

수광각을 자동정렬하는 무선광검출기

Automatic Angle Alignment of a Wireless Optical Detector

이 성 호

Seong-Ho Lee

요 약

본 논문에서는 포토다이오드의 방향이 항상 신호광의 입사방향과 일치하도록 수광각을 자동정렬하는 광검출기의 구조를 새로이 소개한다. 이 광검출기에서는 신호광을 수신하기 위한 포토다이오드 1개를 중심으로 ϕ -축상에 4개의 포토다이오드와 θ -축상에 2개의 포토다이오드를 추가로 배열하여 각각 ϕ -축과 θ -축에 해당하는 모터를 구동한다. 이 광검출기는 임의의 모든 방향으로부터 입사하는 신호광에 대하여 약 1초 이내에 수신방향을 신호광 쪽으로 일치시킨다.

Abstract

In this paper, we introduce a new photodetector configuration that automatically aligns its receiving angle to the incident signal light. Around the central photodiode that receives the optical signal, 4 photodiodes on ϕ -axis and 2 photodiodes on θ -axis are installed in order to drive 2 step motors in ϕ and θ direction. The photodetector completes angle-alignment within 1sec to the signal light from an arbitrary direction.

Key words : Wireless Optical Communication, Photodetector, Angle Alignment

I. 서 론

무선광연결은 광섬유를 사용하지 않고 자유공간을 통하여 광신호를 전파하는 무선통신의 한 방법으로서 송수신부의 구성이 비교적 간단하며 기존의 무선통신과 상호간섭이 적고, 또한 신호광의 방사영역을 벗어나면 도청이 되지 않아 높은 보안성을 유지하는 장점을 가지고 있다^{[1][2]}. 현재의 대표적인 활용분야로는 컴퓨터 장치와 주변기기간에 적외선을 이용한 전송규격인 IrDA(Infrared Data Association)가 있으며, 이외에도 근거리 고층건물간 고속 무선전송로 구축, 실내의 근거리에서 음성 및 영상 신호의 무선전송, 그리고 비교적 저속통신에 해당하지만 각종 전자장치의 리모콘도 무선광연결의 범주에 속한다.

무선광연결은 신호광을 발생시키는 광원부와 신호광을 수신하는 광검출기로 구성된다. 광원으로부터 공간에 방사되는 신호광은 직진성이 강하기 때문에 수신부에서 광검출기의 표면방향이 신호광의 입사방향으로 잘 정렬되어야 수신효율이 높아진다. 신호광이 진행하는 경로상에 광검출기가 놓여 있어도 입사광이 광검출기의 표면과 이루는 경사각이 심할수록 광결합계수가 감소하고 검출전압이 줄어든다. 일반적으로 광검출기의 표면방향이 신호광의 입사방향과 이루는 각도가 θ 인 경우에 광결합계수는 $\cos \theta$ 에 비례한다. 따라서 광검출기의 방향이 신호광과 경사를 이루고 있으면 광검출기를 신호광의 입사방향으로 잘 정렬하여 수광각이 항상 0° 에 근접하도록 조절해 줄 필요가 있다.

본 논문에서는 신호광이 항상 광검출기의 표면에

「이 논문은 서울산업대학교 교내 학술연구비에 의하여 연구되었음.」

서울산업대학교 전자정보공학과(Department of Electronic & Information Engineering, Seoul National University of Technology)

· 논문 번호 : 20021217-176

· 수정완료일자 : 2003년 2월 18일

수직으로 입사하도록 수광각을 자동으로 정렬하는 광검출기 구조를 새로이 제안하고 그 동작을 실험으로 확인하였다. 이 구조에서는 신호광을 수신하기 위한 포토다이오드 PD0를 중심으로 ϕ -방향으로 4개의 포토다이오드와 θ -방향으로 2개의 포토다이오드를 추가로 설치하고, 이 검출전압을 이용하여 ϕ -방향과 θ -방향으로 모터를 회전함으로써 PD0의 표면방향이 항상 신호광의 입사방향과 일치하도록 만들어준다.

실내에서 여러 사람이 수시로 이용하는 무선광 데이터 접속점(Access point)을 구성하는 경우에 광검출기에서 신호광의 입사방향이 불규칙하게 변화할 수 있다. 이러한 환경에서 수신부에 이 광검출기를 사용하면 사용자가 매번 광검출기의 수광각을 조절해야 하는 수고를 덜어주게 되므로 사용하기에 매우 편리하다.

II. 수광각 자동정렬형 광검출기의 구성

수광각 자동정렬형 광검출기를 구성하는 포토다이오드(PD)의 배열은 그림 1과 같다.

그림 1에서 PD0는 전송신호를 수신하기 위한 포토다이오드이며, PD1~PD6는 PD0의 수광각을 조절하기 위하여 모터를 구동하는 포토다이오드이다. 이 중에서 PD1~PD4는 ϕ -방향으로 회전하는 모터를 구동하며, PD5~PD6는 θ -방향의 모터를 구동한다. 이 PD-배열은 ϕ -모터의 회전축에 고정되어 있고, 이들 전부는 다시 θ -모터 회전축에 부착되어 있으며, 각 포토다이오드의 방향은 반경이 d 인 구면상에서 수직방향으로 밖을 향한다. 그림 1에서 PD-배열을 구성하는 구의 중심을 좌표의 원점으로 정하고, 각 PD의 위치를 (r, θ, ϕ) 로 나타내면,

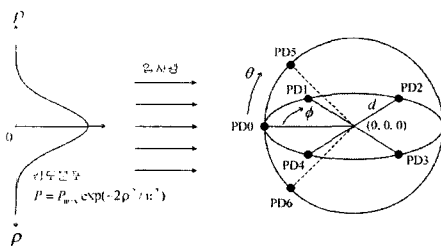


그림 1. 포토다이오드 배열
Fig. 1. A photodiode array.

PD0 ($d, 0, 0$), PD1 ($d, 0, 45^\circ$), PD2($d, 0, 135^\circ$), PD3($d, 0, -135^\circ$), PD4 ($d, 0, -45^\circ$), PD5 ($d, 45^\circ, 0$), PD6 ($d, -45^\circ, 0$)

이 된다.

입사광의 단면 강도분포가 가우시안 분포인 경우, 빔의 중심으로부터 방사형의 거리 ρ 에 따른 강도분포는 $P = P_{max} \exp(-2\rho^2/w^2)$ 으로 쓸 수 있다^[6]. 여기에서 P_{max} 는 빔의 중심에서의 강도이며, w 는 빔스폿의 크기(spot size)이다. 신호광의 중심이 PD-배열의 중심으로 향하고, 광원으로부터 광검출기까지의 거리가 PD-배열의 반경 d 보다 현저히 큰 경우에는 각 PD의 위치에서의 신호광의 진행방향이 모두 같다고 볼 수 있다.

PD-배열에 사용된 포토다이오드의 특성과 부하저항이 모두 동일한 경우, i 번째의 포토다이오드 PD_{*i*}의 검출전압 v_i 는

$$v_i = k R_L C_i P_i \quad (i=0,1,2,3,4,5,6) \quad (1a)$$

$$C_i = C_{max} \cos \theta_i \cos \phi_i \quad (1b)$$

$$P_i = P_{max} \exp(-2\rho_i^2/w^2) \quad (1c)$$

$$\rho_i = d \sqrt{\sin^2 \theta_i + \cos^2 \theta_i \sin^2 \phi_i} \quad (1d)$$

로 쓸 수 있다. 여기에서 k 는 포토다이오드의 응답도이며, R_L 는 부하저항, C_i 는 PD_{*i*}에서의 광결합계수이고, C_{max} 는 신호광과 포토다이오드의 표면방향이 일치할 때의 광결합계수이다. P_i 는 PD_{*i*}의 위치에서 신호광의 강도(Intensity), P_{max} 는 신호광의 중심에서의 강도이다. (θ_i, ϕ_i) 는 PD_{*i*}와 신호광 사이에 이루는 각도이며, ρ_i 는 PD_{*i*}가 신호광 빔의 중심축으로부터 벗어난 방사방향의 직선거리이다. w 는 신호광의 스폿크기(spot size)이며, d 는 PD-배열을 구성하는 구면의 반경이다.

식 (1a)에서 검출전압 v_i 는 $-90^\circ < \phi_i < +90^\circ$, $-90^\circ < \theta_i < +90^\circ$ 의 범위에서만 $v_i \neq 0$ 이며, 그 이외의 영역에서는 입사광이 각 포토다이오드의 후면으로 입사하는 경우에 해당하므로 $v_i = 0$ 이다. 신호광과 PD0의 방향 사이에 이루는 각도가 (θ_0, ϕ_0) 일 때 신호광과 각 PD_{*i*} 사이의 각도 (θ_i, ϕ_i) 는

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_0, \quad \theta_5 = \theta_0 + 45^\circ,$$

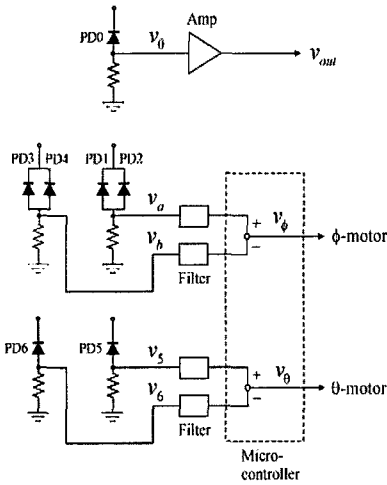


그림 2. 모터의 구동회로
Fig. 2. Motor driving circuit.

$$\begin{aligned} \theta_6 &= \theta_0 - 45^\circ, \quad \phi_1 = \phi_0 + 45^\circ, \\ \phi_2 &= \phi_0 + 135^\circ, \quad \phi_3 = \phi_0 - 135^\circ, \\ \phi_4 &= \phi_0 - 45^\circ, \quad \phi_5 = \phi_6 = \phi_0 \end{aligned}$$

이다.

그림 2는 그림 1의 각 포토다이오드로부터 검출된 전압을 이용하여 모터를 구동하기 위한 회로도이다. 그림 2에서 PD0의 검출전압 \$v_0\$는 증폭 후 출력신호 \$v_{out}\$이 되며, PD1~PD4의 검출전압은 \$\phi\$모터를 구동하고, PD5~PD6는 \$\theta\$모터를 구동한다. PD1과 PD2가 병렬 연결되어 검출된 전압은 \$v_a = v_1 + v_2\$ 이고, PD3와 PD4가 병렬 연결되어 검출된 전압은 \$v_b = v_3 + v_4\$이며, PD5와 PD6의 검출전압은 각각 \$v_5, v_6\$ 로 표기하였다. 이 4개의 검출전압이 필터회로를 통과한 후 마이크로컨트롤러의 AD변환단에 입력되고, 마이크로컨트롤러 내에서는 \$v_\phi = v_a - v_b\$ 와 \$v_\theta = v_5 - v_6\$ 를 계산하여 \$v_\phi\$ 와 \$v_\theta\$ 의 부호에 따라 \$\phi\$모터와 \$\theta\$모터를 회전하기 위한 펄스를 생성한다.

이 관계를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$v_{out} = G v_0 \tag{2a}$$

$$v_\phi = v_a - v_b = (v_1 + v_2) - (v_3 + v_4) \tag{2b}$$

$$v_\theta = v_5 - v_6 \tag{2c}$$

$$\phi_0(t+T) = \phi_0(t) + \text{sign}(v_\phi) \times \Delta\phi \tag{2d}$$

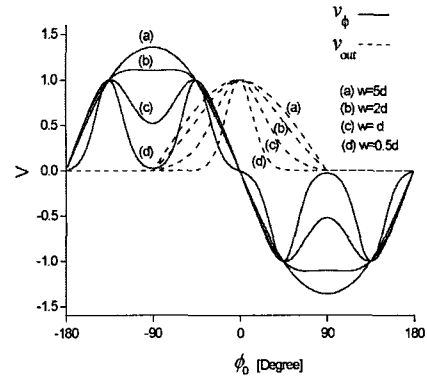


그림 3. 수광각(\$\phi_0\$)에 따른 검출전압의 변화
Fig. 3. Voltage variations with incident angle(\$\phi_0\$).

$$\theta_0(t+T) = \theta_0(t) + \text{sign}(v_\theta) \times \Delta\theta \tag{2e}$$

여기에서 \$v_{out}\$은 광검출기의 출력전압이고 \$G\$는 PD0에 연결된 증폭기의 전압이득이다. \$v_\phi\$와 \$v_\theta\$는 각각 \$\theta\$방향과 \$\phi\$방향의 스텝핑모터의 회전방향을 결정하기 위한 전압이다. \$T\$는 모터를 구동하는 펄스의 발생주기이고, \$\Delta\theta\$와 \$\Delta\phi\$는 각각 모터의 스텝당 회전각도이다. \$\text{sign}(v_\phi)\$와 \$\text{sign}(v_\theta)\$는 \$v_\phi\$와 \$v_\theta\$에 따라 결정되는 \$\pm\$부호를 나타낸다. 즉, 식 (2b)에서 계산된 \$v_\phi\$의 값이 (+)이면 식 (2d)에서 \$\Delta\phi\$ 앞의 부호도 (+)이고, \$v_\phi\$의 값이 (-)이면 식 (2d)에서 \$\Delta\phi\$ 앞의 부호도 (-)이다. 이 구조에서는 신호광을 수신하는 포토다이오드 PD0를 중심으로 \$\pm\phi\$방향에서 대칭적으로 검출된 \$v_a\$와 \$v_b\$를 이용하여 PD-배열을 \$\phi\$축상에서 회전함으로써 \$\phi_0 = 0\$이 되게 하며, 같은 원리로 \$\pm\theta\$방향에서 검출된 \$v_5\$와 \$v_6\$를 이용하여 \$\theta_0 = 0\$의 상태를 유지한다. 즉, PD0의 방향이 항상 신호광의 방향과 일치되도록 만들어준다.

그림 3은 수식 (1a)~(2c)를 사용하여 \$\theta_0 = 0\$일 때 수광각 \$\phi_0\$에 따른 검출전압의 변화를 도시한 것이다.

그림 3에서 실선의 그래프는 \$\phi\$-축 모터의 구동전압 \$v_\phi\$의 변화를 나타내고, 점선은 출력전압 \$v_{out}\$의 변화를 나타낸다. 여기에서 신호광의 스폿크기 \$w\$를 파라미터로 하여 곡선 (a)~(d)는 각각 \$w=5d, 2d, d, 0.5d\$인 경우를 나타내며, \$d\$는 앞질의 그림 1에서 보인 PD-배열의 반경이다. 구동전압 \$v_\phi\$는 (\$-180^\circ < \phi_0 < 0\$) 영역에서는 (+)값을 가지며, (\$0 < \phi_0 < 180^\circ\$) 영역에서는 (-)값을 가진다. PD-배열

에서 $\pm \phi$ 방향으로 각각 2개의 PD를 사용한 이유는 PD 한 개당 FOV(Field of view)가 90° 이기 때문에 $(-180^\circ < \phi_0 < 180^\circ)$ 의 모든 범위에서 ϕ_0 의 이탈상태를 검출하기 위하여 사용한 것이다. 즉, PD0의 후방으로부터 신호광이 입사하는 경우에도 수광각의 자동정렬이 가능하도록 만들기 위한 것이다.

곡선 (a) 또는 (b)와 같이 빔스팟의 크기 w 가 d 에 비하여 큰 상태에서는 신호광의 강도분포가 각 포토다이오드에서 거의 균일하므로 수광각 다이버시티(Angle diversity)와 같이 $\phi_0 = \pm 90^\circ$ 에서 v_θ 가 최대값을 가지게 된다. $w > 5d$ 이상으로 빔스팟이 더욱 커져도 곡선 (a)와 거의 동일한 모양을 가진다. 수광각이 $\phi_0 = 0$ 인 지점이 PD0가 신호광의 입사방향과 일치하는 상태이며, 이 때에는 ϕ -모터의 구동전압 $v_\phi = 0$ 이 되고 출력전압 v_{out} 은 최대값을 가지게 된다.

곡선 (c) 또는 (d)에서와 같이 빔스팟의 크기 w 가 PD-배열의 반경 d 에 비하여 작아지면 신호빔이 좁은 영역에 제한되어 $\phi_0 = \pm 90^\circ$ 인 지점에서 모터 구동전압 v_ϕ 의 극소점이 발생한다. 만일 신호광의 빔스팟 w 가 너무 작아 약 $0.5d$ 이하가 되면 $\phi_0 = 0$ 이외에 $\phi_0 = \pm 90^\circ$ 에서도 구동전압이 $v_\phi = 0$ 에 근접하여 이 지점에서 모터의 회전이 멈추게 된다. 따라서 수광각 정렬이 잘 이루어지도록 하기 위해서는 $(w > d)$ 의 관계가 유지되는 것이 바람직하다.

그림 4는 $\phi_0 = 0$ 일 때 수광각 θ_0 에 따른 검출전압의 변화를 도시한 그래프이다.

그림 4에서 실선의 그래프는 θ -축모터의 구동전압 v_θ 의 변화를 나타내고, 점선은 출력전압 v_{out} 의

변화를 나타낸다. 여기에서도 곡선 (a)~(d)는 각각 신호광의 빔스팟의 크기가 $w = 5d, 2d, d, 0.5d$ 인 경우를 나타낸다. $(-90^\circ < \theta_0 < 0)$ 인 영역에서는 v_θ 가 (+)값을 가지며, $(0 < \theta_0 < 90^\circ)$ 인 영역에서는 v_θ 가 (-)값을 가진다. $\theta_0 = 0$ 에서 구동전압 $v_\theta = 0$ 이 되고, 이 상태에서 PD0가 신호광의 입사방향과 일치하며 v_{out} 이 최대값을 가진다. ϕ -방향으로는 $(-180^\circ < \phi_0 < +180^\circ)$ 의 범위에서 이탈각을 검출하기 위하여 총 4개의 PD를 사용하였지만, θ -방향으로는 $(-90^\circ < \theta_0 < +90^\circ)$ 범위에서 이탈각을 검출하기 때문에 총 2개의 PD 만을 사용한 것이다.

III. 실험

수광각 자동정렬형 광검출기의 동작을 확인하기 위하여 2대의 PC간에 직렬단자를 통하여 무선광연결을 구성하였다. 광원으로는 파장이 800 nm, 광출력이 약 30 mW인 GaAs레이저다이오드를 사용하였다. 레이저다이오드를 9.6 kbps 속도로 강도변조하여 신호광을 생성하고, 레이저다이오드로부터 약 2 m 떨어진 거리에 광검출기를 설치하였다. 실험에서 제작한 PD-배열은 그림 5와 같다.

PD-배열의 반경은 $d \approx 1.5$ cm가 되도록 제작하였으며, 광검출기의 부근에서 신호광의 직경은 약 15 cm 정도이었다. PD-배열에 사용한 포토다이오드는 모두 동일하며 전류응답도가 0.4 A/W인 Si-PIN 포토다이오드이다. PD-배열에서 신호광 수신용으로 사용한 PD0의 검출전압은 전압증폭기를 사용하여 약 50배 증폭 후 수신용 PC의 직렬단자에

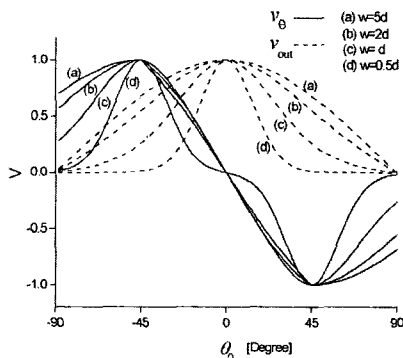


그림 4. 수광각(θ_0)에 따른 검출전압의 변화
Fig. 4. Voltage variations with incident angle(θ_0).

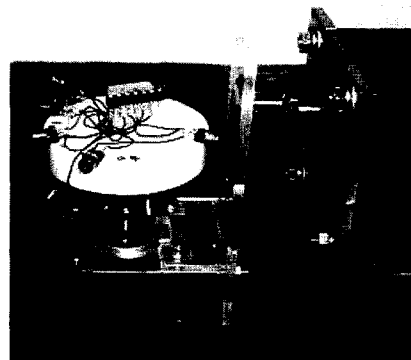


그림 5. 제작된 PD-배열
Fig. 5. The PD-array fabricated.

연결하였다.

PD-배열에서 수광각 제어용으로 사용하기 위한 전압 v_a, v_b, v_s, v_θ 는 필터회로를 통과한 후에 마이크로컨트롤러의 AD변환입력단자에 연결하였다. 이 필터회로는 중심주파수가 10 kHz인 대역통과필터와 Envelope detector, 그리고 차단주파수가 약 10 Hz인 저주파필터를 차례로 통과하도록 구성되어 있으며, 신호광의 진폭에 비례한 DC전압을 생성하기 위하여 사용한 것이다. 마이크로컨트롤러는 Atmel사의 AT90S8535를 사용하였다.

마이크로컨트롤러에서는 v_a 와 v_b 를 비교하여 $v_a > v_b$ 이면 ϕ -축 모터를 $+\phi$ 방향으로 회전하고, $v_a < v_b$ 이면 $-\phi$ 방향으로 회전하기 위한 펄스를 생성한다. 따라서 $v_a = v_b$ (또는 $v_\phi = 0$)인 상태를 유지하여 $\phi_0 = 0$ 이 되게 함으로써 신호광과 PD0의 방향이 항상 일치하도록 만들어준다. 같은 방법으로 v_s 와 v_θ 를 비교하여 θ -축 모터를 회전함으로써 $v_s = v_\theta$ (또는 $v_\theta = 0$)인 상태를 유지하여 항상 $\theta_0 = 0$ 이 되도록 한다. 마이크로컨트롤러에서 생성된 전압 펄스는 Darling 구조의 IC로 제작된 전류증폭회로를 통과한 후 모터를 구동하며, 실험에 사용한 2개의 모터는 스텝당 회전각이 1.8° 인 스텝핑모터를 사용하였다. 모터를 구동하기 위한 펄스의 발생주기는 $T = 10 \text{ ms}$ 로 정하여 사용하였다.

광검출기에서 수광각을 자동정렬하는 과정을 확인하기 위하여 초기이탈각(θ_0, ϕ_0)를 다양하게 바꾸어 가면서 동작상태를 관찰하였으며, 마이크로컨트롤러를 사용하여 출력전압 v_{out} 의 변화를 기록하였다. 출력전압 v_{out} 을 $\theta_0 = 0, \phi_0 = 0$ 인 상태의 최대전압으로 정규화하여 기록한 실험결과는 그림 6과 같다.

그림 6에서 실선은 실험값이고, 점선은 수식 (1)~(2)를 사용한 계산값이다. 곡선 (a)는 초기이탈각이 $\theta_0 = 45^\circ, \phi_0 = 45^\circ$ 일 때, θ -와 ϕ -모터가 동시에 회전하면서 PD0가 신호광에 접근해가는 상태에서 v_{out} 을 기록한 것이다. 곡선 (b)는 초기이탈각이 $\theta_0 = 90^\circ, \phi_0 = 0$ 인 경우로서, 초기에 신호광이 PD0와 수직인 상태에서부터 출발하여 θ -모터가 회전하면서 $\theta_0 = 0$ 이 될 때까지 과정에서 기록한 v_{out} 의 변화를 나타낸다. 곡선 (c)는 초기이탈각이 $\theta_0 = 0,$

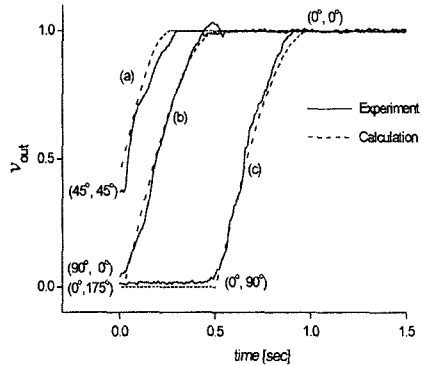


그림 6. 출력전압의 변화
Fig. 6. Output voltage variation.

$\phi_0 = 175^\circ$ 인 상태, 즉 PD0의 후방으로부터 신호광이 입사하는 경우에 광검출기가 정렬해가는 과정을 나타낸다. 이 상태에서는 초기의 이탈각으로부터 ϕ_0 가 감소하여 약 0.5초 후에 $\phi_0 = 90^\circ$ 될 때까지는 검출전압이 나타나지 않고, $\phi_0 < 90^\circ$ 가 되면서 v_{out} 이 발생하여 최대값으로 접근해간다. 실험에서 $\phi_0 = 180^\circ$ 로 초기상태를 놓으면 초기상태에서 정확히 $v_a = v_b$ 인 상태가 되지 않고, 실제로는 두 전압 중 하나가 약간 크므로 ϕ -모터는 이 값에 따라 (+) 혹은 (-) 방향으로 회전하여 $\phi_0 = 0$ 로 정렬하게 된다. 이와 같이 $-90^\circ < \theta_0 < +90^\circ, -180^\circ < \phi_0 < +180^\circ$ 의 모든 방향으로부터 입사하는 신호광에 대하여 PD0가 수광각을 정렬해 가는 동작을 확인하였다. 실험과정에서 PD-배열을 구동하는 모터를 설치하는 위치에 따라 모터가 신호광을 차단하는 영역이 다소 존재할 수 있다. 본 실험에서는 θ -축 모터의 한번의 길이가 약 5 cm 정도로 PD-배열의 반경 1.5 cm에 비하여 상대적으로 커서 ϕ -방향으로 약 20° 의 범위에서 신호광을 차단하였다. 따라서 θ -축 모터의 후방으로부터 신호광이 입사하는 경우에는 모터가 신호광을 가리게 되어 광검출기가 동작하지 않는다. 이러한 차폐각을 줄이기 위해서는 PD-배열의 반경에 비하여 크기가 작은 모터를 사용해야 한다. 또한 제 2절의 그림 3에서 설명한 바와 같이 $\phi_0 = 0$ 에서만 $v_\phi = 0$ 이 되도록 만들기 위해서는 PD-배열의 반경이 신호광의 빔스폿보다 작게 만들어야 한다. 따라서 모터의 길이를 l 이라고 할 때, PD-배열의 반경 d 와 신호광의 스폿크기 w 사이에

는 ($l < d < w$)의 관계가 유지되어야 수광각 정렬 동작이 잘 이루어진다.

수광각 정렬에 소요되는 응답시간은 모터구동용 펄스발생주기 T 를 짧게 하면 응답속도가 빨라지지만, 스텝모터의 응답시간이 보통 수 ms로 제한되어 있어 실험에서 $T=10$ ms로 정하여 사용하였다. 수광각 정렬 완료시간은 PD0의 후방으로부터 신호광이 입사하는 경우($\phi_0=180^\circ$)에 제일 길며, 이 상태에서 정렬이 완료되는 응답시간은 약 1 sec이었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 수광각을 자동으로 정렬하는 광검출기의 구조를 새로이 제안하고 실험하였다. 이 광검출기에서는 신호를 수신하기 위한 포토다이오드를 중심으로 ϕ -방향과 θ -방향으로 배치된 6개의 포토다이오드 검출전압을 이용하여 2개의 스텝모터를 구동하였다. 이탈각 ϕ_0 와 θ_0 에 따라 모터구동전압과 출력전압이 변화하는 모양을 간단한 수식을 통하여 계산하였으며, 초기 이탈각으로부터 신호광의 방향으로 광검출기가 정렬해 가는 동작과정을 실험적으로 확인하였다.

이 광검출기는 $-90^\circ < \theta_0 < +90^\circ$, $-180^\circ < \phi_0 < +180^\circ$ 범위의 임의의 방향으로부터 입사하는 신호광에 대하여 약 1초 이내에 수광각을 정렬하였다. 수시로 신호광의 입사방향이 변화하는 장소에 이와 같은 구조를 가진 광검출기를 설치하면, 광연결을 구성할 때마다 사용자가 수광각을 조정하는 번거로움을 덜어주게 되므로 사용하기에 매우 편리하다.

수광각 다이버시티를 ϕ 와 θ -방향으로 확장하여 전방향 광검출기를 구성하는 경우와 비교하면, 수광각 다이버시티에서는 신호광의 입사각도에 따라 균

일한 응답특성을 얻기 위하여 비교적 많은 수의 포토다이오드를 사용하는 부담이 있지만 여러 방향으로부터 신호광을 동시에 수신할 수 있는 장점이 있어서 확산형(diffuse)구조의 링크를 구성하는 데에 적절하다. 반면에 모터를 사용하여 수광각을 정렬하는 본 논문의 구조에서는 비교적 소수의 포토다이오드를 사용하여 광검출기의 중심을 집속된 신호빔의 중심으로 정확히 일치시키는 특성이 있어 잡음광의 영향이 상대적으로 적은 직진형(Directed)구조의 무선광 링크에 매우 효과적이다.

참 고 문 헌

- [1] Joseph M. Kahn, John R. Barry, "Wireless infrared communications", *Proc. IEEE*, 85(2), pp. 265-298, 1997.
- [2] M. Street, P. N. Stavrinou, D. C. O'Brien and D. J. Edwards, "Indoor optical wireless systems-a review", *Optical and Quantum Electronics*, 29, pp. 349-378, 1997.
- [3] 이성호, "무선광연결에서 근사적 평균잡음검출을 이용한 광잡음 감소", 한국전자과학회논문지, 11(2), pp. 228-233, 2000년 2월.
- [4] 이성호, "무선광연결에서 신호광에 자동정렬하는 차동검출기", 한국전자과학회논문지, 11(5), pp. 822-829, 2000년 8월.
- [5] 이성호, "디지털가변저항을 이용한 무선광 검출전압의 안정화", 한국전자과학회논문지, 13(6), pp. 560-565, 2002년 7월.
- [6] Joseph C. Papais, *Fiber Optic Communications*, 4th ed., Prentice Hall, pp. 47, 1998.

이 성 호



1980년 2월: 한국항공대학 전자공학과 (공학사)
 1989년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1993년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
 1995년 3월~현재: 서울산업대학교 전자정보공학과 부교수

[주 관심분야] 광통신, 초고주파회로