



03

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기



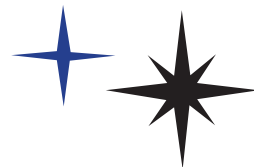
실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

과학은 새로운 현상을 관찰하고, 분석해서, 숨어 있는 규칙을 발견하고, 이를 보편적 이론으로 이해하는 과정이다. 하지만 교실이라는 공간의 제한과 도구의 부재로 지금까지는 관찰과 분석이라는 요소는 빠트리고, 잘 정립된 이론 위주의 과학 수업이 이루어지고 있다. 다행히 최근 지능정보기술의 획기적인 발달로 과학교육을 관찰과 분석에서 출발해볼 수 있는 가능성이 열리고 있다.

특히 물리학 교과에서는 운동을 정량적으로 분석하고 이해하는 것이 중요한 목표이나, 이를 실험으로 측정할 수 있는 기회는 제한적이었다. 트래커를 활용한 영상 분석과 아두이노를 통한 가속도의 측정은 합리적인 비용으로 비교적 정확한 운동 분석을 가능하게 해준다. 이 수업에서는 직접 얻은 물체의 운동 데이터를 바탕으로 뉴턴의 운동법칙과 용수철의 복원력에 대한 이론을 발견적으로 검증하며 학습할 수 있다.

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

과목	실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기	대상 학년군	중학교 2학년 ~ 고등학교 2학년
프로그램 명 및 주제	조정호(서울대학교)	차시(분)	총 4차시 (200분)
활용 플랫폼 및 도구	아두이노, 트래커(Tracker), VPython, GlowScript, Google Colab, 스마트폰(블루투스 터미널 어플리케이션), 노트북		
유형	DNA 기반 블렌디드 수업 (실험 및 이론)		
성취 기준	[9과02-02] 일상생활에서 물체의 탄성을 이용하는 예를 조사하고, 그 예를 통하여 탄성력의 특징을 설명할 수 있다. [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.		
학습목표	<ol style="list-style-type: none"> 1. 데이터 기반의 과학활동을 통해서 뉴턴의 운동법칙을 관찰하고 이해한다. 2. 아두이노 센서와 트래커를 이용해서 물체의 운동을 직접 관찰하고, 파이썬으로 데이터를 직접 분석하면서 운동법칙을 탐구할 수 있다. 3. 힘이라고 하는 것은 물체의 상태인 속도를 변화시키는 원인임을 이해한다. 4. 힘이 주어진 경우 물체의 운동을 예측할 수 있음을 이해한다. 		
프로그램 소개 및 기획 의도	<p>과학은 새로운 현상을 관찰하고, 분석해서, 숨어 있는 규칙을 발견하고, 이를 보편적 이론으로 이해하는 과정이다. 하지만 교실이라는 공간의 제한과 도구의 부재로 지금까지는 관찰과 분석이라는 요소는 빠트리고, 잘 정립된 이론 위주의 과학 수업이 이루어지고 있다. 다행히 최근 지능정보기술의 획기적인 발달로 과학 교육을 관찰과 분석에서 출발해볼 수 있는 가능성이 열리고 있다. 특히 물리학 교과에서는 운동을 정량적으로 분석하고 이해하는 것이 중요한 목표이나, 이를 실험으로 측정할 수 있는 기회는 제한적이었다. 트래커를 활용한 영상 분석과 아두이노를 통한 가속도의 측정은 합리적인 비용으로 비교적 정확한 운동 분석을 가능하게 해준다. 이 수업에서는 직접 얻은 물체의 운동 데이터를 바탕으로 뉴턴의 운동법칙과 용수철의 복원력에 대한 이론을 발견적으로 검증하며 학습할 수 있다.</p>		



1. 프로그램 개요

구분	수업 주제	주요 학습 활동	활용 수업 도구
1차시	아두이노 사용법 및 회로의 기본 개념 익히기	<ul style="list-style-type: none">• 아두이노의 개념과 프로그래밍 기초 익히기• PC와 아두이노를 연결하고 LED 점멸 프로그램 업로드 하기• 버튼의 원리를 이해하고 직렬 통신 입출력 구현 하기• 아두이노와 블루투스 센서, 가속도 센서 조립하여 측정 모듈 만들기	아두이노 노트북
2차시	아두이노와 트래커를 활용해 물체의 운동 실시간으로 관찰하기	<ul style="list-style-type: none">• 아두이노로와 스마트폰 혹은 PC를 원격으로 연결해 실시간으로 가속도 데이터 받아오기• 트래커 프로그램의 사용법 익히기• 용수철에 매달린 모듈의 영상과 가속도 데이터 실시간으로 수집하기• 트래커로 얻은 위치 정보와 블루투스로 얻은 가속도 정보를 엑셀로 조합하여 분석하기	아두이노 트래커 노트북 엑셀 (+ 스마트폰 블루투스 터미널 어플)
3차시	물체의 운동 분석하기	<ul style="list-style-type: none">• 위치, 속도, 가속도의 개념 설명• 파이썬으로 위치 데이터를 분석해서 속도와 가속도 계산하기• 위치 데이터에서 얻은 가속도와 센서를 통해 얻은 가속도와 일치함의 확인하기• 용수철의 힘과 가속도가 비례함을 확인하기	노트북 Google Colab
4차시	물체의 운동 이해하기	<ul style="list-style-type: none">• 힘은 물체의 가속도의 원인임을 이해하기• VPython을 이용해서 용수철 운동 시뮬레이션하기• 뉴턴의 법칙에 대해서 소화한 것을 자신의 말로 풀어서 정리해 보기	노트북 VPython (웹사이트를 통해 제공, https://www.glowscript.org/)

05

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

2. 준비물 및 사전 설정

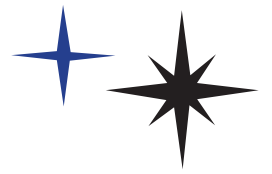
1) 코드 및 매뉴얼 [중요]



본 수업은 아두이노와 파이썬 프로그래밍을 중점으로 진행됩니다. 간단한 코드는 학생들이 직접 작성하도록 지도할 수 있지만, 센서를 작동시키는 코드와 VPython 시뮬레이션 코드는 직접 이해하고 작성하기 어려우므로 코드 제공이 필요합니다. 수업에 필요한 모든 코드와 매뉴얼은 좌측의 QR코드 혹은 <https://github.com/juno-hwang/physics-from-data-spring> 를 통해 레포지토리에 접속해서 다운받으실 수 있습니다. 또한 노트북과 블루투스를 연결하는 프로그램, 참고 영상 등도 함께 제공되므로 반드시 참고해주시길 바랍니다.

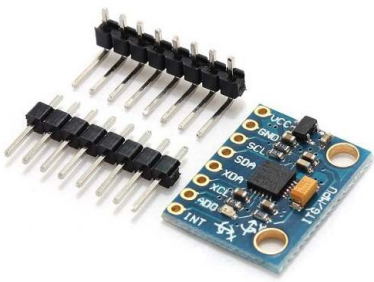
2) 아두이노 및 주변 부품

제품명	사진	비고
아두이노 UNO		호환보드로 구매하면 단가를 절약할 수 있으나, 일부 컴퓨터와 처음 연결시 드라이버 설정 문제로 인한 오류가 발생할 수 있습니다. 이 경우 구글 등의 검색엔진에 '아두이노 호환보드 드라이버'를 검색하시면 해결책 및 드라이버 프로그램을 다운로드 받으실 수 있습니다.
9V 배터리 및 9V 배터리 전용 배럴잭 어댑터 클립		아두이노 교육용 키트에 포함되어있는 경우가 많으므로, 제품 구성을 확인 후 구매하는 것이 좋습니다.
아두이노 UNO USB 전원 통신 케이블		



제품명	사진	비고
적색 LED		아두이노 교육용 키트에 포함되어있는 경우가 많으므로, 제품 구성을 확인 후 구매하는 것이 좋습니다.
택트 스위치		
브레드보드		
점퍼케이블 / 점퍼선 M-M (Male-Male)		
HC-06 블루투스 모듈		

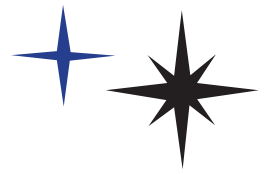
실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

가속도 센서 모듈 ADXL345		동일한 기능을 가진 제품이므로 택 1 하시면 됩니다. 가급적이면 핀 헤더 납땜이 되어있는 제품을 구매하시는 것이 편리합니다.
가속도 센서 모듈 MPU6050		

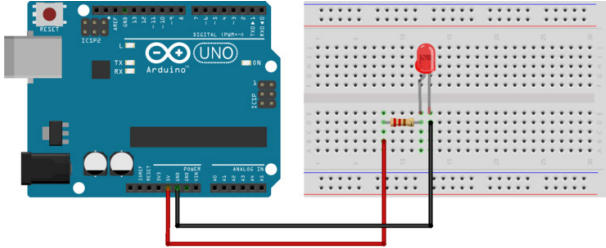
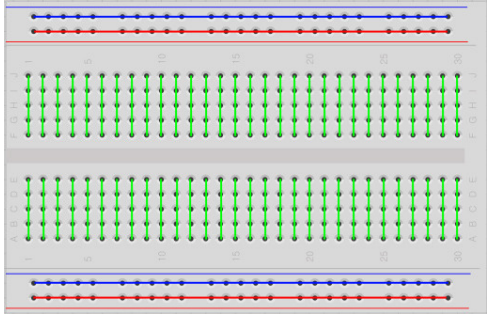
3) 기타 필요 물품 및 체크리스트

사항	여부
용수철, 스탠드, 고무줄(아두이노와 브레드보드를 고정하기 위함), 노트북이 팀당 1개 이상 준비되었는가?	
9V 배터리가 충분히 준비되었는가?	
노트북 전원을 공급할 수 있는 환경인가?	
노트북 운영체제가 윈도우이고, 스마트폰 운영체제가 안드로이드인가? (Mac OS 혹은 iOS 사용시 썬더볼트 변환 단자를 사용하는 등 복잡한 절차가 필요하므로, 가급적 모두가 윈도우 및 안드로이드 기기를 사용.)	
와이파이가 제공되는 환경이며, 학생들이 용수철의 운동을 카메라로 촬영해서 공유할 수 있는 경로가 준비되어 있는가?	
엑셀 프로그램 등 데이터를 손쉽게 가공하고 그래프로 그려볼 수 있는 프로그램이 준비되어 있는가?	
학생들이 Google 계정이 있으며 Google Colab 및 GlowScript 사이트 활용이 가능한가?	
스마트폰 혹은 노트북이 블루투스 연결 가능한가?	
[부록1]과 [부록2]의 내용을 숙지했는가?	

- 학급 환경과 상황에 따라 2인 1조 등으로 적절히 팀을 구성하는 것을 권장합니다.

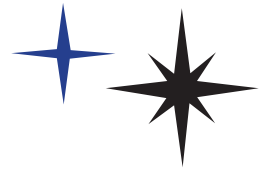


3. 차시별 지도 계획

차시	수업 단계	내용	참고 사항
1	도입	<ul style="list-style-type: none"> • 소그룹 배정 • 아두이노 소개 및 활용 프로젝트 사례 보여주기 • 아두이노 키트 배분 및 부품의 역할 소개하기 	TIP 아두이노 프로젝트는 유튜브, 구글 등 검색을 통해 우수 사례를 쉽게 찾을 수 있습니다.
1	전개	아두이노 기초 사용법 소개하기 <ul style="list-style-type: none"> • 전원 연결법, PC와의 연결법 • 핀에 대한 개념과 pinMode 사용법 • 간단히 LED를 연결해 지속적으로 깜빡이는 예제 만들기 	TIP 모든 학생들이 아두이노와 노트북 연결에 성공했는지 확인하는 것이 중요합니다. 아두이노 포트(예 : COM3)가 정상적으로 뜨는지 확인하고, 안 뜰 경우 드라이버 설치 등의 절차를 진행할 수 있도록 준비해 두세요.
1	전개	다른 소자와 연결하는 방법 및 시리얼 모니터 사용법 익히기 <ul style="list-style-type: none"> • 브레드보드의 내부 연결구조 소개하기  <ul style="list-style-type: none"> • 탭트 스위치를 사용하여 버튼을 눌렀을 때만 LED가 켜지는 회로 만들어보기 • 버튼이 눌렸는지 여부를 시리얼 모니터로 출력해보기 	TIP 버튼을 시리얼 모니터로 출력하는 코드는 코드제공 사이트의 button_serial을 참고하세요.

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

차시	수업 단계	내용	참고 사항
010	1 전개	센서와 블루투스 모듈 조립하여 가속도 측정장치 완성하기 <ul style="list-style-type: none"> • 브레드보드와 점퍼선을 통해 아두이노와 부품을 연결합니다. • 센서 연결법 (센서 - 아두이노) <ul style="list-style-type: none"> VCC - 5V GND - GND SCL - A5 SDA - A4 • 블루투스 모듈 연결법 (모듈 - 아두이노) <ul style="list-style-type: none"> RXD - 2 TXD - 3 VCC - 3.3V GND - GND • LED 연결법 (LED - 아두이노) <ul style="list-style-type: none"> LED +극 - 13 LED -극 - GND 	TIP GND는 어디에 꽂든 상관 없습니다. LED는 긴 다리가 + 극입니다.
	2 전개	블루투스 연결하기 <ul style="list-style-type: none"> • 앞서 만든 모듈에 전원을 연결한 상태로 스마트폰, 노트북 등의 장치에서 블루투스를 검색해보기 (모듈의 기본 이름인 HC-06이 검색됨) • 블루투스 설정 프로그램을 업로드하고, 시리얼 모니터를 통해 원하는 이름 설정하기 • AT+NAME 명령어를 통해 이름을 설정할 수 있음 (예 : test라는 이름으로 설정하려는 경우 AT+NAMEtest를 띄어쓰기 없이 입력. 이후 OKsetname 이라는 메시지가 시리얼 모니터를 통해 반환되면 성공) • 스마트폰 혹은 노트북 장치를 통해 페어링하기 (기본 PIN비밀번호는 1234 혹은 0000으로 설정되어 있음. 바꾸지 않는 것을 권장) 	TIP 블루투스 설정용 코드는 코드제공 사이트의 bluetooth_setting을 참고하세요.
	2 전개	블루투스로 가속도 값 읽기 <ul style="list-style-type: none"> • 가속도 측정 코드 업로드하기 • [부록1]을 참고하여 블루투스로 시간에 따른 가속도 값 읽기 • 센서 방향을 중력 방향과 나란하게 두고, 중력가속도 측정하기 • 센서를 흔들며 가속도의 변화 읽기 	TIP 가속도 측정 코드는 코드제공 사이트의 accelerometer_MPU6050 혹은 accelerometer_ADXL345를 참고하세요. (제품 확인 필요)



차시	수업 단계	내용	참고 사항
----	-------	----	-------

2 전개

용수철에 매달고 운동 측정하기

- [부록2]를 참고하여 트래커 설치 및 사용법 익히기
- 용수철에 물체 매달고, 아두이노 초기화 버튼을 누른 뒤 진동을 시작하고 영상 촬영하기



- 트래커 데이터의 분석 시작 시점을 블루투스 전송 시작 시점과 일치시키기
- 트래커와 블루투스 데이터를 비교하기

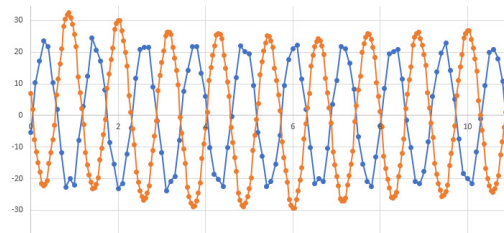
TIP

진동을 너무 빨리 하거나, 촬영을 너무 가까워서 하면 트래커가 잘 인식하지 못합니다. 진폭을 작게 하고 약간 멀리서 촬영하는 것이 좋습니다.

2 정리

트래커와 블루투스로 얻은 가속도 데이터 비교

- 엑셀로 데이터를 가져와서 그래프로 나타내기
- 측정한 시간의 구간과 시작지점을 일치시키기
- 두 그래프 사이에 어떤 차이가 있는지, 가속도를 얻고 싶을 때 트래커와 아두이노 센서 중 어느 방법이 깔끔한 데이터를 얻을 수 있는지 논의하기



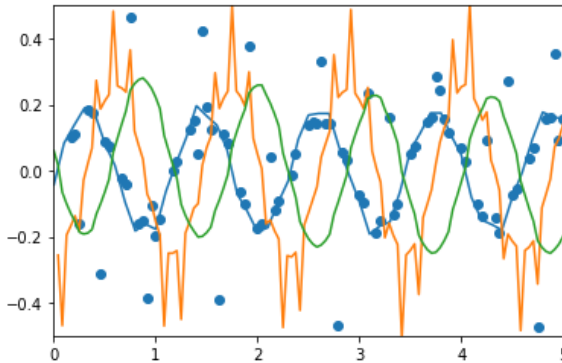
TIP

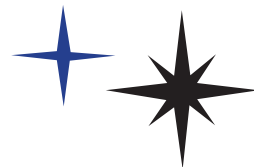
학생들이 제대로 된 데이터를 얻지 못했을 경우, 코드제공 사이트의 sample_data 폴더의 bluetooth_data.csv와 tracker_data.csv 파일을 대신 사용하도록 합니다.

완성된 분석 예제는 코드제공 사이트의 sample_data폴더의 data_processing.xlsx 파일을 참고해주세요.

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

차시	수업 단계	내용	참고 사항
3	도입	위치, 속도, 가속도의 정의를 이해하고 있는지 파악하기 <ul style="list-style-type: none"> • 학생 스스로에게 설명해보도록 지시하기 • 앞서 얻은 트래커 데이터에서 속도와 가속도를 어떻게 구할 수 있는지 생각하기 	
3	전개	위치, 속도, 가속도 이해하고 그래프 그려보기 <ul style="list-style-type: none"> • 가속도가 없는 운동의 위치, 속도, 가속도 • 가속도가 일정한 운동의 위치, 속도, 가속도 • 기울기와 넓이의 관계, 미분과 적분의 관계를 개념적으로 간단히 소개 • 트래커 데이터의 위치 그래프를 보고, 속도와 가속도를 손으로 그려보기 	TIP 등가속도 운동으로 먼저 연습을 하고, 이후 트래커의 단진동 운동을 실습해 봅니다.
3	전개	코딩을 통해 데이터 분석하기 <ul style="list-style-type: none"> • 파이썬으로 위치 데이터를 분석해서 속도와 가속도 계산하기 • 위치 데이터에서 얻은 가속도와 센서를 통해 얻은 가속도와 일치함의 확인하기 • 용수철의 힘과 가속도가 비례함을 확인하기 	준비물 Google 계정, Google Colab 접속 가능한 개인 노트북 TIP Colab에서 실행할 수 있는 분석 예제파일은 코드제공 사이트에서 colab_example.ipynb를 참고하세요. 데이터는 sample_data폴더의 bluetooth_data.csv와 tracker_data.csv를 활용하시면 됩니다.
4	도입	힘은 물체의 가속도의 원인임을 이해하기 <ul style="list-style-type: none"> • 등속, 등가속, 조화운동을 비교 • 뉴턴의 운동법칙과 연관지어 설명 	





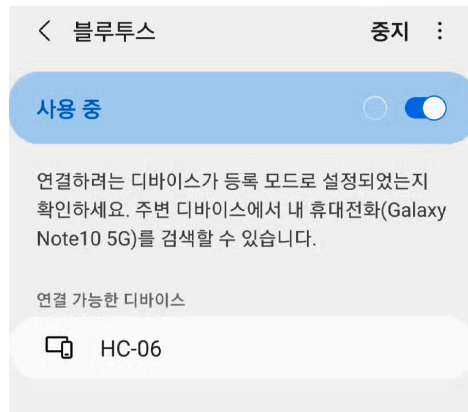
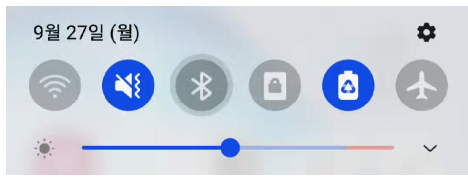
차시	수업 단계	내용	참고 사항
4	전개	<p>VPython을 이용해서 조화운동 시뮬레이션 하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.glowscript.org/ 접속 후, Google 계정을 통해 sign in. • 주어진 코드를 입력하고 실행해보기  <ul style="list-style-type: none"> • 활동지에 제시된 질문을 참고하여 코드를 수정해보기 <ul style="list-style-type: none"> Q1. 공을 크게 만들기 위해서는 어떤 값을 수정해야 하나요? Q2. 멀리서 보도록 카메라의 위치를 조정하기 위해서는 어떤 값을 수정해야 하나요? Q3. 용수철이 더 빨리 진동하게 하기 위해서는 어떤 값을 수정해야 하나요? Q4. 공의 질량을 증가시키면 어떤 변화가 나타나나요? Q5. 공의 초기 속도를 증가시키면 어떤 변화가 나타나나요? 	<p>TIP</p> <p>코드제공 사이트의 VPython_code.txt를 복사하여 사용하세요.</p>
4	정리	<p>실험과 시뮬레이션을 통해 뉴턴의 운동법칙을 이해한 바를 자신의 언어로 표현해보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 먼저 활동지에 작성하고, 이후 발표로 의견을 다른 친구들과 나누기 	

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

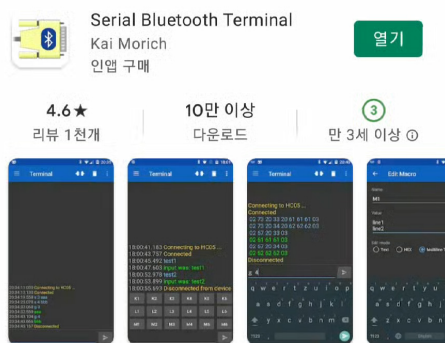
부록 1

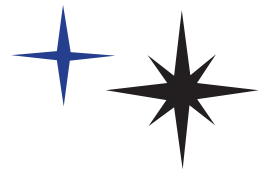
Android 스마트폰 블루투스 연결 매뉴얼

1. 상단바를 내려 블루투스 아이콘을 1초간 눌러 블루투스 설정으로 진입합니다.
2. 가속도계에 배터리를 연결해 전원이 들어온 것을 확인한 뒤, 블루투스 옵션을 켜고 장치를 검색합니다.

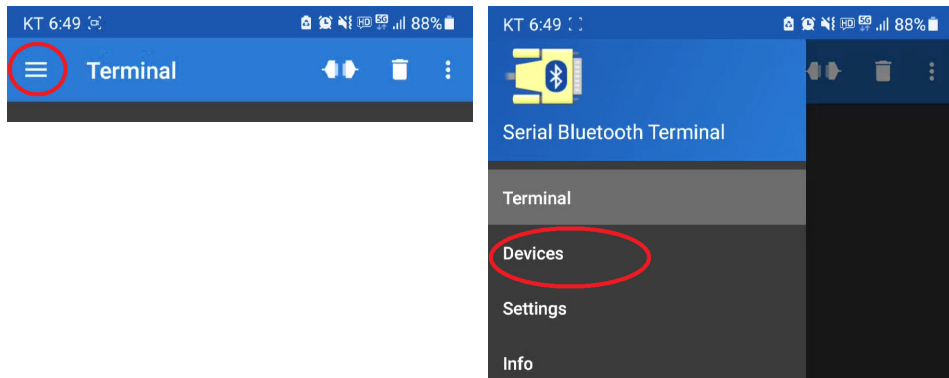


3. HC-06 이라는 장치가 발견되면 터치하여 등록합니다. (비밀번호는 1234)
4. 안드로이드 플레이 스토어에 ‘블루투스 터미널’ 앱을 검색하면, 노란색 아이콘의 Serial Bluetooth Terminal이라는 어플이 나타납니다. 이를 설치하고 실행합니다. (첫 실행시 권한 허용하라는 메시지가 나타날 수 있는데, 모두 허용합니다.)



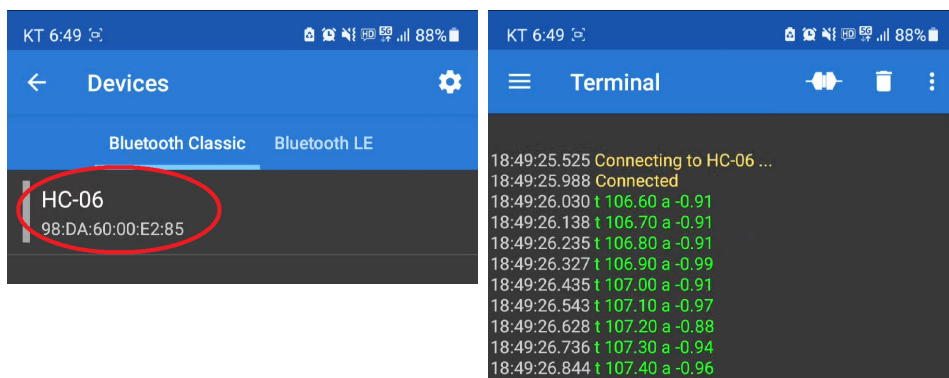


5. 어플이 실행되면 왼쪽 위의 메뉴 버튼을 누른 뒤 Devices를 선택합니다.




6. 그러면 블루투스 장치 목록이 나타나는데 HC-06 을 선택합니다.

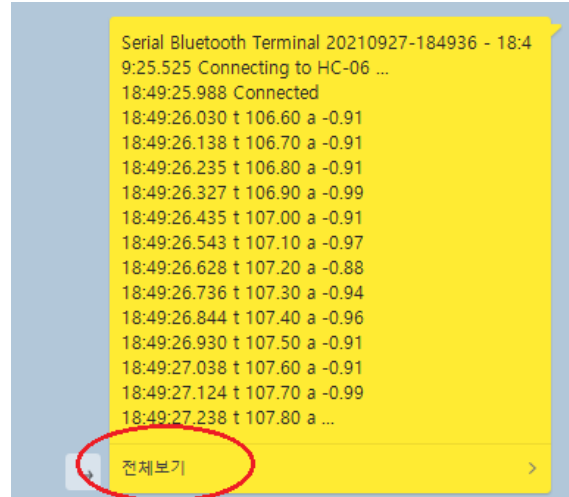
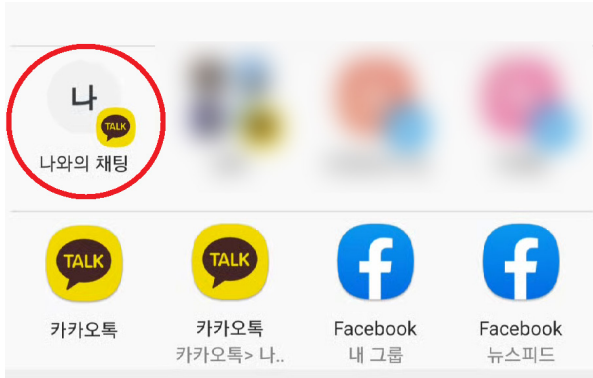
7. 잠시 뒤 노란 색으로 Connecting to HC-06... 이라는 메시지가 뜨면서 자동으로 가속도계와 연결됩니다. (초록색 글씨로 t와 a 및 여러 숫자가 나타나면 성공) 이 연결은 카메라로 동영상을 찍거나, 가속도계의 초기화 버튼을 눌러도 계속 유지됩니다.



참고 : 너무 많이 기록되었거나 혹은 가속도계를 초기화해서 측정을 새로 하려는 경우에는 우측 상단의 휴지통 버튼을 누르면 그 동안의 기록이 지워집니다.

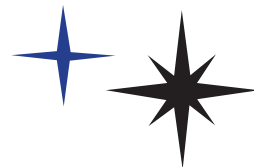
8. 데이터 측정을 완료한 후, 우측 상단의 세로점 세개  를 누르고 Data ► Share를 누르면 데이터를 카카오톡으로 전송할 수 있습니다. ‘나와의 채팅’으로 데이터를 전송합니다.

실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기



9. PC 카톡으로 온 메시지의 전체보기를 누른 뒤, 메시지를 전체 선택하거나 혹은 필요한 부분만 일부 선택하여 복사(Ctrl+C)한 뒤 메모장을 열어 붙여넣기(Ctrl+V)하고 원하는 이름으로 저장합니다.
10. 저장된 데이터를 파이썬으로 읽어봅시다.

참고 : 가속도계를 초기화 하고 처음 측정이 시작되면 ===Recording start=== 라는 메시지가 먼저 뜨고, 그 다음 데이터가 전송되며 t (시간) 는 0부터 시작합니다. 따라서 데이터를 가져올 때 ===Recording start=== 부터 드래그하여 복사해도 됩니다.

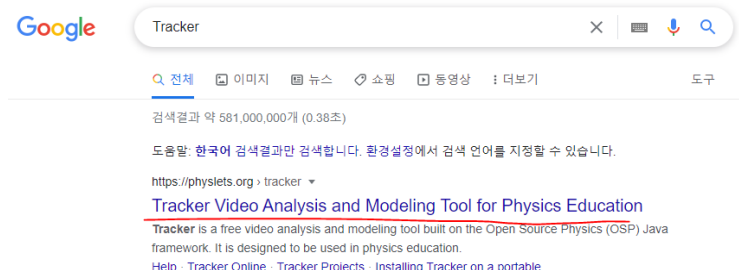


부록 2

Tracker 프로그램 설치 및 사용 매뉴얼

설치하기

1. 구글에 Tracker를 검색하여 최상단의 사이트에 접속합니다. (혹은 주소창에 <https://physlets.org/tracker/> 를 입력해도 접속 가능)



2. 접속한 사이트에서 Tracker 6.0.1 installers 우측의 버튼 가운데 본인 컴퓨터의 운영체제에 맞는 것을 선택하여 클릭하면 다운로드가 시작됩니다. (일반적으로 Windows를 누르면 됩니다.)



Tracker 6 runs **online!**

Over 1 million users in 26 languages. Completely free and open source.

Tracker 6.0.1 installers: **Windows** | **MacOS** | Linux soon

3. 약 1분 정도 지나면 다운로드가 완료됩니다. 다운받은 설치 프로그램을 실행하고, '다음' 버튼을 누른 뒤 사용권 계약에 동의하고 '다음' 버튼을 계속 누릅니다.



실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

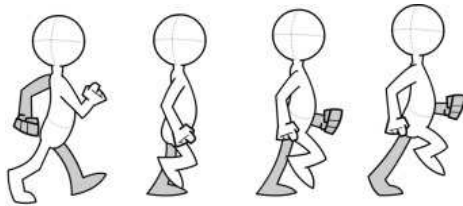
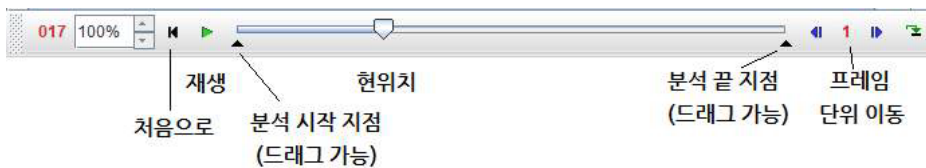
4. 설치가 완료되면 ‘마침’ 버튼을 누릅니다. 잠시 뒤 Tracker 프로그램이 자동으로 시작됩니다.

Tracker의 기초 조작 방법

상단 메뉴의 파일 > 열기를 클릭하면 비디오를 불러올 수 있습니다. 스마트폰으로 촬영한 영상을 카카오톡 등을 통해 PC에 다운받은 뒤 열어봅시다.



영상을 불러오고 나면, 마우스 휠을 굴려서 영상을 확대/축소할 수 있습니다. 또한 하단의 버튼들을 사용해 영상을 재생하거나, 한 프레임씩 이동할 수 있습니다.



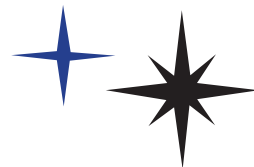
잠깐! 프레임이란?

디지털 동영상의 물체는 매끄럽게 이동하는 것처럼 보이지만, 사실은 정지된 사진을 매우 빠르게 넘겨서 움직이는 것처럼 보이게 한 것입니다. 사람의 눈은 일반적인 환경에서 약 0.05초 정도 물체의 잔상을 보게 됩니다. 즉, 사진을 0.05초보다 짧은 간격으로 넘기면 영상이 움직이는 듯한 느낌을 받습니다.

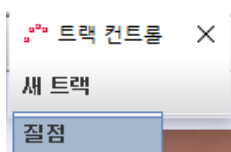
이 때 동영상의 정지된 이미지 하나하나를 프레임(frame)이라고 부르며, 동영상에서 1초에 재생하는 이미지의 수를 초당 프레임 수 혹은 FPS라고 합니다. FPS가 높을수록 부드러운 움직임을 얻을 수 있지만, 영상의 저장용량이 커지게 됩니다. 일반적인 동영상은 24~30FPS 정도로 촬영되지만, 빠른 움직임을 매끄럽게 담아야 하는 영화나 게임은 60FPS로 제작되기도 합니다.

용수철의 움직임을 추적해보자!

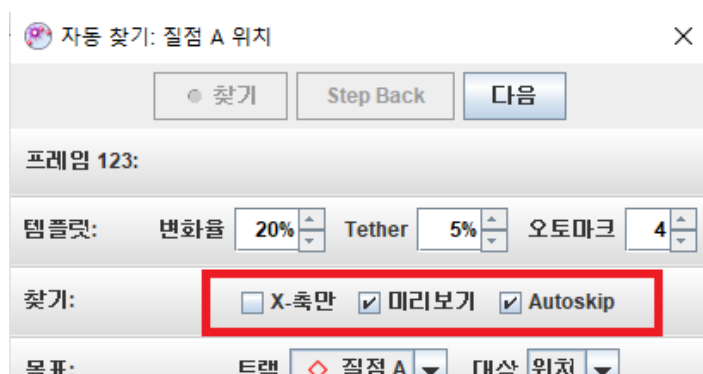
- Tracker가 물체를 잘 인식하기 위해서는 물체의 움직임을 전부 담기면서 물체가 너무 작게 나오지 않게끔 적절한 거리에서 촬영해야 합니다. 또한 촬영하는 동안 카메라가 최대한 흔들리지 않도록 고정된 자세에서 찍어야 합니다.



1. 영상을 불러오고, 분석 시작 지점을 드래그하여 가속도계가 측정을 시작하는 순간(LED빛이 계속 켜지기 시작하는 순간)으로 놓습니다. 가속도계는 초기화 버튼을 누르면 LED빛이 10초 동안 짧게 10번 깜빡이며 대기하고, 이후 측정이 시작되면 계속 빛이 켜져 있습니다. 따라서 Tracker로 분석하는 시간과 가속도계가 측정한 시간을 일치시키기 위해서는 반드시 분석 시작 지점을 LED빛이 계속 켜지기 시작하는 순간으로 놓아야 합니다.
2. 상단의 버튼 중 트랙(트랙)을 누르면 아래와 같이 트랙 컨트롤창이 나타납니다. 여기서 '새 트랙 > 질점'을 클릭합니다.

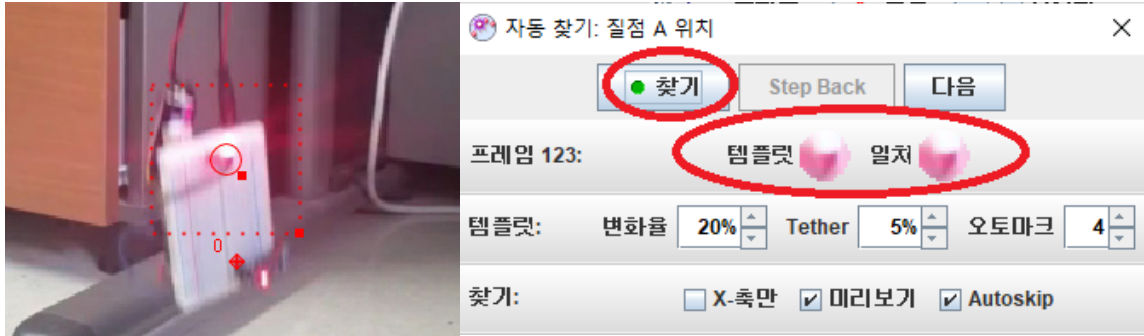


3. 그러면 트랙 컨트롤 창에 질점A(질점 A)가 나타납니다. 질점A를 클릭하면 나타나는 아래의 메뉴에서 '자동 찾기...'를 클릭합니다.
4. 그러면 다음과 같이 '자동 찾기'창이 나타납니다. 여기서 '찾기' 옵션의 체크박스를 다음과 같이 설정합니다. (미리보기와 Autoskip만 체크)



5. 컨트롤+쉬프트(Ctrl+Shift)를 동시에 누르고 있으면 마우스 커서의 모양이 둥글게 변합니다. 이 상태에서 추적하려는 점을 클릭하면 아래와 같이 빨간 동그라미로 물체가 선택되며, 주변에 점선으로 사각형이 생깁니다.

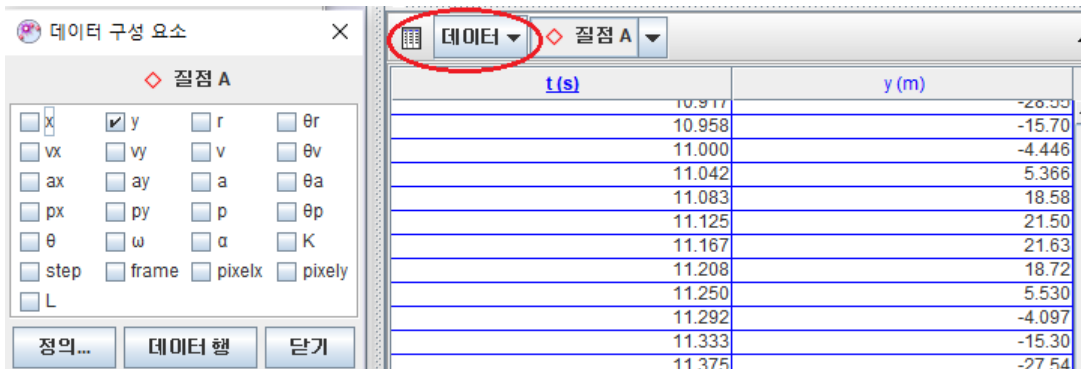
실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

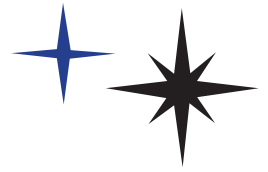


잠깐! 좋은 추적점을 선택하기 위해서는?

Tracker 프로그램은 영상의 일부분만을 보고 판단하기 때문에, 물체의 운동을 잘 인식하기 위해서는 좋은 추적점을 선택해야 합니다. 모양이나 색상이 잘 변하지 않으면서, 모서리나 점 등 특징적인 모양을 포함하고 있는 점이 좋은 추적점입니다. 컨트롤+SHIFT+클릭으로 추적점을 선택하고 나면 위 그림처럼 자동찾기 창에 선택한 부분의 이미지가 '템플릿'으로 나타나게 됩니다. Tracker는 이 템플릿을 기준으로 물체를 추적하므로, 뚜렷한 특징점을 템플릿으로 선택하세요, 템플릿을 잘못 선택했을 경우 현재 프레임에서 다시 Ctrl+Shift+클릭을 하면 재선택됩니다.

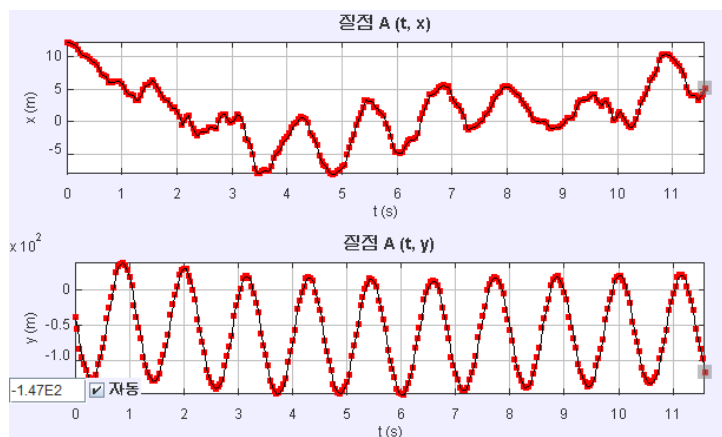
6. 자동 찾기 창에서 '찾기' 버튼을 누릅니다. 그러면 물체의 움직임을 따라 붉은 점이 움직이면서 우측에 그래프가 그려집니다. (만약 인식에 실패했다면, 자동 찾기 창 아래의 '삭제 > 모든 스텝'을 누르고 5번으로 돌아가 다시 해보세요.)
7. 오른쪽 아래의 '데이터▼' 버튼을 누르면 데이터 구성 요소 창이 나타나는데, 여기서 'y'에만 체크를 하고 나머지는 체크를 해제합니다. (y는 세로 방향 위치를 의미합니다.)





결과 분석하기

- 오른쪽 위의 '그래프▼' 버튼을 누르면 숫자 1, 2, 3 이 나오는데 이는 한번에 표시할 그래프의 수를 의미합니다.
- 그래프의 가로축 혹은 세로축의 항목 이름을 클릭하면 다른 항목으로 변경하여 볼 수 있습니다. 세로축을 다양한 값으로 설정하여 비교해봅시다.



데이터 창에서는 측정된 수치를 직접 볼 수 있습니다.

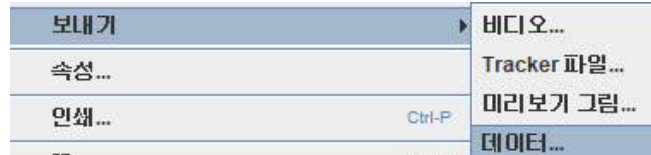
생각해보기

Q. 데이터 창을 보고, 촬영된 프레임 사이의 시간간격을 알아봅시다. 이 동영상의 FPS를 계산하려면 어떻게 해야 할까요?

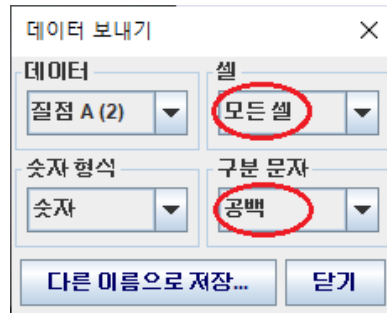
실시간 데이터를 통해 물체의 운동 이해하기

데이터 내보내기

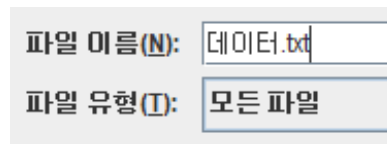
1. 상단의 파일 > 보내기 > 데이터를 클릭합니다.



2. 데이터 보내기 창에서 셀을 '모든 셀', 구분문자를 '공백'으로 설정합니다.



3. 다른 이름으로 저장을 누른 뒤, 파일 이름을 '원하는 파일 이름.txt' 형태로 하여 저장합니다.



4. 저장된 파일을 메모장으로 열어봅시다. 또한 파이썬으로 가져와 읽어봅시다.