

# 모니터 생산업체에서의 최종 모니터 화면검사 시스템의 개발

## A Development of Monitor Screen Checking System for Monitor Manufacturing Firm

조영창, 윤정오, 최병진, 정종혁, 강상욱, 오주환  
Young-Chang Cho, Jeong-Oh Yoon, Byung-Jin Choi,  
Jong-Hyeog Jung, Sang-Wook Kang, Ju-Hwan Oh

**요약** 현재 많은 모니터 생산업체의 모니터 최종 품질검사에서는 자동화가 미흡한 실정이며, 검사방식이나 검사기준 등이 사람의 시각을 바탕으로 하고 있기 때문에 생산효율 및 생산품질 향상을 위해 검사기준의 일률성이나 검사의 정확성을 위한 검사 시스템이 요구되고 있다. 최근 컴퓨터 시스템의 급속한 발전과 이에 적용할 수 있고 비교적 저렴한 비전 시스템 구성요소들의 성능이 향상됨에 따라 저가인 검사 시스템의 구성이 용이해지고 또한, 이러한 시스템 상에서 구현할 수 있는 새로운 알고리즘들이 많이 개발되고 있다. 본 연구에서는 저가이면서, 고속이고, 현장에 쉽게 적용할 수 있고 현실적으로 자본력이 튼튼하지 않는 업체에서도 쉽게 도입하여 사용할 수 있는 모니터 검사장비 시스템을 개발한다. 본 검사 시스템은 컴퓨터 비전 기술을 바탕으로 하고 있으며, GUI 환경을 이용한 편리한 사용자 인터페이스와 모니터의 각종 품질특성 즉, 모니터 화면의 centering, yoke rotation, pincushion, 그리고 모니터 화면의 사이징 등에 대한 검사기능을 내장하고 있다. 본 연구에서 개발된 모니터 검사 시스템은 모니터 최종 검사공정에서 사용될 수 있으며, 이로 인해 생산효율의 증대 및 설비투자자와 장비 개발비용 절감에 대한 파급효과가 기대된다.

**Abstract** There are many recent monitor manufacturing firms not equipped with automatic checking system in their final process. And the check is based on the human perception, so the automatic checking system is needed for the consistency and the accuracy of the checking process to elevate the productivity and the quality. As the performance of computer systems and the vision systems has been increased, the cost for the system is reduced and their applicable algorithms have been developed. In this study we develop monitor checking system which is low-cost, fast, and easy to adopt by the small-scaled manufacturing firms. The system is based on the computer vision techniques, and is equipped with the GUI interface and checking functions such as centering, yoke rotation, pincushion, sizing. Monitor checking system developed in this study can be used in the final checking process thereby we expect the synergy effects both on the efficiency of production and on the reduction of the cost for the facility investments.

필요한 기능외의 사용

### 1. 연구 배경

모니터 생산에서 대부분의 생산공정은 이미 자동화되어 있어 생산을 향상에 크게 기여하고 있다. 그러나 자본력이 약한 중소기업에서는 아직까지 각 생산공정에 필요한 검사 시스템이나 나아가 최종 품질검사에 필요한 시스템을 구비하지 못하고 있는 실정이다. 더욱이 이러한 검사 시스템들 가운데서 최종 품질검사에 필요한 검사 시스템은 최종 생산제품의 품질향상에 있어 필수적이지만, 생산업체에서 주로

하지 않는 많은 부가적인 기능들을 장착하고 있기 때문에 구매비용이 수 억 단위의 고가이면서 상대적으로 공장의 실정에 있어서는 지나친 고정밀도, 저속, 사용상의 환경적 제약성 등으로 인하여 만족할만한 성능을 발휘하고 있지 못하고 있다. 이러한 이유로 인해 현재 많은 모니터 생산업체의 모니터 최종 품질검사에서는 자동화가 미흡한 실정이며, 검사방식이나 검사기준 등이 사람의 시각을 바탕으로 하고

있기 때문에 생산효율 및 생산품질 향상을 위해 검사기준의 일률성이나 검사의 정확성을 위한 검사 시스템이 요구되고 있다. 최근 컴퓨터 시스템의 급속한 발전과 이에 적용할 수 있고 비교적 저렴한 비전 시스템 구성요소들의 성능이 향상됨에 따라 저가인 검사 시스템의 구성이 용이해지고 또한, 이러한 시스템 상에서 구현할 수 있는 새로운 알고리즘들이 많이 개발되고 있다. 본 연구에서는 PC Windows를 기반으로 한, 저가이면서, 고속처리가 가능하며, 다루기가 용이하며, 현장에 쉽게 적용할 수 있고 현실적으로 자본력이 튼튼하지 않는 업체에서도 쉽게 도입하여 사용할 수 있는 모니터 검사 시스템을 개발한다. 본 검사 시스템은 컴퓨터 비전 기술을 바탕으로 하고 있으며, 고속처리 및 GUI 환경을 이용한 편리한 사용자 인터페이스와 모니터 성능의 각종 품질특성 즉, 모니터 화면의 Brightness 검사, Centering 검사, Yoke rotation 검사, Pincushion 검사, 그레이스케일 트래킹 검사, 그리고 모니터 화면영역의 적합성 검사를 위한 Sizing 검사 등에 대한 검사기능을 내장하고 있다. 본 연구에서 개발된 모니터 검사 시스템은 모니터 최종 검사공정에서 사용될 수 있으며, 이로 인해 비용문제의 개선과 현재 사용 중인 외산의 고가장비에 대한 수입대체효과가 기대되며, 모니터생산 중소기업체들의 모니터 생산품질향상 뿐만 아니라 생산효율의 증대 및 설비투자과 장비 개발비용 절감에 대한 파급효과가 기대된다.

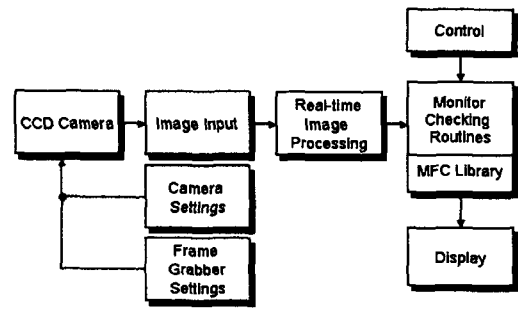
## 2. 검사 시스템의 구조 및 기능

### 2.1 검사 시스템의 구조

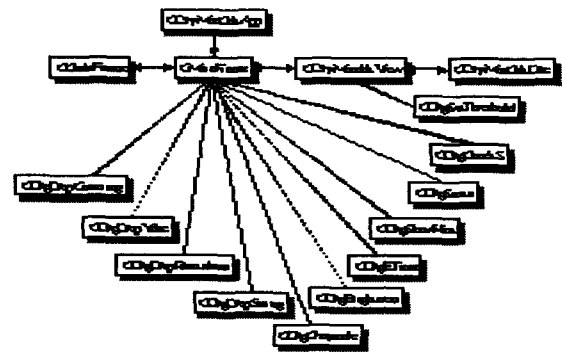
<그림 1>은 검사 시스템에 대한 구조를 기능단위로 나타낸 것으로써 본 시스템은 영상 입력을 위한 CCD 카메라와 프레임 그래버, 그리고 검사 기준 설정기능, 검사 처리기능 및 검사 결과 표시기능을 위한 부분으로 구성되어 있다.

<그림 1> 검사 시스템의 기능별 구조

각 검사에 필요한 처리기능 및 검사 기준치 설정기능, 검사 결과 표시기능 등은 Visual C++와 MFC



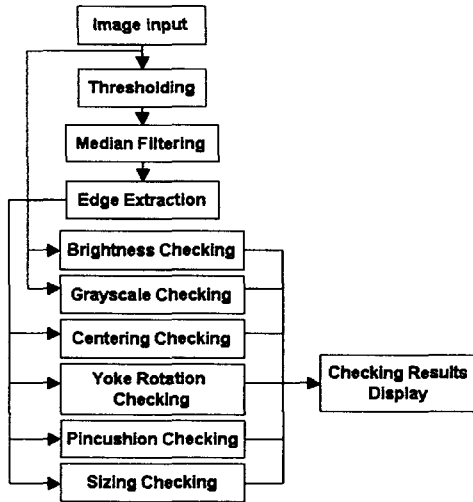
를 이용하여 구현하였다. <그림 2>는 캡슐화된 검사 시스템의 각 기능별 클래스 구성을 나타낸 것이다.



<그림 2> 검사 시스템의 구현을 위한 클래스 구성도

### 2.2 검사 방법 및 검사 기능

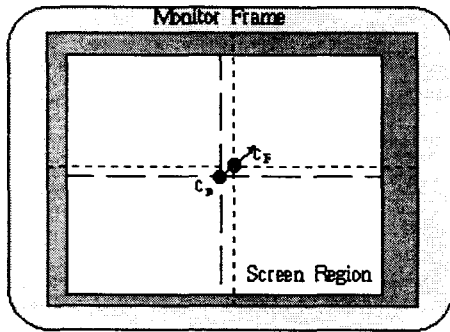
<그림 3>은 영상입력으로부터 각종 검사에 이르기까지의 처리과정을 보여준다. 본 시스템에서 검사는 카메라로 획득된 영상을 기초로 이루어지며, 그레이스케일 트래킹 검사와 brightness 검사를 제외한 검사들은 추출된 모니터 프레임과 스크린 영역을 나타내는 경계정보 추출을 통해 이루어진다. 각 영역에 대한 경계정보는 모니터 프레임 영역과 스크린 영역을 분리하기 위해 적절한 문턱치를 사용하여 영역을 나눈 후, 윤곽추출 알고리즘을 통해 추출될 수 있다. 이 과정에서는 나타나는 불필요한 잡음요소들은 매디안 필터링으로 제거된다.



<그림 3> 검사과정에 대한 흐름도

(1) Centering 검사

Centering 검사는 모니터 프레임의 중심과 스크린 튜브 표시영역의 중심이 정확히 일치하는지를 검사함으로써 화면표시가 상하좌우로 치우치지 않고 정확히 모니터 프레임의 중심에 나타나게 한다.



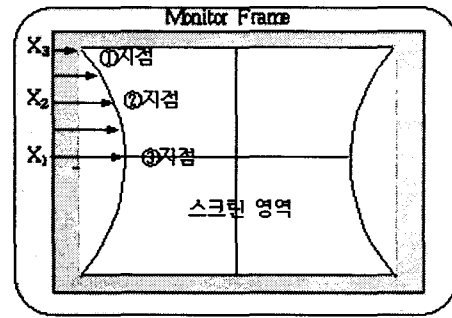
<그림 4> Centering 검사

<그림 4>는 centering 검사에 대한 측정을 보여 준다. Centering 검사는 모니터 프레임의 중심 좌표  $C_F(x_F, y_F)$ 와 스크린 중심 좌표  $C_S(x_S, y_S)$ 간의 거리편차를 허용 기준레벨과 비교하여 실시한다. 다음 식은 검사판정을 위한 것으로서  $d_H$ 와  $d_V$ 는 최대 허용편차를 나타낸다.

$$|x_F - x_S| \leq d_H \quad \text{and} \quad |y_F - y_S| \leq d_V$$

(2) Pincushion 검사

스크린 표시영역에서 좌우단 경계선의 휘어진 정도를 측정함으로써 검사한다.



$X_1, X_2, X_3$ 는 모니터 프레임 좌단에서 ㉠ ㉡ ㉢ 지점까지 수평거리

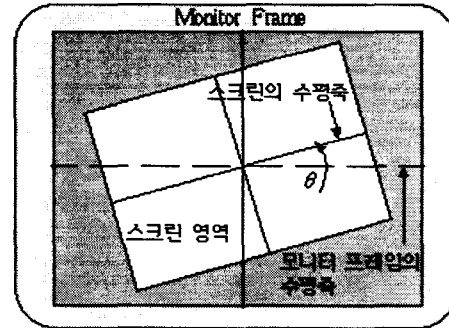
<그림 5> Pincushion 검사

<그림 5>는 pincushion 검사에 대한 측정을 보여 준다. 검사는  $\Delta d_x = (X_1 - X_2) - (X_2 - X_3)$ 를 측정하여 이를 허용편차와 비교하여 합/불을 판정한다.

$$0 \leq \Delta d_x \leq \text{허용편차}$$

(3) Yoke rotation 검사

스크린 튜브의 요크회전을 검사하는 것으로서 스크린 튜브와 실제 화면의 수평이 일치하는지 검사한다.



<그림 6> Yoke rotation 검사

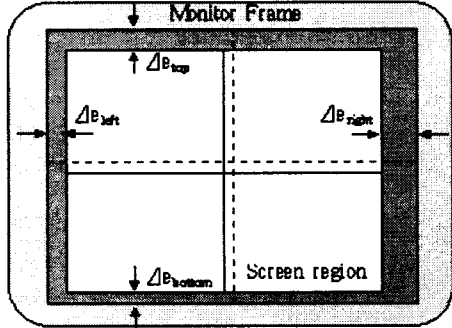
<그림 6>은 yoke rotation 검사를 위한 측정을 보여준다. 모니터 프레임과 스크린 튜브간의 수평 오차각을 아래 식의 최대 허용편차와 비교하여 합/불을 판정한다.

$$\theta \leq d_\theta$$

(4) Sizing 검사

Sizing 검사는 스크린 화면 영역과 모니터 프레임 영역의 부합정도를 검사한다. 스크린 화면의 좌상단 좌표와 우하단 좌표 그리고, 모

니터 프레임의 좌상단 좌표와 우하단 좌표를 이용하여 스크린 화면의 상하좌우 경계선과 모니터 프레임의 상하좌우 경계선이 얼마나 근접하는지를 검사한다.



<그림 7> Sizing 검사

<그림 7>은 sizing 검사에 대한 측정을 보여준다. Sizing 검사는 모니터 프레임과 스크린 화면영역의 부합정도를 측정하기 위해  $\Delta e_{top}$ =(상단 모니터 프레임)과 (상단 스크린 경계)간의 수직거리,  $\Delta e_{bottom}$ =(하단 모니터 프레임)과 (하단 스크린 경계)간의 수직거리,  $\Delta e_{left}$ =(좌단 모니터 프레임)과 (좌단 스크린 경계)간의 수평거리,  $\Delta e_{right}$ =(우단 모니터 프레임)과 (우단 스크린 경계)간의 수평거리를 측정한다. 다음 식은 검사판정을 위한 것으로서  $\Delta d_{top}$ ,  $\Delta d_{bottom}$ ,  $\Delta d_{left}$ ,  $\Delta d_{right}$ 는 각각 네 방향에 대한 최대 허용편차를 나타낸다.

$$\begin{aligned} \Delta e_{top} &\leq \Delta d_{top} \\ \Delta e_{bottom} &\leq \Delta d_{bottom} \\ \Delta e_{left} &\leq \Delta d_{left} \\ \Delta e_{right} &\leq \Delta d_{right} \end{aligned}$$

(5) Brightness 검사

스크린 튜브의 밝기 표시성능을 검사하는 것으로서 스크린 중심의 일정영역으로부터 레벨값을 읽어들이고, 설정된 기준레벨에 대한 부합정도를 측정한다. 본 검사에서는 백색패턴을 사용한다.

(6) Grayscale Tracking 검사

스크린의 계조도 표시성능을 검사하는 것으로 계조도 패턴영상으로부터 각 레벨의 계조도를 읽어들이고 레벨간의 편차가 허용범위를 벗어

나는지 검사한다.

검사 시스템의 부가적인 기능은 다음과 같다.

(7) 표시기능

검사결과에 대한 합/불 표시와 측정값을 표시하고, 각 검사에 대한 소요시간 및 히스토그램 표시와 같은 검사에 수반되는 결과를 나타낸다.

(8) 검사 선택기능

요청에 따라 검사기능을 선택할 수 있는 기능으로써 불필요한 검사에 대한 검사공정을 단축할 수 있다.

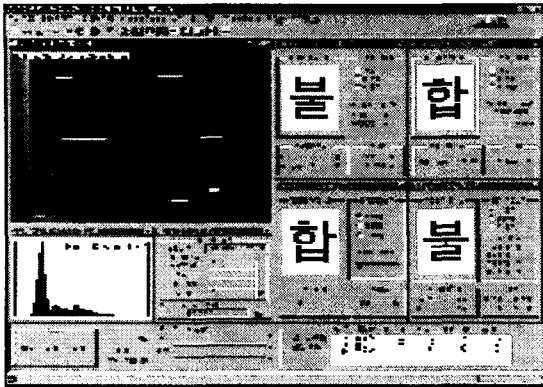
(9) 검사결과 통계 자료 표시기능

전체 검사결과에 대한 통계자료를 표시하며, 검사 단계별 합/불 여부를 표시함으로써 구체적인 불량원인을 파악할 수 있게 한다.

본 연구의 검사 시스템에서는 영상처리에 소요되는 처리시간을 단축하기 위해 인텔사의 실시간 영상처리 라이브러리를 사용하였다.

3. 검사 시스템의 외관

<그림 8>은 본 연구에서 개발한 검사 시스템의 사용자 인터페이스를 보여준다. 화면 좌측은 캡처된 검사대상 모니터를 표시하며, 추출된 모니터 프레임과 스크린 영역의 경계정보를 이 영상 위에 함께 표시한다. 우측에 위치한 윈도우는 각 검사에 필요한 기준치 설정기능과 측정 데이터 표시 및 검사 결과 합/불 판정을 표시한다. 그리고 화면 하단의 윈도우는 검사 완료된 전체 모니터의 검사결과를 항목별 통계자료로 보여준다. 이 밖에 검사 선택기능이나 문턱치 설정기능 등을 위한 메뉴항목들을 포함한다.



<그림 8> 검사 시스템 외관

#### 4. 활용 방안 및 기대 효과

본 연구에서 개발한 모니터 검사 시스템은 컴퓨터 비전 기술을 기초로 하기 때문에 별도의 추가적인 하드웨어가 필요치 않아 저가로 구현이 가능하다. 따라서, 자본력이 부진한 업체에서도 생산 품질을 향상시키기 위해 큰 부담 없이 도입할 수 있다. 연구개발 결과, 본 검사 시스템은 생산품질 향상 및 고가장비에 대한 수입대체효과를 가져올 전망이다. 장비 운영 및 관리면에서도 공장 자동화를 위한 전체 공정에 대한 관리 시스템과의 연동에 기여할 것으로 기대되며, 지속적인 발전추세에 있는 비전기술에 병행하여 추가적인 검사기능이나 사용자 인터페이스의 기능개선과 더불어 검사 시스템의 성능이 향상될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 검사 시스템은 모니터 검사 이외의 비전을 이용한 다른 분야의 검사 시스템에 있어서도 활용될 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] Intel Image Processing Library Reference Manual, Intel Corp. 1999.
- [2] Scott E. Umbaugh, Computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using CVIPTools, Prentice Hall, 1997.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Digital Image

Processing, Addison-Wesley, 1992.

[4] Jae S. Lim, Joe S. Lim, Two -Dimensional Signal and Image Processing, Prentice Hall, 1989.

[5] Robert M. Haralick, Linda G. Shapiro, Computer and Robot Vision, Addison Wesley, 1993.