

OTOMATİK KONTROL

Konu: KUANTUM KONTROL

213303045

Batuhan Bayrak

Kuantum Mekaniki Nedir ?

-Kuantum mekaniği veya kuantum fiziği , atom altı parçacıkları inceleyen bir temel fizik dalıdır. "Nicem mekaniği" veya "dalga mekaniği" adlarıyla da anılır. Kuantum mekaniği, moleküllerin, atomların ve bunları meydana getiren elektron, proton, nötron, kuark, gluon gibi parçacıkların özelliklerini açıklamaya çalışır. Çalışma alanı, parçacıkların birbirleriyle ve ışık, x ışını, gama ışını gibi elektromanyetik radyasyonlarla olan etkileşimlerini de kapsar.

GİRİŞ

--Bu sunumda, kuantum kontrolünün ne olduğunu, nasıl çalıştığını ve uygulamalarını anlatacağım.

--Kuantum mekaniğinin temel yasaları ile kontrol teorisi ve ileri teknolojiyi birleştiren bu disiplin, kuantum sistemlerinin süperpozisyon ve girişim gibi olağanüstü özelliklerinden yararlanarak yeni görüşler açmaktadır.

--Kuantum bilgisayarlar, kuantum iletişimi ve hassas ölçümler, bu alanın birkaç temel uygulama alanlarındandır.

--Bilim insanları, kontrol teknikleri ve deneysel protokoller geliştirerek, bilgi işleme, kriptografi ve algılama gibi alanlarda ilerlemeler sağlamayı amaçlıyorlar.

--Kuantum teknolojilerinin çeşitli endüstrileri dönüştürebileceği ve kuantum alanında mümkün olan sınırları genişletebileceği öngörülmüyor.

-Kuantum Kontrol Nedir ve Nasıl Çalışır ?

Kuantum kontrolünde, kuantum sistemleri istenen bir sonuca ulaşmak için tasarlanır ve yönlendirilir.

Kuantum sistemleri, dış alanlar veya kontroller tarafından işlevselliğini artırmak ve çeşitli amaçlar için davranışlarını iyileştirmek için yönlendirilir.

Elektronlar ve fotonlar gibi parçacıklar, kuantum mekaniğinde birden çok olasılıklı durumda olabilirler. Bunlar kübit olarak işlev görürler; klasik bitlerin aksine, sadece bir seferde bir durumda olabilirler.

Kuantum kontrolü, kuantum özelliklerini belirli görevleri gerçekleştirmek için manipüle etmeyi içerir. Yapılabilecek şeyler arasında kuantum sisteminin dinamiğini kontrol etmek, istenmeyen etkileri bastırmak, sistemin özelliklerini artırmak veya sistemi belirli bir duruma veya işlevselliğe yönlendirmek sayılabilir.

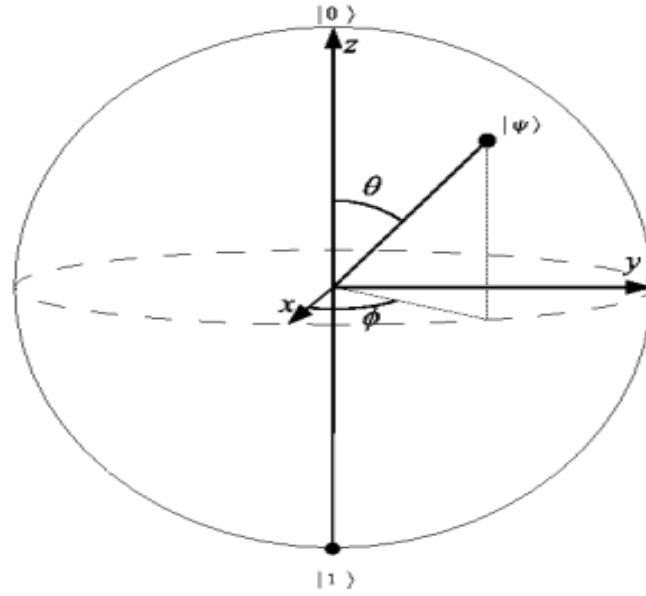


Figure 1.1. Bloch sphere

$$|\phi^\pm\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle \otimes |0\rangle \pm |1\rangle \otimes |0\rangle)$$

--Kuantum mekaniğine, **Felix Bloch** tarafından kazandırılmış, **tek kübit** göstermeye yarayan çizimdir.

-Kontrol edilebilen birçok kuantum sistemi vardır; atomlar, iyonlar, moleküller, katı hal cihazları, süperiletken kubitler ve kuantum noktaları sayılabilir. Belirli sisteme ve istenen manipülasyona bağlı olarak, kuantum kontrolü farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Kullanılan tekniklerden bazıları:

--**Hamilton mühendisliği**, sistemin Hamilton'u dış alanlarla etkileşimini ve enerji seviyelerini ayarlayarak istenen işlemleri veya durumları elde etmeyi sağlar.

Klasik

enerjinin korunumu
Newton yasaları

kinetik enerji +
potansiyel enerji = E

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = E$$
$$F = ma = -kx$$

Kuantum

enerjinin korunumu
Schrodinger eşitliği

bir dalga denklemine
geçiş yaparken, fiziksel
değişkenler 'operatörler'
formunu alır

enerji, Hamiltonian operatörü olur

dalga fonksiyonu

sistem için enerji 'özdeğeri'

$$H\Psi = E\Psi$$

bir kuantum harmonik osilatör için Hamiltonian operatör formu

$$H \rightarrow \frac{-\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{2}kx^2$$

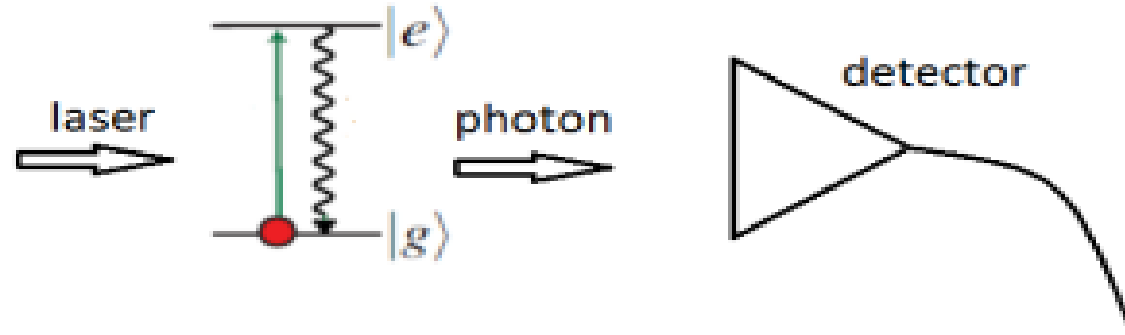
$p \rightarrow \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x}$

$x \rightarrow x$

-Kuantum sistemi gerçek zamanlı olarak ölçülerek durumu hakkında bilgi edinilebilir. Gerçek zamanlı olarak ayarlamalar yaparak istenen sonucu elde etmeye olanak sağlar. lm sonuçlarına dayanarak sistemi sürekli olarak izlemek ve ayarlamak için geri besleme kontrol döngüleri kullanılabilir.

-Optimal kontrol teorisi, kuantum sistemlerini istenen duruma ulaşmak veya belirli iřlevi gerçekleştirmek için matematiksel optimizasyon tekniklerini kullanarak kontrol alanları ve dizileri tasarlar.

-Kuantum bilgi işleme için, kuantum sisteminin evrimini kontrol etmek için kapılar ve işlemler kullanılır.



--**Kuantum Atlaması**. Buradaki ölçüm kuantum sıçrama anlamına geliyor. Bu ölçüm, sistem hakkında bilgi içerir.

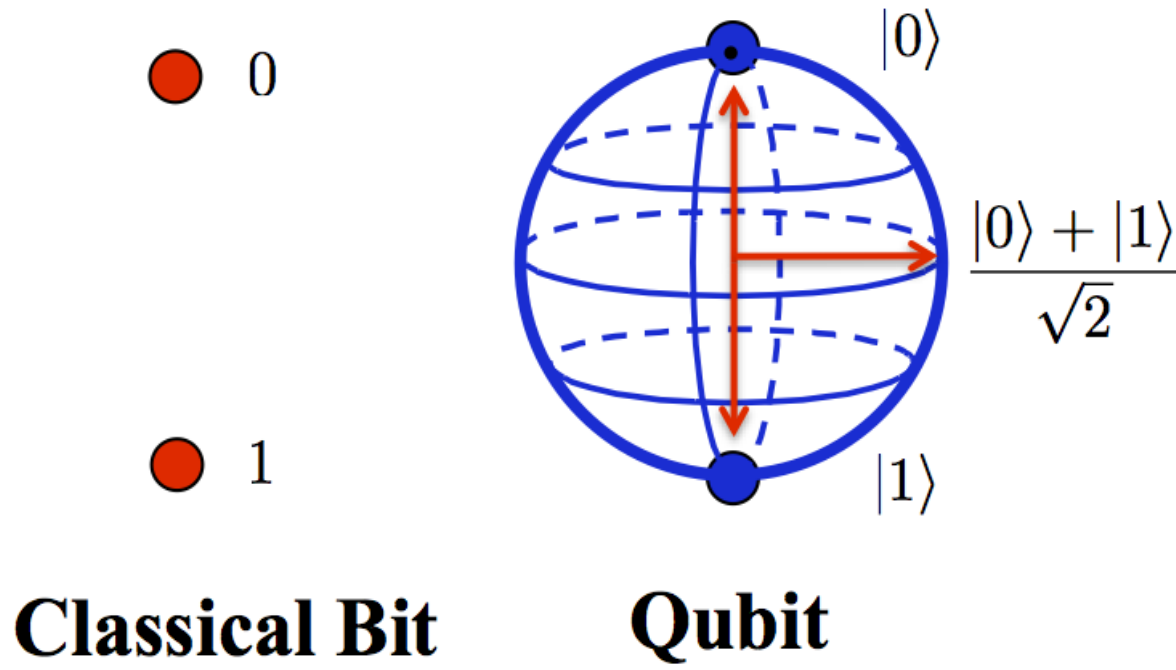
Kuantum Kontrol Uygulamaları

Kuantum kontrolü, kuantum teknolojilerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için önemli bir araçtır. Kuantum kontrolü ile, kuantum bilgisayarlar daha hızlı ve güvenilir hale, kuantum iletişimi daha güvenli ve verimli hale, hassas ölçümler daha doğru ve duyarlı hale getirilebilir. Kuantum kontrolü ayrıca yeni kuantum cihazları ve protokolleri tasarlamak için de kullanılabilir.

Kuantum kontrolünün uygulandığı bazı örnekler şunlardır:

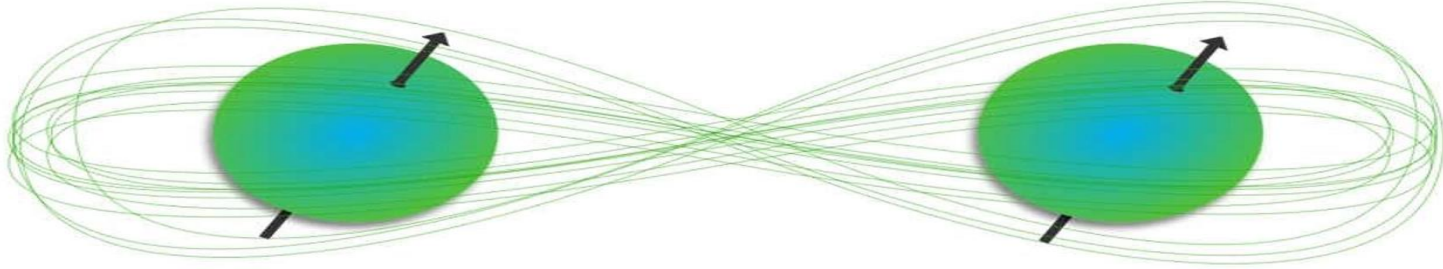
--Kuantum bilgisayarlar, kuantum bitlerin (kübit) durumunu manipüle etmek için kuantum kontrolü kullanır. Kübitler, süperpozisyon, dolaşıklık ve girişim gibi kuantum özelliklerine sahiptir, aynı anda birçok durumu temsil edebilir ve birbirleriyle bağlantılı olabilir bu da klasik bitlerden daha fazla bilgi depolamalarını ve işlemlerini sağlar.

--Kübitler aynı zamanda gürültü (noise) ve bozulmalara karşı hassastır, bu da onların istenmeyen şekilde değişmesine veya kaybolmasına neden olabilir. Kuantum bilgisayarların performansını ve doğruluğunu azaltır. Kuantum kontrolü ile, kübitlerin durumu ölçülerek, korunarak veya düzeltilerek istikrarlı tutulabilir. Kübitler arasında mantıksal işlemler gerçekleştirmek için kuantum kapıları tasarlamak için de kuantum kontrolü kullanılabilir.



--**Kuantum iletişimi**, kuantum mekaniğinin yasalarını kullanarak bilgi aktarmak için kuantum kontrolü kullanır. Kuantum iletişimi, fotonlar gibi ışık parçacıklarını veya atomlar gibi madde parçacıklarını kullanarak bilgi kodlayabilir ve gönderebilir. Parçacıkların iç içe geçme gibi kuantum özellikleri sayesinde, bilgi güvenli şekilde paylaşılabilir ve herhangi dinleme veya değiştirme durumunda tespit edilebilir. Süperpozisyon gibi kuantum özellikleri sayesinde, bilgiyi daha verimli şekilde aktarabilir ve daha fazla kapasite sağlayabilir. Kuantum kontrolü ile, parçacıkların durumu manipüle edilerek, kodlanabilir, gönderilebilir veya alınabilir.

--**Hassas ölçümler**, kuantum sistemlerinin hassasiyetini artırmak için kuantum kontrolünü kullanır. Ölçümler küçük veya zayıf sinyalleri algılamak için kullanılır. Manyetik alanlar, elektrik alanları, yerçekimi alanları veya zaman gibi değerleri ölçmek için hassas ölçümler hayati öneme sahiptir. Hassas ölçümler temel fizik yasalarını test etmek veya yeni fenomenleri keşfetmek için de kullanılır.



KUANTUM DOLANIKLIĞI

Dipnot : Kuantum Dolanıklığı iki veya daha fazla parçacığın birbirleriyle bağlantılı olduğu ve bir parçacığın durumu değiştirildiğinde diğer parçacığın da anında değiştiği anlamına gelir.

Kuantum Kontrolünün Öncüleri

--**Q-CTRL**: Avustralya merkezli kuantum şirketi olan Q-CTRL, kuantum kontrol yazılımı ve donanımı geliştirir. Q-CTRL, kuantum sistemlerinin performansını ve kararlılığını artırmak için gürültü bastırma ve hata düzeltme teknikleri sunar.

--**IonQ**: ABD merkezli kuantum şirketi olan IonQ, iyon tuzakları kullanarak kuantum bilgisayarlar geliştirir. IonQ, iyon tuzaklarının avantajlarını kullanarak yüksek kaliteli kubitler ve uzun süreli girişim durumunu sağlar.

--**ColdQuanta**: ABD merkezli kuantum şirketi olan ColdQuanta, ultra soğuk atomlar kullanarak kuantum cihazlar ve sistemler geliştirir. ColdQuanta, ultra soğuk atomların süperpozisyon ve iç içe geçme gibi özelliklerinden yararlanarak hassas ölçümler, kuantum simülasyonları ve kuantum hesaplamaları yapmaktadır.

Kuantum Kontrolünün Geleceđi

Kuantum kontrolü, kuantum teknolojilerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır ve gelecekte de bu rolünü sürdürecektir. Kuantum kontrolü ile, kuantum sistemlerinin potansiyelini gerçekleştirmek için en son kontrol teknikleri ve deneysel protokoller geliştirilebilir.

Kuantum teknolojilerinin çeşitli endüstrileri dönüştürebileceği ve kuantum alanında mümkün olan sınırları genişletebileceği öngörülmektedir. Kuantum kontrolünün gelecekteki uygulamalarından bazıları şunlar olabilir:

--**Kuantum bilgisayarlar** daha güçlü ve evrensel hale gelebilir. Kuantum kontrolü ile kübit sayısı artırılabilir, kübit kalitesi iyileştirilebilir, kübitler arası bağlantı sağlanabilir ve kübit hataları azaltılabilir.

--**Kuantum iletişimi** daha yaygın ve erişilebilir hale gelebilir. Kuantum kontrolü ile, fotonların veya atomların durumu kodlanabilir, gönderilebilir veya alınabilir. Ayrıca, iç içe geçme dağıtımı yapılabilir ve kriptografik protokoller uygulanabilir.

--**Hassas ölçümler** daha sofistike ve çeşitli hale gelebilir. Kuantum kontrolü ile, kuantum sistemlerinin ölçüm sinyalini gürültüden ayırmak, ölçüm hassasiyetini artırmak veya ölçüm süresini kısaltmak mümkün olabilir. Yeni fiziksel fenomenler veya sabitler ölçülebilir veya test edilebilir.

Kaynakça

<https://gcris.iyte.edu.tr/bitstream/11147/4189/1/10035337.pdf>

<https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2021/08/02/q-ctrl-university-of-sydney-announce-machine-learning-pinpoint-quantum-errors.html>

<https://www.harvard.edu/> with Prof.Dr.Micheal Biercuk

<https://equs.org/>