

سخنرانی هفتگی آزمایشگاه امنیت داده و شبکه



کامپیوترهای کوانتومی: معرفی، کاربردها و اصول کامپیوترهای نیمه رسانای اسپینی

**Quantum Computers: Introduction, Applications and basics of
Semiconductor Spin-based Quantum Computers**

دکتر حمیدرضا میرزایی

زمان: شنبه ۱۰ اسفند ماه ۱۳۹۲ ساعت ۳ عصر

مکان: دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف، طبقه چهارم، سالن ۴۰۴

**Quantum Computers: Introduction, Applications and basics of Semiconductor
Spin-based Quantum Computers**

Quantum computers are computation devices that directly utilize quantum mechanical phenomena in order to manipulate data. As of today, quantum computers are still in their infancy. However, there have been experiments of quantum computing operations on quantum computers based on a few quantum bits (qubits). Large-scale quantum computers are potentially able to solve particular problems much faster than conventional classical computers using the best current algorithms. This ability would allow a quantum computer to decrypt many of the cryptographic systems in use today. Spin systems linked with donor atom doped inside silicon are considered an ideal choice to realize a qubit. The only remaining task is to construct a suitable and efficient method to manage the interactions of individual spins. These interactions can be of two major types: spin-spin interaction and interaction of spins with external agents such as electric fields. The general picture of incorporating donor atoms as a means of realization of qubits, is to find a way to harness the donor's electron cloud distribution (electron wavefunction) using the external voltages and control the spins behaviors by exposing the qubit to

externally applied magnetic fields. This ability makes it possible to construct single-qubit and double-qubit quantum logic gates. Since Kane's idea in 1998, many approaches have been used to found a reliable relationship between hyperfine interaction constant and external voltage. Perturbation theory can be used to calculate the effect of gate voltage in changing the hyperfine interaction constant.

کامپیوترهای کوانتومی: معرفی، کاربردها و اصول کامپیوترهای نیمه رسانای اسپینی

کامپیوترهای کوانتومی ابزارهایی محاسباتی هستند که با استفاده از پدیده‌های کوانتومی به انجام عملیات روی داده‌های کامپیوتری می‌پردازند. در حال حاضر، کامپیوترهای کوانتومی هنوز در مرحله‌ی تحقیق هستند، اگر چه گزارش‌هایی مبنی بر انجام محاسبات کوانتومی با استفاده از تعدادی محدود کوانتوم بیت (کیوبیت) به چاپ رسیده است. کامپیوترهای کوانتومی مقیاس بزرگ، به طور بالقوه قادر به حل بسیار سریعتر برخی مسایل در مقایسه با کامپیوترهای معمولی هستند که این قابلیت به کامپیوتر کوانتومی اجازه انجام اموری را می‌دهد که به طور معمولی از عهده‌ی کامپیوترهای کلاسیک خارج است. رمزگشایی بسیاری از سیستم‌های رمزی مورد استفاده روزمره از جمله‌ی این مسایل است. سیستم‌های اسپینی مبتنی بر آلاینده‌های اکترودهنده در سیلیکون، انتخاب‌های ایده‌آلی جهت تحقق کوانتوم بیت‌ها هستند. مرحله‌ی نهایی، ایجاد و طراحی یک روش بهینه جهت کنترل اثر متقابل بین اسپین‌هاست. این برهم کنش‌ها از دو نوع عمده هستند: گروه اول واکنش‌های بین اسپین‌ها و گروه دوم تاثیرپذیری تک‌تک اسپین‌ها از عامل‌های خارجی از جمله میدان‌های الکتریکی را شامل می‌شود. شمای کلی این است که با استفاده از روشی بتوان توزیع ابر الکترونی را از طریق اعمال ولتاژ خارجی تغییر داد، رفتار اسپین‌ها را نیز با اعمال میدان‌های مغناطیسی خارجی کنترل نمود. این ویژگی ساختن گیت‌های منطقی بر اساس کوانتوم بیت‌های تکی و دوتایی را فراهم می‌نماید. از سال ۱۹۹۸ که کین تئوری خود را پیشنهاد داد، روش‌های زیادی برای ایجاد یک تئوری جامع جهت بررسی رابطه بین ولتاژ خارجی و برهم کنش‌های اسپینی پیشنهاد شده است. نظریه اختلال، یکی از جامع‌ترین روش‌هایی است که با استفاده از آن می‌توان اثرات ولتاژ خارجی روی این نوع برهم کنش‌ها را بررسی نمود.



Hamidreza Mirzaei received the B.S. degree in electrical and computer engineering from the Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran in 2009 with specialization in Electromagnetic and Microwave Theory. In the last year of his undergraduate studies, he was a Research Engineer with the Information and Communication Technology Institute, Isfahan, where he worked on microwave passive devices. Right after graduation from IUT, he received the Singapore International Graduate Award to join the Ph.D program with the Department of Electrical and Computer Engineering, National University of Singapore. Since then, his main subject of research has been the "Electromagnetic Analysis and Design of Semiconductor Qubit Structures for the Realization of Quantum Computers". His other research interests include quantum computing, electromagnetic modeling of nanoelectronic devices, spintronics and quantum optics.

شکرک در این جلسه برای تمامی دانشجویان علاقه‌مند آزاد است.