



고려대학교
KOREA UNIVERSITY



위치기반 산악사고 위험 예측 시스템

-Team 산타-

SANTA

System for **A**nalysis of **N**ational **T**rekking **A**ccidents



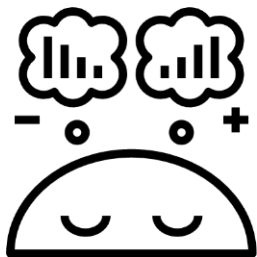
목차



1. 추진 배경



2. 프로젝트 소개



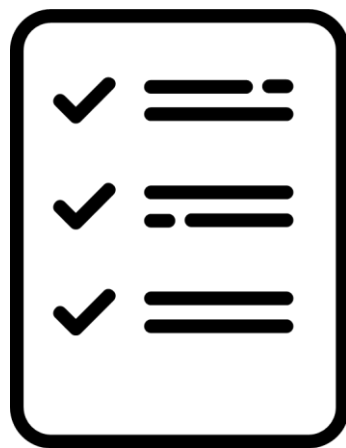
3. 기대효과



4. 데이터 수집 및 분석



5. 시스템 소개



1. 추진 배경



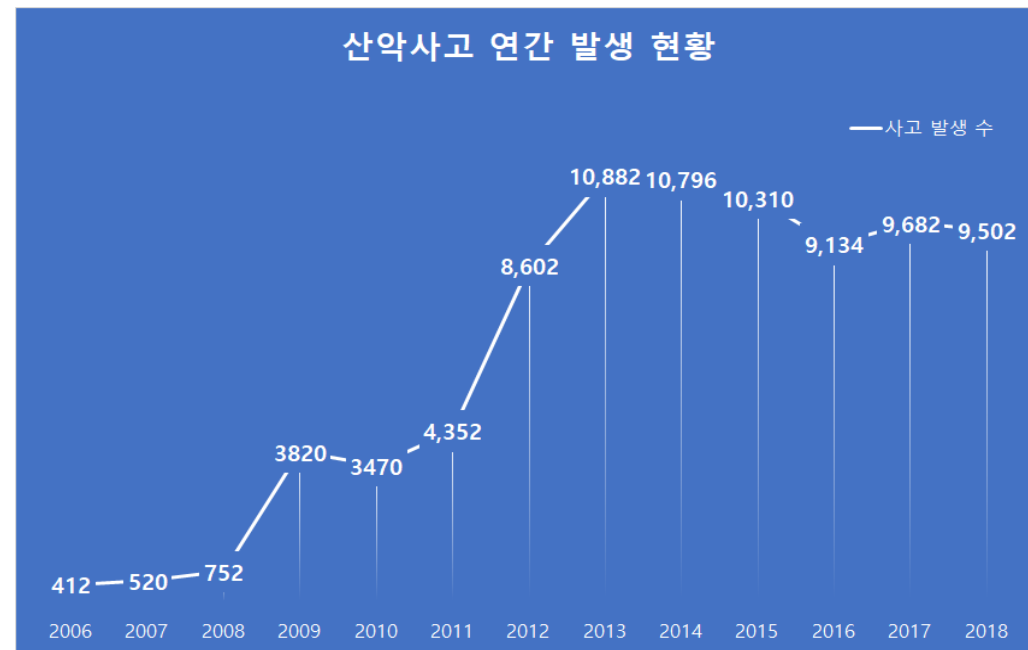
1. 추진 배경

연 1회 이상 등산 인구 **약 3200만명**

➔ 성인 인구의 약 **77%** (2019년 산림청 기준)

주5일 근무에 따른 **여가활동** 조사 결과

➔ **등산 1위** (통계청)



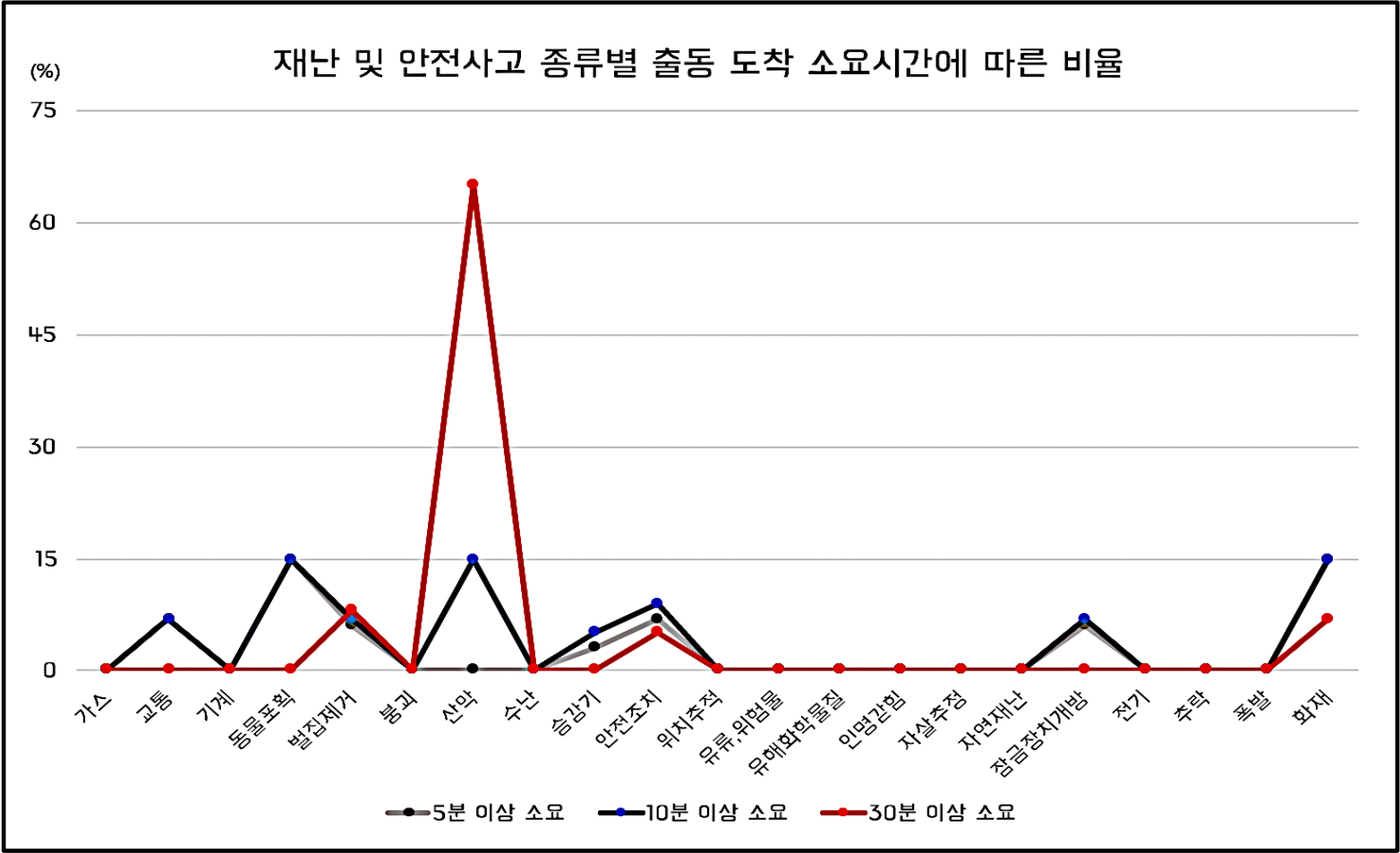
[출처: 국가통계포털 KOSIS]

최근 5년간 산악사고 연간 발생률 **매년 약 9000건**

➔ **인적 재난 2위** (소방청 재난연감)



1. 추진 배경



**산악 : 소방활동 장애 지역,
위치 확인 곤란 지역**

사실상 GPS 사용 불가

- ➡ 오차 범위 큼
- ➡ 기관마다 정보 다르게 나옴
- ➡ 보안 문제

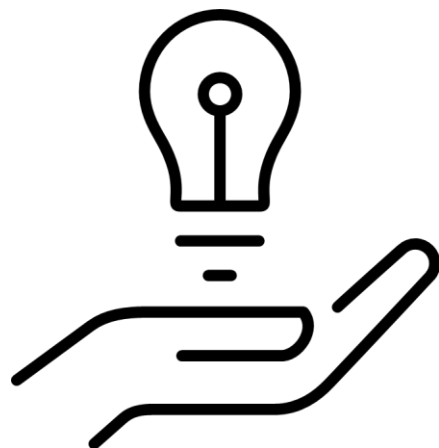


1. 추진 배경

즉,

인적 재난 2위 “**산악사고**”는

“**예방**”이 가장 중요



2. 프로젝트 소개



2. 프로젝트 소개

“위치기반 산악사고 위험 예측 시스템”



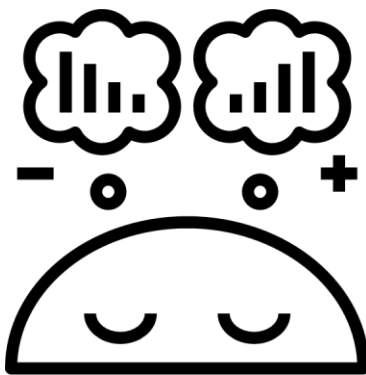
안전한 등산 환경을
“선택”할 “선택지”



예측된
산악사고 위험도



위험 지역에 대한
“효율적인 관리 방향”



3. 기대효과



3. 기대효과

등산객에게 일어날 수 있는 산악 사고를 사전에 예방

위험 지역에 대한 효율적인 관리 방향 제시

몇명의 안전지킴이 등의 안전 자원을 효율적으로 배치할지 방향성 제시



4. 데이터 수집 및 분석



4. 데이터 수집 및 분석

(1) 소방청 산악사고 데이터 (2010~2018년, 84,771건)

시, 도 정보, 신고 일시, 사고 종별, 상태, 처리결과 데이터

	report_time	address	cause	status	result
0	2010-01-01 07:49:00	강원도 태백시 혈동	산악기타	경상	인명구조
1	2010-01-01 11:16:00	강원도 태백시 혈동	개인(급.만성)질환	기타	인명구조
2	2010-01-01 11:31:00	강원도 태백시 소도동	일반조난	미상	인명검색
3	2010-01-02 07:44:00	강원도 태백시 팔지동	산악기타	경상	인명구조
4	2010-01-02 11:34:00	강원도 태백시 소도동	산악기타	안전구조	인명구조
5	2010-01-02 16:37:00	강원도 태백시 소도동 18-0	산악기타	안전구조	인명구조
6	2010-01-01 00:12:00	전라북도 남원시 운봉읍 공안리 19	일반조난	기타	인명구조
7	2010-01-01 05:43:00	전라남도 진도군 진도읍 남동리 745-5	일반조난	기타	안전조치
8	2010-01-01 05:43:00	전라남도 진도군 진도읍 남동리 745-5	일반조난	미상	안전조치
9	2010-01-01 06:25:00	서울특별시 관악구 봉천동	실족추락	미상	인명구조
10	2010-01-01 06:31:00	경기도 광명시 하안동 (산) 10	실족추락	경상	인명구조
11	2010-01-01 07:17:00	경상북도 문경시 문경읍 상초리	일반조난	미상	기타
12	2010-01-01 07:30:00	경상남도 마산시 교방동	실족추락	안전구조	인명구조
13	2010-01-01 07:33:00	충청북도 청주시 흥덕구 산남동	개인(급.만성)질환	사망	인명구조
14	2010-01-01 08:01:00	충청남도 부여군 석성면 중산리	산악기타	경상	인명구조
15	2010-01-01 08:04:00	부산광역시 남구 용호동 산125-2	산악기타	경상	인명구조
16	2010-01-01 08:18:00	경상남도 밀양시 가곡동	일반조난	경상	인명구조
17	2010-01-01 08:22:00	서울특별시 도봉구 도봉동 132-010	실족추락	미상	인명구조
18	2010-01-01 08:32:00	경기도 의왕시 내손동 (산) 121	산악기타	경상	인명구조
19	2010-01-01 08:40:00	서울특별시 광진구 광장동	산악기타	미상	인명구조
20	2010-01-01 08:40:00	충청남도 계룡시 엄사면 황한리	실족추락	미상	인명구조
21	2010-01-01 08:40:00	충청남도 계룡시 엄사면 엄사리	산악기타	경상	인명구조
22	2010-01-01 08:41:00	부산광역시 사하구 괴정동 775-	산악기타	미상	인명구조
23	2010-01-01 08:48:00	경기도 남양주시 별내면 화접리 797	실족추락	경상	인명구조
24	2010-01-01 08:56:00	충청남도 천안시 동남구 신부동	실족추락	경상	인명구조
25	2010-01-01 09:06:00	서울특별시 노원구 상계동	실족추락	미상	인명구조



4. 데이터 수집 및 분석

(2) 종관기상관측정보 (2010년 ~ 2018년 시간별 날씨데이터 약 700만 건)

날짜 별 시간단위 기온, 강수량, 풍속, 일조량 등 34가지 기상요소 데이터

지점	일시	기온 (°C)	기온 QC 플래그	강수량 (mm)	강수량 QC 플래그	풍속 (m/s)	풍속 QC 플래그	풍향 (16방위)	풍향 QC 플래그	습도 (%)	습도 QC 플래그	증기압 (hPa)	이슬점온도 (°C)	현지기압 (hPa)	현지기압 QC 플래그	해면기압 (hPa)	해면기압 QC 플래그	일조 (hr)	일조 QC 플래그	일사 (MJ/m2)	적설 (cm)	3시간 간신 적설 (cm)	전운량 (10분 위)	증하 증운량 (10분 위)
0 90	2019-01-01 00:00	-2.5	0.0	NaN	NaN	0.8	0.0	320.0	0.0	20.0	0.0	1.0	-22.4	1028.9	0.0	1031.2	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	2.0	0.0
1 90	2019-01-01 01:00	-1.9	0.0	NaN	NaN	0.6	NaN	360.0	NaN	18.0	0.0	1.0	-23.1	1028.8	0.0	1031.1	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	0.0	0.0
2 90	2019-01-01 02:00	-2.2	0.0	NaN	NaN	1.4	NaN	340.0	NaN	17.0	0.0	0.9	-24.0	1028.6	0.0	1030.9	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	0.0	0.0
3 90	2019-01-01 03:00	-2.5	0.0	NaN	NaN	1.4	NaN	340.0	NaN	18.0	0.0	0.9	-23.6	1028.7	0.0	1031.0	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	2.0	0.0
4 90	2019-01-01 04:00	-3.9	0.0	NaN	NaN	0.5	NaN	290.0	NaN	20.0	0.0	0.9	-23.6	1027.9	0.0	1030.3	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	0.0	0.0
5 90	2019-01-01 05:00	-4.9	0.0	NaN	NaN	1.0	NaN	250.0	NaN	22.0	0.0	0.9	-23.4	1027.6	0.0	1030.0	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	0.0	0.0
6 90	2019-01-01 06:00	-3.3	0.0	NaN	NaN	1.1	NaN	360.0	NaN	26.0	0.0	1.2	-20.1	1027.3	0.0	1029.6	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	5.0	3.0
7 90	2019-01-01 07:00	-5.1	0.0	NaN	NaN	1.5	NaN	290.0	NaN	28.0	0.0	1.2	-20.8	1027.2	0.0	1029.6	0.0	NaN	9.0	NaN	NaN	NaN	6.0	6.0
8 90	2019-01-01 08:00	-3.6	0.0	NaN	NaN	1.7	NaN	290.0	NaN	26.0	0.0	1.2	-20.3	1027.6	0.0	1029.9	0.0	0.0	NaN	NaN	NaN	NaN	6.0	6.0
9 90	2019-01-01 09:00	-2.2	0.0	NaN	NaN	1.1	NaN	270.0	NaN	24.0	0.0	1.2	-20.1	1027.4	0.0	1029.7	0.0	0.9	NaN	NaN	NaN	NaN	6.0	5.0



4. 데이터 수집 및 분석

(3) 데이터 전처리후의 데이터

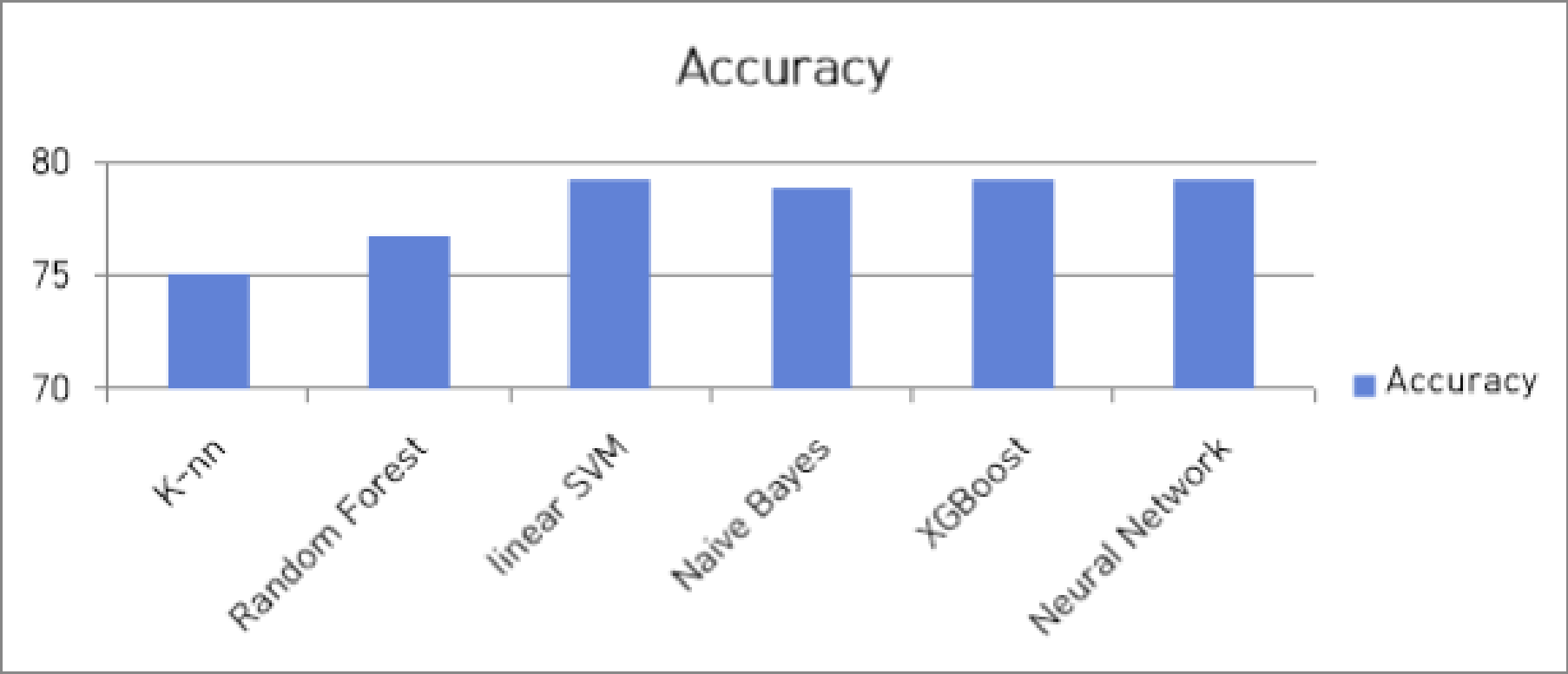
불필요한 정보 제거 및 결측치 처리, 웹으로부터 사고 발생 산과 위도경도 등 추출,
기온 감수량, 풍속, 습도, 이슬점 온도, 적설 총 6가지 기후 정보

	report_time_simple	report_time	지점	주소	사고원인	구조상 태	처리 결과	mountain	인접 산	산주 소	산id	lon	lat	기온 (°C)	감수 량 (mm)	풍속 (m/s)	습도 (%)	이슬 점온 도 (°C)	현지 기압 (hPa)	적설 (cm)
0	2010-01-01 07:00:00	2010-01-01 07:49:00	태백	강원도 태백시 혈동	산악기타	경상	인접산	강원도 태백시 혈동 산	태백산	강원 태백시 소도들	15168010	128.916106	37.098986	-12.2	0.0	2.2	29.0	-26.6	930.0	0.0
1	2010-01-01 11:00:00	2010-01-01 11:16:00	태백	강원도 태백시 혈동	개인 (탈, 만성)	기타	인접산	강원도 태백시 혈동 산	태백산	강원 태백시 소도들	15168010	128.916106	37.098986	-8.0	0.0	2.5	39.0	-19.5	930.7	0.0
2	2010-01-01 11:00:00	2010-01-01 11:31:00	태백	강원도 태백시 소도들	탈조	미상	인접산	강원도 태백시 소도들 산	태백산	강원 태백시 소도들	15168010	128.916106	37.098986	-8.0	0.0	2.5	39.0	-19.5	930.7	0.0
3	2010-01-02 07:00:00	2010-01-02 07:44:00	태백	강원도 태백시 활지동	산악기타	경상	인접산	강원도 태백시 활지동 산	활백산	강원 태백시 활지동 산 176-12	27446004	128.918047	37.161285	-6.0	0.0	3.3	80.0	-8.8	929.3	0.0
4	2010-01-02 11:00:00	2010-01-02 11:34:00	태백	강원도 태백시 소도들	산악기타	안전	인접산	강원도 태백시 소도들 산	태백산	강원 태백시 소도들	15168010	128.916106	37.098986	-0.2	0.0	3.4	80.0	-3.2	927.3	0.0



4. 데이터 수집 및 분석

(4) Model

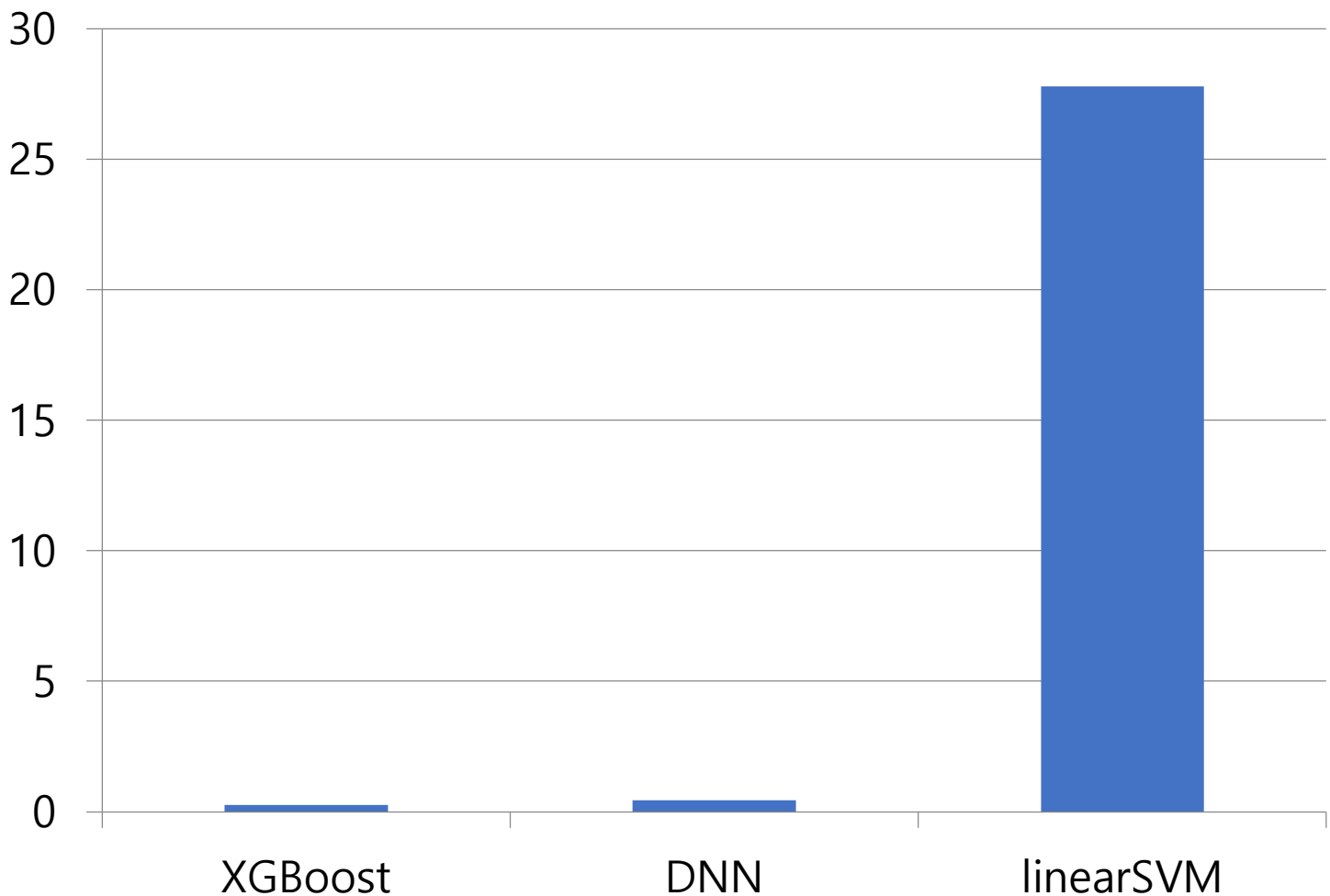


[Model 별 Accuracy 비교 분석]



4. 데이터 수집 및 분석

Model Time Performance Test



Predict에 대한 Time Performance Test에 대하여 압도적으로 성능이 낮은 linearSVM을 제외.

이 중 Flask App에 적용하기 용이한 DNN을 사용하기로 최종 결정



5. 시스템 소개

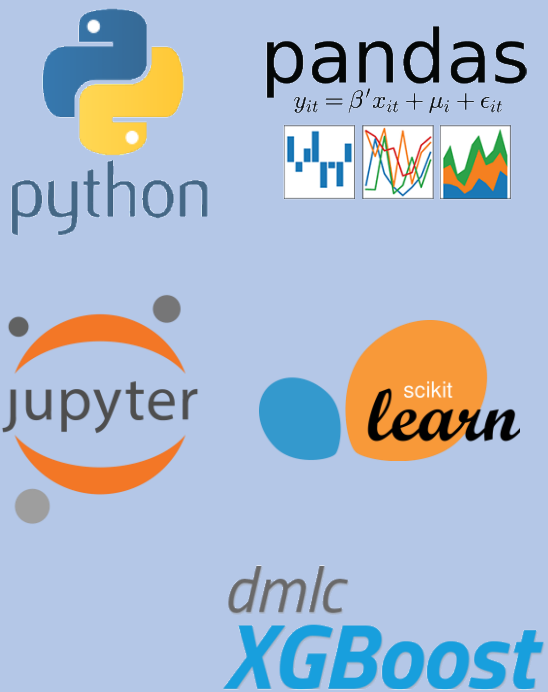


5. 시스템 소개



5. 시스템 소개: 시스템 구조 소개

1. 분석 및 전처리



2. 위험도 예측 모델

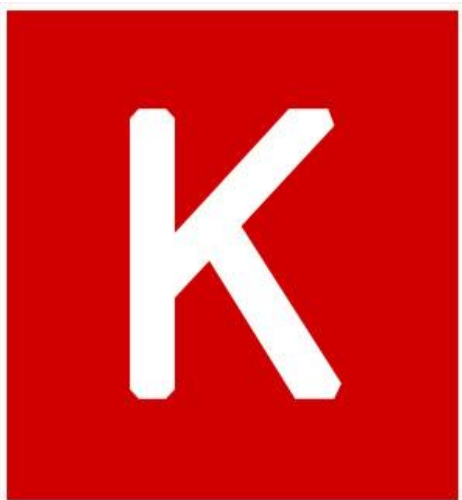


3. 시스템 개발





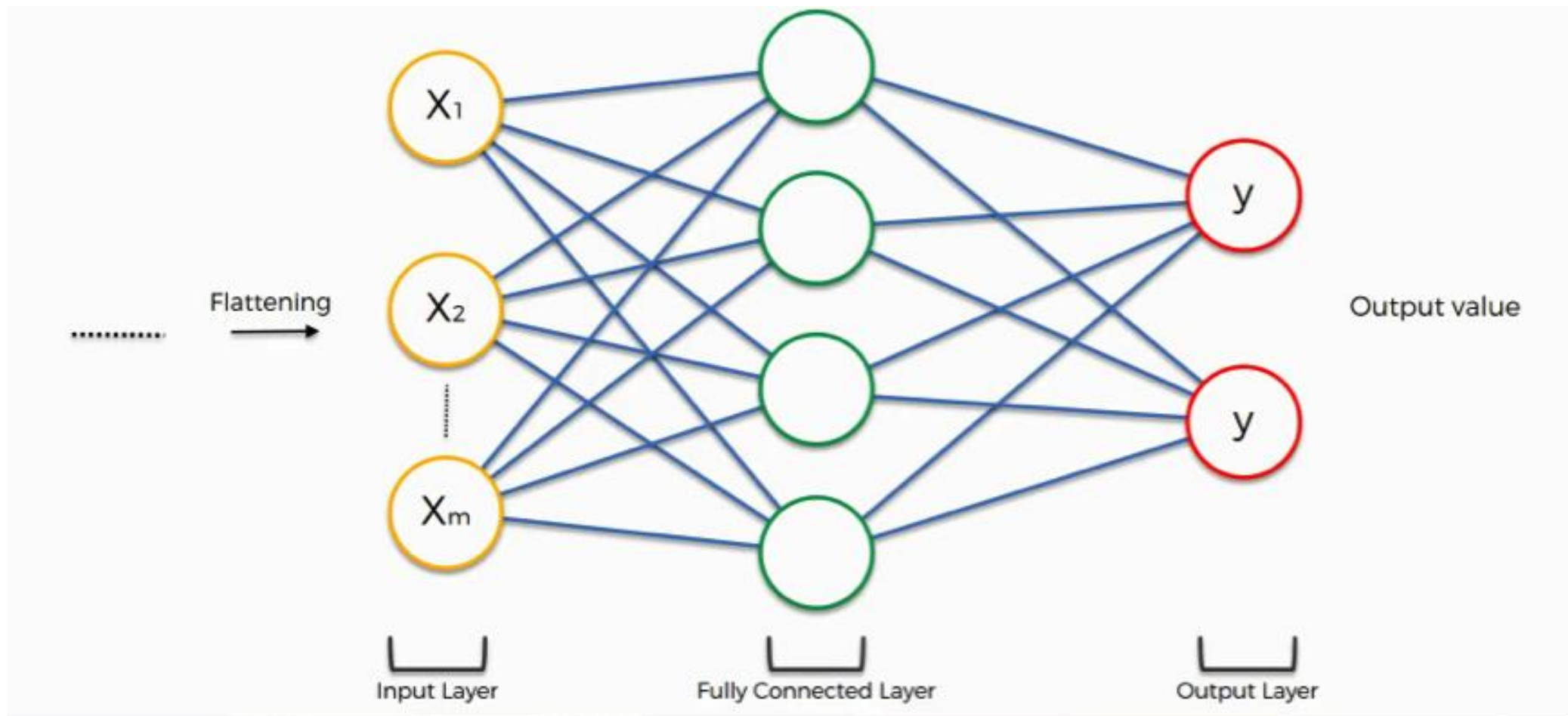
5. 시스템 소개: 모델 Framework 소개



- 구글에서 오픈 소스로 공개한 기계 학습,
- 인공 신경망 라이브러리.
- 다수의 데이터 처리가 가능
- 다양한 언어 지원 가능 (Numpy , Pandas)
- 모델을 구축하기 용이



5. 시스템 소개: 모델 Framework 소개





5. 시스템 소개: Feature Importance

Weight	Feature
0.1522 ± 0.0022	이슬점온도(°C)
0.0716 ± 0.0015	습도(%)
0.0651 ± 0.0010	기온(°C)
0.0007 ± 0.0001	풍속(m/s)
0.0002 ± 0.0001	적설(cm)
0.0000 ± 0.0000	강수량(mm)

이슬점 온도 T_{dp} 계산식

$$\gamma(T, RH) = \ln \left(\frac{RH}{100} e^{(b - \frac{T}{d})(\frac{T}{c + T})} \right)$$

$$T_{dp} = \frac{c \gamma_m(T, RH)}{b - \gamma_m(T, RH)}$$

$$b = 18.678, c = 257.14^{\circ}\text{C}, d = 234.5^{\circ}\text{C}$$



5. 시스템 소개: 위험도 지수화

Score

$$= percentile_rank\left(\left\{\frac{P(Case2) * P(Past_Case2|Past_accident) + P(Case3) * P(Past_Case3|Past_accident)}{P(Case1)}\right\} * weight\right)$$

Case1: 산악사고와 무관한 사고, *Case2*: 날씨와 관련된 사고, *Case3*: 산악사고

$P(Past_Case2|Past_accident)$: 과거 사고에 대한 *Case2* 발생 비율

$P(Past_Case3|Past_accident)$: 과거 사고에 대한 *Case3* 발생 비율

weight: 전국 17개 시,도 별 산악사고 발생 비율에 따른 *weight*



5. 시스템 소개: 역추적

	report_time	주소	사고 원인	lon	lat	기온 (°C)	강수 량 (mm)	풍속 (m/s)	습도 (%)	이슬 점온 도 (°C)	현지기 압 (hPa)	적설 (cm)	지면 온도 (°C)	weight	산악사고 가아닌사 고	날씨관련 사고	산악사고	Score
28375	2013-08-08 15:05:00	경상북도 영국면 개포리	개인 (급 만성) 질환	128.365661	35.693967	35.8	0.0	1.9	47.0	22.7	997.7	0.0	41.9	0.000110	0.154977	0.292764	0.552258	100.0
59951	2016-07-11 12:07:00	강원도 평창군 진부면 송정리	산악 기타	128.575899	37.598522	33.2	0.0	1.6	45.0	19.6	988.1	0.0	40.7	0.000071	0.101847	0.271612	0.626541	100.0
28259	2013-08-04 12:19:00	울산광역시 중구 범서동 금화리	일반 조난	129.236733	35.536020	34.3	0.0	1.4	52.0	23.0	1000.5	0.0	52.8	0.000110	0.132508	0.253479	0.614013	100.0
19033	2012-08-04 15:58:00	서울특별시 강북구 우이동	산악 기타	126.993758	37.660729	35.2	0.0	1.0	39.0	19.1	999.6	0.0	45.4	0.000110	0.119075	0.280891	0.600034	100.0
78714	2018-07-22 14:51:00	경상북도 경시 동안면 내서리	일반 조난	127.942422	36.551303	34.3	0.0	2.1	48.0	21.7	989.2	0.0	56.5	0.000110	0.117399	0.270874	0.611726	100.0
78713	2018-07-22 14:51:00	경상북도 경시 동안면 내서리	기타 산악	127.942422	36.551303	34.3	0.0	2.1	48.0	21.7	989.2	0.0	56.5	0.000110	0.117399	0.270874	0.611726	100.0
60432	2016-07-31 01:07:00	강원도 동해시 산화동	산악 기타	129.014761	37.470088	25.8	0.0	1.4	93.0	24.5	1006.8	0.0	24.6	0.001869	0.038488	0.201479	0.760033	99.9

**위험도(Score)에 대한 유효성을
판단하기 위하여, 과거 84,771 건
에 대한 위험도 (Score)상위
개체 역추적을 통한 확인절차 진행**



5. 시스템 소개: 역추적

report_time	주소	사고원인	lon	lat	기온 (°C)	강수량 (mm)	풍속 (m/s)	습도 (%)	이슬 점온 도 (°C)	현지기 압 (hPa)	적설 (cm)	지면 온도 (°C)	weight	산악사고 가아닌사고	날씨관련 사고	산악사고	mmns	Score
6	2010-01-01 00:12:00	전라북도 무주군 신원면 신원리 다목적댐 제1호댐	127.552153	35.381888	-16.5	0.0	0.8	87.0	-18.1	1011.8	13.8	-2.1	0.004697	0.017978	0.204726	0.777296	0.995861	99.6

기온 : 16.5
적설 : 13.8 cm
-> Score : 99.6



5. 시스템 소개



시스템 시연

5. 시스템 소개: 소방청 및 기상청 검토



소방청 산악 대장님 외 3 :

”꼭 필요한 시스템이다.

기상 상황에 따라 입산 통제, 주의 주기,
국가지점번호가 포함된 위치 표지판 설치 등
여러 곳에 활용 가능할 것
꼭 개발돼서 앱으로도 발전했으면 좋겠다”

기상청 기상서비스진흥국 기상융합서비스과

윤영준, 신슬예 주무관님 :

“매우 좋은 아이디어이다.

산악 사고 발생률이 높은 것에 비해 유사한 서비스
가 존재하지 않는다. 위험도를 보여주는 것만으로도
일반 사용자에게 선택지를 주는 것”



5. 시스템 소개: 소방청 및 기상청 검토





5. 시스템 소개: 소방청 및 기상청 검토



산악사고 비율이 가장 높은 50대 20명 인터뷰 :

“단순히 날씨 예보로 산에 갈지 말지를 결정하는 것보다 더 구체적으로 안전한지 여부를 알려줘서 선택할 때 도움이 될 것 같다.”

“보다 손쉽게 확인할 수 있게 된다면 성지순례를 가거나 여행을 갈 때 좋을 것 같다”



감사합니다