

양자컴퓨터 내 RF기술

Organizer 및 좌장 : 김상혁 교수(경희대학교)

시간	발표주제	발표자
14:00~14:45	양자컴퓨터를 위한 극저온 동작 회로	송호진 교수 (포항공과대학교)
14:55~15:40	확장성, 신뢰성을 갖춘 양자컴퓨터 실현을 위한 CMOS Interconnect Electronics 개발	김주성 교수 (한밭대학교)
15:50~16:35	실리콘 기반 System-in-Package 양자컴퓨팅 기술	오준택 교수 (송실대학교)
16:45~17:30	이온트랩 개요 및 전자기파의 역할	김태현 교수 (서울대학교)
17:40~18:25	초전도 양자컴퓨팅을 위한 극저온 마이크로파 집적 제어 시스템	심재윤 교수 (포항공과대학교)

워크숍 #1-1

양자컴퓨터를 위한 극저온 동작 회로



송호진 교수

포항공과대학교

폰-노이만 컴퓨터 구조는 무어의 법칙으로 대변되는 현재 반도체 소자 및 공정 기술의 비약적인 발전에 따라 지난 수십년간 폭발적인 성능 향상을 이루고 있다. 하지만, 최근 의약품 및 신물질 개발 및 대규모 난수 문제에서는 그 한계를 보여주고 있다. 반면, 양자 물리 이론에 기반한 양자컴퓨팅 기술은 제한적이지만 현대 컴퓨팅 기술로 풀기 곤란한 문제에서 성능 우위가 기대되고 있다. 최신 양자컴퓨터 시연에서는 양자우위의 성능이 시연되는 등 실물 양자 컴퓨터 개발을 위한 선진국의 기술 경쟁이 날이 치열해지고 있다.

양자 우위 달성을 위해 필요한 큐비트의 수는 여러 정정 등 공학적인 다양한 문제를 포함하더라도 1000개 수준으로 기존 고집적 컴퓨팅 시스템에 비하면 미미한 집적도이지만, 양자 큐비트와 고전 비트간 정보 교환이 양자 에너지-RF 신호간 신호 변환으로 이루어지며 이를 위해 요구되는 RF반도체 집적회로의 복잡도 매우 높다. 특히 극저온에서 동작하는 반도체 양자 반도체의 경우, 절대온도 4K 이하에서 시스템 전체가 십수 μ W수준의 소비전력을 만족하는 Cryo-CMOS로 구현되어야 하는 어려움이 있다.

본 발표에서는 최근 포스텍에서 진행된 양자컴퓨터용 Cryo-CMOS 기술을 공유하고, 향후 기술 발전의 방향성에 관하여 논의한다.

- 2016.03 ~ 현재 : 포항공과대학교 전자전기공학과 교수
- 2006.08 ~ 2016.02 : NTT Laboratories, Kanagawa, Japan
- 2005.09 ~ 2006.08 : 광주과학기술원
- 2001.03 ~ 2005.08 광주과학기술원 (박사-초고속 RF 회로 및 시스템)
- 1999.03 ~ 2001.02 광주과학기술원 (석사-초고속 RF 회로 및 시스템)
- 1994.03 ~ 1999.02 경북대학교 (학사-영상시스템공학)

워크숍 #1-2

확장성, 신뢰성을 갖춘 양자컴퓨터 실현을 위한 CMOS

Interconnect Electronics 개발



김주성 교수

한밭대학교

각각의 큐비트(qubit)를 개별적으로 상온의 제어 회로에 연결하는 현재의 회로 기술은 양자 컴퓨터의 확장성, 신뢰성을 갖추는 데 있어 한계를 가지고 있으며, 집적도 측면에서 극저온의 CMOS 기술 기반 인터커넥트(interconnect) 회로 기술을 통해 기존 기술 대비 인터커넥트의 복잡도, 시스템 안정도 및 사이즈, 그리고 가격 경쟁력을 획기적으로 개선할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

외부의 전기적 자극에 민감하며 양자 상태를 일정 시간 이상 유지할 수 없는 큐비트의 특성으로 인한 문제를 극복하고, 확장성과 신뢰성을 가진 실용적 양자 컴퓨터의 실현을 위한 CMOS 기술 기반 집적화된 센싱 및 제어 회로 기술에 대해 소개한다

- 2006년 8월 : 연세대학교 전자공학과 (B.S.)
- 2011년 12월 : Texas A&M Univ., Electrical & Computer Eng. (Ph.D.)
- 2012년 1월 - 2015년 8월 : Qualcomm Tech., San Diego, USA (Staff Engineer)
- 2015년 9월 - 현재 : 한밭대학교 전자공학과 부교수
- [관심 분야] CMOS RF-IC, Biomedical Circuits and Systems, Broadband Wireless Link, Cryogenic Circuits and Systems

워크숍 #1-3

실리콘 기반 System-in-Package 양자컴퓨팅 기술



오준택 교수

송실대학교

양자컴퓨터의 기본 원리에서부터 국내외 개발 현황과 함께 앞으로 높은 확장성을 가져야 하는 양자컴퓨팅 기술에 대한 이해를 돕는다. 또한 이러한 양자컴퓨팅을 위한 CMOS RF IC 현황을 소개하고, 앞으로 나아가야 할 양자컴퓨터 개발 방향 중 하나인 실리콘 기반 System-in-Package 양자컴퓨팅 기술에 대해서 소개하면서 전파 관점에서 양자컴퓨터를 이해하도록 한다.

- 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학부 학사, 석사, 박사
- 한국전기연구원 첨단의료기기연구본부 선임연구원
- 영남대학교 로봇기계공학과 조교수
- 현재 송실대학교 전자정보공학부 IT융합전공 부교수

워크숍 #1-4

이온트랩 개요 및 전자기파의 역할



김태현 부교수

서울대학교 컴퓨터공학부

본 강연에서는 양자 컴퓨터를 구현하는 여러가지 방법 중 하나인 이온 트랩 기술을 활용하여 양자 컴퓨터 시스템을 구현하는 연구에 대해 소개할 예정입니다. 우선 이온 포획 방법과 포획된 이온 양자 비트를 활용하여 주어진 양자 알고리즘을 수행하는 방법에 대해 간략하게 설명한 후, 이온트랩 기반 양자 컴퓨터의 장단점 및 확장성에 대해 설명할 예정입니다. 그리고, 이러한 시스템을 개발하기 위해 필요한 이온트랩 칩 제작, 1-qubit 게이트, 2-qubit 게이트의 구현 결과를 소개하고 이러한 시스템을 개발하는데 사용되는 다양한 전자기파의 종류와 요구되는 특성에 대해서도 설명할 예정입니다.

- 1997 ~ 2000 : 강사 및 전임강사, 공군사관학교 전산통계학과
- 2008 ~ 2011 : Postdoctoral Researcher, Duke University Electrical and Computer Engineering
- 2011 ~ 2018 : Project Leader, SK텔레콤 Quantum Tech. Lab
- 2018. 9. ~ 현재 : 부교수, 서울대학교 컴퓨터공학부
- 2021.11 ~ 2023.11 : 국가과학기술자문회의 산하 양자기술특별위원회 양자컴퓨팅 민간위원

워크숍 #1-5

초전도 양자컴퓨팅을 위한 극저온 마이크로파 집적 제어 시스템



심재윤 교수

포항공과대학교

현재 양자컴퓨터 개발을 주도하고 있는 글로벌 기업들에 의해 제시된 초전도 양자 프로세서의 개발 마일스톤에 의하면 개별적으로 제어해야 하는 물리적 큐비트의 수가 기하급수적으로 증가할 것임을 예고하고 있으며, 이는 극저온 냉동장치를 기반으로 동작해야 하는 양자컴퓨터 시스템의 실제 구현에 있어서 심각한 확장성의 한계를 의미한다. 이러한 한계를 극복하고 확장형 양자컴퓨터를 실현하기 위한 접근으로서 양자 프로세서의 근접에서 큐비트들을 제어하는 극저온 마이크로시스템의 필요성이 대두되고 있다. 이를 위해 정밀한 초정밀 전기신호를 다량으로 생성하여 큐비트들을 제어할 수 있는 집적 시스템의 구현이 필요하며 이는 양자컴퓨터의 연구가 공학의 영역으로 확장하고 있음을 의미한다. 본 세미나에서 극저온에서 동작하는 초전도 큐비트의 제어에 필요한 양자동역학과 마이크로파 엔지니어링, 그리고 양자제어 시스템론의 집적화 연구에 대해 소개한다.

- 1988-1993, 학사, 포항공과대학교
- 1993-1995, 석사, 포항공과대학교
- 1995-1999, 박사, 포항공과대학교
- 1999-2005, 책임연구원, 삼성전자 메모리사업부
- 2003-2005, 박사후연구원, University of Southern California, USA
- 2005-현재, 교수, 포항공과대학교 전자전기공학과
- 2019-현재, 센터장, 확장형 양자컴퓨터 기술융합 플랫폼 센터 (ERC)