







02-929-1110
 www.koreasci.com
 info@koreasci.com

목차

I . Graphical Analysis™ 4 소개 ······ 3
Ⅱ.프로그램 설치 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
1. 설치 사양
2. 프로그램 설치 ······ 4
Ⅲ. 프로그램 화면 구성 ····· 6
1. 시작화면 ······ 6
2. 기본화면 · · · · · · · · 6
IV. 고 무선 센서 연결 ····· 8
1. 블루투스 연결[Bluetooth] · · · · · · · · · · · · · 8
2. USB연결······ 10
V. 데이터 수집과 분석 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
1. 데이터 수집 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2. 그래프 분석 · · · · · · · · 11
3. 데이터 세트 활용
4. 다양한 기능 · · · · · · · · 22
VI. Wi-Fi 공유기를 통한 데이터 공유 ····· 25
1. 렙퀘스트 2를 Wi-Fi 공유기에 연결하기 ····· 26
2. 렙퀘스트 2 데이터 공유 설정 · · · · · · · · · · · · · 27
3. 렙퀘스트 2와 Graphical Analysis™ 4 의 연결 ······ 28



l . Graphical Analysis™ 4 소개





- 네트워크 연결을 통한 실험데이터를 공유하여, 학생들 각자가 가진 스마트기기에서 데이터
 수집과 분석 가능

- 센서를 통한 데이터 수집



- · 버니어 센서 : 70 개 이상의 Vernier LabQuest 센서를 인터페이스(LabQuest Mini, LabQuest Stream®, LabQuest 2)에 연결한 후 Graphical Analysis 4에 데이터를 실시간 으로 전송하여 수집, 공유 및 분석할 수 있습니다.
- · 고무선 센서 : Bluetooth® 또는 USB를 통해 고 무선 센서를 연결하여 Graphical Analysis 4를 사용할 수 있습니다.



1. 설치 사양

Windows	Windows 7 또는 Windows 10 (Bluetooth 연결은 호환 가능한 Bluetooth® 무선 기능이 있는 Windows 10 컴퓨터만 지원)
Mac OS	MacOS 10.10 ~ 10.13 버전 컴퓨터의 USB 및 Bluetooth
Chromebook	ChromeOS 57 이상을 실행하는 Chromebook USB 및 Bluetooth
iOS Devices	· iOS 9 or newer · iPad® (4세대 이상), iPad mini™, iPad Air®, and iPad Pro · iPhone® (5 이상) · iPod touch® (5세대 이상)
Android Devices	Android 6.01이상

- 2. 프로그램 설치
- ① koreasci.com 에 접속
- ② 메인화면 중간의 Graphical Analysis 배너에서 해당 아이콘 클릭





www.koreasci.com

0

1 위시리스트에 추가

*****2.

Ⅲ. 프로그램 화면 구성



1. 시작화면 원하는 항목을 클릭하여 기본화면으로 이동합니다.



2. 기본화면 기본화면에 표시된 아이콘을 클릭하면 해당 창이 나옵니다.





Untitled
새로운 실험
열기
저장
다른이름으로 저장
내보내기

•새로운 실험 : 새로운 파일 생성

• 열기 : 저장되어 있는 파일을 불러오기

- 저장 : 현재 사용 중인 실험 데이터 저장
- •다른 이름으로 저장 : 실험 데이터를 다른 이름으로 저장
- 내보내기 : CSV 데이터 세트를 엑셀 파일로 저장,

그래프 이미지 – 그래프 화면을 이미지로 저장

KOREASCIENTIFICS

info@koreasci.com ☎ 02-929-1110



- ⑩ ←집 →집 : 센서를 통해 데이터를 수집(센서 연결시 활성화)
- ⑨ 🔨 센서 설정 : 센서의 연결 및 해제, 센서 정보 확인
- ⑧ _ 온도: 33.2 ℃ _ 단위 변경 : 센서의 단위를 변경(센서 연결시 활성화)
- ⑦ 모드: 시간기반 모드 속도: 2 샘플/s] 데이터 수집 설정 : 데이터를 수집하는 다양한 방법 및 조건 설정
- ⑥ ∠ 그래픽 분석 : 그래프의 다양한 분석과 정보를 확인
- ⑤ x X축 옵션 변경 : X축의 데이터세트 변경
- ④ > Y축 옵션 변경 : Y축의 데이터세트 변경



- 새소식 : Graphical Analysis™ 4 버전정보 (수정 및 변화 내용)
- · 업데이트 확인 : Graphical Analysis™ 4 버전 업데이트 확인
- 자습서 : 버니어 홈페이지 자습서 연결
- ・プレゼンテーション(프레젠테이션) : 화면크기 조절 (1배~2배)
- 정보 : Graphical Analysis ™ 4 버전확인 및 업데이트



- 그래프와 데이터 표 : 화면에 그래프와 데이터 세트를 함께 표시
- 미터 : 화면에 센서의 데이터 값을 디지털 수치로 표시
- 테이블 : 화면에 데이터 세트만 표시
- · 3 그래프 : 화면에 그래프 3개 표시
- 2 그래프 : 화면에 그래프 2개 표시
- 1 그래프 : 화면에 그래프 1개만 표시



1. 블루투스 연결[Bluetooth]



* 고 무선 센서는 Bluetooth 3.0 이상에 최대 5개 까지 동시 연결이 가능합니다.



- 1) 고 무선 센서 전원 켜기
 - ① 고 무선 센서의 전원 스위치를 눌러 센서를 작동
 - ② 센서가 켜지면 빨간 불 점멸





2) Graphical Analysis™ 4 실행 및 센서 연결

2–1) Windows, Mac OS, Chromebook에서의 센서연결

GRAPHICAL ANALYSIS™		센서 >>	센서	×
사로운 실험 선서 데이터 수집 비내의 에서로 영어트 수진	저장된 파일 열기 파일 선택	장치가 연결되지 않았습니다 아래 무선 장치를 연결하거나 USB통해 연결하세요.	연결된 장치 *GDX-TMP 0F1014P2 3 연결	해제
·····································	VERNIER.COM © <u>자습서</u> © <u>샘플 데이터</u> © <u>Go Direct Sensors</u>	발견된 무선 장치 Filter e.g.007 or TMP ※ GDX-TMP 0F1014P2 2 연결	발견된 무선 장치 사용가능한 장치가 없습니다.	
123 수동 엔트리 키보드를 통해 역이터를 입력하거나 복사/불여넣기	Vernier	· 관료		ı£

- ① Bluetooth를 지원하는 기기에서 Graphical Analysis™ 4를 실행 시킨 후 [센서 데이터 수집]을 클릭
- ② 센서 화면이 나오면 센서를 확인하고 연결을 클릭
- ③ 연결된 장치에서 원하는 센서가 연결 되었는지 확인
- ④ 완료를 클릭하면 센서 연결 완료
- ⑤ 고 무선 센서의 연결 확인
- 고 무선 센서와 Graphical Analysis™ 4가 연결되면
- •고 무선 센서 : 녹색 불이 점멸

• Graphical Analysis™ 4 : 화면에 [수집]아이콘이 활성화되고 연결된 센서의 기본 단위 표시



녹색 불

2-2) iOS Device에서의 센서연결

?	28 4:44 Vernier Graphical Analysis		62% 🔳						
+	R	١k	Cancel Select Source						
New Experiment	Boyle's Law	14	((m)) Wireless Devices		Wireless Devices	Done			
L		\setminus	🖂 LabQuest Stream	CONNECTED DEVI	CES		Wireless Devices	(5)	Done
			🎲 Data Sharing	GDX-TMP 0F10	и1хз (3)	CONNECTED DEV	ICES		
Plant Transpiration	Crystal Violet Kinetics		Built-in Sensors	DISCOVERED GO E	DIRECT DEVICES	DISCOVERED GO I	DIRECT DEVICES		
				Searching for D	Devices	GDX-TMP 0F10	011X3 (4)		
				DISCOVERED GO V	VIRELESS / NODE DEVICES	DISCOVERED GO	WIRELESS / NODE DEVICES		
				Searching for D	Devices	Searching for I	Devices		and the second s

- ① Bluetooth를 지원하는 기기에서 Graphical Analysis™ 4를 실행 시킨 후 [Nwe Experiment] 클릭
- ② Select Source 화면이 나오면 [Wireless Devices] 클릭
- ③ 연결할 센서 클릭
- ④ 센서가 선택된 것을 확인
- ⑤ [Done]을 클릭하면 센서 연결 완료
- ⑥ 연결이 완료되면 화면에 [Collect] 아이콘이 활성화되고
- ⑦ 연결된 센서의 기본 단위가 표시됨



- 2. USB연결
- ① 고 무선 센서에 동봉된 USB 케이블을 결합하여 컴퓨터에 연결합니다.



② Graphical Analysis™ 4를 실행 시키면 자동으로 센서와 연결됩니다.

10





센서가 연결된 상태에서 수집 버튼(수집)을 클릭하면 자동으로 데이터를 수집합니다. * 데이터 수집 예시



- 2. 그래프 분석
- 1) 그래프와 데이터 세트 읽기
 - ① Graphical Analysis™ 4 화면의 좌측 그래프의 포인트를 클릭하면 해당 포인트의 X와 Y축에 해당하는 데이터를 알 수 있습니다. 동시에 클릭한 포인트에 해당하는 데이터 세트의 데이터 값도 표시됩니다.
 - ② 이 후 Graphical Analysis™ 4 화면의 우측의 데이터 세트의 열 번호를 누르면 그래프에 데이터 세트의 데이터 값이 표시됩니다.



2) 그래프의 구간 설정

- ① Graphical Analysis™ 4 화면의 좌측 그래프에서 한 포인트를 클릭한 다음 드래그 하여 그래프의 구간을 설정할 수 있습니다.
- ② 구간이 설정되면 🔽 아이콘이 활성화 되어 선택한 구간의 [통계보기],

[View Integral], [곡선 추세선 적용], [주석추가]를 할 수 있습니다.



③ 그래프에서 각 구간을 나누어 각 구간의 [통계보기], [View Integra], [곡선 추세선 적용], [주석추가]를 할 수 있습니다.





info@koreasci.com ☎ 02-929-1110

- 3) 축의 이동과 자동 조절
 - 마우스 포인터를 Graphical Analysis ™ 4 화면 그래프의 X축과 Y축 근처로 이동시키면 모양의 아이콘이 나타납니다. X축에서는 모양의 아이콘을 클릭한 상태에서 마우스를 좌우로 움직이면서 축을 이동시킬 수 있습니다. Y축에서는 마우스를 상하로 움직이면 축이 이동됩니다.
 - ② 축을 이동시킨 후 그래프가 화면에서 이동하였을 경우 Graphical Analysis™ 4 화면을 더블클릭하면 [자동 조절]을 통해 최적화된 그래프 화면으로 다시 돌아오게 됩니다.



X축, Y축 이동 → 화면 더블클릭 → 자동 조절







ex) X축과 Y축의 변경



4) 그래프 축 변경하기
 ① 그래프의 X축과 Y축의 단위를 클릭하면 각 축의 데이터를 변경할 수 있습니다.

14

5) 그래프 옵션 편집



6) 보간

[보간]이란 통계적 혹은 실험적으로 구해진 데이터들()로부터, 주어진 데이터를 만족하는 근사 함수 (f(x))를 구하고, 이 식을 이용하여 주어진 변수에 대한 함수 값을 구하는 일련의 과정을 의미합니다. 예를 들어, (0, 0), (1, 10), (2, 20)이 주어졌을 때, 이들에 대한 근사 함수를 f(x) = 10x로 구하고, 1.5에 대한 함수 값으로 15를 구할 수 있습니다.



www.koreasci.com

7) タンジェント(탄젠트)



8) 통계보기

그래프 전체 또는 선택된 구간의 통계값(X&Y 범위, 샘플수, 평균갑, 표준편차, 최소, 최대)을 확인할 수 있습니다.





info@koreasci.com ☎ 02-929-1110

9) View Integral

그래프 전체 또는 선택된 구간의 적분값을 확인할 수 있습니다.



10) 곡선 추세선 적용





info@koreasci.com **2** 02-929-1110



그래프에 주석을 추가할 수 있습니다.

11) 주석추가

220

200

× 9 180 x-범위: 9.8 - 20.8 mL y = a/x a: 2130 RMSE: 0.6977 압택 (kPa) 160 140 120 100 13 14 15 10 12 16 18 19 20 Ľ 부피 (mL)

ex) 보일의 법칙 실험 그래프의 곡선추세선 적용. 역함수의 그래프로 부피와 압력은 반비례한다는 것을 알 수 있습니다. RMSE 값이 작을수록 그래프는 더욱 정확합니다.

보일의 법칙

18

12) 예상그래프 추가

그래프 화면에 예상 그래프를 추가할 수 있습니다.



13) 그래프 옵션 편집

그래프의 주제, 그래프 선의 모양, X·Y축의 범위를 변경 할 수 있습니다.



3. 데이터 세트 활용



1) 데이터 세트 이름변경

- 데이터 세트의 이름을 변경할 수 있습니다.

2) 열 옵션

- 데이터 세트의 열의 이름과 단위 등을 변경할 수 있습니다.

3) 수동 열 생성

- 수동으로 열을 생성하여 그래프에 반영할 수 있습니다.





것을 확인할 수 있습니다.

※ 계산된 열의 그래프 확인 : Y축을 [압력×부피]로 변경하면 X축 [부피]의 변화에 따라 Y축 [압력×부피]는 일정한 것을 통해 보일의 법칙에서 PV=k(상수)로 PV값이 일정한

(ex. 압력×부피 (PV)열 생성)

×

- ⑤ 수식설정을 완료하고 적용을 클릭하면 데이터 세트에 계산된 열이 생성됩니다.
- ④ 선택된 수식의 구체적인 값을 설정합니다.(ex. [X*Y] 선택했으므로 X열은 부피, Y열은 압력)

- ③ 필요한 수식을 클릭합니다. (ex. 계산할 열이 [압력×부피]이므로 [X*Y] 선택)

- (2) [수식 삽입]을 클릭하면 수식 화면이 나옵니다.
- (1) 계산할 열의 이름과 단위를 설정합니다.(ex. 보일의 법칙 확인을 위해 압력×부피의 열 생성)



[계산된 열 생성]을 통해 수집된 데이터의 다양한 수식관계를 확인할 수 있습니다. A와 B는 설정할 수 있는 변수입니다. X와 Y는 데이

터 표에 기존의 열입니다

4) 계산된 열 생성

계산된 열 생성

(5) 압력X부피 .

(PV)



info@koreasci.com **2** 02-929-1110

	데이터 수집 설정 X
	모드 시간기반 모드 🔹
모드: 시간기반모드 속도: 2 샘플/s	시간 단위 초 🔻
	속도 2 생품/s 0 간격 0.5 s/생품
	수집 시작 ◎ 수동으로 ◎ 수동보관 모드에서
	수집 종료 ◎ 이후 180 s 수집시간 ◎ 수동으로
	총 샘플수: 361
	취소 완료

- · 속도 & 간격 : 데이터 수집 시간의 단위 기본 1단위 마다 데이터를 수집하는 횟수
- ·시간 단위 : 데이터 수집 시간의 단위 (ms, 초, 분, h)
- ① 시간기반 모드 : 정해진 시간동안 데이터 수집을 하는 모드입니다.
- 수집하고자 하는 데이터의 수집방법을 변경할 수 있습니다.
- 2) 데이터 수집 설정 Graphical Analysis™ 4 화면의 좌측 하단에 있는 [모드] 아이콘을 클릭하면

온도: 25.3 °C	온도 GDX-TMP 0F1014P2	0	온도 GDX-TMP 0F10	014P2
	단위 (°C	•	단위	°C •
	온도: 25.6 °C	٩	온도	°F K

1) 단위 설정 Graphical Analysis™ 4 화면의 우측 하단에 있는 데이터 값의 아이콘을 클릭하면 수집하고자 하는 데이터의 단위를 변경할 수 있습니다. (ex. 고 무선 온도센서)

4. 다양한 기능

	시간 단위	초 🔻		
ex)			7	1초 동안 데이터를 2번 수집
	속도	2	샘플/s	
	0 간격	0.5	s/샘플	

스지니자	수동으로	화면에서 [수집] 버튼을 누를 때 데이터 수집을 시작
- 구입 시역	수동모관 모드에서	데이터 수집을 시작하는 시간(조건) 설정
	수동으로	화면에서 [수집] 버튼을 누를 때 데이터 수집을 시작
	수동모관 모드에서	데이터 수집을 시작하는 시간(조건) 설정

② 이벤트 기반 모드

데이터 수집 설정		>	<
모드	이벤트 기반 🔻		
이벤트 모드	● 수동보관 모드 ◎ 자동보관 모드		
이벤트 이름 단위	이벤트		
	■ 10초 마다 평균 값		
		취소 완료	



· 수동보관 모드 : 보관 버튼을 클릭할
 때마다 데이터가 저장됩니다. 사용자가
 보관 버튼을 클릭하여 특정 데이터를
 수동으로 입력하고, 이때 센서도
 측정을 합니다.

ex) 보일의 법칙 : 보관 버튼 클릭시에 눈으로 측정한 부피값을 수동으로 입력하고, 이때의 압력값은 센서가 데이터 기록

· 자동보관 모드 : 보관 버튼을 클릭할 때마다 데이터가 하나의 열에 저장 됩니다.

ex) 고 무선 기체압력 센서를 이용하여 [이벤트 기반 모드]의 [수동보관 모드], [이벤트 이름 : 부피]로 압력 데이터 수집 ③ 방울계수 모드

방울 계수기 센서로 데이터 측정시 사용합니다.



④ Photogate Timing

포토게이트 센서로 데이터 측정시 사용합니다.

데이터 수집 설정			×
	모드 F	Photogate Timing	
	測定 ○	Speed through Gate 直線運動 (距離,速度,加速度)	
		オブジェクト Vernier Picket Fence ▼	٥
		취소	완료



info@koreasci.com ☎ 02-929-1110



VI. Wi-Fi 공유기를 통한 데이터 공유



70 개가 넘는 Vernier LabQuest 센서를 LabQuest 2에 연결하여 Graphical Analysis 4에서 데이터를 수집, 공유 및 분석할 수 있습니다.

· 연결 순서

렙퀘스트 2를 Wi-Fi 공유기에 연결하기



→ 데이터 공유 설정

	🕺 LABC	DUEST ¹ 2		
	🕜 🗹 파일 그	래프 분석	1	÷ 🗖 💊
1	10.0		<u>신형</u> 3 및	0.414 N
(1) Varnier	50 (M)			e •
	-10.0	시간 (5)	····································	
	•		A 🔊	01:55
				E SYSTEM*

→ 렙퀘스트 2와 Graphical Analysis™ 4 의 연결





info@koreasci.com ☎ 02-929-1110



- ⑥ [연결]을 클릭하여 네트워크 연결 마침
- ⑤ 네트워크 비밀번호 입력



③ 네트워크에서 연결할 네트워크 선택 ④ [예] 클릭



② [연결] 화면에서 Wi-Fi [켜짐] 선택



① 메인화면에서 [Wi-Fi] 아이콘 클릭

26

1. 렙퀘스트 2를 Wi-Fi 공유기에 연결하기

2. 렙퀘스트 2 데이터 공유 설정

- - ⑦
 닫기를 클릭하여 Wi-Fi 연결과 데이터

 ♥
 3

 0152
 공유 설정 마무리
 - ⑧ 데이터 공유 완료 시 '데이터공유 On' 표시

⑤ 데이터 공유 [켜짐] 체크

② 연결된 Wi-Fi 공유기의 이름 확인

③ 연결된 Wi-Fi 공유기의 IP 주소 확인

④ 데이터 공유의 톱니바퀴 아이콘 클릭

⑥ [연결된 장치에서 데이터 수집허용] 체크

(체크해야 Graphical Analysis™ 4에서 렙퀘스트 2 인터페이스의 조작 가능)

① Wi-Fi [켜짐] 체크



데이터 공유 설정



표시

- 3. 렙퀘스트 2와 Graphical Analysis™ 4 의 연결
 - 1) Windows, Mac OS, Chromebook





info@koreasci.com 2 02-929-1110



④ Graphical Analysis[™] 4의
 화면에서 [수집] 아이콘과
 [모드:데이터공유:IP주소]가
 활성화 상태면 렙퀘스트 2와
 Graphical Analysis[™] 4의
 연결이 완료된 상태

2	🖌 파일	일 그래프	프 분석			3
10.0					실험 1	
					힘	0
						0.414 N
î						
<u>Top</u>						
-10.0						
-10.0	0.0 ← →	1	시간 (s)	∳~→ 10.0	시간	© S
						01:55

⑤ 렙퀘스트 2에 센서를 연결하고 Graphical Analysis™ 4에서 데이터의 수집, 공유 및 분석 가능

* 데이터 수집 예시

렙퀘스트 2, Graphical Analysis™ 4 둘 중 어디의 수집 버튼을 눌러도 동일한 그래프가 생성됩니다.



2) Android Devices



- ① 렙퀘스트 2가 연결된 와이파이에 접속
- ② Graphical Analysis™ 4를 실행한 다음 메인 화면에서 데이터 공유 클릭
- ③ 발견된 장치에서 연결할 렙퀘스트 2의 이름 클릭
- ④ 렙퀘스트 2와 Graphical Analysis™ 4의 연결 확인 (Graphical Analysis™ 4의 화면에서 [수집] 아이콘과 [모드:데이터공유:렙퀘스트 2의 이름]이 활성화 되면 연결 완료)
- ⑤ 렙퀘스트 2에 센서를 연결하고 Graphical Analysis™ 4에서 데이터를 수집, 공유 및 분석 가능

KOREA SCIENTIFICS ^{ir} (ङ)एंद्रअध्

info@koreasci.com 2 02-929-1110



3) iOS Devices



- ① ISO Device의 WI-FI 현실 와인에서 앱다 2의 호스트 이름 선택
- ② Graphical Analysis™ 4를 실행 시킨 후 [Nwe Experiment] 클릭
- ③ Select Source 화면이 나오면 [Data Sharing] 클릭
- ④ 발견된 장치에서 연결할 렙퀘스트 2의 이름 클릭
- ⑤ 렙퀘스트 2의 그래프 와 Graphical Analysis™ 4가 연동되면 Graphical Analysis™
 4의 화면에서 [Collect]아이콘이 활성됨

lode: Time Based Rate: 2 samples/s

⑥ 렙퀘스트 2에 센서를 연결하고 Graphical Analysis™ 4에서 데이터를 수집, 공유 및 분석 가능

29.7 °C



02-929-1110
 www.koreasci.com
 info@koreasci.com

