
히스토그램 분포 제어가 가능한 풀칼라 LED 디스플레이장치 개발

하영재* · 진병윤* · 김선형**

Development of the Full color LED displays using the control algorithm of histogram distribution

YoungJae Ha* · ByungYun Jin* · Sunhyung Kim**

요 약

본 논문에서는 기존의 full color LED 전광판에서 일반적인 화질 개선 혹은 화질 보정의 방법으로는 감마, 휘도, 명도조절 등으로 영상의 전체적인 색상과는 상관없이 일률적으로 밝게 혹은 어둡게 처리해 왔다. 그러나 단순히 표시되는 영상 자체의 휘도를 일정 크기로 일률적으로 휘도를 조정하는 방법은 입력되는 영상 신호의 특성을 반영하지 않아 단지 화면 전체가 밝아지거나 어두워졌다는 느낌만을 줄 뿐이다. 그래서 기존의 영상 전송 방식과는 다른 새로운 기술로 LED 전광판에 입력되는 영상 데이터의 히스토그램 분석을 통해 기준 휘도 값을 결정함으로써 입력되는 영상 데이터의 특성이 반영되고, 해당 기준 휘도 값에 따라 히스토그램의 분포를 제어함으로써 LED 전광판에 표시되는 영상 휘도를 균일하게 향상시킬 수 있는 히스토그램 분포 제어가 가능한 full color 전광판의 영상 구동 처리기술을 제안하였다.

ABSTRACT

In this paper, the full color LED billboard or a general quality improvement methods of quality gamma correction, brightness, and brightness adjustment, etc., regardless of the overall color of images uniformly bright or dark have been taken care of. The video itself, but simply expressed as a uniform brightness of a certain size, how to adjust the brightness of input video signal does not reflect the characteristics of the entire screen with just a lighter or darker line is only feeling was brought. So, unlike conventional video transmission system with new LED display technology in the histogram analysis of image data is input by the input image data by determining the luminance values of the attributes are reflected, as appropriate based on the histogram of the distribution of brightness values By controlling the LED display is expressed in the uniform image can improve the brightness control, histogram distribution of the image as full color billboards driven processing technology is proposed.

키워드

전광판, LED 영상 모듈제어기, 영상 보정제어기

Key word

Billboard, LED video modules, controllers, image correction controller

* 순천향대학교 정보통신공학과 대학원

** 순천향대학교 정보통신공학과 교수 (shkim@sch.ac.kr)

접수일자 : 2010. 05. 18

심사완료일자 : 2010. 07. 06

I. 서론

LED 풀 칼라 전광판, 특히 대형 LED 전광판의 경우 대부분 옥외에 설치되고, 근래에는 TV 광고 등과 같이 동영상을 표출하는데 널리 사용되고 있다는 점에서 표출되는 동영상의 휘도 향상이 매우중요시 되고 있다.

LED 전광판의 표출 특성상 표출되는 동영상이 대부분 어두운 영상을 표출하고 있는 경우, 실외에 설치된 LED 전광판을 통해 표출되는 동영상의 어두운 부분 표출을 쉽게 구분하지 못할 수 있으며, 이는 LED 전광판이 설치된 장소의 환경, 예를 들어 낮과 밤, 그리고 날씨 등에 영향을 받는 경우 더욱 심화될 수 있으나 히스토그램 균등화 작업에 의한 휘도값 평준화 작업을 통하여 선명한 화질을 보장받을 수 있도록 구현하며 일반적으로 동영상 촬영시의 화질은 촬영 소자 특성과 영상 객체의 밝기뿐만 아니라 촬영할 당시의 조명 강도에 의존하고 있다. 조명이 너무 강하거나 너무 약한 경우 저대비 영상이 생성될 수 있으며, 영상의 계조도 히스토그램이 전체적으로 어두운 부분에 집중적으로 분포하는 경우 영상의 다른 영역이 시각적으로 파악되기 곤란하게 된다. 그래서 표출영상대비 동적 범위를 늘리는 효과, 즉 결과물인 영상의 분포 밀도가 고르게 됨으로써 영상의 콘트라스트를 개선시키는 효과를 제공하기 때문에, 전체적으로 어두운 영상의 휘도 자체를 향상시키는 효과는 제공하지 못한다. 또한 단순히 표출되는 영상 자체의 휘도를 일정 크기로 일률적으로 올려 휘도를 향상시키는 방법을 고려해볼 수 있으나, 이는 입력되는 영상 신호의 특성을 반영하지 않아 단지 화면 전체가 밝아졌다는 느낌만을 줄 뿐이다.

이에 본 논문에서 설명하는 히스토그램 균등화는 영상 계조도 값의 분포를 균일하게 분포하도록 동적 영역

을 변환하여 화질을 개선하는 간단하면서도 가장 효과적으로 사용할 수 있는 이미지 처리 방법이다. 이 히스토그램 균등화를 이용해 전광판에 입력되는 영상 데이터의 히스토그램으로 분석하고, 이에 기초하여 히스토그램의 분포 제어함으로써 전광판에 표출되는 영상의 계조도 값을 균일하게 향상시켜 전체적인 영상의 흐름에 색조의 변화가 어색하게 표현되는 것을 방지하기 위해 어두운 부분과 밝은 부분의 임계값을 조정하여 본래의 영상을 유지하면서도 명암 대비를 높이는 효과를 얻을 수 있는 전광판 구동기술이다.

II. 설계

현재까지 전광판에서 화질 개선을 하기 위해서는 스케일러를 사용하여 화면 크기나 화질을 보정해 왔다. 그러나 스케일러는 고가의 장비이고 스케일러를 통해서도 영상의 변화에 맞춰 색 보정을 하는 기능은 없다[1-2].

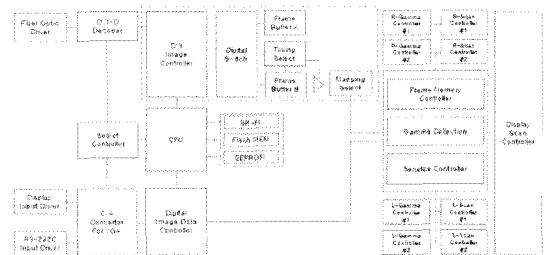


그림 1. AFT(Auto Fine Tuning) 을 이용한 전광판 영상 화질 개선 방법

Fig. 1. AFT(Auto Fine Tuning) to improve image quality using a board

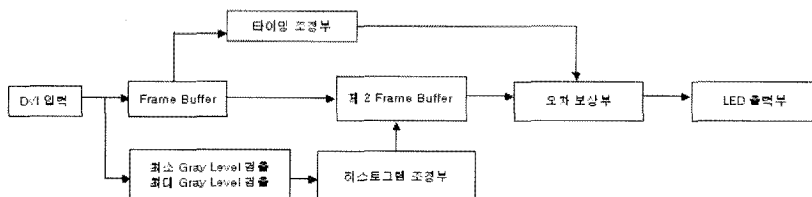


그림 2. AFT 소프트웨어 엔진 블록도

Fig. 2. AFT(AutoFineTuning)software engine blocks

이에 본 기술은 그림 1과 같이 AFT(Auto Fine Tuning) 방식을 이용한 전광판 영상 화질 개선 방법을 통하여 높은 CPU, FPU의 높은 전송 속도를 이용해서 그림 2와 같은 AFT 소프트웨어 엔진 블록도를 설계해서, 실시간으로 화질을 보정하고 고가의 스케일러를 사용하지 않아도 그림 3과 같은 색 좌표의 화이트 밸런스구현을 히스토그램 분포제어를 통하여 풀 칼라 전광판의 고화질 데이터 구동 전송 제어장치의 영상 휘도를 균일하게 향상시킬 수 있는 방법을 제시하여, 고화질 영상 표출 시스템을 구축할 수 있도록 하였다.

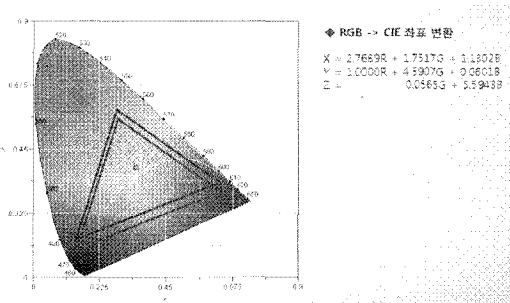


그림 3. 색 좌표 화이트 밸런스 기준
Fig. 3. White color coordinates based balance

III. 구현 및 실험 결과

그림 4와 같은 정지영상 임계위치에 따라서 그림 5와 같은 영상보정별 비교영상과 같이 히스토그램에 의한 최적의 영상을 확인할 수 있다.

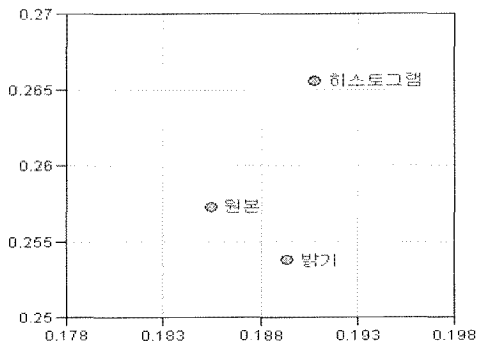


그림 4. 정지영상 임계 위치
Fig. 4. Still images are critical

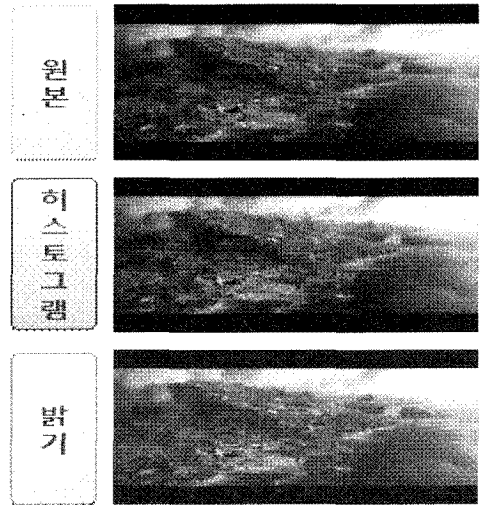


그림 5. 영상 보정별 비교
Fig 5. Comparison of visual correction by

영상 데이터를 히스토그램 평균화 값의 분석을 통해 기준 휘도값을 결정함으로써 입력되는 영상 데이터의 특성이 반영되고, 해당 기준 휘도값에 따라 히스토그램의 분포를 제어함으로써 LED 전광판에 표출되는 영상의 휘도를 균일하게 향상시킬 수 있는 히스토그램 분포의 제어가 가능하게 된다.

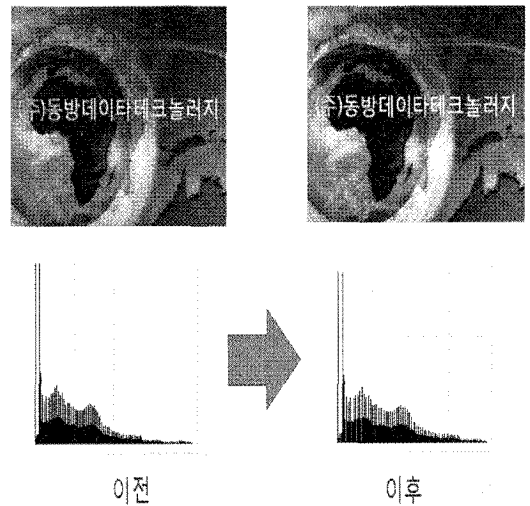


그림 6. 히스토그램 평준화 작업 후
Fig. 6. After the histogram equalization operation

Data Name	Lv	x	y	dlv	dx	dy
원본	15365.67	0.1893	0.2538	0.00%	0.00%	0.00%
히스토그램	17636.17	0.1907	0.2655	14.78%	0.74%	4.61%
밝기	17364.88	0.1854	0.2573	13.01%	-2.06%	1.38%

그림 7. 정지 영상 x, y 값의 히스토그램
Fig. 7. Still image x, y values, the histogram

그림 6에서 히스토그램 평균화 작업 이전의 영상은 전체적으로 어두운 영상으로 되어 있었지만 히스토그램 평균화를 거친 후 조금 더 색상차가 많이 나는 것을 보실 수 있다. 그러나 히스토그램의 분포가 일반적인 분포를 갖는 영상과 달리 몇 개의 계조도에 집중되어 이격되어 있는 경우, 히스토그램의 계조도가 과도하게 변함으로서 오히려 화질을 열화시키는 문제가 발생할 수 있다[3].

이러한 문제를 보완하기 위해서, 최대 임계치를 설정하여 자연스럽게 선명한 영상을 얻을 수 있다.

그림 7의 정지 영상 x, y 값의 히스토그램표와 같이 최대 임계치는 한 프레임의 영상 데이터의 전체 픽셀 수에서 임계치 비율의 기준 픽셀 수를 설정하고, 최상위 휘도값으로부터 기준 픽셀 수 만큼의 순위에 해당하는 휘도값을 기준 휘도 값으로 검출할 수 있다. 각각의 영상의 기준 휘도 값에 준하여 각 픽셀의 휘도 값을 변경한다[4].

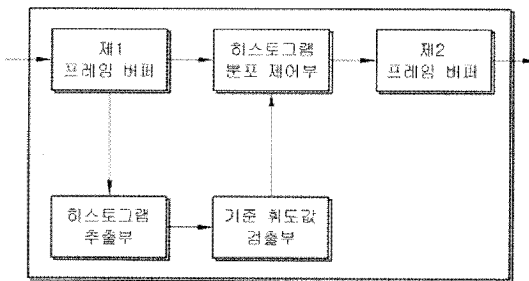


그림 8. 히스토그램 추출 및 검출
Fig. 8. Histogram Extraction and Detection

그림8의 히스토그램 추출 및 검출과 같이 영상프레임을 체적의 임계치를 만들어 히스토그램 균등화를 이루어 전광판에 표출될 수 있도록 제 2 프레임에 전송되어 표출되도록 한다[5].

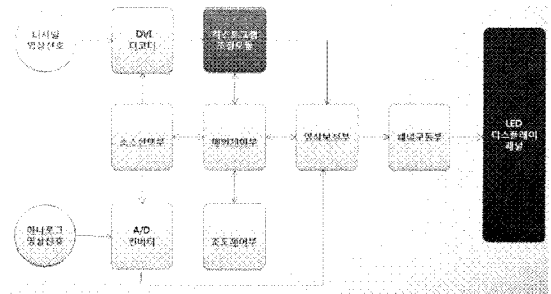


그림 9. 전광판 영상 보정 구성도
Fig. 9. Calibration board configuration images

그리고 그림 9의 전광판 영상 보정 구성도와 같이 DVI 혹은 아날로그 RGB 영상을 제 1프레임 버퍼에 저장하며 이는 전광판으로 데이터를 보내기전에 거치는 곳으로 히스토그램 조정모듈을 통하여 히스토그램 영상 데이터를 추출하여 영상 보정부에서 보정된 휘도값을 전광판 패널 구동부를 통하여 영상을 표출하도록 한다[6].

그리고 그림 10의 히스토그램 균등화 흐름도에서 보면 히스토그램 검출 및 최소, 최대값 검출에 있어 기준 휘도값 추출은 한 프레임의 영상 데이터의 전체 픽셀 수에서 기 설정된 비율의 기준 픽셀 수를 설정하고, 상기 최상위 휘도값으로부터 상기 기준 픽셀 수 만큼의 순위에 해당하는 휘도값을 상기 기준 휘도값으로 검출할 수 있다.

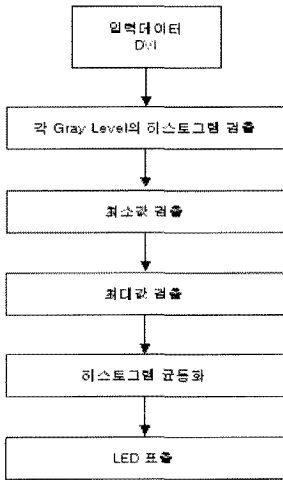


그림 10. 히스토그램 균등화 흐름도
Fig 10. Histogram equalization flow

그리고, 상기 그림 8. 히스토그램 추출 및 검출의 히스토그램 분포 제어부는, 상기 프레임 버퍼로부터의 영상 데이터의 각 픽셀의 휘도값들을 상기 기준 휘도값과의 비율에 따라 조절할 수 있다.

$$I_o = \frac{I_i}{I_{ref}} \times I_m$$

여기서, I_i 는 상기 프레임 버퍼로부터의 영상 데이터의 각 픽셀의 휘도값이고, I_o 는 상기 히스토그램 분포 제어부에 의해 변경된 각 픽셀의 휘도값이고, I_{ref} 는 상기 기준 휘도값이고, I_m 은 상기 LED 전광판이 표출 가능한 최대 휘도값이다.

히스토그램 분포 제어부에서는 원래 입력된 영상을 아래 계산식에 의해 보정하여 제2프레임 버퍼에 저장한다. 그리고 히스토그램 평준화 값은 다음 식을 통해서 얻을 수 있다.

$$Y = \frac{r - r_{min}}{r_{max} - r_{min}} \times rc$$

- 단, Y: 히스토그램 평준화 된 값
- r: 현재 색상
- r_min: 최소 임계치
- r_max: 최대 임계치
- rc: 전체 색상 수(1024 또는 4096)

제2프레임에 저장된 영상은 감마 보정, 그리고 그림 히스토그램 영상보정 방식에 따라 제2프레임에 저장된 영상은 아래 수식의 감마 보정과

$$I = \alpha(V + \epsilon)^r$$

- V: 입력 전압 α : contrast
- ϵ : bright I: 출력 빛의 강도
- r: gamma

그림6에서 구한 히스토그램 평준화 작업 후의 영상 히스토그램을 전 구간에서 골고루 나타나도록 변경하는 방법으로 휘도 조정등의 과정을 거쳐

$$s = T(r) = \int_0^r P_r(\tau) d\tau$$

- s: 히스토그램 전체면적 T: 히스토그램 값
- r: 최적 히스토그램값 $d\tau$: 미분값
- P_r : 히스토그램 곡선값 τ : 최적의 곡선값

전광판으로 전송되어서 표출된다. 여기서 (τ)는 적분에서 매개변수이다.

상기 식에서 우변은 랜덤변수 r의 누적분포함수로 확률밀도의 함수는 항상 양수이고 한 함수의 적분은 그 함수의 아래 면적이기 때문에 이 변화 함수는 단일 값에 따라 전광판에 히스토그램 균등화하여 전광판에 디스플레이 되도록 프레임에 영상을 보내어 표출하도록 한다[7].

이때 그림 11의 히스토그램 최대 누적 분포율의 히스토그램 추출부에서 저장된 히스토그램 배열을 기준으로 기준 휘도값 검출부에서 각각의 R,G,B 영상에 대해 기준 휘도값 즉, 최대, 최소 임계치를 검출하고 히스토그램의 최대 누적 픽셀 수는 이전까지의 픽셀수를 누적된 값으로 저장하여 작성하며, 최대 누적 분포는 전체 픽셀수를 해당 누적 픽셀수로 나누어 각각의 누적 색상의 분포를 %로 저장한다. 저장된 최대 누적 분포 테이블의 값 중 설정된 임계치 0.08%를 넘지 않는 가장 큰 값을 임계치로 설정한다.

히스토그램	픽셀수	최대 누적 픽셀수	최대누적 (%)
Hist[255]	25	25	0.008
Hist[254]	45	70	0.022
Hist[253]	21	91	0.029
Hist[252]	10	101	0.032
...
Hist[243]	25	230	0.074
Hist[242]	21	251	0.081
...
Hist[2]	210	306,995	99.937
Hist[1]	105	307,100	99.967
Hist[0]	100	307,200	100.000

그림 11. 히스토그램 최대 누적 분포율
Fig. 11. Maximum cumulative histogram ratio

여기서는 0~255의 값 중 243번째에 해당하는 색상값이 최대 임계치가 되고 전광판에 표출되어야 할 히스토그램에 의한 임계값을 그림 12. 히스토그램 영상 보정방식과 같이 R,G,B 정보를 독립적으로 색상 보정을 하여 프레임에 저장할 수 있도록 한다[8].

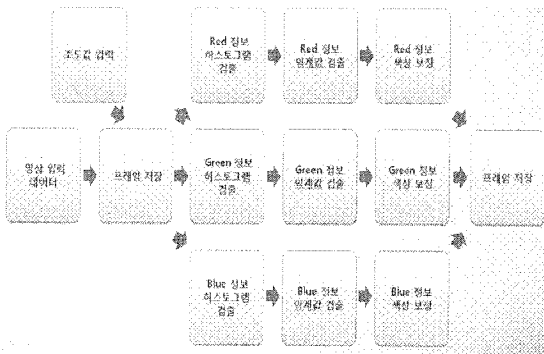


그림 12. 히스토그램 영상 보정방식
Fig. 12. Histogram image correction method

상기 영상보정 구성에서의 설명과 같이 영상을 히스토그램 균등화하여 전광판에 디스플레이 되도록 프레임에 영상을 저장하며, 히스토그램의 조정 모듈은 그림 12. 히스토그램 영상 보정방식의 과정을 거쳐 전광판에 전송 표출되도록 한다.

IV. 결 론

LED(Light Emitting Diode) 전광판은 다수의 LED를 매트릭스 형태로 배열하고, 매트릭스 형태로 배열된 다수의 LED가 이미지를 표시하기 위한 픽셀을 형성함으로써, 다양한 영상의 표시가 가능하게 된다. 이러한 LED 전광판은 광고나 각종 정보의 전달을 위해 건물 외부나 내부에 다양한 형태로 설치되어 사용되고 있다. 근래에는 LED 전광판이 단순한 정보의 전달을 위해 텍스트나 정지 영상을 표출하는데서 벗어나 TV 광고 등과 같이 동영상을 표출하는데 널리 사용되고 대형화되어 감에 따라 LED 전광판의 화질 개선을 위한 기술 개발이 중요해지고 있다. 일반적으로 기존의 full color 전광판의 선명한 영상 처리 방식으로는 단순히 표출되는 영상 자체의 휘도를 일정 크기로 일률적으로 올려 휘도를 향상시키는 방법으로 입력되는 영상 신호의 특성을 반영하지 않고 단지 화면 전체가 밝아졌다는 느낌만으로 처리하여 왔으나, 본 논문과 같이 히스토그램 균등화 통하여 동적 범위를 늘리는 효과와 결과물인 영상의 분포 밀도가 고르게 처리됨으로써 영상의 콘트라스트를 개선시키는 효과를 제공하기 때문에, 전체적으로 어두운 영상의 휘도 자체를 향상시키는 효과와 더불어 밝은 영상에서도 더 선명한 화질을 개선할 수 있었다.

특히 LED 전광판을 통해 표출되는 동영상이 대부분 어두운 영상을 표출하고 있는 경우, 실외에 설치된 LED 전광판을 통해 표출되는 동영상을 쉽게 구분하지 못할 수 있으며, 이는 LED 전광판이 설치된 장소의 환경, 예를 들어 낮과 밤, 그리고 날씨 등에 영향을 받는 경우 더욱 심화되어 영상화면의 선명도가 떨어졌으나, 입력되는 영상 데이터의 영상을 히스토그램 분석하고, 이에 기초하여 히스토그램의 분포를 제어함으로써 LED 전광판에 표출되는 영상의 휘도를 균일하게 향상시킬 수 있는 히스토그램 분포의 제어가 가능한 LED 전광판 및 LED 전광판의 히스토그램 분포 제어 방법을 제공하므로 저렴한 가격의 고효율적인 기술로 활용 범위가 많은 실내의 full color 전광판의 수요 창출을 극대화할 수 있으며 더욱 선명한 표출 구동 제어로 획기적인 영상 처리 기술로 새로운 기술의 신 시장 개척이 형성될 수 있다고 판단한다.

참고문헌

- [1] Dougherty,E.R.(ed)[2000]. Random Processes for Image and Signal Processing, IEEE Press, New York. data book
- [2] Tsai. J.- C. Hsieh, and Hsu, T.- C. [2000]. "A New Dynamic Finite-State Vector Quantization Algorithm for Image Compression," IEEE Trans Image Processing, vol. 9, no.11, pp.1825-1836
- [3] Windyga, P.S.[2001] "Fast Impulsive Noise Rem-oval," IEEE Trans Image Processing, vol.10, no. 1, pp. 173-179
- [4] FANTAVISION기술연구소 히스토그램 분포의 제어가 가능4 LED전광판 및 LED전광판의 히스토그램 분포 제어 기술 기술특허 제10-0955338호
- [5] Eng, H.-L., and MA, K.-K.[2001] "Noise Adaption Soft-Switching Median Fillter " IEEE Trans. Image Processing, vol.10, no.2, pp. 242-251
- [6] FANTAVISION기술연구소 동적영상 보정기술 기술특허 제 10-0857182호
- [7] 디지털 영상처리(Digital Image Processing) 기술 하영호. 남재열. 이용주. 이철희, 2nd Edition, no.3, pp.91-107
- [8] (주)동방데이터테크놀러지 LED전광판 및 양방향 제어기술특허 제 10-0857182호

저자소개



하영재(YoungJea Ha)

2009년 7월 ~ 현재 순천향대학교
정보통신공학과 박사과정
(주)동방데이터테크놀러지부설
FANTAVISION기술 연구소장

※관심분야: 데이터통신, Display, Image Control



진병윤(ByungYun Jin)

2009년 7월 ~ 현재 순천향대학교
정보통신공학과 박사과정
(주)창흥텔레콤 대표이사

※관심분야: 방송, 통신장비, 워터마킹



김선형(Kim, Sun Hyung)

1989년 3월 ~ 현재 순천향대학교
정보통신과 교수
1988년 2월 성균관대학교 대학원
전자공학과(공학박사)

※관심분야: 데이터통신, 교환전송시스템, RFID