

# 브라운관의 화상계측 자동화 시스템 개발 - Development of Automated Display Image Characteristic Inspection System of Braun Tube(CRT) -

유 우 식\*  
Yoo, Woo-Sik  
장 성 호\*  
Chang, Sung-Ho  
이 도 경\*  
Lee, Dou-Kyong

## Abstract

Automatic inspection system software for display image characteristic of CRT is developed. There are two major contributions of this software development. One is that the data from measuring equipments which was usually collected manually is automatically collected through RS-232C port and is saved in computer, then, trend analysis graph and final reports are generated. The other is that evaluation of characteristic of electron gun was automatically processed by CCD camera and image processing technique.

The system is developed under MS-Windows environment utilizing Borland C++4.0 Compiler and DT 3852-8 image processor board. This system can save the time and man power to measure and to analyze the image characteristics relative to current method.

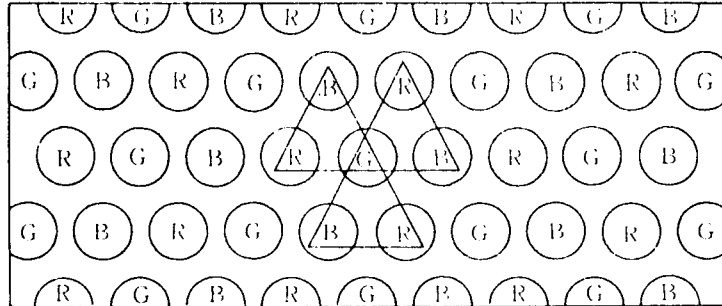
### 1. 서론

본 논문에서는 브라운관의 화상을 계측하고 계측된 자료를 통신포트로 전송받아 자동분석하는 화상계측 자동화시스템의 개발구조와 알고리즘에 대하여 설명한다. 브라운관은 TV와 컴퓨터 모니터의 핵심부품으로서 단일품목으로 한국이 세계를 석권하고 있는 몇 안되는 품목중의 하나이다. 브라운관 화면에 칼라 화상을 표현하는 방법은 다음과 같다. 즉, 유리판넬의 내부곡면인 화면의 각 화소마다 빨강(R), 초록(G), 파랑(B) 각각의 빛을 발하는 형광물질이 [그림 1]에서와 같이 삼각형의 형태로 발라져 있고 빨강, 초록, 파랑에 해당되는 전자총이 그 화소에 해당되는 형광물질에 각각 적당한 강도의 비율로 전자빔을 조사한다. 이때 각각의 색깔에 관계되는 전자총은 그 색깔에 관계되는 형광물질에만 조사하도록 하기 위하여 [그림 2]에서 보인 것처럼 새도우 마스크(Shadow Mask)를 사용한다[1].

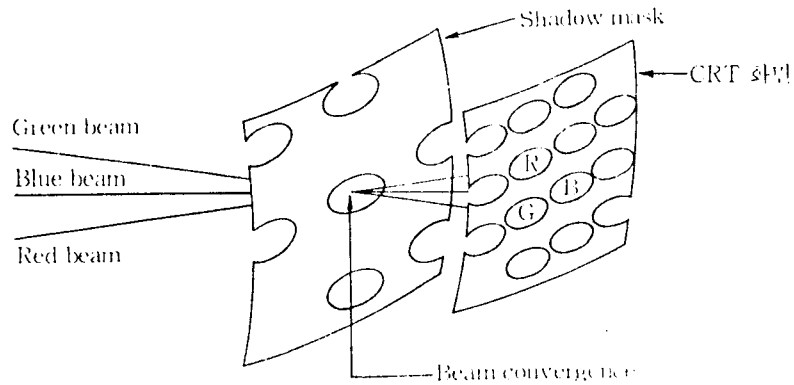
### 2. 브라운관의 화상에 영향을 미치는 요소

개발된 브라운관의 화상에 영향을 미치는 주요 요소는 새도우 마스크의 형상정밀도와 형광물질의 특성 및 분포상황 그리고 전자총의 특성등이다. 각 부품은 개별 특성평가와 분석단계를 거치지만 조립단계에서 발생하는 오차와 여러특성이 복합적으로 작용하는 문제등으로 인하여 최종 조립된 브라운관의 화상평가는 [표 1,2]에서와 같이 직접 화면을 측정하여 얻은 여러 계측 항목들을 이용하여 결정된다.

\* 금오공과대학교 산업공학과



[ 그림 1 R.G.B. 형광물질의 분포형태 ]



[ 그림 2 색도 마스크(Shadow Mask) ]

[ 표 1. 화상 평가용 계측기 측정항목 ]

측정항목	내용
CONVERGENCE	브라운관의 화면전체에 걸쳐서 R, G, B 세개의 전자빔이 동일 MASK HOLE을 통과하여 각각의 형광체를 발광시키고 있는지를 알아보기 위해서 측정.
CONTRAST	화면에 흑, 백을 동시에 DISPLAY시켜 흑, 백의 휘도비로서 나타낸다. 화면상의 선명도를 알아보기 위해서 측정. (CONTRAST는 화면의 선명도를 나타내는 지수임.)
Ik-BRIGHTNESS	전자총의 CATHODE에 흘려주는 전류와 그때의 화면 밝기를 측정하는 것으로 전자총 및 형광체의 특성을 알아보기 위해 측정.
BRIGHTNESS Uniformity	브라운관의 CENTER 부분의 밝기와 주변부 (CONER, EDGE) 밝기 균일성을 알아보기 위해 측정. 브라운관 CENTER 휘도(기준) 대비 각지점의 휘도를 측정함으로써 알 수 있다.
WHITE Uniformity	브라운관의 흰바탕이 나오게 한다음 주변부 (CONER, DEGE) 흰색이 CENTER 흰색에 얼마나 가까운가를 측정. 브라운관 CENTER WHITE (색좌표 X=0.281, Y=0.311) 대비 각지점의 색좌표를 측정함으로써 알 수 있다.

[표 1] 에서 설명된 측정항목들은 각각 [표 3]에 설명된 계측기를 통하여 측정된다. 그러나 측정데이터를 자동으로 수집하고 분석할 수 있는 소프트웨어가 개발되지 못한 관계로 지금까

지 각 계측기의 액정화면에 표시된 수치를 눈으로 확인하여 손으로 기록한후 모아진 데이터를 스프레드시트 프로그램으로 전산처리하여 자료를 분석하였다.

그러나 각 계측기들은 RS-232C 통신포트를 통하여 측정데이터를 송/수신 할 수 있으므로 측정데이터를 자동수신하여 파일로 저장하고 원하는 분석데이터와 계측자료경향을 그래프로 표현하는 소프트웨어를 개발한다면 브라운관의 화상계측이 한결 수월해 질 것이다.

[ 표 2. 전자총 특성 평가 항목 ]

측 정 항 목	내 용	계 측 기
SPOT SIZE	브라운관 개발시 전자총의 여러가지 특성을 평가하기 위해서 측정	화 상 계 측 기
DOMING	브라운관에 SWITCH ON했을 때 SHADOW MASK가 열팽창에 의해 부풀게 됨에 따라 R, G, B 세 BEAM이 각자의 형광체를 JUST하게 발광시키지 못하고 SHIFT하게 되는데 이 변위량을 측정하기 위함.	
SCREEN GROUPING RATE	브라운관의 SCREEN에 발려진 R, G, B형광체들이 어느정도 골고루 분포되어 있는지를 알아보기 위해서 측정	

[ 표 3. 측정항목과 계측기 ]

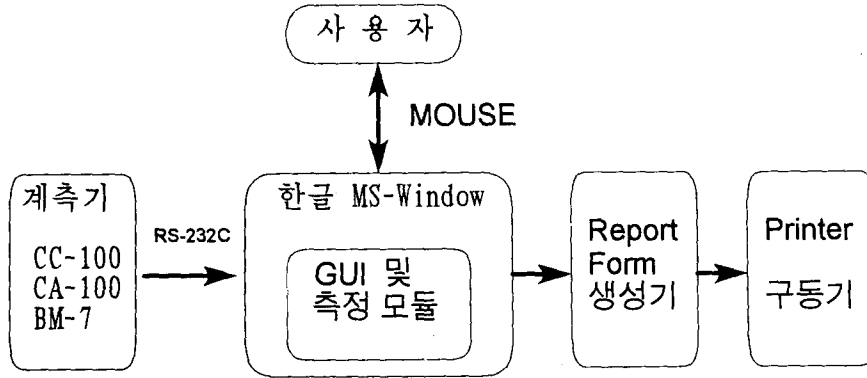
측 정 항 목	계 측 기 명	Inter face port
CONVERGENCE	CC-100 (MINOLTA제)	RS-232C
CONTRAST	BM-7 (TOPCON제)	RS-232C
WHITE Uniformity BRIGHT Uniformity Ik BRIGHTNESS	CA-100 (MINOLTA제)	RS-232C

또한 전자총 특성평가항목의 경우도 지금까지는 Spot, Size, Doming, Screen grouping rate 등의 계측을 수동으로 사람이 확대경을 통해 눈으로 수행하여 왔으나 계측정밀도가 떨어지고 단순반복작업으로 인한 능률의 저하등의 문제로 수동계측에는 많은 어려움이 있다. 이를 본 연구에서 CCD 카메라와 이미지보드(Image board)를 활용하여 자동계측하고 계측된 자료의 경향을 분석하여 그래프로 보여주는 시스템을 개발하였다.

따라서 본 논문에서는 CC-100, BM-7, CA-100 계측기의 측정항목을 자동화시킨 화상측정용 계측기 자동화 소프트웨어의 개발연구와 전자총 특성평가항목의 자동화 소프트웨어 개발연구를 분류하여 설명하겠다.

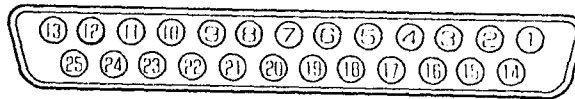
### 3. 화상측정용 계측기 자동화 소프트웨어

화상측정용 계측기의 측정항목들을 자동측정하는 소프트웨어의 개발환경과 구성은 [그림 3]과 같다. 그림에서와 같이 본 소프트웨어는 MS-Windows 환경에서 볼랜드 C++ 4.0 컴파일러로 프로그램 되었다. 본 소프트웨어는 CC-100, CA-100, BM-7 계측기 각각과 RS-232C 통신포트를 통해 계측값을 수신받는데 계측기 별로 컴퓨터의 시리얼 포트와 계측기의 시리얼포트를 연결하는 하드웨어 핀 연결방식이 각각 다르다. CA-100 계측기의 통신포트 핀 번호가 [그림 4]와 같을때 CA-100 계측기와 컴퓨터를 연결하는 RS-232C 통신선의 연결방식은 [그림 5]와 같다[2]. 반면 CC-100 계측기의 경우는 [그림 6]과 같이 통신선을 연결하여야 한다[3].



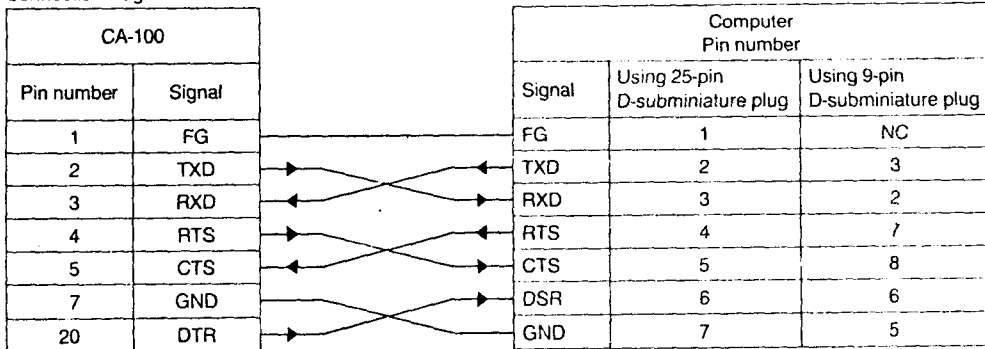
[ 그림 3 계측기 자동화 소프트웨어 개발환경 및 구성 ]

Pin diagram of CA-100's RS-232C terminal

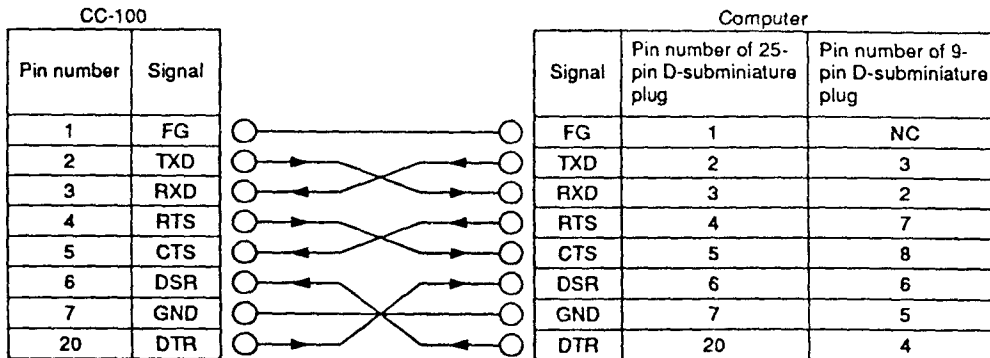


[ 그림 4 CA-100 계측기의 RS-232C 포트 핀 번호 ]

Connection diagram



[ 그림 5 CA-100 계측기의 통신선 연결방식 ]

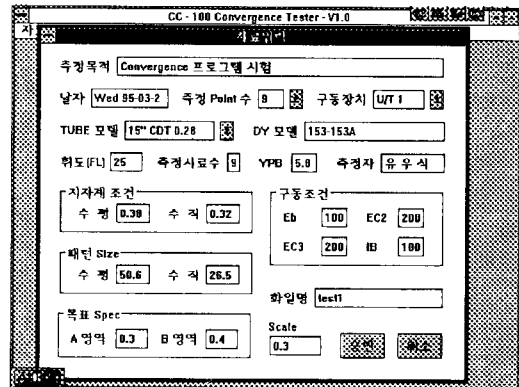
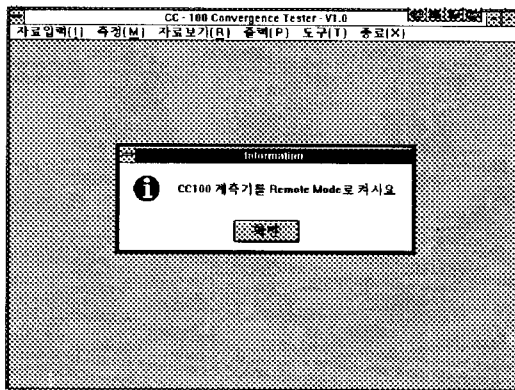


[ 그림 6 CC-100 계측기의 통신선 연결방식 ]

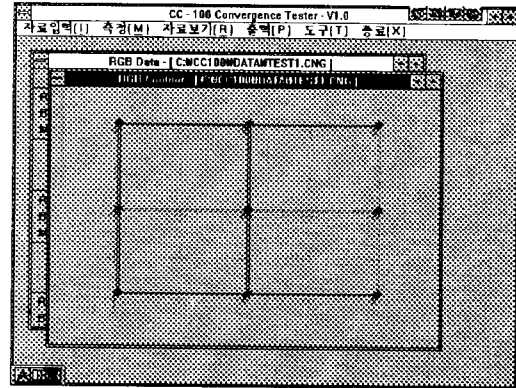
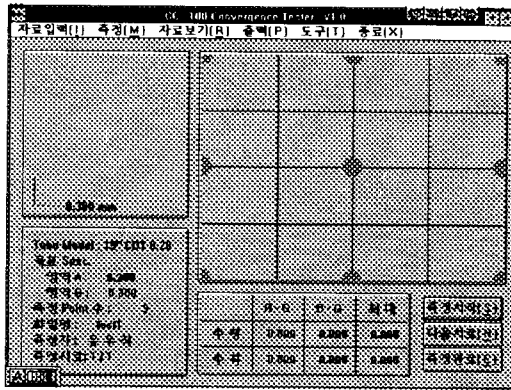
본 소프트웨어는 측정항목별 모듈이 개별적으로 수행되는데 Convergence 측정항목의 예를

들어 설명하기로 하겠다. Convergence 는 [그림 2]에서 본 바와 같이 R, G, B 세개의 전자빔이 동일 색도 마스크(Shadow Mask) 구멍을 통과하여 각각의 형광체를 발광시키고 있는지를 알아보기 위한 측정항목이다. Convergence 측정 모듈은 [그림 7]과 같이 풀다운 메뉴의 그래픽 유저 인터페이스로 마우스 구동된다.

[그림 8]은 측정시 필요한 입력정보를 받아들이는 다이얼로그박스 입력화면이며 측정화면은 [그림 9]와 같다. [그림 9]는 9점에서 미스콘버전스를 측정하고 있는 화면이다. 모든 측정데이터를 RS-232C 통신으로 받아서 컴퓨터의 디스크에 파일로 저장한 후 분석데이터를 화면에 그래픽으로 표시해 보면 [그림 10]과 같다.



[그림 7 Convergence 측정 모듈의 메인메뉴] [그림 8 Convergence 측정 입력 다이얼로그 박스]



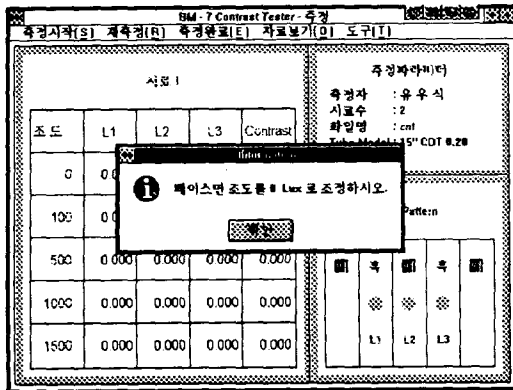
[그림 9 Convergence 측정 실시화면] [그림10 Convergence 분석 그래프 표시화면]

분석 그래프는 MS-window가 갖는 장점과 같이 다중 윈도우로 표시하는 것이 가능하고 입력정보 입력시나 측정실시 중인 화면에서도 일반적인 MS-Windows 운영체제에서 활용되는 마우스의 기동기능이 유효하여 사용자에게 편리한 GUI를 제공하고 있다. [그림 7]의 메인메뉴에서 출력을 수행하면 저장정보를 선택한 후 보고서를 출력한다.

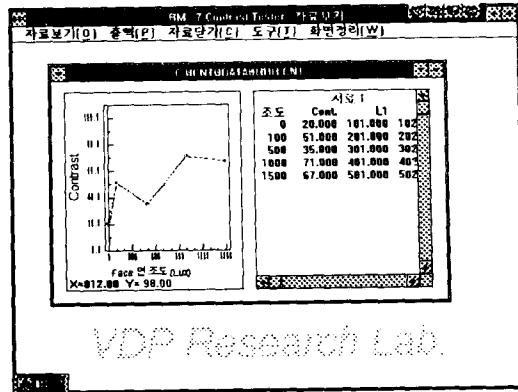
BM-7 계측기로 측정하는 Contrast 측정항목의 경우는 [그림 11]과 같이 페이먼조도를 0, 100, 500, 1000, 1500 LUX 로 조정한 수 L1, L2, L3 지점의 휘도를 측정한다. 측정값을 RS-232C로 전송받아 Contrast 는 아래 공식에 의해 계산 저장된다 [4].

$$\text{Contrast} = \text{L2지점 백휘도} / (\text{L1지점 흑휘도} + \text{L3지점 흑휘도})$$

모든 조도에서 Contrast 를 측정할 수 정향 분석데이터를 화면에 그래픽으로 표시하면 [그림 12]와 같다. Ik-Brightness, W/U, B/U 측정항목의 자동계측 소프트웨어도 지금까지 설명된 방식과 유사하게 계측자료를 통신포트를 통해 수신한 후 분석그래프와 보고서를 작성해준다.



[그림11 Contrast 측정 화면]



[그림12 Contrast 경향 분석 그래프]

#### 4. 전자총 특성평가 자동화 시스템

전자총의 특성을 평가하기 위해서는 [표 2]와 같이 Spot size, Doming, Screen grouping rate 항목들을 계측하여야 하는데 지금까지는 전용계측장비가 없는 관계로 일일이 사람의 눈으로 계측하여 기록하였다. Spot size의 경우 전자총에서 발생한 한 화소를 브라운관 모니터에서 관찰하여 R, G, B 각 빔의 수평, 수직반경을 측정하고 화면의 위치와 ik에 따른 spot의 크기를 분석 평가하는 항목이다.

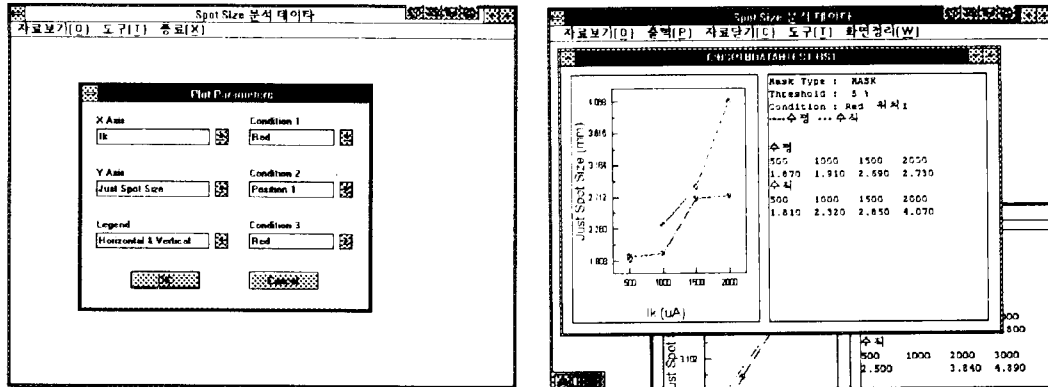
본 논문에서는 이와 같은 수동계측 작업을 CCD 카메라와 image processor board를 이용한 자동계측 시스템으로 대체시켰다. 화면상의 한 화소를 5배 배율의 CCD 카메라로 촬영하여 그 영상을 image processor board의 응용모듈을 활용하여 캡처 한 후 노이즈를 제거하여 수평, 수직 크기를 계산한다. Center, Coner, Edge, Top 으로 불리는 위치에 따라 전류 ik를 변화시켜가며 계측치를 저장하고 지정된 파일에서 Spot size 균일성을 분석하는 그래프를 생성한다.

Spot size의 경우 균일성을 분석하기 위하여 선택할 수 있는 변수와 조건이 다양하여 [표 4]와 같이 많은 수의 분석 그래프 생성기능이 요구된다.

[표 4 Spot size 균일성 분석 조합]

	X축	Y축	LEGEND	조		건	FORMAT갯수
1	Ik	JUST SPOT SIZE	H, V	R, G(2)	위치(4)		8
2	Ik	JUST SPOT SIZE	위치	H, V(2)	R, G(2)		4
3	Ik	JUST SPOT SIZE	R, G	H, V(2)	위치(4)		8
4	Ik	중형비	위치	R, G(2)			2
5	Ik	중형비	R, G	위치(4)			4
6	Ik	CENTER 대비 각 지점 JUST SPOT SIZE비율	위치	R, G(2)	H, V(2)		4
7	위치	CENTER 대비	Ik	R, G(2)	H, V(2)		4
8	위치	각 지점	R, G	Ik(5)	H, V(2)		10
9	위치	JUST SPOT SIZE비율	H, V	Ik(5)	R, G(2)		10
10	Ik	R/G JUST SPOT SIZE	위치	H, V(2)			2
11	Ik	비율	H, V	위치(4)			4
12	위치	R/G JUST SPOT SIZE	Ik	H, V(2)			2
13	위치	비율	H, V	IK(5)			5

[그림 13]는 X축, Y축, Legend(하나의 분석 그래프에 표현하고자 하는 항목) 그리고 조건을 선택했을때 분석그래프를 표시한 화면이다. Doming, groupingrate등의 측정항목도 각각 CCD 카메라로 잡은 image를 분석하여 수동계측을 자동화하였다.



[그림 13 Spot size 균일성 분석 그래프]

5. 결론

본 논문에서는 앞에서 설명한 바와 같이 수동계측에 의존하던 전자총 특성평가를 이미지 프로세스 기술을 응용하여 자동화한 화상측정기를 개발하였으며 CC-100, BM-7, CA-100 계측기의 측정정보를 RS-232C 통신포트로 수신하고 분석하는 소프트웨어를 개발하였다. [그림 14]은 CC-100 계측기와 RS-232C 로 연결된 화상계측 자동화 소프트웨어의 수행 장비를 보여주고 있다.

본 논문 연구의 결과 화상계측의 소요되는 시간과 인력을 대폭 절감하게 되었고 또한 고품위의 분석 데이터 출력물을 얻게 되었다.



[그림 14 Convergence 계측장비]

## 參 考 文 獻

- [1] 이권우, 컴퓨터그래픽과 CAD, 영지문화사, 1994.
- [2] CRT COLOR ANALYZER CA-100 MANUAL, MINOLTA Camera Co. Ltd, 1990.
- [3] CRT CONVERGENCE METER CC-100 MANUAL, MINOLTA Camera Co. Ltd, 1990.
- [4] CRT CONTRAST METER BM-7 MANUAL, TOPCON Co. Ltd, 1990.
- [5] Charles Petzold, Programming Windows 3.1, Microsoft Press, 1993.
- [6] 유우식, 계측자료 분석 소프트웨어 개발에 관한 연구, 금성사 수탁연구 보고서, 금오공과대학, 1994.