

광 무선 이동통신용 2차원 추적 광학 수신계 설계

Design of 2-dimensional tracking optical receiver systems for optical wireless mobile communications

박승현, 이동석*, 김경현*, 이일항
 인하대학교 정보통신학과, *물리학과
kyongh@inha.ac.kr

Abstract

Optical wireless mobile communications have the potential to provide wide bandwidth and security. We have proposed and designed the 2-dimensional tracking optical receiver systems for optical wireless mobile communications. The receiver system consist of 4x4 photodiode array can receive optical signal from the transmitter. The room size is 5x5m² and the room height is 3m.

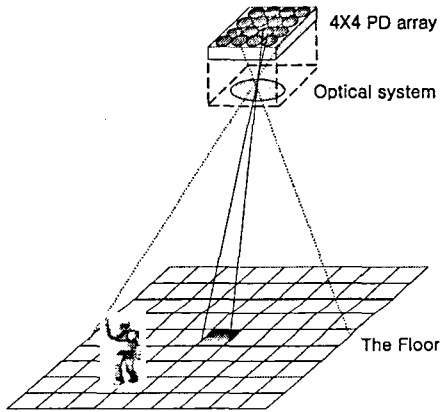
근래에 들어와 이동 통신이 장소에 구애 받지 않는 이동성이 높은 편리성으로 전화 및 데이터 전송 등에 다양하게 사용되고 있으나, 현재의 라디오파를 이용한 방식은 사방으로 퍼지는 전자파의 확산으로 인해 근본적인 물리적 보안 취약성이 있다. 아울러 최근에 점대점 고정형 광 무선 통신 기술은 건물 옥상 간의 무선 통신으로 이미 상용화되어 있으나, 이 기술은 고정형 통신 기술로서 이동용 통신에는 적합하지 않은 점이 있다. 이러한 광 무선 통신에 이동성을 주기 위한 방법으로 확산형 (diffused type) 빔을 이용한 광 무선 이동 통신 기술도 연구되어지고 있다.[1,2] 이 또한 광학 빔의 발산에 따른 보안성에는 취약한 점이 있어, 본 연구에서는 가시선 (line-of-sight)에 의한 보안형 광 무선 이동 통신 기술에 대한 연구의 일환으로 이동 물체와의 통신을 위한 2차원 추적 광학 수신계의 설계 파라미터에 대한 연구 결과를 소개하고자 한다. 특히 향후 대내 서비스 로봇의 등장에 따라 실내에서의 광 무선 이동 통신 필요성이 제기되고 있으며, 본 연구에서는 주로 일반적인 실내 환경에 적합한 2차원 광 무선 이동 추적 광학계 설계와 송수신 소자 구조 파라미터에 대해서 다루고자 한다.

물체의 이동에 따른 광학 추적 시스템을 위해 사용되는 광 검출기로는 가능한 면적이 큰 어레이 소자가 좋으나, 대체적으로 면적이 큰 광 검출기는 면적에 따른 전기용량(capacitance)이 커지고 수신 감도가 떨어져 고속 저출력 광신호 수신에 불리한 점이 있다. 일반적으로 직경이 5 mm인 Si APD 광검출기의 경우 전기용량이 약 100 pF 이므로, 이를 이용해 고속 고감도 광 수신을 위해 부트스트래핑 (bootstrap) 회로를 이용하는 방법이 시도되어지고 있다.[3] 그리고 광 검출기의 단일 어레이를 이용한 광 무선 이동 통신 추적에 대해서는 일부 시도가 되었으나,[4] 아직은 1차원적인 추적 구도에 대한 연구가 주로 연구되었다.

본 연구에서는 일반적인 실내의 밑면적이 5 m x 5 m이고 천정의 높이가 약 3 m인 실내 환경에 대해서 무선 이동 통신에 필요한 2차원적인 추적 광학계의 설계에 초점을 맞추었다. 그림 1에 보여지는 바와 같은 구도에서 단위 소자당 직경이 5 mm인 광검출기의 어레이를 사용하는 추적 시스템의 경우 이동 중인 물체의 단위 셀 면적 크기와 광 검출기에서의 신호 검출 방식에 따라 어레이 숫자가 결정이 된다. 만약 단위 셀 면적 크기를 30 cm로 하였을 때 필요한 광 검출기의 어레이 숫자는 17x17 어레이가 되나, 겹침 모드 방식으로는 절반 이하로도 가능하다. 렌즈의 초점 거리는 사용되는 배율 (= 단위 셀 면적 크기/ 단위 광 검출소자 크기)과 실내 높이에 의해 결정이 된다. <표 1>에서는 단위 셀 면적 크기가 56x56 cm²이고 광검출기의 4x4 어레이를 이용한 경우의 대표적인 광 수신기용 광학계의 한 예시 결과를 보여주고 있다. [표 1]의 경우에는 렌즈의 초점 거리가 길어서 다소 실용화하기에는 부적합한 측면이 있다. 아울러 단위 셀 면적을 작게하여 분해능 면적을 좋게 할수록 광 검출기 어레이 숫자가 많아지므로 현실적으로 많은 숫자의 광검출기 어레이는 실용화가 용이하지 않은 단점이 있으므로 작은 숫자의

어레이로 단위 셀 면적 분해능을 좋게 하는 연구가 진행이 되고 있다.

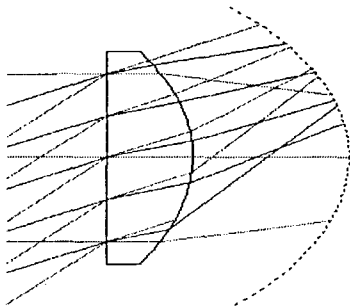
본 논문은 인하대학교 교내 연구비 지원과 과학재단의 집적형 광자기술연구센터 ERC 사업 지원에 의해 수행되었습니다.



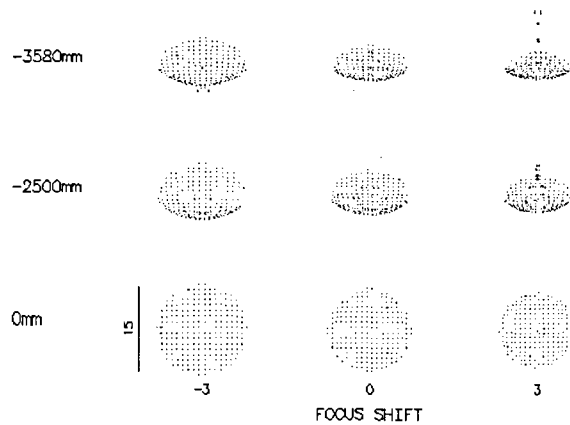
[그림 1] 광 무선 이동 통신용 2차원 광 수신기용 광학계 구조

실내 면적 (및 높이)	5x5m ² (x3m)
단위 셀 면적	56 x 56 cm ²
광 검출기 어레이 숫자	4 x 4
광 검출기 단위소자 크기(직경)	5 mm
렌즈 초점 거리	5 cm

[표 1] 수신기용 광학계의 설계 예시



[그림 2] 수신기 렌즈 설계도



[그림 3] 광 검출기단에 입사되는 beam 형태

참고 문헌

[1] J. M. Kah, H. R. Barry, M. D. Audeh, J. Carruthers, W. J. Krause, and G. w. Marsh, "Non-directed infrared links for high-capacity wireless LANs," IEEE Personal Communications, 2nd Quarter, 1994, pp. 12-25.

[2] R. J. Dickenson and Z. Ghassemlooy, "An Experimental Receiver Architecture for diffuse Indoor Infrared Environments," Proceedings of the Optical / wireless Communications Technical Symposium, 17 Sep. 2003

[3] M. J. McCullagh and D. R. Wisely, "155 Mbit/s optical wireless link using a bootstrapped silicon ADP receiver," Electronics Letters, Vol. 30, No. 5, March 1994, pp. 430-432

[4] D. Wisely and I. Neild, "A 100 Mbit/s Tracked Optical Wireless Telepoint," The 8th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 1997 (PIMRC'97) Vol. 3, 1-4 Sept. 1997, pp. 964-968