เอกสารโครงการอบรมเรื่อง

เทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสง (VLC) และการประยุกต์ใช้งาน ครั้งที่ 6

วันจันทร์ที่ 25 เมษายน 2559

ณ ห้องประชุม 3 อาคารเรียนรวม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่

กิจกรรมโครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารด้วยแสงสว่าง: การถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม การจัดทำร่างมาตรฐาน และสื่อ

ได้รับทุนสนับสนุนจากจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ

Visible Light Communication and its Applications

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Year of Light 2015

รศ.ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ (NPRU)

ดร.วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์ (RMUTI)

รศ.ดร.อนันต์ สืบสำราญ (KMUTNB)

ดร.กมล เขมะรังษี (IEEE ComSoc Thailand)

รศ.ดร.ปรีชา กอเจริญ (SPU)

กสทช. กทปส

IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY Thailand Chapter

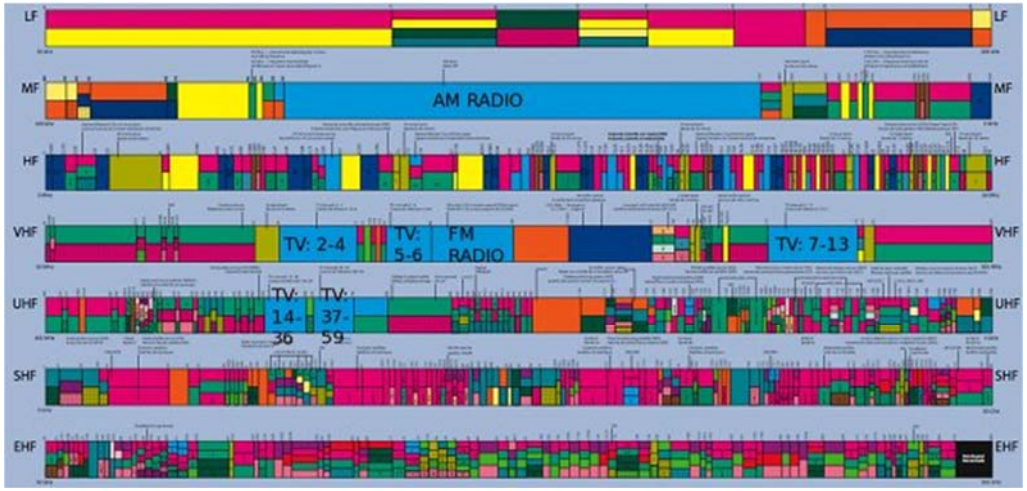
ECTI Association

โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารด้วยแสงสว่าง:
การถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม การจัดทำร่างมาตรฐาน และสื่อ

Outline

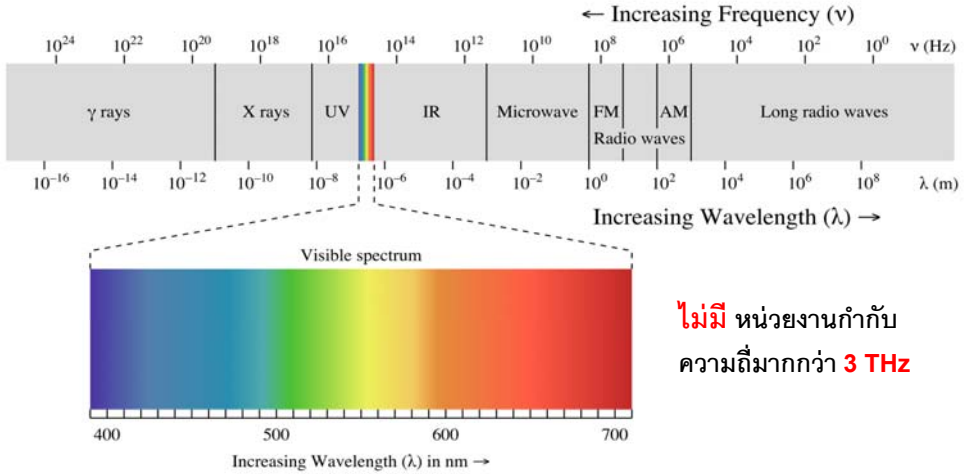
- ❑ Introduction
- ❑ History
- ❑ Motivation
- ❑ VLC System
- ❑ Light Source
- ❑ VLC Demonstration
- ❑ VLC Training Kits

Why Optical Wireless (OW)?



- ❑ RF spectrum: crowded / expensive
- ❑ **OW spectrum: free / large bandwidth**

Frequency band for VLC



ไม่มี หน่วยงานกำกับ ความถี่มากกว่า **3 THz**

" ที่ใดมีแสงแอลอีดี ที่นั้นมีข้อมูลข่าวสาร "

Definition

- Visible light communication (VLC) refers to the communication technology, which utilizes the visible light source as a signal transmitter, the air as a transmission medium, and the appropriate photodiode as a signal receiving component.

- Visible light is the form in which electromagnetic radiation with wavelengths in a particular range is interpreted by the human brain.
  - Visible light is comprised of visually-perceivable electromagnetic waves.
  - The visible spectrum covers wave lengths from 380 nm to 750 nm. (i.e., 400 – 800 THz)
    - o No regulation for the frequency above 3 THz

Performance Comparison

- WiFi

  a/b/g/n ⇒ **Data rate R** up to hundreds of Mbit/s

- Bluetooth

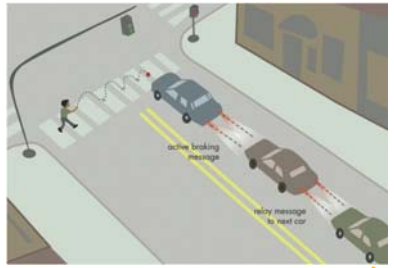
  R ~ tens of Mbit/s

- Optical wireless
  - Infra-red communications ⇒ R ~ Gbit/s
  - Visible light communications ⇒ R ~ hundreds of Mbit/s

VLC Application

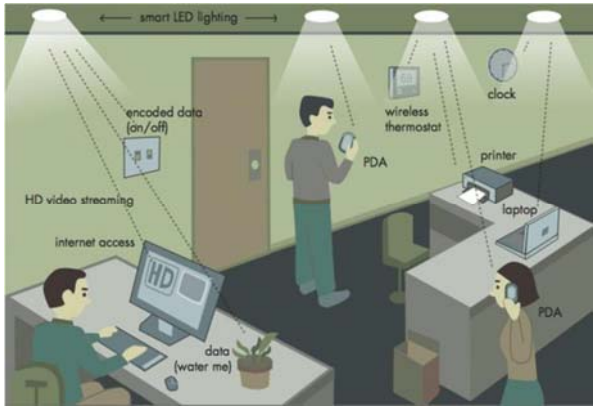
- Traffic communication
- Indoor broadband broadcasting
  - Hospital / Supermarket / University / Office
- Home access networks
- Underwater communication

Example: Traffic Communication



Source:
Hoa Le Minh and Zabih Ghassemlooy, Visible Light Communications, Optical Communications Research Group (OCRG), Northumbria University.

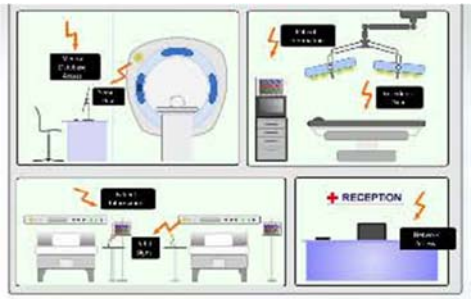
Example: Indoor Applications



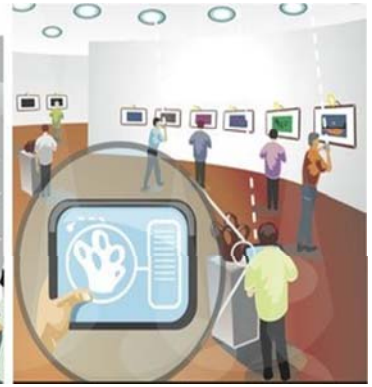
Indoor broadband broadcasting
in Hospital / Supermarket / University / Office

Source: Boston University

www.google.com



Example: In Hospital

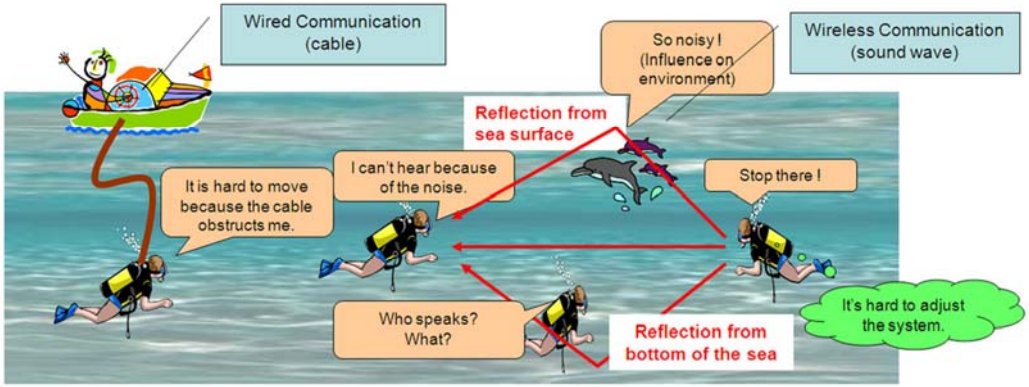


Example: Outdoor Advertising

Example: In Airplane

Example: รถยนต์ไร้คนขับ

Example: Underwater Communication



VLC Research

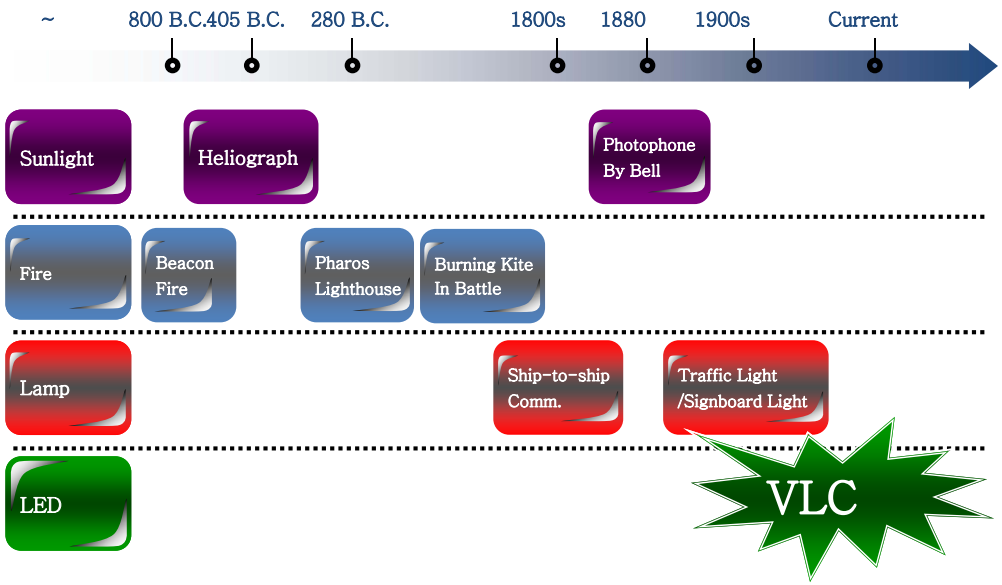
- First research can be approximately started in 1998 – 1999.
- Contribution addressing broadband VLC using WLED started in 2001.
- Currently:
  - Visible Light Communication Consortium (VLCC) was established in November 2003
    - Casio, NEC, Panasonic Electric Works, Samsung, Sharp, Toshiba, NTT, Docomo
  - OMEGA (EU Framework 7)
  - IEEE 802.15 Wireless Personal Area Network standards
  - Boston University
  - Siemens
  - France Telecom
  - Oxford University
  - Edinburgh University
  - Northumbria University

VLC Fundamental

- VLC ⇒ New communication technology using "Visible Light".
  - Main purpose: General Lighting
  - Added Value: **Communication**
- Visible Light ⇒ Wavelength 400nm (750THz) – 700nm (428THz)

- General Characteristic:
  - Visibility : Aesthetically pleasing
  - Security : What You See Is What You Send.
  - Health : Harmless for human body and electronic devices
  - Unregulated : no room to use more radio frequency
  - Using in the restricted area : aircraft, spaceship, hospital
  - Eye safety

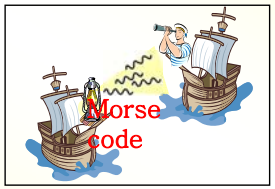
VLC History



VLC history – Low Speed

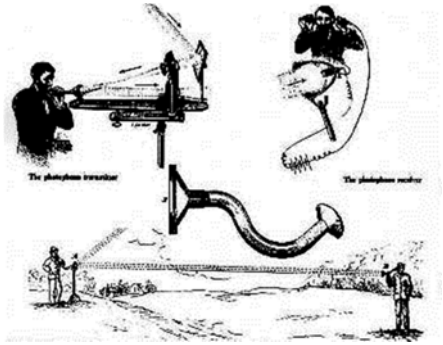
- Information delivery through reflection by mirror (Heliograph)
- The use of fire or lamp
  - Beacon fire, lighthouse, ship-to-ship comm. by Morse code
- Traffic light : signal discrimination by color (Walk/Stop)

Beam reflection (directional)



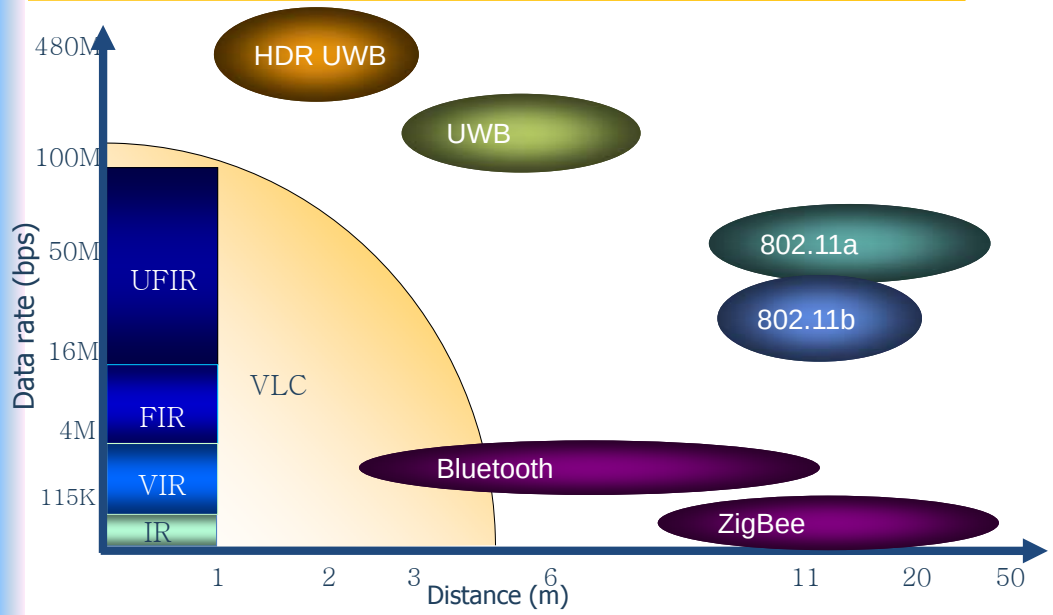
- In 1880, Alexander Graham Bell invented the photophone
  - Optical source : sunlight
  - Externally modulation by vibrating mirror
  - Receiver : parabolic mirror with crystalline selenium cells
  - 700 ft (213m) sound transmission

http://www.freespaceoptic.com/



Excerpted from: The New Idea Self-Instructor edited by Ferdinand Ellsworth Cary, A. M. (Monarch Book Company, Chicago & Philadelphia, 1904)

VLC Characteristics



VLC vs. Infrared (IR) and Radio-frequency(RF)

Property	VLC	IRB	RFB
Bandwidth	Unlimited, 400–700 nm	Unlimited, 800–1600 nm	Regulated and limited
Electromagnetic interference + hazard	No	No	Yes
Line of sight	Yes	Yes	No
Distance	Short	Short to long (outdoor)	Short to long (outdoor)
Security	Good	Good	Poor
Standards	In progress (IEEE 802.15.7 Task Group)	Well developed for indoor (IrDa), In progress for outdoor	Matured
Services	Illumination + communications	Communications	Communications
Noise sources	Sun light + other ambient lights	Sun light + other ambient lights	All electrical/ electronic appliances
Power consumption	Relatively low	Relatively low	Medium
Mobility	Limited	Limited	Good
Coverage	Narrow and wide	Narrow and wide	Mostly wide

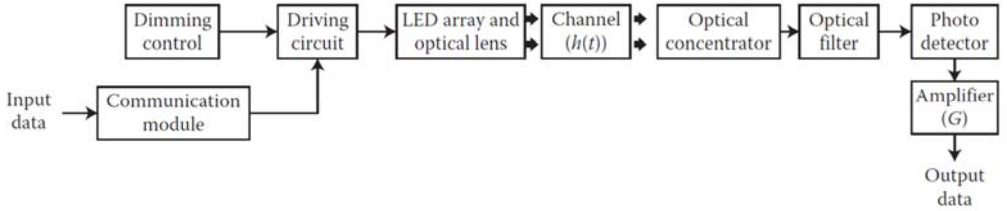
VLC Motivation

- Communication community trend
  - Ubiquitous (Connect each other everywhere, every time)
  - Security
- LED trend
  - LED technology (efficiency, brightness)
  - LED Cost
- Environmental trend
  - Health
  - Energy saving
- Intrinsic characteristic of VLC
  - Visibility
  - No interference / No regulation

VLC System

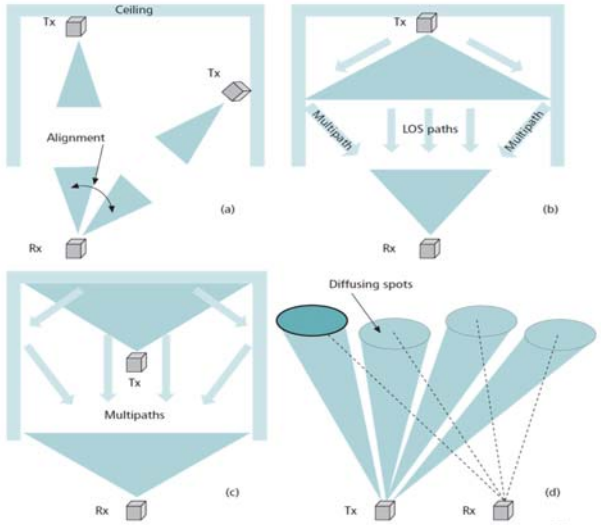
Block Diagram of a VLC System

- Precise dimming appears to be challenging for incandescent and gas-discharge lamps
  - With LEDs it is quite convenient to accurately control the dimming level



Indoor VLC Configurations

- Generally, 4 configurations for indoor optical links[1]
  - (a) Directed – line-of-sight link
  - (b) Non-directed LOS link
  - (c) Diffuse link
  - (d) Quasi diffuse link



[1] H. Elgala, R. Mesleh, and H. Haas, "Indoor optical wireless communication: Potential and state-of-the-art," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 49, no. 9, pp. 56 – 62, Sep 2011.

Light Source

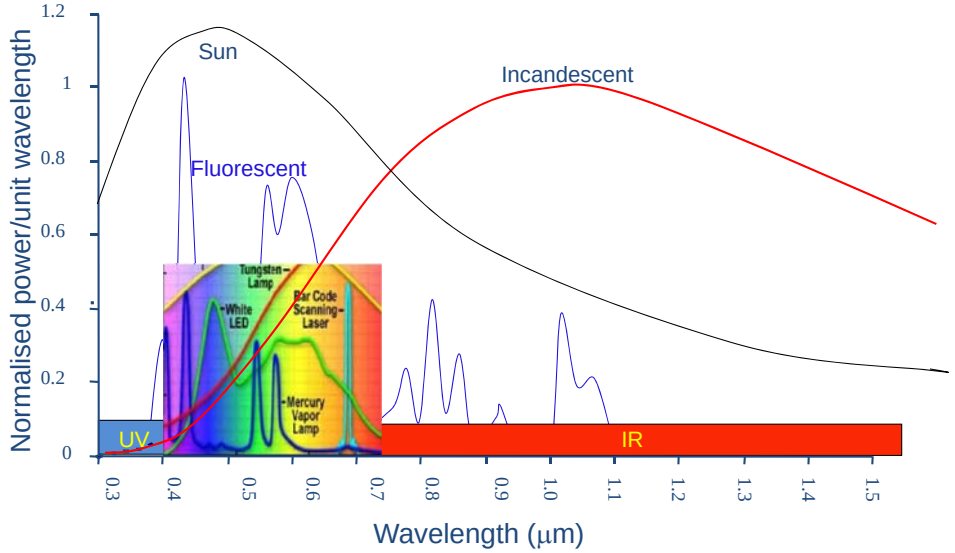
General Lighting Sources

- Incandescent bulb
  - First industrial light source
  - 5% light, 95% heat
  - Few thousand hours of life

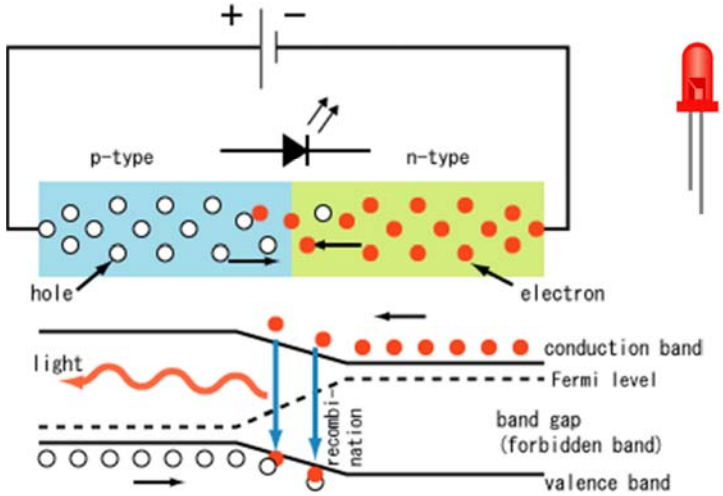
- Fluorescent lamp
  - White light
  - 25% light
  - 10,000s hours

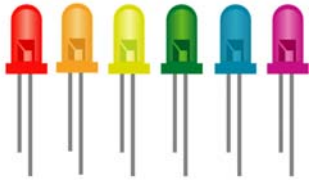
- Solid-state light emitting diode (LED)
  - Compact
  - 50% light
  - More than 50,000 hours lifespan

Light Source Spectrum



What is Light Emitting Diode (LED)?

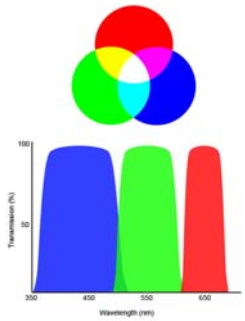




ZnO ซิงค์ออกไซด์ ⇒ ขาว

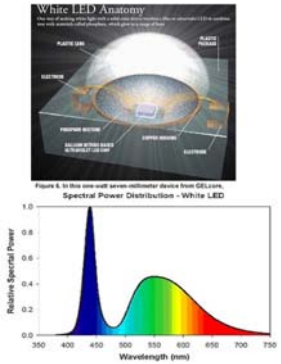
White-Light LED

RGB



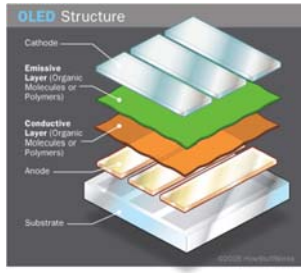
Well-known technology, limited use, problem with balancing each R, G, B component to create white light

Blue chip + Phosphor



Popular for today general lighting, efficient and cheap

OLED



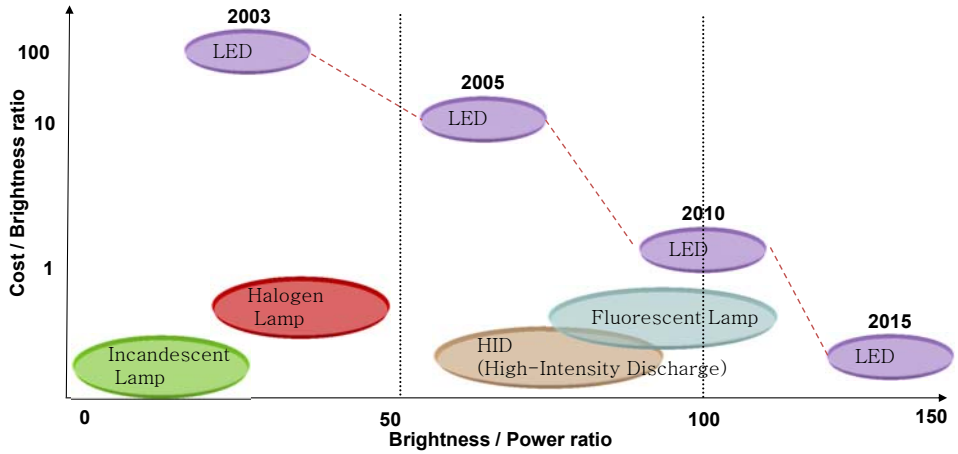
New technology, expensive and short life time. It is, however, very potential

LED as Light Source for VLC

Light Emitting Diode (LED)

- ❑ Eye-safety regulations (compared to Laser)
- ❑ Longevity
- ❑ Lower cost
- ❑ Are mercury free
- ❑ Less consumption
- ❑ High speed
- ❑ Have smaller and compact size
- ❑ Minimum heat generation
- ❑ higher tolerance to humidity
- ❑ A much higher energy conversion efficiency
  - White LEDs with luminous efficacy greater than 200 lm/W are now available

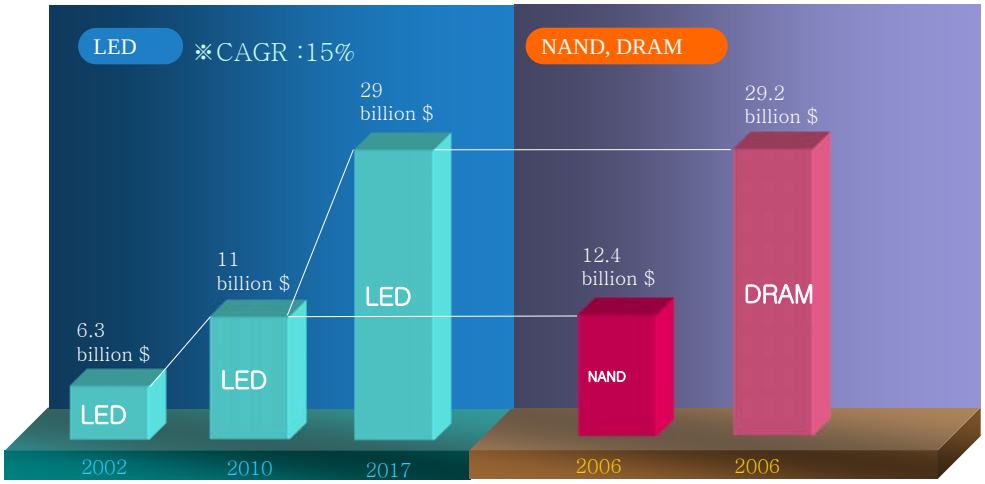
❑ **Performance and Price comparison**



Source: Credit Suisse, 2006.11.2

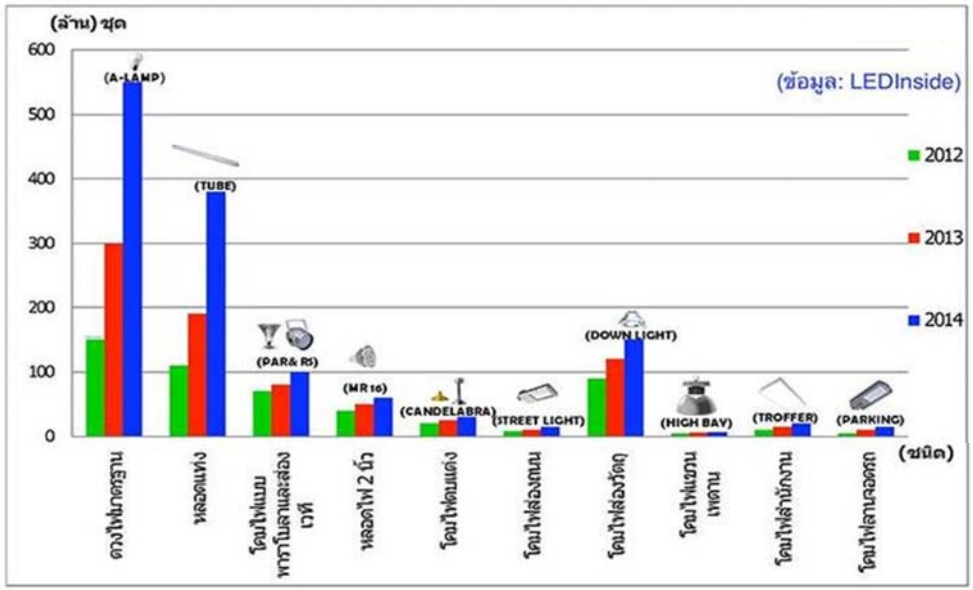
LED Market Forecast

❑ LED market comparison with NAND, DRAM

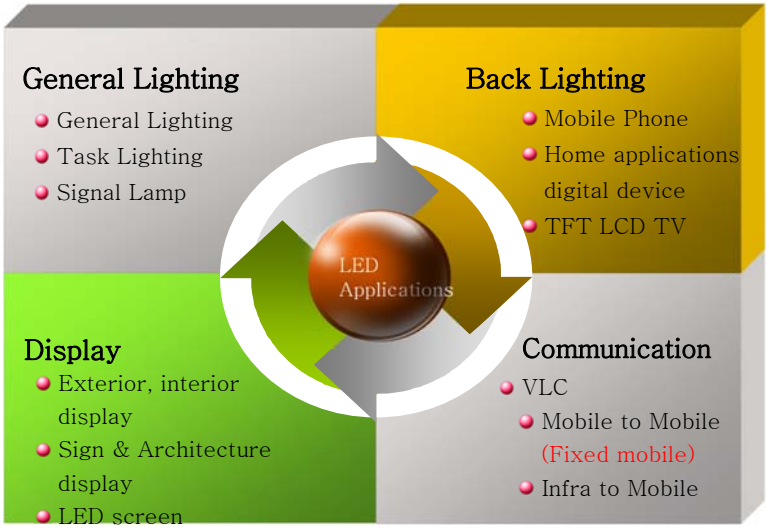


Source: Deutsche Bank, 2007. 2

#LEDs Used in Worldwide

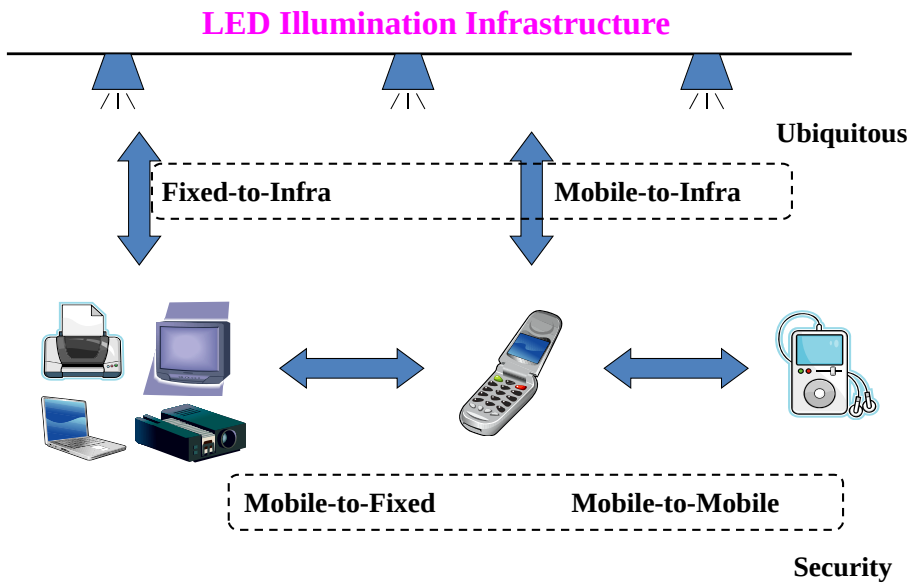


LED Application



VLC Demonstration

Indoor Applications



Requirements (Indoor Application)

	Mobile to Mobile (Fixed Mobile)	Mobile to Fixed	Mobile to Infra	Fixed to Infra
Link	Bi-direction	Bi-direction	Bi or Uni	Bi or Uni
Reach	~1m	~1m	~3m	~3m
Rate	~100M	~100M	~10M	~10M
Application	Contents sharing	File transfer Video streaming M-commerce	Indoor navigation LBS Networked robot	Data broadcast
Alternative	IrDA, Bluetooth, UWB	IrDA, Bluetooth, UWB		WLAN

❑ Advantages

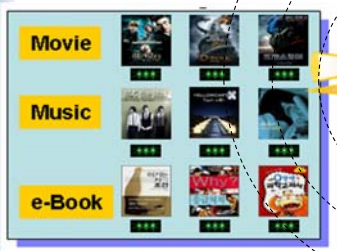
- ➢ Safe for health
- ➢ Secure
- ➢ No interference on RF signals
- ➢ High speed
- ➢ Confined to small geographical area

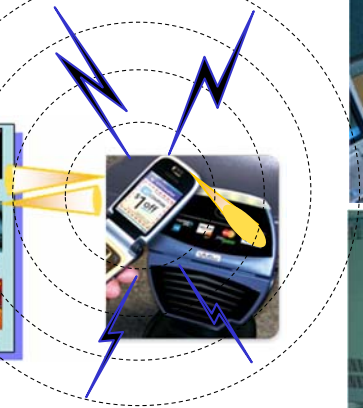
❑ Challenging Problems

- ➢ Connectivity while moving
- ➢ Multiuser support
- ➢ Dimming
- ➢ Shadowing
- ➢ Confined to small geographical area

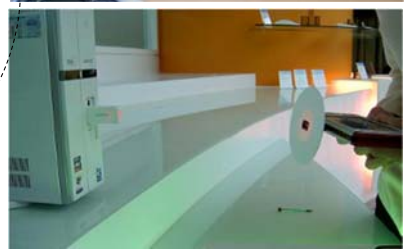
High-Speed High-Security Connectivity

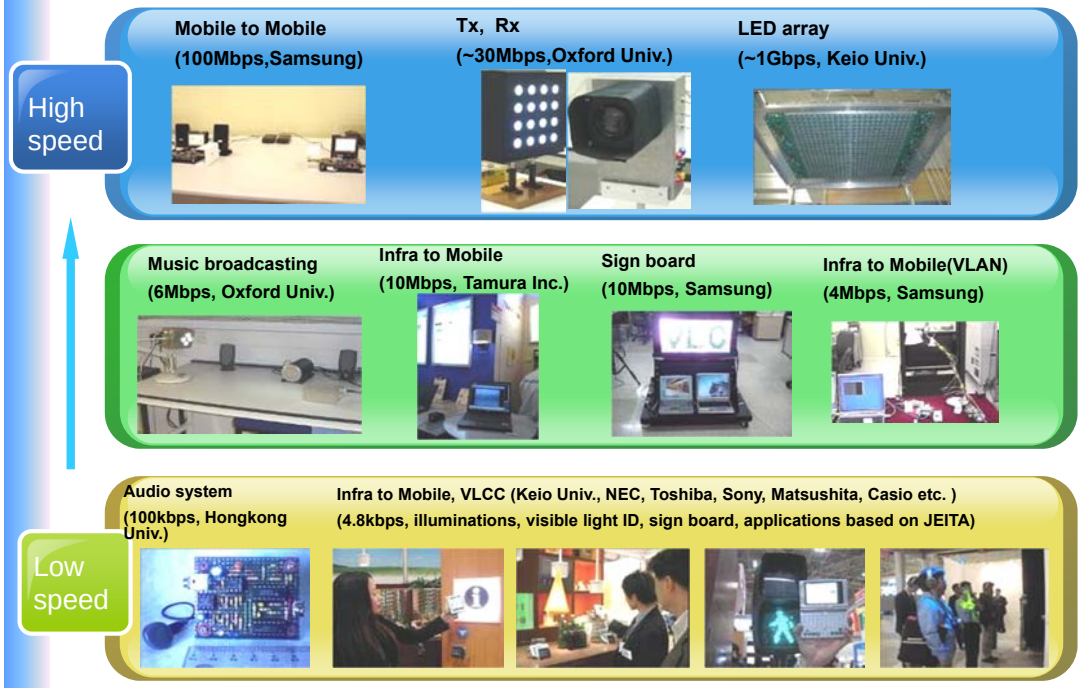
E-Contents Vending Machine





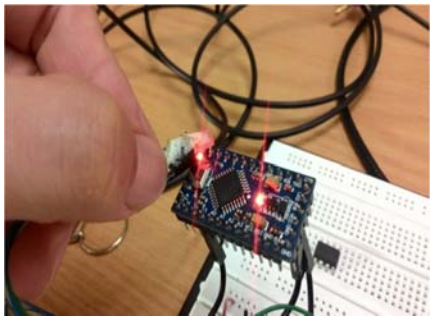
What You See Is What You Send (WYSIWYS)



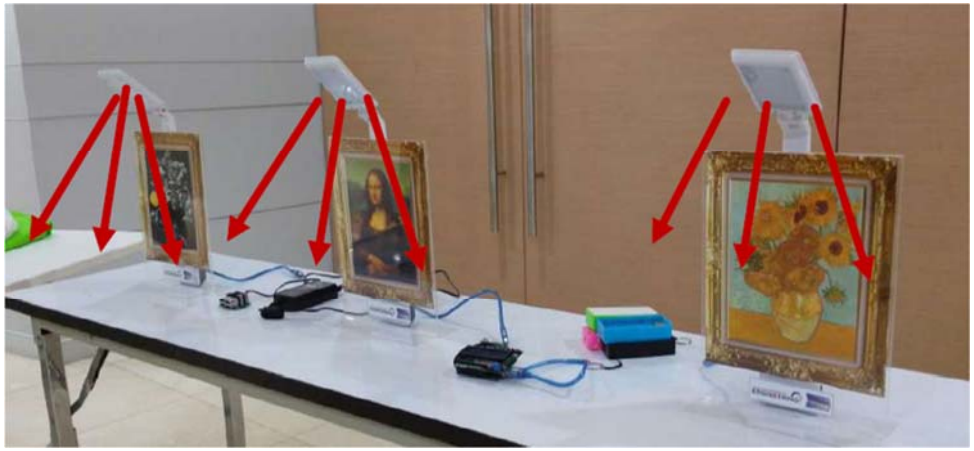


VLC Training Kits

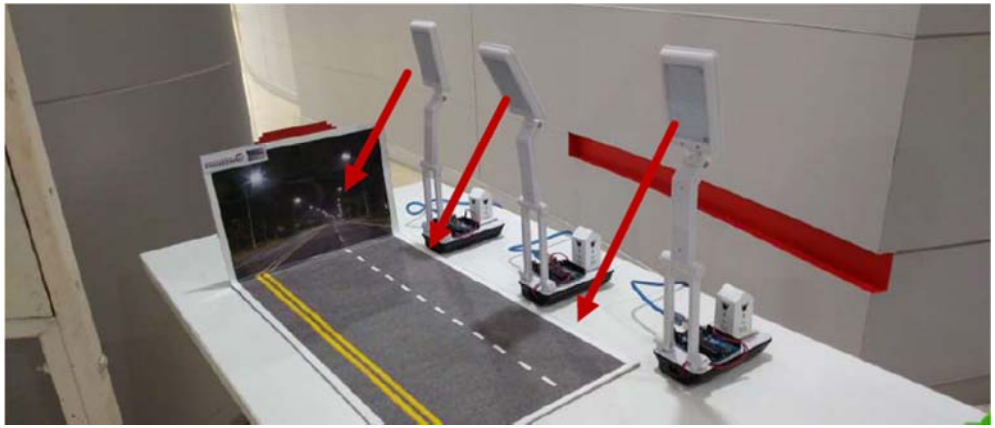
VLC Kits



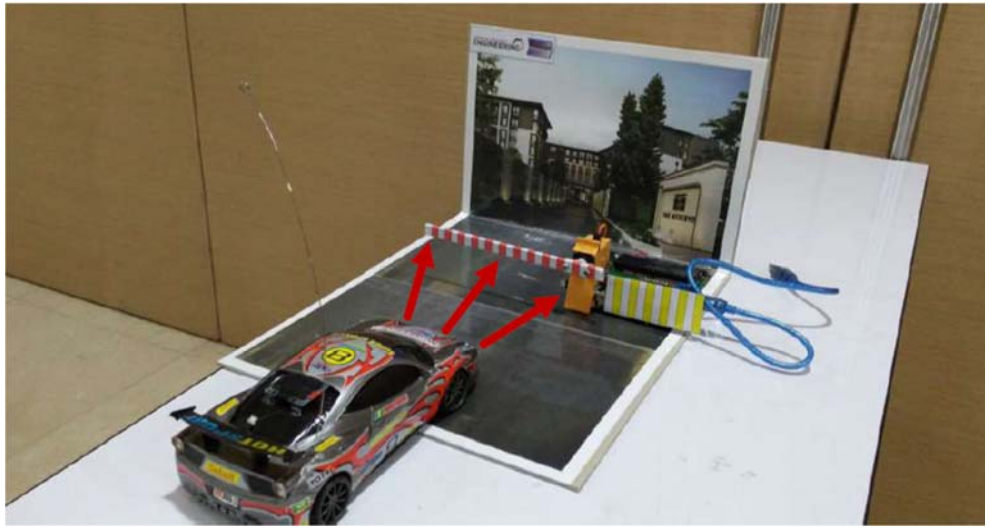
Example: Museum Application



Example: Road Lighting



Example: Access Control



Train The Trainers @ NPRU

Conclusion

- VLC is a communication technology that utilizes the visible light source as a signal transmitter, the air as a transmission medium, and the appropriate photodiode as a signal receiving component.
- Many advantages (e.g., security, health, eye safety, etc.) have driven the VLC technology to become more popular.
- VLC can be used in many applications.

References

1. http://www.ledexpothailand.com/thailand/why-thailand.html
2. http://optics.org/indepth/3/2/5
3. http://www.facebook.com/VisibleLightThailand
4. http://w.reuters.com/article/2014/01/13/abi-research-idUSnBw136310a+100+BSW20140113
5. http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/visible-light-communication-market-946.html
6. http://grouper.ieee.org/groups/802/802_tutorials/2008-03/15-08-0114-00-0000-VLC_Tutorial_MCO_Samsung-Oxford_2008-03-17-r0.ppt
7. https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwi_0vfflIXIAhVUC44KHSOeBCQ&url=http%3A%2F%2Fsoe.northumbria.ac.uk%2Focr%2Fdownloads%2F2011%2FHoaLeMinh ERASMUS%2520TU%2520of%2520IASI%2520-%2520Iasi%25202011.pptx&usg=AFQjCNGoCEWBWqFX2Vck34o17gpnI9OC5Q&sig2=gQ3EhRbTepovlTBJMtshQg

เทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสงสว่าง (VLC) และการประยุกต์ใช้งาน

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Year of Light 2015

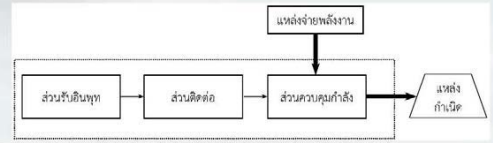
ภายใต้โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารด้วยแสงสว่าง : การถ่ายทอดเทคโนโลยี
การพัฒนาบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม การจัดทำร่างมาตรฐานและสื่อ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา กอเจริญ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

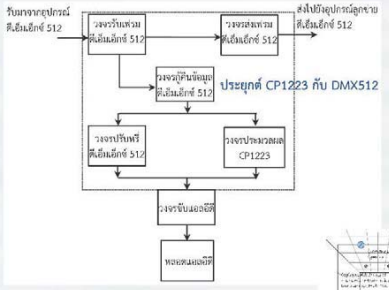
ความท้าทายของการส่องสว่างข้อมูล

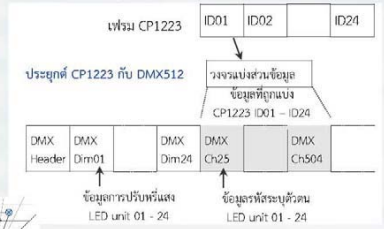
กสทช. SPU SRIPATUM UNIVERSITY IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY Thailand Chapter ECTI Association INFORMATION กทปส

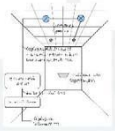
DMX512

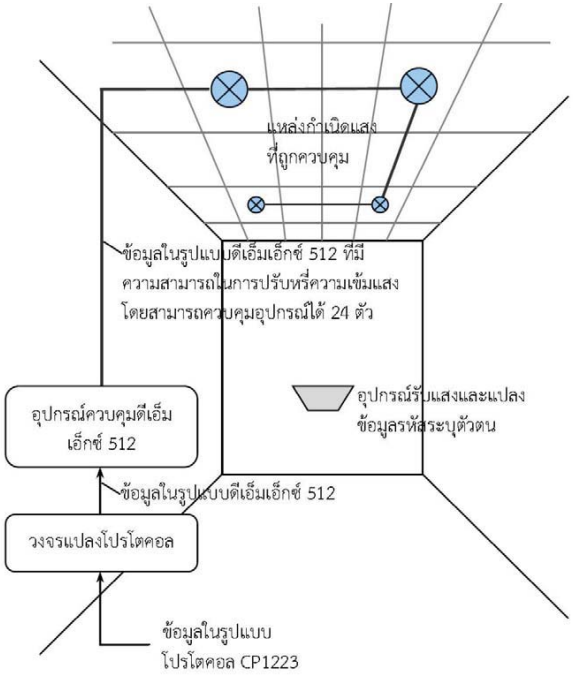


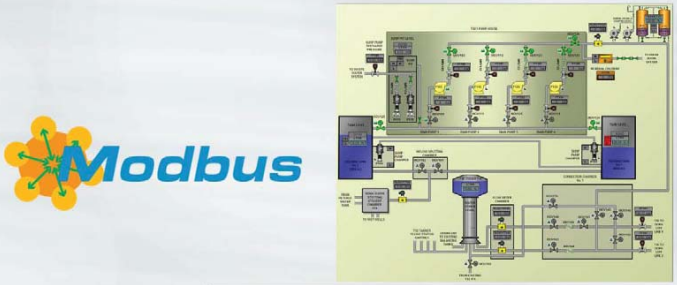
อุปกรณ์ควบคุม ดีเอ็มเอกซ์ → อุปกรณ์ลูกข่าย ดีเอ็มเอกซ์ #1 → อุปกรณ์ลูกข่าย ดีเอ็มเอกซ์ #2 ⋯▶ อุปกรณ์ลูกข่าย ดีเอ็มเอกซ์ #512

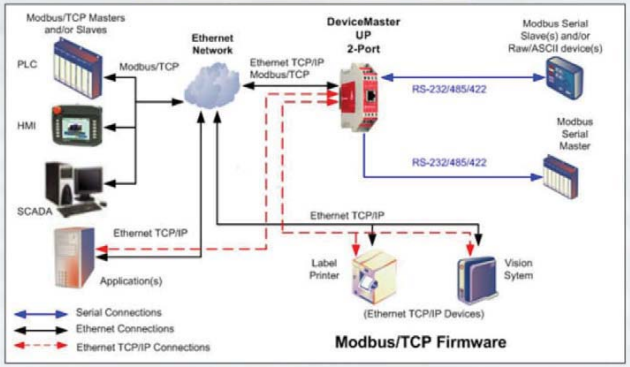


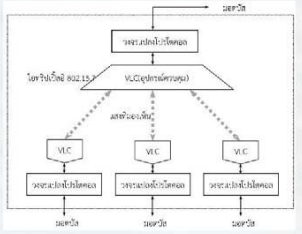












แอดเดรส	รหัสคำสั่ง	ข้อมูล	รหัสตรวจจับบิตผิดพลาด

มอสบัส พีดียู

เฟรมมอดบัสบนสายสัญญาณอนุกรม

2 ไบต์	1 ไบต์	8 ไบต์	0 ไบต์	แปรเปลี่ยนได้	2 ไบต์
เฟรมควบคุม	ลำดับอนุกรม	แอดเดรส	รหัสความปลอดภัย	เพย์โหลด	รหัสตรวจจับบิตผิดพลาด

เฟรมข้อมูลไอทริปเปิ้ลอี 802.15.7

แอดเดรส	รหัสคำสั่ง	ข้อมูล	รหัสตรวจจับบิตผิดพลาด

มอสบัส พีดียู

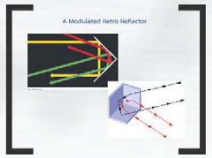
เฟรมมอดบัสที่ตัดรหัสตรวจจับบิต

เฟรมร้องขอจากอุปกรณ์ควบคุม

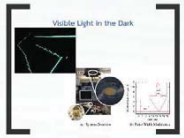
แอดเดรส	รหัสคำสั่ง	ข้อมูล	รหัสตรวจจับบิตผิดพลาด
แอดเดรส	รหัสคำสั่ง	ข้อมูล	รหัสตรวจจับบิตผิดพลาด

เฟรมตอบกลับจากอุปกรณ์ลูกข่าย

ความท้าทายด้านการส่งข้อมูล
กลับจากอุปกรณ์เคลื่อนที่

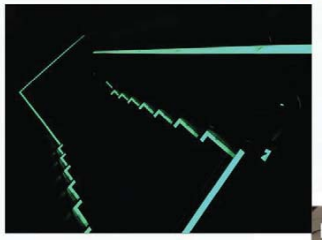


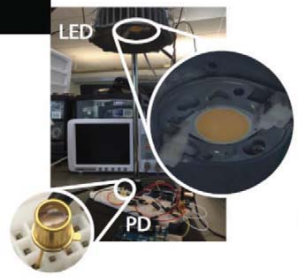
Infrared-IRDA

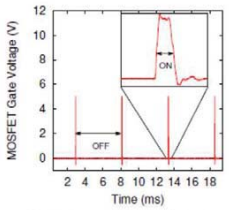


WiFi link

Visible Light in the Dark

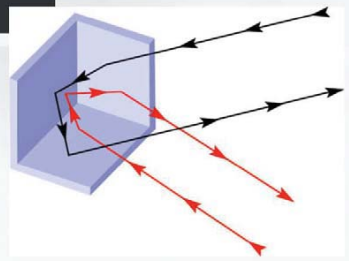






(a) System Overview (b) Pulse Width Modulation

A Modulated Retro Reflector



ความท้าทายใหม่ๆด้านการพัฒนาการสื่อสารด้วย
แสงที่มองเห็น จากมุมมองของผู้เข้าร่วมสัมนา

เทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสงสว่าง (VLC) และการประยุกต์ใช้งาน

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Year of Light 2015

ภายใต้โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารด้วยแสงสว่าง : การถ่ายทอดเทคโนโลยี
การพัฒนาบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม การจัดทำร่างมาตรฐานและสื่อ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา กอเจริญ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

มาตรฐานของการส่องสว่างข้อมูล

กสทช. SPU SRIPATUM UNIVERSITY IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY Thailand Chapter ECTI Association INFORMATION กทปส

พัฒนาการมาตรฐานการสื่อสารทางแสงที่มองเห็นได้

ใช้ความถี่ย่านแสงที่มองเห็นคือระหว่าง
ความยาวคลื่น 375 nm – 780 nm
หรือความถี่ 400 THz – 800 THz
ซึ่งย่านความถี่ดังกล่าว เกิดกว่าย่านความถี่ 3 THz
ซึ่งเป็นย่านความถี่สูงสุดที่หน่วยงานกำกับดูแลการใช้งานคลื่น
ความถี่ของแต่ละประเทศมีการควบคุมการใช้งาน

ประเทศญี่ปุ่นมีการก่อตั้งกลุ่มเพื่อภารกิจการสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นได้ (Visible Light Communication Consortiumหรือ VLCC) เมื่อ พ.ศ. 2545

สมาคมเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศของญี่ปุ่น (Japan Electronics and Information Technologies Association) ก็ได้ออกมาตรฐานแรกมาตั้งแต่ พ.ศ.2550

บริษัทผู้ผลิตสินค้าคอนซูมเมอร์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น บริษัทคาสิโอ (Casio) และบริษัทเกิดใหม่ LAMPServe มีการพัฒนาการสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นได้

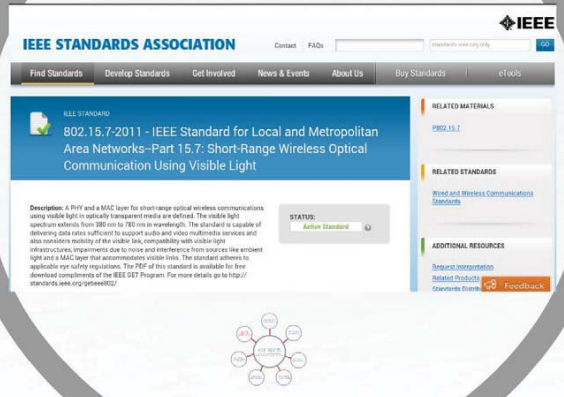
ยุโรป มีโครงการความร่วมมือชื่อโอเมกา (OMEGA) โดยได้รับการสนับสนุนจากสหภาพยุโรป (EU-FP7 program)
พัฒนาการเชื่อมต่อการสื่อสารความเร็วสูงภายในอาคาร อิงอยู่กับมาตรฐานการหลอมรวมเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับเครือข่ายระดับบ้านพักของIEEE (P1905.1)

สถาบันวิจัยของเยอรมนี Fruanhofer Heinrich Hertz Institute
ได้สร้างต้นแบบเพื่อการใช้งานแบบครบฟังก์ชันที่ความเร็ว 500 Mbps ในปี พ.ศ. 2556

สหรัฐอเมริกา กลุ่มวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยบอสตัน
นำเสนอผลงานออกมาในรูปแบบแสงฉลาด
(Smart Lighting)
เป็นการควบรวมกับการประยุกต์ในที่พัก
อาศัยคล้ายคลึงกับงานบ้านหรือสำนักงาน
อัจริยะ (Smart home/office)

อินเทล (Intel) เป็นผู้สนับสนุนทุนวิจัย
ให้กับการรวมกลุ่มวิจัยเพื่อกิจกรรม
ด้านการจราจรอัจริยะด้วยแสงระหว่าง
ยานยนต์กับไฟจราจร

มาตรฐานการสื่อสาร
ด้วยแสงที่มองเห็นได้



IEEE 802.15.7

Task Group 7 (Visible Light Communication: VLC)

Scope

การสื่อสารไร้สายด้วยแสงระยะใกล้
ด้วยแสงที่มองเห็นได้

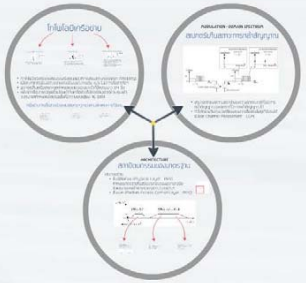
มาตรฐานมีข้อกำหนดในชั้นฟิสิกคอล และแมก
โดยใช้แสงที่มองเห็นได้เป็นตัวกลางนำข้อมูล

ความถี่ย่านแสงที่มองเห็นคือระหว่างความ
ยาวคลื่น 380 nm – 780 nm

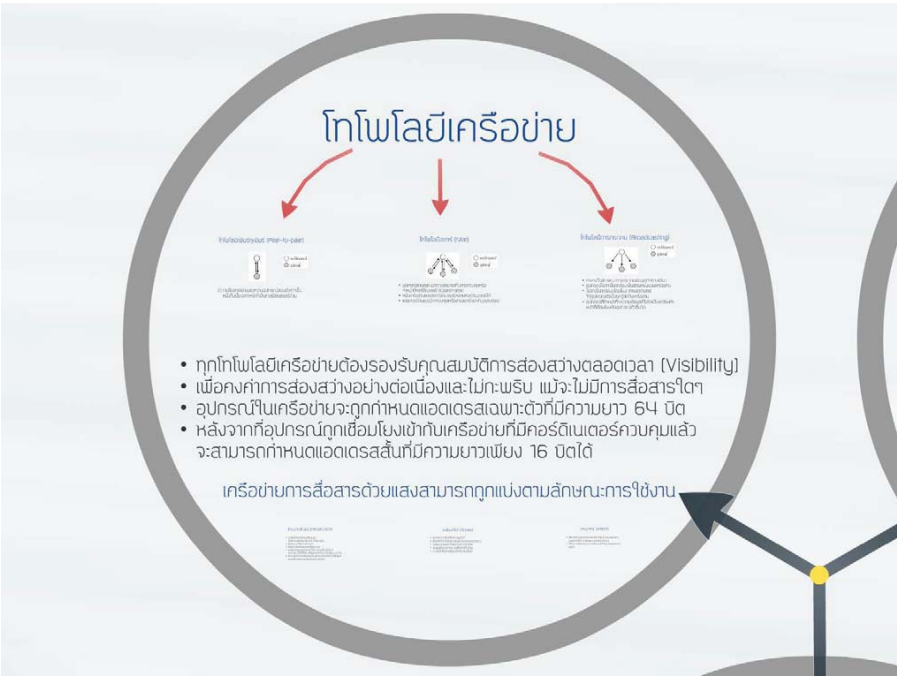
มาตรฐานการสื่
(Visible Light Beacon
ที่ว่าด้วยมาตรฐานการส
ด้านมัลติมีเดียด้วยแสง
อสารทิศทางเดียวผ่านด

General Description

ส่งข้อมูลโดยการกล้ำความเข้มของแหล่งกำเนิดแสง เช่นแอลอีดี (LEDs) และเลเซอร์ไดโอด (LDs) ที่มีความเร็วมากกว่าการรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงของตามนุษย์



คุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญ



ในมาตรฐานมีการกำหนดคุณลักษณะสำคัญดังนี้

ก) โทโพโลยีของเครือข่ายในรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลด้วยโทโพโลยี สตาร์ เพียร์ทูเพียร์ หรือการกระจาย
ข) การกำหนดแอดเดรสสั้น 16 บิต หรือยาว 64 บิต
ค) การกำหนดการเข้าถึงตัวกลางในลักษณะการกำหนดเวลาเข้าถึง หรือการกำหนดให้เข้าถึงแบบสุ่มที่มีกลไกป้องกันการชน
ง) โพรโทคอลการตอบกลับเมื่อได้รับข้อมูล เพื่อเสถียรภาพน่าเชื่อถือ
จ) การกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพ (Wavelength Quality Indication : WQI)
ฉ) รองรับการปรับค่าความสว่าง (Dimming Support)
ช) รองรับการมองเห็นได้ของแสง
ซ) รองรับการปรับเปลี่ยนสี และ
ฌ) รองรับความมีเสถียรภาพของสี

- ทุกโทโพโลยีเครือข่ายต้องรองรับคุณสมบัติการส่องสว่างตลอดเวลา (Visibility)
- เพื่อคงค่าการส่องสว่างอย่างต่อเนื่องและไม่กะพริบ แม้จะไม่มีการสื่อสารใดๆ
- อุปกรณ์ในเครือข่ายจะถูกกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัวที่มีความยาว 64 บิต
- หลังจากที่อุปกรณ์ถูกเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายที่มีคอร์ดิเนเตอร์ควบคุมแล้ว จะสามารถกำหนดแอดเดรสสั้นที่มีความยาวเพียง 16 บิตได้

เครือข่ายการสื่อสารด้วยแสงสามารถถูกแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

โครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure)

- ถูกติดตั้งในตำแหน่งที่แน่นอน ไม่สามารถเคลื่อนที่ย้ายไปตำแหน่งอื่น
- มีพลังงานใช้อย่างไม่จำกัด
- ไม่ถูกจำกัดด้านขนาดหรือรูปทรง
- แหล่งกำเนิดแสงสามารถให้ค่าความสว่างได้มาก สามารถนำไปใช้ในการสื่อสารได้ทั้งระยะใกล้และระยะไกล
- ความเร็วในการสื่อสารสามารถรองรับได้ทั้งการสื่อสารความเร็วต่ำและการสื่อสารความเร็วสูง

เคลื่อนที่ได้ (Mobile)

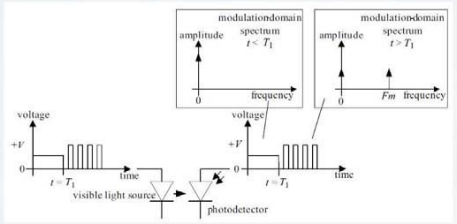
- อุปกรณ์จะไม่ถูกติดตั้งอยู่กับที่
- มีข้อจำกัดด้านพลังงานและขนาดของอุปกรณ์
- แหล่งกำเนิดแสงให้ความสว่างได้จำกัด
- ส่งผลต่อระยะทางการสื่อสารที่ไม่ไกล
- ความเร็วในการสื่อสารที่มีความเร็วต่ำ

ยานพาหนะ (Vehicle)

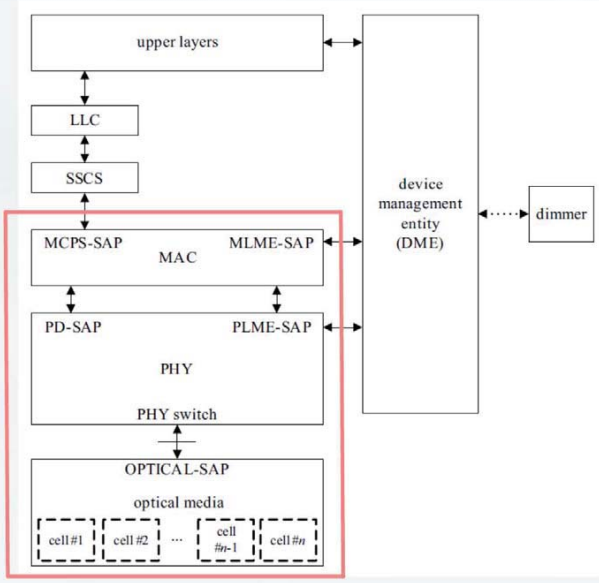
- มีข้อจำกัดอยู่ระหว่างกลางคือตำแหน่งของอุปกรณ์จะเคลื่อนที่ได้ แต่พลังงานยังคงจำกัดอยู่
- ใช้ในการสื่อสารระยะไกลที่ความเร็วในการสื่อสารไม่สูงนัก

MODULATION–DOMAIN SPECTRUM

สเปกตรัมในสภาวะการกล้ำสัญญาณ



- สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสภาวะปกติที่ไม่มีการกล้ำสัญญาณและสภาวะที่มีการกล้ำสัญญาณได้
- ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาที่ช่องทางการสื่อสารไม่ถูกใช้งานได้ (Clear Channel Assessment : CCA)

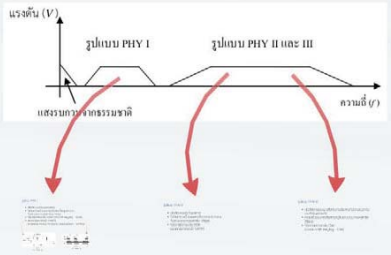


ARCHITECTURE

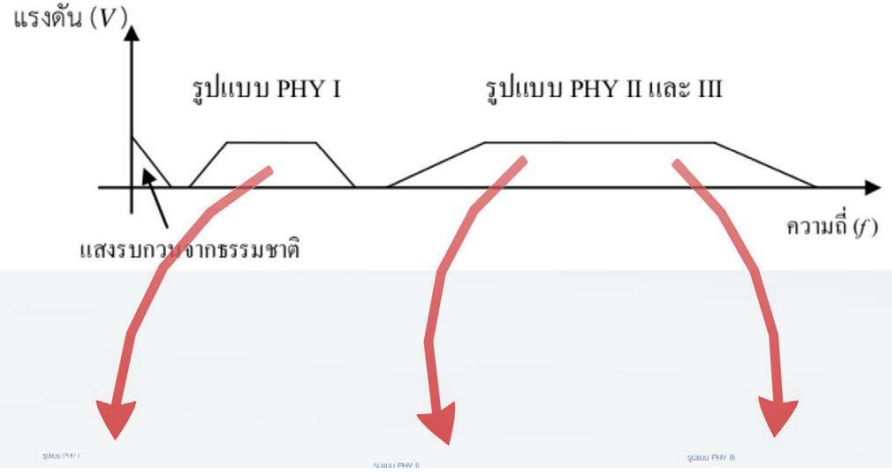
สถาปัตยกรรมของมาตรฐาน

ประกอบด้วย

- ชั้นฟิสิกคอล (Physical Layer : PHY) กำหนดมาตรฐานในส่วนประกอบของอุปกรณ์รับ–ส่งแสง และกลไกการควบคุมทางวงจรต่างๆ
- ชั้นแมก (Medium Access Control Layer : MAC)

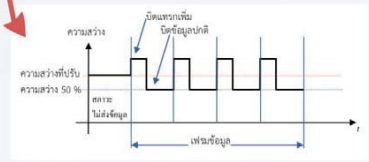


กำหนดมาตรฐานในส่วนประกอบของอุปกรณ์รับ–
ส่งแสง และกลไกการควบคุมทางวงจรต่างๆ
ชั้นแมก (Medium Access Control Layer : MAC)

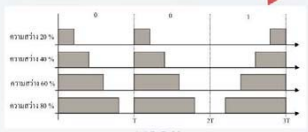


รูปแบบ PHY I

- เพื่อใช้งานภายนอกอาคาร
- ใช้กับความเร็วของการสื่อสารที่ไม่สูงมากนัก ในช่วงประมาณหลักร้อย Kbps
- ใช้เทคนิคการกล้ำ OOK (On-Off Keying : OOK)
- และเทคนิคการกล้ำ VPPM (Variable Pulse Position Modulation : VPPM)



OOK
(with dimming)



VPPM
(with dimming)

รูปแบบ PHY II

- เพื่อใช้งานภายในอาคาร
- ใช้กับความเร็วของการสื่อสารระดับกลาง ในช่วงประมาณหลักสิบ Mbps
- ใช้เทคนิคการกล้ำ OOK และเทคนิคการกล้ำ VPPM

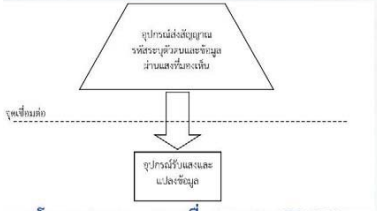
รูปแบบ PHY III

- เพื่อใช้การประยุกต์ใช้กับการสื่อสารที่มีจำนวนตัวรับและตัวส่งหลายตัว
- ความเร็วของการสื่อสารอยู่ในช่วงประมาณหลักสิบ Mbps
- ใช้เทคนิคการกล้ำ CSK (Color-Shift Keying : CSK)

CP1223

มาตรฐานการสื่อสารทางแสงแบบไร้สาย CP1223
(Visible Light Beacon System for Multimedia Applications)

ที่ว่าด้วยมาตรฐานการส่งรหัสระบุตัวตนหรือข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ด้านมัลติมีเดียด้วยแสงที่มองเห็นซึ่งมาตรฐานระบบนี้มีรูปแบบการสื่อสารทิศทางเดียวผ่านตัวกลางแสงที่มองเห็น



โมเดลมาตรฐานการสื่อสารแสง CP1223

เฟรมข้อมูลตามมาตรฐาน CP1223

แดลมาตรฐานการสื่อสารแสง CP1223

ระนาบรหัสระบุตัวตน	ระนาบข้อมูล
ชั้นที่3 : รหัสระบุตัวตน	ชั้นที่3 : ข้อมูล
ชั้นที่2 : ชั้นเฟรม	
ชั้นที่1 : ชั้นฟิสิกคอล	

โมเดลการสื่อสารข้อมูล

การกำหนดโปรโ
มีการกำหนดสอง

การกำหนดโปรโตคอลตามมาตรฐาน CP1223
มีการกำหนดสองชั้นคือชั้นฟิสิกคอลและชั้นเฟรม

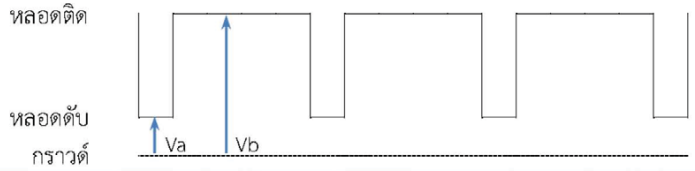
ชั้นฟิสิกคอลมีการกำหนดความยาวคลื่นแสงที่ใช้
ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 380 nm – 780 nm
ความเร็วในการสื่อสาร 4.8 kbps
ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 เปอร์เซนต์

เฟรมข้อมูลตามมาตรฐาน CP1223

ใช้เทคนิคการมอดูเลตแบบอินเวิร์ต 4 ตำแหน่งพัลส์

(Inverted 4 Pulse Position Modulation, I-4PPM)

ข้อมูล	0		0		0		1		1		0		1		1	
สัญญาณอินเวิร์ต 4 ตำแหน่งพัลส์	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1



ฐาน CP1223
อลและชั้นเฟรม

าวคลื่นแสงที่ใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การผลักดันให้มีเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อใช้งาน เป็นแนวทางที่สำคัญแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศไทย

การสื่อสารทางแสงยังมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานในสถานการณ์ฉุกเฉินที่เกิดภัยพิบัติ

สามารถพัฒนาให้เป็นเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ

ลดข้อกังวลในด้านสุขภาพของประชาชนจากภาวะมลภาวะทางคลื่นความถี่

ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223

ดร.คฑา จารุวงศ์รังสี*, ผศ.เพชร นันทิวัฒนา**,
อ.เติมพงศ์ ศรีเทศ**, รศ.ดร.ปรีชา กอเจริญ**

*ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

email: kata.jaruwongrungsee@nectec.or.th
petch.na@spu.ac.th

SPU SRIPATUM UNIVERSITY MEMS Nanoelectronics & MEMS Lab NECTEC a member of NSTDA

Visible Light Communication (VLC) ?

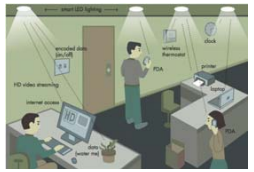
การส่องสว่าง + ข้อมูล

จุดประสงค์หลัก "เพื่อให้ความสว่าง"
เพิ่มมูลค่าด้วยการ "สื่อสารข้อมูล"

Example of VLC Applications

Indoor Broadband with VLC

Indoor broadband broadcasting in Hospital / Supermarket / University / Office



Source: Boston University

Source: Oxford University (OMEGA project)

Super market promotion via VLC

The product information is acquired by the visible light receiver on the shopping cart.

Prototype presented by NEC and Matsushita Electric Works

Traffic Communications

Source: Hoa Le Minh and Zabih Ghassemlooy, Visible Light Communications, Optical Communications Research Group (OCRG), Northumbria University.

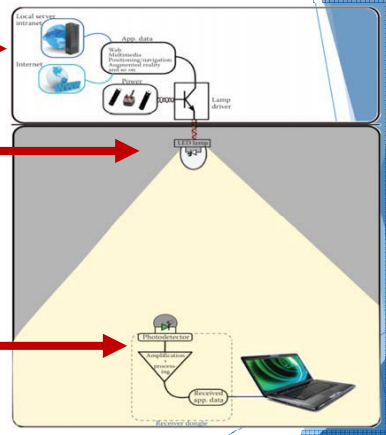
An illustration of the VLC concept

(What you need to know to build a simple VLC system)

VLC SIGNAL GENERATOR
(with some STANDARD)
& DRIVER

LIGHT SOURCE

VLC SIGNAL RECEIVER
& SIGNAL PROCESSING

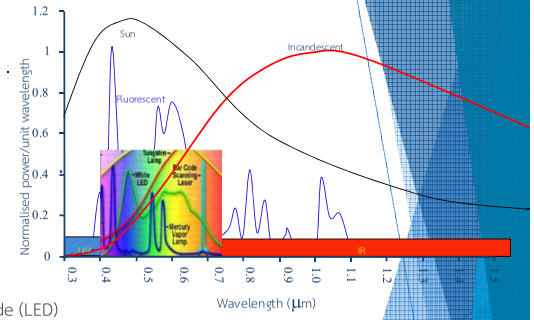


This is for the downlink only, and a parallel similar system is needed for the uplink.

Prof. Brandt-Pearce, Optical Wireless Communications,Lecture 4 Visible Light Communications.

Type of Light Source

- Incandescent bulb
  - First industrial light source
  - 5% light, 95% heat
  - Few thousand hours of life
- Fluorescent lamp
  - White light
  - 25% light
  - 10,000s hours
- Solid-state light emitting diode (LED)
  - Compact
  - 50% light
  - More than 50,000 hours lifespan



Source: Hoa Le Minh and Zabih Ghassemlooy, Visible Light Communications, Optical Communications Research Group (OCRG), Northumbria University.

"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

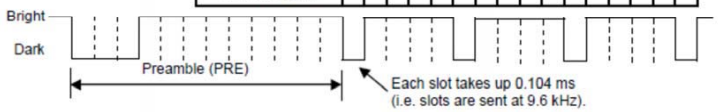
CP1223 standard

- One of the most popular VLC standard announced by "Standard of Japan Electronics and Information Technology Industries Association".

Data rate: 4.8[Kb/s]

Method of transmission: I-4PPM (inverted 4-slot pulse-position modulation)

Data (LSB First)	00	01	10	11
I-4PPM signal	1 0 0 0	0 1 0 0	0 0 1 0	0 0 0 1



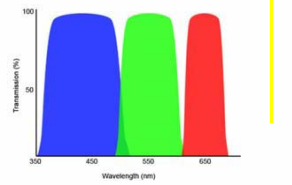
Frame configuration:

SOF (Start of Frame)		Payload	EOF (End of Frame)
PRE (6 bits)	F-TYPE (8 bits)	ID/DATA (128 bits)	CRC-16 (16 bits)

"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

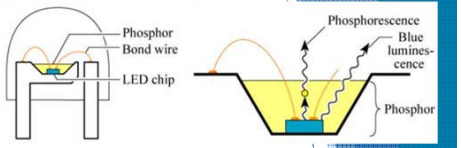
White Light LED

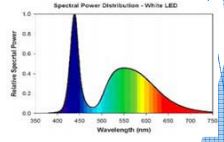
RGB LED



Well-known technology, limited use, problem with balancing each R, G, B component to create white light

Blue LED + Phosphor





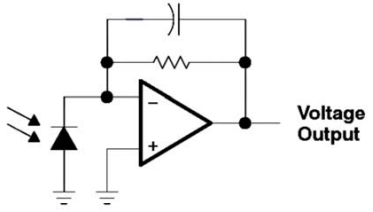
Popular for today general lighting, efficient and cheap

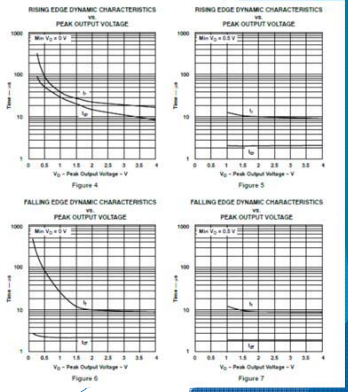
Source: Hoa Le Minh and Zabih Ghassemlooy, Visible Light Communications, Optical Communications Research Group (OCRG), Northumbria University.

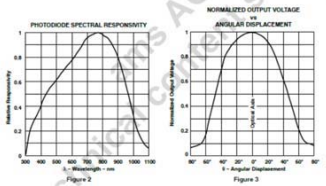
"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

Receiver

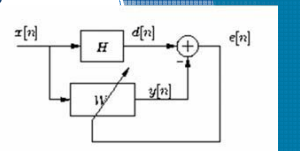
- Generally used Photodiode as a signal receiving device







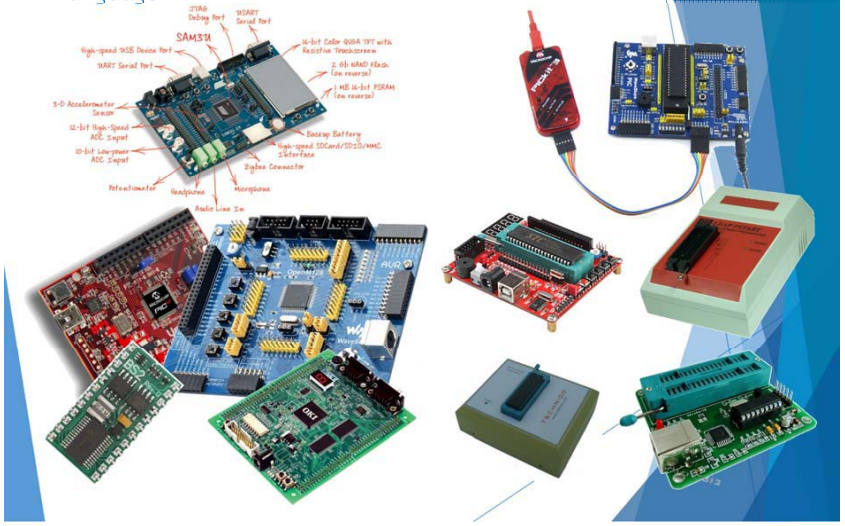
Signal Processing



- Optical and electrical filtering:
  - Block out-of-band background light
  - Remove electrical harmonics
- Equalization required:
  - Bandwidth limited by LED response and by multipath
  - Types of equalizers:
    - FIR filters, adapted using an LMS algorithm
    - Decision-feedback equalizer
    - MLSE – very complex
- Remove multiuser interference

Prof. Brandt-Pearce, Optical Wireless Communications,Lecture 4 Visible Light Communications.

Various versions of Board, Programmer and Programming Language

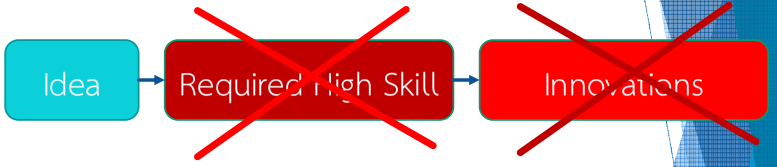


Microcontroller Families & Manufacturers

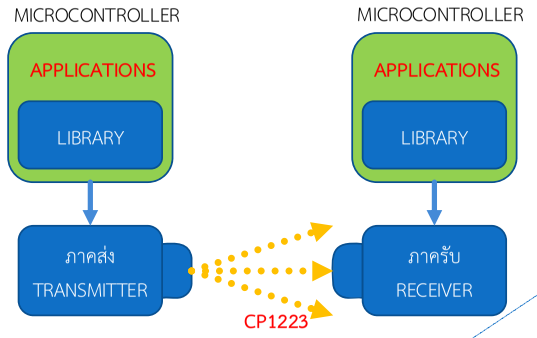
- 8051: (multiple manufacturers)
- Atmel: AT and AVR
- Microchip: PIC
- ARM: (multiple manufacturers)
- Cypress Semiconductor: PSoc
- Intel
- Parallax: Basic stamp
- etc.

*ref: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_common_microcontrollers

ที่มาของการพัฒนาชุดพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลผ่านแสงส่องสว่างที่สามารถเข้าใจและพัฒนาได้ง่าย



องค์ประกอบของชุดพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลผ่านแสงส่องสว่างบนมาตราฐาน CP-1223



History

"Arduino is more than a business, it's a worldwide movement dedicated to education, electronics, programming, making... for everyone."

- Founded by **Massimo Banzi** and **David Cuartielles** in 2005
- Based on "Wiring Platform", which dates to 2003

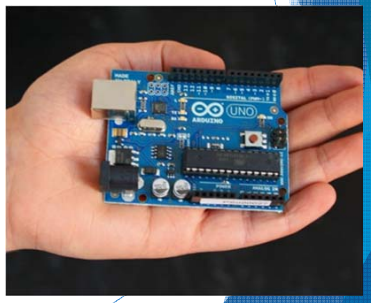
Arduino?

- *"Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments."* (www.arduino.cc)

What is Arduino Not?

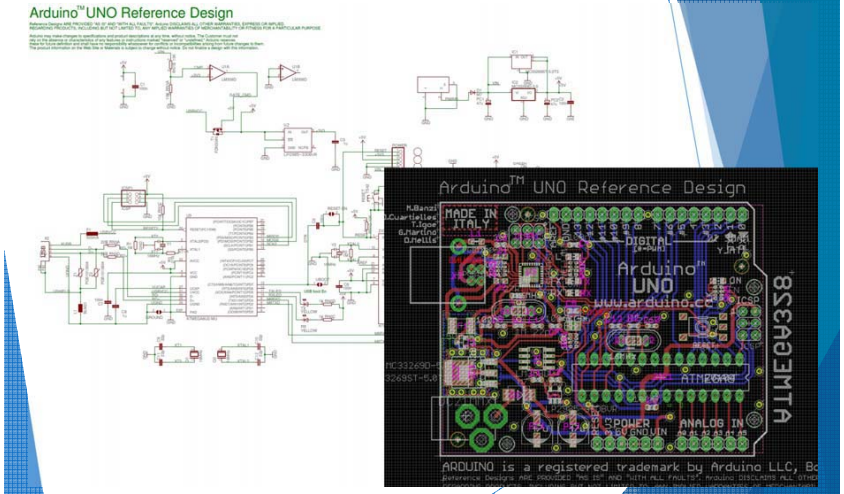
- It is not a chip (IC)
- It is not a board (PCB)
- It is not a company or a manufacturer
- It is not a programming language
- It is not a computer architecture

(But it is involves to all these)



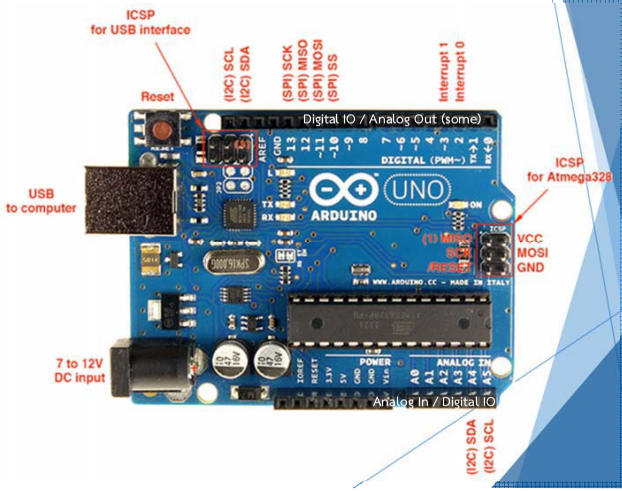
Ref: Thomas E. Murphy, University of Maryland

Open-source Hardware?



Arduino UNO I/O

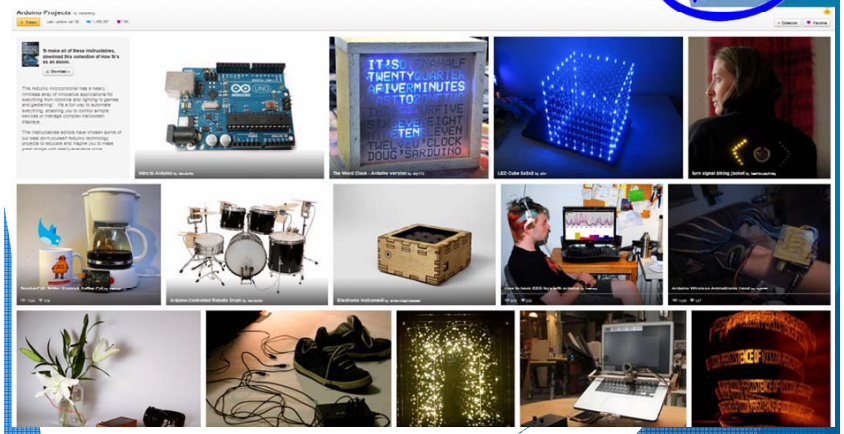
- http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno



"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

Open Source Arduino Project

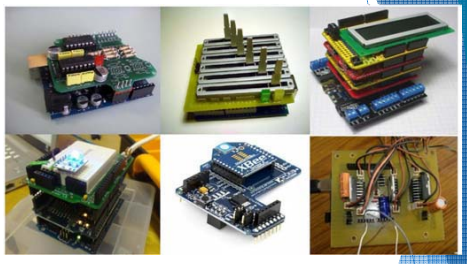
- http://www.instructables.com/id/Arduino-Projects/

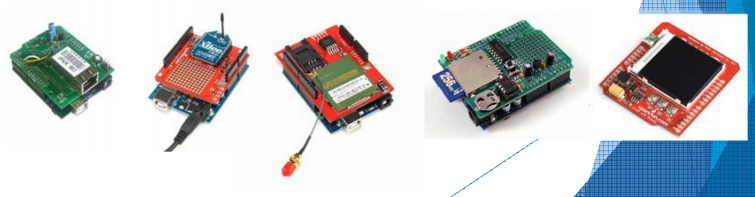


"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

Arduino Shield & Module

- TFT Touch Screen
- Data logger
- Motor/Servo shield
- Ethernet shield
- Audio wave shield
- Cellular/GSM shield
- WiFi shield
- Proto-shield
- ...many more



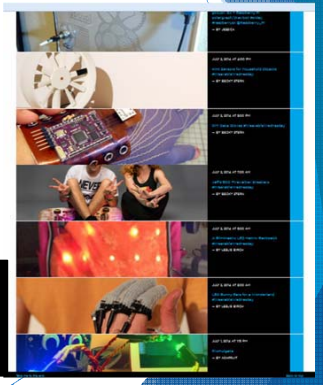


"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

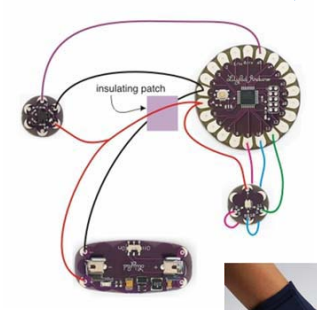
Open Source Arduino Project

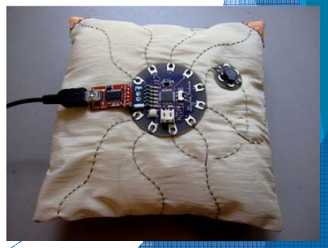
- http://makezine.com/category/arduino/

- http://www.adafruit.com

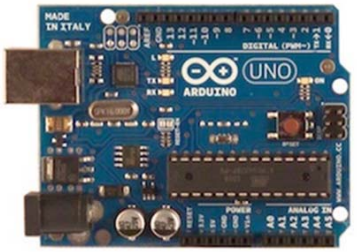


Wearable Arduino (LilyPad)

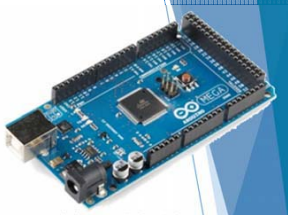




Arduino Boards

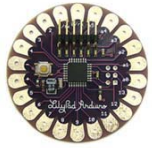


Arduino UNO



Arduino MEGA 2560

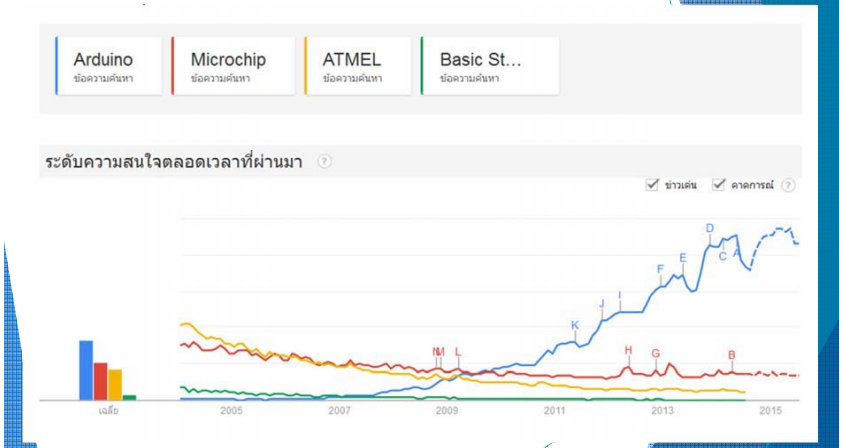
Arduino Pro mini



Arduino Lily Pad

Arduino Pro

Today, Microcontroller Technology

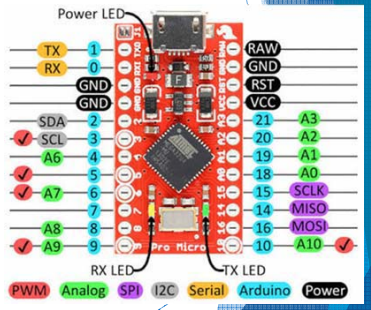


*ref: Google Trend

Arduino Pro Micro (mini Leonardo board)

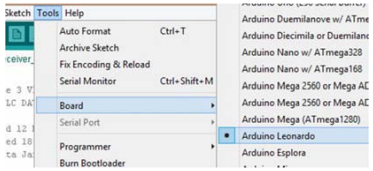
The MCU board used in VLC-CP1223 DEV BOARD

- The Sparkfun® original board, based on Arduino Leonardo Board.

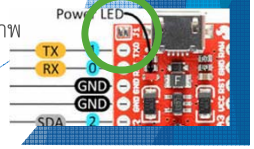


REMARK! for Pro Micro/Leonardo Arduino Board

- การโปรแกรมบอร์ด Pro Micro จะเลือกโปรแกรมด้วยบอร์ด Arduino Leonardo



- LED ที่สามารถควบคุมได้บนบอร์ด อยู่ที่ตำแหน่งขา 17 (RX LED)
- การ RESET บอร์ด ด้วยขา RESET จะใช้เวลา Reboot ประมาณ 8 วินาที
- บอร์ด Pro Micro มี 2 รุ่นคือ 5V 16MHz, และ 3.3V 8MHz ในกรณีที่ใช้รุ่น 5V 16MHz ต้องทำการเชื่อมต่อวงจรตามภาพ เพื่อให้แรงดันเลี้ยงวงจรจากพอร์ต USB เข้าสู่วงจรเต็ม 5V

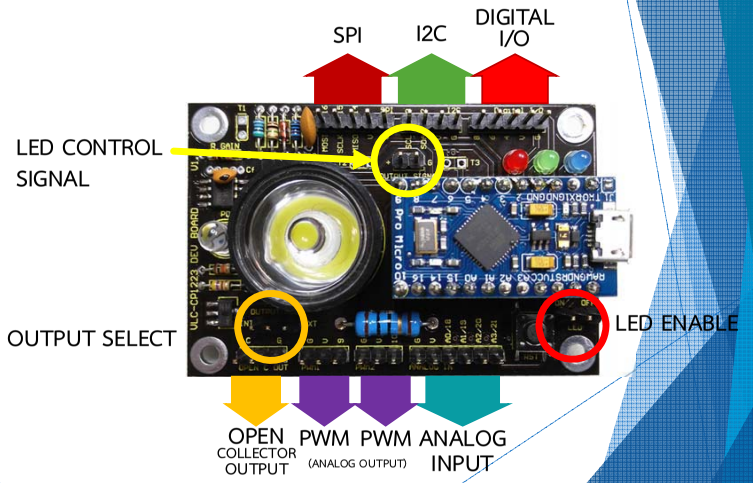


"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

VLC-CP1223 DEV BOARD V1.0

"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

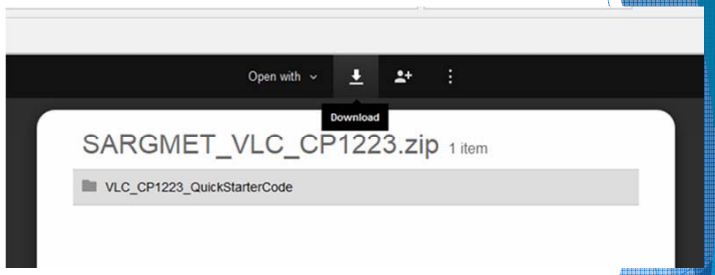
VLC-CP1223 DEV BOARD V1.0



"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 ดร.ทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

Download Library

bit.ly/1JJSmnK



Currently version: 1.0.2 (DEMO version)

Please ask for the update from

Dr.Piya (NPRU), Dr.Preecha (SARGMET, SPU)

Basic Command (DEMO-version)

```
//FUNCTION FOR VLC TRANSMITTER ========================================
  startVLC_OUT( PIN_X );  << SET VLC_OUT PIN = PIN_X (default 5);
  setupMessage( (1byte)FTYPE , (string 16 byte)PAYLOAD );
                          << SETUP MESSAGE TO TRANSMIT
                             *** after setupMessage, you should transmit a multiple-number of data
                             before doing the next setupMessage command
  transmitALL();          << TRANSMIT  PREPARED DATA 1 TIME
                             generally used with LOOP statement to transmit a multiple-number of data
  printPAYLOAD();     << Print Data for debuging to default serialport

//FUNCTION FOR VLC RECEIVER ========================================
  startVLC_IN( PIN_X );  << SET VLC_IN PIN = PIN_X (default 7);
  VLCread()              << DETECT VLC SIGNAL (RETURN 1 = OK, 0 = FAIL)
                            DATA DETECTED KEEPIN byte VARIABLE "PAYLOAD_IN[0-17]"
                            PAYLOAD_IN[0] = FTYPE          (1 Byte)
                            PAYLOAD_IN[1-17] = MESSAGE   (16 Byte)
  FTYPRE_IN              << DETECTED FTYPE, ID
  printMESSAGE_IN();  << Print Message (ID+Message) to default serialport
  printALLdata_IN();     << Print Data for debuging to default serialport
```

"ชุดพัฒนาระบบสื่อสารด้วยแสงสว่าง ตามมาตรฐาน CP1223" ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 28-29 มกราคม 2016 คทา จารุวงศ์รังสี (NECTEC)

So, What is your VLC project

?

Q&A

Thanks you for your attention

kata.jaruwongrungsee@nectec.or.th, petch.na@spu.ac.th

Potentials of deploying a VLC technology in the market

Shinichiro Haruyama
Graduate School of System Design and Management
Keio University

August 2, 2016
VLC Seminar
Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand

Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

1. Visible light communication

Why visible light communication is becoming one of the hot topics of personal-area network communication?

Because:

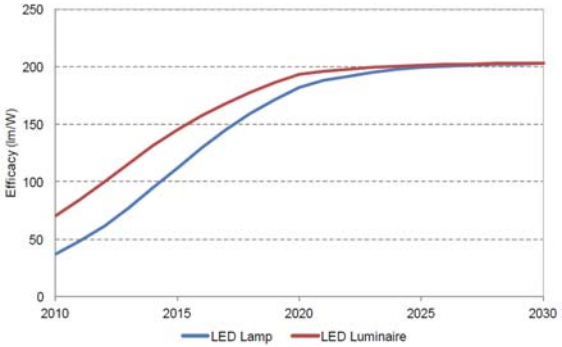
- White LEDs have been widely used
- Visible light communication technology is an enabler of new services

Why white LEDs have been widely used?

Because:

- LED lights have higher luminous efficacy than other light sources.
- LED lights have long lifetime.
- The price of LED lights is dropping due to mass production effect.

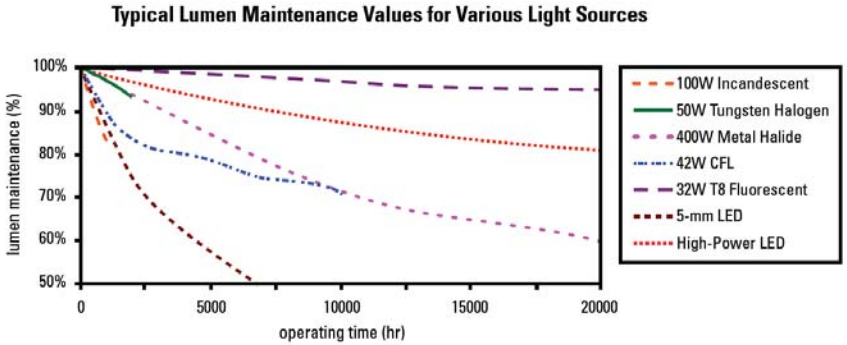
LED lights have higher luminous efficacy



Source: US Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, Building Technologies Program, "Energy Savings Potential of Solid-State Lighting in General Illumination Applications", January 2012

Currently the luminous efficacy of LED lamps and luminaires is around 100 lm/W (lumens per Watt), and expected to reach 200 lm/W around 2025, which is much higher than incandescent lamps (around 20 lm/W) and fluorescent lights (around 100 lm/W).

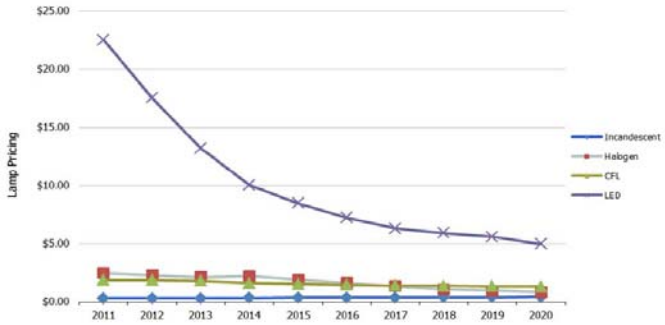
LED lights have long lifetime



Source: Adapted from Bullough, JD. 2003. *Lighting Answers: LED Lighting Systems.* Troy, NY. National Lighting Product Information Program, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute.

LED lamps typically have a lifetime of 40,000 hours, which is 40 times longer than incandescent lamps.

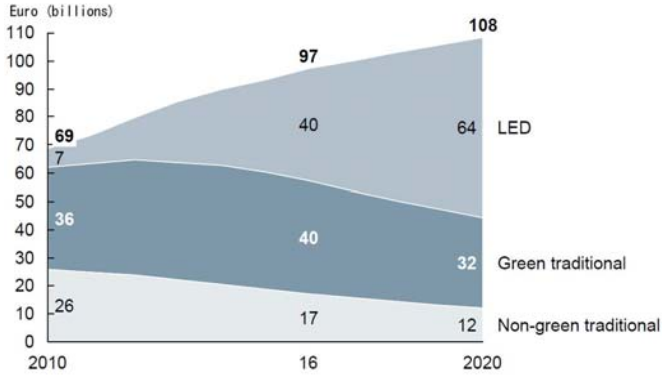
Price of LED lights is dropping due to mass production effect



Source: Philip Smallwood, "Global 60W Replacement Lamp Market", LED Lighting Evolution Conference, Boston, Massachusetts, USA, June 2012

The price of a 60 Watt LED light is expected to drop to US $5 in 2020.

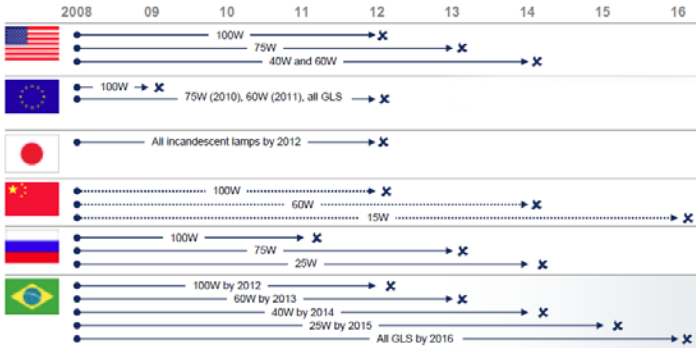
As a result, LED lights are gaining a larger share



Source: McKinsey & Company, "Lighting the way: Perspectives on the global lighting market", 2nd Edition, August 2012

The share of LED lights will become 64 percent of the global lighting product market in 2020.

Governments in many countries are starting to ban inefficient lighting technologies



Source: McKinsey & Company, "Lighting the way: Perspectives on the global lighting market", 2nd Edition, August 2012

Countries such as USA, EU, Japan, China, Russia, and Brazil started to ban 100 Watt incandescent lamps by the end of 2012, and they will ban many of incandescent lamps by 2016.

There is one more reason why visible light communication is becoming one of the hot topics of personal-area network communication:

Because:

- Visible light communication technology is an enabler of new services

  There are unique characteristics of VLC which enables many useful VLC applications and services.

Characteristics of Visible Light Communication:

A. LED lights will be used everywhere

B. Easy detection of the direction of a VLC transmitter

C. Visible light communication signal is not affected by electro-magnetic noise

A: LED lights will be used everywhere

Many light sources such as electric lights, automobile head/rear lamps, traffic lights, indicator lamps, etc. are now being replaced by LED lights. If LED lights can transmit data in addition to emitting visible lights, they can be used as pervasive communication equipments.

B: Easy detection of the direction of a VLC transmitter

If an image sensor is used, the direction of a VLC transmitter can be detected accurately.

C: Visible light communication signal is not affected by electro-magnetic noise

Electro-magnetic noise prevents high-quality communication for radio-based wireless communication, but VLC

Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

Types of Transmitter Devices

-Visible light LED

LED light LED traffic light Car headlight

LED light intensity is modulated by controlling its current.

Types of Receiver devices

-PIN photo diode

-high speed reception up to 1Gbps

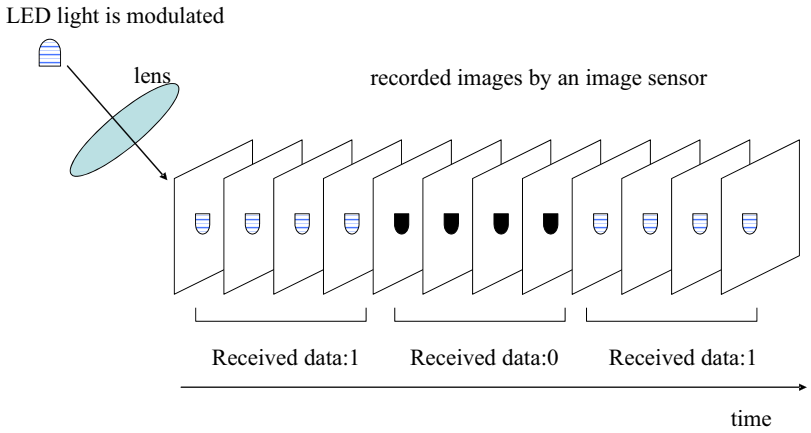
-Avalanche photo diode

-more sensitive reception than PIN photo diode

-Image sensor

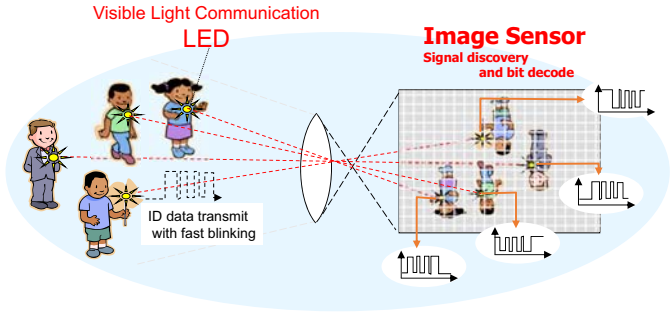
-simultaneous image acquisition and data reception

Image sensor communication



Camera (receiver) continuously takes images of a scene with an LED light and a receiver detects the optical intensity at a pixel where the LED light is focused on.

Image sensor communication(continued)



Even if multiple visible light sources send data simultaneously, an image sensor is able to receive and demodulate all the data simultaneously without any interference between them.

Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

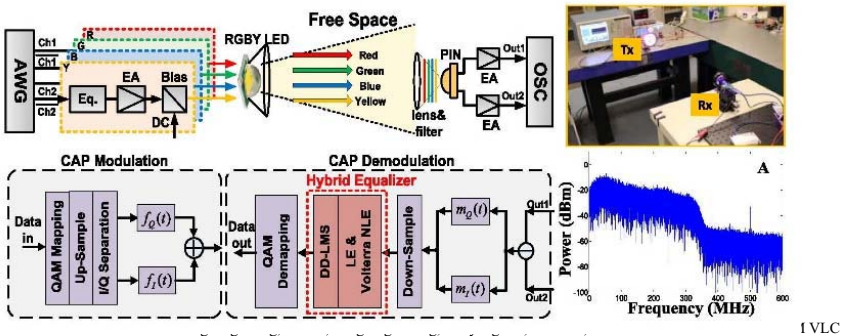
Applications of VLC

- Application examples using photo diode
- Application examples using image sensor

- Application examples using photo diode

Using a photo diode as a receiver, it is possible to have high-speed data transmission using VLC. Some research results show that the speed can be several Giga bits per second.

Example of multi Giga bits per second transmission using VLC



1 VLC System Employing High-Order CAP Modulation and Hybrid Post Equalizer", IEEE Photonics Journal (Volume:7 , Issue: 6 , 2015) (affiliation: Fudan University)

Wang et al. achieved 8 Gbps using 4 wavelengths of visible light at a distance of 1 meter.

- Application examples using image sensor

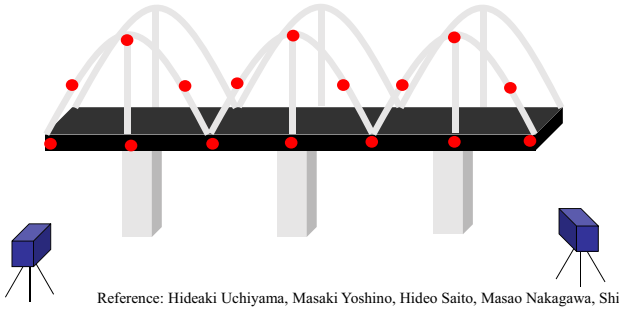
A unique thing about visible light communication is that it can not only receive data, but also detect an accurate direction of incoming light when an image sensor is used as a receiver.
This makes it possible to calculate a very accurate position, that can be used for various applications such as advertisement, augmented reality, survey, etc.

- Application examples using image sensor

① Three dimensional position measuring system using VLC
② Accurate position detection for robot control
③ Lighthouse communication using VLC
④ Application of VLC to Intelligent Transport System
⑤ Drone Monitoring
⑥ Image Sensor Communication using Smartphone camera and color coding
⑦ Image Sensor Communication using Smartphone camera and digital signage

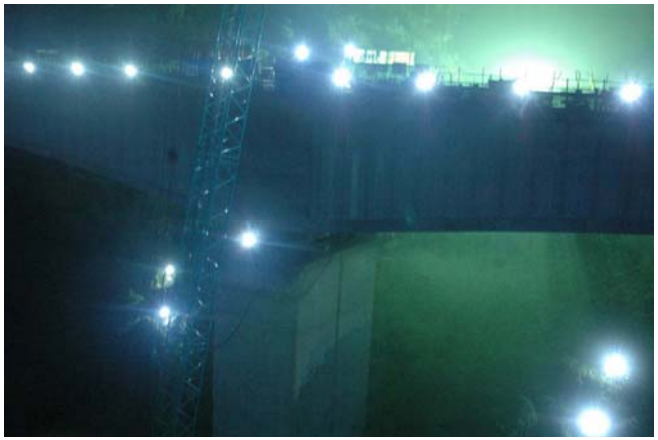
① Three dimensional position measuring system using visible light communication

Keio University and Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd. Developed a new technology for measuring three dimensional position of objects. Objects can be measured by receiving and detecting the direction of visible light signal with an image sensor.



Reference: Hideaki Uchiyama, Masaki Yoshino, Hideo Saito, Masao Nakagawa, Shinichiro Haruyama, Takao Kakehashi, Naoki Nagamoto, "Photogrammetric System using Visible Light Communication", 34th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Orlando, Florida, USA, November 2008

Example of three dimensional position measuring system using visible light communication



LED lights attached to a highway bridge under construction in Japan

When an object in located in the 40 meter by 40 meter area, this technology is able to measure three-dimensional position of the object in several millimeter accuracy.

Movie of LED lights attached to a bridge

Three-dimensional positions of LEDs attached to a bridge are unknown, while three-dimensional positions of LEDs attached to the ground are pre-measured and known.

Movie of LED lights attached to a bridge at night

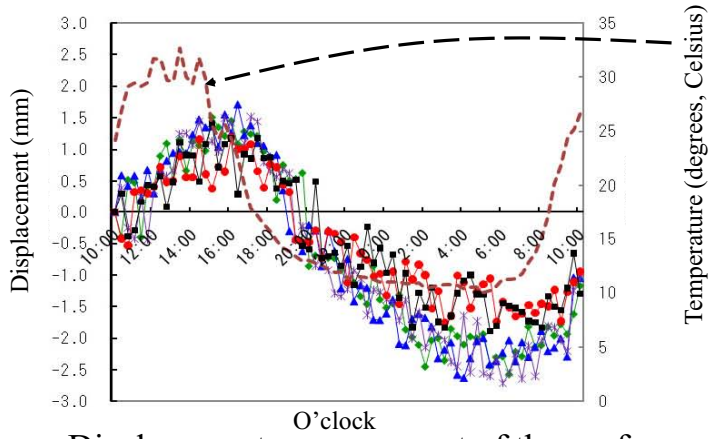
Each LED light transmits unique ID number

Another example of three dimensional position measuring system using visible light communication

The technology is applied to measure the displacement which is caused by the increase of temperature of the aluminum dome roof due to the sunshine in the daytime. 12 LED lightings were attached to the roof. We were able to do automatic measurement of every 20 minutes for 24 hours and confirm the displacement of several millimeters.

Reference: Mikami, Kakehashi, Nagamoto, Nakagome, Taketomi, "Three dimensional position measurement system using visible light communication ", Reports of Technical Research and Development Center of Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd, No.9, pp. 79 – 84, October 2011

Another example of three dimensional position measuring system using visible light communication



Displacement measurement of the roof

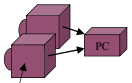
② Accurate position detection for robot control

Keio University and NEC developed a new robot control system with a very accurate position detection.

LED lighting with a transmitter
Position data is transmitted from visible light LEDs

A robot with two image sensors calculates its three-dimensional position in real time.

High resolution image sensor detects accurate direction of incoming light sources

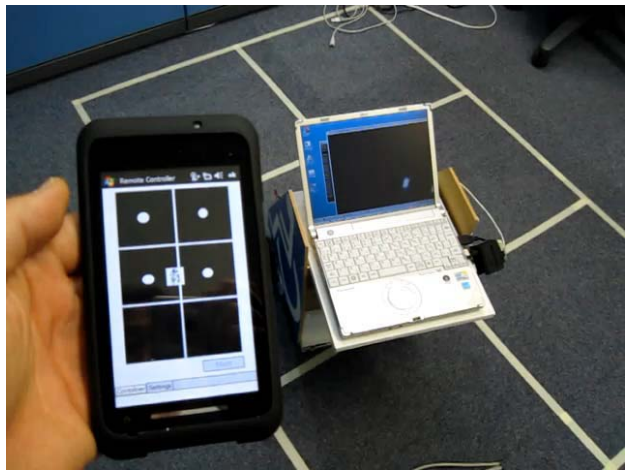


PC calculates three-dimensional position

High speed image sensor demodulates data sent from LED lightings

Reference: Toshiya Tanaka, Shinichiro Haruyama, "New Position Detection Method using Image Sensor and Visible Light LEDs", The 2009 2nd International Conference on Machine Vision (ICMV 2009), Dubai/United Arab Emirates, December 2009

Accurate position detection of a transmitter or a receiver



A user sends a destination position from a smartphone to a robot and a robot autonomously moves to the destination position by measuring its own three-dimensional position using data from LED lights.

③ Lighthouse communication by Visible Light Communication

Maritime Safety Agency Research Center of the Japan Coast Guard requested VLCA (Visible Light Communications Association) to do research about visible light communication using lighthouse or buoy lights, and VLCA member companies (Casio Computer Co., Ltd., NEC, and Toshiba) did the experiments.

Lighthouse communication using visible light communication

LED light in a photograph image

LED light for a buoy

LED light attached to a buoy

Received image and data

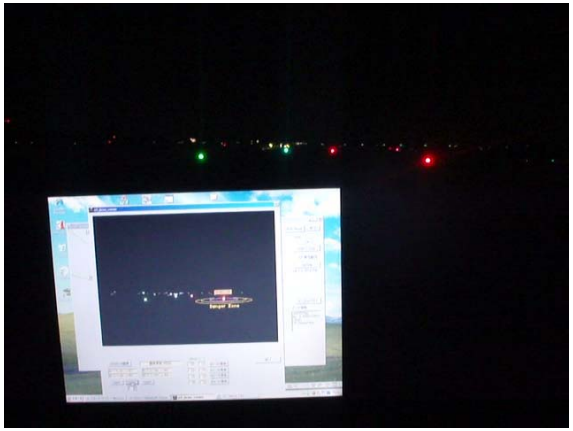
1300 kilo bits per second
2780 frames of pictures per second

Casio Computer Co., Ltd.

The purpose of this project is to develop a new technology that enables the visible light communication using visible light from lighthouses and buoys. An image sensor of a camera on a boat demodulates the incoming data from lighthouses and buoys and displays its content on a display monitor.

Lighthouse visible light communication

Use of AR(Augmented Reality) to show the visible light message in a real picture

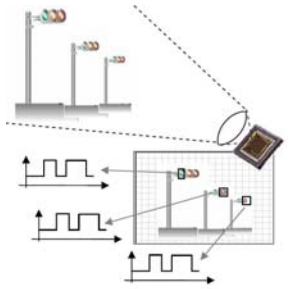


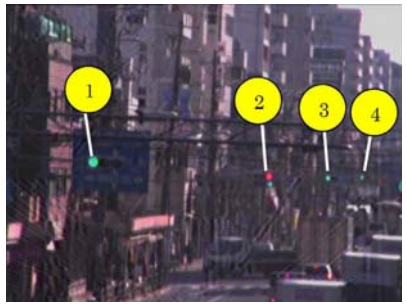
Experiment in 2014

④ Application of VLC to ITS (Intelligent Transport System)

System with LED traffic light transmitter and image sensor receiver

by VLCA (Visible Light Communications Association, Japan) and
The Japan Traffic Management Technology Association



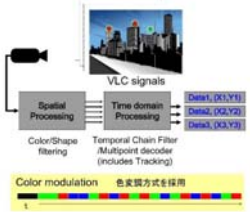


VLCA (Visible Light Communications Association), March 2010

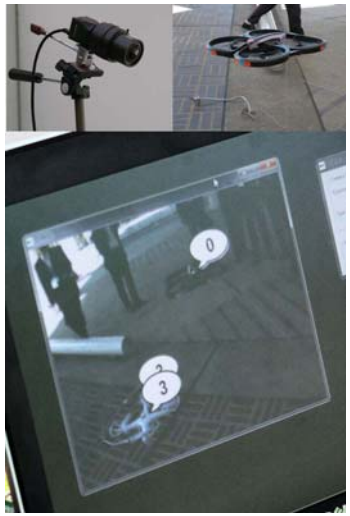
Data from multiple LED traffic lights are received by an image sensor receiver.

⑤ Drone Monitoring

Casio Computer Co., Ltd. proposed a drone monitoring system in 2015. Each drone is equipped with an LED that transmits a unique ID. A camera is able to distinguish multiple drones as shown in the photo on the right. The system uses color modulation and demodulation as shown below. The system is able to distinguish up to 50 different drones.



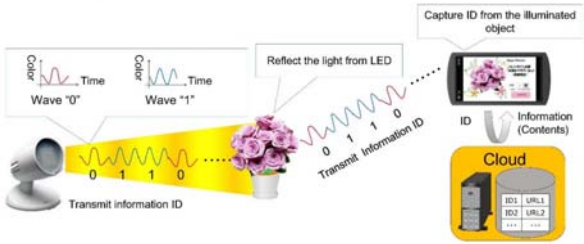
Drawing from a poster of Casio Computer Co., Ltd. at ICEVLC on October 26, 2015, Keio University, Japan.



Prototype demonstration at ICEVLC on October 26, 2015, Keio University, Japan.
Photo from Nikkei Technology Online, October 29, 2015

⑥ Image Sensor Communication using Smartphone camera and color coding

Fujitsu Laboratories Ltd. has developed technology to embed ID information in light, which is cast on the identified object, and recover the ID in the reflection cast back from it using image processing technology. The technology uses color coding and a smartphone camera receives the color code and decodes it. Even though the data rate is slow (about 10 bits per second) due to the limitation of a frame rate of a smartphone, human does not notice the flickering of light from an LED.



Drawing from Fujitsu at ICEVLC on October 26, 2015, Keio University, Japan

Fujitsu Laboratories Ltd.'s technology using color code

Reference: Kuraki, Kato, Tanaka, "Technology for LED Lighting with Embedded Information on Objects", Fujitsu Scientific & Technical Journal, Vol. 66, No. 5, pp. 88-93, September 2015

⑥ Image Sensor Communication using Smartphone camera and color coding (continued)

Fujitsu Laboratories Ltd.'s technology is especially useful for projection mapping technology, because modulation of the intensity of individual pixel of a display can be recognized by an image sensor.

Photo from Nikkei Technology Online, October 29, 2015

Demonstration of the prototype

⑦ Image Sensor Communication using Smartphone camera and digital signage (continued)

Panasonic Corporation announced a new image sensor communication using rolling shutter data reception technology. The technology is able to receive kilo bits of data per second using a conventional smartphone camera with rolling shutter mechanism.

Photo from Nikkei Technology Online, October 29, 2015

Prototype demonstration at ICEVLC in October, 2015

Reference:
Hideki Aoyama, Mitsuaki Oshima, "Line Scan Sampling for Visible Light Communication: Theory and Practice", IEEE International Conference on Communications 2015 (ICC 2015), 6682-6687, London, UK, 9 Jun. 2015
Hideki Aoyama, Mitsuaki Oshima, "Visible Light Communication Using a Conventional Image Sensor", 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2015), 109-114, Las Vegas, USA, 10 Jan. 2015

⑦ Image Sensor Communication using Smartphone camera and digital signage

The service using this technology will be offered by Panasonic at Tokyo Big Sight. The service will be offered in April 2016.

Drawing from Panasonic, 2015

Digital signage planned at Tokyo Big Sight that transmits data to smartphones.

Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

Market Opportunities

There are following market opportunities of VLC, where customers may want its unique capabilities which are not available now:

- Last Mile Connectivity
- Alternative Solution To Overburdened Rf Technology For Outdoor and Indoor Networking
- Wireless communication in noisy electromacnetic environment
- indoor positioning and monitoring
- Indoor navigation
- Advertisement
- Underwater communication

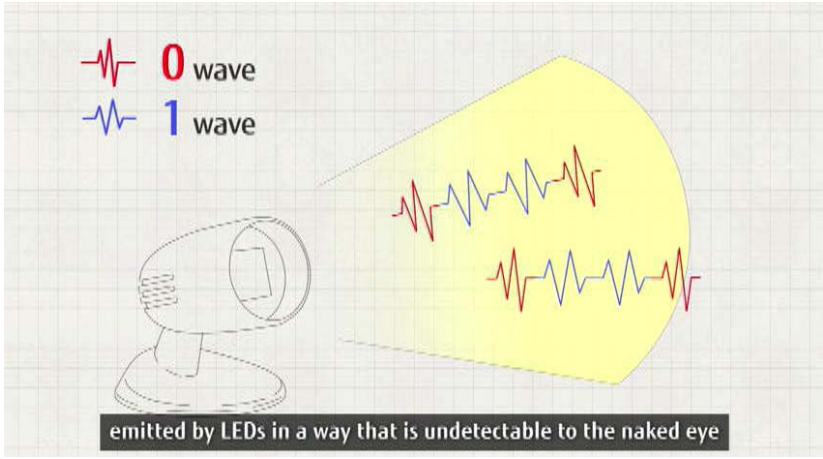
Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

Panasonic

Panasonic's visible light communication technology uses a smartphone to receive visible light ID from digital signage or LED. This technology is useful in crowded area where it can be difficult to access IDs

Fujitsu



Fujitsu Laboratories developed a technology that modulates the color of light emitted by LED lights in such a way as to be undetectable to the human eye.

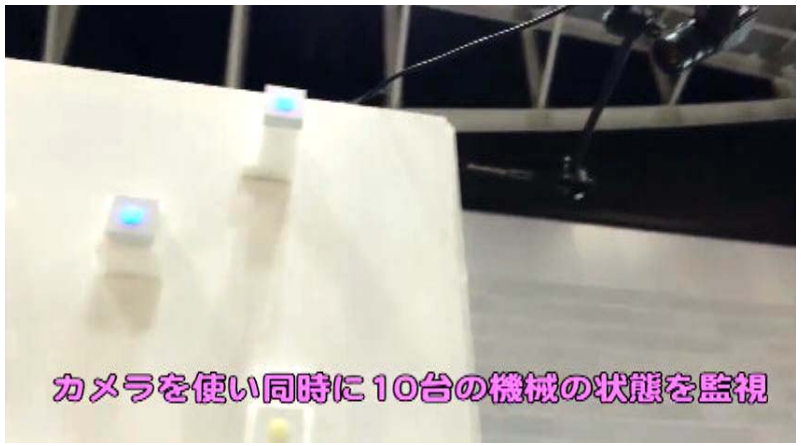
Phillips Lighting

Philips Lighting is using indoor-positioning technology for Carrefour grocery stores using visible light communications. The positioning accuracy is 30 centimeters. The technology can also detect the orientation of a smartphone.

Acuity/Bytelight

Acuity's Indoor Positioning using Bytelight VLC technology

CASIO



CASIO's visible light communication technology enables the monitoring of sensors in plant facilities using a security camera.

Sangikyo

Sangikyo an LED backhaul system that has a data rate of 600 Mbps at a distance of 50 meters, and 250 Mbps at a distance of 200 meters. It uses Fraunhofer (Germany) 's technology.

Outstanding Technology Corp.

Outstanding Technology Corp. has a visible light LAN system that is able to transmit data at a data rate of 20Mbps. This system is useful in the environment where there is a lot of electromagnetic noise such as factories, data centers, and power plants, etc.

Contents

1. Visible Light Communication (VLC)
2. Devices for VLC
3. Applications of VLC
4. Market Opportunities
5. Key Players
6. Visible light communication standard proposals

Visible light communication standard proposals

- IEEE802.15.7r1 Optical Camera Communication
- IEC TC-100 Visible Light Beacon System for Multimedia Applications

- IEEE802.15.7r1 Optical Camera Communication

IEEE 802.15 has formed a Study Group in 2014 to draft a Project Authorization Request (PAR) for an amendment to IEEE 802.15.7-2011 implementing Optical Camera Communications (OCC) enabling scalable data rate, positioning/localization, and message broadcasting, etc. using things like the flash, display and image sensor as the transmitting and receiving devices.

Slide of Bob Heile, Chair, IEEE 802.15

- IEC TC-100 Visible Light Beacon System for Multimedia Applications

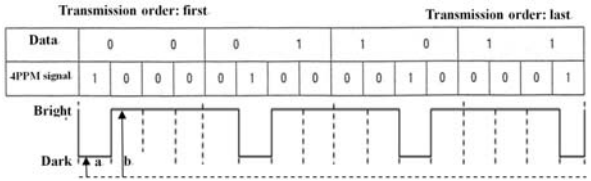
In June 2014, the new proposal was approved in order to start its discussion as IEC PT 62943, and experts from several countries are now discussing about its technical details.

Many of JEITA CP-1223 features were included in the IEC PT 62943.

IEC PT 62943
Visible Light Beacon System for Multimedia Applications

Physical layer

Optical wavelength:
380~780 nm.
Data rate:
4.8 kb/s with its tolerance of data rate shall be no more than 0.5%
Transmission system:
Inverted 4 Pulse Position Modulation (I-4PPM)



IEC PT 62943

Visible Light Beacon System for Multimedia Applications

There are some prototypes based on the proposed method:

Prototype 1: February 2012

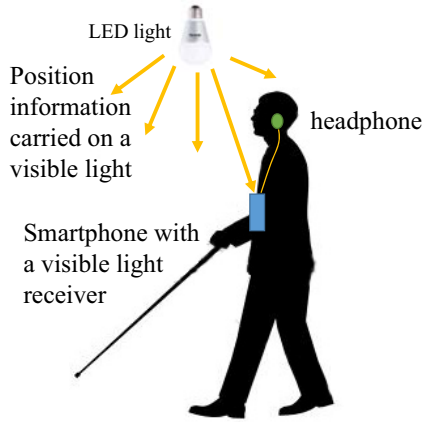
Visible Light Beacon System for indoor navigation for the visually impaired

Prototype 2: April 2013

Visible Light Beacon System for smartphone users indoor

Prototype 1: February 2012

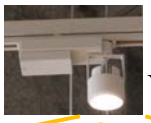
Visible Light Beacon System for indoor navigation for the visually impaired



Visible Light Beacon System detects the position of the visually impaired and sends audio sound of navigation information to him/her.

Prototype 2: April 2013

Visible Light Beacon System for smartphone users indoor



Visible light transmitter

Navigation for users

Management of customer flows

Location-dependent game

Visible Light Beacon System sends ID and a smartphone provides multimedia information to a user.

Conclusion

Thanks to the widespread use of LEDs, There are many market opportunities of VLC.

Especially, image sensor communication may be widely used in the near future for such applications as indoor positioning, advertisement, augmented reality.

การวิเคราะห์สิทธิบัตร
การส่องสว่างข้อมูล

ข้อมูลสิทธิบัตรโดย รังสิมา เพ็ชรเม็ดใหญ่

งานบริการความรู้และห้องสมุด

ฝ่ายบริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STKS) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

fppt.com

เทคโนโลยีเกี่ยวกับแสง (Photonics)

ยุคของการใช้แสงเพื่อกิจกรรมไอทีกำลังใกล้เข้ามามาก

ด้วยศักยภาพที่ทั้งเร็ว แรง ช่องสัญญาณกว้างขวาง

เริ่มตั้งแต่ชิปอุปกรณ์ แสงที่มาร่วมงานกับอิเล็กทรอนิกส์

การเชื่อมต่อสัญญาณทางแสง เครือข่ายโทรคมฯ

แสงชุมสายเชิงแสง (switching) ฯ

ซึ่งยังต้องท้าทายต่อการเปลี่ยนแปลงอีกมาก

ทั้งฮาร์ดแวร์ดังกล่าวรวมถึงซอร์ฟแวร์ที่จะเข้ามาจัดการ

LEDinside Market Intelligence

LEDinside : LED Lighting Market to Reach US$30.5 Billion in 2016 and Professional Lighting Markets to See Explosive Growth

The scale of the LED lighting market is growing steadily, according to *2016 Global LED Lighting Market Trends Report* by LEDinside, a division of TrendForce. LEDinside estimates that the scale of the LED lighting market will reach US$25.7 billion in 2015 and expand to US$30.5 billion in 2016. The penetration rate of LED lighting is also projected to climb from 31% in 2015 to 36% in 2016.

ข่าว : “ไลไฟ (LiFi) เร็วกว่าไวไฟ (WiFi) ร้อยเท่า”

- งานวิจัยของ ศ.ฮารอล ฮาสส์ **ใช้แสงเลเซอร์ (laser diode) มิใช่ แอลอีดีปกติทั่วไป** เป็นต้น
- รวมทั้งมีข้อจำกัดอีกมาก เช่น มีช่องทางการสื่อสารผ่านแสงส่อง สว่างกับเพียงกับสัญญาณขาลง (downlink) ส่วนขาขึ้น (uplink) ไม่ปรากฏ
- แนวทางที่เป็นไป ได้กับการใช้สัญญาณแสง จนกระทั่งผลงานขั้นสุดท้ายได้รับการวิพากษ์โดยทั่วไปว่า อาจออกมาในลักษณะ *“ของเล่น (Gadgets) เช่น โคมไฟ (แอลอีดีผสมเลเซอร์) พ่วงสายเคลื่อน ย้ายไม่ได้ เป็นจุดให้โหลดข้อมูลเล่นอินเทอร์เน็ตไม่สะดวก”*

การพัฒนาด้านอื่น ๆ

การสำรวจสืบค้น Visible Light Communication

สามารถสืบค้นได้จากเอกสารสิทธิบัตรของ
Thomson Innovation*
เพื่อให้ทราบถึงความก้าวหน้าของการวิจัยและอื่น ๆ
ในเรื่องนี้ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก
ที่มีการยื่นขอความคุ้มครองผลงานการประดิษฐ์คิดค้น

(www.thomsonreuters.com/Innovation)

วิธีการสืบค้น

การสืบค้นเอกสารสิทธิบัตร "**การส่องสว่างข้อมูล**" ดังกล่าว
มีรายละเอียดขั้นตอนจากระบบฐานข้อมูลสิทธิบัตร Thomson Innovation คือ

คำค้น:

ใช้คำค้นที่เป็นเอกลักษณ์ : *Visible Light Communication*

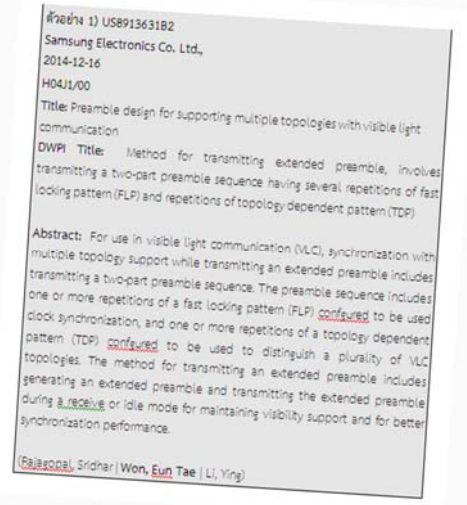
การจำกัดผลลัพธ์ด้วย : *หัวข้อ บทคัดย่อ และข้อถือสิทธิ – Title/Abstract/Claims*

ผลลัพธ์และการวิเคราะห์

จากการสำรวจ ณ เดือนเมษายน พ.ศ.2559
พบสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องผ่านการกลั่นกรองการซ้ำซ้อนแล้ว
1551 (DWPI) ชุดจากทั่วโลกทุกภาษาที่ระบบรองรับ

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (1)

- *อยู่ในกลุ่ม* ***Frequency-division multiplex systems*** ***หรือการผสมสัญญาณเชิงความถี่***
- ***ชื่อสิทธิบัตร : การออกแบบสัญญาณนำสำหรับสนับสนุนโครงสร้างหลากหลายด้วยการส่องสว่างข้อมูล***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"วิธีการ สำหรับการส่งสัญญาณภาคขยายของชุดพื้นฐาน รวมถึงการส่งสองขบวนสัญญาณด้วยการทำซ้ำของการตรวจจับรูปแบบ (FLP) และการทำซ้ำของรูปแบบเฉพาะ (TDP)"***
- เพื่อรองรับโครงสร้างที่มีจำนวนมากของภาคส่งหรือโคมหลอดได้ โดยที่วิธีการส่งสัญญาณนำส่วนที่ต่อยอดหรือการขยายผลระหว่างช่วงของการรับสัญญาณ หรือระหว่างรอ (idle) ก็เพื่อการรักษาระดับสัญญาณให้เกิดการเข้าจังหวะที่จะมีประสิทธิผลที่ดีมากขึ้นด้วย


ตัวอย่าง 1) US8913631B2
Samsung Electronics Co. Ltd.,
2014-12-16
H04J1/00
Title: Preamble design for supporting multiple topologies with visible light communication
DWPI Title: Method for transmitting extended preamble, involves transmitting a two-part preamble sequence having several repetitions of fast locking pattern (FLP) and repetitions of topology dependent pattern (TDP)
Abstract: For use in visible light communication (VLC), synchronization with multiple topology support while transmitting an extended preamble includes transmitting a two-part preamble sequence. The preamble sequence includes one or more repetitions of a fast locking pattern (FLP) configured to be used clock synchronization, and one or more repetitions of a topology dependent pattern (TDP) configured to be used to distinguish a plurality of VLC topologies. The method for transmitting an extended preamble includes generating an extended preamble and transmitting the extended preamble during a receive or idle mode for maintaining visibility support and for better synchronization performance.
(Rajagopal, Sridhar | Won, Eun Tae | Li, Ying)

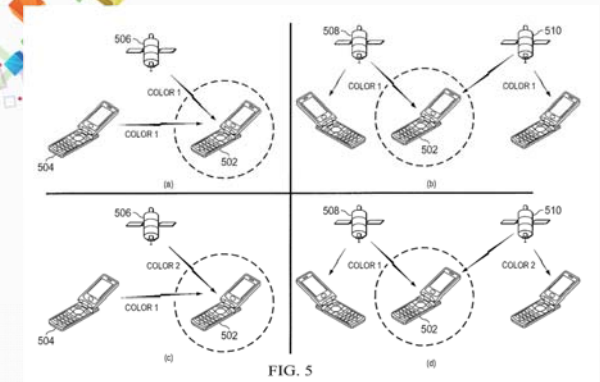


FIG. 5

การแทรกสอดรบกวนของแสง (light interference) ระหว่างการส่ง-รับของการ ส่องสว่างข้อมูล ทั้งอาจมาจากแสงรบกวนจากแหล่งกำเนิดอื่น ๆ และแสงแดด อันรวมถึงการ รบกวนกันเองในระบบเครือข่ายการสื่อสารด้วยแสงช่วงสีหรือสเปคตรัมที่มองเห็นได้

สรุปประเด็นจากข้อถือสิทธิ ตัวอย่าง 1) US8913631B2

- สิทธิบัตรนี้ถือสิทธิในส่วนของการสร้างอุปกรณ์การส่องสว่างข้อมูลที่ประกอบส่วนกันเพื่อใช้ส่งสัญญาณนำ (Preamble sequence)
- ประกอบย่อยไปด้วยรูปแบบเฉพาะ (Fast locking pattern (FLP) มาประกอบสำหรับการเข้าจังหวะ (Clock synchronization) ของการสื่อสาร (ภาคส่งและรับ)
- จัดให้มีอย่างน้อยการส่งหนึ่งครั้งหรือการทำซ้ำ ๆ Topology dependent pattern (TDP) เพื่อแยกแยะความแตกต่างของโครงสร้าง
- เสนอประเด็นย่อยลงไปในโครงสร้างระดับภาคส่งและรับ การประมวลผล และข้อกำหนดของการเข้าจังหวะย่อย
- สิทธิบัตรนี้ เน้นหนักที่หลักการวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในด้าน***การผสมสัญญาณเชิงความถี่*** *(FDM systems) เพื่อระบบที่ดีขึ้นกว่าเดิมของการส่องสว่างข้อมูลในส่วนของ* ***การเข้าจังหวะสัญญาณ*** *(Synchronization performance)*

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (2)

ตัวอย่าง 2) KR2016014759A *(สิทธิบัตรล่าสุดของโลก สำรวจ ณ เมษายน พ.ศ.2559)*
SAMSUNG ELECTRONICS CO. LTD.,KR
2016-02-11 G06F0003033
Title: Apparatus and Method for Controlling Image Screen Using Portable Terminal 휴대 단말을 이용한 영상 화면 제어 방법 및 장치
DWPI Title: Image apparatus for controlling picture, has predetermined tool, where pointing is recognized clearly through predetermined tool of external display on-screen, and camera is equipped with photographed image
Abstract - DWPI Novelty The image apparatus (800) has a predetermined tool, where the pointing is recognized clearly through the predetermined tool of an external display on-screen. A camera is equipped with a photographed image, where a photographing unit (810) takes a picture of an outer liquid crystal display. A motion trajectory of the pointing is amended, where a control unit (824) controls the corrected motion trajectory in an external display. The motion trajectory is selected through a selecting unit (820), where the motion trajectory is indicated on the outer liquid crystal display.

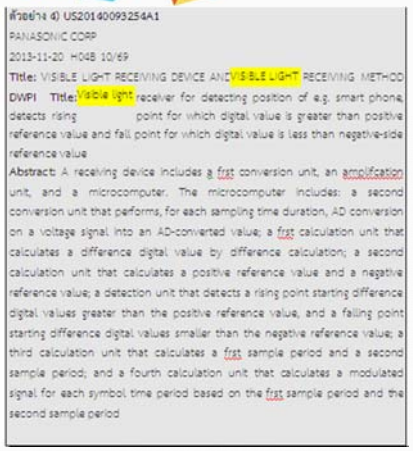
- *อยู่ในกลุ่มอุปกรณ์การกำหนดชี้เป้าเคลื่อนย้ายหรือกำหนดตำแหน่งโดยผู้ใช้งาน*
- ***ชื่อสิทธิบัตร : เครื่องมือและวิธีควบคุมการใช้งานจอแสดงผลด้วยอุปกรณ์ที่นำเสนอ***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"อุปกรณ์เชิงภาพเพื่อควบคุมกำหนดเป้าล่วงหน้าจากภาพของอุปกรณ์จอภาพและกล้องที่ติดตั้งเสริม"***
- ประดิษฐ์ อุปกรณ์เชิงแสง โดยประกอบกับเครื่องมือด้านการกำหนดเป้าหมายล่วงหน้า เพื่อจัดการการเล็งเป้าผ่านการกำหนดล่วงหน้าด้วยภาพที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผล โดยที่มีการติดตั้งกล้องเพื่อจัดการถ่ายภาพบนจอแอลซีดี **(LCD)** เมื่อมีการเคลื่อนที่เป้าหมายจะที่เล็งและล็อกไว้นั้นจะปรับตามตัดสินใจด้วย**หน่วยควบคุม**ที่สร้างขึ้นและเลือกเป้าหมายโดย**หน่วยการตัดสินใจเลือกเป้าหมาย**ที่แยกต่างหาก

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (3)

ตัวอย่าง 3) CN103686531A
Tongji University
2013-12-02 (filing)
H04B 3/54
Title: Method combined with visible light communication system of power line communication and optimizing structure of cell
DWPI Title: Power line visible light communication system combination, has data source connected with broadband access device and routing device, where broadband access device transmits data to data source
Abstract The invention claims one combined with a visible light communication system of power line communication cell architecture of method and optimizing the system include connecting of data source in the broadband access and routing device, first power modulation demodulator and visible light communication sub-system, a visible light communication system include visible light multi-access point and terminal, wherein said visible light access point include second power modulation demodulator module, route module, down link code modulation and light emitting module, uplink link detection and demodulation coding module and an LED lamp, each one of said communication sub-system correspondingly arranged visible light of one of said first power modem. Compared with the existing technology, this invention has strong expandability, actual use value high, strong applicability, wide application range and transmission property high and so on, suitable for realizing high reliability and transmission of high data transmission rate, and it has wide market prospect

- *มหาวิทยาลัยทงจิ ประเทศจีน*
- *อยู่ในกลุ่มระบบการส่งสัญญาณผ่านสายส่งกำลังไฟฟ้า*
- ***ชื่อสิทธิบัตร : วิธีการร่วมของการส่องสว่างข้อมูล กับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้ารวมทั้งการหาค่าที่เหมาะสมของโครงสร้างหน่วยสื่อสาร***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"ระบบร่วมของการส่องสว่างข้อมูล ผ่านสายไฟฟ้า อันมีแหล่งข้อมูลที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์สื่อสารบรอดแบนด์และอุปกรณ์ แยกเส้นทาง โดยที่อุปกรณ์สื่อสารบรอดแบนด์จะส่งข้อมูลไปยังแหล่งส่องสว่างข้อมูล"***
- *มีอุปกรณ์ในการมอดูเลตสัญญาณส่องสว่างด้วยไมเด็มผ่านสายไฟฟ้า* ประยุกต์ได้หลากหลายด้วยคุณภาพสัญญาณที่ดีและอื่น ๆ เหมาะสำหรับการสื่อสาร ประเภทความเสถียรและอัตราความเร็วในการสื่อสารที่สูง มีโอกาสการทำตลาดที่กว้างขวาง

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (4)


ตัวอย่าง 4) US20140093254A1

PANASONIC CORP

2013-11-20 H04B 10/69

Title: VISIBLE LIGHT RECEIVING DEVICE AND VISIBLE LIGHT RECEIVING METHOD

DWPI Title: Visible light receiver for detecting position of e.g. smart phone, detects rising point for which digital value is greater than positive reference value and fall point for which digital value is less than negative-side reference value

Abstract: A receiving device includes a first conversion unit, an amplification unit, and a microcomputer. The microcomputer includes: a second conversion unit that performs, for each sampling time duration, AD conversion on a voltage signal into an AD-converted value; a first calculation unit that calculates a difference digital value by difference calculation; a second calculation unit that calculates a positive reference value and a negative reference value; a detection unit that detects a rising point starting difference digital values greater than the positive reference value, and a falling point starting difference digital values smaller than the negative reference value; a third calculation unit that calculates a first sample period and a second sample period; and a fourth calculation unit that calculates a modulated signal for each symbol time period based on the first sample period and the second sample period

- *กลุ่มบริษัทพานาโซนิก*
- *กลุ่มการจัดระบบไฟฟ้าของภาครับส่งสัญญาณ*
- ***ชื่อสิทธิบัตร : อุปกรณ์รับสัญญาณการส่องสว่างและวิธีการการรับแสงสว่าง***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"ภาครับสัญญาณแสงที่มองเห็นได้เพื่อตรวจจับตำแหน่งที่ตั้ง เช่น โทรศัพท์ โดยตรวจจับจุดที่สัญญาณที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าอ้างอิง"***
- อุปกรณ์รับสัญญาณประกอบด้วย ชุดขยายสัญญาณ และส่วนคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ชุดสำหรับแซมปลิงสัญญาณ และ การแปลงสัญญาณแอนะล็อกสู่ดิจิทัล การคำนวณจะทำการหาค่าความแตกต่างของ สัญญาณดิจิทัลนั้น ๆ คำนวณค่าอ้างอิงทั้งสำหรับระดับสัญญาณทางบวก และลบเพื่อตรวจจับสัญญาณช่วงขึ้นหรือลง เพื่อการหาค่าตัวอย่างแรกและของช่วงคาบสัญญาณตัวอย่างที่สอง ส่วนการคำนวณสุดท้ายจะหาค่าสัญญาณที่กล้ำของช่วงคาบใด ๆ บนพื้นฐานของค่าคาบตัวอย่างทั้งสองที่คำนวณไว้ก่อนหน้า

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (5)

ตัวอย่าง 5) CN103684597A

Beijing University of Posts and Telecommunications

2013-11-19 (filing)

H04B 10/116

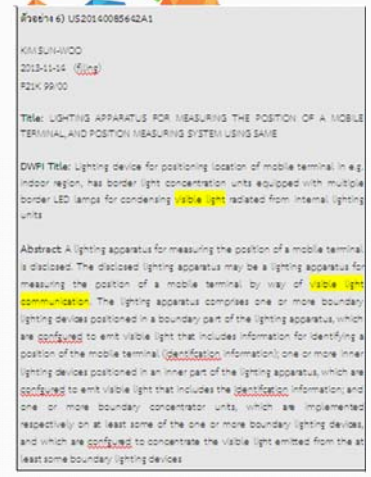
Title: Based on visible light video communication system and method of FPGA

DWPI Title: FPGA based visible light video communicating method, involves transmitting video stream signal to FPGA coding control module by Ethernet port, and transmitting video to video play module by Ethernet port

Abstract: The invention provide a one video based on visible light communication of FPGA system and method to be transmission of video into video stream signal, the Ethernet port and the video stream signal transmission after a signal to the FPGA coding control module, AN FPGA coding control module the video stream signal a FRO buffer memory for signal receive video stream of a code signal, signal of the a rear without distortion, so that a signal of rear amplifying and LED light source characteristic is an LED light source provide direct current bias voltage, and the signal of amplifying a rear coupling processing produce mixing signal coupled rear treatment of mixed signal a transmission to the LED light source, driving LED light source light emitting produce light pulse signal, the light pulse signal convert into voltage signal, extraction of clock signal and data signal in voltage signal, according to clock signal for data signal decoding and a FRO buffer memory, and the Ethernet transmission to the video play a video play module. The invention can realize short distance, a visible light video communication of high rate

- *กลุ่ม "การส่องสว่างข้อมูล" (Visible light communication)*
- ***ชื่อสิทธิบัตร :ระบบการสื่อสารสัญญาณวีดีโอกับการส่องสว่างรวมทั้งวิธีการสร้างฮาร์ดแวร์เอฟพีจีเอ***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"วิธีการสร้าง ฮาร์ดแวร์เอฟพีจีเอระบบการสื่อสารสัญญาณวีดีโอ กับสัญญาณการส่องสว่างด้วยแสงปกติ ด้วยการส่งสัญญาณวิดีโอไปยังหน่วยควบคุมเข้ารหัสเอฟพีจีเอโดยช่องทางอีเทอร์เน็ต และต่อไปยังหน่วยแสดงผลวิดีโอ"***
- สร้างฮาร์ดแวร์เอฟพีจีเอ สำหรับการสื่อสารสัญญาณวีดีโอกับสัญญาณการส่องสว่างด้วยแสงสว่างปกติ ด้วยการส่งสัญญาณวิดีโอไปยังหน่วยควบคุมเข้ารหัสเอฟพีจีเอโดยช่องทางอีเทอร์เน็ต
- การประดิษฐ์นี้ใช้งานในช่วงระยะห่างการรับส่งที่ไม่มากหรืออยู่ใกล้กันโดยจะได้การสื่อสารสัญญาณวิดีโอความเร็วสูง

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (6)


ตัวอย่าง 6) US20140085642A1

KIM SUN-WOO

2013-11-14 (filing)

F21K 99/00

Title: LIGHTING APPARATUS FOR MEASURING THE POSITION OF A MOBILE TERMINAL AND POSITION MEASURING SYSTEM USING SAME

DWPI Title: Lighting device for positioning location of mobile terminal in e.g. indoor region, has border light concentration units equipped with multiple border LED lamps for condensing visible light radiated from internal lighting units

Abstract: A lighting apparatus for measuring the position of a mobile terminal is disclosed. The disclosed lighting apparatus may be a lighting apparatus for measuring the position of a mobile terminal by way of visible light communication. The lighting apparatus comprises one or more boundary lighting devices positioned in a boundary part of the lighting apparatus, which are configured to emit visible light that includes information for identifying a position of the mobile terminal (identification information); one or more inner lighting devices positioned in an inner part of the lighting apparatus, which are configured to emit visible light that includes the identification information; and one or more boundary concentrator units, which are implemented respectively on at least some of the one or more boundary lighting devices, and which are configured to concentrate the visible light emitted from the at least some boundary lighting devices

- *กลุ่มแหล่งกำเนิดแสง*
- ***ชื่อสิทธิบัตร : อุปกรณ์แสงสว่างเพื่อการตรวจวัดตำแหน่งของอุปกรณ์เคลื่อนที่ปลายทางและระบบตรวจวัดตำแหน่ง***
- *ข้อมูลโดยสังเขป* ***"อุปกรณ์แสง สว่างสำหรับการระบุตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์เคลื่อนที่เขตภายในอาคารโดยมีหน่วยรวมแสงติดตั้งอยู่ ณ โคมหลอดแอลอีดีจำนวนมากเพื่อการรวบรวมแสง"***
- อุปกรณ์แสงสว่างสำหรับการระบุตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์เคลื่อนที่สิ่งประดิษฐ์นี้นำเสนอ โดยการตรวจวัดแสงสว่างจากการส่องสว่างข้อมูล ประกอบด้วยส่วนให้กำเนิดแสงด้านขอบข้างหนึ่งหน่วยหรือมากกว่า เพื่อให้แสงสว่างพร้อมรหัสประจำตำแหน่งเพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางทราบ และหน่วยกำเนิดแสงส่วนที่อยู่ด้านในขอบเขตนั้นพร้อมข้อมูลรหัส รวมไปถึง อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณหรือส่วนรวมแสงที่มาประกอบรวมกันโดยลำดับ เพื่อเป็นระบบให้แสงสว่างที่มีสัญญาณบอกขอบเขตการส่องสว่างด้านใด ๆ ได้

เจ็ดสิทธิบัตรตัวอย่างเด่น (7)

ตัวอย่าง 7) WO2014073922A1

NAT UNIV SEOUL TECH CTENTER

2013-11-11 (filing) 2014-05-15

G09G 3/30

Title: OLED DISPLAY AND VISIBLE LIGHT COMMUNICATION SYSTEM HAVING SAME

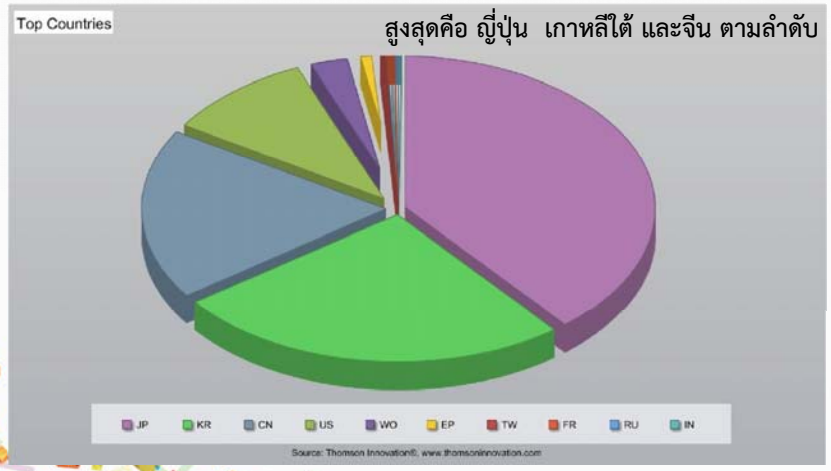
Abstract: An OLED display capable of visible light communication and a visible light communication system having same are disclosed. The OLED display comprises an OLED display unit, a data memory unit, and an OLED control unit. The OLED display unit emits an image which is outwardly displayed and additional information which is included in the image. The data memory unit is storing image data corresponding to the image and additional data corresponding to the additional information. The OLED control unit controls the OLED display unit to display the image by using the image data provided by the data memory unit and controls the flicker of the image within a range which cannot be perceived by human eyes so that the additional information is included in the image by using the additional data provided by the data memory unit. As described above, the OLED display displays not only a general image but also additional information included in the image and thus can perform an image display function together with a reception function in visible light communication

- *กลุ่มการใช้งานแผงไฟฟ้าเรืองแสง*
- ***ชื่อสิทธิบัตร : อุปกรณ์แสดงผลโอแอลอีดีและระบบการส่องสว่างข้อมูลร่วม***
- นำเสนอจอแสดงผล โอแอลอีดีต่าง ๆ ที่สามารถนำมาเป็นอุปกรณ์เพื่อการส่องสว่างข้อมูลได้ ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวจอแสดงผล หน่วยความจำจัดเก็บข้อมูล และหน่วยควบคุม ทั้งนี้ ระบบจะทำงานโดยที่ภาพจากจอแสดงผลเหล่านั้นจะพ่วงข่าวสารที่ฝังตัวอยู่ด้วยออกมา และหน่วยความจำเหล่านั้นจัดเก็บทั้งภาพและข้อมูลข่าวสารดังกล่าวด้วย โดยขณะที่หน่วยควบคุมจะทำการควบคุม การแสดงผลภาพ และการพ่วงกระพริบข่าวสารออกมาด้วยความถี่ที่มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ อีกทั้งระบบนี้สามารถใช้เป็นทั้งหน่วยแสดงผลและหน่วยรับข้อมูลการส่องสว่างได้

สรุปผลภาพรวมสิทธิบัตร

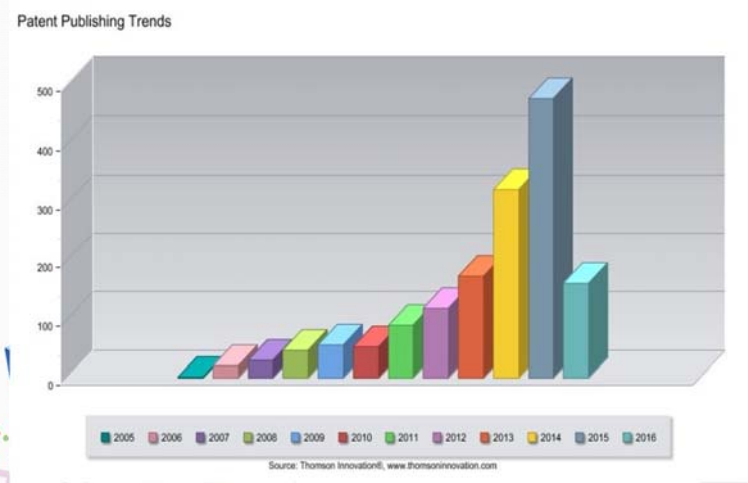
การใช้งาน “**แอลอีดี** ราคาถูกเพื่อ**การส่องสว่าง (illumination)**
สิ่งที่ปรากกฏระบบการสื่อสารไร้สายประเภท
การสื่อสาร “**ทางเดียว (simplex)**” เป็นหลัก
ยังไม่พบนัยสำคัญของวงการวิชาการ
เรื่อง *การสื่อสารสองทางใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ (full-Duplex)*
พร้อม*การสื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile)*

อัตราส่วนของประเทศที่ยื่นขอและได้รับความคุ้มครองสิทธิบัตร (พ.ศ.2557)



อัตราส่วนของประเทศที่ยื่นขอและได้รับความคุ้มครองสิทธิบัตร (เมษายน พ.ศ.2559)

แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตรทั่วโลกในของช่วงปีต่าง ๆ ถึงเมษายนพ.ศ.2559



บริษัท ซัมซุง อิเล็กทรอนิกส์ (Samsung Electronic)

จากประเทศเกาหลีใต้

มีจำนวนสิทธิบัตร อยู่ในอันดับที่ 1 จำนวนเกิน 100 หัวเรื่อง

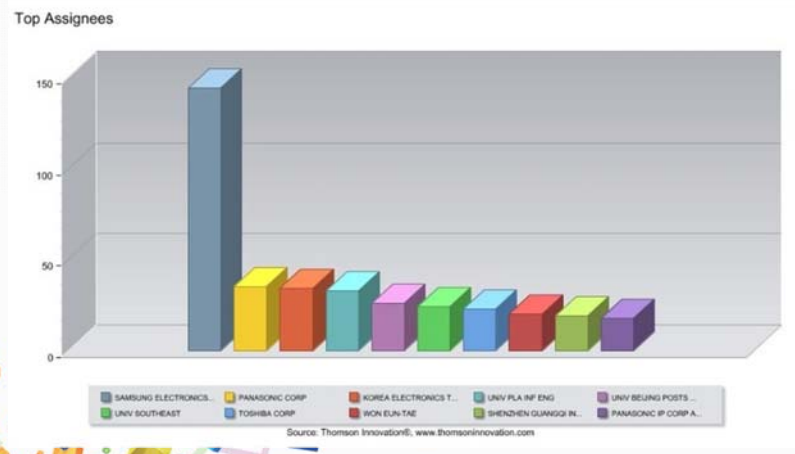
ตามด้วยบริษัทต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ในสิบลำดับแรก

ปรากฏว่ามาจากประเทศญี่ปุ่น

เช่น Panasonic Corp. หรือ Toshiba Corp

โดยที่หน่วย งานของประเทศจีนสอดแทรกเข้ามา

สถิติบริษัทผู้ขอและได้รับความคุ้มครองสิทธิบัตร



Thank you very much for your attention
Any questions?