

학교범죄예방을 위한 CCTV 모니터 크기 산정에 관한 연구

A Study on the Estimation of CCTV Monitor Size for School Crime Prevention

박 성 철* 조 진 일** 정 태 환***
Park, Sung-chul Cho, Jin-il Jung, Tae-hwan

Abstract

The purpose of this study is to propose the calculation model of CCTV monitor size for school.

Literature review analyzed the concept and technical characteristics of CCTV system including equation of object size calculation. Case study showed that the sizes of CCTV monitors installed in the security offices of the six object schools were 19 inches on average. And the numbers of monitor screen partitions were at least 12 on average. Due to too many partitions in small monitors of approximately 19 inches, the faces of the objects of filming in each screen could not be properly identified. Experimental test presented that the vertical length of face image clearly recognized on the screen is at least 20mm. Based on the result, this paper developed the equation for calculating monitor size. Pilot test said that 27inch Monitor is needed for 4 screens.

The practitioners of school districts and schools can make appropriate CCTV system environments considering the their own CCTV system conditions.

키워드 : 학교안전, CCTV, 모니터 크기, 범죄예방환경설계

Keywords : School Safety, CCTV, Monitor Size, Crime Prevention Through Environmental Design

I. 서론

I-1. 연구의 필요성 및 목적

CCTV는 인권침해에 대한 논란에도 불구하고 범죄예방 및 수사과정의 유력한 증거자료로 활용되고 있어 미국, 일본, 영국 등 선진국을 비롯한 여러 나라들에서 폭넓게 적용되고 있다.

국내에서는 2005년 『학교폭력 및 예방에 관한 법률』이 제정되면서 학교에 적용되어 2012년 기준

학교당 약 10대의 CCTV가 설치·운영되고 있는 실정이다(교육부 2012). 또한 최근 어린이집 학대 사건들이 발생하면서 CCTV 의무설치가 사회적 이슈로 부각되고 있다.

CCTV의 설치목적은 크게 사건발생 후 유효한 영상의 획득과 촬영대상의 실시간 모니터링에 있다. 특히 실시간 모니터링은 경비인력의 보안활동과 직결되기 때문에 적절한 모니터링 환경을 제공하는 것이 중요함에도 불구하고 과도한 모니터 분할 즉, 모니터의 크기에 합당한 분할 수를 선정하지 못하거나 개별 모니터링 환경에 부적합한 크기의 모니터를 운영하고 있는 등 학교현장의 운영상 문제점들이 지적되고 있다.

이에 본 연구는 CCTV의 감시환경에 따른 적합한 모니터의 크기를 산정할 수 있는 모델을 제시하여 향후 보유하고 있는 모니터의 적절한 분할 수 산정이나 신규 모니터의 구매 시 의사결정을 지원할 수 있도록 함에 궁극적인 목적이 있다.

* 한국교육개발원 부연구위원, 공학박사

** 한국교육개발원 연구위원, 공학박사,
(교신저자 : chojinil@kedi.re.kr)

*** 한국교육개발원 연구원, 공학석사

※ 이 논문은 2014년 한국교육개발원의 연구과제인 「학교안전강화를 위한 영상보안시스템 설치 및 운영 가이드라인 개발」의 일부 내용을 논문 주제에 부합되게 보완하여 재구성함.

I-2. 연구의 방법

본 연구는 다음의 단계를 통하여 수행된다.

첫째, 선행연구를 통하여 CCTV의 기본원리와 적정 모니터링에 대한 기준들을 분석하여 모델개발에 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

둘째, 사례대상 학교들의 모니터 분할 수 및 촬영 대상의 모니터 출력 크기를 측정하여 일반적인 모니터 크기 및 촬영 환경을 면밀하게 분석하고자 한다.

셋째, 국내 경비인력의 일반적인 시력을 기준으로 인식 가능한 촬영 대상의 크기와 촬영거리, CCTV 사양 등 촬영 환경에 따른 모니터의 출력 크기를 산정할 수 있는 산정식과 연계하여 최종적으로 적정한 모니터 크기를 산정할 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

II. 이론적 고찰

II-1. CCTV 기본원리

그림 1과 같이 촬영 대상은 렌즈를 통과하여 촬영소자(Charged Coupled Device, CCD)에 촬상되고 촬상된 이미지는 최종적으로 모니터에 출력된다(미법무부, 1999).

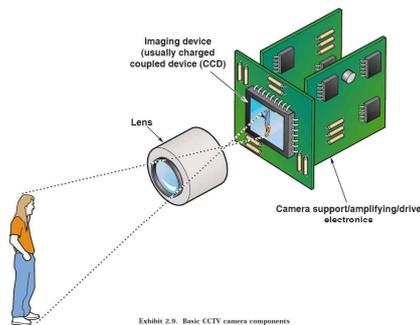


그림 1. CCTV의 기본원리

이때 렌즈의 초점거리 및 CCD 크기에 따라 촬영 각도 및 촬영범위가 결정되어 진다. 특히 촬영대상의 높이는 인식도를 결정하는데 매우 중요한 변수이며 식(1)과 촬영거리, CCD 세로높이, 그리고 초점거리에 따라 결정된다(지창완, 2009). 예를 들어 10m의 거리에서 1/3인치 CCD(높이 3.6mm)와 9mm 렌즈로 촬영할 경우 촬영높이는 4,000mm¹⁾가 된다. 즉 초점거리가 멀수록 피사체가 확대되어 촬영높이가 작아지고 반대로 촬영거리와 CCD 높이가

1) $(10,000\text{mm} \times 3.6\text{mm}) / 9\text{mm} = 4,000\text{mm}$

증가할수록 많은 범위를 촬영할 수 있게 된다.

$$\text{촬영높이(mm)} = \frac{\text{촬영거리(mm)} \times \text{CCD 높이(mm)}}{\text{초점거리(mm)}} \quad \dots \text{식(1)}$$

촬영높이 4,000mm를 높이 300mm인 모니터에 출력한다면 축소비율이 약 0.075(=300mm/4,000mm)이므로 신장 1,750mm인 사람은 131.25mm(=0.075×1,750mm)로 모니터에 최종적으로 출력된다. 일반적으로 신장에 따른 얼굴의 크기를 추정할 수 있으므로 위의 기본원리를 기반으로 적정한 모니터의 크기를 추정할 수 있을 것이다.

II-2. CCTV 모니터의 크기

현재까지 모니터링 환경에 대하여 가장 자세하게 언급하고 있는 것은 영국 내무부 기술개발국(2009)에서 제시한 『CCTV Operational Requirements Manual』이다. 그림 2에서 보듯이 모니터 높이에 대하여 대상이 차지하는 비율을 기준으로 10% 탐지, 25% 관찰, 50% 인식, 100% 규명으로 제시하였다. 탐지는 사람의 존재 여부만을 확인 가능하고, 관찰은 옷과 행동을 관찰할 수 있다. 인식은 얼굴의 인식이 가능한 단계이며, 규명은 모르는 사람까지도 명확한 얼굴인식이 가능한 단계로 모니터 전체를 차지할 때 가능하다. 그러나 이러한 기준은 무엇보다 스크린 및 촬영 대상의 크기 변화에 따라 적용하는데 한계가 있다. 예를 들어, 50인치의 50%와 25인치의 100%와 동일한 기준을 만족시킬 수 있으며, 1m의 학생과 1.7m의 성인이 차지하는 비율은 동일한 크기의 모니터에서도 다르게 촬영되기 때문이다.

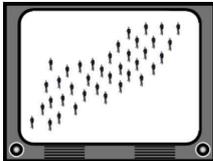
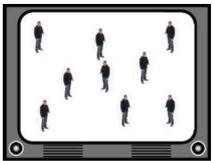
탐지 (Detect)	관찰 (Observe)
 10 %	 25 %
인식 (Recognize)	규명 (Identify)
 50%	 100%

그림 2. 스크린 높이에 대한 대상높이

일본문부과학성(2006)에서도 그림 3과 같이 CCTV의 기본원리를 소개하면서 비상계단, 출구, 주차장 등 출입인원이 적은 경우 센서 카메라를 설치하고 한 모니터에 연결하는 카메라는 4대에서 16대로 권장하고 있다. 그러나 이러한 기준은 위의 영국 내무부 기술개발국의 기준보다도 추상적이므로 개별학교의 모니터링 환경을 고려할 수 있는 모델이 필요하다.

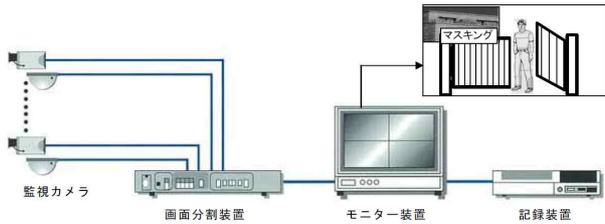


그림 3. CCTV 시스템의 구성도

III. 실태조사

III-1. 조사내용 및 대상학교 선정

CCTV 시스템 중 모니터의 적정크기를 산정하기 위하여 국내 학교시설에 설치되어있는 CCTV 시스템 중 모니터 개수, 화면 분할 수, 촬영대상 크기 등을 조사하였다. 주요 조사내용을 살펴보면 다음의 <표 1>과 같다.

표 1. 주요 조사내용

구분	조사내용
CCTV 시스템 설치현황	CCTV 카메라 화소, CCTV 카메라 배치, CCTV 모니터 크기 및 분할 수
촬영대상의 크기	모니터링 화면의 촬영대상의 최대·최소 크기 및 얼굴 인식

실태조사 대상학교는 교육부(2013년 기준)에서 지정한 셉테드(CPTED) 시범학교²⁾ 중 학교규모에 비해 CCTV의 카메라 수가 다소 많이 설치되어 있고, 경비실에서 CCTV 영상을 모니터링하고 있는 학교를 대상으로 선정하였다. 또한 초등학교의 범죄발생률이 상대적으로 높기 때문에 대상학교 선정 시 학교급을 감안하여 초등학교 3개교, 중학교 2개교, 고등학교 1개교를 최종 선정하였다.

2) 2010년부터 교육부에서 '학생안전강화학교' 사업의 일환으로 실시한 셉테드 시범학교는 학교범죄를 예방하기 위하여 교실 재배치, CCTV 및 담장 설치 등 범죄예방 환경설계기법을 적용한 학교임.

선정된 총 6개교는 서울과 전남지역에 위치하고 있으며, 평균 학급수는 33학급이고, 학생수 평균은 938명이다. 구체적인 실태조사 대상학교는 다음의 <표 2>와 같다.

표 2. 실태조사 대상학교 개요

학교	지역	설립년도	학급수	학생수(명)
A 초등학교	광주	1938	27	622
B 초등학교	고흥	1911	38	921
C 초등학교	서울	1985	41	1,100
D 중학교	나주	1946	26	831
E 중학교	광주	1984	31	979
F 고등학교	서울	1973	37	1,177
평균			33.3	938.3

III-2. CCTV 모니터링 현황 분석

실태조사 대상학교의 CCTV 시스템의 모니터링 현황을 분석하기 위하여 CCTV 카메라 수, 화소, CCTV 모니터링용 모니터의 크기와 스크린 분할 수를 조사하였다.

카메라의 수는 학교별 차이가 있었으며 최소 6개, 최대 16개의 카메라가 설치되어 있었다. 화소는 대부분의 학교에서 41만, 52만, 200만 화소의 성능을 가진 CCTV 카메라를 사용하고 있었다. 모니터의 크기는 대략 17~24인치로 평균 19.8인치로 조사되었다. 또한 CCTV 모니터링을 위한 스크린 분할은 4분할, 6분할, 9분할, 16분할, 36분할 등으로 다양하였으며 평균 12.3분할로 조사되었다.

표 3. 조사 대상학교의 CCTV 시스템 현황

학교	카메라 수	화소	모니터	
			크기	스크린 분할
A 초	15	41만, 200만	24인치	16
B 초	12	52만, 200만	19인치	4
			20인치	4
C 초	6	41만, 200만	19인치	6
			17인치	4
D 중	9	41만, 52만	19인치	16
E 중	9	41만, 200만	19인치	36
			22인치	9
F 고	16	200만	19인치	16
평균	11.2	41만, 200만	19.8인치	12.3분할

조사대상학교의 실제 CCTV 출력영상 모니터링 현황을 조사·분석하기 위하여 CCTV 설치 높이, 모니터링용 CCTV 모니터에서의 스크린 크기 및 피사체의 최대 및 최소 크기, 얼굴인식, 모니터-관찰자의 거리를 조사하였다.

얼굴인식의 경우 촬영된 이미지의 적정성을 평가하기 위하여 아래의 <표 4>와 같이 6점 리커트 척도를 활용하여 인식도 측정을 실시하였다. '0점'은 대상이 희미하거나 점으로 보이는 경우이며, '3점'은 희미하게 얼굴을 구분(안경 착용 여부 정도)할 수 있는 경우이며, '5점'은 명확한 얼굴인식뿐만 아니라, 차량 번호판 및 사물도 인식 가능한 경우로 척도를 부여하였다. 얼굴인식도 조사를 위하여 모니터 스크린 영역에서만 나오는 출력영상만으로는 사람의 크기가 너무 작아 얼굴의 인식여부 측정이 불가하기 때문에 해당 스크린 영역을 풀 스크린으로 변환하여 얼굴인식도를 측정하였다.

표 4. 얼굴인식도 측정 기준

점수	측정 기준
0점	피사체가 희미하거나 점으로 보임.
1점	피사체의 유/무 확인만 가능함.
2점	피사체가 어른/아이인지 인식 가능함.
3점	약간의 얼굴인식이 가능함(안경 착용 여부 등).
4점	얼굴인식이 가능함.
5점	명확한 얼굴인식, 번호판 및 사물인식이 가능함.

<표 5>는 실태조사 대상학교의 CCTV 시스템별 CCTV 모니터 스크린의 영역크기에 따른 촬영대상 크기를 조사한 것이다. CCTV 카메라 화소의 경우 대부분 학교에서는 41만, 52만, 200만 화소의 카메라를 설치하였다. 카메라의 설치 높이는 최소 2.2m 부터 최대 11.7m의 높이에 설치되어 있었다. CCTV 모니터에서 출력되는 영상의 스크린 영역의 크기(W×H)를 보면 <표 3>에서 확인할 수 있듯이 학교 별 모니터 스크린의 분할 수가 다양하기 때문에 5.5cm×3.0cm, 7.5cm×6.5cm, 9.4cm×7.4cm, 12.5cm×10.0cm 등 다양한 것으로 나타났다. 얼굴인식의 경우 41만 화소의 경우 카메라 설치 높이가 2m대로 낮으면 인식도는 2~3점 정도로 측정되었다. 반면에 카메라 설치 높이가 5m이상이면 얼굴인식도는 1~2점이

되는 것으로 조사되었다. 200만 화소의 경우 카메라 설치높이 2m정도에서는 얼굴인식도는 5점이며, 3~7m 높이의 경우는 3~4점, 11m대의 경우는 얼굴인식도가 1점인 것으로 나타났다.

표 5. 촬영대상의 CCTV 모니터에 출력된 크기

학교	성능(화소)	설치 높이(m)	스크린 크기		사람 크기 및 얼굴인식				얼굴인식
			넓이(cm)	높이(cm)	최소(cm)		최대(cm)		
					사람	얼굴	사람	얼굴	
A초	41만	2.2	13	6	1.5	0.1	2.7	0.2	2
	41만	6.1	13	6	0.1	-	0.7	-	2
	41만	11.6	13	6	0.3	-	0.5	-	1
	200만	2.6	13	6	2.4	0.2	3.8	0.5	5
B초	52만	2.6	12.5	10	2.8	0.3	5.5	0.7	2
	52만	3.9	12.5	10	1.2	0.1	3.3	0.5	3
	52만	4.4	12.5	10	2.2	0.3	3.3	0.5	2
	200만	7.4	22.3	12	2.1	0.3	5.5	0.8	4
	200만	11.6	22.3	12	1.2	0.1	3.0	0.5	1
C초	200만	2.8	22	17	2.0	0.2	5.0	0.6	2
	41만	5.8	11	9.0	0.4	-	1.0	-	1
	41만	11.6	11	9.0	0.2	-	0.7	-	1
D중	41만	2.7	9.4	7.4	1.5	0.1	3.0	0.4	2
	52만	3.8	9.4	7.4	1.1	0.1	1.8	0.1	2
	41만	11.7	9.4	7.4	1.8	0.1	1.8	0.1	1
E중	200만	2.8	7.5	2.5	1.0	-	3.0	0.3	4
	41만	4.5	5.5	3.0	0.6	-	0.9	-	2
	41만	7.1	5.5	3.0	0.4	-	1.0	0.1	1
F고	200만	3.3	7.5	6.5	1.3	0.1	1.5	0.1	3
	200만	4.3	7.5	6.5	3.0	0.3	3.8	0.5	4
	200만	6.0	7.5	6.5	1.0	0.1	1.0	0.1	3

사람 크기의 경우 CCTV 모니터의 분할된 스크린 크기 및 카메라의 설치 높이에 따라 촬영대상의 최대값, 최소값 차이가 발생하기 때문에 실태조사(<표 5>참조)의 최대한 비슷한 값을 그룹지어 분석하였다. 2m대에 설치되어 있는 CCTV 카메라를 모니터 하면 사람의 크기는 최소 1.5cm~최대 3.8cm, 5~6m대에서는 최소 0.1cm~최대 1.0cm, 11m대에서는 최소 0.2cm~최대 0.7cm로 나타나 카메라의 설치 높이와 분할된 스크린의 크기가 작을수록 사람의

크기가 확연히 작게 보이는 것으로 나타났다.

표 6. 카메라 설치 높이, 분할된 스크린 크기별 사람 크기

설치높이 (m)	모니터에서의 스크린 영역 크기(cm)	사람크기(cm)	
		최소	최대
2.2	13×6	1.5	2.7
2.6	12.5×10	2.4	3.8
2.7	9.4×7.4	1.5	3.0
5.8	11×9	0.4	1.0
6.1	13×6	0.1	0.7
11.6	11×9	0.2	0.7
11.6	13×6	0.3	0.5

III-3. 소결

41만 화소대 CCTV 카메라의 경우 설치 높이가 3m 미만일 때 얼굴인식도가 2~3점으로 촬영대상의 구분(어른/아이 정도) 및 안경 착용 여부 등의 확인이 가능하였다. 반면 200만 화소의 CCTV 카메라의 경우 설치 높이가 7m 이하일 때 얼굴인식도가 4~5점으로 촬영대상의 얼굴을 정확히 인식할 수 있었다. 다만, 본 연구의 실태조사에서 얼굴인식도를 측정하기 위하여 분할된 CCTV 모니터의 스크린 영역을 풀 스크린으로 전환하여 측정하였기 때문에 일반적인 CCTV 모니터링 화면으로는 얼굴인식이 힘들 것으로 판단된다. 그 이유는 실태조사 대상학교의 CCTV 모니터의 크기가 평균 19.8인치로 크지 않고, 평균 11.17대의 CCTV 카메라의 출력영상을 모니터링하기 위해서는 CCTV 모니터 스크린 분할을 4, 6, 9, 16, 36분할 등으로 분할하여 스크린 영역 크기(W×H)가 5.5cm×3.0cm, 7.5cm×6.5cm, 9.4cm×7.4cm, 12.5cm×10.0cm 정도로 작기 때문이다. 이처럼 학교현장 대부분이 실태조사 대상학교처럼 CCTV 모니터링 환경이 촬영대상인 사람의 형태 및 얼굴을 제대로 확인하기가 힘들 것으로 판단된다. 이를 해결하기 위해서는 효율적 감시환경을 구축하기 위한 CCTV 모니터의 크기 및 분할 수에 대한 구체적인 기준 제시가 필요하다.

IV. CCTV 모니터 크기 산정모델 개발

IV-1. 촬영 대상의 적정 출력크기 산정

모니터의 크기는 모니터에 최종적으로 출력되는 관찰대상의 얼굴크기와 직접적으로 연관되며, 관찰대상의 얼굴크기는 모니터링 요원의 시력과 직접적인 관련이 있다. 따라서 이혜숙(2012)의 연구에서 조사된 것과 같이 국내 학교의 경비인력 연령은 60대 이상이 76.9%(61~69세 69.4%, 70세 이상 7.5%)로 높은 비율을 차지하기 때문에 60대 이상의 평균 시력을 조사할 필요가 있다. <표 7>에서 보듯이 2012년 우측시력을 기준으로 60대는 평균 0.82, 70대는 0.68의 시력을 가지고 있는 것으로 조사되었다.

표 7. 50~70대 연도별 평균시력

구분	50대		60대		70대	
	좌	우	좌	우	좌	우
2008	0.95	0.95	0.79	0.79	0.63	0.64
2009	0.94	0.95	0.79	0.80	0.64	0.65
2010	0.95	0.96	0.80	0.81	0.65	0.65
2011	0.96	0.96	0.81	0.81	0.66	0.67
2012	0.95	0.97	0.82	0.82	0.67	0.68

*출처 : 국민건강보험공단 <http://sis.nhis.or.kr/site/sis/ggog>(검색일 2014.08.04)

<표 8>은 국내에서 일반적으로 사용하는 란돌프 고리 시표의 시력별 크기를 나타낸 것이다³⁾. 시력 0.6에서 5m의 거리 지름 12.5mm의 시표를 확인할 수 있음을 의미한다. 실제 모니터와 요원 사이의 거리가 5m보다 가까우나 시력측정이 여러 번에 걸쳐 이루어지고 현장의 불투명한 상황을 고려해 볼 때 5m를 기준으로 하여도 무리가 없을 것으로 보이며, 관찰대상의 얼굴크기는 개략적으로 10mm 이상이 출력되어야 할 것으로 조사되었다.

표 8. 5m용 란돌프 고리 시표의 크기

시력	바깥지름의 관계적 크기(mm)	선 굵기 및 잘린 곳 나비(mm)
0.1	75	15
0.2	37.5	7.5



3) 란돌프 고리는 C자형 고리로 시표의 크기는 글자의 바깥지름(d)을 의미한다 (국가기술표준원, 2006).

시력	바깥지름의 관계적 크기(mm)	선 굵기 및 잘린 곳 나비(mm)
0.3	25	5
0.4	18.75	3.75
0.5	15	3
0.6	12.5	2.5
0.7	10.714	2.143
0.8	9.375	1.875
0.9	8.333	1.667
1.0	7.5	1.5
1.2	6.25	1.25
1.5	5.0	1.0
2.0	3.75	0.75

본 연구에서는 보다 실증적인 실험을 위하여 0.7, 0.8, 1.2의 시력을 가진 4명의 가상 모니터링 요원으로 실험자를 구성하였다. 그리고 인식의 정도에 따라 5점 리커드 척도⁴⁾를 활용하여 가능한 정량적인 결과를 도출하였다.



그림 4. 사전실험 구성도

표 9. 대상물 얼굴길이에 따른 인식도 사전실험 결과

실험자별 시력	대상 얼굴 길이(mm)			
	10	15	20	25
0.7	3	3	4	5
0.8	3	3	4	5
1.2	3	3	5	5
1.2	3	4	5	5

<표 9>에서 보듯이 중앙에 초등학교 3학년 학생

4) 1점(성인/미성년자만 구분), 2점(얼굴의 형태 구분), 3점(성인만 식별 가능), 4점(미성년자까지 어느 정도 식별 가능), 5점(모두 명확한 식별 가능)

을 기준으로 얼굴의 수직 높이⁵⁾가 25mm에서는 모든 실험자가 명확하게 식별 가능하다고 조사되었다. 그리고 시력 1.2의 실험자 2인은 20mm에서도 명확한 식별이 가능한 것으로 조사되었다. 결과적으로 최소 20mm이상의 얼굴 길이가 확보될 때 학생 및 성년의 얼굴인식이 가능한 것으로 조사되었다.

IV-2. 모니터의 최소크기 결정모델

이론적 고찰에서 언급되었던 식(1)을 활용하면 촬영거리, CCD 크기, 초점거리에 의해 출력되는 대상의 크기가 산정되고 모니터의 크기에 따라 최종 출력 배율이 결정된다. 따라서 최종 출력되는 대상의 얼굴길이는 실제 얼굴길이에 배율을 곱하여 산정된다. 이러한 과정을 식으로 변환하면 다음의 식(2)와 같다. 즉, 모니터의 크기 및 초점거리는 비례하고 촬영거리 및 CCD 높이는 반비례함을 알 수 있다.

출력얼굴길이

$$= \text{실제얼굴길이} \times \text{모니터 수직길이} \times \frac{\text{초점거리}}{\text{촬영거리} \times \text{CCD 높이}}$$

... 식(2)

한편 본 연구에서는 일반적으로 학교 경비실에 많이 배치되어 있는 가로 470mm, 세로 300mm의 약 20인치의 모니터에 7세의 초등학교 1학년 학생의 얼굴을 분할 없이 촬영할 경우를 가상으로 하여 최소 모니터 크기를 산정해 보고자 한다.

한국인 인체치수 조사결과⁶⁾를 기반으로 7세의 평균 얼굴길이는 185.71mm이다. 또한 이론적 고찰에서 언급된 사례와 동일하게 1/3인치 CCD와 9mm의 초점거리를 적용하고자 한다.

표 10. 측정거리별 출력 얼굴길이

측정거리 (mm)	촬영높이	배율	출력얼굴길이
5,000	2,000	0.15	27.86
10,000	4,000	0.08	13.93

5)



6) 한국인 인체치수 조사 : http://sizekorea.kats.go.kr/02_data/directData02.asp(검색일 2014.08.04)

15,000	6,000	0.05	9.29
20,000	8,000	0.04	6.96

그 결과, <표 10>과 같이 5m의 거리에서 20mm 이상의 얼굴길이 출력되는 것으로 산정되었다.

모니터수직길이

$$= \frac{\text{출력얼굴길이}(20\text{mm})}{\text{실제얼굴길이}} \times \frac{\text{촬영거리} \times \text{CCD크기}}{\text{초점거리}} \dots \text{식 (3)}$$

식(2)를 기반으로 식(3)을 도출하면 위 사례에서 20mm의 얼굴길이를 확보하기 위한 모니터의 최소 크기를 환산할 수 있게 된다. 이는 촬영대상의 연령에 따른 얼굴길이, 촬영거리, 카메라의 성능 등에 따라 가변적으로 필요한 모니터의 크기를 도출할 수도 있다.

식(3)을 이용하여 측정거리에 따른 위 사례에 필요한 모니터 수직 길이를 산정하면 <표 11>와 같이 필요한 모니터의 수직 길이가 최소 215.39mm 이상이어야 하는 것으로 도출될 수 있다.

표 11. 측정거리별 모니터 수직 길이

측정거리(mm)	모니터 수직 길이(mm)
5,000	215.39
10,000	430.78
15,000	646.17
20,000	861.56

식(3)을 통하여 산정되는 결과는 모니터의 수직 길이이므로 모니터 구입을 위해서는 크기를 나타내는 인치로 환산해야 할 필요가 있다.

모니터대각선길이(인치) ... 식 (4)

$$= \sqrt{\frac{7}{3} \times \text{모니터수직길이}^2} \div 25.4(\text{mm})$$

모니터의 크기는 일반적으로 모니터의 대각선 길이(mm)를 인치(1인치=25.4mm)로 환산한 것이고 모니터는 수직과 수직의 비율이 4:3 또는 16:9이므로 피타고라스의 정리를 이용하여 식(4)와 같이 모니터

의 수직 길이로 대각선 길이를 도출할 수 있다. 예를 들어, 수직 길이가 215.39mm의 모니터는 12.95인치의 모니터가 필요하다는 것이다.

그러나 이것은 모니터의 분할 없이 한 개의 모니터에 하나의 카메라 화면을 출력할 때 해당하는 것이므로 4개의 분할일 경우는 두 배에 해당하는 약 27인치의 모니터가 필요하게 된다. 또한 10,000mm의 촬영거리에 필요한 수직 길이 430.78mm의 모니터는 단일 화면일 경우 25.90인치의 모니터로 4개로 분할할 경우 약 50인치의 모니터가 필요하게 된다는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 연구는 학교현장에서 CCTV모니터링을 보다 효과적으로 수행할 수 있도록 모니터의 크기를 결정하는 모델의 제시를 목적으로 수행하였다. 선행연구 분석을 통하여 CCTV에 촬영되는 대상의 모니터 출력크기를 산정하는 수식을 조사하고 실태조사를 통하여 촬영거리, CCD 크기, 초점거리 등이 변수로 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

또한 실태조사 분석을 통하여 학교현장에 설치된 모니터의 출력되는 대상의 높이를 측정된 결과 얼굴인식이 거의 불가능한 것으로 조사되었다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 학교현장에 일반적으로 배치되고 있는 모니터링 요원의 시력을 조사한 결과 0.6~0.8정도로 조사되었다. 시력조사기준과 실험을 통하여 출력되는 얼굴 길이가 20mm정도일 때 얼굴인식이 가능함을 도출할 수 있었다.

마지막으로 선행연구 분석단계에서 도출된 촬영 높이 산정식을 기반으로 하여 적정한 모니터의 크기를 결정하는 수식을 도출하여 일반적인 사례를 적용한 결과 학교현장에서 사용되고 있는 4개의 분할 화면을 적용하기 위해서는 최소한 27인치의 모니터가 필요하다는 결과를 도출할 수 있었다.

앞서 제시된 연구결과는 2014년도의 학교현장을 대표적으로 조사한 결과이므로 CCTV의 기술 발전에 따라 지속적으로 개선된 모델이 제시될 필요가 있다. 또한 일단 학교에 설치된 CCTV의 상태를 변경하는 것은 상대적으로 어렵기 때문에 설치 전(前) 단계 또는 보수 단계에서 본 연구의 결과를 활용한 유지보수가 필요할 것으로 판단된다.

국문초록

2005년 『학교폭력 및 예방에 관한 법률』이 제정되면서 학교에 CCTV가 설치·운영되고 있다. 하지만 실제 학교현장에서는 CCTV 설치보다는 운영상의 모니터링 환경에 있어 문제점들이 발생하고 있다. 본 연구는 상기 문제점들 중 가장 큰 문제점인 CCTV 감시환경에 따른 적합한 모니터의 크기를 산정할 수 있는 모델을 제시함에 있다. 이를 위해 첫째, 선행연구를 통해 CCTV의 기본적 원리 및 적정 모니터링에 대한 기준을 분석한다. 둘째, 실태 조사를 실시하여 실제 학교현장에서의 CCTV 모니터링 운영현황을 분석한다. 셋째, 국내 경비인력의 일반적인 시력을 기준으로 CCTV 사양 등에 따른 모니터의 출력크기를 산정할 수 있는 산정식과 적정한 모니터 크기를 산정할 수 있는 모델을 제시한다. 결론적으로 대부분의 학교현장에 설치된 CCTV를 고려하여 4개 분할화면의 모니터링을 적용하기 위해서는 최소 27인치의 모니터가 필요하다는 결과를 도출하였다.

참고문헌

1. 교육부, 학생보호 및 학교안전 강화를 위한 개선 방안. 2012
2. 이혜숙, 서은정, 박수연, 서울시 초등학교 학생안전 관리방안 연구-CCTV 및 학교 보안관 제도를 중심으로. 서울연구원, 2012
3. 文部科學省(문부과학성), 學校施設の防犯對策として事例集(학교시설의 방범대책사례집), 2006
4. Home Office Scientific Development Branch, Surveillance Camera Code of Practice. 2003
5. Home Office Scientific Development Branch, CCTV Operational Requirements Manual. 2009
6. U.S. Department of Justice, The Appropriate and Effective Use of Security Technologies in U.S. Schools. 1999
7. 국민건강보험공단, <http://sis.nhis.or.kr/site/sis/ggog> (검색일 : 2014. 8. 4)
8. 사이즈코리아, http://sizekorea.kats.go.kr/02_data/directData02.asp(검색일 : 2014. 8. 4)

(논문투고일 : 2015.06.22, 심사완료일 : 2015.08.11,
게재확정일 : 2015.08.14.)