



## 함 병 승 교수



HOME LOGIN JOIN Add Favorites

OVERVIEW	RESEARCH	LABS	TEACHING	MEMBERS	PUBLICATION	BOARD
----------	----------	------	----------	---------	-------------	-------

홈페이지: <http://pip.gist.ac.kr>  
 위치: 다산 202~205

**Center for Photon Information Processing**

Quantum physics (or quantum mechanics) born in the early 20th century has opened a new world and branch of quantum information and quantum communication. This new world is based on the superposition of distinct states, so that the information cannot be known until a measurement is performed.

Notice

인공지능 - 양자컴퓨터  
 매경 미래기술 10대 신기술  
 느린빛 - 과학동아 기사

more > Teaching

syllabus of IC5103  
 - IC5103 Optics and ...  
 - syllabus IC5101

more > Publication

양자인공지능을 향한 양자계열이론  
 nature photonics  
 SPIE Newsroom

more > Photos



## 연구실소개

- 존재목적: 기초물리학 → 한계극복 원천기술 확보 → 미래학문분야 개척 → 인류문명사적 이정표 수립 기여
- 학문분류: 비선형양자광학(물질-빛 상호작용) → 느린빛과 물질통제

### <연구분야>

- 현재기술 한계극복: 무어의법칙(Intel CPU), Diffraction limit( $\lambda$ ), Coherence( $\lambda$ ), Sensing(SNR), etc.
  - 광컴퓨터/연상컴퓨터: THz속도 광정보처리, 실시간 패턴인식, 약한인공지능(stand alone I-robot, dron)
  - 수퍼비전: 실시간 광의료진단/치료, 실시간/장거리 수중정보처리/통신, 잠수함 실시간 탐지/인식/요격 등
- 나노포토닉스(나노공학): 광학-전자/반도체, 광학-통신, 광학-의생명 등의 융합학문
  - 고전물리법칙의 한계돌파: 미시세계(sub- $\mu$ )+거시현상(imaging, sensing), SPP등
  - Optomechanics: 음파-양자광학 융합 학문 → sensing. 중력파검출, 실시간 수중정보처리, 관성항행
- 양자공학: 21C 지배학문(예: 양자컴퓨터, 인공지능 등)
  - 양자컴퓨터: NP solution을 목적 (예: quantum simulation, 최적화-체스/바둑, traveling salesman 등)
  - 양자암호통신: 무조건적 보안을 담보한 미래 보안통신 기술(conjugate variables+불확정성원리)
  - 양자네트워크: 양자컴퓨터와 양자통신이 결합된 양자정보공학 최종단계로서 현재 네트워크의 미래 양자공학 버전
- 양자인공지능: 알파고를 원숭이에 비교할때(약한인공지능:Artificial Narrow Intelligence) 인간에(강한인공지능:Artificial General Intelligence; 초인공지능(Artificial Super-Intelligence) 해당하는 것으로서, 영화 터미네이터(1984)의 skynet와 Oblivion(2013)의 Tet가 그 예가 될 것임  
 관련영화: Terminator(1984/1991/2003), Total Recall(1990/2012), A.I.(2001), I. Robot(2004), TRON (2010), Oblivion(2013), Elysium(2013), Transcendence(2014), Chappie(2015)

## 연구성과

### 주요 수행 연구과제 (주요과제경력)

- 미래부 양자통신사업, 2015~2019
- 미래부 리더연구사업(창의), 2006~2015
- 방통위 양자암호사업, 2012~2015
- 교과부 ERC, 2003~2006
- 과기부 창의연구사업, 2000~2003

### 주요논문 (대표실적)

- Scientific Reports (2016): 양자기계학습
- Phys. Rev. A Rapid (2013): 양자광메모리
- Nature Photonics (2009): 광잠금 양자메모리
- Phys. Rev. Lett. (2002): 느린빛, Nature 보도
- Phys. Rev. Lett. (2000): 양자스위치
- Phys. Rev. Lett. (1997): EIT, Nature 보도

### 주요특허

- 양자스위치, 미국등록(2003)
- 광로직게이트, 미국등록(2010)
- 양자광메모리, 미국등록(2011)
- 지연 광스위치/라우터, 미국등록(2012)
- 광잠금포톤에코, 미국등록(2012)
- 메타광스위치, 미국등록(2013)
- 이중재위상 양자메모리, 미국등록(2014)
- 지연광로직게이트, 미국등록(2015)

### 주요연구시설

- Ring-dye laser system: 희토류
- fs mode-locked laser system: 반도체
- CO2 laser: microsphere 제작
- Broadband continuum laser
- LDs (405, 532, 637, 780, 795nm)
- 액체 He 저온실험 장치 (open; closed)
- MOT(냉각기체)
- Photonics Xtal fiber 실험장치



## 융합연구 및 비전

### 양자비선행:

- 양자정보처리
- 양자정보통신
- 수중정보처리
- 광연상컴퓨팅

### 나노광학:

- 광컴퓨터
- 광집적소자
- SPP
- OptoMech

### 의료이미징:

- 느린빛 UOT
- 원격 광의료
- 광진단/치료 (Theranostics)

글로벌인재양성

국제협력

인류복지향상

Tel. 062.715.2642/3502

e-mail. bham@gist.ac.kr

Web. http://pip.gist.ac.kr

# 1. 광CPU: All-Optical CPU

광양자정보처리연구단

## 100배 빠른 디지털 광양자 CPU 구현 집중

인하대 광양자정보처리연구단장 황병준은 100배더 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다. 양자정보처리가 가능한 100배 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다. 양자정보처리가 가능한 100배 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다.



인하대 광양자정보처리연구단 연구원들이 100배 빠른 광양자 CPU를 연구 중이다.

빛의 특성과 양자역학을 이용해 연산이 원거리광양자처리 장치(CPU)를 100배 이상 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다. 양자정보처리가 가능한 100배 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다. 양자정보처리가 가능한 100배 빠른 디지털 광양자 CPU를 구현하는 데 연구의 초점을 맞췄다.

연구진이 제안한 양자시뮬레이션과 광자 자원 활용 기술로 2006년 광양자연구실험실 사업 수행기관으로 선정돼 현재 2단계 2차년도 사업을 진행 중이다. 첫 과제는 광양자 정보의 기초연구에 집중하고, 지난해부터는 양자시뮬레이션을 가능케 할 양자정보 처리 연구에 심혈을 기울이고 있다.

그간의 성과로는 세계 처음으로 노란 빛에 거울한 양자분광과 광양자분광계이 고, 광스위칭-광다중우회 이론을 증명해 국 및 지방에 20만여 명의 SCS를 개설했고, 국내-국제최저를 달성함에 따라 광양자 CPU 구현을 위한 기초를 다졌다.



[A] 전분물 인터넷으로 본다. All Newspaper 특오면 - 신문을 인터넷으로 본다. All Newspaper 특오면

# 2. 양자정보: Quantum Information

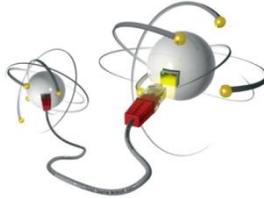
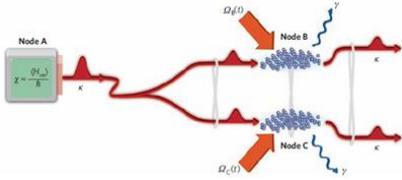
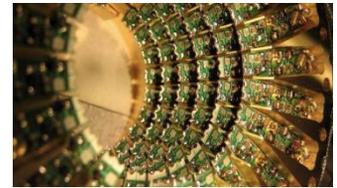
LETTERS

PUBLISHED ONLINE: 23 AUGUST 2009 | DOI: 10.1038/NPHOTON.2009.143

nature  
photonics

## Ultralong quantum optical data storage using an optical locking technique

Byoung S. Ham



# SCIENTIFIC REPORTS

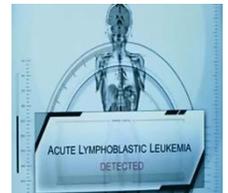
## Quantum-mechanical machinery for rational decision-making in classical guessing game

Received: 24 November 2015  
Accepted: 25 January 2016  
Published: 15 February 2016

Jeongho Bang<sup>1,2</sup>, Junghee Ryu<sup>1</sup>, Marcin Pawłowski<sup>1</sup>, Byoung S. Ham<sup>1</sup> & Jinhyoung Lee<sup>2</sup>

In quantum game theory, one of the most intriguing and important questions is, "Is it possible to get quantum advantages without any modification of the classical game?" The answer to this question

# 3. 광양자 의료진단/치료: Quantum Theranostics



## 4. 수중수퍼비전: Sound-Light Interactions

### 현재기술한계:

- 수중 원거리통신 불가
- 수중 영상정보처리 불가
- 수중 목표탐지/인식 불가
- 무GPS 관성항행 불가

### 미래개솔: 음파+느린빛+광위상결레

- 원거리/광대역 수중정보통신,
- 실시간/광대역 3D 수중 영상 정보처리,
- 실시간/원거리 수중 목표탐지/패턴인식/정밀타격,
- 무 GPS 장시간 수중 관성항행

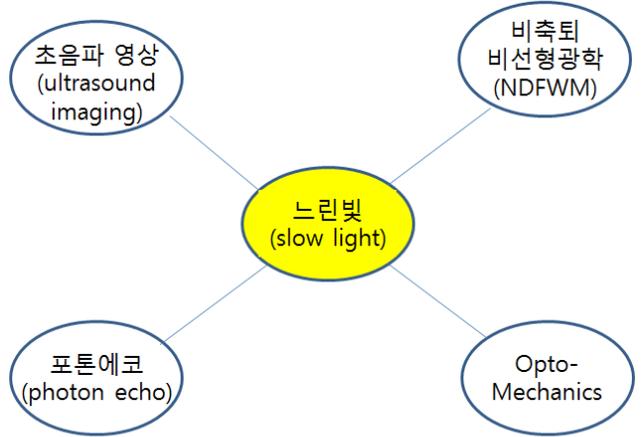
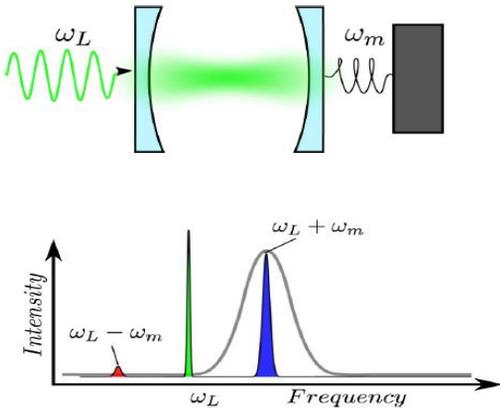


그림 1. 느린빛-음향 비선형광학 체계도

## 5. 양자기계학습: Quantum Machine Learning

- 기존 양자게임 이론과는 달리 본 연구에서는 데이터를 양자화하지 않고 단순히 게임자의 의사결정(혹은 추론)만을 양자화 함만으로도 승률을 높일 수 있음을 규명하여, 향후 양자인공지능을 향한 초석을 마련하였다: Scientific Reports (2016.02.15)

# SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

## Quantum-mechanical machinery for rational decision-making in classical guessing game

Received: 24 November 2015  
Accepted: 25 January 2016  
Published: 15 February 2016

Jeongho Bang<sup>1,2,3</sup>, Junghee Ryu<sup>3</sup>, Marcin Pawłowski<sup>3</sup>, Byoung S. Ham<sup>1</sup> & Jinhyoung Lee<sup>2</sup>

In quantum game theory, one of the most intriguing and important questions is, "Is it possible to get quantum advantages without any modification of the classical game?" The answer to this question

