

디지털 카메라의 원리

글 : 삼성항공산업(주) 카메라개발팀 김윤철 과장

서 론

일반적으로 DSC(Digital Still Camera)와 Film 카메라와의 가장 큰 차이점은 필름의 위치에 CCD(Charge Coupled Device)가 위치하고, 촬영 Data를 파일의 형태로 Memory에 저장하고, 촬영 즉시 확인이 가능하다는 것이다.

촬영된 사진은 DSC에 부착된 액정모니터 또는 PC에 연결하여 곧 바로 확인이 가능하고, PC에서 사진을 자유롭게 편집하여 전자앨범을 만들수 있으며, 필요에 따라 프린터를 이용하여 촬영 즉시 출력하므로서 필름 카메라에서 발생하는 시간 소비를 줄일 수 있고, Internet 등을 통해 사진을 여러 사람에게 동시에 대량으로

전송할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 필름 카메라에서 요구되는 사진을 현상하기 위한 암실작업이나 인화를 위한 시간과 공간, 수천만원대의 고가의 장비의 필요성을 감안한다면 수많은 사진을 현상, 인화하는 신문사나 출판업계에서는 그 활용가치를 더할 수 있을 것이다.

또한 카메라의 액정모니터에 나타나는 동화상을 PC에 연결하므로서 Internet을 이용한 화상회의에도 적용하고 있다.

이와같은 이유와 PC의 대중화에 부응하여 DSC는 사진촬영의 새로운 장을 열어가고 있으며 Maker에 따라 다양한 기종과 가격대를 형성하여 카메라 시장을 뜨겁게 달구고 있다.

DSC의 원리를 간단히 설명

하면 촬영의 모든과정이 전자적으로 처리되는 것이다. 촬영화면을 CCD로 받아들이고 CCD Data를 디지털로 변환하여 휘도 및 색신호를 만들어 1개의 화면을 만들어 이것을 압축하여 파일의 형태로 카메라의 Memory에 저장하는 것이다. 본론에서는 위의 과정을 DSC 구성도를 참고로 설명한다.

본 론

디지털 카메라는 제조업체에 따라 내부의 구성 방법이 다양하지만 그중 한가지 예를들어 설명하고자 한다.

1. 렌즈

렌즈는 피사체의 상을 CCD면에 맺히게 하는데 사용된다. 렌즈의 성능은 곧 좋은 화질을

얻기 위한 필수 조건이다. 35mm 필름 카메라의 경우 화면 면적은 $864\text{mm}^2 (=36\text{mm} \times 24\text{mm})$: 필름의 가로×세로)이고, 1/3인치 CCD의 경우 $18\text{mm}^2 (= \text{약} 5\text{mm} \times \text{약} 3.6\text{mm})$ 이다.

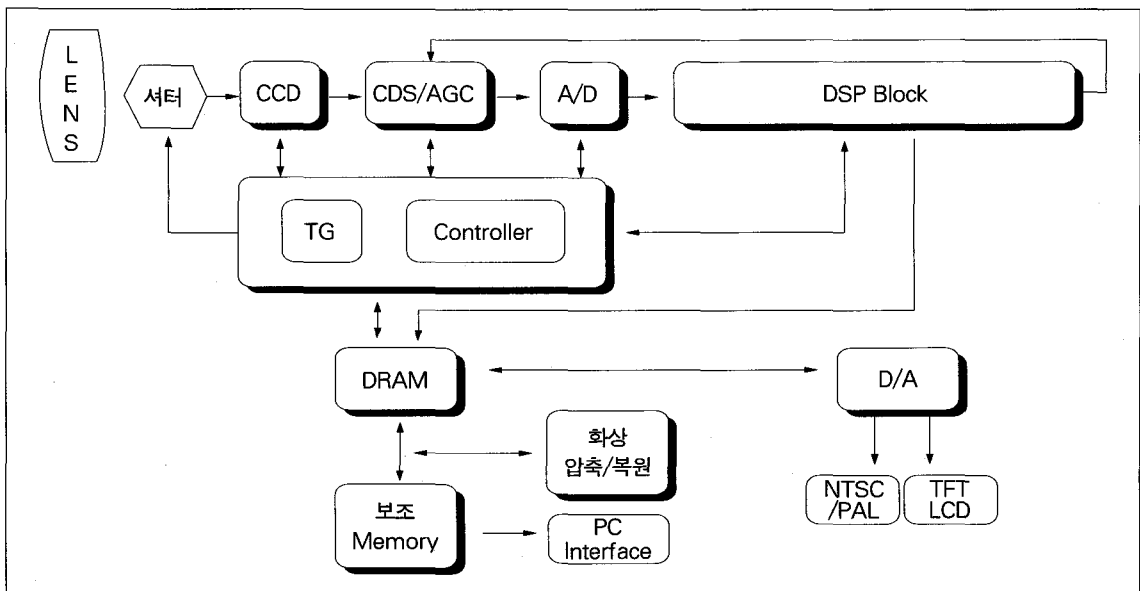
결국 같은 화면을 CCD의 작은 면적내에 촬상 시켜야 되

므로, 상대적으로 고성능의 렌즈를 설계 및 제작하여야 된다.

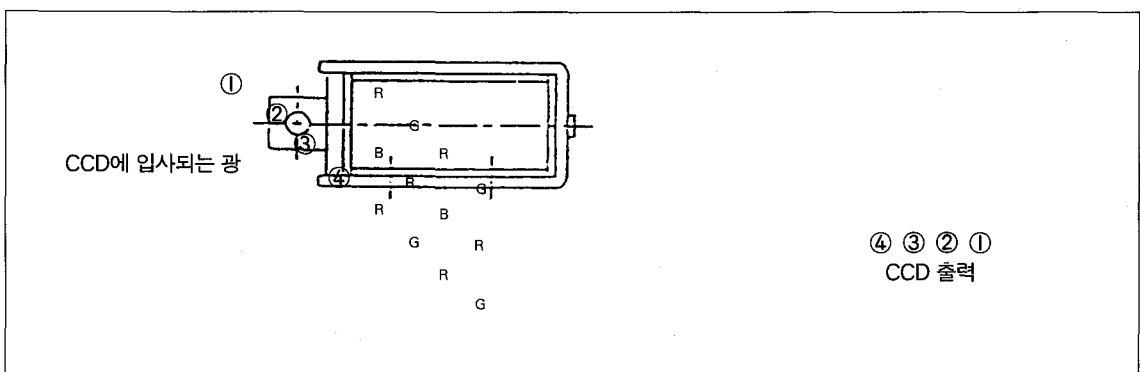
삼성항공은 삼성 KENOX 카메라에서 축적한 렌즈설계 경험과 렌즈제작기술을 바탕으로 고해상도의 렌즈 기술을 확보하였고, CCD용 고성능 줌 렌즈 등을 자체개발하여 CCD 카메라에 장착하고 있다.

2. CCD의 동작원리

CCD는 카메라의 필름에 해당하는 부분으로 촬영렌즈를 통해 들어온 빛을 모으기 위한 마이크로 렌즈가 부착된 RGRG... BGBG...의 Array가 반복적으로 배열되어 있고, 빛에너지를 전기적 에너지로 변환시켜 주는 광전변환 소자



〈그림 1〉 Digital Still Camera의 구성도



〈그림 2〉 CCD Data의 출력 개념

인 Photo Diode와 변환된 전기적 에너지를 전송하기 위한 수직, 수평 전송로로 구성되어 있다.

다음 그림은 CCD에 수광된 빛의 세기에 비례한 전하량을 Analog 값으로 순서대로 출력하는 예를 나타낸 것이다.

CCD의 동작은 PS (Progressive Scan) CCD의 경우, ① 광전변환 및 전하 축적, ② 수직 CCD로의 전하 이동, ③ 수직 방향으로 1라인 이동, ④ 수평 방향으로 전하 전송

수평방향으로 전하 전송, ⑤ 1 화면 Data를 전송완료 할때까지 ③④을 반복하므로서 CCD Data를 전달하게 된다.

3. Time Generator

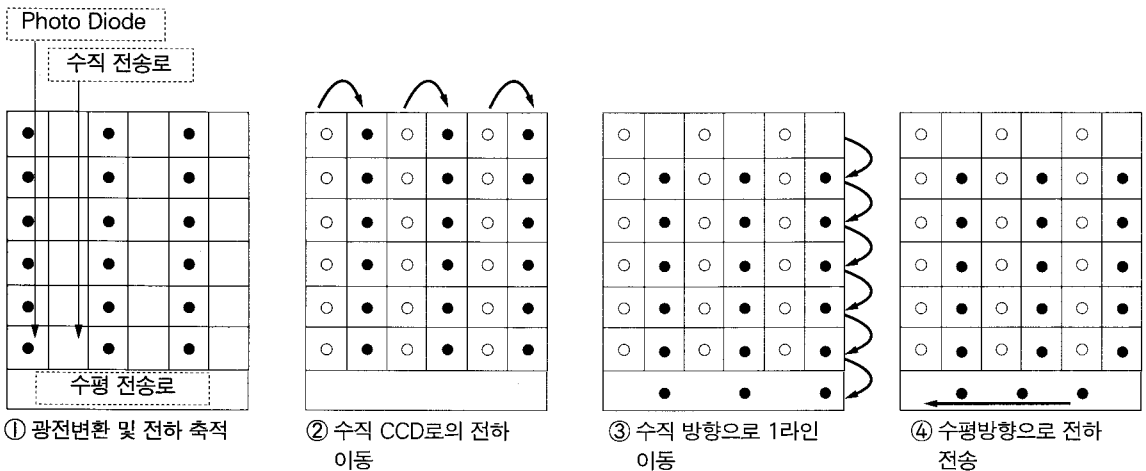
Time Generator는 첫째 CCD를 동작시키기 위한 구동 펄스를 생성시키고 둘째는 CCD의 출력신호를 처리하는 주변 I.C들에게 동기 Clock을 공급하는 역할을 한다.

수직 CCD는 입력단자 용량이 비교적 크고, Photo Diode

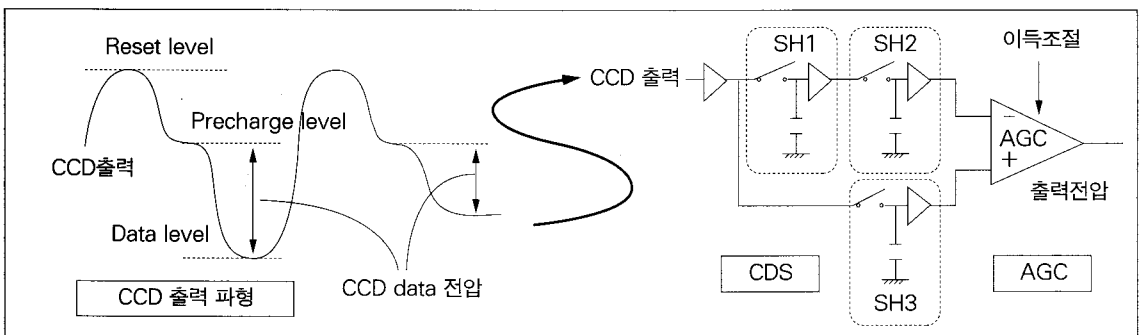
로부터 CCD의 신호전하를 읽어내기 위해 고전압의 Clock Pulse가 필요하다.

Low Level에 (-)전압을 사용하는 것은 이런 이유에서이고 일반적으로 Vertical Clock이라고 한다. 수평 CCD는 입력단자 용량이 비교적 낮기 때문에 일반적으로 0~5V의 저전압 펄스를 사용하고 Horizontal Clock이라고 한다.

수직클럭의 주목적은 CCD



〈그림 3〉 CCD의 Data 전송



〈그림 4〉 출력 파형과 CDS/AGC 회로

에 축적된 신호전하를 읽어내어 수직 CCD로 전송시키는 것으로 수십kHz 주기의 클럭을 사용하고 있고, 수평클럭의 경우는 수직 CCD로 전송된 각각의 Pixel(화소)의 Data를 뒀단으로 전송하는 것으로 수십MHz의 클럭을 사용하고 있다.

4. CDS 및 AGC

CDS(Correlated Double Sampling : 상관 이중 Sampling)는 CCD의 출력신호에 포함되어있는 노이즈 성분을 제거하는데 있다. 이것은 화상에 있어서 시각적 영향도가 큰 저주파 성분을 가지고 있기 때문에 화질상에 영향을 많이 주는 노이즈이다.

AGC(Automatic Gain Control : 자동 이득 제어)는 카메라의 촬영감도를 변화 시키기 위한 것으로서 전압제어가 가능한 Gain Amp를 사용하고 있다.

촬영하고자 하는 피사체의 밝기가 바뀌거나 카메라의 조리개가 바뀌게 되면 Gain을 연속가변함으로서 노출제어를 행하고 있다. 예를들어 저조도(低照度)시에 CCD의 신호출력이 감소한 경우 자동적으로 증폭기의 이득을 올려 카메라 출력을 일정하게 유지하도록 한다.

다음은 CCD 출력을 처리하는 CDS 및 AGC 회로를 나타낸다.

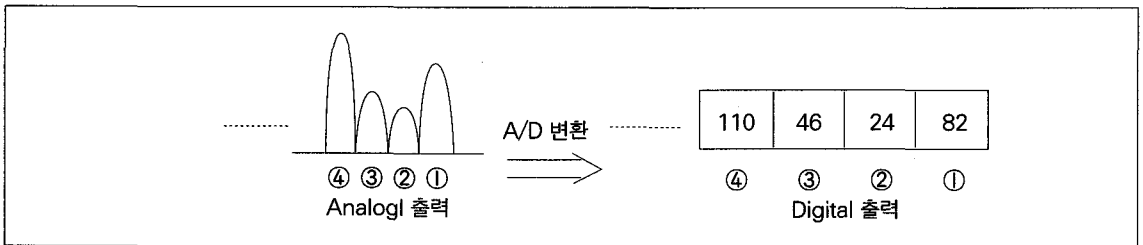
CCD 출력신호는 SH1,

SH2, SH3에서 Correlated double sampling 된다. CCD 출력신호의 Precharge level은 Sample & Hold 되고 SH2로 출력된다. 그리고 신호레벨은 다시 Sample & Hold 되어 SH3로 출력된다. 위의 그림에서(Precharge level)-(Data level)이 순수한 1개 Pixel의 출력전압이 된다.

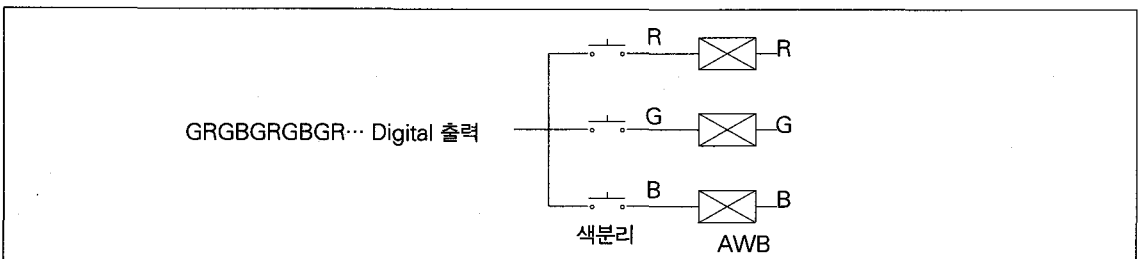
5. ADC

ADC(A/D Converter)는 Analog 화상정보를 Digital 화상정보로 변화 시키는 소자로서 AGC의 Serial Analog 출력을 받아서 8~12bits의 Digital 값으로 변환시켜 출력하게 된다.

이 Digital 화상정보 Data는



〈그림 5〉 A/D 변환



〈그림 6〉 색분리 및 AWB

뒤에 설명되는 DSP Block으로 입력되어 여러 가지 신호처리를 거치게 된다.

6. DSP블럭

DSP(Digital Signal Processing)는 CCD에서 생성된 Data를 이용하여 R.G.B로 색을 분리해 내기도 하고, 휘도 신호나 색신호를 생성시키고, AE, AWB, γ 변환등을 행한다.

DSP는 DSC에서 가장 핵심이 되는 부분이다. 삼성항공은 DSP를 핵심 연구개발 과제로 선정하여 지속적으로 중점 연구를 행하고 있다. 카메라 설계에 있어서 DSP는 화질을 결정하는 중요한 부분이다.

색에 대한 개념과 신호처리의 흐름등 설계 Knowhow에 의해 결정이 되고, 각사마다의 Knowhow에 따라 화질의 많은 차이를 보여주고 있다.

삼성항공은 약 20년에 걸친 삼성 KENOX 카메라에서 얻어진 설계기술과 사진화질에 대한 경험, 그리고 업계에서 정평이 나있는 삼성항공 CCD CAMERA의 Knowhow 를 바탕으로 한 화질개념을 DSP에 접목시키고 독자적인 신호처리 알고리즘을 개발하여 제품에 적용하고 있다. 노출(광량) 제어, 색의 선명도,

색 재현성, 해상도등 원래의 이미지를 재현하기 위한 노력을 끊임없이 하고있다.

다음은 DSP의 내부에서 처리되는 여러 가지 블럭에 대해 간단히 설명한다.

색분리 회로는 Digital로 변환된 CCD의 Data를 각각의 R.G.B 칼라필타에 대응한 신호로 병렬로 분리하게 된다. 여기서 분리된 R.G.B Data는 AWB회로로 전달되게 된다.

AWB(Auto White Balance)는 색상을 재현하는데 중요한 요소이다.

촬영하고자 하는 물체의 색은 주위의 색온도에 따라 다르게 보인다. 똑같은 물체를 태양광이나 형광등 아래서 보았을 때 색온도의 차이에 의해 서로 다른 색으로 나타나지만 인간은 같은 물체라는 선입관 때문에 색의 차이점을 느끼지 못한다.

그러나 카메라는 이것을 다른 색으로 촬영해 낸다. 이와같은 색온도의 차이에서 발생하는 색상의 차이를 보정하는 것이 AWB이다. 백색을 기준으로 AWB를 행하며 R, G, B 각각에 Gain(이득)을 조절하여 $R=G=B$ 를 만들어 백색을 재현하게 된다.

휘도, 색차 매트릭스 회로는 DSC에서 가장 큰 회로블럭이다. CCD 출력 각 색신호의 휘도(Y) 및 색차(R-Y, B-Y) 신호를 만들어 내는 부분이다. 기본적으로 이 신호를 이용하여 보조 Memory에 저장하기도

하고 액정모니터를 통해 보여 주기도 한다.

AE(Auto Exposure)는 셔터의 조리개량과 노출시간을 조절하여 CCD에 촬상되는 빛의 양을 결정하는 역할을 한다.

γ 변환은 CRT의 재현특성을 보정하기 위한 것이다. TV 카메라의 규격인 ITU-R Rec. 601에 준하는 0.45승변환을 사용하고 있다.

7. DRAM 및 화상 압축/복원

DRAM은 임시 기억장치로서 저장되어 있는 Data를 압축하여 보조 Memory에 저장하기도 하고 액정모니터로 표시해 주기도 한다.

화상압축은 보조 Memory에 저장할 Data의 양을 줄이기 위한 것이다. CCD의 Data량은 CCD의 화소(pixel)마다 각각의 R.G.B Data를 가지고 있기 때문에 기본적으로 CCD의 화소수에 3배에 해당하는 Data량을 가지게 된다.

이것을 그대로 저장하는데는 많은 양의 Memory가 필요하게 되므로 압축을 행하게 된다. 여러 가지의 압축형태가 제시되고 있지만 JPEG (Joint Photographic Experts Group) 형식이 주류를 이루고 있다. 이 압축방식은 원래 파일의 양을 약 1/30까지 줄일 수 있다.

압축의 핵심은 본래 화질의 손실을 최대한 줄이면서 어떻게 파일의 양을 줄일 것인가에 있다. 이와 관련하여 삼성항공은 일정한 Memory내에 보다 많은 Image를 저장할 수 있도록 화상을 압축하는 기술을 개발하고 있다.

복원은 보조 Memory에 압축되어 저장된 파일을 풀어서 카메라의 액정 모니터에 표시할때 행하여지는 동작을 말한다.

8. 보조 Memory의 형태 및 PC Interface 방식

보조 Memory는 촬영된 영상을 저장하는 곳으로 크게 Compact Flash, Smart Media, Miniature Card 3가지의 형태를 사용하고 있다.

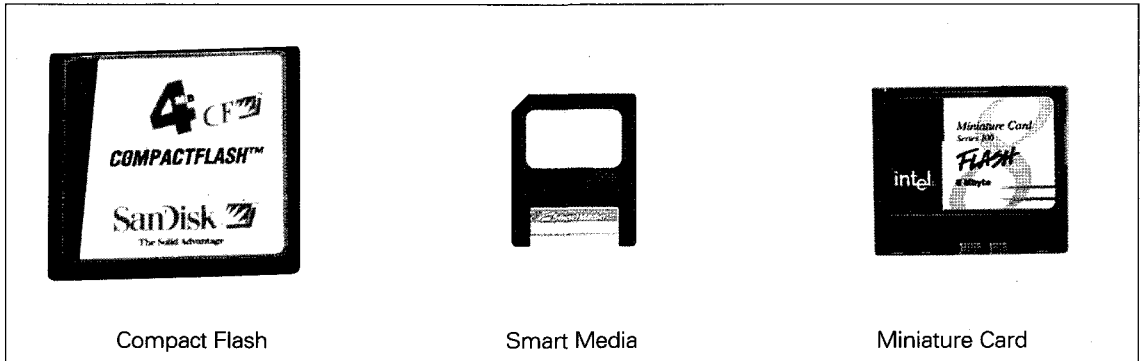
PC Interface는 보조 Memory에 저장된 Data를 PC로 내려받기 위한 방법으로 다음과 같은 방식들이 있다.

일반적으로 PC에 가장 많이 사용되고 있는 RS232C

Serial 통신 방식과 USB(Universal Serial Bus), IrDA(Infrared Data Association), IEEE 1394의 방식 등이 있다.

9. D/A블럭

D/A부는 Digital 신호를 Analog신호로 바꾸기 위한 것으로 카메라로 촬영한 화면이나 동영상을 화면표시 장치로 보여줄때 표시장치에 맞는 형태로 신호를 출력하여 주는 것



〈그림 7〉 보조 Memory의 종류

〈표 1〉 PC Interface 방식

종류	RS232C	IrDA 1	USB	IEEE1394
통신속도	300~115.2kbps	4Mbps	1.5M~12Mbps	1Gbps
장·단점	PC에 가장 많이 적용되어 있지만 통신속도가 느린 단점이 있다.	적외선을 LED를 이용한 통신방식으로 케이블이 필요없고, 소형·경량화가 가능하지만 LED의 수명에 제약을 받고 있다.	최근 PC에 적용되고 있고, 통신속도가 빠르며, 주변장치를 127개 까지 동시에 연결하여 사용할 수 있다.	빠른 속도를 이용한 차세대 Multi Media 통신방식으로 PC의 주변장치에 적용을 추진하고 있는 단계이다.

* bps(Bit per second) : 매초당 전송속도를 말함.

이다.

TV를 통해 촬영화면을 볼때 필요한 NTSC 또는 PAL 신호를 출력하여 주는 것이다. TV를 통해 촬영화면을 볼때 필요한 NTSC 또는 PAL 신호를 만들어 출력하여 주기도 하고, 카메라에 장착된 액정모니터에 화면을 표시하기 위한 R.G.B 신호를 만들어 출력하는 기능을 한다.

결 론

DSC는 반도체 및 CCD 제조기술에 힘입어 매우 빠른 속도로 발전해 가고있다. 제조업체들에 따라 내부를 구성하는 방식의 차이는 있지만 복잡한

회로들을 1개의 I.C에 집적화시키고, 소형/경량화, 다기능화를 추진하고 있으며 CCD도 필름 카메라의 해상도를 극복하기 위한 노력이 진행되고 있다.

보조 Memory도 수백장의 사진을 저장할 수 있도록 Memory를 확장해 가고 있으며 주변기기와의 통신속도를 높이기 위한 IEEE1394와 같은 기술을 접목 시키고 있는 상태이다.

삼성항공은 20년에 걸쳐 필름 카메라 설계에서 얻어진 렌즈기술과 AF(Auto Focus : 자동초점 조절 제어장치), AE(Auto Exposure : 자동노출 제어장치), 카메라 구동

Sequence 등 설계 Knowhow를 DSC에 접목 시키고 있고, Memory와 통신속도를 향상시키기 위한 기술개발에 주력하고 있다.

필름 카메라의 화질을 극복하기 위한 끊임없는 개선과 급변하는 시장에 능동적으로 대처하기 위한 노력을 하고 있다.

각 가정에 PC가 널리 보급되고 있고 정보화 시대에 필수적인 앞으로 진행될 멀티미디어시대를 상상한다면 단순히 디지털 카메라의 차원을 넘어 화상회의등 그 활용가치를 더해 나갈 것이다.

