

LED-ID 시스템에서 LED의 온도 특성에 따른 선택적 변조 및 부호화를 통한 QoS 향상 기법 연구

Improving the QoS using the Modulation and Coding Selection scheme by temperature characteristic of LED in the LED-ID system

이 규 진*
(Kyu-Jin Lee)

서 효 덕**
(Hyo-Duck Seo)

한 두 희**
(Doo-Hee Han)

이 계 산***
(Kye-san Lee)

요 약

본 논문에서는, Light Emitting Diode-Identification(LED-ID) 통신 시스템에서 LED의 온도 특성에 따른 성능저하를 보상하여 QoS를 만족하는 방법에 대하여 연구하였다. LED-ID 통신 기술은 기존 조명의 기능을 수행하는 LED를 사용하여 통신의 기능까지 동시에 구현할 수 있는 효과적인 방법이다. 본 기술은 LED의 RGB(Red Green Blue)광원을 통하여 신호를 전송하는 방법으로, RGB의 혼합 비율에 따라서 조명의 색을 결정하고, 각 RGB신호의 BER성능이 결정된다. 그러나 지속적으로 LED를 사용할 경우에 발생하는 발열 특성으로 인해 각 소자의 온도가 증가하게 되고, 이러한 소자의 발열 온도 증가로 인한 시스템의 성능 저하가 발생 하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 이 논문에서는 LED의 지속적 사용에 따른 발열 온도 및 이로 인한 시스템의 성능저하를 분석하고, 발열 온도 특성에 따른 선택적 변조 및 부호화 기법을 적용하여 신호를 전송함으로써, 시스템의 성능 향상과 QoS를 만족하는 기법을 연구하였다.

핵심어 : LED, LED-ID 시스템, LED 조명, LED 온도 특성, 선택적 변조 및 부호화 기법

Abstract

This paper introduces the improvement of QoS to compensate the decreasing LED performance by temperature characteristic in the LED-ID communication system. LED does not only use as a lighting device, but also uses as a communication device. The conventional system is transmitted by RGB of LED following the mixture color ratio, which determined the color of lighting, and the BER performance of each RGB signals. However, when the LED used consistently, it has occurred the heat temperature. As a result, LED is degraded the performance by increased temperature each device. To solve this problem, we proposed the adaptive modulation and coding scheme by temperature of device to improve the performance of system and satisfied the QoS in the LED-ID system.

Key words : LED, LED-ID System, LED Light , LED temperature characteristic, Modulation and coding selection

† 본 연구는 MKE/KEIT의 IT R&D 프로그램의 지원으로 만들어진 결과입니다. (10035362, Development of Home Network Tech. based on LED-ID)

* 주저자 : 경희대학교 전자정보대학 전자전파공학과 학술연구교수

** 공저자 : 경희대학교 전자정보대학 전자전파공학과 박사과정

*** 교신저자 : 경희대학교 전자정보대학 전자전파공학과 교수

† 논문접수일 : 2013년 1월 31일

† 논문심사일 : 2013년 2월 18일

† 게재확정일 : 2013년 2월 18일

I. 서 론

최근, 국제적으로 에너지 절약과 녹색 에너지가 대두 되면서 기존의 형광등이나 백열등보다 전력효율이 높고 친환경적인 LED(Light emitting diode) 조명이 각광받고 있다. 지금까지 조명으로 가장 널리 사용되고 있는 형광등은 환경오염을 유발하는 물질로 구성되어 있고, 에너지 소비가 많은 조명이다. 반면, LED는 보다 친 환경적이며 형광등에 비해 90% 전력 절감 및 보다 긴 수명의 특징으로 인해 그린 산업의 한 분야로 각광 받으면서 관련 시장이 급속히 확산되고 있다. 이러한 LED 소자의 장점은 다음과 같다. 1) 소비전력이 낮다. 2) 수명이 길다. 현재 10만 시간 이상의 수명을 가지고 있으며 이는 반영구적인 사용이 가능하다. 3) 친환경 적이다. 기존 형광물질 및 가스등을 사용하는 조명등과 비교하여 적은 환경오염 물질을 배출하고 낮은 소비전력과 긴 수명, 인체에 무해한 가시광원을 선택적으로 사용이 가능하여 친환경적인 소자로 주목받고 있다. 4) 다양한 색상 구현이 가능하다. RGB(Red, Green, Blue), 세 가지 색상 소자의 비율을 조합하여 다양한 색상을 구현할 수 있으며, 이는 다양한 혼합 비율을 통하여 색상의 다양성을 부여할 수 있다. 5) 다양한 사용이 가능하다. 기존 조명등과 비교하여 작은 크기를 가지고 있어 유연한 설계가 가능하며, 매우 빠른 응답속도를 가지고 있다. 이러한 기술적 이점들은 LED 조명 인프라의 장점을 바탕으로 신 개념 무선통신 네트워크 서비스를 제공할 수 있는 기반을 제공하며, 이를 이용하여 LED조명을 통해 조명이 있는 곳이면 어디든 통신이 가능한 LED-ID 시스템 연구가 활발히 진행 되고 있다[1,2,10]. LED-ID 시스템은 사람의 눈에 보이는 조명이 LED 조명으로 교체 되는 인프라를 사용하여 정보를 객체에 전송하고 이를 재이용하는 새로운 정보통신 기술이다. LED-ID 기술은 가정의 조명기기, 옥외 광고 표시, 교통신호, 각종기기의 디스플레이 등에서 나오는 가시광 영역(VIS:380~780nm), 또는 근적외선(NIR:700~2500nm)영역을 포함하는 빛을 이용하여 정보를 전송 및 교환하는 기술로 기존의 유선광

섬유를 통한 광통신 기술과는 차별화된 새로운 광 무선 기술을 말 한다.

조명용 LED는 통신용LED와 마찬가지로 전기적인 디지털 신호를 인가함에 따라 데이터 변조가 가능한 소자이다. LED를 50 Hz이상으로 점멸할 경우 사람 눈에는 인지되지 않기 때문에 통신과 동시에 조명으로도 사용할 수 있다. 또한 가시광통신은 빛을 이용하기 때문에 인체에 무해하며, 주파수 허가를 받을 필요가 없고, ISM (IndustrialScientific Medical band)대역과의 간섭도 없으며, 물리적으로 높은 보안 수준을 제공한다. 또한 LED 광원의 넓은 대역폭(THz)은 무선 광 통신 시스템을 설계함에 있어서 기존 RF 통신과 비교하여 고속의 데이터 전송이 가능하도록 해준다. 실내 환경에서 조명등을 사용함과 자유롭게 무선 네트워크를 자유롭게 구성할 수 있으며, 낮은 소비전력을 사용하여 친환경적인 유비쿼터스 무선 네트워크 구축이 가능하다. 경기장, 박물관, 음식점, 학교, 영화관 등 실내에 설치된 조명 인프라를 활용하여 손쉽게 무선 네트워크를 구축할 수 있으며, 사용자들의 위치정보와 개별 실내 환경에 맞는 맞춤 서비스를 제공할 수 있다[1-3].

이 논문에서는 이러한 LED-ID 시스템에서 조명 및 통신을 위해 사용하는 LED소자의 발열 온도 특성에 따른 선택적 변조 기법에 대해서 제안하였다. LED소자는 개별 색상 소자인 R, G, B 소자들로 구성되어 있고, 다양한 혼합 비율에 의해서 다양한 색상의 광원을 발생 시킨다. 하지만, 장시간 LED 조명을 사용하는 환경에서 LED 소자의 사용 시간 증가로 인해 발열 온도가 증가하게 되고, 이러한 발열 온도의 증가로 인해 LED 소자의 광도와 효율이 감소하게 된다. 즉 LED 소자의 상대적 상대 광도 감소는 LED 소자 자체의 송신 전력의 감쇄를 의미하고, 수신 측에서 수신되는 광도의 감소를 의미한다. 이러한 특징은 전체적인 LED-ID 시스템의 QoS 저하를 가져오게 된다. 이를 해결하기 위해, LED 발열 온도에 따라 선택적 변조 및 부호화 기법을 적용하여 QoS를 보장하는 방법을 연구하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 LED-ID 시스템에 대해서 설명하고, 제 III장에서는

LED 온도에 따른 성능 특성에 대해서 설명하였다. 제 IV장에서는 LED의 발열 온도 특성에 따른 선택적 변조 및 부호화 기법에 대해서 소개하고 V장에서는 시뮬레이션의 결과를 통한 성능을 분석하고 마지막으로 VI장에서는 본 논문의 결론으로 구성되었다.

II. LED-ID 시스템

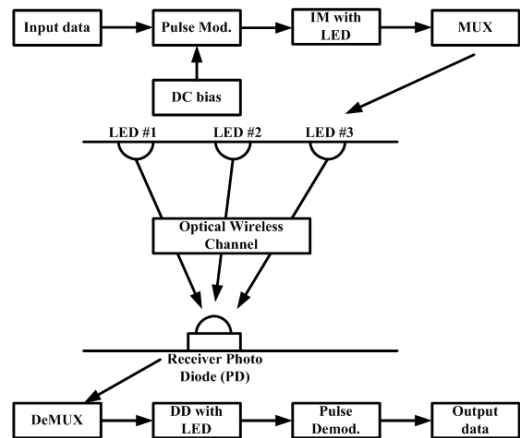
1. LED-ID

LED-ID 기술은 LED(Light Emitting Diode) 광원을 이용하여 Tag 정보를 송수신하는 새로운 LED광원 기반의 ID 기술로 정의될 수 있다. LED-ID 기술은 차세대 조명으로 각광을 받고 있는 LED를 사용하여, 조명 기능 이외에 추가적으로 ID정보의 전달 기능을 부여한 새로운 광-무선 기술로서 LED광원이 존재하는 어느 장소에서나 원하는 ID정보를 획득할 수 있는 신개념 ID 네트워크이다. 기존 조명인 프라를 그대로 사용하기 때문에 장소와 고객에 맞추어 다양한 서비스를 제공할 수 있는 유비쿼터스 네트워크구현에 적합하다 [3-10]. 이러한 LED-ID 기술은 가시광 이외에 적외선이나 자외선과 같은 다양한 LED로부터 발생되는 광원을 이용할 수 있는 개념이지만, 일반적으로는 인간 눈에 인지되는 가시광의 활용빈도가 가장 높다고 할 수 있으므로, 전송되는 가시광 데이터의 전송가능범위를 직접 인지할 수 있고, 전자파가 나오지 않아 인체에 무해한 친환경 기술이라고 할 수 있다. LED-ID 시스템의 Reader와 Tag는 Illumination Terminal과 Mobile Terminal로 구성되어 있다. Illumination terminal은 조명 인프라와 연결이 가능할 뿐만 아니라 기존의 네트워크와 연동됨으로써 이종 네트워크에 대한 연결이 용이하다.

LED-ID 시스템을 설계함에 있어서 다음과 같은 특징을 고려해야 한다. 무선 광통신은 매우 높은 주파수로 인하여 경제적인 코히런트 시스템을 설계하는 것이 어렵다. 이러한 문제점으로 인하여 광원의 세기변조(Intensity Modulation : IM) 방식과 광검출

다이오드(Photodiode : PD)를 이용한 광원의 세기 직접 검출(Direct Detection : DD) 방식으로 신호를 변복조한다. IM/DD 방식은 논-코히런트 시스템으로서 유선 광통신 분야의 광원, 광 검출기, 변조기 등의 세부 기술들이 사용되고 있어 경제적이고 안정적인 시스템 구성이 가능하다[1,2,10].

<그림 1>에서 LED-ID 시스템의 전체 구조도를 나타내었다. LED-ID 다운링크 시스템에서 Reader와 Tag는 LED조명광원을 이용하여 정보를 송수신한다. 송신기는 정보신호를 전기신호에서 광신호로 변환하여 송신하게 되며 수신기에서는 PD를 통하여 정보가 실린 광원을 수신하여 전기신호로 변환하는 직접 변복조 방식을 사용하게 된다. LED에서 전기적 신호를 빛의 신호로 바꾸는 데에 걸리는 속도가 약 30ns에서 250ns 인데, 이렇게 빠른 on-off 스위칭을 통해 데이터 변조를 통한 데이터통신이 가능하다. 송수신기 간의 채널은 Air surface가 되며 신호원은 가시광원을 이용하게 된다.



<그림 1> LED-ID 시스템 구조도

<Fig. 1> LED-ID system structure

조명등에 사용되는 백색 LED는 3가지 색상 RGB(Red, Green, Blue)소자의 광원을 혼합하여 조명 광원을 생성한다. 3가지 색상소자를 가지고 있는 3 chip LED는 개별적으로 다양한 혼합비율을 가지고 있으며, 개별 색상 소자인 R, G, B 소자들의 혼합비

율을 조절하여 다양한 색상의 광원을 발생시킬 수 있다. 이러한 혼합비율에 따라 개별 색상 소자들은 서로 다른 신호전력을 가지게 되고, 서로 다른 BER 특성을 가지게 된다. 또한 데이터를 각각의 소자로 송신하는 병렬 전송 시스템의 경우 각 채널 별로 서로 다른 성능을 가지게 된다[2].

2. LED-ID 채널

본 절에서는 LED-ID 시스템을 위한 Optical Wireless Channel 모델을 분석한다. 실내 환경에서 LED-ID 시스템은 LED 광원과 실내 공간에 위치하는 광 수신기로 구성되어 있다. 송신기와 수신기 사이의 채널은 LOS(Line of Sight) 채널과 NLOS(None Line of Sight) 채널 그리고 다른 광원들로부터 들어오는 배경잡음으로 구성된다. 다른 광원들로부터 들어오는 배경잡음은 백색 가우시안 노이즈 모델로 가정한다. 벽면에서 반사되어 들어오는 반사광원은 Lambertian 복사강도패턴으로 모델링한다[3,4,10]. LED-ID 채널은 백색 가우시안 노이즈(AWGN) 모델이라 할 수 있다. 수신기에서는 협대역 광학 필터를 사용한다. 광 채널에서의 전송 품질은 shot noise에 영향을 받는다. 시스템에서 주변 광원으로부터 들어오는 shot noise로 인한 영향은 가우시안 노이즈 프로세스로서 무시할 수 있다. 이러한 이유로 인해 수신된 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$R(t) = \gamma S(t) * G(t) + N \quad (1)$$

$R(t)$ 는 수신된 신호를 의미하고, $S(t)$ 는 전송된 광 펄스 신호를 나타낸 것이고, N 은 AWGN을 나타내고, $*$ 은 곱셈부호이며, γ 은 광학/전기 (O/E) 변환 효율값을 의미한다.

송신기의 위치는 $S = (r_s, n_s, n)$ (위치벡터 r_s , 방향벡터 n_s , 복사로브(radiation lobe)의 모드 수 n) $D = \{r_D, \hat{n}_D, A_D, FOV\}$ (위치벡터 r_D , 방향벡터 \hat{n}_D , 수신면적 A_D , Field of View(FOV)) 로 표현한다. 반사면을 가진 실내 환경에서 채널 임펄스 응답은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$G(t; S, D) = \sum_{k=0}^{\infty} G^{(k)}(t; S, D) \quad (2)$$

여기서 $G^{(k)}(t)$ 는 k 번 반사되어 들어오는 신호의 임펄스 응답을 나타낸다. LOS 신호를 고려한 채널 임펄스 응답의 고차항(High-order terms)은 다음과 같이 표현된다.

$$G(t; S, D) = \int G^{(0)}(t; S; \left\{ r, \hat{n}, \frac{\pi}{2}, dr^2 \right\} * G^{(k-1)}(t; \{r, \hat{n}, 1\}, D) \quad (3)$$

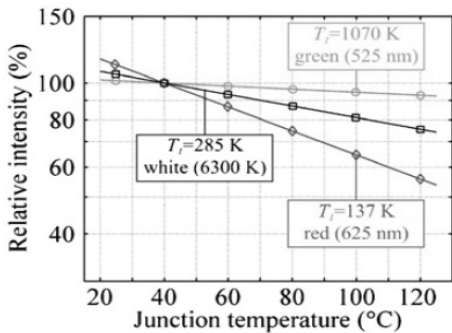
여기서 r 은 모든 반사면 S 상에 있는 위치벡터를 나타낸다. \hat{n} 은 반사면 S 에 있는 위치 r 에서의 단위법선 벡터를 나타내며, dr^2 은 반사면의 위치 r 에서의 미분면소이다[3-10].

III. LED 온도에 따른 성능 특성

다양한 분야에서 응용되는 LED의 수명은 사용전류와 발광파장 그리고 방열성 등의 요인에 의해 크게 좌우 된다. 수명을 좌우하는 열화현상에는 LED를 구동시킴으로써 발생하는 내부의 직접적인 요인과 간접적으로는 재료물성과 기계적 요소에 의해 열화를 일으키는 요인이 있고 다른 요인으로는 패키지와 모듈의 외부에 의한 환경요소가 작용한다. LED조명은 입력전력 대비 광 출력 약 15~20%이며 나머지 에너지는 열로 변환되어 열에 의한 특성이 매우 빠르게 변화한다. 칩 자체의 발열에 의해서 광 출력이 떨어지게 되고 모듈 및 패키지 된 형태에서는 열화정도가 다양한 형태로 일어난다. LED를 통해서 가시광을 발생시키는 LED-ID 시스템에서 오랜 시간 LED를 이용하여 조명 및 통신을 사용할 경우, 소자의 온도가 올라가서 효율이 저하되는 문제가 발생한다. LED 소자는 발열 온도(Junction temperature)에 따라 LED 소자의 광도(Intensity)가 달라지는데, LED 소자의 사용 시간의 증가로 인해 발열 온도가 증가하고, 이러한 발열 온도의 증가로 인해 LED 소자의 광도는 감소하게 된다. 예를 들

어, 적색(red) LED의 경우 발열 온도가 60°에서 100°로 증가하는 경우, 그 상대 광도(Relative intensity)는 대략 87%에서 65%로 감소하게 된다. 여기서, 상대 광도는 적색 LED의 경우 T_J온도가 137K일 때의 광도를 기준으로 발열 온도의 광도의 상대 값을 의미한다. 녹색(green) 및 청색(blue) 소자 역시 발열 온도의 증가로 인해 그 상대 광도가 감소하게 된다. 즉, LED 소자의 상대 광도 감소는 LED 소자 자체의 송신 전력의 감쇄를 의미하고, 수신측에서 수신되는 광도의 감소를 또한 의미 한다.

<그림 2> 에서 나타난 바와 같이, 가시광 통신 시스템에서 사용되는 LED 소자들의 사용 시간의 증가로 인해 해당 소자들의 발열 온도가 증가함을 확인 할 수 있다[11]. 이러한 발열 온도의 증가로 인해 해당 소자들의 송신 전력이 감쇄되어 수신측에 서의 수신 전력, 즉 수신 광도의 감쇄를 야기하여 전체적인 가시광 통신 시스템의 QoS 저하를 가져오게 된다.



<그림 2> LED온도에 따른 성능변화[11]
<Fig. 2> The performance changes by LED temperature

<그림 2>에 도시된 LED 소자의 발열 온도와 상대 광도의 그래프를 이용하면 LED 소자의 발열 온도에 따른 광도를 알 수가 있고, 이러한 값을 <표 1>에 도시된 바와 같이 광도 테이블로 나타내었다. 광도 테이블은 ‘LED 종류’와 ‘발열 온도’가 쌍을 이루어 상대 광도가 매핑 된다. 가로 필드는 발열 온도를 나타내고, 세로 필드는 LED 종류를 나타낸다.

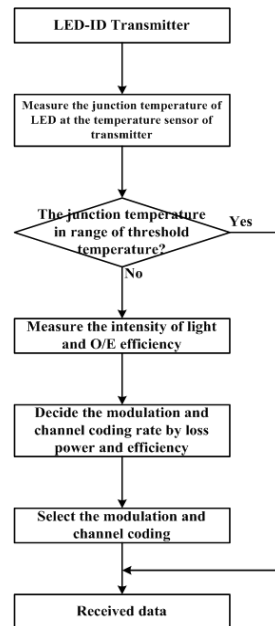
<표 1>을 참조하면, 동일한 LED에 대해 발열 온도에 따라 상대 광도가 변하는 것을 확인 할 수 있다.

<표 1> LED의 온도-광도 테이블
<Table 1> The LED junction temperature - luminous intensity table

Junction temperature	60°	80°	100°	120°
Red LED	87%	75%	65%	57%
Green LED	99%	97%	95%	93%
White LED	94%	88%	81%	76%

이처럼 LED의 발열 온도 변화와 그에 따른 광도 변화로 인해서 LED의 송수신 전력 감소가 발생됨을 알 수 있고, 이로 인한 전체 시스템의 성능 저하를 확인 할 수 있다[11].

IV. 온도에 따른 제안된 LED-ID 선택적 변조 및 부호화 기법



<그림 3> 선택적 변조 및 부호화 기법에 대한 순서도
<Fig. 3> Modulation and coding selection scheme flow chart

<그림 3>은 제안하는 시스템의 선택적 변조 및 부호화 기법에 대한 순서도가 된다. 순서도의 구성은 다음과 같다.

1. LED 송신 장치에서 광신호를 송신 할 때 발생하는 발열 온도를 송신부에 설치되어 있는 온도센서에 의해서 LED 소자의 발열을 측정하게 된다.
2. 온도센서에 의해 측정된 발열온도를 <표 1>에 매핑하여 임계치 범위 이내인지 판단을 하게 된다.
3. LED의 발열온도가 임계치 이내면 성능 손실 없이 사용자에게 QoS를 만족시키면서 데이터 수신이 가능하지만 임계치를 초과하게 되는 경우 성능 손실이 발생하게 되어 사용자에게 QoS를 만족시키지 못하게 되는 경우가 발생하게 된다. <그림 2>와 <표 1>에 매핑하여 정확한 손실율을 파악한 후 그에 따른 변조 기법과 채널 부호화율을 결정 할 수 있도록 하여 성능 향상 및 사용자에게 QoS를 만족시킬 수 있도록 한다.
4. 임계치를 초과하게 된 송신 LED는 광신호를 수신단에서 수신 광도 및 광전 효율을 측정한다.
5. 손실 되는 파워 및 성능에 따라 변조 기법 및 채널 부호화율을 결정하여 수신단에서 송신단으로 피드백을 해준다.
6. 피드백 받은 송신단에서 LED의 발열온도에 맞게 변조 기법 및 채널 부호화율을 변경하여 수신단으로 데이터 전송을 하게 된다.

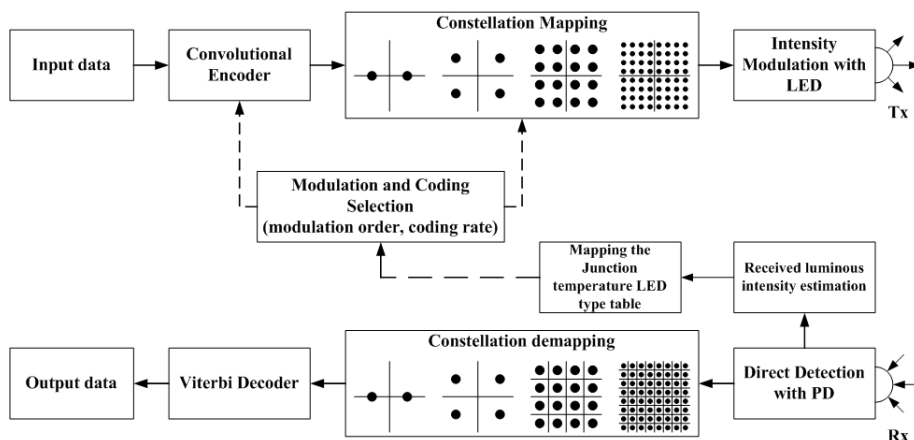
위와 같은 과정을 적용하여 LED를 지속적으로 사용하는 실내에서는 발열에 의한 성능 손실을 제안하는 선택적 변조 및 부호화를 통해서 보상하며, 사용자에게 만족하는 QoS를 제공할 수 있다. 이러한 결과 값은 다음 V장에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인 할 수 있다.

또한 제안하는 시스템 구조는 다음 <그림 4>와 같이 구성된다.

기존의 LED-ID시스템 구조와 비슷하나 첫 번째 변조 부분에서 제안 시스템은 선택적 변조 및 부호화를 하게 되어 시간 및 상황에 따른 LED의 상태를 수신단에서 피드백을 받아 변조 및 부호화율을 선택하게 된다. 그에 따라서 발열로 인한 에너지 손실을 최소화하게 되며, 사용자에게 만족하는 QoS를 제공할 수 있어 기존의 LED-ID시스템에서 장시간을 사용하게 되어 발생하는 문제점을 해결 할 수 있다.

V. 시뮬레이션 파라미터 및 결과

<표 2>는 측정 매개 변수를 나타낸 것이다. 광원에 관한 변조 기법은 IM-DD 기법을 사용하고 정형파에 관한 변조 기법은 제안된 시스템에서 선택적 변조 및 부호화를 하기 위해서 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM 과 컨벌루션 부호화를 사용하였으



<그림 4> 선택적 변조 및 부호화 기법을 적용한 LED-ID 시스템 구조

<Fig. 4> Structure of transmitter and receiver of LED-ID with Modulation and Coding Selection scheme

며, 부호화율은 변조 기법과 마찬가지로 1/3, 1/2, 2/3, 3/4로 다양하게 변경하여 선택이 가능할 수 있도록 하였다. 또한 잡음 모델은 실내에서 LED-ID 통신 시스템을 사용하기 때문에 AWGN 모델을 사용하였으며 통신 거리는 1m가 된다.

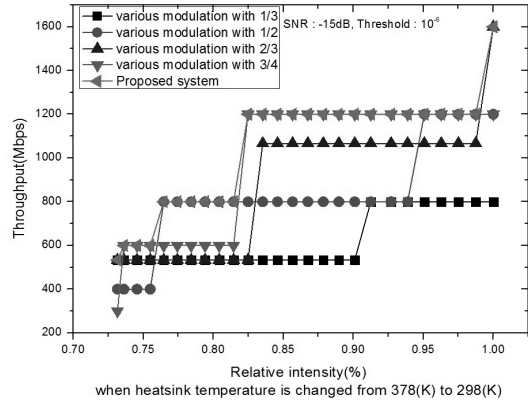
<표 2> 측정 매개 변수
<Table 2> Simulation parameter

Modulation Scheme	IM-DD	
Pulse Modulation	BPSK	QPSK
	16QAM	64QAM
Multiplexing Method	WDM	
Symbol rate	400 Mbps	
Noise Model	AWGN	
FEC	Convolutional	
	R=1/3, 1/2, 2/3, 3/4	
Transmission distance	1.0 m	
Background light noise	0 dBm	
O/E convert efficiency	0.52	

<그림 5>와 <그림 6>은 발열 온도가 378(K)에서 298(K) 변화할 때 LED-ID 시스템의 스루풋 결과를 나타낸 측정된 것이다. 발열온도에 따른 상대적인 광도는 [12]의 논문의 데이터를 사용하였다. 측정 결과에 따르면, LED-ID 시스템 스루풋은 LED의 발열 상태와 변조 기법과 부호화율에 따라서 달라진다는 것을 알 수 있다. 기존의 시스템 같은 경우 LED의 발열 상태에 따라 변조 기법과 부호화율이 고정되어 있어 발열 상태에 따른 임계치를 넘어설 때 마다 성능이 저하되고 있는 것을 보여주고 있다. 그래서 기존 시스템은 LED의 발열 상태에 따라서 사용자가 만족할 수 있는 QoS를 제공할 수 없는 문제점이 발생한다.

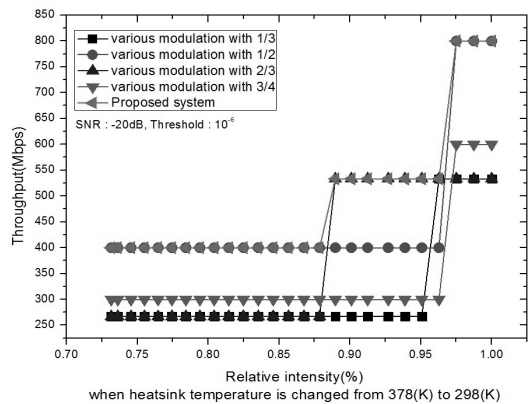
하지만 제안 시스템은 LED의 발열 상태에 따라 변조 및 부호화율을 가변적으로 선택하여 LED 발열에 따른 성능 저하 및 전력 손실을 선택적인 변조와 부호화율을 통해서 보상해줄 수 있으며, 그에 따라서 기존 시스템과 비교했을 때 제안하는 LED-ID 시스템 스루풋도 향상되고 사용자가 만족할 수 있는 QoS를 제공할 수 있다.

결론적으로, 제안하는 LED-ID 시스템은 가변적인 변조 및 부호화율의 선택에 의해 LED의 발열로 발생하는 성능 저하를 보상하고 보다 나은 QoS를 제공할 수 있다.



<그림 5> 발열 온도가 378(K)에서 298(K) 변할 때 LED-ID 시스템 스루풋 결과 그래프 (SNR : -15 dB)

<Fig. 5> Throughput performance of the LED-ID system when heatsink temperature is changed from 378(K) to 298(K) (SNR : -15 dB)



<그림 6> 발열 온도가 378(K)에서 298(K) 변할 때 LED-ID 시스템 스루풋 결과 그래프 (SNR : -20 dB)

<Fig. 6> Throughput performance of the LED-ID system when heatsink temperature is changed from 378(K) to 298(K) (SNR : -20 dB)

VI. 결 과

본 논문에서는 LED-ID 시스템에서 LED의 발열 온도 특성에 따른 QoS 향상 방법에 대해서 연구하였다. LED 소자의 사용 시간에 따른 발열로 인한 성능 저하 및 송수신 신호의 전력 감쇄로 인하여 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 선택적 변조 및 부호화 기법을 제안하였다.

측정 결과에서 알 수 있듯이, 기존의 고정적 변조 및 부호화를 통한 전송 시스템보다 LED의 발열 온도 특성에 따라서 각각 다른 변조 및 부호화 기법을 선택적으로 적용함으로써 성능이 향상 되는 것을 볼 수 있다. 따라서, 제안 기법을 통해 LED 소자들의 발열 온도의 증가로 인한 시스템 성능 저하가 보상되어 향상된 QoS를 제공할 수 있다.

참고문헌

- [1] T.G. Kang, T.W. Kim, M.A. Chung, S.W. Sohn, "The Convergence Technology of LED Illumination and Visible Light Communications", *Electronic communication trend analysis* vol. 23, pp.32-39, 2010. (강태규, 김태완, 정명애, 손승원, "LED 조명과 가시광 무선통신의 융합 기술 동향 분석", 전자 통신 동향 분석 제23권 제5호 통권 113호, pp.32-39,2010)
- [2] Y.Tanaka, T.Komine, S.Haruyama, M. Nakagawa, "Indoor visible light data transmission system utilizing white LED lights", *IEICE TRANS. COMMUN*, vol. E86B, no.8, pp.2440-2454, 2003.
- [3] Jae Hyuck Choi, Jin Young Kim, "Performance of LED-ID System for Home Networking Application", *The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, vol. 10, pp.169-176, 2010 (최재혁, 김진영, "홈 네트워크를 위한 LED-ID 시스템 성능 분석", 한국인터넷방송통신학회 논문지 제10권, 제4호 pp.169-176, 2010)
- [4] Jae Hyuck Choi, Yoon-Hyun Kim, Jin Young Kim, "Performance Analysis of LED-ID Communication Systems In an Indoor Environment", *Korea ITS*, vol. 9, pp.43-51, 2010. (최재혁, 김윤현, 김진영, "실내 환경에서의 LED-ID 통신 시스템의 성능 분석", 한국 ITS학회논문지 제9권, 제4호 pp.43-51, 2010.)
- [5] N. Cvijetic, Stephen G. Wilson, R. Zarubica, "Performance Evaluation of a Novel Converged Architecture for Digital-Video Transmission Over Optical Wireless Channels", *Journal Of Lightwave Technology*, vol. 25, no. 11, pp.3366-3373, Nov. 2007
- [6] J.S. Cha, J.Y. Kim, Y.M. Jang, J.T. Kim, K.G. Lee, K.H. Moon, "A Study of applying Method of Unipolar-ZCD Spreading Code for LED-ID in Interference Environment", *The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, vol. 10, pp.275-280, 2010. (차재상, 김진영, 장영민, 김종태, 이경근, 문경환, "LED-ID용 간섭채널환경하에서의 단극형 ZCD 확산코드 적용 기법에 관한 연구", 한국인터넷 방송통신학회 논문지 제10권 제6호, pp.275-280, 2010.)
- [7] In Hwan Park, Yoon Hyun Kim, Jaesang Cha, Kyesan Lee, Yeong Min Jang and Jin Young Kim, "Scalable optical relay for LED-ID systems", *2010 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, pp.415-420, 2010.
- [8] Yoon Hyun Kim, In Hwan Park, Jin Young Kim, "Transceiver Characteristics and Additional Data Transmission Scheme for LED-ID Systems", *2011 International Conference on Information Science and Applications (ICISA)*, pp.1-8, 2011.
- [9] Uddin, M.S., Aktar, N., Jae Sang Cha and Yeong Min Jang, "Path mapping and control of mobile cleaning robot using LED-ID network", *2011 Third International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*, pp.123-126, 2011.
- [10] K.J. Lee, D.H. Cha, S.H. Hwang, K.S. Lee, "Study on Scalable Video Coding Signals

Transmission Scheme using LED-ID System" *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 36, pp.10, 2011. (이규진, 차동호, 황선하, 이계산, "LED-ID 시스템을 이용한 SVC 신호의 전송 기법에 관한연구" 한국통신학회논문지 '11-10 Vol.36 No.10)

[11] Miran B`urmen, Franjo Pernuš and Boštjan Likar, "TOPICAL REVIEW LED light sources: "a

survey of quality-affecting factors and method for their assessment", *Meas. Sci. Technol.* pp.19. 2008.

[12] H.K. Lee, D.H. Lee, Y.M Song, Y.T. Lee, J.S. Yu, "Thermal measurements and analysis of AlGaInP/GaInP MQW red LEDs with different chip sizes and substrate thicknesses" *Solid-State Electronics* vol. 56 pp. 79 - 84, 2011

저자소개



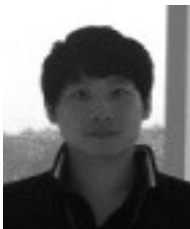
이 규 진 (Lee, Kyu-Jin)

2005년 : 경희대학교 전자공학과 공학사 (전자공학전공)
 2007년 : 경희대학교 전파통신공학과 공학석사 (전파통신공학전공)
 2011년 : 경희대학교 전자·전파공학과 공학박사 (전자·전파공학전공)
 2011년 ~ : 경희대학교 전자·전파공학과 학술연구교수
 e-mail : kyujin@khu.ac.kr



서 효 덕 (Seo, Hyo-Duck)

2011년 : 경희대학교 전자공학과 공학사 (전자공학전공)
 2011년 ~ 2013년 : 경희대학교 전자·전파공학과 공학석사 (전자·전파공학전공)
 2013년 ~ : 경희대학교 전자·전파공학과 박사과정 (전자·전파공학전공)
 e-mail : masa0486@khu.ac.kr



한 두 회 (Han, Doo-Hee)

2011년 : 경기대학교 전자공학과 공학사 (전자공학전공)
 2011년 ~ 2013년 : 경희대학교 전자·전파공학과 공학석사 (전자·전파공학전공)
 2013년 ~ : 경희대학교 전자·전파공학과 박사과정 (전자·전파공학전공)
 e-mail : hdh9038@khu.ac.kr



이 계 산 (Lee, Kye-San)

2002년 : 게이오대학교 전자공학과 공학박사 (정보통신(무선통신)전공)
 2002년 ~ 2003년 : 일본 KDDI 연구원
 2003년 ~ 2003년 : 일본 게이오대학 교수
 2003년 ~ : 경희대학교 전파공학과 교수
 e-mail : kyesan@khu.ac.kr