

NoIR 카메라와 GPS 정보를 통한 산불 현장 분석 및 산불 확산 예측

캐니성

서한경 이휘원 조성운

팀원 소개

팀원 소개

서한경

아이디어 제안
캔위성 제작

이휘원

영상 처리
프로그램 작성

조성운

캔위성 설계
캔위성 제작

임무 소개

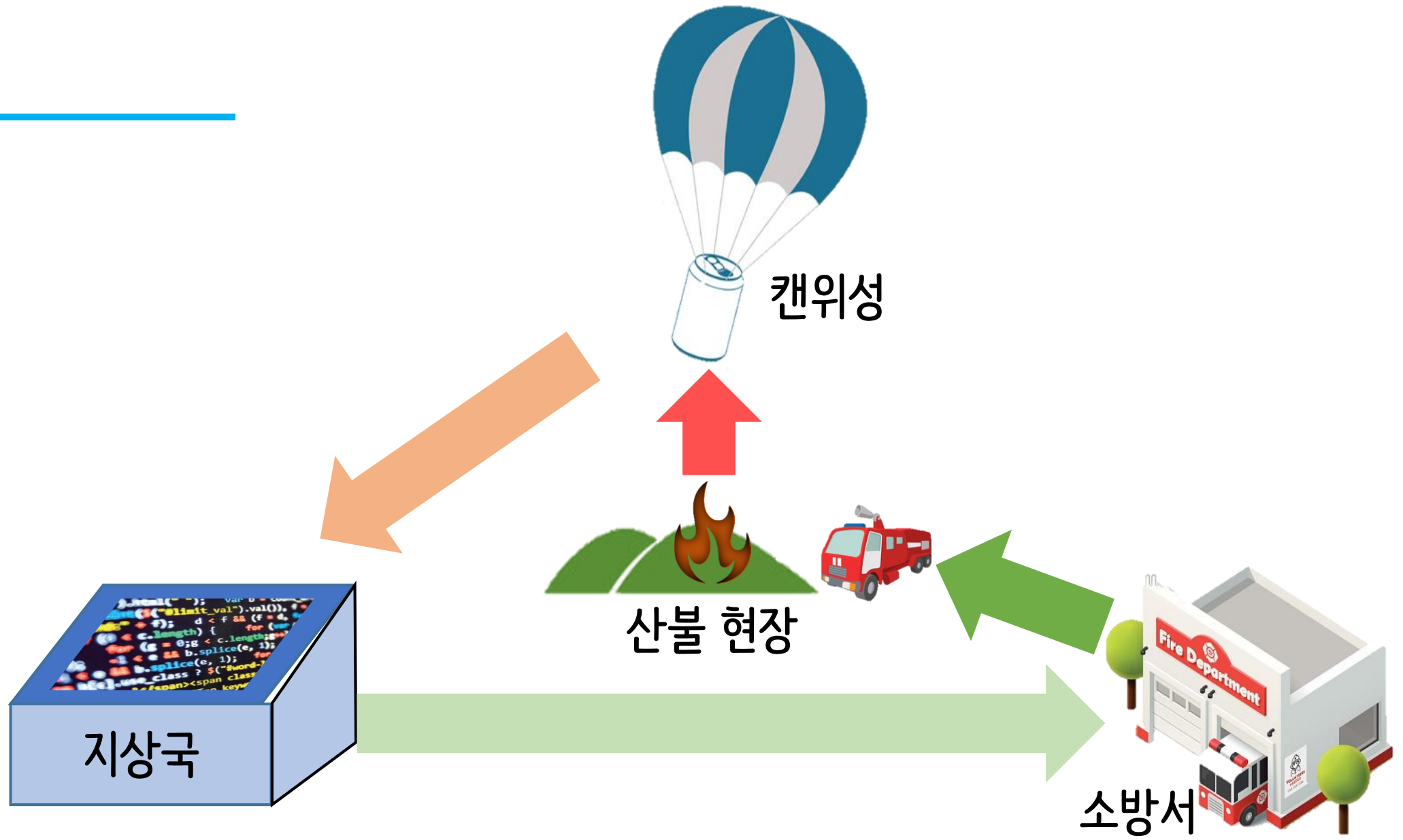
임무 소개



산불 확산 예측의 중요성!



임무 소개

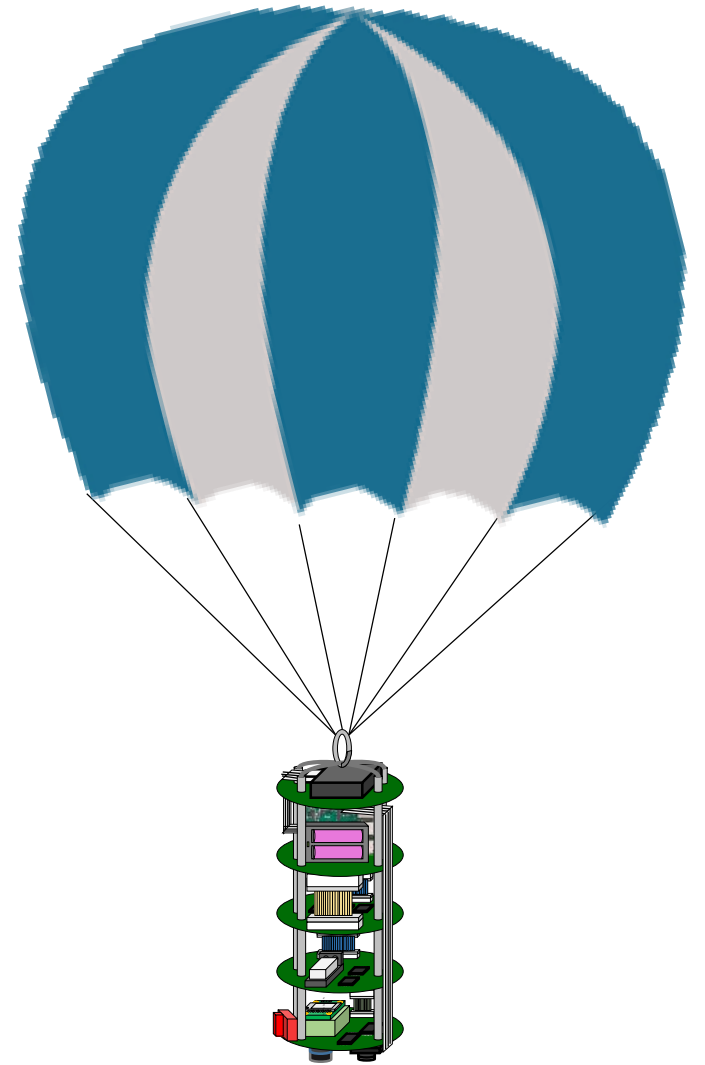


임무 소개

	1차심사	2차심사	사전교육	경연대회
주임무	열화상 카메라를 이용한 산불 발생 지역 촬영	열화상 카메라를 이용한 산불 발생 지역 촬영	열화상 카메라를 이용한 산불 발생 지역 촬영	NoIR카메라를 이용한 산불발생 지역 촬영
부임무	산불 지역 사진을 통한 산불 확산 예측	산불 지역 사진을 통한 산불 확산 예측	산불 지역 사진을 통한 산불 확산 예측	산불 지역 사진을 통한 산불 확산 예측

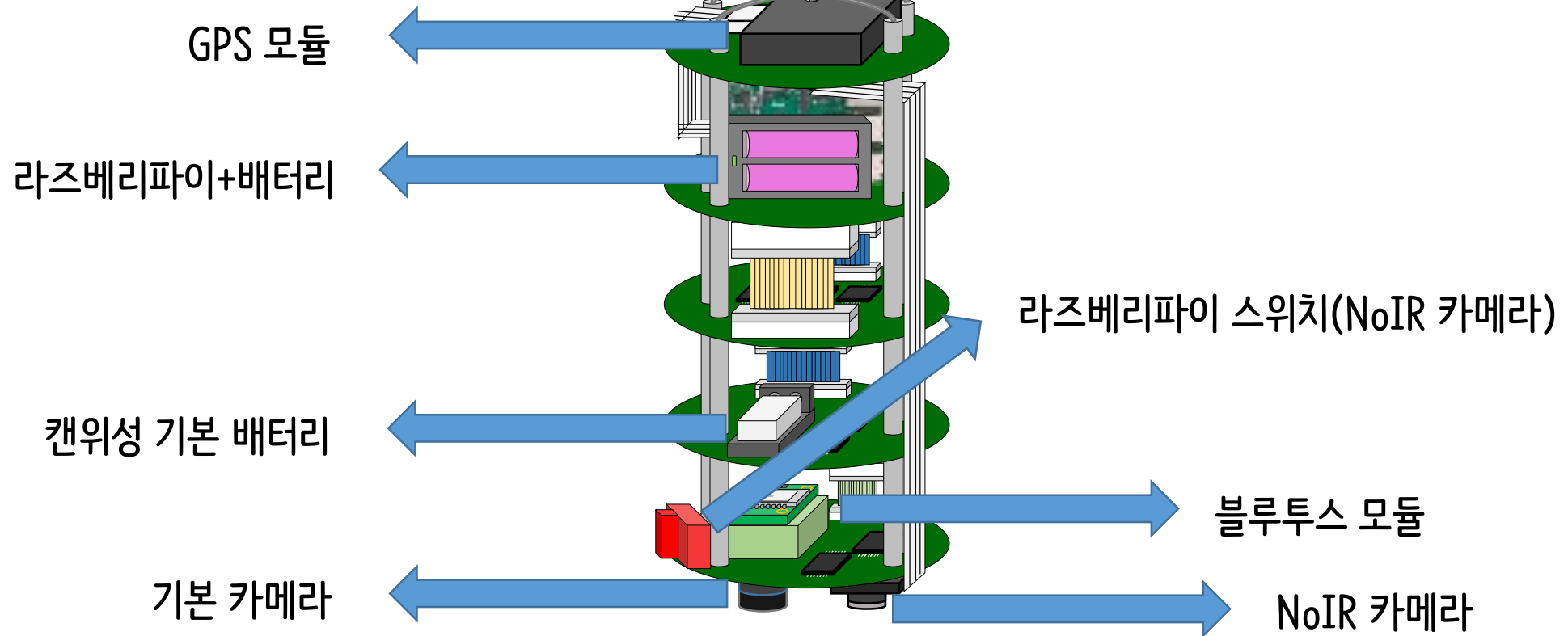
임무 소개

캔위성을 통해 산불 현장을 촬영, 분석하여
산불 확산을 예측하자!

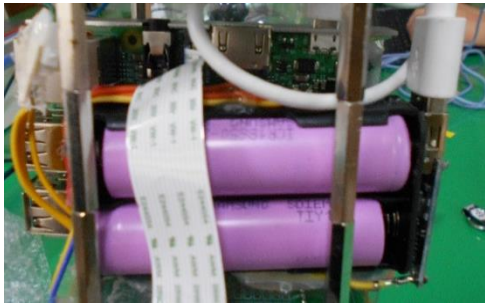


캔위성 구조

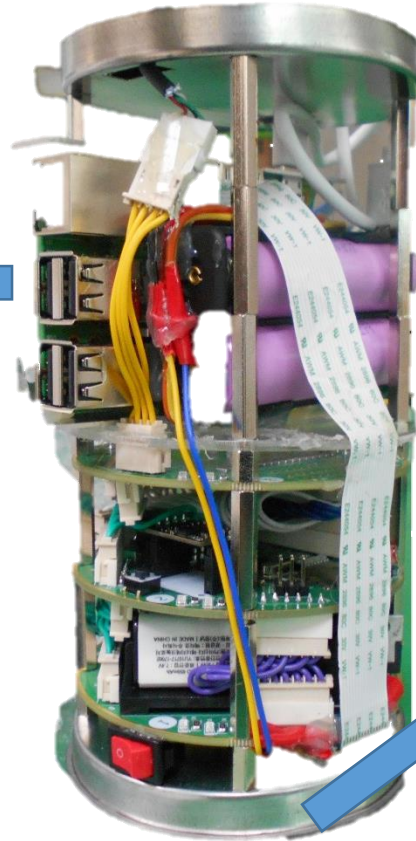
캔위성 구조



캔위성 구조



라즈베리파이+배터리

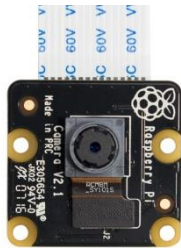


NoIR 카메라



기본 카메라

캔위성 구조



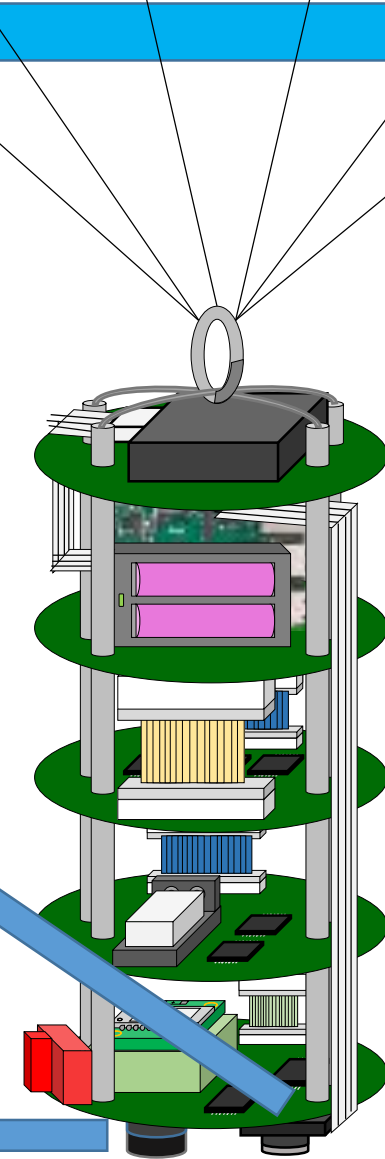
NoIR 카메라 모듈 (8MP 1080P30)



카메라 모듈 (SCAM-30 TTL)

NoIR 카메라

기본 카메라



임무 결과

임무 결과 - GPS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
286	190808_111407	CONNECT 캐니스터 [4DD3CC]																					
287	190808_111438	CAN_TIME	15:28:14	RUN_TIME	0:00:02																		
288	190808_111438	GPS_GGA	21331	3436.687 N		12712.46 E		1	9	1	18.2 M		22.3 M		0000*60								
289	190808_111438	MSG_0	After GPS OP																				
290	190808_111438	IMU	109.97	-31.88	112.98																		
291	190808_111438	MSG_1	After IMU OP																				
292	190808_111439	정상적으로 통신이 이루어짐!																					
293	190808_111439																						
294	190808_111439																						
295	190808_111439																						
296	190808_111440																						
297	190808_111440																						
298	190808_111440																						
299	190808_111453																				0	0	0
300	190808_111517																						
301	190808_111518																						
302	190808_111518	MSG_0	After GPS OP																				
303	190808_111518	IMU	107.46	2.58	151.55																		
304	190808_111518	MSG_1	After IMU OP																				
305	190808_111519	MSG_2	After CAMERA OP																				
306	190808_111519	ATLM	66	68	71	75	74	31	28	78 0xEB	(0xEB)												
307	190808_111519	DTLM4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
308	190808_111519	GPS_GGA	21412	3436.677 N		12712.46 E		1	9	1	8.3 M		22.3 M		0000*5E								
309	190808_111519	MSG_0	After GPS OP																				
310	190808_111519	IMU	107.47	2.61	152.29																		
311	190808_111519	MSG_1	After IMU OP																				
312	190808_111526	MSG_2	After CAMERA OP																				
313	190808_111526	ATLM	71	70	73	76	74	28	28	78 0xF2	(0xF2)												
314	190808_111526	DTLM4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
315	190808_111526	GPS_GGA	21419	3436.677 N		12712.46 E		1	9	1	8.3 M		22.3 M		0000*55								
316	190808_111526	MSG_0	After GPS OP																				
317	190808_111526	IMU	107.58	2.61	155.8																		
318	190808_111526	MSG_1	After IMU OP																				

정상적으로 통신이 이루어짐!



임무 결과 - 기본 카메라



임무 결과 - 기본 카메라

“캔위성이 바람의 영향으로
계속 지면을 바라보지 않을 것 같다”

대부분의 사진이 지면을 향함!

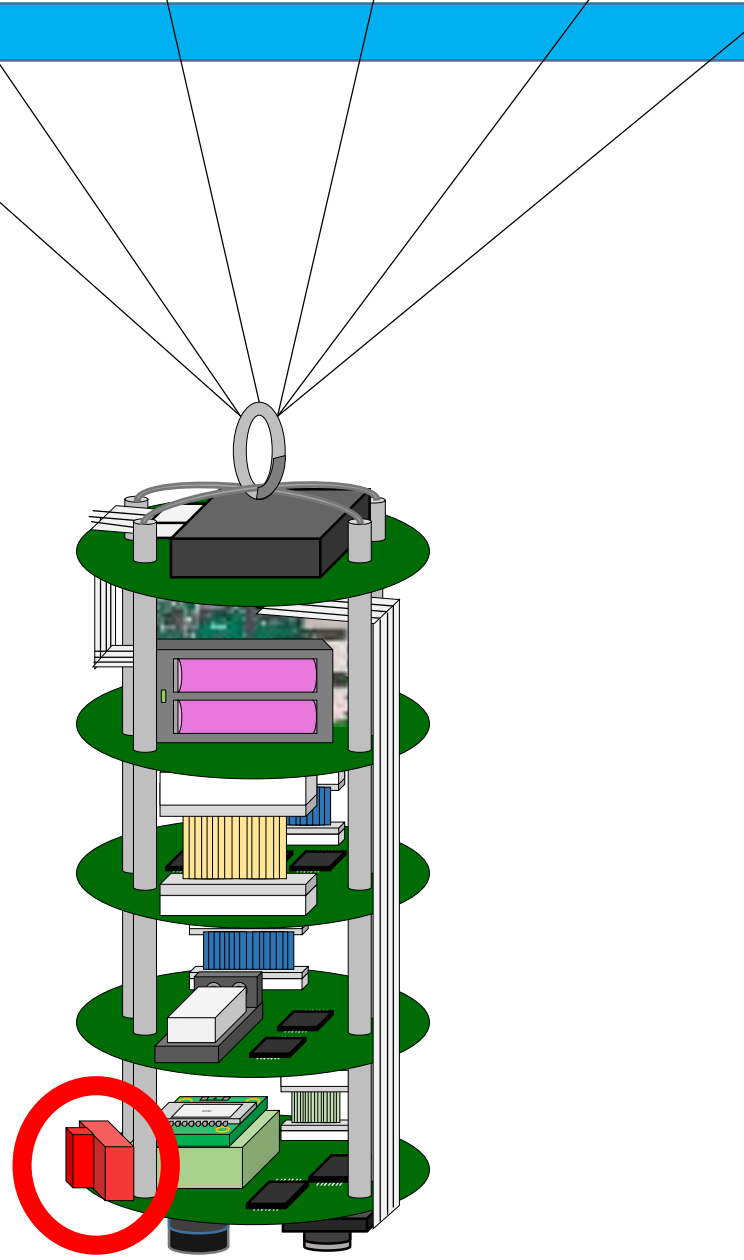


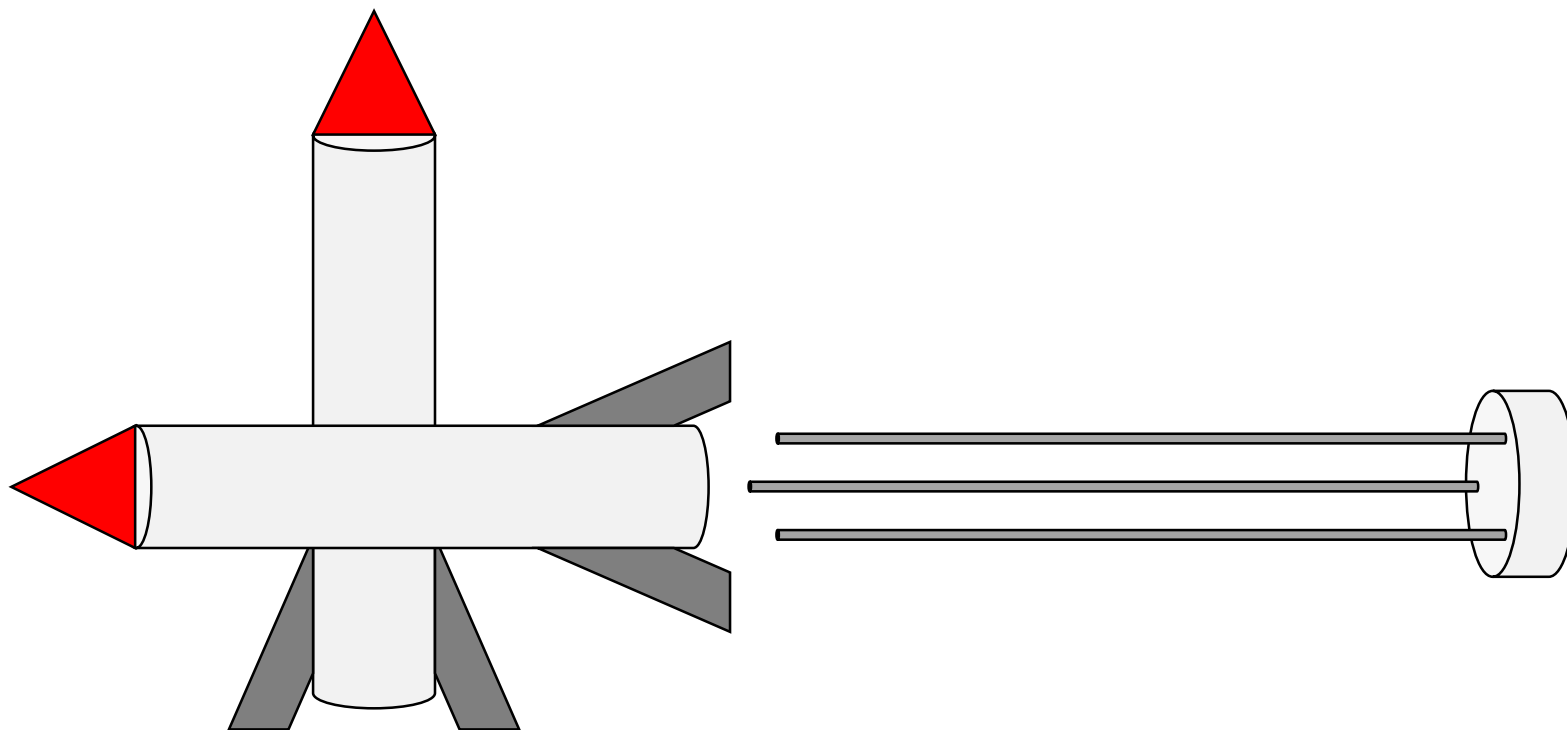
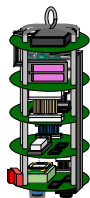
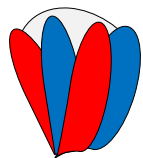
임무 결과 - NoIR 카메라

인코딩 중 촬영 중지
→ 라즈베리파이 작동 중지!

2초 간격으로 촬영하도록 설정된 카메라가 로켓을 세운 시점 이후 갑자기 인코딩 중 촬영 중지!

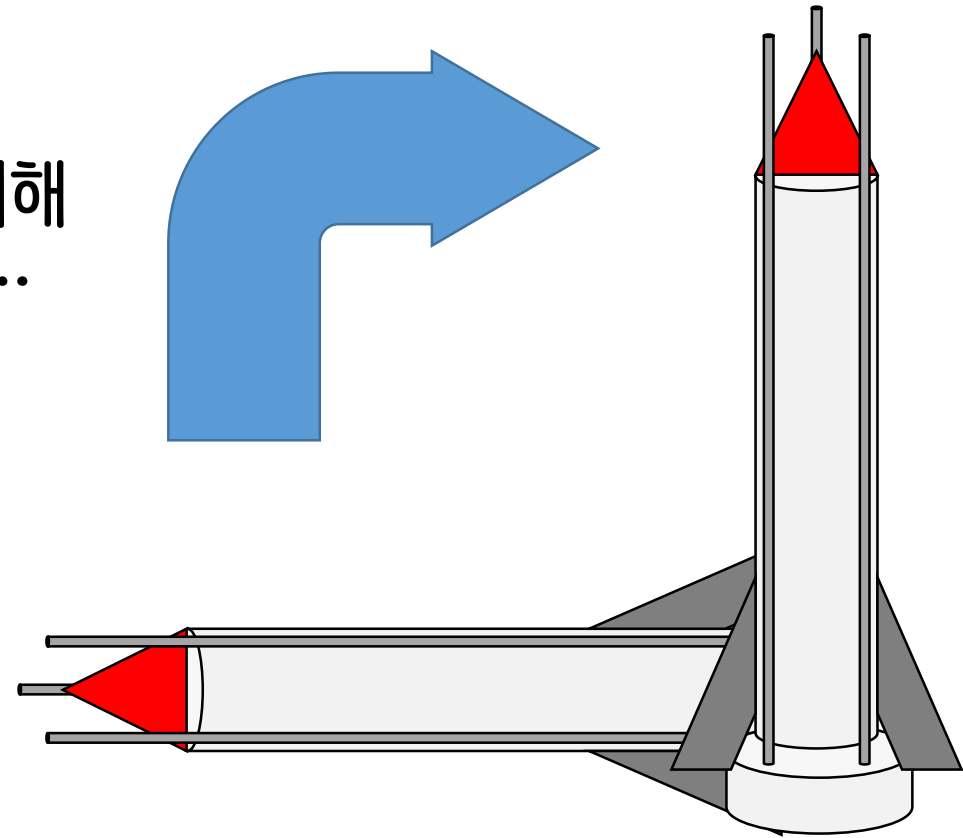
임무 결과 - NoIR 카메라



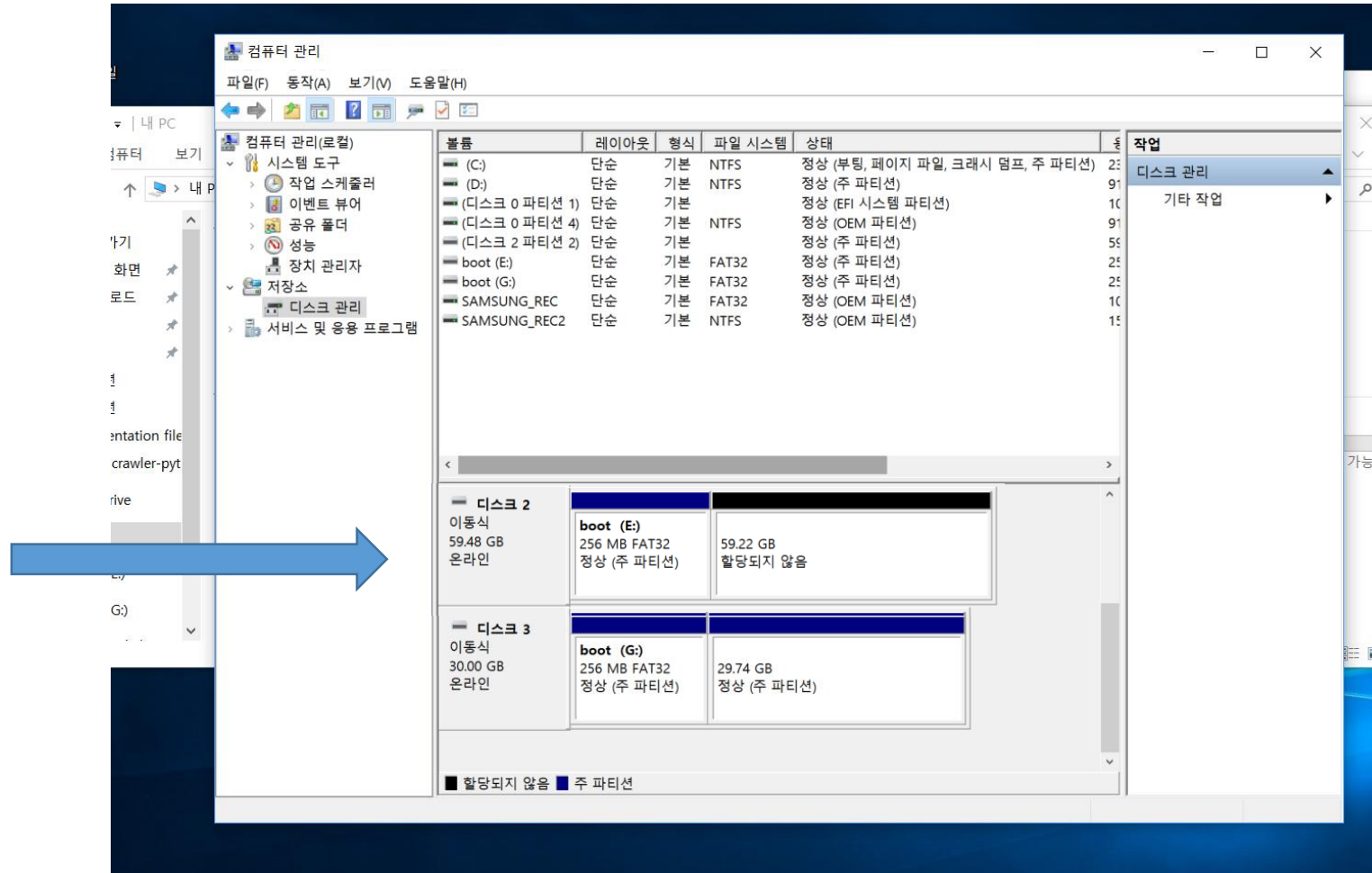


임무 결과 - NoIR 카메라

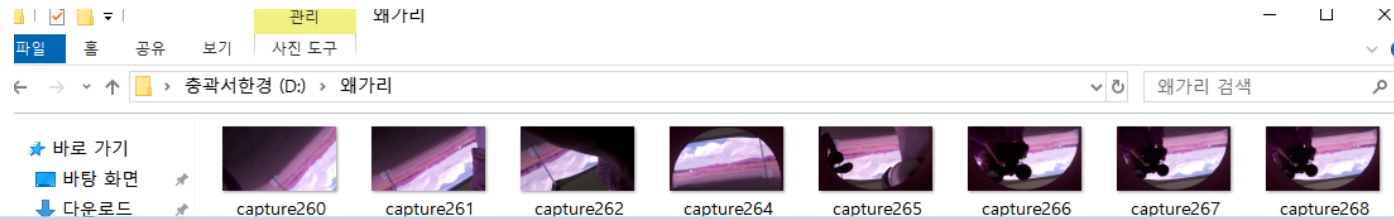
로켓에 캔위성이 들어간 후 로켓 내부 벽에 의해
스위치가 눌린 것으로 추측했으나...



임무 결과 - NoIR 카메라



임무 결과 - NoIR 카메라



풀이 나온 사진으로 분석 가능!

데이터 분석

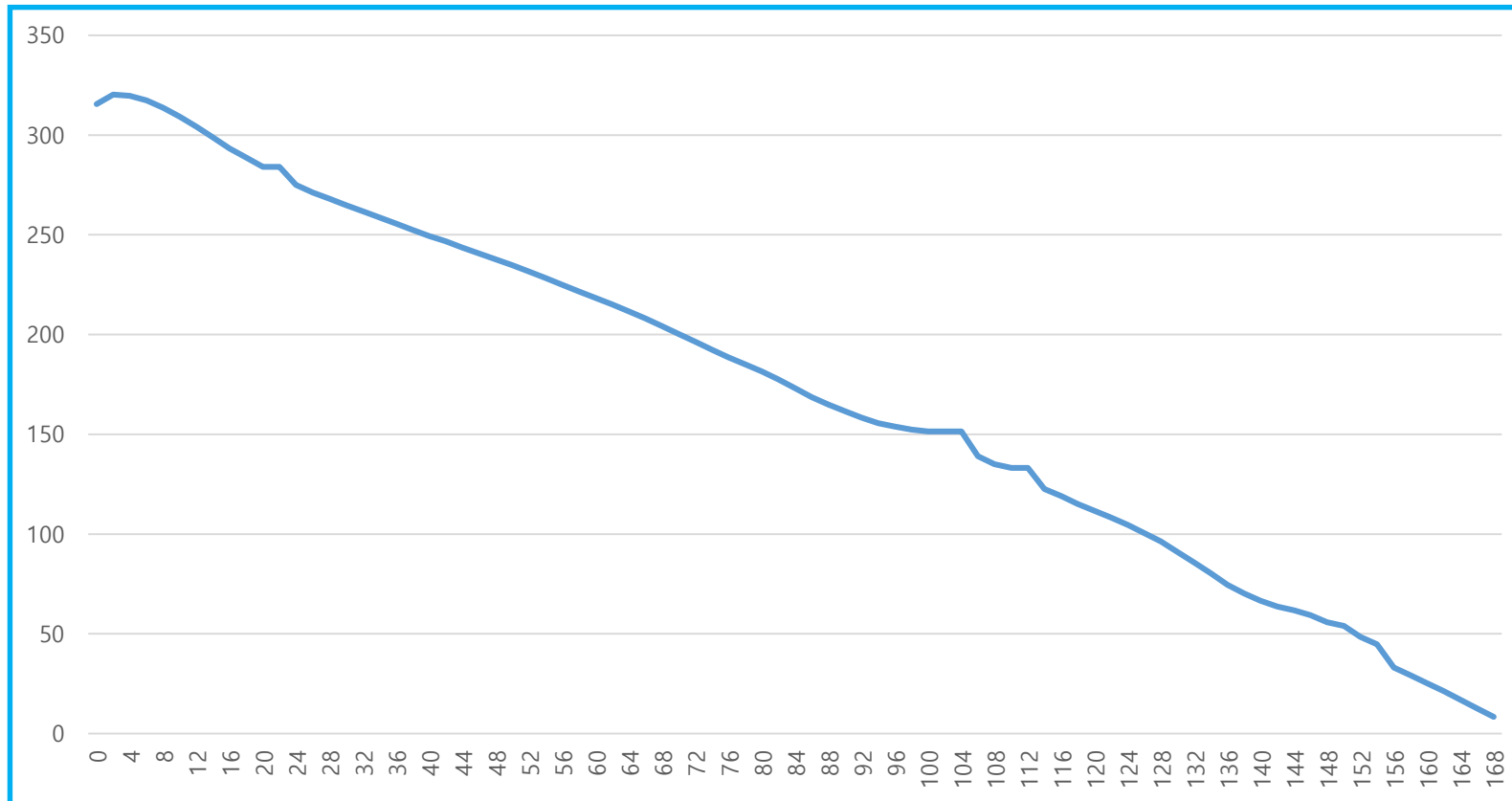
데이터 분석

엑셀 파일에 저장된 데이터를 분석하여 시각화

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
286	190808_111407	CONNECT	캐니성	[4DD3CC]																			
287	190808_111438	CAN_TIME	15:28:14	RUN_TIME	0:00:02																		
288	190808_111438	GPS_GGA	21331	3436.687	N		12712.46	E	1	9	1	18.2	M		22.3	M		0000*60					
289	190808_111438	MSG_0	After GPS OP																				
290	190808_111438	IMU	109.97	-31.88	112.98																		
291	190808_111438	MSG_1	After IMU OP																				
292	190808_111439	MSG_2	After CAMERA OP																				
293	190808_111439	ATLM	66	68	71	75	73	34	28	78	0xED	(0xED)											
294	190808_111439	DTLM4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
295	190808_111439	GPS_GGA	21332	3436.687	N		12712.46	E	1	9	1	18.2	M		22.3	M		0000*63					
296	190808_111440	MSG_0	After GPS OP																				
297	190808_111440	IMU	100.4	-37.92	108.95																		
298	190808_111440	MSG_1	After IMU OP																				
299	190808_111453	CONNECT	캐니성	[4DD3CC]																			
300	190808_111517	CAN_TIME	15:28:14	RUN_TIME	0:00:02																		
301	190808_111518	GPS_GGA	21411	3436.677	N		12712.46	E	1	9	1	8.3	M		22.3	M		0000*5D					
302	190808_111518	MSG_0	After GPS OP																				
303	190808_111518	IMU	107.46	2.58	151.55																		
304	190808_111518	MSG_1	After IMU OP																				
305	190808_111519	MSG_2	After CAMERA OP																				
306	190808_111519	ATLM	66	68	71	75	74	31	28	78	0xEB	(0xEB)											
307	190808_111519	DTLM4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
308	190808_111519	GPS_GGA	21412	3436.677	N		12712.46	E	1	9	1	8.3	M		22.3	M		0000*5E					
309	190808_111519	MSG_0	After GPS OP																				
310	190808_111519	IMU	107.47	2.61	152.29																		
311	190808_111519	MSG_1	After IMU OP																				
312	190808_111526	MSG_2	After CAMERA OP																				
313	190808_111526	ATLM	71	70	73	76	74	28	28	78	0xF2	(0xF2)											
314	190808_111526	DTLM4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315	190808_111526	GPS_GGA	21419	3436.677	N		12712.46	E	1	9	1	8.3	M		22.3	M		0000*55					
316	190808_111526	MSG_0	After GPS OP																				
317	190808_111526	IMU	107.58	2.61	155.8																		
318	190808_111526	MSG_1	After IMU OP																				



데이터 분석 - GPS



“ 낙하시간: 168초
최고고도: 315.5m ”

데이터 분석 - GPS

“바람의 방향이 계속 변하는 것을
알 수 있다!”



데이터 분석 - 위도 이동

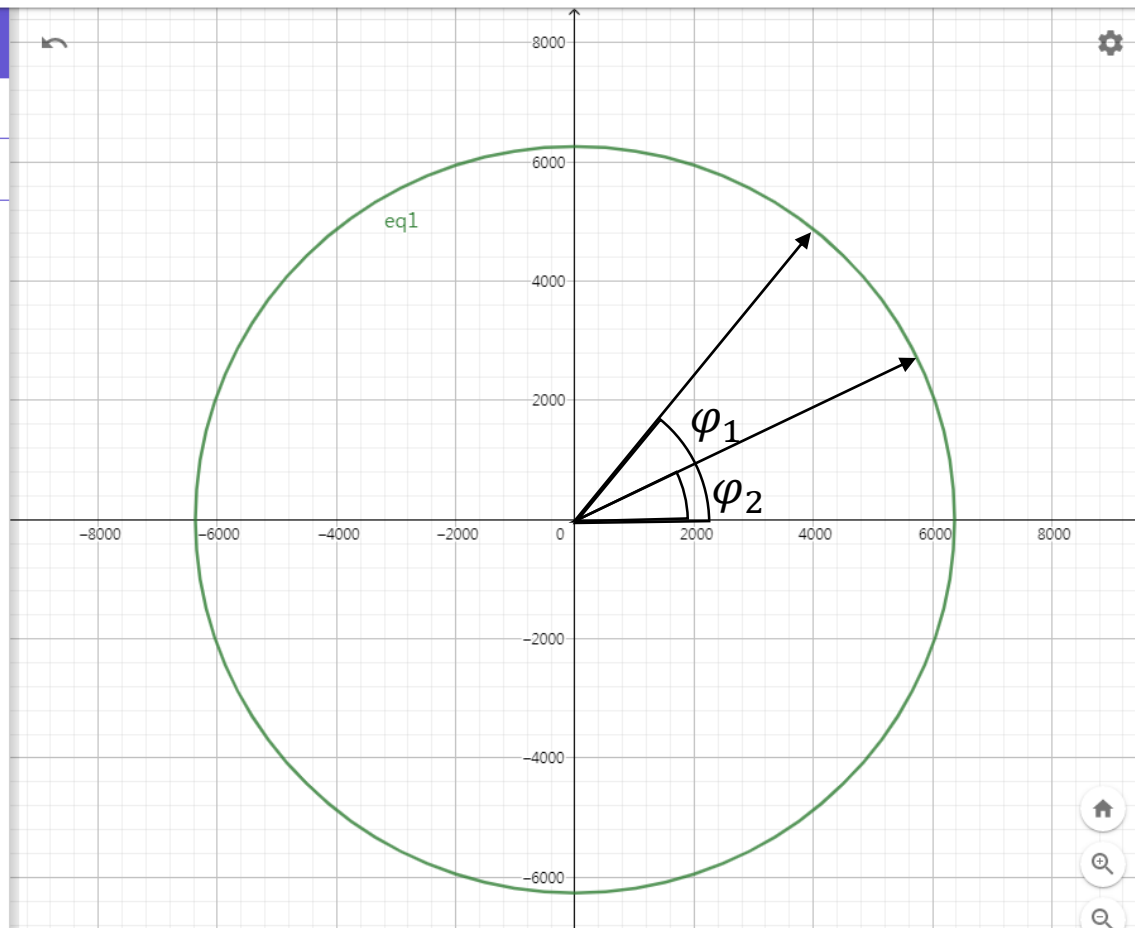
✓ 적도 반지름 : $a = 6370 \text{ km}$

✓ 극 반지름 : $b = 6261.71 \text{ km}$

✓ 이심률 : $e = \frac{a-b}{a} = 0.017$

GeoGebra 그래픽 계산기

eq1: $x^2 / 6370^2 + y^2 / 6261.71^2 = 1$



$$\text{위도 거리(m)} = \sqrt{\left[a \times \left\{\cos\left(\varphi_1 \times \frac{\pi}{180}\right) - \cos\left(\varphi_2 \times \frac{\pi}{180}\right)\right\}\right]^2 + \left[b \times \left\{\sin\left(\varphi_1 \times \frac{\pi}{180}\right) - \sin\left(\varphi_2 \times \frac{\pi}{180}\right)\right\}\right]^2}$$

데이터 분석 - 경도 이동

$$\text{경도 거리(m)} = 2\pi \times a \times \cos\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \times \pi/180\right) \times \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{360} \times 1000$$

f_x

$$= 2 * \text{PI}() * 6370 * \text{COS}((A2/2 + A3/2) * \text{PI}() / 180) * (B3 - B2) / 360 * 1000$$

데이터 분석 - 풍향

$$f_x \quad = \text{IF}(E3 > 0, \text{"남"}, \text{"북"})$$
$$f_x \mid \mid = \text{IF}(F3 > 0, \text{"서"}, \text{"동"})$$

[풍향(8방위)]

[illegible]

데이터 분석 - 평균속도(풍속)

DATA 수신 간격 : 2초

$$\text{이동 거리}(m) = \sqrt{(\text{위도 거리})^2 + (\text{경도 거리})^2}$$



$$\text{속력}(m/s) = \frac{\text{이동거리}(m)}{2 (sec)}$$

데이터 분석 - 풍향/풍속

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	latitude	longitude	elevation								
2	34.612635	127.2080333	238.1	단위 : m	위도이동(m)	경도이동(m)	평균 속도(m/s)	풍향			
3	34.61247	127.20814	315.5	21.65727	-18.13363607	-11.84097666	10.82863663	북	동	풍	
4	34.612515	127.208195	320.3	7.857211	4.945537025	-6.105523759	3.92860525	남	동	풍	
5	34.61255833	127.208255	319.7	8.187988	4.762369048	-6.660555178	4.093994205	남	동	풍	
6	34.61260333	127.2083133	317.3	8.148052	4.945537152	-6.475523996	4.074025918	남	동	풍	
7	34.61264	127.20838	313.7	8.42657	4.029696983	-7.400582198	4.213284783	남	동	풍	
8	34.61267333	127.2084483	309.3	8.423851	3.66336093	-7.585582099	4.211925601	남	동	풍	
9	34.612695	127.2085183	304.1	8.12724	2.381184623	-7.770584503	4.063619807	남	동	풍	
10	34.61270333	127.20858	298.8	6.906501	0.915840244	-6.845509246	3.45325065	남	동	풍	
11	34.61270667	127.2086217	293.2	4.639827	0.366336097	-4.625342591	2.319913588	남	동	풍	
12	34.612685	127.2086283	288.7	2.493536	-2.381184631	-0.740055194	1.246768015	북	동	풍	
13	34.612675	127.2086317	284	1.159629	-1.099008287	-0.370027918	0.579814599	북	동	풍	
14	34.612675	127.2086317	284	0	0	0	0			풍	
15	34.61263333	127.2086317	275	4.579201	-4.579201159	0	2.28960058	북		풍	
16	34.61259333	127.2086233	271.1	4.492312	-4.396033062	0.9250732	2.246156	북	서	풍	
17	34.61255	127.2086133	268.1	4.890037	-4.762369095	1.110090391	2.445018409	북	서	풍	
18	34.61251	127.2085833	264.9	5.515058	-4.39603296	3.330278811	2.757528909	북	서	풍	
19	34.61247833	127.2085367	261.8	6.240893	-3.480192723	5.180443927	3.120446309	북	서	풍	
20	34.61245333	127.2084817	258.8	6.695252	-2.747520551	6.105532713	3.347625983	북	서	풍	
21	34.61243333	127.2084433	255.7	4.78952	-2.198016425	4.255376552	2.394760208	북	서	풍	
22	34.61240833	127.2084083	252.4	4.758656	-2.747520516	3.885348617	2.379327786	북	서	풍	
23	34.61238	127.2083767	249.4	4.696124	-3.113856561	3.515320562	2.348062038	북	서	풍	
24	34.61234833	127.2083517	246.7	4.451269	-3.480192597	2.775257646	2.225634489	북	서	풍	
25	34.61232667	127.208315	243.6	4.715725	-2.381184389	4.070383842	2.357862577	북	서	풍	
26	34.612305	127.20827	240.6	5.533971	-2.381184377	4.995477016	2.766985257	북	서	풍	
27	34.61228333	127.2082267	237.7	5.367552	-2.381184361	4.810465067	2.683775937	북	서	풍	
28	34.612265	127.2081817	234.8	5.386513	-2.014848295	4.995488426	2.693256313	북	서	풍	
29	34.61224333	127.208135	231.6	5.701556	-2.381184335	5.180512198	2.850778204	북	서	풍	



데이터 분석 - 코드

```
158 int main(void)
159 {
160     cout << "frame 수 : ";
161     cin >> frame;
162     cout << "noir 여부 : ";
163     cin >> noir;
164     if (img.empty()) // 이미지가 없다면 종료
165     {
166         cout << "이미지를 불러오지 못했습니다.";
167         return -1;
168     }
169     ht = video.rows;
170     wd = video.cols;
171     cout << ht << " " << wd << "nn"; // 이미지의 가로세로 픽셀 수 출력
172
173     dx = wd / (2.0 * frame);
174     dy = ht / (2.0 * frame); // 이미지의 1/(2*frame) 시간 frame 이후 이미지 전체가 번질 수 있는 수치
175
176     imshow("original", img);
177     waitKey(1000);
```

산불 확산을 예측하기위한 초기작업

데이터 분석 - 코드

```
179 for (int y = 0; ht > y; y++)
180 {
181     uchar* pointer_input = video.ptr<uchar>(y); // y위치를 지정해줌
182
183     for (int x = 0; wd > x; x++)
184     {
185         if (c(y, x, 1)) // 녹지인 경우
186         {
187             ChangeColor(y, x, 1); // 녹색 강조
188             mission[0][y][x] = -1; // 미션 배열에 표지
189         }
190         else if (c(y, x, 2)) // 산불인 경우
191         {
192             ChangeColor(y, x, 2); // 적색 강조
193             mission[0][y][x] = 1; // 미션 배열에 표지
194         }
195         else // 녹지, 산불이 아닌 경우
196             ChangeColor(y, x, 3); // 어둡게 만들
197     }
198     imshow("first", video);
199     waitKey(1);
200 }
```

원본 사진의
산불과 연소 물질 분포 처리

데이터 분석 - 코드

```
44 int c(int y, int x, int c)
45 // c(y, x, 1) == 1은 그 픽셀이 녹지 melt
46 // c(y, x, 2) == 1은 그 픽셀이 산불
47 {
48     uchar r, g, b;
49
50     uchar* pointer_input = video.ptr<uchar>(y);
51     r = pointer_input[3 * x + 2];
52     g = pointer_input[3 * x + 1];
53     b = pointer_input[3 * x + 0];
54     // (y, x) 위치의 r, g, b값을 변수에 저장
55     if (c == 1) // 녹지인지 판단
56     {
57         if ((g / (double)b) + (g / (double)r) < s_g1) return 0; // g 비율합이 일정값 이하면 리턴
58         if ((g - b) + (g - r) < s_g2) return 0; // g 차이합이 일정값 이하면 리턴
59         if ((r + g + b) > s_w1) return 0; // 백색이면 리턴
60     }
61
62     if (c == 2) // 산불인지 판단
63     {
64         if ((r / (double)g) + (r / (double)b) < s_r1) return 0; // r 비율합이 일정값 이하면 리턴
65         if ((r - b) + (r - g) < s_r2) return 0; // r 차이합이 일정값 이하면 리턴
66         if ((r + g + b) > s_w1) return 0; // 백색이면 리턴
67     }
68     return 1; // 위 조건을 통과했다면 녹지 or 산불이 맞다고 판단
69 }
```

실제로 산불과 연소 물질을
판단하는 함수

데이터 분석 - 코드

```
215 cout << "go";
216 for (int i = 0; 100 >= i; i++)
217     cin >> dxy[i][0] >> dxy[i][1];
218 f(0); // 시간 0부터 frame까지의 상황을 mission 배열에 저장
219 cout << "fin";
220
221 for (int t = 0; frame >= t; t++)
222     // 시간 1부터 frame까지
223     {
224         video = imread("use.jpg", IMREAD_COLOR); // video 초기화
225         for (int y = 0; ht > y; y++)
226             for (int x = 0; wd > x; x++)
227             {
228                 int c = mission[t][y][x];
229                 if (c == 1) ChangeColor(y, x, 2); // 산불 강조
230                 else if (c == -1) ChangeColor(y, x, 1); // 녹지 강조
231                 else ChangeColor(y, x, 3); // 어렵게
232             }
233         imshow("mission video", video); // 시간 t의 화재 상황 출력
234         waitKey(10000 / frame); // 딜레이
235     }
236
237 waitKey(0);
238 }
```

산불 확산을 예측하고,
이를 영상으로 출력

데이터 분석 - 코드

```
84 void f(int t) // 시간 t의 상황을 mission[t] 배열에 저장
85 {
86     if (t >= frame) return;
87     for (int y = 0; ht+100 > y; y++)
88     {
89         for (int x = 0; wd+100 > x; x++)
90         {
91             if (x < 0 || wd <= x || y < 0 || ht <= y) break;
92             mission[t + 1][y][x] = mission[t][y][x];
93
94             if (mission[t][y][x] == 1) // 산불 지역인 경우 확산시킬 준비
95             {
96                 dx1 = 1.2 * dxy[t][0];
97                 dy1 = 1.2 * dxy[t][1];
98                 // 캔워킹 좌표변화에 따른 보정값
99                 for (int i = -r(dy) - r(ab(dy1)); r(dy) + r(ab(dy1)) >= i; i++)
100                 {
101                     for (int j = -r(dx) - r(ab(dx1)); r(dx) + r(ab(dx1)) >= j; j++)
102                     {
103                         double a = dx;
104                         double b = dy;
105                         if (i < 0 && j < 0)
106                         {
107                             a += 0.3 * dx1;
108                             b += dy1;
109                         }
110                         if (i < 0 && j >= 0) { ... }
111                         if (i >= 0 && j < 0) { ... }
112                         if (i >= 0 && j >= 0) { ... }
113
114                         if (0 > y + i || y + i >= ht || 0 > x + j || x + j >= wd) break;
115                         if (mission[t][y + i][x + j] != -1) break;
116                         if (ellipse(a, b, j, i) <= 1)
117                             mission[t + 1][y + i][x + j] = 1; // 산불이 확산된 것으로 처리
118                     }
119                 }
120             }
121         }
122     }
123
124     cout << t << " ";
125     f(t + 1);
126 }
```

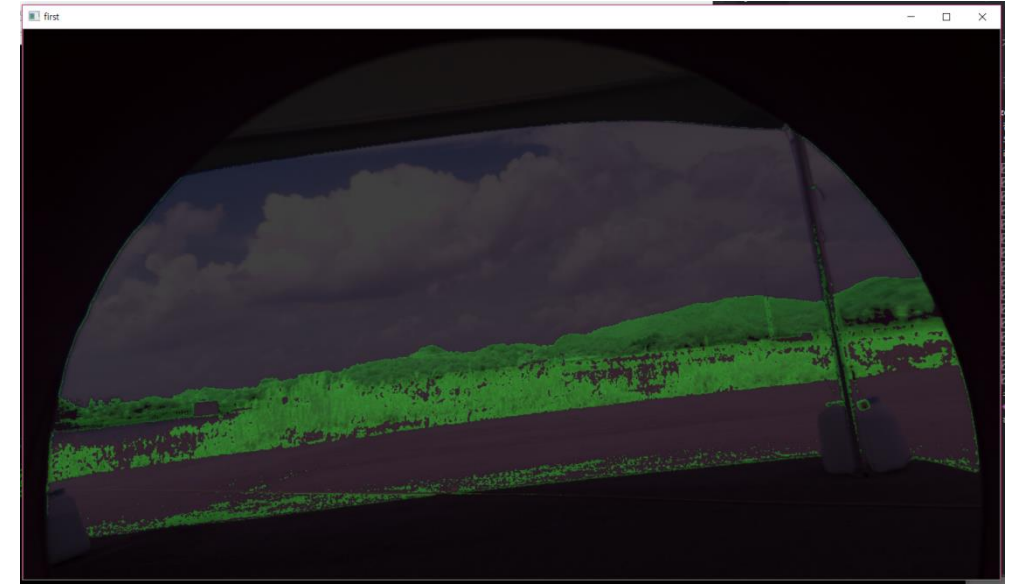
실제로 산불 확산을 예측한 배열을
만드는 함수

데이터 분석 - 산불 확산



사진 속 건물을 발화점이라고 가정
→ 대회당일 촬영한 사진으로 산불 확산 예측

데이터 분석 - 산불 확산



NoIR 사진에서 풀만을 특이적으로 인식하여 탈 물질 파악 성공!

추가 실험

추가 실험



“대회 당일 상황으로는
산불현장 촬영 및 분석이 불가능”



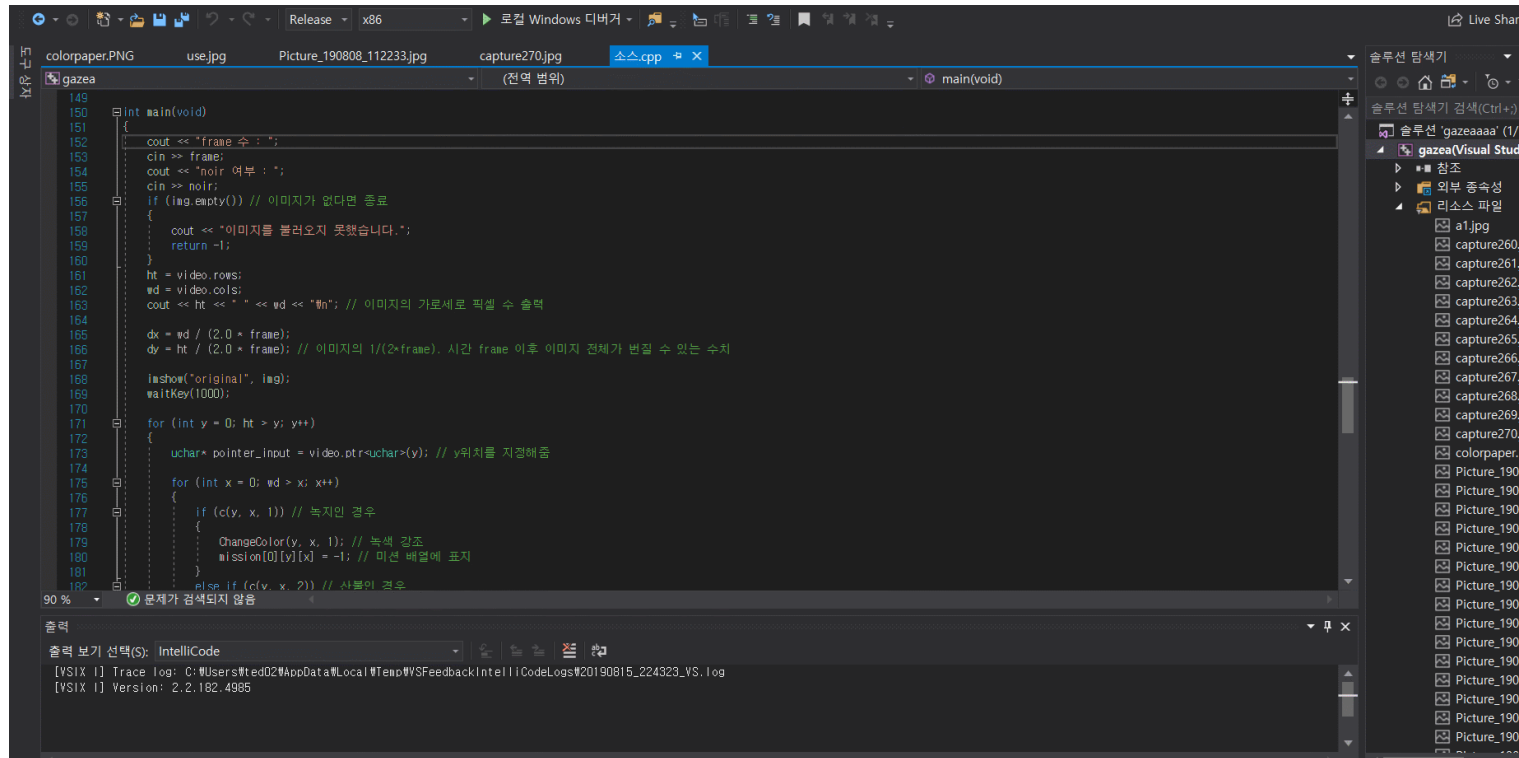
“추가실험의 필요성 느낌”

추가 실험 - 색지



산불 상황 단순화하여 산불 확산 예측 시도!

추가 실험 - 색지



```
149
150
151 int main(void)
152 {
153     cout << "frame 수 : ";
154     cin >> frame;
155     cout << "noir 여부 : ";
156     cin >> noir;
157     if (img.empty()) // 이미지가 없다면 종료
158     {
159         cout << "이미지를 불러오지 못했습니다.";
160         return -1;
161     }
162     ht = video.rows;
163     wd = video.cols;
164     cout << ht << " " << wd << "x\n"; // 이미지의 가로세로 픽셀 수 출력
165     dx = wd / (2.0 * frame);
166     dy = ht / (2.0 * frame); // 이미지의 1/(2*frame). 시간 frame 이후 이미지가 전체가 변질 수 있는 수치
167     imshow("original", img);
168     waitKey(1000);
169     for (int y = 0; y < ht; y++)
170     {
171         uchar* pointer_input = video.ptr<uchar>(y); // y위치의 지령해독
172         for (int x = 0; x < wd; x++)
173         {
174             if (c(y, x, 1)) // 녹지인 경우
175             {
176                 ChangeColor(y, x, 1); // 녹색 강조
177                 mission[0][x] = -1; // 미션 배열에 표시
178             }
179             else if (c(y, x, 2)) // 사물이 경우
180             {
181                 // ...
182             }
183         }
184     }
185 }
```

구역을 색처리를 통해 구분하여 산불확산 예측 성공!

추가 실험 - 불



추가 실험에서 실제 불을 통해 산불 상황 설정

추가 실험 - 불



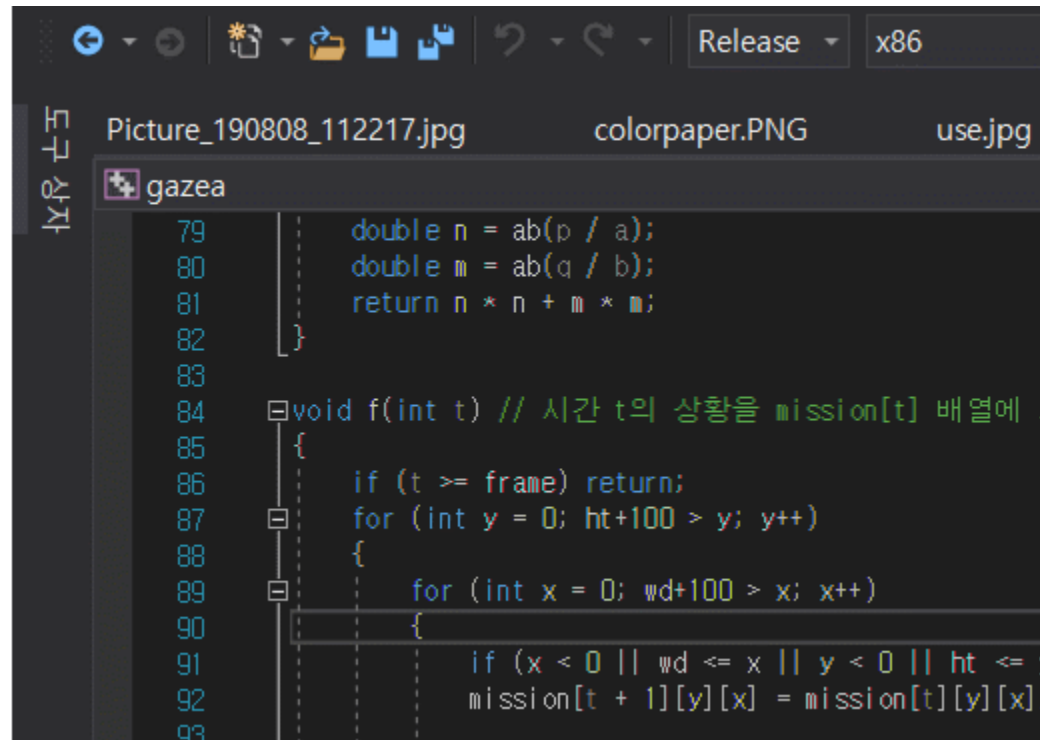
흰색인 휴지를 탈 물질로 인식하지 않아 산불 확산 예측 어려움

추가 실험 - 불



실제 불을 잘 인식하여 산불 확산 예측 가능!

추가 실험 - 불



```
79     double n = ab(p / a);
80     double m = ab(q / b);
81     return n * n + m * m;
82 }
83
84 void f(int t) // 시간 t의 상황을 mission[t] 배열에 저장
85 {
86     if (t >= frame) return;
87     for (int y = 0; ht+100 > y; y++)
88     {
89         for (int x = 0; wd+100 > x; x++)
90         {
91             if (x < 0 || wd <= x || y < 0 || ht <= y)
92                 mission[t + 1][y][x] = mission[t][y][x];
93         }
```

실제 불의 번짐과 산불 확산 예측이 일치
→ 프로그램의 정확도 확인

추가 실험



VS



대회 당일에는 분석할 수 없는 상황을 추가실험을 통해 구현하여
계획한 임무 성공적으로 완성!

홍보 및 제언

홍보 및 제언



홍보 및 제언

- 119 자료제공 -> 산불 확산 예측하여 소화에 도움
(효율적인 소방 경로 및 필요 인력 예측)
- 산불 데이터 분석 -> 산불 연구 및 예방
- 산불 취약한 곳 판별 -> 소방시설 강화
- 산 근처 효율적인 소방시설 구축 및 인력 배치