

센서를 활용한 건설현장 감성안전의 효용성에 관한 연구

The Effectiveness of Emotional Safety Using PIR Sensors in Building Construction Site

신한우¹ 김광희^{2*} 김태형³ 김태희¹ 최응규⁴

Shin, Han-woo¹ Kim, Gwang-Hee^{2*} Kim, Tae-Hyung³ Kim, Tae-Hui¹ Choi, Eung-Kyoo⁴
Department of Architectural Engineering, Mokpo University, Muan-Gun, Jeonman, 534-729, Korea¹
Department of Architectural Engineering, Kyonggi University, Yeongtong-Gu, Suwon, 443-760, Korea^{2}*
Namyang Construction co. Ltd, Jungheung-dong, Gwangju, 500-878, Korea³
Hoseo University, Cheonan, Chungnam, 330-713, Korea⁴

Abstract

Many Construction companies are making great efforts to prevent accidents on their work sites. Safety is one of the greatest success factors on a construction project. Nowadays, many safety tools are being applied to construction sites. In addition, an emotional safety culture is an important factor for promoting a "safety first" mindset on construction sites. Therefore, this research aims to examine the effectiveness of the emotional safety system using PIR (Pyroelectric Infrared Ray) sensors to improve the safety mindset in the building construction site. The results of this research revealed that many construction site workers are satisfied with the emotional safety system using sensors. In addition it was found that voice safety systems give a positive impulse to the workers. By applying this system to construction sites, construction companies can improve safety and work productivity

Keywords : Emotional safety, Pir sensor, Safety accident prevention

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

한국산업안전보건공단의 산업재해 통계자료에 의하면 2009년 기준 21,604명의 근로자들이 건설현장에서의 안전사고로 인해 다치거나 죽고 있다.[1] 이와 같은 현장을 방지하기 위하여 현장 책임자 또는 관리자는 현장의 안전대책을 수립하거나, 현장의 위험요소를 사전에 방지하기 위해서 수많은 노력을 하고 있지만, 실제로 발생하는 안전사고의 대부분은 근로자의 불완전한 행동이나 부주의한 움직임에 의

하여 발생하게 된다. 이러한 사고를 사전에 줄이기 위해서는 근로자들에 대하여 철저한 안전교육 및 사전에 위험요소를 제거하기 위한 부단한 노력이 필요하다.[2]

건설현장에서의 안전관리는 안전관리자나 현장관리 책임자에 의하여 지속적으로 실시되고는 있으나, 이와 같은 안전관리는 관리자의 측면에서 실시하는 것 일 뿐 실제로 작업자 측면에서의 안전관리가 필요하다고 할 수 있다.[3] 또한 Hong et al.[4]의 연구에서 "재해의 주된 당사자인 작업자들이 자발적으로 안전 활동에 참여하여 활동하여야 실질적인 안전관리의 효율성이 증진 될 수 있다"라고 하였는데, 이것은 안전관리의 주체가 건설현장의 안전관리자나 현장관리 책임자로부터 실제 현장에서 작업을 하는 작업자들로 옮겨져야 한다는 것을 의미한다. 즉 근로자들 스스로가 안전의식을 갖도록 유도하여 작업능률을 향상시키고 근로자들의 불완전한 행동에 대한 위험요소를 스스로 인지하도록 하여 건설현장에서 발생하는 안전사고를 예방하는 대책이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 근로자들의 감성 자극을 통하여

Received : June 21, 2010

Revision received : July 13, 2010

Accepted : July 20, 2010

* Corresponding author:

[Tel: 82-2-390-5393, E-mail: ghkim@kyonggi.ac.kr]

©2010 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

근로자들 스스로가 주체가 되어 안전사고를 사전에 예방하도록, 음성안내 센서를 활용한 감성안전 시스템을 현장에 적용하여 그 효용성을 검증하는데 있다. 음성을 활용한 감성안전 시스템이 현장에서 적용되어 진다면 현장에서는 근로자들 스스로가 감성적인 자극을 통하여 자신들을 위험요소로부터 보호할 수 있으며, 건설사 또한 안전 시스템의 현장 적용을 통하여 안전사고를 예방하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 음성안내 센서를 활용한 감성안전 시스템구축을 위해 적용한 센서는 건설뿐만 아니라 다른 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있는 일반적인 인체감지센서인데, 본 연구에서는 작업자들 위험 지역이나 작업자들에게 위험요소를 알릴 필요가 있다고 판단되는 지역에 접근하였을 경우 음성안내를 하는 시스템을 동작하는데 적용하였다. 그리고 인체감지센서를 이용하여 구축된 시스템에서 흘러나오는 멘트가 작업자들에게 어떤 영향을 주는지를 현장에 감성안전시스템을 설치한 후 작업자를 대상으로 설문조사를 실시하여 그 효용성을 파악해보고자 한다. 그러므로 본 연구를 수행하기 위하여 다음과 같은 절차로 시행하였다.

- 1) 기존 연구문헌을 조사 및 분석을 통하여 건설현장에서의 안전사고를 줄이기 위한 연구의 동향과 건설현장에 감성을 도입하여 안전을 향상시키고자 하는 연구에 대해서 파악하였다.
- 2) 인체감지센서를 활용한 음성안내시스템을 건설현장에 도입하기 위해 필요한 센서의 전반적인 사항들을 고찰하였다.
- 3) 개발된 인체 감지 음성안내시스템을 현장에 직접 설치하고, 이 시스템을 경험한 작업자를 대상으로 설문조사를 실시하였다.
- 4) 작업자를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 통하여 인체 감지 음성안내시스템에 대한 만족도 및 활용성에 대한 분석을 실시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 기존문헌 고찰

건설현장의 안전사고를 줄이기 위한 안전관리체계 건설현장의 감성안전 도입 및 안전사고 개선 방안에 대한 기존 문헌을 분석하면 Table 1과 같다.

Table 1과 같이 안전사고예방에 관한 기존 연구는 대부

분 사고사례를 분석하여 현실적인 적용가능성에 대한 검토과정 없이 안전사고예방을 위한 개선방안의 필요성에만 초점을 맞추고 있다고 볼 수 있다. 또한 대부분 관리적 측면과 제도적 측면의 개선방안과 물적 및 인적손실 저감에 대한 연구들로 이루어지고 있다.

본 연구에서와 같이 센서를 활용하여 건설현장에서 위험요소를 인지하고 대처할 수 있는 연구역시 Abderrahim et al.[5]과 Kim et al.[6]에 의해서 수행되지만 이는 장치 시스템에 초점이 맞추어져 있으며, 실제로 현장의 근로자들이 공사 중 위험에 대해서 감성적으로 인지하는 부분에 대한 연구는 미흡하다.

따라서 건설현장에 근로자의 감성안전을 자극하기 위하여 적용한 장치가 실제적으로 근로자의 감성안전의식을 어느 정도 자극하는지에 대한 검토를 통하여 그 효용성을 검증할 필요가 있다.

Table 1. Literature review

Author	research summary
Ahn [7]	this study conducted a comparative study on the safety organizations in major countries of which revealed much lower injury indices than those of our country.
Hong et al.[4]	Proposed action plans for key factors to find safety activities
Kim and Yun [8]	Construction site accidents of the type of analysis and safety improvements proposed
Son [9]	Efficient management of field operations and present a basis for system construction
Kim [3].	Through the improvement of working environment, establish an advanced safety culture suggested by the accident prevention
Kim [6]	Using complex sensor equipment, the applicability of the safety management experiments
Abderrahim[2]	how to deal with accidents is presented. by using the helmet sensors
Huang and Hinze [10]	Construction materials of the present status of workers and the cause of the crash analysis
Chi et al.[5]	Analyzing crash factors and the preventive measures carried out

2.2 감성안전의 개념

감성이란 사전적 의미는 ‘자극 또는 자극의 변화에 대하여 감각, 지각이 일어나는 능력, 즉 감수성’이며 철학적 정의는 ‘오성(悟性)과 함께 지식을 구성하는 독립적인 표상 능력, 대상으로부터 촉발되어 표상을 얻게 되는 수동적 능력’이다.[11] 그리고 공학적 의미에서의 감성은 ‘외부의 물리적 자극 즉, 제품이나 환경에 대한 감각으로서 지각으로부터 인간의 내부에 야기되는 복합적인 지적, 정서적, 심미적인 체험’을 의미하는 것이다.[12]

감성안전이란 근로자들이 자발적으로 안전의식을 인식하도록 함과 동시에 인간적인 감성을 일깨워 스스로 안전사고 예방을 실천하도록 하는 것을 의미한다.[3]

2.3 음성안내센서의 개념

감지기(Sensor)란 감지한 정보를 인간의 두뇌에 해당하는 정보 처리부에 전달, 판단을 내리는 기술이다. 감지할 수 있는 물리량은 자기·변위·가시광선·적외선·초음파·마이크로파·자외선·방사선·x선 등 20여 종에 이른다. 감지기가 사용되는 영역은 주로 에너지 절약·자원절약·공해방지·생산부문의 고 효율화·정밀화, 주택·사무실의 각종 기기의 고성능화·교통통제의 고도화·재해방지 시스템의 효율화 등 사회 각 부분의 요구를 충족시키기 위한 정보 수집의 중심이 되는 기기로 활용 되어 지고 있다.

본 연구에서 적용한 센서는 음성안내센서로 이 센서는 인체에 열을 받아들이는 열감지 센서라 할 수 있다. 즉, 사람이 접근하면 센서가 열을 인식하여 회로작동을 통해서 스피커로 각 상황에 맞는 안내 방송 멘트가 음성으로 나오도록 하는 방식이다.

3. 음성안내센서 현장설치

3.1 음성안내센서 설치

본 연구는 건설현장의 근로자들 스스로에게 감성을 자극하기 위하여 현장작업시 발생할 수 있는 위험요소에 대해서 음성을 통하여 예시시켜줌으로써 안전사고를 방지하는데 있다. 그러므로 본 실험은 현장에서 근로자들이 음성을 듣고 반응할 수 있도록 음성안내센서를 현장에 설치하여 음성안내장치에 대해 근로자들이 현장에서 보이는 반응 및 효과를 검증하고자 하여 다음과 같이 수행하였다.

본 실험이 실시된 대상 현장은 건설골조공사가 진행되고

1) 오성(悟性) : 사물을 이해하는 힘, 이성과 감성과의 중간에 위치한 논리적 사유의 능력

있는 200세대 규모의 공동주택 현장에서 실시하였다. 현장에서 작업을 수행하고 있는 작업자 중 본 음성안내장치를 경험한 작업자에 대하여 설문을 실시함으로써 그 효과를 간접적으로 검증하고자 하였다. 실험에 사용된 음성안내센서의 작동 원리는 감지기가 인체에서 발생하는 열을 감지한 후 회로작동을 통해 스피커로 각 상황에 맞는 안내 방송 멘트가 나오는 방식으로 감지기의 최대 감지범위는 130°이며 감지거리는 5~7m 이내이다. 본 실험에서는 감지기의 각도조절을 통해 감지범위를 100° 이내로 축소하고, 감지거리 또한 3m 이내에서 인지하도록 하였다. 이는 감지기 주변에서 근로자들이 단순히 이동·작업 시 불필요한 음성안내 멘트가 출력되는 것을 미연에 방지하기 위함이다. 본 실험의 개요 및 열 감지 음성안내센서는 Table 2와 같다.

Table 2. Installation place and pir sensor outline

test period	2010. 02. 1 ~ 2010. 02. 28			
installation place	frame work site in apartment house			
	composition			
	sensor		speaker	
	sensing the worker's temperature		after sensing the worker, output the voice	
PIR sensor	sensing area	maximum 130°	Zone A	entrance in work space
	sensing distance	within 5~7m	Zone B	risk expected site
	maximum separation distance from the speaker	within 30m	Zone C	cafeteria and education site

3.2 설치 Zone 구획

음성안내센서의 다양한 활용도를 분석하기 위해서 크게 3개의 Zone으로 나누어 센서를 설치하여 실험을 실시하였다. 첫 번째 실험구역인 Zone A의 음성안내센서는 Figure 1과 같이 설치하였는데, 그림에서 확인 가능한 바와 같이 현장 출입구 지역에 설치하였다. Zone A에 설치한 안내센서에서는 현장에 출입하는 작업자에게 출입 인사말과 금일의 날씨 정보를 알려주었는데, 음성안내센서에 설정하여 안내하는 멘트는 ‘안녕하십니까? 즐거운 하루 되십시오. 금일최고온도는 00° 최저온도는 00° 입니다’ 로 설정하였

다. 이와 같은 안내 멘트를 통하여 현장에 출근하는 근로자들을 반갑게 맞이하는 느낌을 부여하여 하루 일과를 즐겁게 수행하도록 하고자 하는 것이었다.



Figure 1. Installation place : Zone A

두 번째 실험구역인 Zone B에 설치한 안내센서는 Figure 2와 같으며, 설치위치는 건설현장에서 발생하는 사고 중 낙하 및 비래에 위험 높고 작업자들의 통행이 가장 빈번한 리프트 출입구에 설치하였다. Zone B에 설치한 안내센서에서는 “낙하물 위험지역입니다. 안전에 유의 하십시오”라는 안내 멘트가 나오도록 설정하였다. 이와 같은 안내 멘트를 통하여 현장에 출근하는 근로자들이 위험에 대해서 인지하여, 낙하물에 대한 인지를 할 수 있도록 하고자 설치하였다.

Zone B가 건설현장에서 위험도가 가장 높은 곳이라고 할 수는 없으나 작업자의 통행이 빈번하고, 본 감성안내센서를 많은 작업자가 경험할 수 있어 이에 대한 효과를 검증하기에는 적절한 장소로 판단하여 리프트 출입구를 선택하였다.



Figure 2. Installation place : Zone B

마지막 세 번째 실험 구역인 Zone C에서는 건설공사현장의 식당과 안전교육장 입구에 설치하였다. 작업현장의 위험한 장소에서 벗어나 작업자들의 긴장이 늦춰진 것을 대비해 작업현장으로 재 진입시 “맛있는 식사 하셨습니까? 안전모를 착용 하십시오. 안전관리를 항상 생활화 합시다”

로 설정하였고, 안전교육장에서는 “교육은 잘 받으셨습니까? 안전모를 착용 하십시오 안전관리를 항상 생활화 합시다” 안내방송이 출력되도록 미리 설정하여 본 실험을 실시하였다. 이와 같은 안내 멘트를 통하여 작업자들은 안전모의 착용 여부의 인지와 안전관리에 대한 인지를 하도록 감지기를 설치하였다. Zone C의 음성안내센서를 설치한 사진은 Figure 3과 같다.



Figure 3. Installation place : Zone C

4. 효과분석

4.1 설문 개요

설문조사는 건설현장에 음성안내센서를 적용함으로써 인해 작업자들의 위험요소에 대해서 인지하여 사전에 주의를 함으로써 자발적인 안전의식을 고취시키며, 작업능력향상을 기대할 수 있는가의 여부와 본 실험에 사용된 센서의 향후 개선사항을 분석하기 위한 문항으로 구분하여 설문을 실시하였다.

또한 실험기간 중 실험대상 현장의 주 공정은 골조공사 진행중이었으며, 현장의 작업자의 수는 30여명이었다. 따라서 본 설문은 실험 기간 중 단 한번이라도 음성안내센서를 접해본 작업자 30명을 대상으로 직접 대면하여 본 설문의 목적과 취지에 대한 설명하고 설문 조사를 실시하였다.

설문분석 방법은 Table 3과 같이 각 문항에 답한 항목별로 백분율로 환산하거나 5점 등간척도²⁾를 이용하여 ‘매우 필요하다(5점), 필요하다(4점), 보통이다(3점), 필요하지 않다(2점), 매우필요하지 않다(1점)’ 각각 부여하고 각 항목당 부여된 점수를 반영하여 100점으로 환산하였다.

2) 등간척도 : 측정대상을 그 속성에 따라서 서열화하는 것뿐만 아니라 서열간의 간격이 동일(equal interval)하도록 수치를 부여하는 척도법이다

Table 3. Survey investigating factors

$$M(\text{index}) = \frac{[(Na \times 1) + (Nb \times 2) + (Nc \times 3) + (Nd \times 4) + (Ne \times 5)] \times 20}{N}$$

- M(index) : converted to 100 point ($0 \leq M(\text{index}) \leq 100$)
- Na : unnecessary
- Nb : not necessary
- Nc : normal
- Nd : necessary
- Ne : very necessary

4.2 설문결과 분석

4.2.1 안전사고 예방에 관한 새로운 방안 도입 여부

작업현장의 새로운 안전관리 방안에 대한 필요성 여부를 묻는 질문에 대한 설문 결과는 Figure 4와 같다. 긍정적인 대답 93.3%(28명), 부정적인 대답 6.7%(2명) 총점 78점으로 대부분의 작업자들은 기존의 작업환경 및 안전관리 방식에서 벗어날 필요성이 있다고 응답하였다.

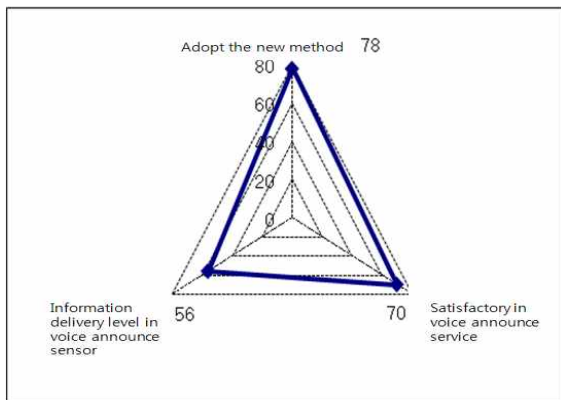


Figure 4. Is it necessary to change the Safety management method?

이어 본 실험에서 제안하였던 음성안내센서의 전반적인 만족도는 76.6%(23명)가 긍정적인 대답을 해주었으며 23.4%(7명)가 부정적인 응답비율을 보이며 총점 70점으로 대체로 우수하게 평가하고 있었다. 하지만 음성안내센서의 정보전달 수준에 대한 질문에는 60%(18명)의 긍정적인 응답과 40%(12명)의 부정적인 응답이 총점 56점으로 비교적 낮은 평가가 이루어 졌는데 이는 설치 장소가 소음에서 자유롭지 못한 위치에 설치된 일부의 감지기가 작업현장의 소음으로 인해 음성안내센서의 스피커에서 출력되는 안내 멘트가 작업자에게 제대로 전달되지 못했던 것으로 사료된다.

또한 새로운 안전관리가 필요한 영역에 대한 질문에 대한 응답은 Figure 5와 같다.

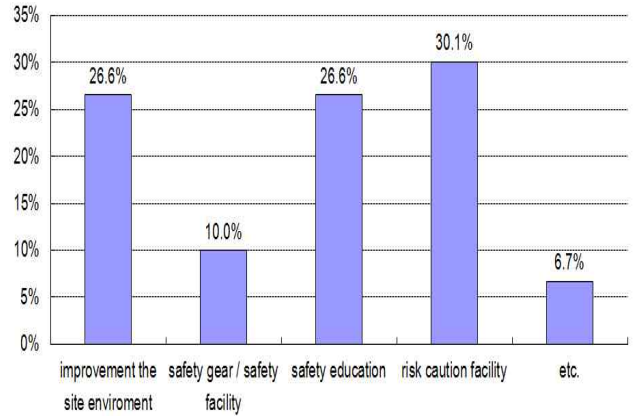


Figure 5. Where is the new safety management needed?

전체 설문 응답자 중에서 작업현장의 새로운 안전관리 방안이 필요하다고 응답한 93.3%(28명)은 위험경고 시설물, 작업장 환경개선, 안전교육부분에서 전체응답의 83.3%가 기존의 방식에서 벗어난 새로운 방안 모색이 필요하다고 응답하였다. 마지막으로 기타의견으로 6.7%를 차지하였다. 기타의견으로는 형식적인 안전관리 보단 현실적인 안전관리를 지적하여주었으며, 관리자들의 재촉하는 언어사용과 작업자들의 안이한 태도에 대한 변화의 필요성이 있다고 답변하였다.

4.2.2 음성안내센서의 장·단점

본 실험에 사용된 음성안내센서의 장점에 대한 설문분석 결과는 Figure 6에 제시한 바와 같은데, 설문을 분석한 결과 안전의식 고취에 효과가 있었다는 의견이 40%로 가장 높게 나타났으며, 사고위험 인자에 대한 재인지를 하였다라는 답변이 26.6%로 나타났다.

이는 음성안내센서가 작업자들에게 위험에 대한요소를 재 인지시켜주는 과정이 기존의 안전교육을 통해 습득하고 있었지만 인간의 간결성의 원리³⁾로 인하여 망각하고 있던 작업자의 인식을 다시금 일깨워 주는데 효과가 있었음을 알 수 있다. 그다음으로 작업능률 향상에 16.7%, 작업동기 부여에 대한 응답으로는 13.4%를 차지하고 마지막으로 기타 3.3%로 나타났다.

3) 간결성의 원리: 인간의 심리활동에 있어서 최소 에너지에 의해 어느 목적에 달성하려는 경향.(착각, 착오, 생략 등)

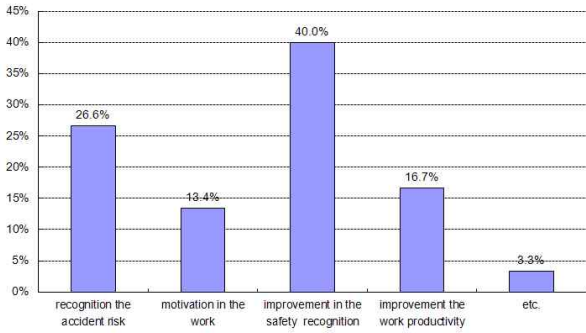


Figure 6. The strong points in voice announce sensor

Figure 7은 향후 음성안내센서가 건설현장에 도입이 될 경우 개선사항을 묻는 질문에 대한 응답을 분석한 결과이다. 본 실험을 수행하기 전에 예상되었던 작업 활동간 간섭이나 작업현장 주위 혼란은 미리 음성안내센서의 각도를 조절했던 과정이 효과가 있었음을 알 수 있다. 응답 비율 중 가장 높은 비율은 기타 의견으로서 53.4%를 차지하였는데, 기타의견으로서는 “6명은 음성센서의 출력소리가 작아 들리지 않았다.” “4명은 음성센서에서 나오는 메시지가 맘에 들지 않았다.” “2명은 음성센서의 작동으로 인해 깜짝 놀랐다고 했다.” 1명은 설치장소의 부적당함을 지적하였고 3명은 응답하지 않았다. 그다음으로 반복적인 안내방송으로 인한 지루함이 26.6%, 불필요한 안내방송이라고 답한 작업자가 13.4%였다.

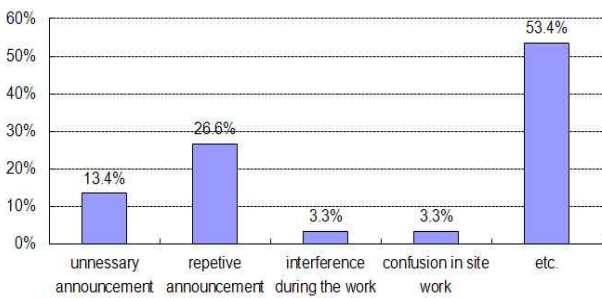


Figure 7. Areas for improvement in voice sensor

음성안내센서의 가장 효과적인 설치 장소를 묻는 질문에 대한 답변을 분석한 결과는 Figure 8과 같으며, 작업자들이 답한 가장 효과적인 설치장소로 선택한 곳은 ‘각 작업장의 입구에 설치하여 환영객이나 외지 방문객이 공사현장 출입 시 사용하면 좋을 것 같다’ 라고 40%가 답변하였다. 이와 동일하게 사고발생 다발지역 또한 40%로 가장 큰 응답 비율을 나타냈다. 시공기기 및 자재 취급지역에 설치하여 안전관리를 하자라고 13.4%가 응답해주었으며 위험물

저장지역에 설치하여 위험물 저장지역의 각별한 안전관리를 하자라고 3.3%가 응답해주었다. 마지막으로 기타의견 1명은 “옥외 작업 공간 또는 고소 작업 시 안내 메시지를 보내주면 좋을 것 같다”라고 하였다.

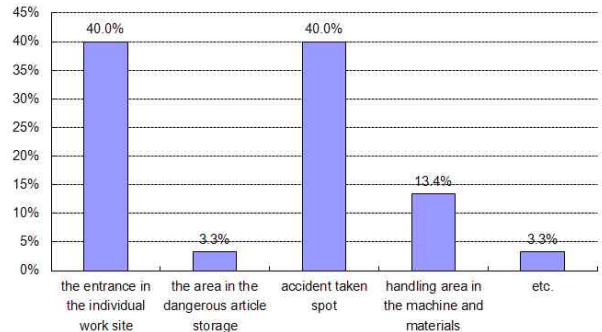


Figure 8. The most effective Installation place

5. 결론

본 연구는 음성안내센서를 활용하여 건설현장의 근로자들의 감성적인 자극을 주어서 사전에 위험요소를 인지하고 이에 대해서 사전에 주의를 기울여 안전사고를 예방하는 것을 목표로 그 효과를 검증하기 위하여 연구를 실시하였다. 즉 작업자들의 안전의식을 고취시켜 불안정한 행동에 대한 위험을 작업자 스스로가 능동적으로 예방하여 안전사고율을 낮추고 작업능률을 향상시키기 위한 새로운 방안의 일환으로 음성안내센서 프로타입을 개발하여 장비의 현장 적용 타당성과 개선 방안을 알아보고자 한 연구이다.

본 연구의 결과 음성안내센서는 작업자들에게 음성으로 위험요소를 재인지 시켜주는 과정을 통해서 사고위험에 대해 예방효과가 있는 것으로 안전의식 향상에 대해서는 긍정적인 측면을 보였다. 또한 음성안내센서 프로타입은 본 실험에서 실시한 용도 이외에도 설치장소 및 음성 변경을 통해서 건설현장의 주 공정 진행 상황을 알려주거나, 작업환경의 정보를 알려주는 등 그 활용범위가 광범위 할 것으로 사료된다. 그리고 음성출력소리가 작거나, 같은 멘트의 반복적인 출력 등 몇몇 문제점들은 차후 음성센서 개발 시 충분히 보완되고 개선할 수 있는 부분으로 판단된다.

본 연구 결과를 바탕으로 향후 건설현장의 작업자 중심의 실제 현장 적용 테스트와 피드백을 통해 감성안전장비가 실질적으로 활용되고 적용된다면, 건설현장에서 발생하는 위험요소에 대해서 근로자들 스스로가 수동적이 아닌

능동적인 주체가 되어서 안전사고에 대비하여 안전사고율을 낮추고 작업환경과 작업능률을 향상시켜 건설 산업의 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2009년도 경기대학교 학술연구비 (일반연구과제) 의 지원을 받아 연구되었습니다.

요 약

건설현장에서 안전사고 발생을 최소화하기 위해서 많은 건설회사들은 최선을 다하고 있다. 또한 안전은 건설 프로젝트의 성공을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나이다. 최근 많은 안전도구들이 건설현장에서 적용되고 있고, 또한 감성안전문화는 건설현장에서 안전의식을 증진시키는 중요한 요인이다. 그러므로 본 연구의 목적은 건설현장에서 안전의식을 향상시키기 위한 감성안전센서의 효과를 고찰하는 것이다. 본 연구에서 많은 건설현장 작업자들은 센서를 사용한 감성안전에 대하여 만족하고 있는 것으로 나타났고, 또한 음성안내 시스템은 작업자들에게 긍정적인 자극을 줄 수 있을 것이다. 따라서 본 음성안내센서를 건설현장에 적용하면 건설회사들은 안전과 작업생산성의 향상을 가져올 수 있을 것이다.

키워드 : 감성안전, 센서, 안전사고예방

References

1. Korea occupational safety & health agency[Internet], accident rate in construction, 2009, Available from: [http://www.kosha.or.kr/]
2. M. Adberrahim, E. Garcia, R. Diez, & C. Balaguer, A mechatronics security system for the construction site, *Automation in Construction*, 2008;14(4):460-466.
3. Kim, Joon-Ho. A disaster precaution and efficiency improve of labor by promotion of Emotional Safety Culture of laborer. *Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management*. 2006;11:473-477.
4. Hong Jung-Suk, Bae Dae-Kwon, Kim Jae-Jun. A Safety Management activity improvement in construction sites through analysis of success factors. *Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management*. 2005;6(5):148-155.
5. Chi C. F., Chang T. C., and Ting H. I., Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry, *Applied Ergonomics*, 2005;36:391-400.
6. Kim Joo-Heon, Lee Ung-Kyun, Cho Hun-Hee, Kang Kyung-In. The utility test of the device based on hybrid sensors preventing fall Accidents. *Journal of Architectural Institute of Korea*. 2007;27(1):753-756.
7. Ahn Hong-Seob. A Study on the Improvement of the safety organizations for construction projects. *Journal of Architectural Institute of Korea*. 2005;231(9):137-144.
8. Kim Chang-sub, Yun Seok-Heon. The improvement program for the shedding of blood star analysis and a prevention of construction accident. *Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management*. 2006;11:199-202
9. Son Chang-Baek, Kim Byeong-Lae, Improvement of the field management work and operation system in the apartment construction, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 2006;22(6):165-172.
10. Huang X. and Hinze J., Analysis of construction worker fall accidents, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2003;129(3):262-271.
11. Park Hung-Gul, A study on the influence of the customer's selection from the products emotional factors [Master dissertation]. Kookmin University; 1997.
12. Kwon, O Yu, A study on the package design approach on sensitive [Master dissertation]. graduate school of industrial art: hongik university; 1995.