Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

http://www.kkits.or.kr

A Study on Transmission of Scalable Video Coding Signals using Hybrid-Multiplexing Scheme based on OVSF Codes in VLC

Kyun-Tak Kim[1], Kyu-Jin Lee[*2]

[1]*Department of Electronics and Radio Engineering, Kyunghee University*
[2]*Department of Electronic Engineering, Semyung University*

ABSTRACT

In this paper, we propose a hybrid-multiplexing scheme in order to effectively transmit scalable video coding (SVC) signals in the visible light communication systems. SVC signals are composed of one base layer (level 0) and several enhance layers (level 1~L). In the transmission systems of SVC signals, base layer's signals must achieve the best bit error rate (BER) performance. Also, in enhance layers, the improved BER performance is required, when the level of those is reduced. Hence, those SVC layers have different weights in accordance with each layer's level. Based on those characteristics, SVC signals can be multiplexed by allocating the orthogonal spreading codes with different lengths, and those orthogonal codes are called as orthogonal variable spreading factor (OVSF) codes. However, in the conventional code division multiplexing (CDM) systems, inter-code interference (ICI) is increased, when the number of multiplexing blocks is increased. So, the BER performance of SVC transmission systems is degraded. To overcome those problems, our proposed system combines CDM with time division multiplexing (TDM) based on OVSF codes. When the proposed multiplexing scheme was adopt to the SVC transmission system, the number of multiplexing blocks can be decreased and the BER performance can be improved by reducing the ICI effects. Through the simulation results, we demonstrate the effectiveness of our proposed system.

ⓒ 2016 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Visible light communication, Scalable video coding, orthogonal variable spreading factor codes, code division multiplexing, time division multiplexing

ARTICLE INFO: Received 21 September 2016, Revised 7 October 2016, Accepted 7 October 2016.

[*]Corresponding author is with the Department of Electronic Engineering, Semyung University, 65 Semyung-ro Jecheon-si Chungbuk, 27136, KOREA. *E-mail address*: kyujin@semyung.ac.kr

www.kci.go.kr

1. 서 론

최근, 데이터 트래픽 증가로 인한 주파수 자원 고갈 문제가 학계 및 산업계 등에서 큰 이슈로 부상하고 있다 [1-4]. 이에 대한 해결책으로 새로운 통신 자원 발굴에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 특히 LED조명을 이용한 가시광통신 (VLC: Visible Light Communication) 융합 기술이 차세대 근거리 무선 통신 기술로서 주목을 받고 있다. 가시광통신은 홈, 오피스, 전시장등 실내 환경에서 조명 기능과 무선통신 기능을 동시에 제공 할 수 있는 융합 기술이며, 기존 주파수 대역을 사용하지 않기 때문에, 주파수 자원 고갈 해소에 상당부분 기여를 할 수 있다 [5-7].

한편, 무선통신 환경에서 고해상도의 멀티미디어 정보의 효율적인 전송기술에 대한 요구가 증가함에 따라 SVC (Scalable Video Coding) 기법을 이용한 전송 기술이 주목 받고 있다. SVC 기술은 H.264 / MPEG4-AVC 표준 비디오 코덱의 한 종류로써, 멀티미디어 데이터를 계층화 하여 가중치에 따라 무선 채널 환경에 적응적으로 데이터를 전송 할 수 있다 [8-9]. 이러한 SVC기술을 백색 LED기반의 가시광통신 시스템에 적용하는 연구 결과들이 [10-11]에서 발표 되었다. 기존 문헌들에서 제안된 기법은 백색 LED가 지니는 Red, Green, Blue chip의 혼합 특성에 따라 SVC신호의 계층정보를 할당하는 방식이다. 그러나 백색 LED는 Red, Green, Blue 3개의 chip소자들로 구성되어 있기 때문에, 각 파장별로 할당 가능한 계층의 수가 3개 계층으로 제한되어 있으며, 이는 고해상도의 멀티미디어 데이터일수록 각 계층의 정보량이 증가하는 문제점이 존재하며, 이에 대한 연구 결과는 미비한 상태이다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 기존의 백색 LED를 이용한 WDM (Wavelength Division Multiplexing) 다중화 기법을 기반으로 SVC 신호 전송 시스템에 CDM (Code Division Multiplexing) 과 TDM (Time Division Multiplexing) 다중화 기법을 결합하여 기존 시스템에서 3개 계층으로만 부호화 하던 SVC신호를 더 많은 많은 계층으로 부호화 하여 동시에 신호를 전송하는 방법에 대해 제안하였다. 가시광 통신 시스템에서는 DSSC (Direct Sequence Spreading Coding) 기법을 기반으로 같은 채널에서 서로 다른 광 직교 코드를 할당함으로써, 다중화가 가능하다 [12]. 그러나 CDM기반의 다중화 시스템에서는 인접 코드간 간섭 (ICI: Inter-code Interference)으로 인한 성능 열화가 발생한다. 이러한 성능 열화를 완화하기 위해 제안시스템에서는 확산 직교코드로 OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor)를 적용하여 각 계층의 신호는 서로 다른 전송률을 달성할 수 있다. 이러한 계층 간 전송률 차이를 이용하여, 시간 다중화 (TDM: Time Division Multiplexing) 기법을 결합 시킬 수 있으며, 결과적으로 인접 코드 간 간섭이 감소함으로써 시스템 성능 열화를 완화 시킬 수 있으며, 모의실험을 통해 제안 시스템의 특성 및 성능 향상을 확인한다.

2. 시스템 구성 요소

2.1 백색 LED소자의 R, G, B 혼합 특성

백색 LED는 red, green, blue 3개의 LED chip으로 구성되어 있으며, 3개의 chip의 색상을 적절하게 혼합함으로써 백색 색상을 발광한다. <표 1>은 [13]에서 연구된 결과를 기반으로 백색 색상을 달성하기 위해 4가지 Type의 3개의 chip의 혼합 비율 및 효율을 나타내었다.

www.kci.go.kr

표 1. Red, Green, Blue의 혼합 비율 및 O/E (Optical to Electrical) 효율 [13]
Table 1. Mixing ratio of 3-chips and their efficiency

		Red	Green	Blue	O/E Efficiency (1m/W)
Type 1	wavelength (nm)	600	555	480	291
	mixing ratio	1	0.89	2.51	
Type 2	wavelength (nm)	610	555	475	317
	mixing ratio	1	1.43	2.29	
Type 3	wavelength (nm)	610	555	450	391
	mixing ratio	1	2.62	1.96	
Type 4	wavelength (nm)	610	565	450	413
	mixing ratio	1	11.17	7.19	

<표 1>에서, Type 4의 혼합 비율이 O/E 효율이 가장 좋기 때문에 조명으로 적절하지만, 가시광통신 시스템에서는 각 chip의 전력 차이가 크기 때문에 채널에 의한 시스템 성능이 크게 차이를 보인다 [11]. 따라서 평균 BER (Bit Error Rate) 성능이 가장 열화 된다.

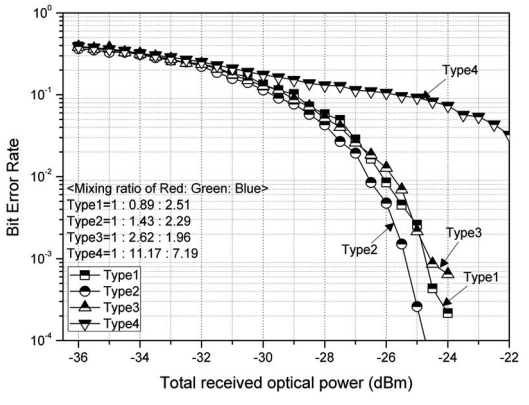

그림 1. 각 LED의 혼합 비율에 따른 평균 BER 성능
Figure 1. The average BER performance in accordance with the mixing ratio of each LED

<그림 1>은 <표 1>의 혼합 비율 type에 따른 평균 BER성능을 나타내었다. <그림 1>의 모의실험 결과를 통해 Type 2가 가장 좋은 BER성능을 달성할 수 있는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 Type 2의 혼합 비율을 기반으로 SVC신호 전송 방법에 대해 설명한다.

2.2 Scalable Video Coding

SVC는 H.264/MPEG4-AVC 표준 비디오 코덱 기술이며, 신호들을 Base 계층과 Enhance 계층 두 개의 그룹으로 구분 한다 [14]. Base 계층의 신호는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 반드시 전송되어야 되는 최소한의 정보를 가진 신호이다. 따라서 가장 좋은 BER성능을 달성할 수 있는 채널을 통해 신호가 전송되어야 한다. Enhance 계층의 정보들은 Base 계층의 데이터들과 결합되어 멀티미디어 데이터의 품질, 즉 해상도를 향상시킨다. Enhance 계층은 다시 세부적으로 L개의 레벨의 부계층으로 구분할 수 있으며, 이러한 SVC신호의 계층 구조를 <그림 2>에 나타내었다.

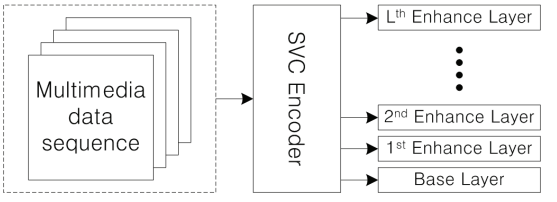

그림 2. SVC 신호의 계층 구조
Figure 2. The layer structure of SVC encoding signal

<그림 2>에서 SVC기법에 의해 부호화된 신호들을 복호화 할 때, 하위 레벨의 데이터를 기반으로 복호화를 실시한다. 따라서 하위 레벨의 데이터 검출에 실패 할 경우 나머지 상위 레벨의 데이터들은 사용할 수 없는 특징을 가지고 있다. 또한, 가장 하위 레벨인 Base 계층의 데이터가 손실되었을

www.kci.go.kr

경우에는 모든 계층 신호의 복호화가 불가능하다. 이와 같은 SVC 기법의 특성을 기반으로 제안 시스템에서는 각 계층의 가중치에 따라 적절할 길이의 서로 다른 확산 코드를 할당 할 수 있다.

2.3 Orthogonal Variable Spreading Factor code

OVSF 코드는 서로 다른 코드 길이를 가지면서 직교성을 유지할 수 있는 코드로 확산코드 길이에 따라 서로 다른 전송률과 BER성능을 달성 할 수 있다. OVSF 코드의 생성 체계는 <그림 3>과 같은 트리 형태로 구성되며, $C_{SF,i}$로 나타낼 수 있다 [15]. <그림 3>에서 SF는 확산 코드의 길이를 의미하며 2의 제곱 형태로 증가된다. i는 트리형태의 OVSF코드 생성체계에서 가지 수를 의미하며, $1 \le i \le SF$의 조건을 만족해야 한다. 예를 들어, 기본 코드 $C_{1,1}$을 기반으로 하위 코드의 첫 번째 가지는 $C_{2,1} = [C_{1,1}, C_{1,1}]$로, 두 번째 가지는 $C_{2,2} = [C_{1,1}, -C_{1,1}]$로 생성된다.

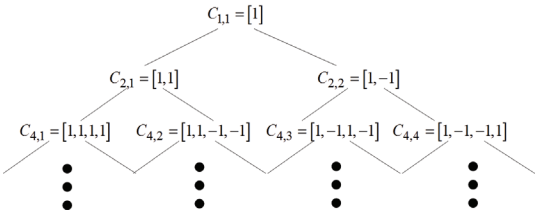

그림 3. OVSF 코드의 트리 구조
Figure 3. The tree structure of OVSF codes

생성된 OVSF 코드들은 코드 간 모(母)-자(子) 부호 관계를 가진다. 예를 들어 <그림 3>에서, $C_{4,1}$의 모(母)부호들은 $C_{1,1}$, $C_{2,1}$이며, 자(子)부호들은 $C_{8,1}$, $C_{8,2}$가 된다. OVSF 코드를 할당할 때, 모(母)-자(子) 관계에 있는 코드끼리는 직교성이 보장되지 않기 때문에, 함께 사용이 불가능하다. 따라서 다른 가지의 코드를 선택해야 한다. 즉, OVSF 코드를 할당할 때 길이가 서로 다른 코드 집합 사이에서도 모(母)-자(子) 부호 관계만 고려하여 할당하면 직교성을 보장할 수 있기 때문에, 이와 같은 OVSF 코드의 특징을 기반으로 SVC 계층 신호의 가중치에 따라 서로 다른 직교 확산 코드를 할당할 수 있다.

3. 제안 시스템

앞서 언급한 바와 같이, 본 논문의 제안 시스템은 백색 LED를 이용한 WDM 기법을 기반으로 CDM과 TDM이 결합된 다중화 기법을 이용하여 기존 시스템 대비 더 많은 수의 SVC신호 계층을 동시에 전송하는 방법에 관한 것이다.

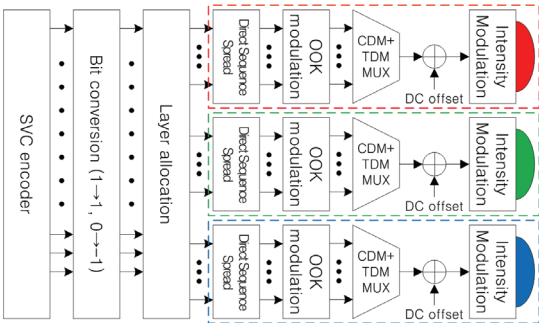

그림 4. 제안 시스템 송신 블록도
Figure 4. The block diagra of proposed transmitter system

<그림 4>는 제안 시스템의 송신기 블록도를 보여준다. <그림 4>의 블록도에서, 입력 멀티미디어 시퀀스들은 SVC 부호화 과정을 통해 1개의 Base계층 과 L개의 계층 신호들로 구분된다. 전체 부호화된 L+1개 SVC 계층의 이진 데이터들은 직교확산코드를 곱하기 위해 (0, 1)로 구성된 단극성 (Unipolar) 데이터를 (-1, 1)의 양극성 (bipolar) 데이터로 변환한다. 변환된 양극성 (Bipolar) 데이터들은 계층의 중요도 순서에 따라 3개 그룹으로 분류된

www.kci.go.kr

후, 백색 LED를 구성하는 Red, Green, Blue의 부 채널 성능에 따라 적응적으로 할당 된다. 이때, 각 그룹의 계층 수는 $3/(L+1)$이다. 각 Red, Green, Blue 부 채널로 할당된 SVC 계층 신호들은 각 계층의 가중치에 따라 서로 다른 직교 확산 코드가 곱해진다. 기존 일반적인 코드 분할 다중화 시스템에서는 일반적으로 각 계층 모두 확산 코드의 길이를 동일하게 하거나, OVSF를 이용하여, 각 계층의 데이터 정보량을 서로 다르게 전송하였다. 그러나 위 두 가지 경우, CDM 다중화 블록의 수는 3이 되며, 이는 인접 코드 간 간섭이 증가하기 때문에, 시스템 성능이 열화 된다.

이와 같은 시스템 성능 열화를 완화하기 위해 본 논문에서는 코드 분할 다중화 (CDM) 기법과 시간 분할 다중화 (TDM) 기법이 결합된 Hybrid형태의 다중화 기법을 제안한다. 제안하는 다중화 기법을 적용하기 위해서는 한 가지 제약 조건이 필요하며, 이는 SVC 부호기에서 각 SVC 계층 신호의 정보량을 동일하게 부호화 되어야 한다. 부호화된 SVC 데이터에 OVSF 코드를 곱하여 각 계층의 확산된 Chip-레벨 데이터들은 서로 다른 전송률을 달성할 수 있다.

<그림 5>는 Blue 파장 대역에 Base, Enhance 1, 2 계층의 SVC신호가 할당되었음을 가정 하였을 때, 1개 비트에서 확산된 데이터의 펄스 파형과 제안 다중화 기법의 간단한 예를 보여준다. <그림 5>의 예시에서 Base, Enhance 1, Enhance 2의 확산 코드 길이는 각각 SF=16, 8, 8로 설정 하였을 경우, Base 계층의 데이터 패킷의 길이는 Enhance 1, Enhance 2 계층의 2배가 될 것이다. 여기서 제안하는 다중화 기법은 Enhance 1과 Enhance 2 계층의 신호를 시간 축으로 다중화 하여 전송하면 직교 코드로 다중화 되는 블록의 수는 2개가 된다. 즉 인접 코드 간 간섭 (ICI)이 감소하게 된다.

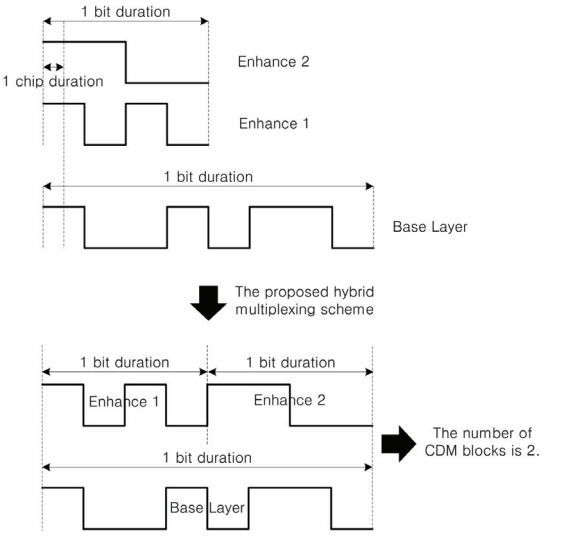

그림 5. Chip 레벨 데이터 펄스 파형 및 제안 다중화 기법
Figure 5. Chip-level data pulse wave-forms and propsed multiplexing scheme

확산된 chip-레벨 데이터들은 OOK (On-Off keying) 변조과정을 거친 후 광 신호 특성상 음의 값을 전송할 수 없기 때문에 DC bias를 인가하여 음의 데이터 값을 제거한다. 음의 데이터 값이 제거된 전기적 펄스 신호는 세기 변조 과정을 통해 광신호로 변환된 후 방사된다.

포토다이오드 (PD: Photo diode)와 각 파장 대역의 대역 필터를 통해 입사된 광 신호는 펄스 복조 및 역 확산 과정을 통해 각 계층의 데이터를 검출한 후 SVC 복호화기를 통해 멀티미디어 정보를 복원한다. 다음 장에서는 제안 시스템에 대한 성능 분석 결과를 제시 한다.

4. 모의실험 변수 및 성능 분석

4.1 모의실험 변수 설명

<표 2>는 모의실험에서 사용된 변수들을 요약하였다. 모의실험에서 펄스 변조 와 광 변조 기법으

www.kci.go.kr

로 OOK와 IM-DD (Intensity Modulation-Direct Detection) 방식을 적용하였다.

표 2. 모의실험 변수
Table 2. Simulation parameters

Parameters	Values
광 변조 기법	IM-DD
펄스 변조 기법	OOK
Scalable Video bitstream	Joint Scalable Video Model (JSVM) ver. 13.1
SVC 신호 계층 수	9
다중화 기법	WDM/CDM/TDM
O/E conversion efficiency	0.53 [A/W]
배경 광 잡음 전력	10^{-3}[W]
광채널 모델	LOS 채널
잡음 모델	AWGN
OVSF 확산코드 길이	SF=16 and 8
Total chip rate	960Mcps
Total data rate (R_b)	60Mbps

여기서, OOK는 VLC시스템에서 가장 대표적으로 널리 사용되는 변조 기법이며, 정보를 검출할 때 0과 1 비트의 Euclidean Distance가 가장 크기 때문에, PWM, PPM과 비교하여 가장 좋은 BER성능을 달성 할 수 있다. 또한 제안 시스템의 다중화 기법은 앞서 설명한 바와 같이 WDM/CDM/TDM 이 결합된 Hybrid방식이다. 멀티미디어 데이터 스트림은 Joint Scalable Video Model(JSVM) ver. 13.1를 이용하여 1개의 Base 계층과 8개의 Enhance 계층으로 총 9개의 계층으로 부호화 하였다. 부호화된 9개의 SVC 계층 신호들은 백색 LED의 각 부 채널에 3개 계층을 할당하였다. 제안 시스템에서는 각 부 채널에 할당 된 3개 계층 중 중요도가 가장 높은 계층 신호에는 SF=16의 확산 코드를 할당 했으며, 나머지 계층의 신호들에는 SF=8의 확산 코드를 할당하였다. 이와 같은 이유는 60Mbps 이상의 VLC시스템에서 SF-16이상의 확산 코드 길이를 설정할 경우, 코드간 간섭의 영향이 Diversity 이득보다 크기 때문에 성능이 저하되기 때문이다. 또한 실내 무선광 채널은 LOS와 NLOS의 두 가지 타입으로 구분할 수 있는데, NLOS채널의 경우, 반사파에 의한 인접 심볼 간 간섭 (ISI: Inter Symbol Interference)이 발생하여 시스템 성능이 열화된다. 이를 해결하기 위해 등화기법, 적응적 변조기법 등이 사용되지만, 이는 본 논문에서 제안하는 기법과 관련하여 크게 주요한 요인이 아니기 때문에 본 논문에서는 최적의 성능을 달성 할 수 있는 LOS채널과 잡음모델로 AWGN 을 적용하였다.

백색 LED의 종류에 따라 Red, Green, Blue 파장의 각 LED소자들은 혼합 비율과 방출되는 광 전력 세기가 서로 다르지만 백색 LED의 전체 전력은 고정된다. 각 부 채널의 SNR은 다음과 같이 나타낼 수 있다 [11].

$$SNR_{red} = \frac{3R_{red}\left(\frac{P_r K_{red}}{K_{red}+K_{green}+K_{blue}}\right)^2}{qP_{bg}R_b} \quad (1)$$

$$SNR_{green} = \frac{3R_{green}\left(\frac{P_r K_{green}}{K_{red}+K_{green}+K_{blue}}\right)^2}{qP_{bg}R_b} \quad (2)$$

$$SNR_{blue} = \frac{3R_{blue}\left(\frac{P_r K_{blue}}{K_{red}+K_{green}+K_{blue}}\right)^2}{qP_{bg}R_b} \quad (3)$$

수식 (1), (2), (3) 에서 P_r은 PD에 입사되는 빛 신호의 총 전력을 의미하며, K_{red}, K_{green}, K_{blue}는 Red, Green, Blue 색상의 혼합 비율을 의미한다. 또한, R_{red}, R_{green}, R_{blue}는 각 파장 색상에 따른 O/E 변환 효율을 나타내며, q는 전기소량으로 1.6×10^{-19}[C (coulomb)]이다. 또한 각 부 채널의 데이터 R, G, B 3개의 채널에서 병렬로 전송하기 때문에 $R_b/3$이 되다.

www.kci.go.kr

4.2 모의실험 결과

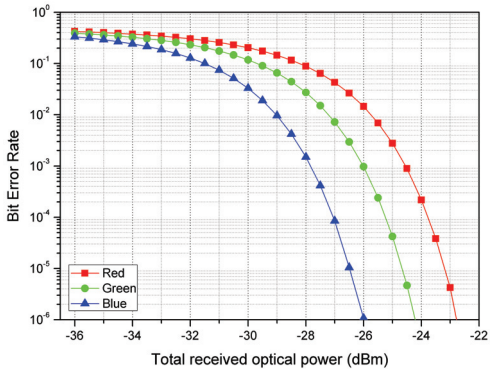

그림 6. LED type 2에서 R, G, B 각 파장 대역의 평균 BER성능
Figure 6. The average BER performance of each red, green and blue wavelength band in LED type 2

<그림 6>은 <표 1>의 백색 LED type2에서 Red, Green, Blue파장 대역의 평균 BER 성능을 보여준다. 모의실험 결과 Blue 파장 대역에서 BER성능이 가장 우수하며, Red 파장 대역의 BER성능이 가장 열화 되는 것을 볼 수 있다. 따라서 Blue 파장대역에는 Base, Enhance 1, 2 계층을 할당하며, Green 파장대역에는 Enhance 3, 4, 5 계층을 그리고 Red 파장 대역에는 Enhance 6, 7, 8 계층을 할당 한다.

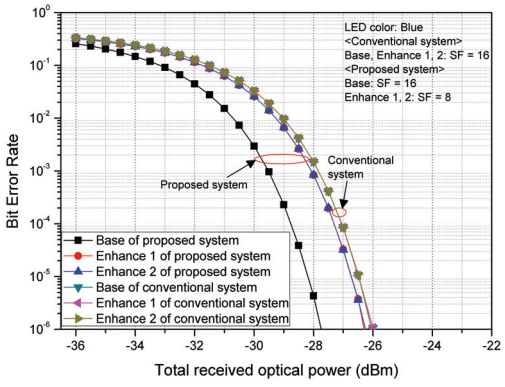

그림 7. Blue 파장 대역에서 Base, Enhance 1, 2 계층의 BER성능
Figure 7. The BER performance of Base, Enhance 1 and 2 Layers in the blue wavelength band.

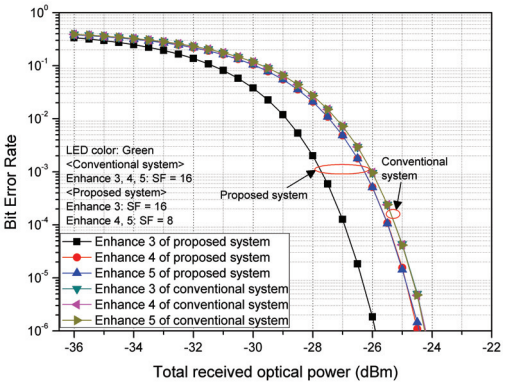

그림 8. Green 파장 대역에서 Enhance 3, 4, 5 계층의 BER성능
Figure 8. The BER performance of Enhance 3, 4 and 5 Layers in the green wavelength band.

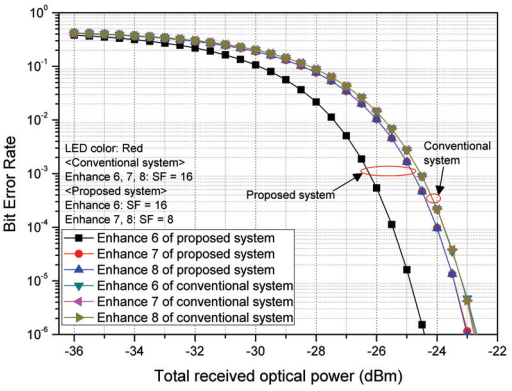

그림 9. Red 파장 대역에서 Enhance 3, 4, 5 계층의 BER성능
Figure 9. The BER performance of Enhance 6, 7 and 8 Layers in the red wavelength band.

<그림 7, 8, 9>은 각 Red, Green, Blue 파장대역에서 제안 시스템과 기존시스템에 대한 BER 성능을 나타낸다. 기존 시스템은 각 부 채널에 할당된 계층에 같은 SF를 곱함으로써, CDM으로 다중화된 블록의 수는 3개이며, 제안 시스템은 CDM과 TDM을 결합하여 다중화된 CDM으로 다중화 되는 블록의 수는 2개이다. 모의실험 결과 제안 시스템에서는 다중화 블록이 기존 시스템보다 적기 때문에, 인접 코드간 간섭이 감소된다. 따라서 BER성능이 향상 되는 것을 확인 할 수 있다. 또한, 각 부 채

www.kci.go.kr

널에서 중요도가 높은 계층에 확산 코드 길이가 더 큰 코드를 할당함으로써 BER성능이 향상 되는 것을 확인 할 수 있다.

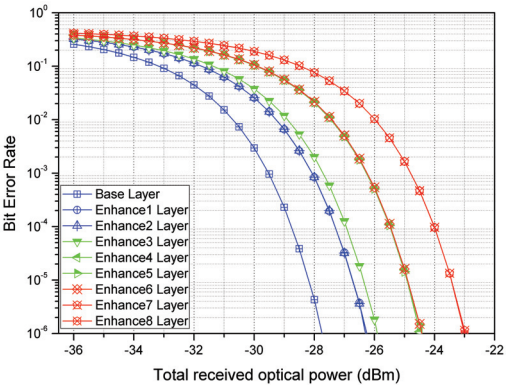

그림 10. 전체 SVC 계층의 BER 성능 결과
Figure 10. The BER performance of entire SVC layers

<그림 10>은 제안 시스템에서 Red, Green, Blue에 할당된 SVC 전체 계층 신호의 BER성능을 보여준다. 모의실험 결과 본 논문에서 Red, Green, Blue 파장 대역의 성능에 따라 SVC신호를 할당하고, 각 부 채널에서 중요도에 따라 SF길이를 다르게 할당함으로써, SVC신호의 계층의 중요도가 높을수록 더 좋은 BER성능을 달성 하는 것을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 백색 LED기반의 가시광 통신 시스템을 이용하여 SVC 신호를 효과적으로 전송하는 방법에 대해 연구하였다. 기존 연구에서 제안된 시스템 대비 더 많은 SVC 계층의 신호들을 전송하기 위해 OVSF 코드 기반의 코드 분할 다중화 방식을 고려하였으며, 이때 인접 코드 간 간섭을 완화시키기 위해 시간 분할 다중화 기법을 결합한 하이브리드 형태의 다중화 기법을 제안하였다. 모의실험 결과, 제안 시스템에서 인접 코드간 간섭이 감소함으로써, 시스템의 BER성능이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

References

[1] A. Aijaz, H. Aghvami, and M. Amani, *A survey on mobile data offloading: technical and business perspectives*, IEEE Wireless Communications, Vol. 20, No. 2. pp. 104-112, 2013.

[2] G. Y. Ko, S. K. Park, and K. M. Hyun, *Modified QRM-ML detection by stage reduction in MIMO systems*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 10, No. 1, pp. 79~87, February 2015.

[3] S. W. Lee, H. C. Baek, S. W. Hong, and S. B. Kim., *A prediction model of traffic flooding in limited network environments*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 9, No. 5, pp. 545~554, Oct. 2014.

[4] D. E. Lee, and I. S. Han., *A study on the objective quality measurements for real-time TV services in IP-based networks*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 9, No. 2, pp. 209~217, Apr. 2014.

[5] H. Burchardt, N. Serafimovski, D. Tsonev, S. Videv, and H. Haas, *VLC: Beyond point-to-point communication*, IEEE Communications Magazine, Vol. 52, No. 7, pp. 98-105, 2014.

[6] L. Grobe, A. Paraskevopoulos, J. Hilt, D. Schulz, F. Lassak, F. Hartlieb, C. Kottke, V. Jungnickel, and K-D. Langer, *High-speed*

www.kci.go.kr

visible light communication systems, IEEE Communications Magazine, Vol. 51, No. 12, pp. 60-66, 2013.

[7] A. Jovicic, J. Li, and T. Richardson., *Visible light communication: opportunities, challenges and the path to market*, IEEE Communications Magazine, Vol. 51, No. 12, pp. 26-32, 2013.

[8] Y. S. Jang, and K. M. Hyun., *Asymmetric stereoscopic video transmission using hierarchical modulation*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 9, No. 5, pp. 653~662, 2014.

[9] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, *Overview of the scalable H. 264/MPEG4-AVC extension*, 2006 International Conference on Image Processing. IEEE, pp. 161-164, 2006.

[10] D. H. Han, K. S. Lee, and K. J. Lee, *Transmitting scalable video coding using VLC with color and dimming control to assure QoS*, Information Systems, Vol. 48, pp. 267-273, 2015.

[11] K. J. Lee, D. H. Cha, S. H. Hwang, and K. S. Lee, *Study on scalable video coding signals transmission scheme using LED-ID system*, The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 36, No. 10 pp. 1258-1267, 2011.

[12] S. D. Lausnay, L. D. Strycker, J. P. Goemaere, N. Stevens, and B. Nauwelaers, *Optical CDMA codes for an indoor localization system using VLC*, Optical Wireless Communications (IWOW), 2014 3rd International Workshop in.IEEE, pp. 50-54, 2014.

[13] Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama, and M. Nakagawa, *Indoor visible light data transmission system utilizing white LED lights*, IEICE transactions on communications, Vol. 86, No. 8, pp. 2440-2454, 2003.

[14] D. Marpe, T. Wiegand, and G. J. Sullivan., *The H. 264/MPEG4 advanced video coding standard and its applications*, IEEE communications magazine, Vol. 44, No. 8, pp. 134-143, 2006.

[15] Y-C. Tseng, and C-M. Chao, *Code placement and replacement strategies for wideband CDMA OVSF code tree management*, IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 1, No. 4, pp. 293-302, 2002.

VLC시스템에서 OVSF 코드 기반의 Hybrid 다중화 방식을 이용한 SVC 신호 전송에 관한 연구

김균탁[1], 이규진[*2]

[1]*경희대학교 전자·전파공학과*

[2]*세명대학교 전자공학과*

요 약

본 논문은 가시광 통신 시스템에서 SVC신호를 효율적으로 전송하기 위해 코드 분할 다중화 방식과 시간 분할 다중화 방식이 결합된 Hybrid 다중화 기법을 제안하였다. SVC신호는 1개의 Base계층 (레벨 0)과 다수의 Enhance계층 (레벨 1~L)의 신호들로 구성되며, 레벨이 낮아질수록 더 중요한 가중치를 가지고 있다. 이와 같이 각 계층의 가중치에 따라 OVSF 코드를 기반으로 서로 다른 길이의 확산 코드를 할당 할 수 있다. 그러나 일반적인 직교 분할 다중화기반 시스템에서는 다중화 블록의 수가 증가될수록 인접 코드 간 간섭이 증가되기 때문에 시스템 성능이 저하된다. 이에 인접 코드 간 간섭으로 인한 성능 저하를 완화시키기 위해 코드 분할 다중화 방식과 시간 분할 다중

www.kci.go.kr

화 방식이 결합된 다중화 기법을 제안 하였으며, 모의 실험 결과를 통해 제안 시스템의 효율성을 확인하였다.

감사의 글

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2016-H8501-16-1007)

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2016-R2718-16-0012)

Kyun Tak Kim He received the M.S. degrees from the Department of Electronics and Radio Engineering at Kyung Hee University, Korea, in 2013. He joined Korea Electronics Technology Institute (KETI) in 2013 and currently he is a graduate student, studying toward his Ph.D. degree at Kyung Hee University. His research interests include OFDM, MC-CDMA, MIMO, Interference Cancellation, and VLC.

E-mail address: ktkim0131@khu.ac.kr

Kyu jin Lee He received B.E., M.S. and Ph.D degrees from the Department of Electronics and Radio Engineering at Kyung Hee University, Korea, in 2005, 2007 and 2011, respectively. He joined the research professor in Kyung Hee University from 2011 to 2013. Since 2013, he has been the Department of Electronic Engineering, Semyung University, where he is a Professor. His research interests include OFDM, MC-CDMA, MIMO, Resource allocation, and Cognitive radio and Visible Light Communication systems.

E-mail address: kyujin@semyung.ac.kr

www.kci.go.kr