

특허청구의 범위

청구항 1

3차원 물체를 픽업하여 요소 영상을 획득하는 영상픽업부와;

상기 픽업부에서 획득된 2차원 요소 영상으로부터 1차원 요소 영상을 추출하는 영상추출부와;

상기 픽업부에서 획득된 2차원 요소 영상을 특정 위치의 거리에 부피형 3차원 영상을 복원할 수 있는 컴퓨터적 복원부;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 부피형 3차원 영상 재생 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 컴퓨터적 복원부는,

원형 매핑을 사용하여 요소 영상을 확대 중첩하는 것을 특징으로 하는 부피형 3차원 영상 재생 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 컴퓨터적 복원부는,

원형 매핑을 사용하며, 거리를 순차적으로 증가시키며 3차원 영상을 재생하는 것을 특징으로 하는 부피형 3차원 영상 재생 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 현재 3차원 물체를 디스플레이하기 위한 여러 가지 방식이 연구되고 있다. 특히, 집적 영상 (집적 사진술 IP : Integral Photography) 방식은 백색광을 이용하여 3차원 물체를 저장하고 복원할 수 있는 기술로서 1908년에 Lippmann에 의해서 처음 제안된 이후로 많은 연구가 수행되어 왔다. 집적 영상 방식은 오토스테레오스코피 (Autostereoscopy) 방식으로서 스테레오스코피 방식에서 나타나는 관찰자의 시각적 피로감이 없고 연속적인 시점과 수평, 수직시차를 모두 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나, 3차원 영상을 재생할 때 사용하는 렌즈 배열 (Lenslet array)의 제한된 기초렌즈의 수로 인하여 재생 영상의 질이 떨어지고 해상도가 낮아지며, 렌즈 배열의 f-number에 제약으로 야기되는 좁은 시야각 문제점이 있다.
- <16> 최근 이 집적 영상 기술에서 광학적 집적 영상 재생 방식의 단점을 극복하기 위해서 컴퓨터적 집적 영상 재생 방식이 활발하게 연구되고 있다. 컴퓨터적 집적 영상 재생 방식은 관측점 (Viewing Point) 방식과 평면기반 (Plane-based) 방식으로 분류할 수 있다. 관측점 방식은 광학적 픽업으로 획득한 요소 영상들 (Elemental images)에서 대응 시점으로부터 한 픽셀씩을 추출하여 집합하면 특정 시점에서 관측한 영상이 재생되는 방식이다. 한편 평면기반 방식은 3차원 영상을 일정한 거리에 놓인 평면 (Image plane)에서 재생하는 방식이다. 이 경우 재생되는 3차원 영상은 영상 재생의 평면의 위치에 따라 달라진다. 이러한 평면기반 방식의 특성을 잘 이용한 인식 방식이 최근 활발히 연구되고 있다. 예들 들어 가려진 물체에 대해서 3차원 인식을 잘 수행하는 방식이다. 이 방식은 부피적으로 3차원 영상을 복원하기 때문에 부피형 3차원 영상 재생 기법이라고 부른다.
- <17> 그러나 기존 부피형 3차원 영상 재생 방식에서는 사각형 형태의 작은 영상으로 구성된 요소 영상을 사용하며, 각 요소렌즈를 가상의 핀홀로 모델링한 핀홀 배열 (24) 모델을 사용하였기 때문에 재생 영상에서 격자 구조의 밝기 불균일 현상 및 해상도를 떨어뜨리는 현상이 발생하였다. 이 문제점을 극복하기 위해서 많은 수의 요소 영상을 사용하는 이동식 렌즈배열 (MALT) 방식을 이용하여 해상도를 개선하는 연구가 보고되었으나 여러 단계의 픽업 과정을 사용하기 때문에 실시간적 처리를 어렵게 한다. 이와는 달리 요소 영상에 대해서 렌즈렛 모델을 적용하여 매핑크기를 달리하여 해상도를 개선하고 실제 렌즈 배열에서의 광학적 재생 특성을 반영하는 방식이 연구되기도 하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 이에 본 발명은 상기와 같은 부피형 3차원 영상 재생 기법으로 재생되는 3차원 영상의 해상도 저하 문제를 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 집적 영상 기술에서 픽업된 2차원 요소 영상에서 해상도가 향상된 3차원 영상 재생 기법을 제안함으로써, 부피형 3차원 영상 재생 장치를 제공하는데 있다.
- <19> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 의한 원형매핑을 사용하는 부피형 3차원 영상 재생 장치는,
- <20> 3차원 물체를 픽업하여 요소 영상을 획득하는 영상픽업부와; 상기 픽업부에서 획득된 2차원 요소 영상을 특정 위치의 거리에 부피형 3차원 영상을 복원할 수 있는 컴퓨터적 복원부;를 포함하여 이루어짐을 그 기술적 구성상의 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <21> 이하, 상기와 같은 본 발명, 원형매핑을 사용하는 부피형 3차원 영상 재생 장치의 기술적 실시예를 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <22> 일반적으로 집적 영상 기술은 도 1과 같이 크게 영상픽업부(10)와 영상재생부(20)으로 나눌 수 있다. 집적 영상의 영상픽업부(11)에서는 3차원 물체(11)의 정보를 픽업용 렌즈 배열(12)과 CCD를 이용하여 2차원 요소 영상(13)으로 기록한다. 그리고 영상재생부(20)에서는 영상픽업부(11)에서 얻어진 2차원 요소 영상(13)을 LCD와 같은 디스플레이 장치(23)에 표현하고 이들을 다시 렌즈 배열(22)을 통과시켜 3차원 영상(21)으로 재생한다. 도 1(a)에서 픽업되는 2차원 요소 영상(13)은 3차원 물체에 대해서 각각의 작은 렌즈를 통해서 작은 영상들로 투영되고 CCD 카메라에 의해서 영상 검출 면에서 기록하여 얻게 된다. 따라서 요소 영상(13)의 수는 렌즈 배열(12)의 개수와 같다. 이에 반해 도 1(b)에 나타난 집적 영상의 디스플레이 과정에서는 기록된 요소 영상(13)을 디스플레이 장치(23)에 표현하고 픽업과정과 동일한 렌즈 배열(22)을 이용하여 3차원 영상(21)을 공간상에 재생할 수 있다.
- <23> 집적 영상 기술에서 도 1(b)에서와 같이 렌즈 배열(22)을 이용하는 경우에는 광학적으로 3차원 영상(21)이 얻어진다. 이에 반해서 도 1(b)의 영상재생부(20)를 컴퓨터적으로 모델링하여 3차원 영상(21)을 재생할 수 있다. 이 방식 중에 하나가 부피형 3차원 영상 재생 방식이며, 이를 도 2에 나타내었다. 이 방식은 픽업된 요소 영상(13)들은 핀홀 배열(24)에 대해서 기하광학적 특성을 컴퓨터를 이용하여 모델링한 후 프로그램에 의해 계산되어 3차원 영상(21)을 재생한다. 도 2는 거리 $z = L$ 에서 핀홀 배열(24) 모델을 이용하여 디스플레이 평면(25)에 영상을 재생하기 위한 부피형 3차원 영상 재생 방식의 원리를 나타낸다. 핀홀 배열(24)로부터 고정된 거리 $z=L$ 에서 각 요소 영상(13)은 대응되는 가상의 핀홀 배열(24)을 통해서 역으로 투영된다. 투영된 영상은 확대 배율 M 에 확대된다. 이때 M 은 핀홀 배열(24)과 재생 이미지 평면(25)사이의 거리와, 핀홀 배열(24)과 요소 영상(13)사이의 거리(g)의 비율, 즉 $M = L/g$ 로 결정된다. $M>1$ 일 때, 투영된 이미지들은 재생 이미지 평면 z 에서 확대된 인접한 요소 영상(13)들과 서로 중첩된다. 3차원의 입체감 있는 정보를 재생하기 위해서는, 재생하고자 하는 모든 영상 평면들에 대응하는 거리에서 위와 동일한 과정을 반복한다.
- <24> 일반적으로 집적 영상에서 픽업되는 요소 영상(13)은 도 3(a)와 같이 반복적인 사각형 구조이다. 따라서 도 2의 부피형 3차원 영상 재생 방식에서 모든 요소 영상(13)은 사각형 형태로 확대되어 중첩 기록된다. 따라서 부피형 3차원 영상 재생 방식에서는 확대된 요소 영상(13)의 경계부분들이 서로 중첩되는 현상이 일어나게 되며, 이는 3차원 재생 영상에서 격자 구조의 밝기 불균일 현상을 발생하게 하는 원인이 된다. 이 예를 도 3(b)에 나타내었다. 여기서 보여지듯이 격자 구조의 불균일한 영상을 확인할 수 있다.
- <25> 본 발명에서는 기존의 부피형 3차원 영상 재생 방식에서 주기적인 사각형 요소 영상(13)을 이용할 때 발생하는 격자구조의 밝기 불균일 현상을 제거하기 위해서 요소 영상(13)에 대해서 원형 매핑을 사용하는 방식을 사용한다. 본 발명의 방식을 도 4에 나타내었다. 여기서는 도 2와 달리 하나의 원형형태의 요소 영상(31)은 핀홀 배열(24)을 통과한 이후로 원형 형태로 매핑이 되는 방식이다.
- <26> 보다 자세한 분석을 위하여 도 4(b)의 구조를 고려하자. 도 4(b)에서 요소영상은 핀홀 배열(24)에서 $-g$ 만큼 떨어져 있고, 재생 영상면 (25)이 핀홀 배열(24)로부터 z 만큼 떨어져있다고 가정하자. 요소 영상(31)내의 E_{ij} 번째의 요소 영상(31)의 중심점으로부터 출발하는 중심선이 대응하는 핀홀 배열(24)을 통과하여 z 만큼 떨어진 재생 영상면에 도착하게 된다. 그러면 재생 영상 면에서 중첩영상의 중심은 도 4(b)에서 보여지듯이 첫번째 요소영상으로부터 중심선까지의 거리를 계산하면 다음과 같다.

수학식 1

$$[p_i, p_j] = \left[d\left(i - \frac{1}{2}\right), d\left(j - \frac{1}{2}\right) \right] \quad (1)$$

여기서 d 는 요소 렌즈의 크기이다. 이 중심에서 원형 매핑을 위한 반경은 도 4(b)에서 두개의 삼각형 0ab와 OAB 사이의 관계를 이용하여 다음과 같이 계산된다.

수학식 2

$$r = \frac{dz}{2g} \quad (2)$$

이 반경은 모든 요소 영상(13)에서 동일하게 적용된다.

따라서 본 발명의 방식에서는 식 (1)과 (2)를 이용하여 핀홀 배열(24)로부터 고정된 거리 $z=L$ 에 놓인 재생 영상 면에서 원형의 요소 영상(31)을 역으로 확대 투영하여 중첩한다. 모든 요소 영상(31)에 대해서 계속적으로 중첩하여 하나의 최종 재생 영상 (25)을 얻는다.

제안하는 방식은 도 4(a)에서 보여지 듯이 원형 매핑으로 구성되어 사각형 형태의 요소 영상(31)에서 보여지는 주기적인 요소 영상의 중첩을 제거할 수 있는 특징을 가진다. 이것은 사각형 형태의 요소 영상(13)이 도 2와 같이 재생 평면에서 확대 중첩될 때 단순히 요소 영상의 모든 픽셀에 대해서 정수배의 확대로 이루어진다. 특히 각각의 요소 영상은 대응하는 핀홀을 통과하여 핀홀 간격으로 확대되어 중첩되기 때문에 한 곳에 중첩되는 요소 영상의 수가 위치에 따라서 불균일하게 되고 또한 재생 영상의 어떤 위치에서는 사각형 형태의 요소 영상의 경계부분이 집중적으로 계속해서 중첩되기 때문에 재생 영상에서 사각형 형태의 격자 구조의 형태의 불균일 세기 분포 현상을 야기한다. 이에 반해서 본 발명에서 제안하는 원형 요소 영상(31)을 이용할 경우에는 확대 중첩되는 요소 영상의 경계 영역의 집중적인 중첩 현상을 분산시키는 효과를 가지기 때문에 재생 영상의 해상도를 개선할 수 있다.

제안하는 부피형 3차원 영상 재생 방식의 유용함을 보이기 위하여 컴퓨터 모의 실험과 광학적 실험을 수행하였다. 실험을 위한 시스템 구조는 도 5와 같다.

컴퓨터 모의실험에서는 제안하는 부피형 3차원 영상 재생 방식에 대해서 정확한 PSNR을 계산할 수 있다. 실험에 사용하는 패턴은 도 5(a)에서 보여지는 'D', 'S', 'U'의 세 글자로 구성하였다. 각각의 글자는 렌즈 배열로부터 12 mm, 30 mm, 48 mm에 각각 위치시켰다. 이들 문자 패턴은 각각 1020× 750 픽셀의 해상도를 가지고 있으며 34 × 25개로 구성된 핀홀 배열(24)은 $z=0$ mm 위치에 위치 시켰다. 그러면 각 요소 영상(13)은 30× 30 픽셀로 얻어진다. 이 구조에서 전체 요소 영상을 기하광학적 방법으로 합성하였다. 합성된 요소 영상(13)은 도 5(b)와 같다.

요소 영상(13)을 생성한 다음, 합성된 요소 영상(13)을 컴퓨터를 이용하여 부피형 3차원 영상 재생 방식으로 3차원 영상(21)을 재생하였다. 도 6은 제안된 방식을 적용하여 12 mm, 30 mm, 48 mm 거리에서 재생된 1020× 750 픽셀의 해상도를 가지는 영상을 나타낸다. 이 재생 거리는 원래 영상들이 처음에 놓여 있던 위치이다. 도 6(a)는 기존의 사각형 매핑을 이용하는 방식이며, 도 6(b)는 원형 매핑을 이용하는 제안하는 방식의 결과이다. 이들 재생된 영상에 대해서 원 영상과의 재생 성능을 평가하기 위해서 PSNR을 계산하였다. 실험에 사용한 PSNR 수식은 다음과 같다.

수학식 3

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{E} \right) \quad (3)$$

<37> 여기서 E는 도 5(a)의 원영상과 도 6의 재생영상들 간의 밝기 값의 제곱근 평균 제곱 오차 (root mean square error)이다. 계산된 PSNR 결과를 도 6의 각 도 위에 표시하였다. 도 6의 실험 결과에 의하면 본 발명의 방식이 기존의 방식에 비해서 약 1.2 dB정도의 해상도 향상을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

<38> 다음으로 실제 광학 실험에서 얻어진 요소 영상(13)에 대해서 동일한 실험을 반복하였다. 이 요소 영상(13)을 얻기 위해서 '3'과 'D'의 두 글자 패턴을 각각 12 mm, 30 mm에 각각 위치 시켜서 픽업하였다. 얻어진 요소 영상(13)을 이용하여 30 mm에 재생된 영상을 도 7에 나타내었다. 도 7(a)는 기존의 부피형 3차원 영상 재생에 의해 재생되는 영상을 나타내며 이 실험 결과에서는 광학적으로 얻어진 요소 영상(13)에서는 렌즈배열의 사각형 구조에 의한 재생된 영상에서는 격자 구조의 밝기 불균일 현상이 나타남을 확인할 수 있다. 이에 반해 도 7(b)는 본 발명의 부피형 3차원 영상 재생 방식에 의해 재생된 영상으로서 밝기 불균일 현상이 개선됨을 보여주고 있다.

발명의 효과

<39> 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 원형매핑을 사용하는 부피형 3차원 영상 재생 기법을 이용하여 3차원 복원 영상의 해상도를 향상시킬 수 있는 새로운 기법을 제안함으로써, 집적 영상을 이용하는 3차원 패턴인식 시스템을 구성할 때 보다 정확한 인식을 수행 할 수 있는 효과가 있다.

<40> 도 7은 본 발명에 대한 부피형 3차원 영상 재생 기법에 대한 실험 결과이다. 여기서 기존의 기법에서의 문제점인 해상도 저하를 상당히 개선함을 보여주고 있다.

<41> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 한정하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 따라서 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 응용할 수 있고, 이러한 응용도 하기 특허청구범위에 기재된 기술적 사상을 바탕으로 하는 한 본 발명의 권리범위에 속하게 됨은 당연하다 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 집적 영상 기술의 픽업과 디스플레이를 보인 도면이다.

<2> 도 2는 이전의 부피형 3D 영상 복원 기법의 실시예이다.

<3> 도 3은 이전 부피형 3D 영상 복원 기법의 문제점을 나타내는 도이다.

<4> 도 4은 본 발명의 실시예로 원형매핑을 이용하는 부피형 3D 영상 복원 장치 및 기하광학적 해석 도면이다.

<5> 도 5는 실험 구성 도면이다.

<6> 도 6는 본 발명의 컴퓨터적 실험 결과이다.

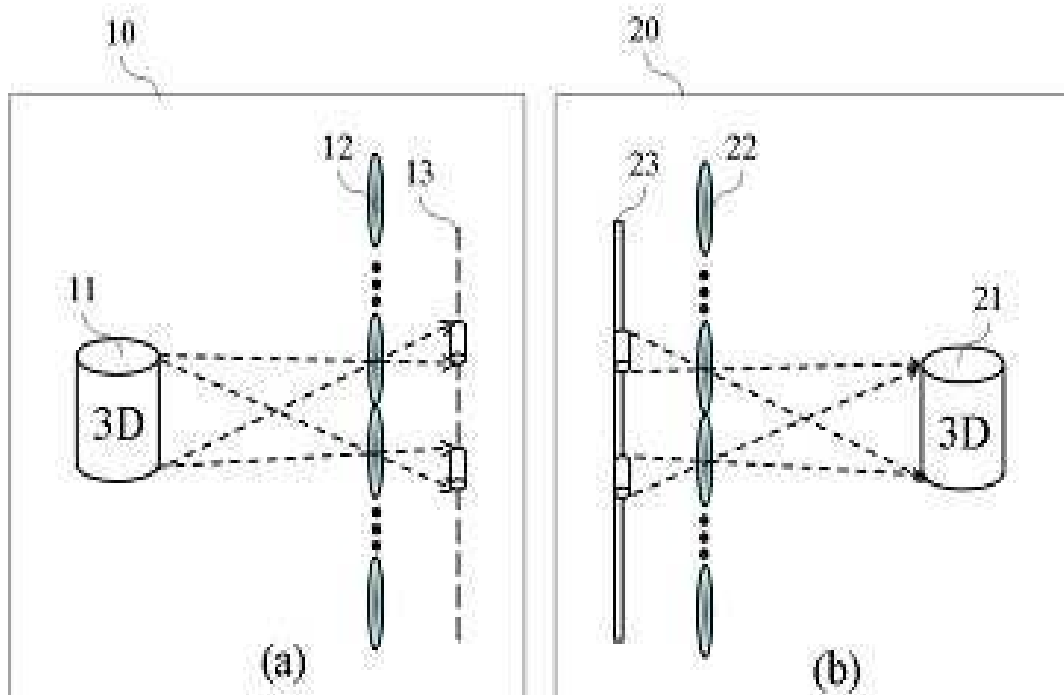
<7> 도 7은 본 발명에 대한 광학적으로 픽업된 요소영상을 이용한 실험 결과이다.

<8> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

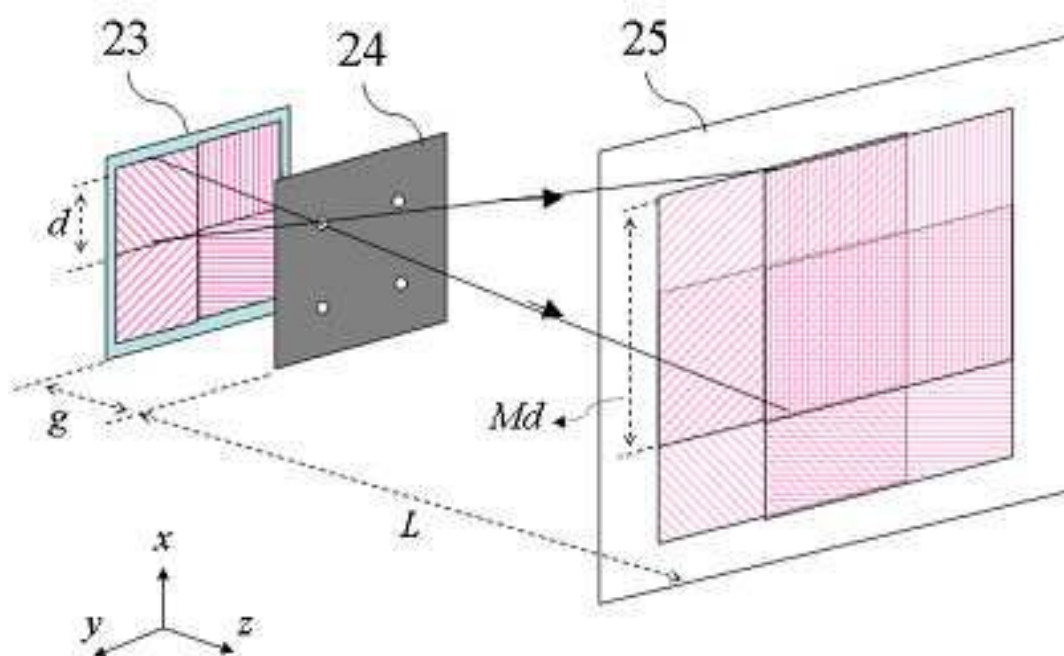
- | | |
|-----------------------|----------------|
| <9> 10 : 영상픽업부 | 11 : 3차원 물체 |
| <10> 12 : 픽업용 렌즈배열 | 13 : 픽업 요소 영상 |
| <11> 20 : 영상재생부 | 21 : 3차원 재생 영상 |
| <12> 22 : 디스플레이용 렌즈배열 | 23 : 디스플레이 장치 |
| <13> 24 : 편향배열 | 25 : 평면 재생 영상 |
| <14> 31 : 원형 요소 영상 | |

도면

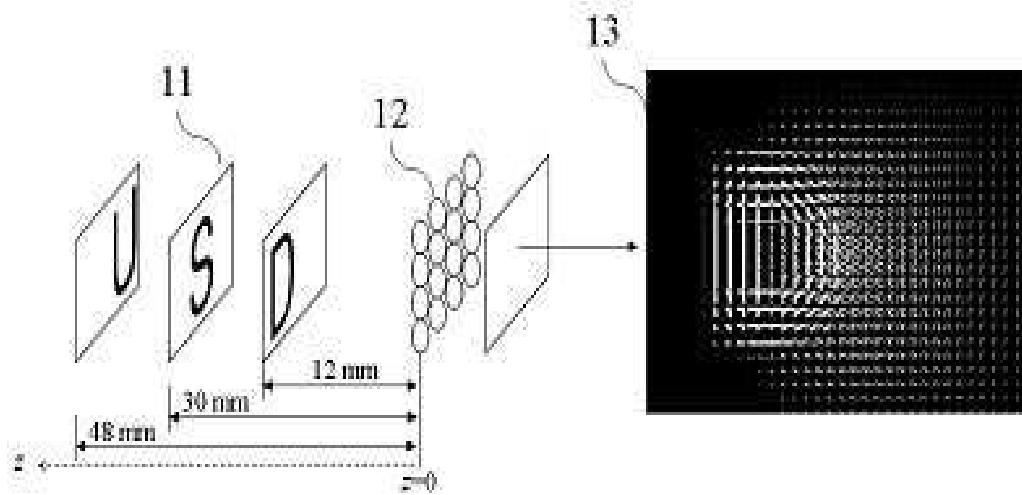
도면1



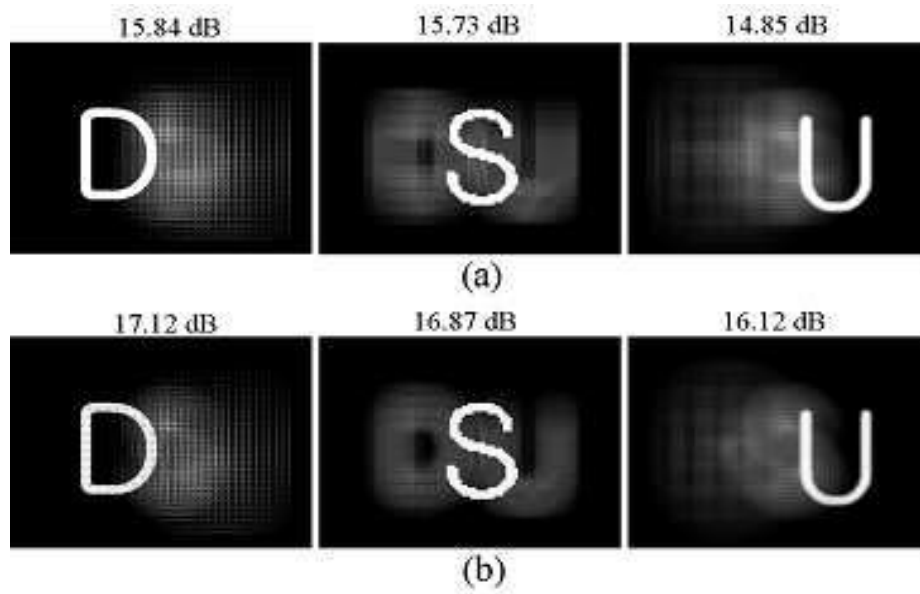
도면2



도면5



도면6



도면7

