

# IoT 지능형 융합 보안 환경에서 사용자 위험 이벤트 생성을 위한 연구

이준영\*, 박동하\*, 이혜린\*, 이승연\*, 우드아커병 조지\*, 정준호\*\*, 손윤식\*  
\*동국대학교 컴퓨터공학과  
\*\*동국대학교 전자상거래연구소  
e-mail : sonbug@dongguk.edu

## A Study on Generate User Hazzard Event in IoT Intelligent Convergence Security Environment

Jun Young Lee\*, Dong Ha Park\*, Hyerin Lee\*,  
Sungyeon Lee\*, Uduakobong George\*, Junho Jeong\*\*, YunSik Son\*  
\*Dept. of Computer Science and Engineering, Dongguk University  
\*\*Electronic Commerce Institute, Dongguk University  
e-mail : sonbug@dongguk.edu

### 요 약

융합 보안이란, 물리적으로 정보, 인명, 시설을 보호하는 물리 보안과 ICT 기술을 이용한 정보 보안과의 융합되는 보안 기술 및 서비스를 의미한다. 최근에 IoT 환경의 발전으로 다양한 센서로부터 얻은 정보를 바탕으로 사용자의 상태, 위치 추적, 위험, 제한 시설의 접근을 감지하여 융합 보안에 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 융합 보안 환경에서 사용자의 위험 요소를 정의하고, 위험 요소에 따른 이벤트를 생성하기 위한 기법을 제안한다.

### 1. 서론

융합 보안의 가장 큰 목적은 전통적 물리 보안의 약점을 ICT 기술을 통해 보완하고 더 나은 보안을 추구하는데 그 목적이 있다. 그 중에서도 제조·건설업, 주요 보안 시설 등에서 작업자의 관리를 위해 모니터링하는 것은 인명의 문제와 직결됨으로 매우 중요한 영역으로 이에 관한 다양한 연구가 진행되었다[1-4]. 뿐만 아니라 최근 다양한 센서들을 조합하여 작업 상태를 파악하는 융합 보안 플랫폼이 제안되었다[5]. 이 플랫폼의 목적은 단순히 기존의 물리 보안에서 작업자 위치, 바이오 정보 등을 모니터링하는 것이다.

우리는 본 논문에서 작업자에게 발생할 수 있는 위험 상황을 정의하고, 그 중에서도 중요한 상황을 판단할 수 있는 센서를 조사하였으며 특정 상황의 실험을 통해 상황의 이벤트 생성이 가능함을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 작업자에게 발생할 수 있는 위험 상황과 상황을 판별할 수 있을 것으로 판단되는 센서들을 제시한다. 3 장에서 특정 상황에 대한 실험을 통해 상황을 모니터링 할 수 있음을 보이며, 4 장에서 결론 및 향후 연구에 대해서 논한다.

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음” (2016-0-00017)

### 2. 위험 상황 모니터링

융합보안에 있어서 중요한 요소 중 하나는 보안 영역에서 발생할 수 있는 인명 및 물질적 사고에 빠르게 대처하는 것이다. 이러한 보안 영역에서 많이 발생할 수 있는 위험 유형은 크게 4 가지로 쓰러짐(낙하), 속도, 온도, 구역 등으로 나눌 수 있기에 우리는 사고 유형의 실질적인 주요위험 상황을 표 1 과 같이 구분하였고, 이와 같은 유형을 바탕으로 각 유형을 어떤 센서들로 파악할 수 있는지에 대해 분석을 시행하였다.

<표 1> 위험 요소별 실제 상황

위험 요소	실제 상황
쓰러짐(낙하)	작업자가 외부의 충격에 쓰러짐
속도	비정상적인 속도 (빠름/느림)
온도	작업자 주위의 비정상 온도 (높음/낮음)
구역	보안 영역 또는 장비에 대한 접근

쓰러짐과 낙하, 속도의 경우 작업자에게 작용하는 가속도가 갑자기 변화가 발생할 것임으로 가속도, 각 속도 벡터로 파악 가능하고 비정상 온도 상황은 온도 센서, 그리고 비인가 위치 상황은 GPS 또는 BLE 로 현 위치를 탐색하여 파악할 수 있다.

우리는 본 논문에서 그 중에서도 가장 자주 일어나면서 인명 측면에서 중요도가 높은 낙하, 쓰러짐 위험

상황에 대한 이벤트를 생성하기 위한 연구를 진행하였다. 이를 위해서 작업자에게 가속도 센서를 부착하고 위험 상황 발생을 탐지하기 위해서 센싱된 데이터들을 기록하였다. 또한 기록된 데이터를 분석한 결과 초기의 예상대로 낙하나 쓰러짐이 발생하는 작업자의 경우 가속도의 변화량이 걷기 등과 같은 일반적인 상황에 비해서 증가함을 확인 할 수 있었다. 이를 바탕으로 낙하, 쓰러짐에 관한 위험 상황 이벤트를 생성할 수 있는 알고리즘은 (그림 1)과 같다.

```

if acc(t) > thresholdf
  list = acc(from (t) to (t + 3sec))
  if(list.max - list.min) > thresholdf
    event("fall")
  list = acc(from (t + 3sec) to (t + 6sec))
  if list.max < thresholdsf
    event("significant fall")
    
```

(그림 1) 쓰러짐(낙하) 위험상황 이벤트 생성 알고리즘

알고리즘은 최근 3 초이내의 가속도 값의 최소값과 최대값, 그리고 임계값  $threshold_f$ 와  $threshold_{sf}$ 를 입력으로 받아 쓰러짐(낙하)와 쓰러짐 후 회복불능에 대한 이벤트를 결과로 반환한다.

먼저 자유 낙하 또는 넘어질 때  $threshold_f$  이상의 심각한 변화가 발생하면 위험 이벤트를 발생을 준비하고 그 뒤 3 초 이내의 가속도 최대값과 최소값의 차이가  $threshold_f$ 를 초과하면 “Fall” 이벤트를 발생시키고, 이 이벤트 후 3 초 이내까지 가속도의 최대값이  $threshold_{sf}$  이하이면 움직임이 없는 것으로 판단, “Significant Fall” 이벤트를 발생시킨다.

### 3. 실험

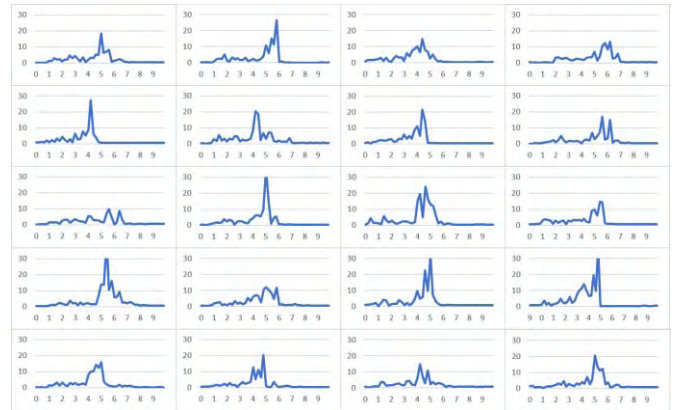
우리는 앞에서 제안한 위험상황 이벤트 생성 알고리즘을 바탕으로 실제 이벤트를 생성 할 수 있는지를 확인 하기 위해서 실험을 진행하였다. 쓰러짐 실험은 산업 현장을 가정하여, 직원이 외부의 충격에 의해 넘어진 뒤 아무 동작이 없는 상황을 표현했다. 이를 위한 실험 공간은 5m \* 5m의 대리석 바닥이며, 넘어지는 공간에는 실험자의 안전을 위하여 운동용 매트 를 설치하였다.

실험 방법은 매트에서 조금 떨어진 곳에서 시작하여, 3 초간 천천히 걸은 뒤 매트 앞에서 갑작스럽게 넘어진 뒤 아무런 미동도 없는 상태를 5 초간 유지하였다. 이 때, 고정된 자세로 넘어지는 실험과 다양한 자세로 넘어지는 실험을 따로 시행하였다. 실험은 평균적인 체구의 여성 2명, 남성 1명을 대상으로 진행하였으며 모든 실험자는 고정된 자세로 20 번, 다양한 자세로 20 번 쓰러졌다.

전체적인 실험 결과를 보면 실험 전 예상과 달리 고정적인 자세와 다양한 자세가 잘 분류되지 않았으며, 넘어진 후의 동작이 없는 상태는 넘어지기 전과 넘어질 때와 비교해서 큰 차이를 보였다. 넘어지기 전 걸어갈 때는 모든 가속도 값의 기하평균이  $\pm 4m/s^2$  안에서 유지되다가 넘어져 바닥에 부딪히는 순

간에 가속도 값이 최대  $18m/s^2$ , 평균적으로  $10m/s^2$  까지 증가하였다. 하였고, 넘어진 후 움직이지 않았을 때 가속도는  $1m/s^2$  이하의 값을 보여주었다.

그림 2 는 여러 실험자 중 한 여성의 실험결과로 x 축은 시간(초)를 의미하고 y 축은 x, y, z 축 가속도 값의 기하평균을 의미한다. 실험 시작 3 초 후가 넘어짐이 발생하는 시각이며 그때 측정된 값이 이전의 값과 비교해서 눈에 띄게 증가하는 것을 확인할 수 있다.



(그림 2) 쓰러짐(낙하) 실험 결과

실험 데이터를 바탕으로 제안한 알고리즘의 입력으로  $threshold_f$  값을  $9.2m/s^2$ ,  $threshold_{sf}$  값을  $1m/s^2$ 로 하였을 때 표 2 와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 전체 실험 중 “Fall” 이벤트만 발생한 경우는 97.5%이고, “Significant Fall” 이벤트까지 발생한 경우는 92.5%로, 5%p의 오차가 존재한다.

이 실험에서 주목할 점은 긍정오류 (False Positive)가 0 이라는 점으로, threshold 값에 의한 오류를 상정해도 낮은 오류를 보였다. 실제 현장에서 거짓 양성에 의한 오 탐지에 대한 비용이 크고, 그 비용을 줄이는 방향에서 의미 있는 결과라고 할 수 있다.

다만 부정오류는 “Fall” 이벤트에서 2.5%, “Significant Fall” 이벤트에서 7.5% 발생하는데 임계치들에 대한 변화로 개선될 수 있을 것으로 판단된다.

<표 2> 제안 알고리즘 적용에 따른 이벤트 생성결과

Total Experiment	120
“Fall” event call	117 (97.5%)
“Significant Fall” event call	111 (92.5%)

### 4. 결론

우리는 본 논문에서 지능형 융합 보안 환경에서 이용자의 위험 상황을 정의하고, 이를 판단하기 위한 센서들에 대해서 조사하였다. 또한 쓰러짐(낙하) 위험 상황에 대한 이벤트를 생성하기 알고리즘을 제안하고 이를 위한 실험과 그 결과를 분석하였다.

실험 결과는 가속도 센서를 바탕으로 쓰러짐(낙하) 위험 상황 이벤트 생성이 충분히 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 향후 정확한 알고리즘으로 개선을 위해서 다양한 실험군을 통해 더 많은 실험을 바탕으로 최적 임계치에 대한 분석이 필요할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 우광제, “융합보안 관점에서 방위산업보안 개념 정립 과 연구동향 분석,” 융합보안 논문지, 제 15 권, 6 호, pp. 69-78, 2015.
- [2] 이동희, 하옥현, “융합보안관제시스템 개선에 관한 연구,” 융합보안 논문지, 제 11 권, 5 호, pp. 3-12, 2011.
- [3] 안황권, “시큐리티 환경변화에 따른 융합보안의 대두 와 물리보안업체의 대응,” 융합보안 논문지, 제 11 권, 5 호, pp. 31-40, 2011.
- [4] 임명성, “융합보안 강화를 위한 정보보안 정책 효과 성 측정도구 개발,” 한국융합학회논문지, 제 5 권, 4 호, pp. 27-32, 2014.
- [5] “IoT 환경에서 멀티 센서를 활용한 지능형 융합보안 플랫폼 연구,” 한국멀티미디어 춘계학술대회 논문집, 제 20 권, 1 호, pp. 312-313, 2017.