지능형 영상분석 시스템이 작업자 안전의식 및 행동에 미치는 영향

<u>장 현 성*</u> *서울과학중합대학원 경영학과

The Impact of the Safety Awareness & Performance by the Intelligent Image Analysis System

Hyun Song Jang*

*Dept of Business Administration, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies

Abstract

The study examined the relationship between workers' safety awareness, safety performance and the components of the intelligent image analysis system in accordance with preventing the workers from safety hazard in dangerous working area. Based on the safety performance model, we include safety knowledge, safety motivation, safety compliance and safety participation, and we also define three additional factors of the intelligent image analysis system such as functional feature, penalty and incentive by using factor analysis. SEM(Structural Equation Modeling) analyses on the data from the total of 73 workers showed that functional feature of intelligent analysis system and incentive were positively related to safety knowledge and safety motivation. And mediation effects of the relationship were verified to safety compliance and safety participation through safety knowledge as well.

Keywords: Safety Performance, Safety Knowledge, Safety Motivation, Safety Compliance, Safety Participant, Intelligent Image Analysis System

1. 서 론

최근 안전작업 사고 예방을 위한 지능형 영상분석 시 스템이 주요 위험작업 지역에 설치되어 운영되고 있다.

지능형 영상분석 시스템은 기존 아날로그 CCTV 방식에서 볼 수 없었던 것으로 인공지능 기반 영상분석기술을 활용하였다. 위험지역에서의 안전작업 시 작업자의 안전규정 위반이나 위험행동을 실시간으로 모니터링 하고 작업자 쓰러짐이나 달리기 등 위험상황 발생 시 사전 설정된 감지 알고리즘에 의해 알람을 발생

시켜 방재센터나 중앙감시반에서 상황에 따라 즉각 대응할 수 있도록 구성된 시스템이다[1].

지능형 영상분석 시스템을 통하여 방독면 미착용 등의 안전행동 규정 위반이 감지되면 지능형 영상분석 시스템의 알람이 발생하면서 모니터링 요원이 방송을 통하여 현장의 위반사항을 시정하도록 조치하도록 하였다. 작업자 규정위반이 발생할 경우, 해당 작업자 및 위반사항을 파악하여 재발방지 서약서 징구, 교육, 출 입정지 등의 페널티 프로그램이 연동되어 있어 작업자 인식 변화에 따른 사고 예방 효과도 기대된다. 현재 지능형 영상분석 시스템으로 감지하는 안전작업 관련된 작업자 행동 감지 알고리즘은 위험지역에서의 달리기, 쓰러짐, 보호구 미착용, 이종복장, 위험물굴리기, 위험물 던지기의 여섯 가지다. 주로 가스나 화학물질 등 유독물을 취급되고 있는 지역에 설치되어운영하고 있으며 방재센터와 함께 환경안전/인프라 중앙감시반에서 24시간 모니터링하고 있다.

본 사례는 세계적 규모의 디스플레이 생산라인의 Gas/Chemical Room 등 주요 위험지역에 지능형 영상 분석 시스템으로 2013년 6월부터 구축하고 지속적으로 적용범위를 확대하고 있다.

지능형 영상분석 시스템과 작업자 안전의식 및 안전행동 요인 간 분석에 앞서 지능형 영상분석 시스템 현황에 대해 설명하고자 한다. 전체적인 지능형 영상분석 시스템의 개념적인 구조는 [Fig. 1]과 같다.



[Figure 1] Conceptual diagram of the intelligent image analysis system.

안전작업과 관련된 동작감지 알고리즘은 위험지역에서 작업자의 위급한 상황을 감지하기 위한 달리기, 쓰러짐과 작업규정 준수 여부를 감지하기 위한 방독면 미착용, 이종복장 그리고 위험물 굴리기와 밀기 동작을 감지하도록 구성되어 있다. 이종복장은 동일 작업 장소에서 위험도가 높은 작업 기준으로 보호구를 착용하기위한 것이며, 위험물 굴리기와 밀기는 화학물질 저장용용기를 작업 규정에 명시된 지게차나 대차를 이용하지않고 작업자 임의로 부주의하게 운반하다 발생할 수있는 사고를 예방하기 위한 것이다.

방재센터나 중앙감시반에서 24시간 모니터링 하는 것은 기존 아날로그 CCTV 모니터링 방식과 같지만, 영상정보를 시스템에서 분석하여 상황발생시 자동으로 알람을 발생시켜 감시자가 현장을 즉각 제어할 수 있 고, 조치 내용에 따라 시스템에 해당 내역을 입력하여 페널티나 인센티브를 관리할 수 있도록 개선되었다.

이렇게 지능형 영상분석 시스템으로부터 감지된 안

전작업 위험 행동은 관제센터에서 24시간 모니터링하며 상황발생시 즉각 조치하는 한편 안전규정 위반자에 대해서는 관련 프로세스에 의거, 페널티를 부여한다. 옥상이나 반입구 등 위험지역 특성에 따라 침입, 도난, 방치, 화재 등의 알고리즘도 병행하여 운영하고 있는데 안전사고 예방에 대한 중요성이 부각되면서 최근 그범위가 확대되는 추세이다.

도입 초기에는 작업자 행동 감지 알고리즘의 정확도 부족으로 인한 감지 오류의 발생, 모니터링 요원의 교육 부족, 작업자의 인식 부족, 표준 업무프로세스 부재등의 원인으로 정착에 어려움이 많았다. 도입 후 오랜기간 동안 행동 감지 알고리즘을 개선하고 관련 표준 및 업무 프로세스를 수립하여 작업자 교육을 실시하고 안전규정 위반자에 대해서는 철저한 사후관리를 하면서 가성도 많이 줄었고 업무 프로세스가 안정적으로 운영되면서 작업 현장의 모습도 많이 달라졌다.

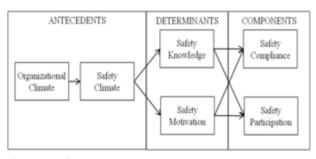
특히 작업자의 경우, 안전작업 위반시 페널티 규정에 따라 제재가 가해지면서 모니터링 요원에게 데이터 삭제를 요구하는 등, 불만이 많았다. 그럼에도 불구하고 경영진의 강력한 의지로 안전작업 규정 위반자에 대한 사유서 및 재발방지 서약서 징구, 사업장 출입정지 등의 강력한 페널티가 함께 운영되면서 안전작업 위반건수가 줄어들었다. 더 나아가서는 안전보호구 착용 등과거 불편하게 여겼던 안전작업 규정을 점차 당연한 것으로 받아들이는 경향이 두드러지게 나타났다. 지능형 영상분석 시스템이 작업자 안전의식 및 안전행동에 미치는 영향의 파악을 위하여 설문 진행 과정에서 인터뷰한 여러 작업자 및 관련자들도 지능형 영상분석시스템 도입 후, 실제로 위험작업 현장의 모습이 많이 달라졌다고 언급하는 사람이 많았다.

지능형CCTV시스템 구축/운영으로 안전작업 규정 위 반이 감소하는 등 긍정적인 효과로 향후에도 지속적으 로 확대 예정이다. 이에 따라 경영진 설득을 위한 객관 적 타당성 확보를 위하여 위험작업 지역에서의 안전작 업 모니터링에 도입되어 효과를 보이고 있는 지능형 영상분석 시스템은 작업자의 안전의식과 행동에 어떤 방식으로 영향을 주는지 기존 연구를 찾아보았으나 지 능형CCTV시스템의 구성요인에 대한 연구 및 작업자 의 안전의식 및 안전행동 간 어떤 영향을 미치는지에 대한 기존 연구는 찾기 어려웠다. 직장에서의 안전의식 이나 안전행동에 대한 기존의 연구는 안전경영이나 심 리학이나 경영관리 측면에서 조직적인 풍토나 경영진 의 의지, 안전교육, 개인적인 성향, 안전의식의 동기요 인이나 실천요인 간의 관계를 규명하는데 초점이 맞추 어져 있었다[2]. 그러나 안전의식이나 안전행동에 대한 기존 연구는 조직적 풍토나 교육, 개인적인 성향, 안전 의식 및 안전행동 위주로 지능형CCTV 시스템과 안전 의식, 안전행동간 연구는 부족한 현실이다.

문제 해결을 위하여 본 논문에서는 지능형 영상분석 시스템의 안전의식 및 안전행동과 관련된 구성 요인을 사용자 설문조사를 통하여 도출하고, 도출된 구성요인 과 작업자 안전의식 및 안전행동 주요 요인 간에 어떤 관계가 있는지 살펴보고자 한다.

2. 관련연구 및 연구방법

Neal과 Griffin은 조직에서의 안전풍토와 안전의식, 아전행동 요인간의 관계를 안전수행모델(Safety Performance Model)을 개발하고 실증 분석하였다 [3]. 그들이 제안한 안전수행모델은 여섯 개의 요인으 로 구성되어 있는데 먼저 조직적 풍토(Organizational Climate) 요인은 선행 연구에서 밝혀진 요인으로 구성 되었고, 조직 내 안전에 대한 풍토(Safety Climate) 요인을 조사하여 선행(Antecedents)요인으로 구분하 였다. 안전지식(Safety Knowledge) 요인과 안전동기 (Safety Motivation) 요인을 결정(Determinants) 요 인으로 구분하였으며, 안전준수(Safety Compliance) 요인과 안전참여(Safety Participation) 요인을 구성 (Components) 요인으로 구분하였다[Fig. 2].



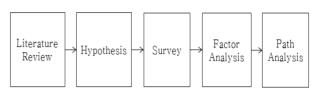
[Figure 2] Safety Performance Model (A. Neal et al., Satefy Science 34, 2000, pp. 99–109).

여기서 안전지식은 업무수행 시 안전과 관련된 사항을 잘 알고 있는지에 대한 질문의 결과 요인으로 이루어진 항목이며, 안전동기는 업무수행 시 안전이 매우중요하다고 믿는지에 대한 질문의 결과 요인으로 이루어진 항목이다. 안전준수는 업무수행 시 안전 절차를꼭 따르는지 등의 질문에 대한 결과 요인으로 이루어진 항목이며 안전참여는 업무 영역에서 안전을 향상시키기 위한 활동에 자발적으로 참여한다는 등의 질문에 대한 결과요인으로 이루어진 항목이다.

추가로 지능형 영상분석 시스템의 구성요인을 파악

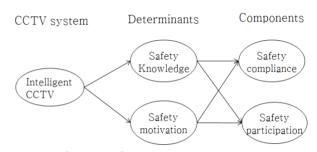
하기 위하여 영상분석 시스템의 구성 요소, 즉 기능적 인 측면과 인센티브와 페널티 등 프로세스와 관련된 질문을 추가하였다.

Neal과 Griffin의 연구 모델을 활용한 지능형 영상분 석 시스템이 작업자 안전의식 및 행동에 미치는 영향 을 분석하기 위한 연구방법은 [Fig. 3]과 같다.



[Figure 3] Research process.

앞서 언급한 Neal과 Griffin의 기존 연구에 기반을 둔 연구가설 모형은 [Fig. 4]와 같다.



[Figure 4] Hypothesized model.

안전의식이 안전행동에 영향을 주는 관계, 즉 안전지 식과 안전동기가 안전준수나 안전참여에 영향을 미치 는 것은 선행 연구된 다른 여러 논문에서도 다양한 환 경 및 조직에서의 안전수행 모델 실증 분석을 통하여 검증되었다[4-5].

본 논문에서는 Neal과 Griffin의 연구 모델을 활용하여 선행연구에서 밝혀진 안전지식, 안전동기 및 안전준수, 안전참여 요인을 활용하고, 지능형 영상분석 시스템 구성요인을 추가로 도출하여 도출된 인자들이 작업자 안전의식 및 안전행동에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고자 한다.

선행연구를 바탕으로 안전지식과 안전동기, 안전준수 및 안전참여 등 기존 연구에서 밝혀진 요인과 지능형 영상분석 시스템의 구성 요인간의 관계를 분석하기 위 하여 다음과 같이 가설을 수립하였다.

- H1. 지능형 영상분석 시스템 구성요인은 안전지식과 안전동기에 영향을 미칠 것이다.
- H2. 안전지식과 안전동기는 안전준수와 안전참여에 영향을 미칠 것이다.

H3. 지능형 영상분석 시스템 구성요인은 안전지식과 안전동기를 통한 안전준수 및 안전참여에 영향을 미칠 것이다

연구가설을 검증하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 위험지역 안전작업과 관련 있는 사내 임직 원 및 협력사 임직원 300명을 대상으로 배포되었으며, 그중 73명이 응답하여 24.3%의 회수율을 보였다. 설 문지 질문 내용은 [Table. 1]과 같다.

[Table 1] Questionnaire

실군양곡
v1. 나는 내 업무의 안전한 수행 방법에 대해 잘 알고 있다.
v2. 나는 내 업무와 관련된 안전장비 및 안전업무 규정을 잘 알고 있다.
v3. 나는 내 업무 영역의 안전성 지속 및 향상 방법을 잘 알고 있다.
v4. 나는 업무 시 안전이 매우 중요하다고 생각한다.
v5. 나는 업무 시 사고 방지를 위해 필요한 노력을 해야 한다고 생각한다.
v6. 나는 안전한 업무 수행 방법을 동료에게 알리는 것도 중요하다고 생각한다.
v7. 나는 업무 시 안전이 최우선이라고 확신한다.
v8. 나는 안전규정 준수로 업무가 지체되더라도 안전규정을 꼭 준수한다.
v9. 나는 능숙한 업무라 할지라도 안전규정을 꼭 준수한다.
v10. 나는 업무 영역에서 안전 관련 개선안을 제안하는 편이다.
v11. 나는 업무 시 안전 향상을 위해 노력하는 편이다.
v12. 나는 업무 영역에서 안전 관련 개선을 위한 일에 자원하는 편이다.
v13. 나는 지능형 영상분석 시스템이 안전 규정을 준수하는지 모니터링 하는 것을 잘 알고 있다.
v14. 나는 지능형 영상분석 시스템이 모션감지 기능이 있다는 것을 잘 알고 있다.
v15. 나는 방송시스템을 통해 위험 발생 시 통제할 수 있는 것을 잘 알고 있다.
v16. 나는 패널티 규정으로 인해 안전규정을 더 철저하게 인지하게 되었다.
v17. 나는 업무 시 패널티를 당하지 않기 위해 안전규정을 꼭 준수한다.
v18. 나는 패널티 규정을 동료에게 알리고 안전규정을 준수하도록 돕겠다.
v19. 나는 인센티브 규정이 있다면 안전규정을 더 철저하게 인지할 것이다.
v20. 나는 인센티브가 있다면 안전규정을 더 철저히 준수할 동기부여가 될 것 같다.

73명의 응답자 중 성별은 남성 63명, 여성 10명으로 남성이 절대적으로 많았으며, 직급은 수석 1명, 차장 3명, 책임/과장 13명, 대리 9명, 사원 37명의 분포를 보였다. 응답자의 직무는 화학물질관리, 안전관리, 방재관리, 설비운영, 수질관리, 전력운영, 인프라 설비관리, 소방 등 다양한 부서에서 수집되었다.

3. 데이터 분석 및 연구모델

v21. 나는 업무 시 인센티브를 받기 위해 안전규정을 꼭 준수할 것이다

기존 연구에서 사용된 안전지식, 안전동기, 안전준수, 안전참여와 관련된 12개 설문 항목과 지능형 CCTV시스템의 구성요인을 도출하기 위 9개 설문 항목을 더하여 총 21개의 문항으로 이루어진 설문에 대해 5단계리커드 척도로 응답된 설문에 대해 요인분석을 실시하였다.

요인추출 방법으로는 SPSS의 주성분 분석(Principal component analysis)을 사용하였고 그 결과는 [Table. 2] 와 같다.

[Table 2] Results of factor analysis

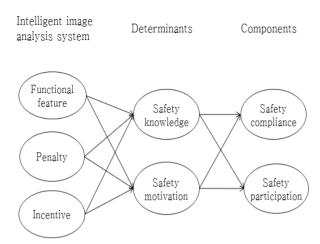
항목		요인							
87	1	2	3	4	5	6	7	_ де	
v20	.916	.211	.193	.112	.041	.027	.003		
v19	.915	.237	.112	.142	.040	.075	.055	Incentive	
v21	.906	.092	.002	.043	.097	.184	048		
v18	.199	.844	.094	.075	.170	.164	.225	Penalty	
v16	.184	.797	.164	.207	051	.064	.140		
v17	.223	.766	.102	.076	.200	.182	.272		
v4	.102	022	.873	.064	.185	.029	.041	Safety motivation	
v5	.106	.169	.835	.002	.111	.083	.185		
v6	.065	.172	.815	.051	.024	.235	035		
v12	.013	.232	007	.815	.092	.271	.043	1 6 6 7 1	
v10	.243	042	.079	.812	.199	.287	.143		
v11	.163	.374	.179	.556	.392	.272	.105	participation	
v8	.041	.024	068	.105	.876	.181	.018	Safety compliance	
v9	.148	.047	.270	.251	.763	.122	.187		
v7	.007	.217	.257	.062	.751	032	.235	Compliance	
v1	.188	.153	.257	.129	.078	.810	.180	Safety knowledge	
v3	.110	.158	.119	.426	.100	.782	.097		
v2	.076	.133	.065	.402	.220	.687	.284		
v14	025	.216	.157	.045	.163	.155	.872		
v15	048	.182	.059	.044	.175	.331	.795	Functional feature	
v13	.115	.351	037	.458	.078	054	.653	reature	

적재량이 0.7 이하인 측정 항목은 제외하였으며, 가설에서 제시한 요인이 모두 도출되었다. 기존 연구에서 사용된 안전지식, 안전동기, 안전준수와 안전참여 요인은 물론, 지능형 영상분석 시스템 구성 요인으로 기능특성, 페널티와 인센티브 요인이 도출되었다.

지능형 영상분석 시스템의 요인으로 도출된 3가지 요인 중 기능특성은 지능형 영상분석 시스템이 기존의 아날로그 방식의 CCTV 시스템과 차별화된 기능을 의미하는 것으로 동작감지나 방송시스템 등을 의미한다. 페널티는 지능형 영상분석 시스템을 활용하여 적출된 안전규정 위반 상황 발생 시 해당 작업자에게 사유서 징구 및 재발 방지 대책, 안전교육 실시 등을 의미한다. 반대로 인센티브는 안전규정을 잘 준수하는 작업자에게 우수 평가 점수나 포상을 실시하는 것을 의미한다.

도출된 각 요인에 대한 신뢰성 검증을 위해 Cronbach's α 를 측정한 결과 모든 요인이 0.8 이 상으로 신뢰성이 높은 것으로 나타났다.

앞서 언급한 연구가설 모형에 요인분석을 통하여 도 출된 지능형시스템의 3가지 요인을 반영한 수정된 연 구가설 모형의 요인별 예상경로는 [Fig. 5]와 같다



[Figure 5] Hypothesized path analysis model.

요인분석으로부터 도출된 인자를 사용하여 구조방정식 모형분석(Structural equation modeling) 기반 경로분석(Path analysis)을 실시하였다. 구조방정식 모형분석은 AMOS를 사용하였으며 추정은 AMOS의 기본 값인 최대우도법(Maximum Likelihood Estimates)을 사용하였다. 각 요인 간의 연관성 분석 결과는 [Table 3]과 같다.

[Table 3] Results of path analysis.

Path bet	Estimate	S.E.	C.R.	P		
Sa fety knowledge	<	Incentive policy	0.247	0.084	2.923	0.003
Safety motivation	<	Incentive policy	0.089	0.038	2.309	0.021
Sa fety knowledge	ζ	Function feature	0.47	0.124	3.798	***
Safety motivation	<	Function feature	0.124	0.054	2.283	0.022
Safety knowledge	<	Penalty	0.168	0.213	0.786	0.432
Safety motivation	<	Penalty	0.066	0.096	0.685	0.493
Safety compliance	<	Safety knowledge	0.24	0.091	2.63	0.009
Safety participation	<	Safety knowledge	0.664	0.131	5.087	***
Safety compliance	<	Safety motivation	0.572	0.228	2.503	0.012
Safety participation	<	Safety motivation	-0.076	0.241	-0.315	0.752

*** p < .001

총 10개의 경로 중 7개 경로가 95% 신뢰 수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 특히 지능형 영상분석 시스템의 기능특성이 안전지식에 매우 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다(p<.001). 지능형 영상분석 시스템의 기능특성은 안전동기에도 유의한 영향을 미치며 (p<.022), 인센티브 역시 안전지식 및 안전동기에 각각 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다(p<.003, p<.021).

반면, 예상과는 달리 페널티는 안전지식이나 안전동기에 미치는 영향이 유의하지 않은 것으로 분석되었다 (p<0.432, p<0.493).

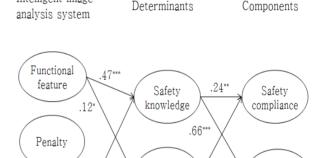
안전지식은 안전준수나 안전참여에 매우 유의하게 영향을 미치는 반면(p<.009, p<.001), 안전동기가 안 전준수에는 유의한 영향을 미치지만(p<.012) 안전참여에 미치는 영향은 유의하지 않은 것으로 분석되었다 (p<.752).

지능형 영상분석 시스템의 구성요인이 안전지식이나 안전동기를 통하여 안전준수나 안전실천에 영향을 미치 는 매개 효과는 일부만 있는 것으로 나타났다. 지능형 영상분석 시스템의 기능특성은 안전지식이나 안전동기 를 통하여 안전준수와 안전실천 모두에 매개효과를 미 치는 것으로 나타났으나, 페널티는 유의한 영향을 보이 지 않았고 인센티브는 안전지식 및 안전동기를 통하여 안전준수에만 매개효과를 미치는 것으로 나타났다.

지능형 영상분석 시스템의 구성요인이 안전준수나 안전실천에 직접 미치는 영향은 유의하지 않은 것으로 분석되어 작업자의 안전행동은 안전의식이 선행되어야 함을 보여주고 있다.

가설에서 제시된 경로 모형에 경로분석 결과를 반영 한 결과는 [Fig. 6]과 같다.

Intelligent image



Safety

motivation

.57*

Safety

participation

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

.25**

Incentive

.10*

[Figure 6] Safety performance path analysis results with intelligent image analysis system.

제시된 구조모델 절대적합지수(Absolute fit index)는 CMIN/DF=1.315, GFI=0.824, RMR=0.42, RMSEA=0.066 으로 권장 수용기준을 충족하였으며 [6], 중분적합지수 (Incremental fit index) NFI=0.829, CFI=0.951 역시 권장 수용기준을 충족하였다[7]. 간명적합지수(Parsimonious fit index) PCFI = 0.777, PNFI = 0.677로 또한 권장수용기준을 충족하여[8] 제시된 구조모델의 적합도는 전체적으로 적합하다고 볼 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 지능형 영상분석 시스템이 작업자 안 전의식 및 안전행동에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 위하여 설문조사를 통한 관련 요인의 도출 및 구조방 정식 모델링 기반 경로분석을 통하여 도출된 요인 간 의 영향을 분석하였다.

분석된 결과를 바탕으로 제시된 가설을 검증하면, 지능형 영상분석 시스템 구성요인은 안전지식과 안전동기에 영향을 미칠 것이라는 H1 가설은 지능형 영상분석시스템 구성요인 중 기능특성과 인센티브는 영향을 미치지만 페널티는 영향을 미치지 않으므로 부분 채택한다.

안전지식과 안전동기는 안전준수와 안전참여에 영향을 미칠 것이라는 H2 가설은 안전지식은 안전준수와 안전참여 모두에 영향을 미치지만, 안전동기는 안전준 수에만 영향을 미치므로 부분 채택한다.

지능형 영상분석 시스템 구성요인은 안전지식과 안전동기를 통한 안전준수 및 안전참여에 유의한 영향을 미칠 것이라는 H3 가설은 지능형 영상분석 시스템 구성요인 중 기능특성과 인센티브가 안전지식과 안전동기를 통해 안전준수에 영향을 미치는 매개효과가 있고특히 기능특성의 경우 안전지식을 통해 안전참여에 미치는 매개효과가 유의하므로 부분 채택한다.

분석된 결과로 미루어 볼 때, 지능형 영상분석 시스템의 기능특성이 작업자의 안전의식 및 안전행동에 주요한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 향후 지능형 영상분석 시스템의 보다 효과적인 결과를 위해서는 기능적인 특성을 강화하는 것이 필요해 보인다.

인센티브의 경우 안전의식이나 안전행동에 미치는 영향이 지능형 영상분석 시스템의 기능특성보다 영향 과 유의도가 상대적으로 작은 것으로 나타났지만 페널 티가 유의하게 나타나지 않음에 따라 향후 인센티브를 감안한 지능형 영상분석 시스템 확산 적용을 고려해야 할 것으로 판단된다.

5. References

- [1] Jang Hyun Song (2015), "Intelligent Image Analysis System for Preventing Safety Hazards in Dangerous Working Area." Journal of Korea Safety Management Science. vol. 17 no. 2, pp 47–54.
- [2] Parker, D., Lawrie, M., & Hudson, P. (2006), "A framework for understanding the

- development of organizational safety culture." Safety Science, 44(6), 551-562.
- [3] Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). "The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior." Safety science, 34(1), 99–109.
- [4] Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., & Burke, M. J. (2009), "Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors." Journal of Applied Psychology, 94(5), 1103.
- [5] Cooper, M. D., & Phillips, R. A. (2004). "Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship." Journal of safety research, 35(5), 497–512.
- [6] Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992), "Alternative ways of assessing model fit." Sociological Methods & Research, 21(2), 230-258.
- [7] McDonald, R. P., & Marsh, H. W. (1990), "Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit." Psychological bulletin, 107(2), 247.
- [8] Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002), "Evaluating goodness—of—fit indexes for testing measurement invariance." Structural equation modeling, 9(2), 233—255.

저 자 소 개

장현성



성균관대학교 기계공학과 학사, 한양대학교 대학원 전자통신전파 공학과 석사, 서울과학종합대학 원 경영학과 박사과정 수료 관심분야: 인공지능, 안전경영