

# 이동통신 단말기의 3차원 입체 영상 변환 기술 현황

서범석

(주)플렛디스

## 목 차

- I. 서론
- II. 3차원 입체 영상 기술의 원리
- III. 입체 영상 디스플레이 방식
- IV. 입체 영상 변환 알고리즘
- V. 결론

### I. 서 론

고도의 정보 사회에서는 정보를 표시하기 위한 표시장치 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 정보 전달은 문자, 음성, 동영상 등을 동시에 주고받는 시스템이 주류를 이룰 것이다. 시스템이 요구하는 디스플레이 장치의 기본적인 기능은 인간 중심과 환경중심, 고도화, 고기능화의 특성을 가지고 있어야 한다. 이러한 시대에 부흥하여 우리나라에서는 1996년 국내 CDMA가 개통된 이후 현재까지 이동통신 단말기는 급속히 발전해왔다. 또한 일본보다 늦게 시작한 LCD 분야에서 2003년 이후 우리나라가 세계최고의 LCD 디스플레이 국가가 되었다. 이동통신 단말기는 이러한 TFT LCD의 디스플레이를 사용하여 통신환경은 기본으로 하며, 인터넷, 전자 결제 시스템, MP3, 동영상 등 무수히 많은 멀티미디어 정보를 제공해주는 개인적인 소유물로 발전해왔다. 최근 이러한 이동통신 단말기에 입체 영상을 적용하여 더욱더 인간중심의 장치로서 발전하려는 움직임이 이동통신 단말기 제조업체들로부터 시작되었다. 3차원 입체 영상 구현기술은 이제 더 이상 공상만화속의 꾸며진 이야기로 머물러 있지 않고 현실로 다가오고 있다. 최근 삼성전자, 팬택앤 큐리텔, 세원텔리콤 등 국내 이동통신 단말기 제조사들이 특수 안경을 끼지 않고도 3차원 입체 영상

을 즐길 수 있는 차세대 단말기 개발에 들어갔다. 입체 휴대폰은 그동안 3차원 입체 전용 영상을 지원하는 콘텐츠의 부족으로 시장형성이 더디게 진행되어 왔으나 DMB폰, 메가픽셀 카메라폰 등 고기능 휴대폰 출시가 늘어나면서 국내외 시장에서 급부상 할 전망이다. 입체 이동통신 단말기는 평면화면(2차원)상에서 디스플레이되는 영상과 달리 입체감, 원근감, 질감을 입체적으로 느낄 수 있는 것이 특징으로, 인간의 좌우측 눈의 망막에 생기는 영상의 차이를 이용한다. 본 고에서는 3차원 입체 영상 생성 기술의 원리와 이동통신 단말기에 실시간으로 입력되는 정보를 3차원 입체 영상으로 변환하기 위한 방식에 대해서 살펴보고자 한다.

### II. 3차원 입체 영상 기술의 원리

인간의 양안(兩眼)은 수평 방향으로 서로 65mm 떨어져 있어서, 한 객체를 볼 때 좌안과 우안을 통하여 서로 다른 영상을 받아들인다. 이것을 양안변위(Binocular Disparity)라 하는데, 이렇게 좌우 망막을 통해 받아들여진 서로 다른 입체 영상은 두뇌에서 그림1과 같이 깊이감과 실제감이 있는 하나의 입체 영상으로 융합(Fusion)된다.

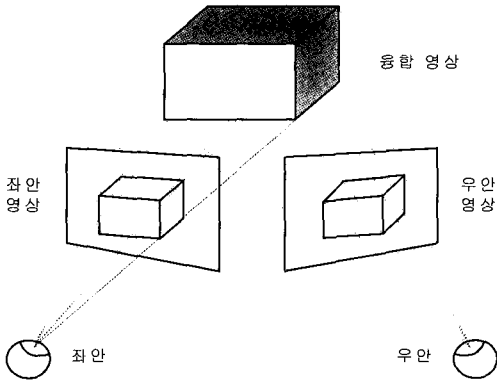


그림 1. 입체시의 원리

일반적으로 주위의 공간을 깊이를 갖고 입체적으로 파악할 때, 깊이 지각의 여러 가지 요인이 적용된다. 이것에는 양안에 의한 것과 단안에 의한 것이 있으며, 표1에 제시한 바와 같이 분류할 수 있다.

표 1. 깊이 지각의 시각적 요인

양안에 의한 요인	단안에 의한 요인
수렴 양안변위	적응
	운동시차
	시야의 크기
	공기투시
	선원근
	텍스처 구배
	명암 중첩

1. 양안에 의한 요인

양안에 의한 요인은 깊이 지각에 특히 중요하며, 이것에는 수렴과 양안 변위가 있다. 그림 2.2와 같이 어떤 객체 A를 주시할 때, 양안은 내향으로 회전하여 그 객체 위에서 만난다. 이 같은 양안의 작용을 수렴 또는 주시각 조절이라 한다. 이 때 객체 A와 시선이 이루는 각을 수렴각 또는 주시각이라 한다.

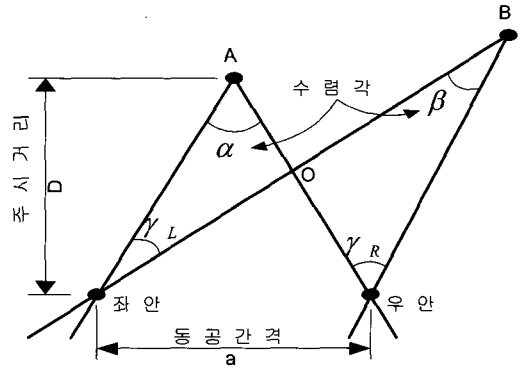


그림 2. 수렴과 양안 변위

수렴에 의한 깊이의 실마리는 근거리에서 큰 효과를 나타내는데 20m 정도까지 유효하다[1]. 그러나 주시 거리가 멀어지면 수렴각이 작아지므로 이 효과는 급격히 작아진다. 또, 양안이 서로 떨어져 있으므로 어떤 객체를 주시할 때 양안의 망막상은 같아지지 않고, 주시점으로부터 떨어진 위치에서는 대체로 간격이 생긴다. 양안에서의 이 같은 간격량의 차이가 양안 변위이다. 그림 2.2와 같이 객체 A를 주시하고 있을 때, 이 객체와는 다른 방향에서 다른 깊이를 갖는 객체 B와의 양안 변위는 양안에서 간격량의 차, 즉 각도로 표현하면  $\gamma_L - \gamma_R$ 로 표현된다. 양안상에 간격이 있을 때, 일반적으로 2중상으로 보이게 되지만, 양안 시차가 어느 정도 이하일 때에는 상이 하나로 융합하여 간격량의 크기 및 방향에 따라 주시하고 있는 점 앞에 또는 뒤로 명확한 깊이가 느껴진다. 결론적으로 수렴에 따라 주시점을 정하고, 양안 변위에 의해 그 전후의 정밀한 깊이 판단을 하게된다[1].

2. 단안에 의한 요인

(1) 적응(Accommodation)

단안에 의한 깊이 지각에는 수정체의 두께를 변경하여 핀트 조절을 하는데 따른 적응 효과가 있다. 이것은 주시 거리가 2~3m 이내의 근거리일 때만 유효하다.

(2) 운동 시차(Motion Parallax)

움직이고 있는 전차의 창문을 통해 밖의 경치

를 주시하면, 원거리에 있는 산이나 구름 등은 거의 움직이지 않지만, 근거리에 있는 집이나 가로수 등은 가까울수록 빨리 뒤로 움직인다. 또 어떤 객체를 주시하면서 자발적으로 머리를 움직이면, 주시점으로부터 먼 곳에 있는 객체는 관찰자가 움직이는 방향과 같은 방향으로, 주시점에서 앞에 있는 객체는 관찰자가 움직이는 방향과는 반대인 방향으로 각각 거리와 함께 크게 움직여 보인다. 이 같이 관찰자 위치와 상대적인 변화에 따라 생기는 대상물의 움직임 차이가 운동 시차이다. 이 같이 움직임의 차이에서 발생하는 깊이 지각의 효과는 조건에 따라 양안 변위와 같은 정도로 유효하며, 현재의 TV나 영화 등 2차원의 화면 속에서의 깊이감을 부여하는데 중요한 요소로 되어 있다.

(3) 시야의 크기(Visual Field Size)

영상을 동시에 관찰할 수 있는 범위에 제한이 있으면 평상시의 체험과는 다른 제약된 인상을 받는다. 이 범위가 넓어질수록 실제의 공간 속에 있는 것과 같은 입장감이 강해진다. 이 같은 시야의 크기로 깊이감을 높이는 데 유효하며, 화면이 큰 영화나 하이비전 등에는 이 효과가 살려져 있다.

(4) 망막상의 크기(Retinal Size)

잘 알려진 객체일 경우 작게 보일수록 먼데 있는 것처럼 느껴진다. 즉, 객체가 망막에 투영된 상의 크기에 따라 깊이의 정도를 얻을 수 있다.

(5) 공기 투시(Aerial Perspective)

원거리에 있는 객체일수록 흐리거나 희미해져서 콘트라스트가 약하게 보인다. 이 현상은 공기 중에 포함된 적외선이 산란되기 때문이다.

(6) 선원근(Linear Perspective)

선과 선의 간격이 좁아지는 것 같은 도형을 볼 때에 깊이감이 생긴다.

(7) 텍스처 구배(Texture Gradient)

위쪽을 향해 직선군의 간격이 서서히 좁게 되어 있고, 또 도형을 구성하는 단위로 되어 있는 삼각형은 위로 갈수록 작아져서 밀도가 높아지고

있으며 선원근법 및 텍스처 구배 등의 효과로 그림 위쪽의 깊이감을 높이는 효과를 주고 있다.

(8) 명암(Light and Shade)

밝은 색의 객체가 어두운 색의 객체보다 가깝게 느껴진다.

(9) 중첩(Interposition)

뒤쪽의 것은 앞쪽의 것에 의해 그 일부가 덮여 두 객체간 깊이감 차이가 느껴진다.

3. 시차(Parallax)

입체 디스플레이는 일반적인 2차원 디스플레이와 상이하다. 즉, 입체 디스플레이는 영상의 시차를 제시할 수 있는데, 이 시차는 양안으로 하여금 변위를 유발하게 되고, 관찰자는 깊이감을 느낄 수 있다. 시차에는 그림 3에 도시한 바와 같이 3가지 종류가 있다.

(1) 영시차(Zero Parallax)

그림 3. (가)와 같이 화면에 좌안 영상 및 우안 영상의 대응점이 하나로 일치하여 양안의 망막에 생성되는 영상이 동일하다. 관찰자가 이런 영시차 화면을 주시했을 때, 양안은 화면 표면에 수렴이 된다. 즉, 양안의 시선은 화면의 표면에서 교차한다.

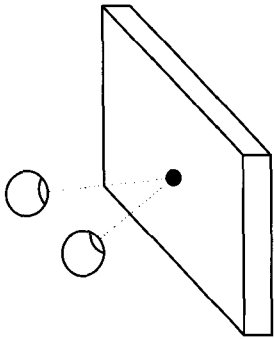
(2) 양시차(Positive Parallax)

그림 3. (나)와 같이 좌안 영상은 화면의 좌측에, 우안 영상은 화면의 우측으로 위치한 경우를 말한다. 이 시선은 관찰자가 아주 먼 거리에 떨어져 있는 객체를 주시할 때와 같은 경우와 동일하다. 관찰자가 양시차 화면을 주시했을 때, 양안의 시선은 화면의 뒤쪽에 수렴되어 합성된 영상이 화면 보다 뒤쪽에 위치한 것으로 보인다.

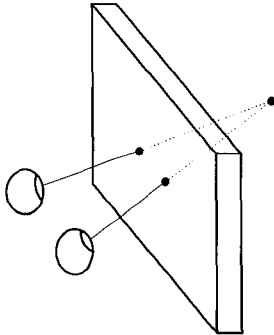
(3) 음시차(Negative Parallax)

양시차와 반대로, 음시차는 좌안 영상이 화면의 우측에, 우안 영상은 화면의 좌측에 위치한 경우를 말한다. 이 시선은 관찰자가 가까운 거리에 있는 객체를 주시할 때의 경우와 동일하며, 그림 3. (다)와 같이 관찰자가 음시차 화면을 주시했을 때, 양

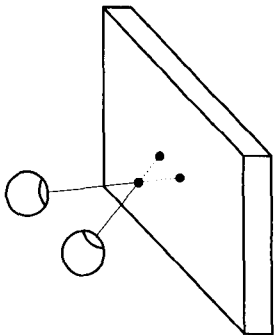
안의 시선은 화면의 앞쪽에 수렴되어 합성된 영상이 화면보다 앞쪽에 위치한 것으로 보인다.



(가) 영시차



(나) 음시차



(다) 양시차  
그림 3. 시차의 종류

### III. 입체영상 디스플레이 방식

일반적으로 양안 번위가 있는 입체 영상을 보

기 위해서는 좌우 영상을 분리해서 양안에 제시할 필요가 있다. 좌우 영상을 분리해서 양안에 제시하는 방법에는 필터안경 방식인 에너글리프 방식, 농도차 방식, 편광필터 방식 등이 있으며, 무안경 방식인 패럴랙스 배리어 방식과 렌티큘러 방식이 있다. 이동통신 단말기에 입체 영상이 적용되기 위해서는 필터안경방식은 적합하지 않고 무안경 방식이 채택되어야 한다.

#### 1. 렌티큘러 방식

렌티큘러 방식은 반원통형의 형상을 한 렌티큘러 스크린으로 불리는 렌즈의 초점 면에 좌안 및 우안 영상을 스트라이프 상태로 배치하고 이 렌즈 판을 통해서 관찰하면 렌즈 판의 지향성에 따라 좌안 및 우안 영상이 분리되어 안경 없이 입체시 되는 것이다.

렌티큘러 방식은 2차원 영상과 3차원 입체 영상을 선택하여 볼 수 가 없으므로 이동통신 단말기에 적용하기에는 적합하지 않다.

#### 2. 패럴랙스 배리어(Parallax Barrier) 방식

이 방식은 그림 4에서 도시하듯이 패럴랙스 배리어로 불리는 가느다란 슬릿상의 개구부 뒤쪽에 적당한 간격을 두고 좌우 2분안의 영상을 교대로 배치하여 특정한 시점에서 이 개구부를 통해 보았을 때 정확하게 분리해서 볼 수 있는 것이다. 단 좌우 2분안의 영상밖에 표시하고 있지 않기 때문에 시점을 이동해서 자유롭게 볼 수는 없다.

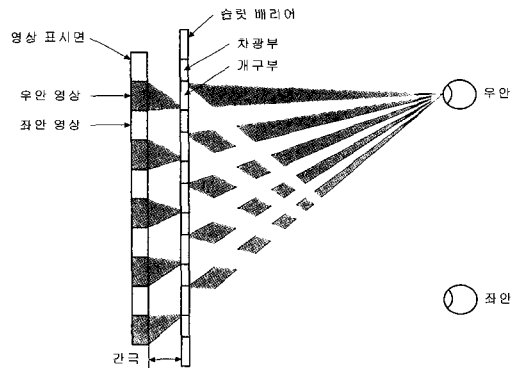


그림 4. 패럴랙스 배리어 방식의 원리

패럴랙스 배리어 방식은 LCD로 배리어를 제

작하게 되면 슬릿의 ON/OFF가 가능하게 된다. 따라서 2차원 영상과 3차원 입체영상을 선택적으로 볼 수 있는 장점이 있으므로 이동통신 단말기의 3차원 입체 영상 디스플레이 방식에 현재의 방법으로서는 가장 적합한 방식이다.

#### IV. 입체 영상 변환 알고리즘

이동통신 단말기에 입체 영상이 디스플레이 되기 위해서는 입체용 이동통신 단말기에 3차원 입체 콘텐츠가 제공되면 입체 영상을 볼 수가 있으며 입체 영상 변환은 이동통신 단말기에 장착되어 있는 1대의 2차원 카메라로 촬영한 정지 영상 또는 동영상을 실시간 입체 영상으로 변환하는 기술이다. 이 기술은 지난 90년대 초부터 관심을 가져왔던 기술로서, 영상 처리 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 점진적으로 발전되어온 분야이다. 그러나, 타 분야처럼 상업용 응용 제품을 보기 힘든 것은 소비자의 요구를 만족할 수 있는 기술 개발을 위해서 극복해야할 소프트웨어 기술과 하드웨어로 구현했을 때의 복잡도 때문이다. 실제, 입체 영상 변환은 TV, 케이블 TV, VCR 등의 아날로그 기기, CD, DVD, 디지털 TV 등의 디지털 기기, 인터넷 스트리밍 비디오 및 AVI, DIVX 등의 다양한 영상 포맷 등에 적용될 수 있는 기술로 응용 범위는 매우 넓다고 할 수 있다. 본 고에서는 현재까지 가장 널리 알려진 Garcia 방식과 Matsumoto 방식을 소개한다.

##### 1. Garcia 방식

입체 영상 변환 기술의 최초 등장은 1993년 일본 산요 전기에서 입체 변환 TV를 상업용 목적으로 개발한 이후로, 종종 기술 소개 및 제품이 등장하고 있다. 일본의 산요 전기는 세계 최초로 MTD(Modified Time Difference) 방식을 이용하여 상업용 입체 동영상 변환 TV를 개발하였다[2]. MTD 방식은 그림 5와 같이 영상에서 객체가 우측으로 운동하고 있고, 카메라는 정지하고 있는 상태일 때, 현재 (N)번째 영상을 좌안 영상으로 하고, 지연 영상 중에서 (N-2)번째 영상을 우안

영상으로 구성하여 입체 영상을 만든 후 양안에 제시하면 객체는 화면 앞쪽으로 튀어나오듯이 보여지고, 배경은 화면에 제시되어 입체감을 느끼게 해준다[3]. 이 방식은 그림 5와 같이 움직이는 객체가 비교적 저속의 정수평 운동일 때만 입체 효과가 좋지만, 만일 좌안 및 우안 영상이 바뀌게 되면 객체는 배경 뒤에 있는 듯이 인식된다. 따라서 인간의 3차원 인식과 상반되는 현상이 발생하므로 눈의 피로감이 발생하게 된다. 그리고, 움직이는 객체의 방향이 수평이 아닌 비수평 운동일 경우 움직이는 객체는 하나의 상으로 융합하지 못하고 2중상(Ghost)으로 보여, 입체 효과를 얻을 수 없다. 또한, 움직이는 객체의 속도에 따라서 지연 영상 중 어떤 영상을 선택하는 문제가 발생한다. 즉, 객체가 고속으로 운동하는 영상인 경우에는 현재 영상을 기준으로 바로이전 영상을 선택해야하며, 저속인 영상인 경우에는 현재 영상을 기준으로 2~5번째 지연 영상을 선택해야 한다. 하지만, 고속인 영상에서도 입체 효과를 제공할 수 있는 충분한 양안시차를 갖는 지연영상을 선택하는데 한계가 있으며, 저속인 영상에서도 하드웨어 복잡도를 감안한다면 3번째 이상의 지연 영상을 저장하는데 한계가 있다.

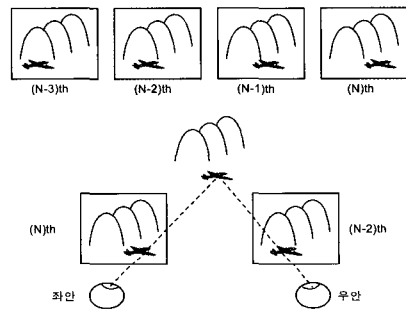


그림 5 MTD 방식의 원리

##### 2. Matsumoto 방식

Matsumoto는 영상의 깊이 정보를 추출하여 입체 영상을 구현하였다. 이 기술은 MPEG2의 블록 매칭 기술을 이용하여 운동 벡터를 계산하여 깊이 지도를 생성하고, CG에 사용하는 원근 투영을

거쳐 좌안 및 우안 영상을 생성한다[4].

(1) 블록 매칭

블록 매칭 기법은 보다 작은 하드웨어 복잡도 때문에 현재 사용되고 움직임 예측 방법 중 가장 보편화된 기술이다. 이 기술의 기본 원리는 그림 6에 도시한 바와 같이 이전 프레임(N-1)에서 변위 픽셀  $(i_1, j_1)$ 이 중심이 되는  $I_{block} \times J_{block}$  크기를 갖는 블록이 현재 프레임(N)에서 픽셀  $(i_2, j_2)$ 이 중심이 되고 같은 크기를 갖는 블록으로 매칭 되는지 탐색한다.

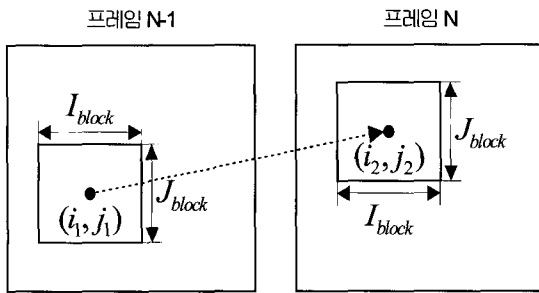


그림 6. 블록 매칭의 기본 원리

여기서 매칭 척도로서는 블록 내에서 최소 MSE 또는 MAD 값 등을 계산하여 매칭 여부를 정하며, 블록의 탐색 방법으로 3단계 탐색, 크로스 탐색 등이 있고, 블록 크기의 결정은 계층적, 적응적 방법 등 블록 매칭에 대한 다양한 기법들이 제안되어 있다[4].

(2) 원근 투영

Matsumoto는 앞에서 기술한 블록 매칭 기법으로 추출된 영상의 운동 벡터를 바탕으로 깊이 지도를 생성하고, 그림 7에 도시한 바와 같이 CG에 사용되는 원근 투영으로 좌안 및 우안 영상을 제작하였다. 즉, 그림 7에서 점  $p(x, y, z)$ 의  $xy$  성분을 입력 영상으로 하고,  $z$  성분은 영상의 운동량에 비례하는 깊이 정보로 정하여, 점  $E_l$  및  $E_r$ 에서 점  $p$ 를 주시했을 때 실제 디스플레이할 화면인  $xy$  평면에 투영되는 점  $p_l$  및  $p_r$ 를 식

(1)과 (2)와 같이 구하면 된다.

$$x_l = \frac{xd - \frac{ze}{2}}{d + z} \quad \text{and} \quad y_l = \frac{yd}{d + z} \quad (1)$$

$$x_r = \frac{xd + \frac{ze}{2}}{d + z} \quad \text{and} \quad y_r = \frac{yd}{d + z} \quad (2)$$

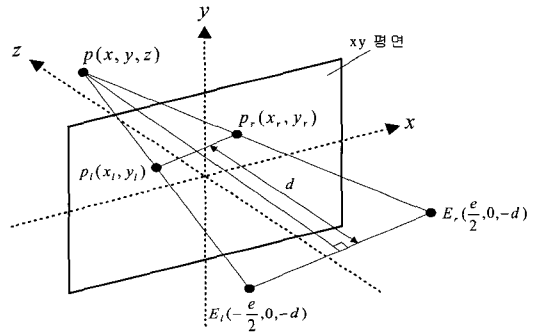


그림 7. 원근 투영

이 방식은 운동 벡터 계산 시 블록 기반의 움직임 예측을 하고, MSE, MAD 등의 매칭 조건 때문에 불확실한 운동 정보가 존재할 수 있으며, 이는 깊이 지도의 정확도에 영향을 준다. 또한, 좌안 및 우안 영상이 원근 투영으로 제작되었기 때문에 영상 왜곡이 발생하며, 깊이의 정도를 결정하는 요소가 운동 벡터이기 때문에 고속 운동 영상인 경우에 추출된 깊이 정보는 입체 영상의 융합 한계를 초과하여 2중상이 나타나는 단점이 있다.

V. 결 론

눈부신 이동통신 기술의 발전으로 국내에서는 디지털 이동통신 기술이 상용화 8여 년 만에 이용자 수가 3500만 여명으로 증가하였다. 이동통신 기술의 파급효과는 전 세계적으로 말로 표현할 수 없을 정도이다. 이동통신 단말기에는 통신뿐만

이 아니라 각종 멀티미디어의 집약산업으로 발전 하기에 이르렀다. 좀더 인간중심으로 발전하는 과정에서 이동통신 단말기에서의 입체영상 디스플레이는 필수적이라고 할 수 있다. 앞서 살펴본 입체 영상 변환 알고리즘 이외에도 수많은 방법들이 제안되고 있지만 아직은 미약한 실정이다. 실시간 입체 영상 변환을 좀더 정확하게 하기 위해서는 화면에서 객체와 배경을 정확히 분리해내는 세그멘테이션 알고리즘의 개발이 필요하며, 또한 객체의 움직임을 추정하는 추적 알고리즘의 개발도 시급한 과제라고 할 수 있다. 2005년에는 삼성 전자를 비롯한 국내 이동통신 제조사들이 입체영상 단말기를 출시한다고 한다. 그 사업성과 시장성이 어느 정도 일지는 아직 미지수이지만 분명한 것은 차세대 이동통신 단말기의 요건에 입체 영상 디스플레이는 필수 적이라고 생각한다.

### 참고문헌

[1] S. Nagada, How to Reinforce Perception of Depth in Single Two-Dimensional Pictures, Tyler & Francis, 1991.

[2] T. Okino, et al., "New Television with 2D/3D

Image Conversion Technologies," SPIE Photonic West, vol. 2653, pp.96-103, 1995.

[3] B. J. Garcia, "Approaches to Stereoscopic Video Based on Spatio Temporal Interpolation," SPIE Photonic West, vol.2635, pp. 85-95, San Jose, 1990.

[4] A. Murat Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995.

### 저자소개



#### 서범석

1999년 한국항공대학교 항공전자공학(공학사)

2001년 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학석사) ;

2001년~현재 한국항공대학교 대학원 전자공학과 박사과정

2002년 8월~현재 : (주)플랫디스 연구소장

※관심분야 : 영상신호처리, 3차원 입체 영상 변환기술, FPD화질 개선 등