

CCD영상신호의 2값화에 기초한 레이자 빛점면적의 실시간측정 및 조종

장봉렬, 김경진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니까.》《김정일선집》증보판 제13권 173페이지)

전하결합소자 CCD(Charge Coupled Device)는 일종의 반도체식광학영상수감요소이다. CCD는 연구개발된 후 체적이 작고 높은 분해능, 높은 정밀도, 높은 동작안정성으로 하여 그 응용연구가 심화되고있으며 현재 영상수감, 물체의 크기측정, 결면상태측정 등 응용분야가 매우 넓다.

일반적으로 실시간정밀측정 및 조종체계에서 상하미동조종은 대상을 지정된 위치에 가능한 빨리 도달시켜야 하고 그 이동방향도 수시로 변하는 특성을 가지고있다.

한편 CCD-PC에 의한 프로그램적인 화상처리방법으로 레이자빛점의 면적을 측정 및 조종할 때 그 실시간조종능력은 매우 낮다.[2]

논문에서는 레이자빛점영상신호에 대한 분석에 기초하여 화상2값화와 FPGA처리기술을 리용하여 빛점의 면적을 실시간적으로 측정 및 조종하여 그 면적의 크기를 일정하게 하는 한가지 방법을 론의하였다.

레이자의 빛점상은 레이자빛이 결면에 쏘여질 때 결면에서의 반사와 산란으로 인한 간섭상이며 이 빛점의 밝기와 결면의 거침도사이에는 밀접한 관계가 있다.

일반적으로 레이자빛속의 에네르기공간분포가 가우스형원형대칭성을 가질 때 광학계의 교정을 진행하면 대조가 명백한 빛점상을 얻을수 있다.

그림 1에 CCD영상신호의 2값화에 기초한 레이자빛점면적의 실시간측정 및 조종장치의

구성도를 보여주었는데 크게 상사신호처리부와 수자신호처리부로 이루어져있다.

영상신호의 2값처리는 턱값류동법을 리용하였는데 우리는 영상신호의 2값화를 위한 턱전압이 주위환경을 비롯한 외적인 영향에 따라 변하도록 하였다. 다시말하여 광원의 세기의 변화나 외부환경의 영향으로 영상신호가 변할 때 회로적으로 턱전압값을 변화시켜 2값화된 임펄스의 진폭이 외부의 영향을 받지 않도록 하였다.

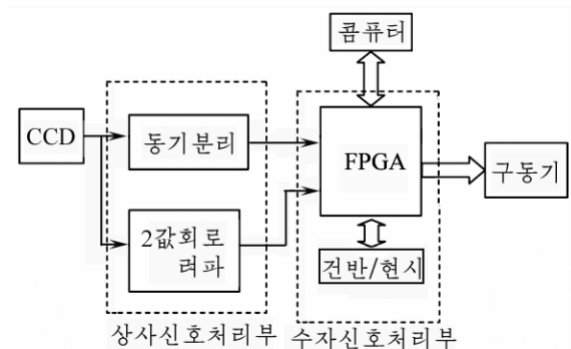


그림 1. 레이자빛점면적의 실시간측정 및 조종장치의 구성도

그림 1에서의 상사신호처리부는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 CCD영상신호는 려파 및 증폭단에서 증폭되어 시간에 따라 연속적으로 변하는 상사신호로 된다. 표본화/유지단에서는 수직동기들사이의 배경신호를 검출하고 한주기동안 유지한다. 이 신호는 기준전압회로를 거쳐 비교기에 입력된다. 이 신호가 2값화

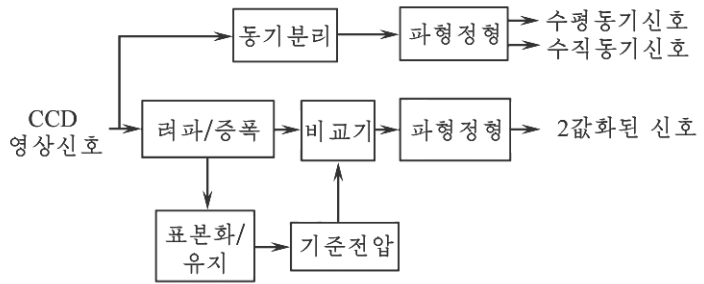


그림 2. 상사신호처리부

를 위한 턱값신호로 된다. 전압비교에서는 려파 및 증폭단에서 나오는 신호와 턱값신호를 비교하며 그 출력신호는 파형정형회로를 거쳐 2값신호로 출력된다. 이 2값신호는 빗점의 크기에 따라 그것의 임펄스개수가 달라지고 또한 그것의 너비도 달라진다. 한편 영상신호는 동기분리기에서 수평동기와 수직동기신호로 분리된다.

레이자빔점의 영상신호는 2값처리된 후 FPGA를 중심으로 하는 수자처리 및 조종단에서 장치적인 방법으로 처리되며 이에 기초하여 레이자빔점의 면적을 측정 및 조종한다.[1]

레이자빔점의 면적은 2값화된 임펄스신호를 수직동기신호와 수평동기신호, 기준임펄스신호(50MHz)를 리용하여 계수하는 방식으로 측정된다.

일반적으로 CCD에서 얻어지는 영상의 밝은 부분의 면적은 다음과 같이 계산된다.

$$A_1 = n \times S_0 \quad (1)$$

여기서 n 은 영상이 차지하는 화소수, S_0 은 1개 화소의 면적이다.

FPGA에서 계수용임펄스주파수는 수평동기신호의 N 배이며 1개 수평동기임펄스는 1개 화소렬의 길이에 대응된다. 만일 FPGA의 계수기가 두 수직동기사이에서 계수할수 있는 총수를 m_f , CCD의 화소들의 총개수를 m_{CCD} 라고 할 때 빗점의 면적은 다음의 식으로 계산할수 있다.

$$A_{CCD} = \frac{m_{CCD}}{m_f} \times n_f \times S_0 \quad (2)$$

여기서 n_f 는 2값화임펄스의 계수값, m_{CCD} 는 미소수감요소의 개수이다.

한편 시료결면우에서 레이자빔점의 면적은 다음과 같이 계산된다.

$$A = M \times A_{CCD} \quad (3)$$

여기서 M 은 CCD앞부분의 광학체계와 관련된 인자이다.

레이자빔점면적의 측정 및 눈금교정을 위하여 표준살창(규소결면우에 $5\mu m \times 5\mu m$ 의 정방형을 등간격으로 배열)에 레이자빔을 쏘여주고 빛이 쏘여진 부분의 화소수와 1개 화소의 면적을 곱하는 방법으로 빗점면적의 절대값을 얻는다.

우리는 초점거리를 변화시키면서 표준살창우의 빗점면적을 측정하고 동시에 FPGA로 같은 면적을 측정하여 광학적인 인자 M 을 결정하고 이로부터 시료결면우에서의 레이자빔점의 실지면적에 대한 눈금새김을 진행하였다.

그림 3은 초점거리가 변할 때 화상수집카드와 컴퓨터를 리용하여 측정한 빗점의

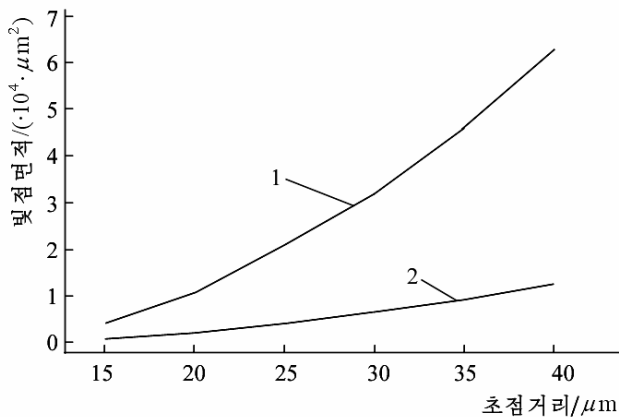


그림 3. 초점거리변화에 따르는 빛점면적의 변화

1—CCD로 측정했을 때, 2—실지 빛점면적변화

실지면적과 CCD에서의 빛점의 면적의 변화를 보여주었다.

그림으로부터 우리는 광학적인 인자 M 을 결정하였는데 그 결과는 $M = 0.02$ 이다.

맺는 말

CCD영상신호에 대한 분석에 기초하여 레이저빛점면적을 실시간적으로 측정 및 조종하는 방법을 논의하였다. 이 방법은 3차원정밀측정 및 조종 체계에서 수직방향(상하운동)운동의 실시간조종에 적용될수 있다.

참고 문헌

- [1] Zhang Fenglie et al.; Proceedings of SPIE, 7997, 7997C-1, 2011.
- [2] 范志刚; 光电测试技术, 电子工业出版社, 89~90, 2004.

주체106(2017)년 1월 5일 원고접수

Real-Time Detection and Control of the Laser Spot Size based on the Binarization of CCD Video Signal

Jang Pong Ryol, Kim Kyong Jin

We considered a method for real-time detection and control of laser spot size is presented on the basis of the analysis of CCD video signal.

This method can be directly applied to control of vertical direction motion of 3D precision measurement and control system.

Key words: charge coupled device, laser spot