

## 센서를 활용한 블랙 아이스 탐색 기법 고찰

김진영<sup>o</sup>, 이해진<sup>\*</sup>, 백주련(교신저자)<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>평택대학교 데이터정보학과,

<sup>\*</sup>평택대학교 데이터정보학과

e-mail: wlsdud1517@naver.com<sup>o</sup>, chocobling10@naver.com<sup>\*</sup>, jrpaik@ptu.ac.kr<sup>\*</sup>

## Survey of Distinction of Black Ice Using Sensors

HyeJin Lee<sup>o</sup>, Jinyoung Kim<sup>\*</sup>, Juryon Paik(corresponding author)<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>Dept. of Digital Information & Statistics, Pyeongtaek University,

<sup>\*</sup>Dept. of Digital Information & Statistics, Pyeongtaek University

### ● 요약 ●

최근 블랙 아이스에 의한 사고 사례가 많다. 블랙 아이스는 사람의 눈으로 식별하기 힘들고, 보인다 하더라도 도로가 조금 젖은 것으로 판단할 가능성이 높아 차량 사고를 유발할 확률이 높다. 본 논문에서는 블랙 아이스로 인한 사고를 조금이라도 줄이기 위해 센서를 통하여 블랙 아이스를 판별하고 사전 예방할 수 있는 방법과 해결책에 대해 고찰해보고자 한다.

**키워드:** 도로 결빙 현상(black ice), 차량사고(car accident), 센서(sensor),

## I. Introduction

Table 1. 3년 (2008~2010)간 도로환경 요인별 겨울철 교통사고 현황. [3]

구분	결빙		건조	
	사고 건수	비율	사고 건수	비율
급커브	13	0.45	256	10.65
야간 시계불량	9	0.31	295	12.27
도로구조에 의한 시계불량	8	0.28	196	8.15
장애물에 의한 시계불량	6	0.21	263	10.94
이상기후에 의한 시계불량	20	0.69	9	0.37
노상장애물	5	0.17	95	3.95
노면 미끄러움	<b>2791</b>	<b>96.18</b>	184	7.65
기타 도로환경적원인	50	1.71	1106	46.02
계	2902	100	2404	100

블랙 아이스는 눈이나 비가 아스팔트 도로 틈새로 스며들었다가 먼저 등과 섞여 도로 위에 얇게 얼어붙는 현상으로 '도로 결빙 현상'이라고도 한다[1]. 이렇게 생긴 얼음은 주행 중인 운전자의 눈으로 발견하기 힘들다. 문제는 눈이 쌓인 길보다 더욱 미끄럽다는 것으로

이를 뒷받침하듯 겨울철 블랙 아이스로 인한 차량 사고가 많이 발생하고 있다[2]. 뿐만 아니라, 블랙 아이스로 인한 사고는 차가 미끄러지며 나는 사고이기 때문에 2차, 3차 사고 등의 위험이 더 클 뿐더러 일단 사고가 나면 대형 사고로 이어지기 때문에 사회적 문제가 되고 있다. 현재 블랙 아이스에 대한 대처로는 평소주행 속도의 절반으로 주행하는 것 밖에는 없는 실정이다.

본 논문에서는 블랙 아이스로 인한 사고 유형에 대해 탐색하고 이러한 유형들에 대처하기 위하여 센서를 활용해 블랙 아이스를 미리 발견하고 예방할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

## II. Preliminaries

### 1. 블랙 아이스 사고 유형

블랙 아이스 사고는 큰 인명 피해를 야기할 가능성이 매우 높다. 식별이 어렵기 때문이다. 겨울철 눈길 사고 사망자가 186 명인데 비해 블랙 아이스로 인한 사고 사망자는 706 명에 다다를 정도로 블랙 아이스 사고는 위협적이다. 위협적인 블랙 아이스 사고는 크게 두 유형으로 나뉜다[3-5].

첫 번째 사고 유형은 도로 위에 얇게 생성되는 블랙 아이스의

특성상 주행 중인 운전자에게는 도로가 물에 젖은 정도로 식별이 되어 대수롭지 않게 생각하고 지나가는 것이다. 두 번째 사고 유형은 그늘진 곳과 그렇지 않은 곳의 온도차이로 터널 및 다리 밑 어두운 곳에서 생긴 블랙 아이스를 식별하지 못하고 나는 경우이다. 그늘진 곳이 더 차갑기 때문에 블랙 아이스가 좀 더 잘 생기게 되는데 이렇게 생성된 블랙 아이스는 주로 어두운 곳에 위치하기 때문에 눈으로 구별하는 것이 좀 더 어렵게 된다. 블랙 아이스는 눈이 덮인 일반 도로보다 6배, 눈이 쌓이지 않은 일반도로보다는 14배나 더 미끄럽기 때문에 미리 속도를 줄이지 않다면 사고로 이어질 가능성이 매우 높다.

두 유형의 공통점은 모두 주행 중인 운전자가 판단 및 식별을 잘못하여 발생한다는 것이다. 이에 관한 기후 관측 자료도 연구[6]되어 좀 더 정확한 예측으로 블랙 아이스에 대한 대책을 마련하려 하지만, 예측한 모든 구간에 대해서 블랙 아이스가 생성되는 것은 아니기 때문에 결국 운전자가 식별해야 한다는 문제점은 계속 존재한다.

실질적으로 빠른 속도로 달리는 차 안에서 운전자가 블랙 아이스를 판별한다는 것은 매우 어렵기 때문에 정부에서도 상습 결빙 지역이나 취약 지점들을 찾아서 열선이나 염수 분사 장치[7]를 설치한다. 블랙 아이스가 생성될 조건이 생기면 작동하여 결빙이 되지 않도록 하고 그루빙(grooving)[8]이라는 도로에 홈을 파서 표면 얼음이 제거되도록 하는 대책을 세우고 있다. 하지만 취약구간에 미포함된 도로라고 해서 반드시 블랙 아이스가 생성되지 않는 것은 아니다. 습도가 높아지고 기온이 낮아지면 새벽 무렵에 생길 수 있다. 즉, 아무리 정부가 대책을 세워도 운전자가 주의를 기울이지 않으면 소용없다는 것이다. 여전히 운전자의 식별 여부가 사고 여부를 결정한다고도 할 수 있다. 본 논문에서 IoT 기술과 결부하여 이 문제를 해결하는 방안을 제안하고자 한다.

### III. Proposed Scheme

#### 1. 장치와 센서 적용 기법 정리

얼음이 미세하게 얼어서 생긴 미세한 채도는 사람의 눈으로 확인 할 수 없는 문제가 발생한다. 때문에 블랙 아이스는 사람의 눈에 비칠 때는 그저 도로가 젖었다고 판단될 수 있다. 따라서 이를 명확히 구분해줄 이미지 센서를 합한 응용기술이 필요하다.




참조논문 [9]에서 제안된 응용 기술에서 사용하는 핵심 부품인 저가의 LED 광원은 원래 존재하고 있던 제논 램프나 레이저 등 광원을 이용한 부품에 비하여 값이 싸고 크기가 작다는 장점이 있다. 또한 핀 홀 마스크를 사용하여 적당하게 고른 빛을 인가하기 때문에 별다른 광학 장치를 사용하지 않기 때문에 부피가 작고 간편하게 사용 가능하다.

감지 센서로 사용되고 있는 CMOS 이미지 센서는 카메라가 설치되어 있는 휴대폰에도 사용되는 센서이다. 이 기술은 휴대폰으로도 간단하게 블랙 아이스의 분석 및 측정이 가능하다. 그리고 수많은 픽셀들을 사용하여 이미지를 확인하고 측정할 수 있기 때문에 원래 있었던 광 다이오드 배열을 사용하는 측정 방법보다 양이 많은 정보들을 빠르게 얻을 수 있으며, 결과적으로 정말하고 상세한 측정이 가능한 센서라고 볼 수 있다.

위의 센서들에 온도 확인을 위해 온도 센서 기술을 추가한다. 위치적 그리고 지리적으로 본다면 아스팔트 도로 위에 비가 내려 그 비가 얼어 생기는 블랙 아이스는 지면으로부터 열손실 발생이 커서 대기 온도보다 지면 온도가 약 2-3도 낮은 도로면에서 높은 확률로 발생함을 알 수 있다. 이에, 논문 [10]에서는 비접촉 방식으로 온도를 측정하는 원리인 저온용 비접촉 온도센서를 사용한다. 일정 온도에 있는 도로는 열복사 법칙에 의해 복사 에너지를 방출하는데 이 때, 그 열복사 에너지를 측정하여 물체의 온도를 정밀하게 측정하는 것이다.

Table 2는 led 광원, CMOS 이미지 센서, 온도 센서들에 대한 장점과 단점을 보인다. 그림 1은 해당 센서들을 어떻게 적용하여 블랙 아이스를 식별하는가에 대한 방법을 그림으로 제시한다.

Table 2. 장치와 센서의 장단점.

그림	장치명	장점	단점
	LED 광원	가격이 싸고 부피가 작다. 또한 긴 수명을 가지고 있다.	다른 광원보다 밝기가 조금 떨어지는 경향을 보인다.
	이미지 센서	적은 가격으로 많은 픽셀을 이용해 이미지 측정 가능하다. 다른 이미지 센서보다 전력 소모도 적다.	화질이나 잡음 등의 보정이 다른 이미지 센서보다는 떨어지는 편이다.
	온도 센서	접촉 온도 센서보다 상대적으로 온도 분포가 쉽고 간단하게 측정된다.	정확한 온도 측정을 위해서는 복사율을 따로 보정 후 측정하는 단계가 필요하다.

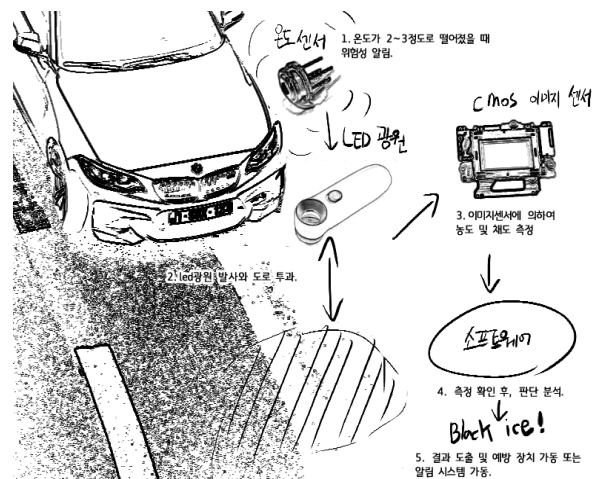


Fig. 1. 이상적인 블랙아이스 감지 센서 이용 방법(출처: 참조논문 [6])

## IV. Conclusions

블랙아이스는 겨울마다 문제를 일으키고 있으므로 대안책에 대한 필요성이 점점 커지고 있다. 하지만 정부의 대책에는 한계가 있고 결국 운전자가 눈으로 식별하기 힘든 블랙 아이스를 직접 보고 조심해야 한다는 문제점이 있었다. 따라서 이미지 센서와 LED 광원을 합쳐, 사람들의 육안으로 구분하기 어려운 블랙아이스를 식별할 수 있는 응용기술을 기존 기술과 결부하여 고찰해보았다. 하지만 이는 도로같이 넓은 공간을 한 번에 관측하여 실시간으로 잡아낼 수 있는 지에 관해서는 부족한 점이 있다. 따라서 좀 더 신속하고 정확하게 블랙 아이스를 식별해내서 운전자에게 알려줄 수 있는 기술에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

## ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2019년도 정부 (과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2017R1A 2B1007015).

## REFERENCES

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Black\\_ice](https://en.wikipedia.org/wiki/Black_ice)
- [2] Hyunki Hong and Jaesung Choi, "Analysis of Accident Cause on Icy Road Pavement", Master Thesis, Feb. 2014.
- [3] Article on Dec. 16th, 2019. Available on <http://www.kado.net/?mod=news&act=articleView&idno=1001509>
- [4] Article on Dec. 18th, 2019. Available on <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4345170&ref=A>
- [5] Article on Dec. 18th, 2019. Available on [https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news\\_id=N1005569947](https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1005569947)
- [6] Geon-Yeong Park, Soon Hwan Lee, EunJi Kim, and Byeong Yeong Yun, "A Case Study on Meteorological Analysis of Freezing Rain and Black Ice Formation on the Load at Winter", Journal of Environmental Science International Vol. 26, No. 7, pp. 827 - 836, 2017.
- [7] Article on Dec. 24th, 2019. Available on <http://www.news.pim.com/news/view/20191224000145>
- [8] Article on Dec. 23th, 2019. Available on <https://www.bbc.com/korean>
- [9] Jachoon Choi, "A Study on Hemoglobin Concentration Measurement by Using LED and CMOS Image Sensor", Master Thesis, Feb. 2011.
- [10] Ho Keun Lee, "Standard Temperature and Temperature Sensor Quality", Transactions of the KSME Vol. 31, No. 6, pp. 506-511, 1991.