

# Full HD 3D LED TV와 유저 인터페이스

## Full HD 3D LED TV Technologies and User Interface

□ 김대식 / 삼성전자 디지털미디어커뮤니케이션연구소

### 1. 서론

아주 오래 전 인류의 근본적인 욕구에서부터 눈에 보이는 장면 또는 경험의 결과를 평면 위에 표현하여 왔기 때문에 향후 영상표현의 궁극적인 목적은 여러 시점 또는 입체를 느낄 수 있는 3차원영상이라 말할 수 있지만, 이와 반대로 이를 표현하는 수단 즉 디스플레이는 점차적으로 스크린 사이즈의 대형화와 더불어 슬림화 되어 왔다.

한편 TV(Television)는 글자 그대로 어떤 사물을 시간의 지연 없이 전기의 힘에 의해 멀리서 볼 수 있게 한 장치인데 재현되는 영상의 화질에 따라 흑백 TV에서 컬러TV로, 이는 다시 디지털TV 시대로 바뀌면서 디스플레이도 큰 변화가 있어 30" 급 이하의 소형 CRT에서 50" 이상 급의 대형 평판 디스플레이(FPD)의 형태 및 고해상도 고화질의 영상을 그대로 유지하면서 입체감을 느낄 수 있어야 한다는 3DTV

의 궁극적인 목표는 그 원리상 디바이스에서부터 전송까지 수 십배의 데이터 량을 필요로 하게 되고 다만 시장에서의 경쟁력을 갖추기 위해 해결해야 할 기술적 과제는 단기적, 중장기적 관점이 별도로 존재하게 된다[1-3].

현재 3DTV의 상용화는 아직 콘텐츠 서비스의 부족으로 시기 상 이른 감이 없지 않으나, 다양한 형태의 디스플레이 기술과 인터넷 등 네트워크 기술의 빠른 발전과 더불어 기존 지상파 방송 서비스 외에 위성방송, 유선방송, DMB, IPTV 등 새로운 개념의 TV서비스[4-6]가 시작되고 있어, 이에 대응하기 위한 부가 기능으로 2007년 상반기에 셔터안경을 착용하고 입체영상을 감상할 수 있는 3D Ready DLP TV(삼성전자)의 세계 최초 상용화를 시작으로 2008년에는 동종 방식의 PDP TV 그리고 2010년에는 Full HD 3D LCD/LED/PDP TV가 출시되면서 방송, 다양한 미디어, 카메라 입력장치 등 3D 산

업의 붐을 일으키고 있다[7].

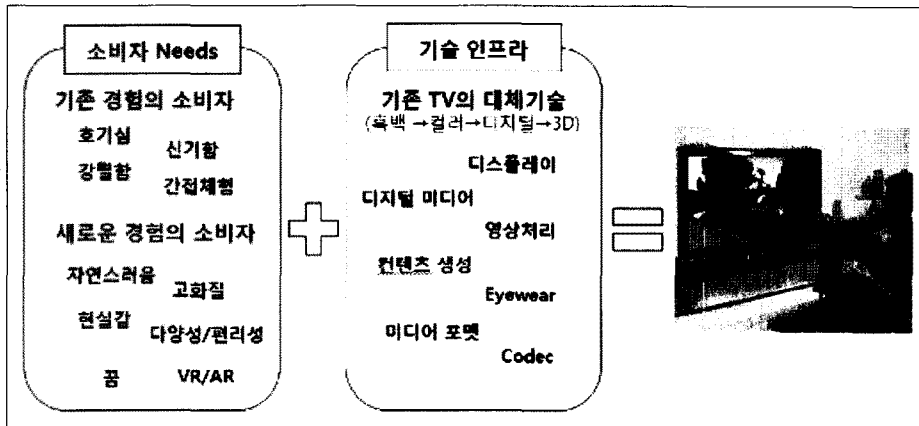
본 고에서는 현재 상용화가 진행되고 있는 3DTV의 개발배경을 설명하고, Full HD 3D LED TV의 핵심 기술인 3D 디스플레이, 셔터안경 그리고 고화질 3D 구현을 위한 기능(Functions)과 사용자 편의기능(User Interface)에 대하여 소개하고자 한다.

## II. 3DTV의 개발 배경

3D영상의 대중화에 대한 시도는 약 170년 전 인간의 두 눈에 의한 양안시차(Parallax)에 의한 깊이 지각(Depth Perception) 방법이 제안되면서 수 차례 반복되었지만 모두 영상이 튀어나오는 새로운 경험만 강조한 채 제한된 콘텐츠로 대응하다가 결국 소비자가 외면해 버리게 되었다. 대신 쉽고 다양한 콘텐츠를 접할 수 있는 TV 및 AV기기가 널리 보급되면서 이를 중심으로 각종 산업의 발전이 전개되어 왔는데, 아날로그에서 디지털로 전환점을 맞게 된 최근에는 디스플레이 기술의 진보가 하루가 다르게 진

행되어 대화면에 고화질의 영상을 시청하게 되었음에도 불구하고 시청자에 미치는 임팩트가 점점 약해지는 경향이 있다. 따라서 필름 영상을 고집하던 영화관이 뒤늦게나마 디지털화 하면서 새로운 수요를 창출하기 위한 수단으로 입체감이라는 부가요소를 더하여 성공적인 변화를 꾀하게 되고 이는 또한 DVD, BD(Blue-ray Disc) 등의 디지털 매체로 재현될 때, copy protection이라는 훌륭한 목적에도 부합하게 된다.

3D 영화산업이 디지털화에 따른 신규 수익을 위한 다양성을 제공한 것이라면, 이미 기존 TV의 대체 기술을 여러 방향으로 모색하고 있던 TV관점에서는 고화질 2D 영상뿐만 아니라 영화관에서 경험하였던 현실감 있는 3D 영상을 안방에서 보고자 하는 새로운 소비자의 needs와 신규 기술의 인프라와의 결합은 필수적인 것이다. <그림 1>에 보이는 바와 같이 기존 3D 경험 대비 고화질의 자연스러운 영상과 불편함 없이 직접 체험하고 싶어하는 소비자의 새로운 needs와 전환기에 있는 기술 인프라가 부합되면서 각 분야의 3D사업 부흥이 가능하게 된다.



<그림 1> 3DTV에 대한 새로운 소비자의 Needs와 기술 인프라의 결합

### III. Full HD 3D LED TV 기술

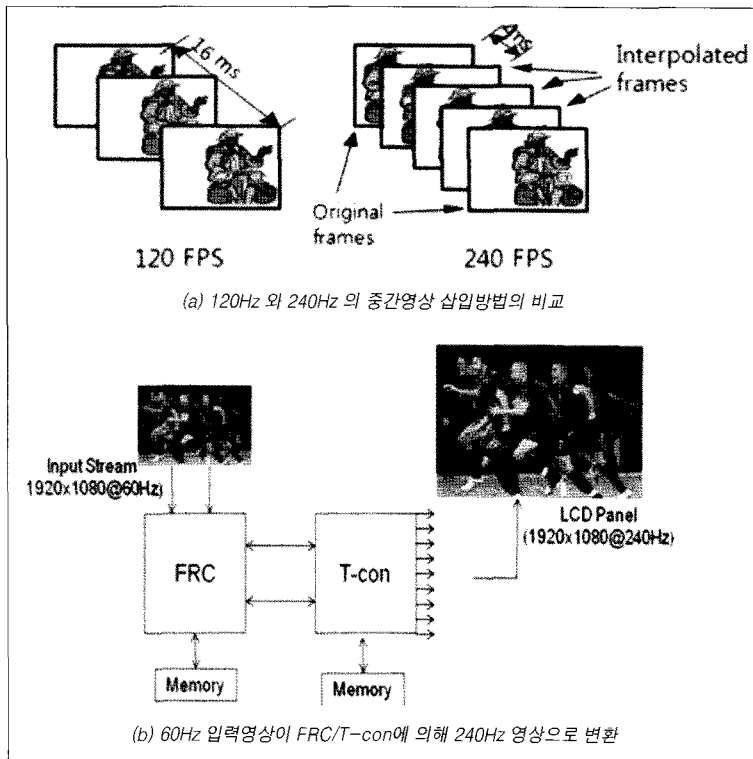
#### 1. 240Hz LCD Module & Shutter Glasses

3DTV의 상용화에는 무엇보다도 기존의 고화질 2D 영상 뿐만 아니라 3D 영상을 부가적으로 즐길 수 있도록 해야 하므로 무안경 방식 보다는 안경방식이 우선 적용되었고, 또한 3D 해상도 및 2D 화질을 유지하기 위하여 디스플레이에 광학적인 수단을 사용하지 않는 셔터안경 방식이 채택되고 있는 것이 대세이다.

Full HD 3D LED TV는 좌영상과 우영상을 시간적으로 분리하는 120Hz 셔터안경 방식이 적용되었다. 하지만 LCD panel을 사용할 경우, 특성상 느린 액정

속도와 panel 상단에서부터 데이터가 한 라인씩 스캔하는 방식(프로그레시브)이므로 좌영상에 우영상이 섞여 이중상으로 보이는 가섭현상(Crosstalk)이 나타나게 되어 3D 영상품질을 떨어뜨리게 된다[8-12]. 따라서 일반 액정보다 응답속도가 빠른 전용 panel과 2배 속도의 240Hz T-con(Time Controller), FRC(Frame Rate Controller), LED backlight control 그리고 셔터안경의 최적구동이 필요하다.

<그림 2>는 240Hz 고속 LCD 드라이브를 나타내는데, 일반 60Hz 구동 panel에서는 1 프레임 영상이 16msec 간격으로 입력될 때 240Hz의 경우는 4msec 간격으로 영상이 입력되며, 이 또한 단순 반복이 아니라 움직임 영상처리 알고리즘을 통하여 자

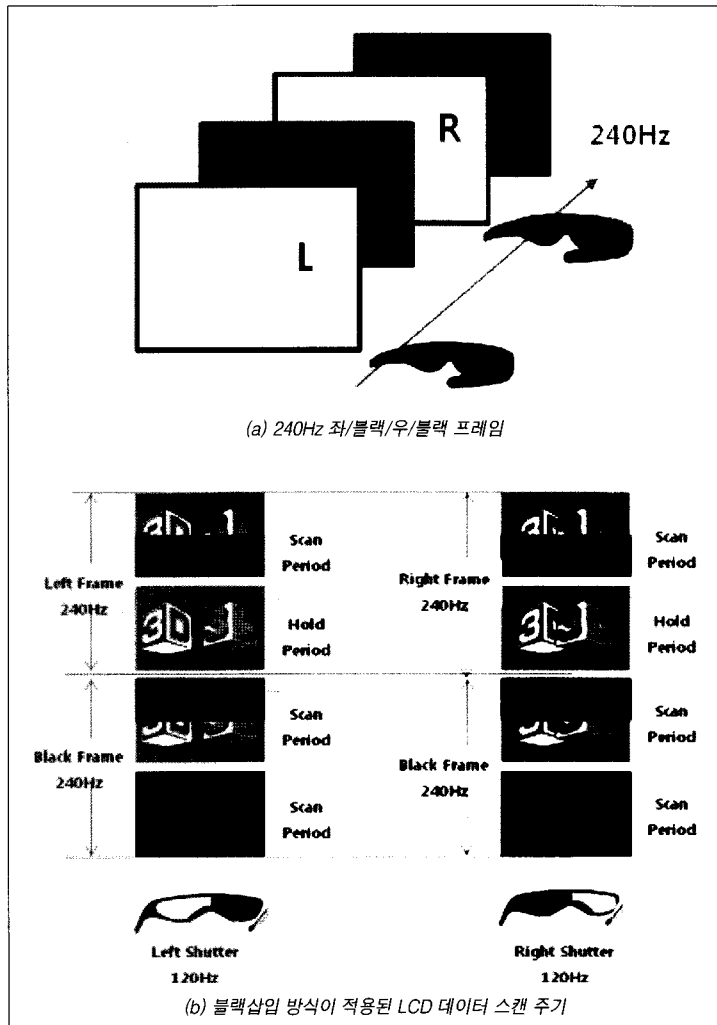


<그림 2> 240Hz 고속 LCD Drive Scheme

연스럽게 연결되도록 변환되므로 액정 Panel의 문제로 제기되고 있는 잔상감을 최소화 시킬 수 있으며, 이 원리는 3D 영상의 이중상 문제 해결과 직결된다. <그림 2(b)>에서는 60Hz Full HD 데이터 스트림이 LVDS(Low Voltage Differential Signaling)에 의해 FRC로 입력되어 240Hz로 변환되고, 다시 내부 인터페이스를 통해 T-con으로 전달되어 panel의 각

라인드라이브를 구동시키는 원리를 보여준다[13].

셔터안경 방식은 좌영상과 우영상을 시간적으로 번갈아가며 차단하여야 하므로 원리적으로 120Hz(좌영상 60Hz/우영상 60Hz) 구동이면 되지만 액정의 on/off 시간이 길어지면서 발생하는 crosstalk과 데이터 스캔에 의한 또 다른 crosstalk를 최소화하기 위하여 <그림 3>에서 나타난 것처럼 240Hz 구동을



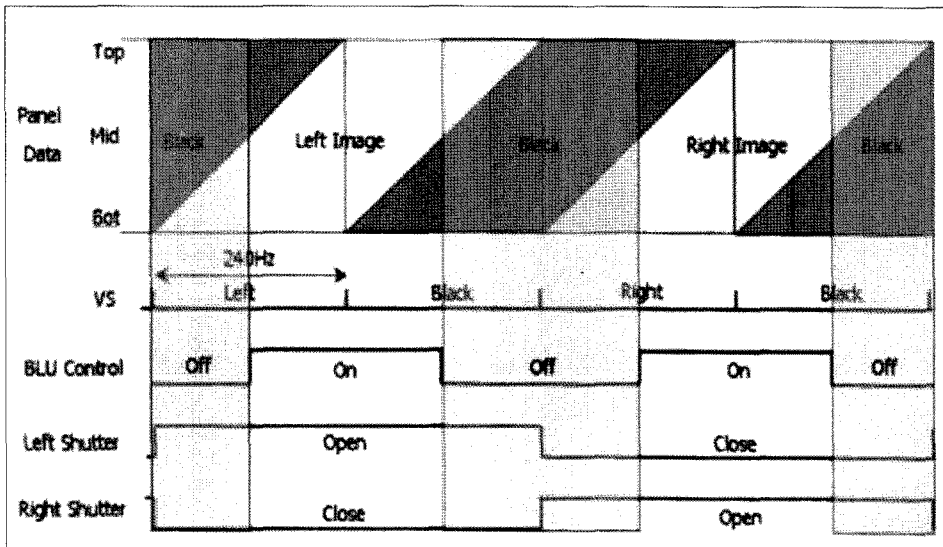
<그림 3> 240Hz 3D LCD Module 및 셔터안경 구동 원리

적용시켜 좌영상과 우영상 사이에 블랙삽입 방식을 적용하였다. 이때 셔터안경은 120Hz 동작으로 동기를 맞추어 주면 시간적으로 좌영상과 우영상 사이의 간격이 멀어지게 되므로 액정의 응답속도에 의한 잔상을 감소시킬 수 있으며, <그림 3(b)>와 같이 데이터가 스캔될 때 화면의 하부영역에 섞이는 반대영상(좌영상 프레임 주기에 남아있는 우영상 프레임) 대신에 블랙이 삽입되므로 화면 영역별 crosstalk을 최소화 할 수 있게 된다.

현실적으로 액정 panel 은 모바일, 모니터, TV 등 여러가지 응용분야에 따라 응답속도가 다르게 되는데 LCD TV의 경우, 대화면에 여러 사람이 동시에 시청하므로 좌우 시야각을 우선시 함으로서 모니터 보다는 응답속도가 느리게 되는데 상기 3D 전용 panel 및 240Hz 블랙삽입으로 수 % 대의 상당히 낮은 crosstalk을 달성하였지만 LED TV 적용 시에 LED backlight의 on/off 스위칭을 이용하게 되면 남

아있는 crosstalk을 더 줄일 수 있게 되고 상대적으로 광효율이 높아지게 되어 피크 휘도를 높여 사용할 수 있다.

<그림 4>는 LCD panel의 스캔 데이터와 이의 수직 동기신호, backlight blinking(On/off 스위칭) 주기와 좌/우 셔터안경의 구동 주기를 나타내고 있다. 240Hz로 주기의 수직 동기신호를 기준으로 120Hz 셔터안경의 좌안이 열리고 우안은 차단되며 이때 backlight의 blinking 주기를 좌영상과 블랙삽입을 중심으로 하여 50% duty 비로 구동하여 잔여 crosstalk을 더 줄이도록 하였다. 또한 LED backlight는 공간적으로 몇 개의 블록으로 분리시켜 데이터 스캔과 같은 방향으로 약간의 시간지연과 함께 동기신호에 맞추어 주면 crosstalk과 휘도 균일도에 도움이 된다. 최적 조건을 찾기 위한 crosstalk 평가 결과, backlight blinking의 duty 50%의 경우 기존 대비 3배 이상 개선되었으며, 더 낮은 duty 비에서는 휘도



<그림 4> Backlight Blinking에 의한 240Hz 3D LED TV Time Diagram

감소 대비 crosstalk 개선 효과가 미미하였다.

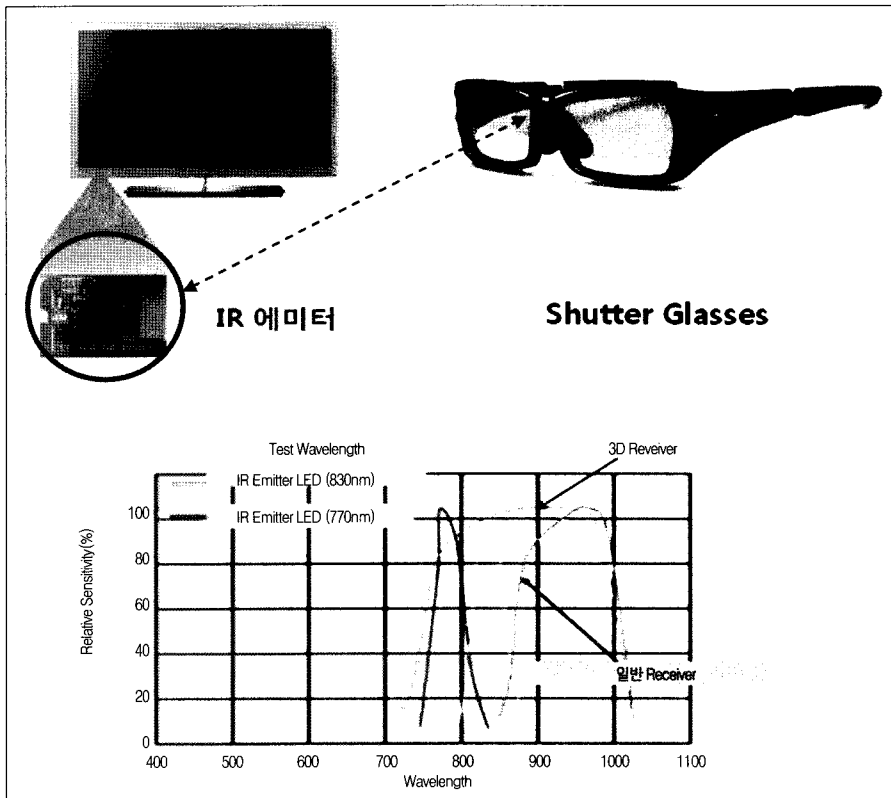
## 2. Full HD 3D LED TV Functions

삼성전자의 Full HD 3D LED TV는 3D 영상의 고화질화를 위한 기술 개발뿐만 아니라 시청자의 불편함을 최소화 하기 위한 많은 기능이 탑재되어 있는데 그 중에서 몇 가지를 소개하고자 한다.

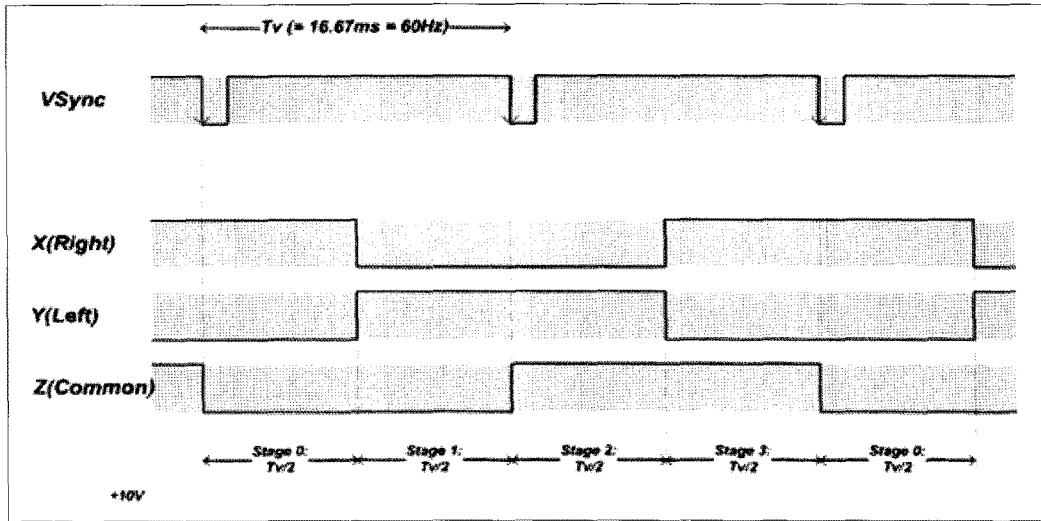
먼저 본 방식의 TV에서는 무엇보다도 셔터안경의 안경의 무게를 기존대비 1/3 수준인 30g급으로 줄이기 위한 기술을 개발하였으며, 또한 편안한 착용감을 위하여 소비자의 세대별 주관적 평가에 의하

여 안경 프레임 텐션과 무게의 분배 등을 인간 공학적 관점에서 설계하였다. 또한 외부 조명광 및 타기기와의 간섭을 최소화하기 위하여 IR 에미터의 중심 주파수를 800nm 대로 설정하여 일반 기기의 리시버의 주파수 대역 900~1000nm에의 간섭을 최소화할 수 있도록 하였고, 셔터안경에 내장된 리시버의 주파수 대역은 750~1000nm 대로 안정되게 대응하도록 설계하였다.

한편 IR 통신 프로토콜은 디스플레이로부터의 Vsync 신호를 기준으로 동작을 해야 하므로 IR 에미터에서 50Hz와 60Hz의 sync 주파수를 발생시키도록 하였고, 안경의 리시버에서는 그 주기를 체크하여



〈그림 5〉 내장형 IR 에미터와 간섭방지 IR 주파수



〈그림 6〉 IR 통신 프로토콜과 셔터 구동신호

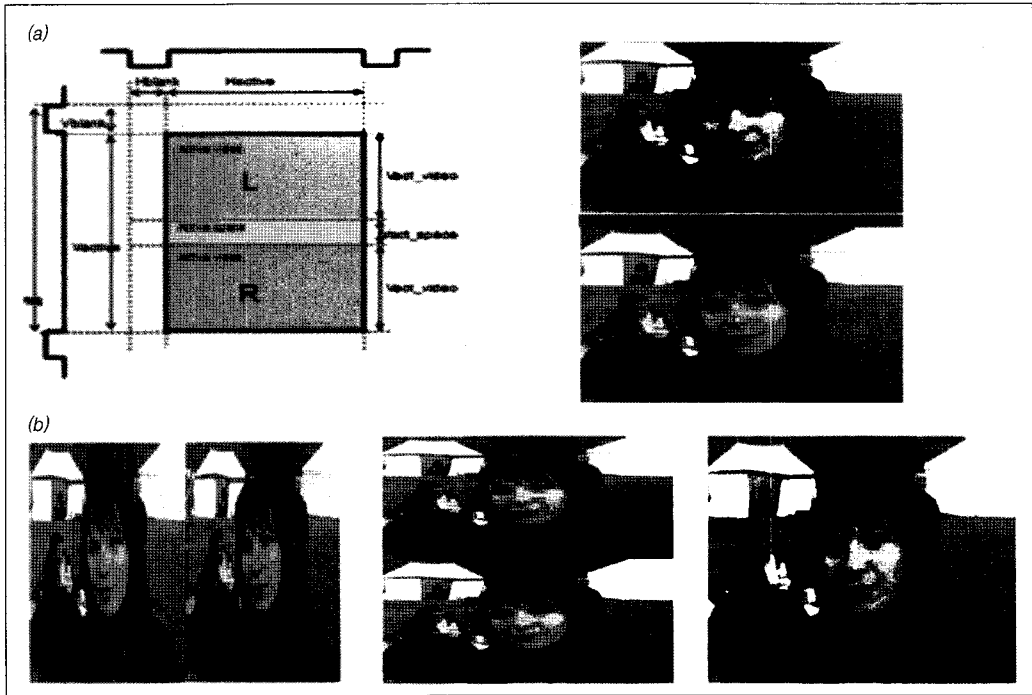
정보를 MCU(Micro Controller Unit)에 보내면 MCU는 셔터안경의 좌안/우안의 액정셔터가 동작하도록 변환하여 제어한다. 또한 소비전력을 최소화하기 위하여 안경의 리시버에서 지정된 임의의 시간만큼 동작하고 나머지를 off 하도록 설계하면 전체 주기에서 동작하는 비율로 소비전류를 절약할 수 있다.

3D TV 시스템에서는 입력 3D영상의 포맷과 디스플레이에서 동작포맷을 일치시키는 것이 가장 기본적으로 구현되어야 한다.〈그림 7〉은 최근 발표된 HDMI 1.4 및 BDA(Blu-ray Disc Association)의 Full HD 3D 표준 규격뿐만 아니라 그 외 기존 half resolution인 side by side, top and bottom, checker board 등의 포맷에 대응되도록 설계된 reformater가 내장되어 있다. Full HD 규격은 기존 주파수 대역을 활용하기 위하여 Full HD(1920 x 1080 @60Hz) 2장을 120Hz로 구현하지 않고 top and bottom 형태로 1920 x 2205 @60Hz로 구현되었으며, 이때 좌영상과 우영상을 구분하기 위하여 그 사이에 blank

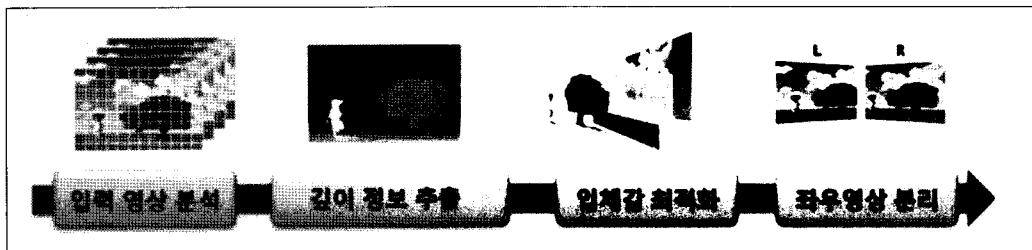
구간을 두고 있다[14].

2010년 2월부터 Full HD 3D LED TV가 출시되기 시작하면서 가장 큰 이슈는 최근 보급되기 시작한 3D 영화와 일부 위성방송의 수 분 내외의 짧은 3D 영상 외 시청할 수 있는 콘텐츠가 부족하다는 것이다. 방송 및 각종 미디어를 통한 본격적인 3D 콘텐츠 보급의 확대가 앞으로 2~3년 정도 걸릴 것을 예상한다면 이러한 소비자의 needs는 반드시 대응해야 할 필요가 있는데, 삼성전자는 약 10년 전부터 영상의 수치적인 해석을 통하여 일반 2D 영상을 실시간으로 3D 영상으로 변환하는 솔루션을 개발하기 시작하여 소비자의 반응을 평가하였고, 이를 토대로 지속적인 개선 알고리즘의 개발 및 칩 내재화로 본 시스템의 차별화된 기능으로 주목받고 있다 [15-17].

〈그림 8〉은 신규 개발된 2D-3D 변환 기능의 블록도를 나타내는데 기존의 2D-3D 변환 알고리즘은 한 장의 입력영상의 깊이 정보를 추출하기 위하



<그림 7> 3D Reformatter (a) Full HD Format 1920 x 2205 (b) Half-resolution Format Side-Side, Top-Bottom, Checker Board



<그림 8> 신규 개발된 2D-3D 변환 기능 블록도

여 수직방향의 영역 구분에 의한 단순 영상분석 기법을 적용한 것인데 반해, 이번 개선 알고리즘은 수직 및 수평영역의 메쉬 영역 구분에 의한 물체특성을 추출하고, 이에 대한 화면구성 등 수억 가지의 경우를 고려한 깊이정보를 추출, 적용 후 다시 최적화 단계를 거쳐서 좌, 우 영상으로 분리하는 기법으로 최적화 되었다.

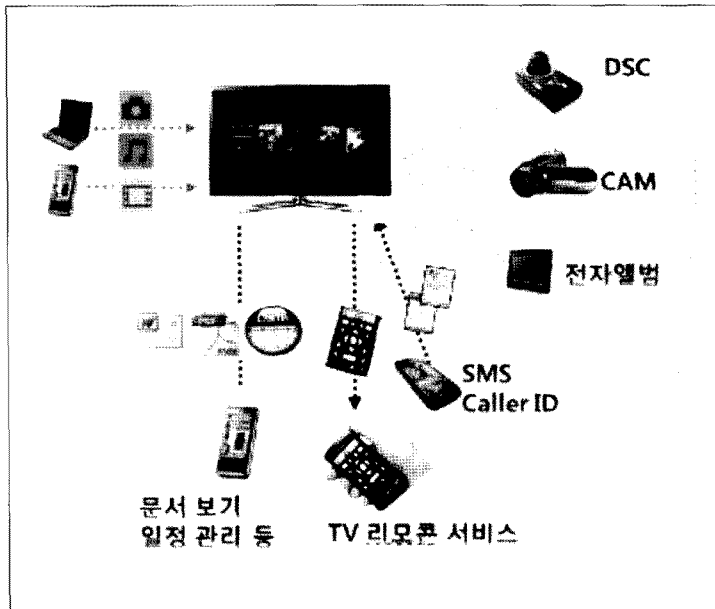
### 3. User Interface

Full HD 3D LCD/LED/PDP TV 및 다양한 lineup으로 현재 18종의 모델을 출시하고 있어 3D, 인터넷, 멀티미디어 등 많은 각 기능에 대한 제어 수단이 필요하게 되는데, 이에 대하여 3D 기능이 부가된 TV의 리모컨에는 멀티미디어 통합 UI(User

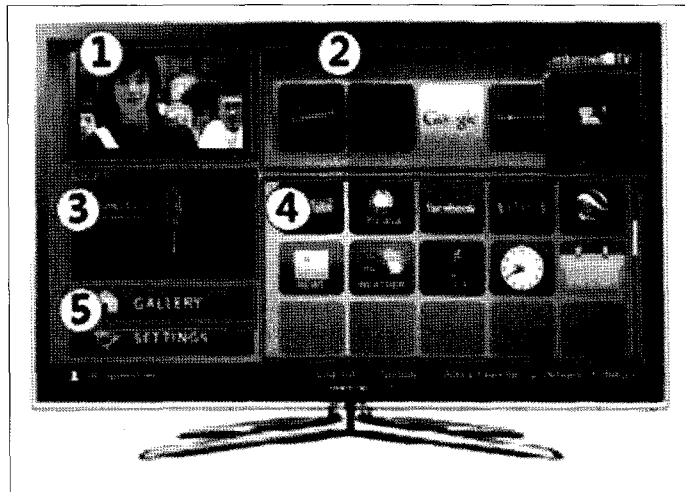


Interface)를 제공하고 있어 사용자의 편리성을 고려하도록 하였다.<그림 9>는 기존 TV 대비 확대된 다양한 리모트 UI 기능을 나타내는데 크게 ① TV

DLNA 2.0 기반 외부기기 연결기능 확대 ② 휴대폰 연결 문서보기, 일정관리, 간단 리모컨 서비스 ③ CAM, DSC, 전자앨범 등 연결기기 확대 기술이 적



<그림 9> 다양한 Remote UI 기술 : ① TV DLNA 2.0 기반 외부기기 연결기능 확대 ② 휴대폰 연결 문서보기, 일정관리, 간단 리모컨 서비스 ③ CAM, DSC, 전자앨범 등 연결기기 확대

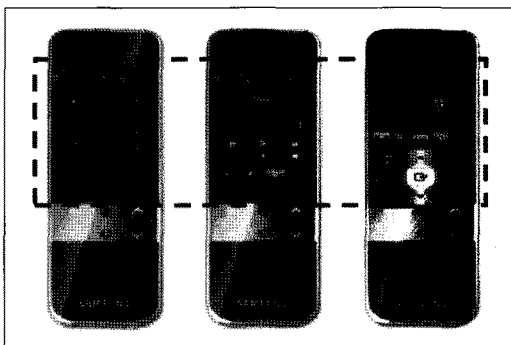


<그림 10> 인터넷 서비스 통합 UI : 삼성 + 외부 ① TV영역(PIG) ② 전략CP 영역 ③ 당사 홍보/광고 영역 ④ TV사용자 Widget영역 ⑤ TVA-Store접근 영역

용되었다.

또한 최근에 3D TV 와 더불어 큰 이슈가 되고 있는 것이 인터넷 TV 인데 이전에 “Samsung Apps” 라는 이름으로 온라인에서 다양한 어플리케이션을 사고 파는 개념이 세계 최초로 본 시스템에 적용되어 TV의 대화면, 고화질 영상으로 즐길수 있게 되었다.<그림 10>은 인터넷 서비스 통합 UI를 나타내고 있는데 삼성 내외부의 TV영역, 전략 CP 영역, 당사 홍보/광고 영역, TV 사용자 widget 영역, TVA-Store 접근 영역 등으로 나뉘어져 있다.

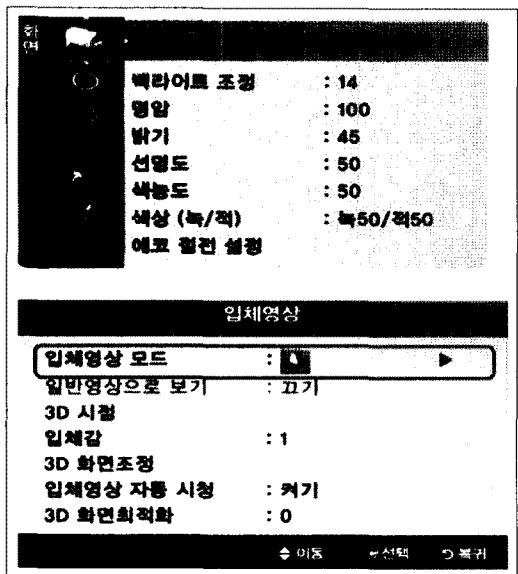
본 시스템은 신개념의 스마트 터치 리모컨을 포함하고 있어 스마트폰 수준의 터치와 동작센서 및 인식기술로 조작감을 극대화시켰으며, Wi-Fi 통신 기술을 채용하였다. 기능별로 분류하면 기존과 같이 별도의 설정이 필요없는 표준 IR 리모컨 기능, TV의 USB 포트에 삼성 무선 LAB 어댑터를 연결하여 사용하는 장거리 Wi-Fi 리모컨 기능 그리고 samsung PC share manager를 다운로드하여 PC에 저장되어 있는 음악, 동영상, 사진파일 등을 시청할 수 있는 네트워크 Wi-Fi 리모컨 기능의 3가지 방식으로 소비자의 기호에 맞게 설정하여 사용할 수 있



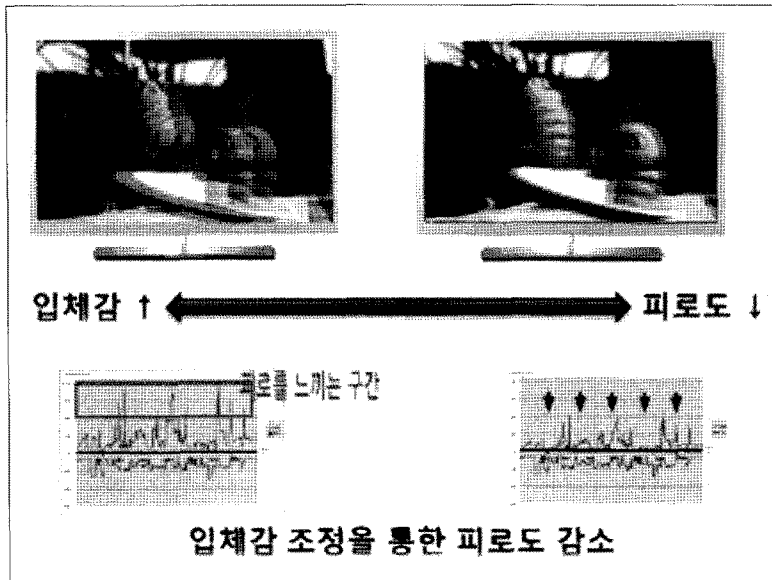
<그림 11> 신개념 스마트 터치 리모컨 : 박스 안의 터치 Panel 은 좌에서부터 TV 컨트롤의 숫자판, 좌우 방향키 그리고 메뉴 버튼 터치하기로 구성

다.<그림 11>에서 박스 안의 터치 panel 은 좌에서부터 TV 컨트롤의 숫자판, 좌우 방향키 그리고 메뉴 버튼 터치하기로 구성되어 있으며, 확장기능 터치기에는 인터넷, 멀티미디어, 3D, 방송안내, 채널관리, 선호채널, 화면크기, 자막선택, 데이터 방송 등이 있다.

<그림 12>의 TV 기본 메뉴에서는 3D 버튼을 실행하면 입체영상 모드로 들어가게 되는데 여기서 다시 2D-3D 변환이나 3D 포맷을 선정하도록 하였다. 또한 3D 화면조정은 3D 입력영상이 생성, 전송, 변환 등의 과정에서 간혹 좌영상과 우영상의 순서가 바뀌는 수가 있는데 이는 깊이감의 역전현상으로 어지러움을 유발할 수 있으므로 변환시켜 시청하도록 하는 기능이다. 3D 화면 최적화 기능은 입력 영상의 화질 및 임의의 화질조절 환경하에서 3D 화질이 달라질 수 있기 때문에 시청자의 선택에 의하여 최적화를 실행한다.



<그림 12> 3DTV 화면의 입체영상 모드에서 3D 영상 조정 기능



<그림 13> 3D 입체감 조정 기능

3D 입체감 조절 기능은 <그림 13>에서 보인 바와 같이 입체감의 정도에 따라 느끼는 개인별 피로도가 다르기 때문에 좌우 양안이 초점을 맞추는 각도와 화면을 주시할 때 형성되는 각도의 차이를 이용하여 깊이감을 조절하는 원리의 알고리즘으로 구현되었다[18].

#### IV. 맺음말

Full HD 3D LED TV의 개발 배경과 고화질의 3D 영상을 어떻게 디스플레이 할 것인지에 대한 화두로 시작된 기술개발에 대하여 알아보았고, 이후 업계의 커다란 관심과 함께 출시된 3D TV의 각 기능과 사용자 편의를 위한 UI 기능 등을 소개하였다.

앞으로 3D방송을 비롯한 서비스 인프라의 표준

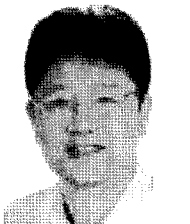
화와 휴대폰, 카메라, 인터넷 등을 통한 각종 3D 어플리케이션이 활성화될 것은 자명한 일이다. 이에 비록 국내기업이 세계 최초 출시라는 명예를 얻었지만 가까운 일본, 중국 및 유럽의 TV 메이커들이 가까운 시일 내에 모두 동참할 것으로 예상되기 때문에 단순 3D 영상 구현 TV로는 경쟁력에서 뒤질 수밖에 없다. 고화질 3D 구현을 위하여서는 디스플레이의 평가 규격화와 시청 피로도에 대한 기준 정의가 우선적으로 진행되어야 하며, 콘텐츠 제작에서부터 전송 및 어플리케이션에 따른 3D 품질의 객관적인 평가에 대한 노력이 더 가속되어야 할 것이다[19-21].

향후 3DTV산업이 새로운 트렌드로 자리매김을 하기 위하여서는 주위 인프라 기술을 예측하고 이에 걸맞는 기술을 한 발 더 빨리 개발하여 세계 최고의 기술적 리딩을 지속하는 것이 과제이다.

● 참고 문헌 ●

- [1] 김육중, 김진웅 “국내에서의 3DTV 관련기술개발 역사 및 현재 동향 분석” 방송공학회지, 2007 제12권 제4호, 358-369
- [2] “3TV 심층기술 워크샵” 발표자료, 2007년 6월 7일
- [3] “제2회 3D 방송과 응용 워크샵 및 전시회” 발표자료, 2007년 9월 5일
- [4] Digital Video Broadcasting Project(DVB), <http://www.dvb.org/>
- [5] Advanced Television System Committee(ATSC), <http://atsc.org/>
- [6] 3DTV Network of Excellence (3DTV NoE), <http://www.3dtv-research.org/>
- [7] G. J. Woodgate, “High Efficiency Reconfigurable 2D/3D Autostereoscopic Display” SID’03 Digest LP1, (2003)
- [8] A. J.Woods, K.L.Yuen “Compatibility of LCD Monitors with Frame-Sequential Stereoscopic 3D Visualisation” IMID/IDMC ’06 Digest, 98-102, 2006
- [9] S.Shestak, D.S. Kim, K. Cha, J. Koo “Time-multiplexed autostereoscopic display with content-defined 2D-3D mode selection” “Stereoscopic displays and applications” Proceedings of SPIE Vol. 6490, 2007
- [10] S. Shestak, D.S. Kim “Application of Pi-cells in time-multiplexed stereoscopic and autostereoscopic displays based on LCD panels” Prpc.SPIE vol.6490. 2007
- [11] A. J. Woods, S.S.L.Tan “Characterizing Sources of Ghosting in Time-Sequential Stereoscopic Video Displays” Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX, Vol.4660, 66-67, 2002
- [12] S. Shestak, D.S. Kim “Time-sequential autostereoscopic OLED display with segmented scanning parallax barrier” Prpc.SPIE vol.7329. 2009
- [13] S. S. Kim, B. H. You, H. Choi, B. H. Berkeley, and N. D. Kim, “World’s First 240Hz TFT-LCD Technology for Full-HD LCD-TV and Its Application to 3D Display”, SID Symposium Digest Tech. Papers 15, 424-427, 2009
- [14] <http://www.blu-raydisc.com/en/Press/Blu-rayDiscNewsletter.html>
- [15] Jiwon Kim, Yong Ju Jung, Aron Baik, Young Ju Jeong and Dusik Park, “2D-to-3D conversion using visual attention analysis”, Proceedings of Stereoscopic Displays and Applications XXI (2010)
- [16] K Yamada, Y Suzuki, “Real-time 2D-to-3D conversion at full HD 1080P resolution”, Proceedings of IEEE 13th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE2009), pp. 103-106
- [17] E.A.Hendriks and P.A.Redert, “Converting 2D to 3D: Survey”, Technical Report of Information and Communication Theory Group (ICT), Delft University of Technology, pp. 1-37
- [18] [http://www.3dc.gr.jp/jp/scmt\\_wg\\_rep/index.html](http://www.3dc.gr.jp/jp/scmt_wg_rep/index.html)
- [19] 이형철 “3DTV 도약의 발판: 3D 휴먼팩터” 방송공학회지, 2008 제13권 제1호, 65-71
- [20] 이형철, 김은수 “3D 방송 시스템 개발에서의 심리학 역할 및 기여” 방송공학회지, 2001 제6권 제2호, 115-125
- [21] I.P.Howard & B.J.Rogers, “Binocular Vision and Stereopsis” Oxford University Press, 1995

필자 소개



김대식

- 1998년 : 오사카 대학 기초공학연구과 박사과정 졸업
- 1999년 : 오사카 대학 벤처 비즈니스 캠프 강사
- 1999년 ~ 현재 : 삼성전자 DMC 연구소 수석연구원
- 주관심분야 : 3D/UD/Realstic TV System, 차세대 디스플레이 (OLED, LED/Laser PJ)