavienius fotonus

Kvantinio signalo neįmanoma stiprinti. Vietoj to yra pasiūlyti kvantiniai kartotuvai — kol kas egzistuoja tik laboratorijose. Kartotuvų nebuvimas riboja komunikacijos atstumą.

Dabar pasiūlytas problemos apėjimas – panaudoti palydovus

Kvantinė komunikacija kosmose



Kvantiniai jutikliai

Kvantiniai jutikliai

Kvantiniai jutikliai naudoja kvantinės mechanikos ypatybes — superpoziciją, supynimą, kvantinės būsenos suspaudimą — siekiant viršyti jutiklių besiremiančių įprastinėmis technologijomis jautrumą.

Potenciali nauda

Tiksli navigacija nesiremiant jokiais išoriniais signalais

Ultra-jautrūs gravimetriniai, magnetiniai ir akustiniai sensoriai → “skaidrus okeanas”; požeminių struktūrų aptikimas

Tikslių gravitacinių bei magnetinių anomalijų žemėlapių sukūrimas

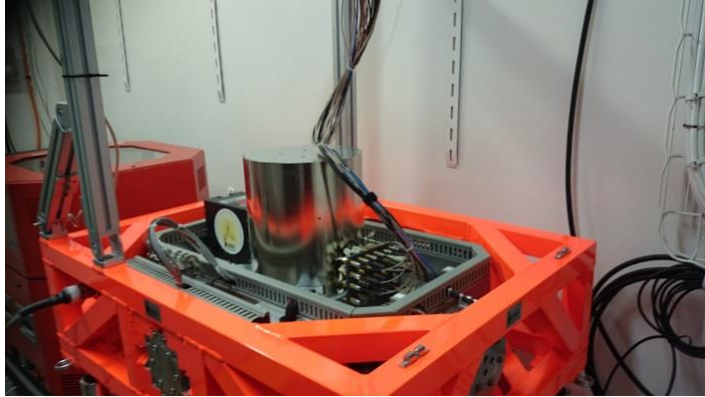
Kvantinis radaras — tikslesnė bei nepastebima (naudoja silpną signalą) detekcija

Mažos galios ir didelio jautrumo sensoriai aviacijoje ir palydovuose

Dabartinė būsena

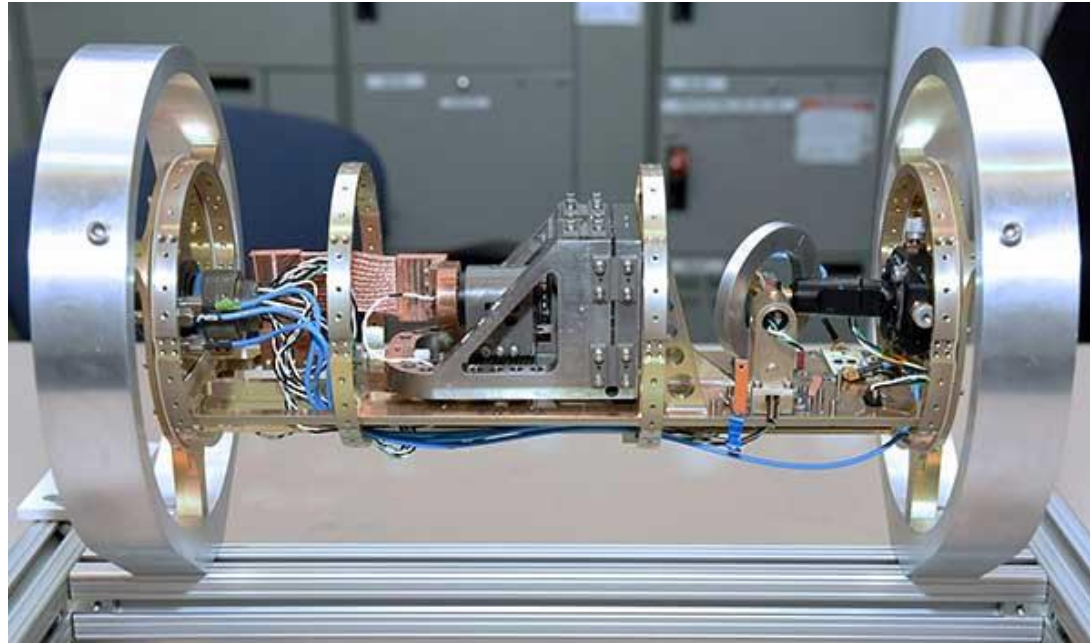
Skirtingos jutiklių technologijos yra įvairiuose lygiuose: nuo esančių tik laboratorijose iki praktiškai panaudojamų pavydžių

Pavyzdys: kvantinė gravimetrija



GIRAFE2 gravitacinis jutiklis, ONERA (Prancūzija)
Naudoja šaltų atomų interferometriją

Pavyzdys: kvantinis magnetometras

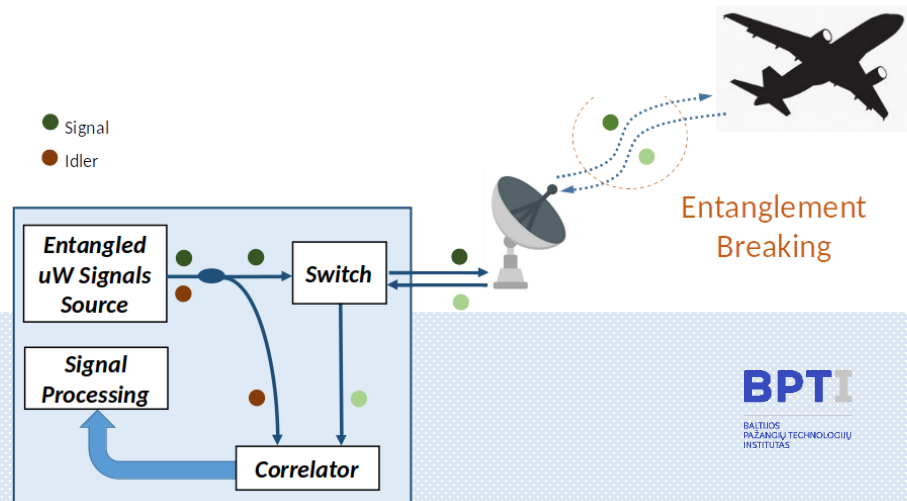


Pavyzdys: kvantinis radaras

Kol kas yra tik laboratorijose

Veikimo principas: kvantinis apšvietimas (quantum illumination): net ir pažeidus kvantinį supynimą, išlieka didelės koreliacijos

Problema: reikia didelės galios supintų mikrobangų fotonų šaltinio



Išvados

Išvados

Naujos kartos kvantinės technologijos gali turėti didelę įtaką ateityje

Dabartiniu metu didesnę dalis technologijų yra tyrimų ir vystymo fazėje

Taikymams reikia sumažinti dydį, svorį ir energijos suvartojimą

Labiausiai pažengusi sritis yra kvantiniai jutikliai

požeminių struktūrų detekcija, povandeninių laivų detekcija, tiksli inercinė navigacija

Kvantiniai kompiuteriai yra dar tik tyrimų stadijoje, universalus kvantinio kompiuterio sukūrimui gali prireikti kelių dešimtmečių

Ačiū už dėmesį!