

최종 결과보고서

겨울철 도로 제설 및 블랙아이스 사고 예방 시스템

학번 : 20184467

이름 : 양대열

1. 시스템 개요 및 필요성

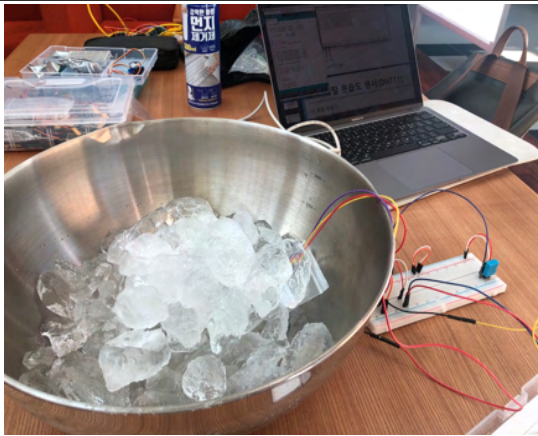
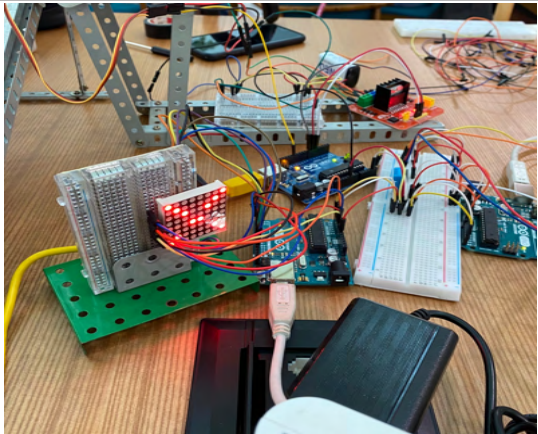
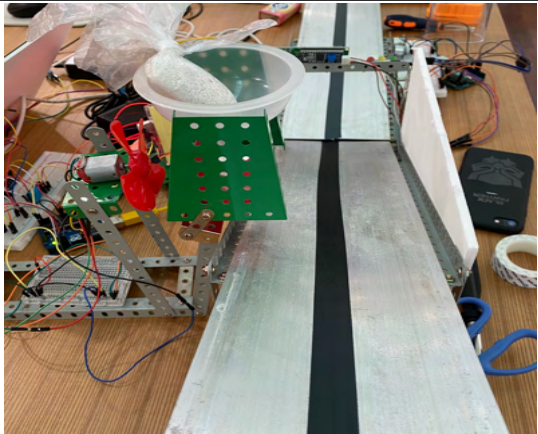
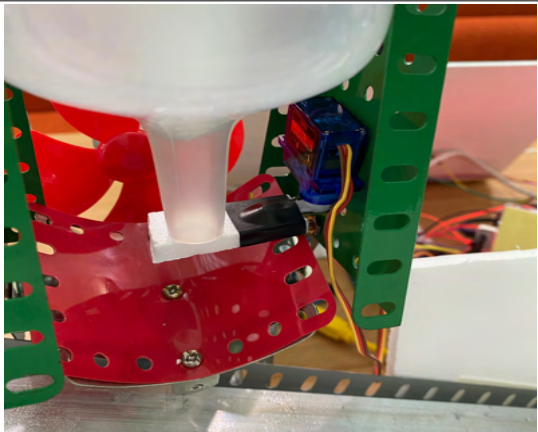
겨울철 눈으로 인한 교통사고가 정말 많다. 도로의 눈을 치우지 못해 차량이 이동하지 못하고, 설령 제설을 했어도 낮은 기온으로 인해 다시 얼어붙어 버린다. 이 때문에 겨울철 제설을 하기 위해 정부, 시와 지자체들은 제설을 하기 위해 예산을 배정하고 세금을 사용한다. 그럼에도 불구하고 매해 겨울철 모든 도로가 제설되지 못한다. 이유는 인력에 있다. 사람이 24시간 내내 제설을 위해 대기하고 출동할 수 없기 때문이다.

그래서 우리는 이 문제점을 조금이나마 해결할 방안을 찾아보았다. 특히 제설이 자주 이뤄지는 주요도로보다는, 물리적 혹은 행정상으로 제설이 어렵거나 차량이 자주 다니지 않아 제설순위에 밀리는 곳을 타겟으로 하여 적설현상을 보이면 자동으로 제설장치를 가동하여 제설제를 뿌리도록 설계했다. 단순한 제설장치에 그치지 않고 더 나아가 제설장치 가동 후 녹은 눈이 얼어붙을 것을 감안하여 결빙현상을 감지하는 장치를 추가하였다. 이 장치를 통해 도로가 얼어붙은 상황을 미리 운전자들에게 알려 대비할 수 있도록 구성하였다.

2. 계획대비 변경내용

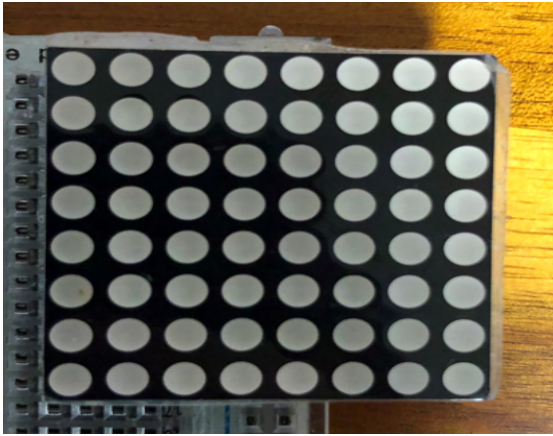
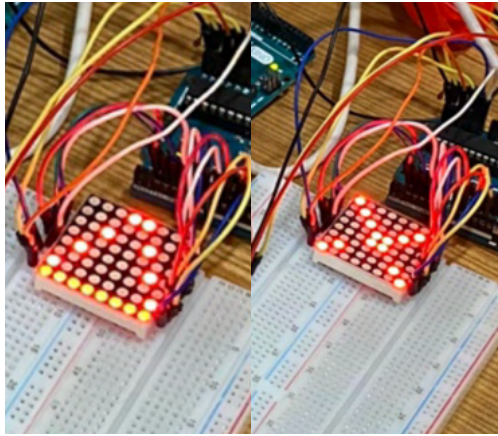
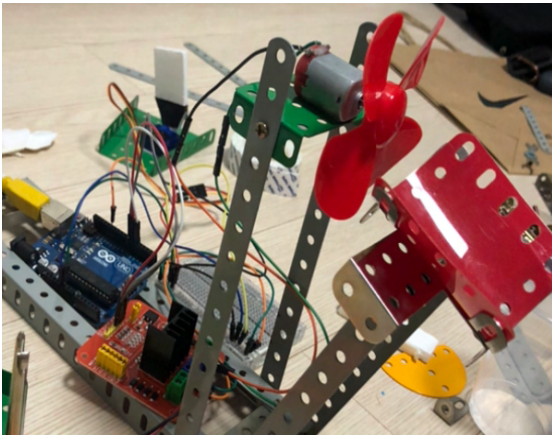
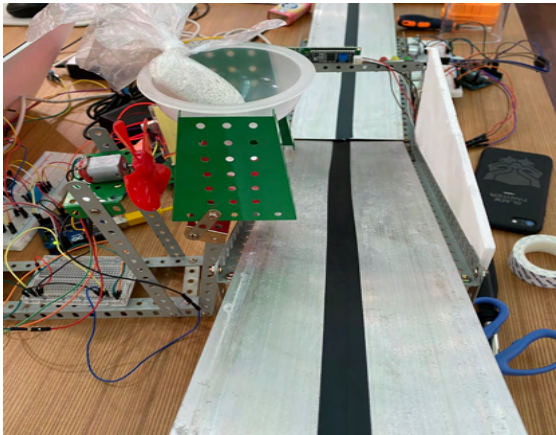
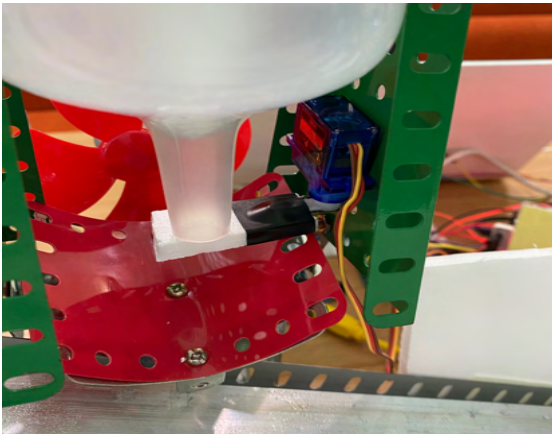
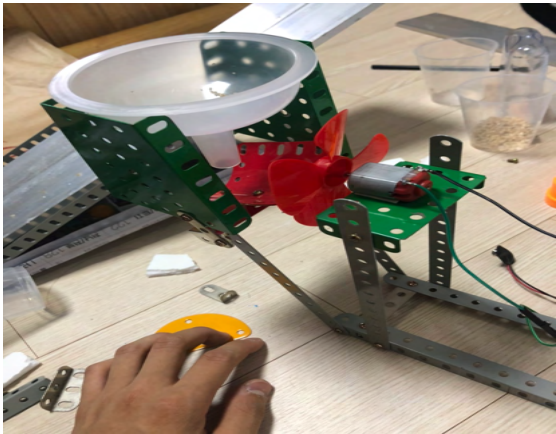
번호	변경내용	사 유
1	스테퍼모터 -> 서보모터	실제 구동을 해 본 결과 스테퍼모터가 전력 소모량이 더 컸기 때문에 그보다 적은 전력 소모를 보인 서보모터를 사용하게 되었다.
2	X -> 부저	과속으로 판단될 때 소리를 통해 운전자에게 알려주는 것이 경적을 울리는 것처럼 청각적으로 효과적이라고 판단하여 추가하게 되었다.
3	X -> 신호등 LED	속도에 따라 색을 다르게 표현하여 운전자에게 글자 이외에 직관적으로 알 수 있도록 시각적 정보를 포함하는 것이 효과적이라 판단하여 추가하게 되었다.

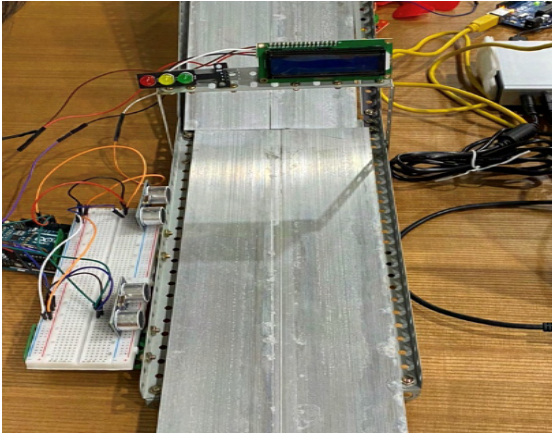
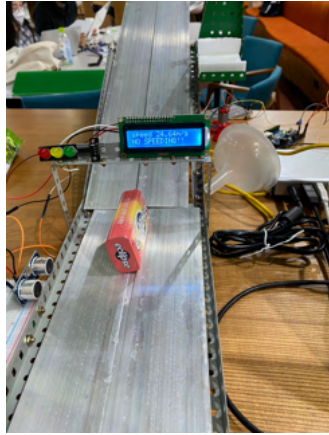
3. 최종 시스템 구성 및 기능

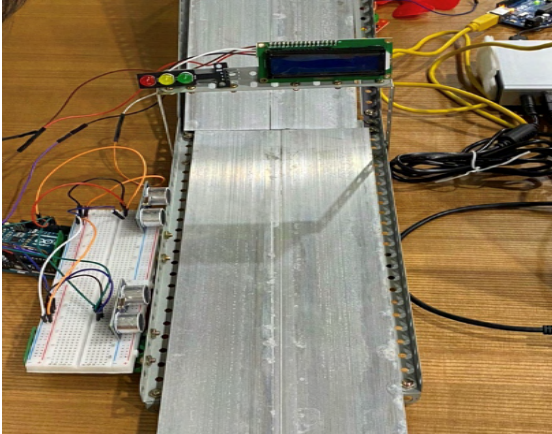



번호	장치	장치명	기능
1		온도 측정장치	적설현상, 결빙현상 및 주변 기온 측정
2		경고판	온도 측정기에 의해 얻은 상황에 따라 현재 상태 표현
3		제설제보관함	제설제를 보관하는 함
4		제설제조절장치	제설제의 양을 조절하는 장치

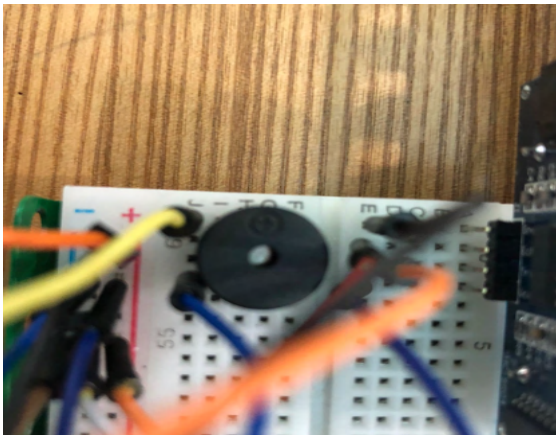
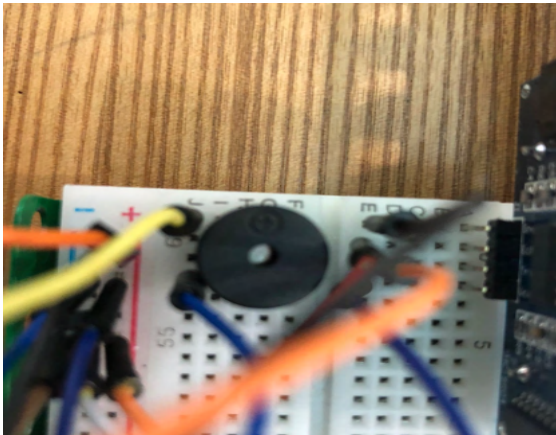
5		제설제확산장치	제설제를 넓게 뿌릴 수 있도록 하는 장치
6		속도측정장치	자동차의 속도를 측정하는 장치
7		속도 알림판 및 경고 신호등	자동차의 속도를 보여주는 장치 속도에 따라 신호등 색이 변함
8		경고음장치	과속시 소리로 알려주는 장치

4. 기능별 동작화면

	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 1		
상 황	조건에 맞지 않는 상황일 때: OFF	좌: 블랙아이스 경고, 우: 제설장치 가동 중
	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 2		
상 황	조건에 맞지 않는 상황일 때: OFF	결빙상태라고 판단하면 DC모터가 FAN을 돌려 제설제를 살포
	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 3		
상 황	조건에 맞지 않는 상황일 때: 막혀있음	결빙 상태라고 판단되면 서보모터가 작동해 닫혀있던 입구를 움직여 제설제가 떨어짐

	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 4		
상 황	초음파 센서로부터 어떠한 데이터를 받지 못한 상황	초음파 센서로부터 데이터를 받아 속도가 측정되고 LCD에 출력됨

	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 5		  
상 황	초음파 센서로부터 어떠한 데이터를 받지 못한 상황	속도 ≥ 80 : 적색, 속도 ≤ 40 : 녹색 $40 < \text{속도} < 80$: 황색

	초 기 상 태	변 경 상 태
동작 6		
상 황	동작 5의 LED가 적색이 아닐 때	동작 5의 LED가 적색일 때 : 경고음

5. 문제점 및 해결방법

문제점 ①	문제점	센서 측정 문제
	해결방법	<p>실험 중 알아낸 정보로, 적설(완전얼음)현상과 블랙아이스(얼음과 물의 중간 상태, 슬러시)현상을 구분하는 것은 온도에 있었다. 습도로는 판별이 불가능했다(이 실험결과는 문서아래 [실험결과]에 정리했다). 두 상황의 차이가 적게는 0.5°C, 크게는 4°C까지 차이났다. 제일 문제가 됐던 부분이 얼음—2.5°C~2.9°C구간, 슬러시—3.1°C~3.4°C 구간이다. 센서의 교차실험을 통해 얼음은 3°C를 넘지 않음을 알았으나 센서사양 오차값을 고려해봤을 때 평균으로 인한 오작동이 충분히 일어날 수 있는 문제로 생각되었다.</p> <p>만약 도로에 여러 개의 센서를 설치해 이들의 전체 평균을 구한다고 하면, 눈-블랙아이스 사이의 평균이 온도차이가 좁혀질수록 제설장치의 오작동 발생 가능성은 높아진다. 이를 해결하기 위해 겨울철 도로에 대해 떠올려보았다. 일반적으로 자동차 바퀴가 지나다니는 부분일수록 눈보다 블랙아이스가 생긴다. 따라서 도로 차선쪽은 결빙을 측정하는 센서를, 도로 가장자리 혹은 중앙선 쪽으로는 적설을 측정하는 센서를 설치함으로써 눈-블랙아이스를 나눠 측정하도록 설계했다.</p>

문제점 ②	문제점	온습도계 DHT11 센서 오차값 문제
	해결방법	<p>여러 대의 센서를 사용하기 위해 각 센서 자체의 오차값을 알기 위해 이들의 평균을 구했다(이 실험결과는 문서아래 [센서오차]에 정리했다). 그 결과를 토대로 교수님과 상의한 결과 크게 문제될 부분이 아니라는 답을 얻었다. 앞으로의 실험에 있어 오차를 염두해두고 온도조건을 여유있게 잡을 수 있었다.</p>

문제점 ③	문제점	온도유지 문제
	해결방법	<p>겨울철 도로환경을 구현하고자 열전도가 좋은 금속에 에어스프레일로 냉각시킬 예정이었다. 하지만 냉각된 금속이 실내온도로 돌아오는 데 걸리는 시간이 DHT센서의 냉각속도보다 빨라 온도유지에 실패했다.</p> <p>해결방안으로 보온병 등을 이용해 온도를 보존하는 공간에 온습도계를 설치하여 실험환경을 구축했다.</p>

문제점 ④	문제점	온도계 LM35 센서 문제
	해결방법	<p>DHT센서로는 0°C 미만은 측정이 불가능하고, 실험환경 상 온도변화가 빠르게 이뤄져야 한 탓에 LM35센서를 사용하고자 했다. 하지만 LM35센서의 온도측정 방식을 알아본 바, 온도에 따른 전류 값으로 온도측정을 하는데 0°C 이하에서는 사실상 전류가 흐르지 않아 값을 구할 수 없었다.</p> <p>또 다른 문제로는 저항을 연결하여 입력 전류를 안정시켰는데도 값이 매우 불규칙하게 나오는 현상 때문에 사용할 수 없게 되었다. 이는 여러 개의 센서를 사용하는 데 있어 각 센서마다 전류가 일정하지 못해 오차값이 큰 이유도 있었다. 따라서 실험조건을 조금 변경해 DHT센서로 측정하였다.</p>

문제점 ⑤	문제점	제설제 적정량 문제
	해결방법	<p>적설현상을 감지하여 제설장치가 작동한 후, 적설상황이 풀렸음에도 불구하고 지속적으로 작동하는 현상을 발견했다. 현실적으로 한번 시작한 후 모든 제설제를 다 사용할 때까지 작동하는 것은 잘못된 일이므로, 일정량만 사용하도록 재설계할 필요가 있었다.</p> <p>제설제 양을 조절하는 서보모터의 경우 회전각에 딜레이 값을 주고, 흘뿌리는 DC모터의 경우 시작 후 일정 시간동안 돌아가도록 구현했다.</p> <p>또한 제설상황이 한번만 일어나는 것이 아니기 때문에 한번만 실행되고 끝나지 않도록 loop문 안에 지속적으로 초기화 할 수 있는 장치를 알고리즘으로 구현했다.</p>

문제점 ⑥	문제점	제설제 굵기 문제
	해결방법	<p>실험에 사용할 제설제의 입자가 큰 탓에 제설제가 빨대를 통해 흘러내릴 때 빨대통로를 막아버렸다. 이 때문에 정해진 시간동안 생각했던 만큼 제설제가 일정하게 떨어지지 않은 문제가 발생했다. 이를 해결하기 위해 서보모터와 빨대를 고정하여 내리는 방식이 아닌 서보모터가 구멍 입구를 개폐할 수 있게 구현했다.</p>

문제점 ⑦	문제점	DC모터 전력문제
	해결방법	<p>DC모터를 작동하는데 전력문제와 세기문제가 발생했다. 원인은 서보모터와 전력을 공유했기 때문이다. 전력을 보충하기 위해 9V 건전지를 추가했으나, 출력에 한계가 있었다. 이 문제를 해결하기 위해 모터드라이버를 구매해 아날로그 값으로 모터의 세기를 조절해 살포되는 제설제의 양을 조절했다.</p>

문제점 ⑧	문제점	초음파센서 탐지문제
	해결방법	<p>초음파센서를 앞(현 신호등LED 위치)에 설치하여 다가오는 거리를 측정해 속도를 구하려고 했다. 하지만 해당 위치에서 측정오차가 너무 커 제대로 된 속도를 측정할 수 없었다. 이를 해결하기 위해 도로 가장자리에 초음파센서 2개로 각 센서의 물체 움직임을 감지해 속도를 구했다.</p>

문제점 ⑨	문제점	도로 재질 문제
	해결방법	<p>처음 계획할 때 도로표현 재료로 우드락과 하드보드를 재료로 선택했다. 앞면에 얼음이나 드라이아이스를, 뒷면에 센서를 부착하여 실험환경을 조성하려 했다. 하지만 아래와 같은 이유로 변경하게 되었다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 실험환경 상 습기와 온도가 자주 바뀌는 탓에 모양변형이 일어남 2. 변형으로 인해 센서가 흔들려 온도를 정확하게 측정하지 못함 3. 문제점③에서 제시한 문제점. 실온환경에서 온도변화를 원하는 만큼 지속적으로 확인할 수 없음 <p>위와 같은 이유로 도로표현 재료를 금속으로 변경했고, 열전도가 좋은 알루미늄 판으로 변경하게 되었다.</p>

6. 최종 구성요소

No.	Items	Purpose of use
1	DHT11 센서	도로의 온도와 습도 측정 및 결빙이 되는 지점 파악
2	도트매트릭스	블랙아이스 및 결빙현상이 일어날 경우 경고
3	DC모터	Fan을 돌려 제설제 고르게 살포
4	서보 모터	제설제 살포를 위한 모터
5	초음파 센서	속도 측정을 위한 센서
6	LCD	현재 속도를 표시 및 과속 경고
7	LED	속도에 따른 불빛으로 속도 경고
8	유선통신	온습도센서를 마스터 아두이노로 사용해 도트매트릭스 아두이노와 모터 아두이노 통신 연결
9	부저	속도에 따른 경고음으로 속도 경고

7. 개인별 역할

이름	담당 업무
양대열 (팀장)	전반적인 발표, 속도장치 하드웨어 구성, 모터 하드웨어 구성, 과학상자를 통한 전체적 틀 구성
신동원	데이터 분석 발표, 데이터 실험, 데이터 분석, 온습도 센서 하드웨어 구성, 유선통신연결
양승아	ppt작업, 전반적인 하드웨어 연결, 데이터 분석

[센서오차]

- 온도

1차				
단위(℃)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	20.14	19.95	20.49	20.19
총 평균과 차이	0.05	0.24	-0.3	0

2차				
단위(℃)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	22.13	22.44	22.78	22.45
총 평균과 차이	0.32	0.01	-0.33	0

3차				
단위(℃)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	23.65	23.7	23.96	23.77
총 평균과 차이	0.12	0.07	-0.19	0

- 상대습도

1차				
단위(%)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	51.85	50.22	36.61	46.23
총 평균과 차이	-5.62	-3.99	9.62	0

2차				
단위(%)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	74.33	70.23	56.33	66.96
총 평균과 차이	-7.37	-3.27	10.63	0

3차				
단위(%)	센서1	센서2	센서3	총 평균
각 센서당 평균	69.84	69.48	52.69	64
총 평균과 차이	-5.84	-5.48	11.31	0

[실험결과]

- 센서1을 얼음에 넣었을 때 변화

1차						
시간	온도(℃)			습도(%)		
	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 5 27 16:20:1	15.6	25.2	25.2	43	44	32
2021 5 27 16:20:31	12.6	25.2	25.2	45	44	30
2021 5 27 16:21:1	9.9	25	25.2	48	42	29
2021 5 27 16:21:31	8	24.8	25.2	53	44	31
2021 5 27 16:22:1	6.4	24.7	25.2	58	46	31
2021 5 27 16:22:31	5.2	24.5	25.2	62	46	31
2021 5 27 16:23:1	4.1	24.4	25.1	65	45	31
2021 5 27 16:23:31	3.5	24.4	25.1	68	47	30
2021 5 27 16:24:1	2.9	24.4	25.1	71	46	31
2021 5 27 16:24:31	2.5	24.4	25	73	47	32
2021 5 27 16:25:1	2.1	24.3	24.8	75	46	31
2021 5 27 16:25:31	1.8	24.3	24.8	76	46	31
2021 5 27 16:26:1	1.6	24.4	24.8	77	46	31
2021 5 27 16:26:31	1.4	24.5	24.9	78	47	32
2021 5 27 16:27:1	1.2	24.6	24.9	79	46	31
2021 5 27 16:27:31	1.2	24.6	24.9	79	46	31
2021 5 27 16:33:1	0.8	24.5	24.7	82	47	33
2021 5 27 16:33:31	0.8	24.5	24.7	82	46	31
2021 5 27 16:34:1	0.8	24.5	24.8	82	45	31
2021 5 27 16:34:31	0.8	24.5	24.8	82	47	32
2021 5 27 16:35:1	0.8	24.5	24.8	82	45	30
2021 5 27 16:35:31	0.8	24.5	24.9	82	46	30
2021 5 27 16:36:1	0.7	24.5	24.9	82	45	29
2021 5 27 16:36:31	0.8	24.6	24.9	82	44	31
2021 5 27 16:37:1	0.8	24.5	24.9	82	43	29
2021 5 27 16:37:31	0.7	24.6	25	82	44	30

2차						
	온도(℃)			습도(%)		
시간	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 5 27 16:51:1	24.7	3.7	24.9	50	80	30
2021 5 27 16:51:31	24.7	3.7	24.9	50	82	31
2021 5 27 16:52:1	24.7	3.6	24.8	50	84	30
2021 5 27 16:52:31	24.7	3.5	24.8	49	85	31
2021 5 27 16:53:1	24.8	3.4	24.8	50	86	31
2021 5 27 16:53:31	20.4	3.4	24.8	32	87	30
2021 5 27 16:54:1	14.1	3.3	24.7	40	87	31
2021 5 27 16:54:32	10	3.3	24.7	48	87	31
2021 5 27 16:55:1	7.2	3.3	24.8	57	87	30
2021 5 27 16:55:31	4.7	3.3	24.7	62	87	30
2021 5 27 16:56:1	3.2	3.2	24.8	67	87	31
2021 5 27 16:56:31	2.2	3.2	24.8	72	87	30
2021 5 27 16:57:1	1.5	3.3	24.8	75	87	29
2021 5 27 16:57:31	1	3.3	24.8	78	87	30
2021 5 27 16:58:1	0.7	3.3	24.8	80	87	30
2021 5 27 16:58:31	0.5	3.3	24.8	82	87	30
2021 5 27 16:59:1	0.4	3.3	24.8	83	87	30
2021 5 27 16:59:31	0.4	3.3	24.8	84	87	29
2021 5 27 17:0:1	0.3	3.4	24.7	85	87	29
2021 5 27 17:0:31	0.3	3.4	24.8	86	87	31
2021 5 27 17:1:1	0.3	3.4	25.2	86	87	29
2021 5 27 17:1:31	0.2	3.4	25.1	86	87	29
2021 5 27 17:2:1	0.2	3.4	25.3	86	87	30
2021 5 27 17:2:31	0.2	3.4	25.4	86	87	29

3차						
	온도(℃)			습도(%)		
시간	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 6 3 16:12:31	13.1	3.4	4	91	87	47
2021 6 3 16:13:1	12.8	3.4	4	90	87	47
2021 6 3 16:13:31	9.7	3.4	4	88	87	47
2021 6 3 16:14:2	7.2	3.4	4	88	87	46
2021 6 3 16:14:31	5.3	3.3	4	88	87	47
2021 6 3 16:15:1	3.9	3.4	4	87	87	47
2021 6 3 16:15:31	3	3.4	4	87	87	48
2021 6 3 16:16:1	2.3	3.3	4	87	87	47

- 센서2을 슬러시에 넣었을 때 변화

1차						
시간	온도(℃)			습도(%)		
	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 5 27 16:43:1	1.9	28.8	24.9	84	76	31
2021 5 27 16:43:31	1.8	29.4	24.9	84	39	29
2021 5 27 16:44:31	1.8	21.1	25	85	31	29
2021 5 27 16:45:1	1.8	17.3	25	85	35	31
2021 5 27 16:45:31	1.8	14.3	25	85	40	31
2021 5 27 16:46:1	1.8	12.2	25	86	45	30
2021 5 27 16:46:31	1.8	10.3	24.9	86	48	30
2021 5 27 16:47:1	3.6	8.7	24.9	87	53	30
2021 5 27 16:47:31	6.6	7.6	24.9	88	57	32
2021 5 27 16:48:1	12.3	6.7	25	90	61	31
2021 5 27 16:48:31	18.7	5.9	25	93	65	30
2021 5 27 16:49:1	21	5.1	25	82	68	29
2021 5 27 16:49:31	22.9	4.5	24.9	86	70	29
2021 5 27 16:50:1	24.4	4.1	24.9	57	72	29
2021 5 27 16:50:31	24.7	3.8	24.9	52	74	30
2021 5 27 16:51:1	24.7	3.7	24.9	50	80	30
2021 5 27 16:51:31	24.7	3.7	24.9	50	82	31
2021 5 27 16:52:1	24.7	3.6	24.8	50	84	30
2021 5 27 16:52:31	24.7	3.5	24.8	49	85	31
2021 5 27 16:53:1	24.8	3.4	24.8	50	86	31
2021 5 27 16:53:31	20.4	3.4	24.8	32	87	30
2021 5 27 16:54:1	14.1	3.3	24.7	40	87	31
2021 5 27 16:54:32	10	3.3	24.7	48	87	31
2021 5 27 16:55:1	7.2	3.3	24.8	57	87	30
2021 5 27 16:55:31	4.7	3.3	24.7	62	87	30
2021 5 27 16:56:1	3.2	3.2	24.8	67	87	31
2021 5 27 16:56:31	2.2	3.2	24.8	72	87	30
2021 5 27 16:57:1	1.5	3.3	24.8	75	87	29
2021 5 27 16:57:31	1	3.3	24.8	78	87	30
2021 5 27 16:58:1	0.7	3.3	24.8	80	87	30
2021 5 27 16:58:31	0.5	3.3	24.8	82	87	30
2021 5 27 16:59:1	0.4	3.3	24.8	83	87	30
2021 5 27 16:59:31	0.4	3.3	24.8	84	87	29
2021 5 27 17:0:1	0.3	3.4	24.7	85	87	29
2021 5 27 17:0:31	0.3	3.4	24.8	86	87	31
2021 5 27 17:1:1	0.3	3.4	25.2	86	87	29
2021 5 27 17:1:31	0.2	3.4	25.1	86	87	29
2021 5 27 17:2:1	0.2	3.4	25.3	86	87	30
2021 5 27 17:2:31	0.2	3.4	25.4	86	87	29

3차(2차는 아래에 있음)						
시간	온도(℃)			습도(%)		
	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 6 3 16:3:32	0.1	8.9	4	86	88	47
2021 6 3 16:4:1	0	8.1	4	86	88	47
2021 6 3 16:4:31	0	6.9	4	86	88	49
2021 6 3 16:5:1	0	5.8	4	86	88	49
2021 6 3 16:5:31	0	4.9	4	86	87	49
2021 6 3 16:6:1	0.1	4.2	4	86	87	49
2021 6 3 16:6:31	0	4.4	4	86	87	49
2021 6 3 16:7:1	0.3	5.2	4	86	88	48
2021 6 3 16:7:31	1.9	5.1	4	86	88	48
2021 6 3 16:8:1	4	4.7	4	87	87	48
2021 6 3 16:8:31	4	4.5	4	87	87	48
2021 6 3 16:9:1	3.6	4.2	4	87	87	48
2021 6 3 16:9:31	3	4	4	87	87	48
2021 6 3 16:10:1	2.6	3.8	4	87	87	48
2021 6 3 16:10:31	2.2	3.7	4	87	87	48
2021 6 3 16:11:1	2.9	3.7	4	87	87	47
2021 6 3 16:11:31	3.8	3.6	4	87	87	46
2021 6 3 16:12:1	4.3	3.6	4	87	87	46
2021 6 3 16:12:31	13.1	3.4	4	91	87	47
2021 6 3 16:13:1	12.8	3.4	4	90	87	47
2021 6 3 16:13:31	9.7	3.4	4	88	87	47
2021 6 3 16:14:2	7.2	3.4	4	88	87	46
2021 6 3 16:14:31	5.3	3.3	4	88	87	47
2021 6 3 16:15:1	3.9	3.4	4	87	87	47
2021 6 3 16:15:31	3	3.4	4	87	87	48
2021 6 3 16:16:1	2.3	3.3	4	87	87	47
2021 6 3 16:16:31	3	3.3	4	87	87	47
2021 6 3 16:17:1	4.3	3.3	4	87	87	46
2021 6 3 16:17:31	5.9	3.3	4	88	87	47
2021 6 3 16:18:1	6.2	3.4	4	88	87	47
2021 6 3 16:18:31	6.2	3.5	4	88	87	47
2021 6 3 16:19:2	6.2	3.6	4	88	87	48
2021 6 3 16:19:31	6.2	3.6	4	88	87	48
2021 6 3 16:20:1	6.2	3.7	4	88	87	48
2021 6 3 16:20:31	6.3	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:21:1	6.2	3.7	4	88	87	46
2021 6 3 16:21:31	6.3	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:22:1	6.3	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:22:32	6.4	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:23:1	6.4	3.7	4	88	87	47

2021 6 3 16:23:31	6.3	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:24:1	5.9	3.7	4	88	87	47
2021 6 3 16:24:31	5.6	3.7	4	88	87	46
2021 6 3 16:25:1	5.1	3.7	4	88	87	46
2021 6 3 16:25:31	4.8	3.7	4	87	87	47
2021 6 3 16:26:1	4.5	3.7	4	87	87	46
2021 6 3 16:26:31	4.2	3.7	4	87	87	47
2021 6 3 16:27:1	4	3.7	4	87	87	46
2021 6 3 16:27:31	3.9	3.7	4	87	87	46
2021 6 3 16:28:2	3.8	3.7	4	87	87	47
2021 6 3 16:28:31	3.6	3.7	4	87	87	47
2021 6 3 16:29:1	3.7	3.7	4	87	87	46

-센서1, 2 교대 실험

센서1: 슬러시, 센서2: 얼음						
시간	온도(℃)			습도(%)		
	센서1	센서2	센서3	센서1	센서2	센서3
2021 5 27 17:11:1	26.1	26.5	25	61	55	29
2021 5 27 17:11:31	24.7	26.6	25.1	58	43	28
2021 5 27 17:12:1	23.2	24.9	24.9	60	33	29
2021 5 27 17:12:31	22	22.6	24.9	63	31	29
2021 5 27 17:13:1	20.8	16.9	24.9	64	34	29
2021 5 27 17:13:31	19.9	12.2	25	66	44	29
2021 5 27 17:14:1	19.1	8.4	24.9	68	55	29
2021 5 27 17:14:31	18.5	6	24.9	70	66	29
2021 5 27 17:15:1	18	4.1	24.8	72	73	29
2021 5 27 17:15:31	17.6	3.2	24.7	71	79	29
2021 5 27 17:16:1	16.7	2.5	24.7	69	84	29
2021 5 27 17:16:31	15.7	2	24.8	67	87	29
2021 5 27 17:17:1	14.6	1.6	24.7	69	86	28
2021 5 27 17:17:31	13.9	1.6	24.7	71	86	29
2021 5 27 17:18:2	13.2	1.6	24.7	74	86	29
2021 5 27 17:18:31	12.6	1.6	24.7	76	86	29
2021 5 27 17:19:1	12	1.7	24.6	78	86	29
2021 5 27 17:19:31	11.6	1.7	24.6	79	86	29
2021 5 27 17:20:1	11.2	2.2	24.6	81	87	29
2021 5 27 17:20:31	10.8	2.9	24.6	82	87	28
2021 5 27 17:21:1	10.5	3.2	24.6	84	87	31
2021 5 27 17:21:31	10.2	2.9	24.7	85	87	30
2021 5 27 17:22:1	9.9	2.4	24.8	87	87	29
2021 5 27 17:22:31	9.7	2	24.8	88	87	29
2021 5 27 17:23:1	9.5	1.6	24.8	88	86	29
2021 5 27 17:23:31	9.3	1.5	24.8	88	86	28
2021 5 27 17:24:1	9.2	1.7	24.8	88	86	28
2021 5 27 17:24:31	9.1	1.2	24.8	88	86	28
2021 5 27 17:25:1	9.1	0.9	24.8	88	86	28
2021 5 27 17:25:31	9	0.6	24.8	88	86	27
2021 5 27 17:26:1	9	0.5	24.8	84	86	27
2021 5 27 17:26:31	8	0.3	24.7	78	86	26
센서2를 제거 후 센서1(슬러시)만 변화체크(슬러시 2차)						
2021 5 27 17:27:1	7.3	0.5	24.6	79	86	27
2021 5 27 17:27:31	6.5	4.6	24.7	80	87	27
2021 5 27 17:28:1	5.9	10.7	24.6	82	88	28
2021 5 27 17:28:31	5.4	18.9	24.7	84	93	27
2021 5 27 17:29:1	5	20.5	24.7	86	83	27
2021 5 27 17:29:32	4.5	21.8	24.8	86	57	27

2021 5 27 17:30:1	4.3	22.3	24.7	87	53	27
2021 5 27 17:30:31	4.1	22.6	24.8	87	50	26
2021 5 27 17:31:1	3.9	23	24.8	87	49	26
2021 5 27 17:31:31	3.7	23.2	24.8	87	49	27
2021 5 27 17:32:1	3.6	23.4	24.9	87	47	27
2021 5 27 17:32:31	3.5	23.4	24.8	87	47	26
2021 5 27 17:33:1	3.4	23.6	24.9	87	46	27
2021 5 27 17:33:31	3.3	23.7	24.8	87	46	27
2021 5 27 17:34:1	3.2	23.7	24.8	87	46	27
2021 5 27 17:34:31	3.2	23.7	24.8	87	46	27
2021 5 27 17:35:1	3.1	23.7	24.8	87	44	26
2021 5 27 17:35:31	3.1	23.8	24.8	87	45	27
2021 5 27 17:36:1	3.1	23.8	24.8	87	44	26
2021 5 27 17:36:31	3.3	23.8	24.8	87	45	27