

학교 과학교육 환경에서 저비용 원격 측정을 위한 아두이노 기반 장치의 사물 인터넷 기술 적용

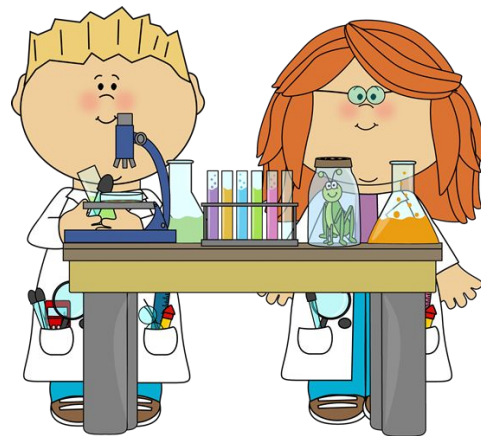
가석현, 차현정, 김찬중

서울대학교 과학교육과


참과학탐구 vs 단순 학교 과학 탐구

과학적 탐구의 필요성

- 과학교육의 중요한 목표 중 하나는 학생들의 과학적 추론 능력을 향상시키는 것(AAAS, 1994; NRC, 2013).
- 학교에서는 관찰이나 실험과 같은 과학적 탐구에 학생들을 참여시키고 있음 (Chinn, Malhotra, 2002).
- 데이터를 수집, 분석하고 증거를 기반으로 설명과 주장을 구성하는 과학적 탐구는 학생들이 과학적 지식을 습득하고 고차원적 사고능력을 계발하는데 도움이 된다.



학교 과학 탐구의 주요 문제점 (Gallagher, Tobin, 1987)

- 
- 교사는 주로 내용 전달을 수행, 학생은 수동적으로 수용
 - 교사와 학생 모두 탐구의 목적을 이해하지 못한 채 탐구를 수행
 - 탐구에서 학생들에게 요구하는 인지 수준이 상당히 낮음 (단순 암기가 더 강조 됨)
 - 상위권 학생들이 탐구를 주도


참과학탐구 vs 단순 학교 과학 탐구

참과학탐구는 단순 학교 과학 탐구와 어떻게 다른가? (Chinn, Malhotra, 2002; 박영신, 2006)

- 학생들이 연구 문제를 직접 도출
- 연구 문제를 해결하기 위한 복잡한 과정을 **직접** 고안
- 고안한 과정을 **직접** 수행
- 자신의 얻은 데이터를 **직접** 분석
- 동료들과의 의사소통
- 분석 결과를 **직접** 해석하여 결론 도출



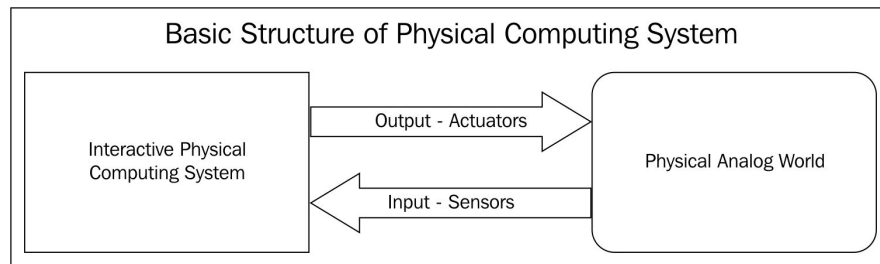
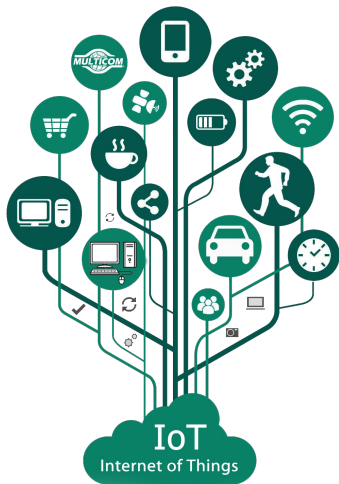
참과학탐구의 수행을 어렵게 하는 기술적 요인

- 
- 여러 대상을 측정할 수 있는 다양한 측정 도구가 학교에 없다.
ex) CO₂, NO₂, TVOC, pH, 습도, 기압 등...
 - 준비된 측정 도구가 학생이 고안한 탐구에 적합하지 않을 수 있다.
ex) 24시간 동안의 CO₂ 변화를 측정, but 버튼을 눌러줄때마다 측정하는 CO₂ 측정기

피지컬 컴퓨팅과 사물 인터넷

피지컬 컴퓨팅(physical computing) (Prabakar, 2016)

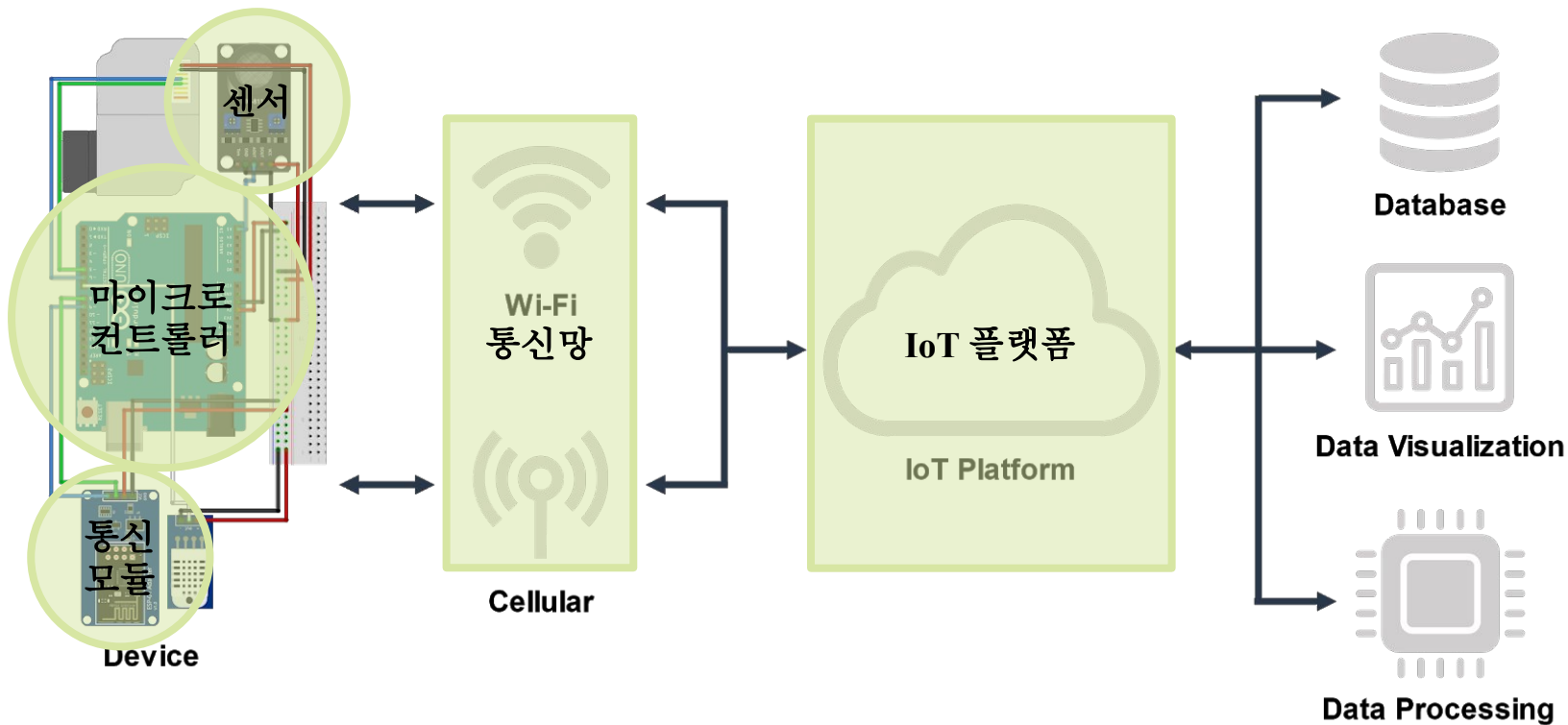
디지털 기술 및 장치를 이용하여 사용자로부터 물리적인 방식으로 정보를 입력 받아(sensors) 처리한 결과를 물리적인 방식(actuators)으로 출력하는 컴퓨팅



사물 인터넷(Internet of Things, IoT)

- 온갖 사물에 통신 기능을 탑재하여 인터넷에 연결하는 기술
- 가정에서의 사물 인터넷 기기
 - 컴퓨터, 노트북, 프린터, 스마트폰, 태블릿
 - TV, 냉장고, 건조기, 세탁기, 스피커, 홈오토(가스차단기, 조명스위치, 엘리베이터), 전원 스위치

연구의 필요성



다양한 센서를 통해 측정

모바일 통신으로 전달

IoT 플랫폼을 이용한 데이터 저장, 가시화, 분석

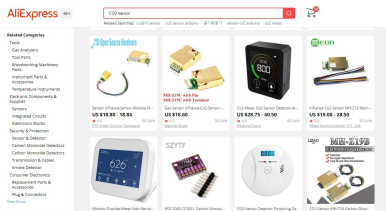


연구 문제



학교 과학 탐구에 퍼지컬 컴퓨팅과 사물 인터넷을 도입하는데 있어서 어떠한 ICT 기술을 선정하는 것이 적절한가?

연구 방법



인터넷몰에서 구매가능한
부품을 확인



부품 관련 선행 연구 및
개발자 포럼의 개발 사례
탐색

Winson
www.winson.com

Software setting

Set serial port baud rate for 9600, data bit is 8bits, stop bit is 1bits, parity bit is null.

Commands	
0x00	Reset CO2 concentration
0x01	Calibrate Zero Point (ZPW)
0x02	Calibrate Span Point (SPW)
0x03	Output real-time data for one period
0x04	Detection range setting

Serial CO2 Concentration

Start Byte	Reserved	Command	Result	Result	Result	Result	Result	Result
0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Return value

Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result
Start Byte	Command	Concentration	Concentration	Span Point	Span Point	Span Point	Span Point

CO2 concentration: 0x00-0x0000

For example:
Send command: 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00
Receive: 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00

Serial CO2 Span Calibration for Zero Point

Start Byte	Reserved	Command	Result	Result	Result	Result	Result
0x01	0x00	0x01	0x000000	0x00	0x00	0x00	0x00

Return value

Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result
Start Byte	Command	Span Point	Span Point	Span Point	Span Point	Span Point

CO2 span calibration: 0x00-0x000000

For example:
Send command: 0x01 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00
Receive: 0x01 0x00 0x000000 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00

Serial Detection range setting

Start Byte	Reserved	Command	Result	Result	Result	Result	Result
0x04	0x00	0x04	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

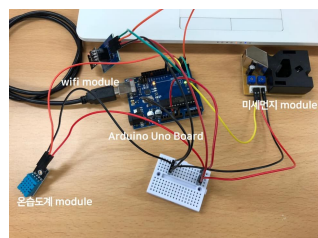
Return value

Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result
Start	Reserved	Command	Detection range	Detection range	Detection	Detection

Detection range: 0x00-0x000000

For example:
Send command: 0x04 0x00 0x04 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00
Receive: 0x04 0x00 0x04 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00

데이터 시트 분석



테스트

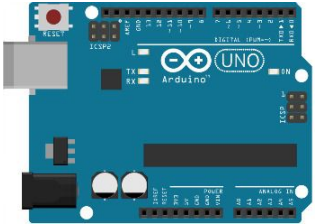
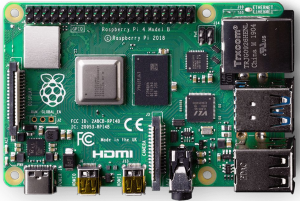


- 여러 환경 변화에 예민한가?
- 학교 과학 탐구에 적절한가?
- 정확한 값을 측정하는가?
- 내구성이 좋은가?
- 가격이 합리적인가?
- 이용이 편리한가?







유력 후보 선정 및
심층 비교 분석

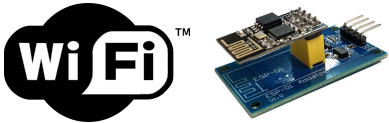
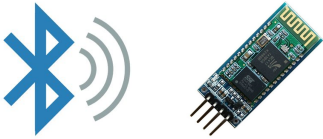
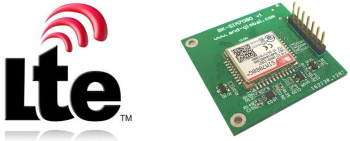
연구 결과 - (1) 개발 보드

	장점	단점
 <p data-bbox="227 623 336 650">Arduino</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가격이 저렴 (\$2.81) ■ 반도체 성능이 낮아, 전기적 충격에 강함 ■ Arduino IDE를 통해 프로그램을 쉽게 업로드 가능 ■ 전세계적으로 다양한 개발자 생태계가 형성되어 있어, 참고 자료가 많음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 프로세서의 성능이 나쁨
 <p data-bbox="198 989 365 1016">Raspberry Pi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 프로세서의 성능이 좋음 ■ 리눅스 운영체제가 설치가능하기에 다양한 용도로 활용이 가능 ■ 전세계적으로 다양한 개발자 생태계가 형성되어 있어, 참고 자료가 많음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가격이 비쌈 (\$30~40) ■ 잘못된 배선에 의해 쉽게 보드가 영구히 망가짐 ■ 리눅스 운영체제를 설치해야 해서, 리눅스 배경지식이 일부 필요




연구 결과 - (2) IoT Platform

	장점	단점
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 오픈 소스 ■ 한국어 지원 ■ 다양한 가시화 지원 ■ 관리자 아이디로 학생 계정에 접근 가능 ■ Gmail, Facebook 계정과 연동가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SaaS Cloud 서비스에 무료 Plan이 없음 <ul style="list-style-type: none"> ↳ 서버에 설치가 필요 ■ Excel 내보내기 불가 <ul style="list-style-type: none"> ↳ 내보내기 기능 자체 개발함 ■ 한국어 번역이 조악함 <ul style="list-style-type: none"> ↳ 오픈 소스이므로 번역에 직접 참여하여 수정
	<ul style="list-style-type: none"> ■ SaaS Cloud에 무료 Plan 있음 ■ Excel 파일로 내보내기 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ MATLAB에 최적화가 되어 있어 온라인 상의 가시화 기능이 제한적 ■ 최소 데이터 전송 간격 15초 이상으로 제한
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 아두이노 클라우드 개발환경(IDE)과 연동 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SaaS Cloud에 무료 Plan이 있으나 특정 Arduino 보드만 지원
		<ul style="list-style-type: none"> ■ SaaS Cloud 서비스에 무료 Plan이 있으나 기능이 제한적

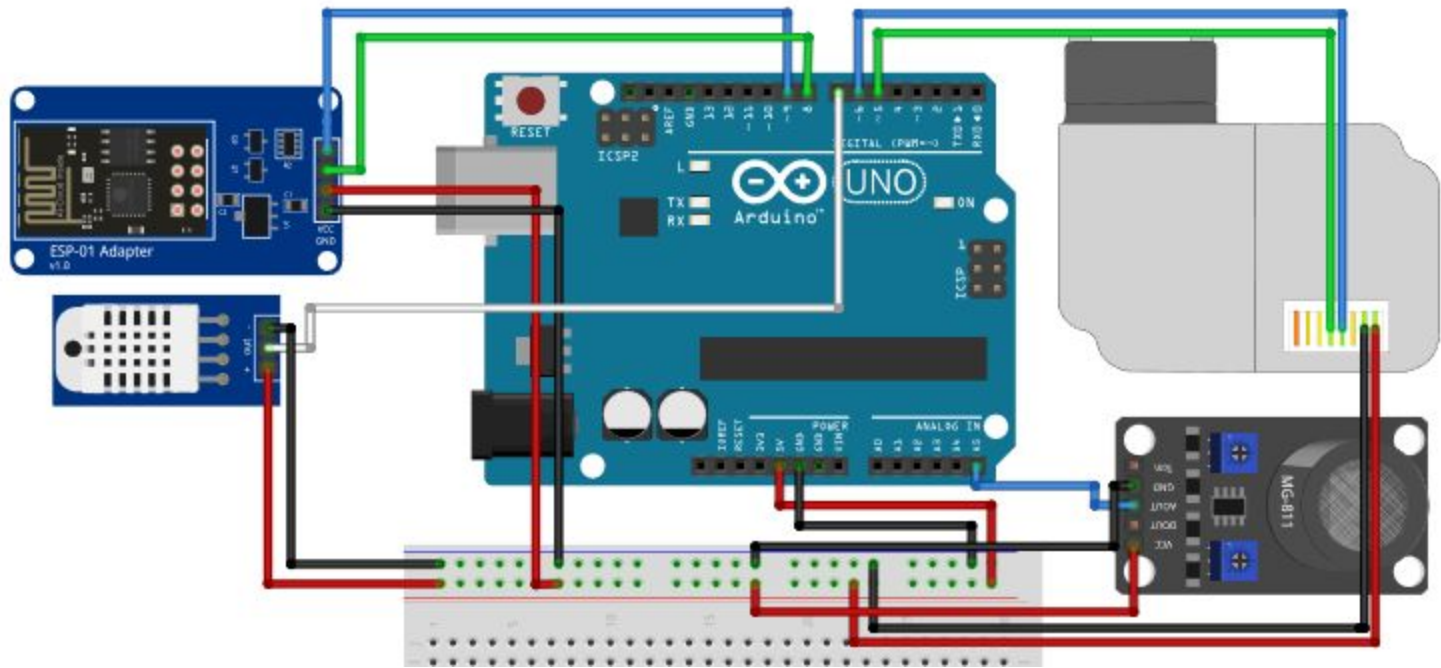
연구 결과 - (3) Cellular

	장점	단점
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통신요금 무료 ■ ~150Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모듈이 저렴 (ESP-01S: 약 \$1) ■ 제한된 이동 가능 (핸드오버 불가) ■ 초중등 학교내 합법적 사용 불가 (WPA2-Enterprise 인증 불가)
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통신요금 무료 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모듈이 저렴 (HC-06: 약 \$2.5) ■ 휴대폰 등 BT 수신장비 필요 ■ BT 수신 앱 등 개발 필요 ■ 접속 끊김 빈발
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실내외 자유로운 이동 가능 ■ 가장 안정적인 통신 가능 ■ ~150Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> ■ LTE 모듈이 비쌈 (약 \$18) GSM은 약 \$9지만, 국내 이용 불가 ■ 통신요금 유료 (약 \$1 이내/월) ■ 가입이 필요

연구 결과 - (4) LTE Modules

	장점	단점
 <p>SIMCOM SIM7080G (Cat-M1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ SKT/KT/LGU+ 지원 (B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B14/B18/B19/B20/B25/B26/B27/B28/B66/B85) ■ 저렴한 가격 (\$18) ■ 소비 전력 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ GPS는 지원하나 동시 통신 불가 ■ 전원 인가 후 수동으로 ON ■ 느린 전송 속도 (0.58/1.1Mbps)
 <p>SIMCOM SIM7600E -H1C (LTE Cat.4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ SKT/KT/LGU+ 지원 (B1/B3/B7/B8/B20) ■ LTE/GPS 동시 지원 ■ 빠른 전송 속도 (150/50Mbps) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상대적으로 비쌈 (\$29.50)
 <p>Luat Air720D (LTE Cat.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 저렴한 가격 (\$14.29) ■ 보통 전송 속도 (10/5Mbps) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ GPS 미지원 ■ LG U+ 미지원 (B3/B8)

연구 결과 - 구성 예시





ThingsBoard

Community Edition

결론 및 함의

- 학교 교육에 ICT를 도입하려는 시도는 오래전부터 있어왔지만, 실제 교실의 변화는 미미함 (Abbott, 2003; Mundy, Kopczynski, Kee, 2012).
- 적합한 기술의 선정은 ICT 기술이 교실에 동화되는데 있어서 매우 중요하지만 기술을 선정하는 과정은 많은 배경지식과 시간을 필요함.
- ICT 기술에 대한 적절한 지원은 교사들이 ICT 기술을 교실에 적용하고자 하는데 큰 영향을 준다 (Alabdulaziz, Higgins, 2016).
- 이 연구는 사물 인터넷과 피지컬 컴퓨팅을 적용한 과학 탐구를 처음으로 수행하고자 하는 이들에게 기술 선정에 대한 적절한 가이드를 제공해 줄 것으로 기대된다.

