

光相机通信及其应用

何 晶

湖南大学
信息科学与工程学院

目录

- 1 研究背景
- 2 系统架构和研究内容
- 3 光相机通信的信号处理
- 4 发展趋势

目录

1 研究背景

2 系统架构和研究内容

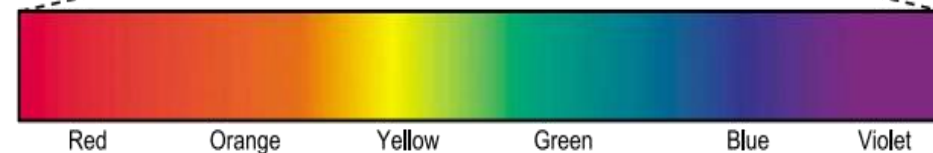
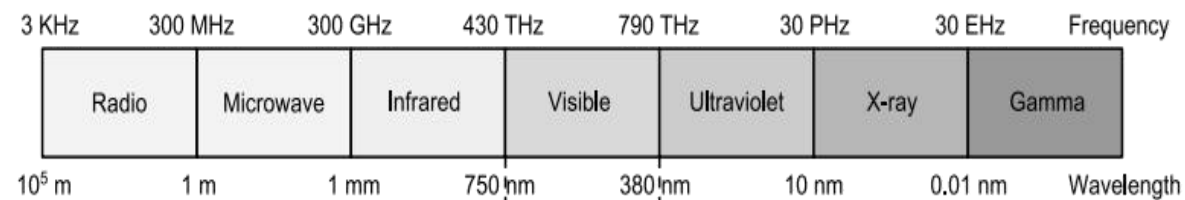
3 光相机通信的信号处理

4 发展趋势

研究背景



光相机通信 (OCC)



典型应用场景

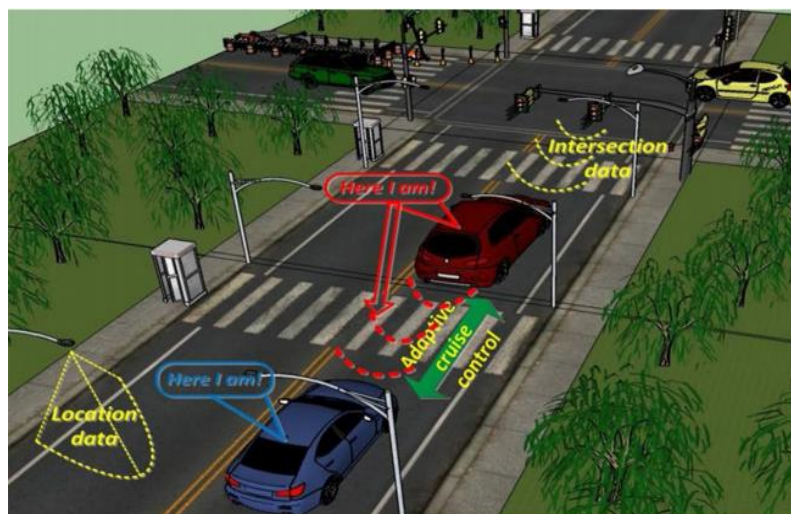
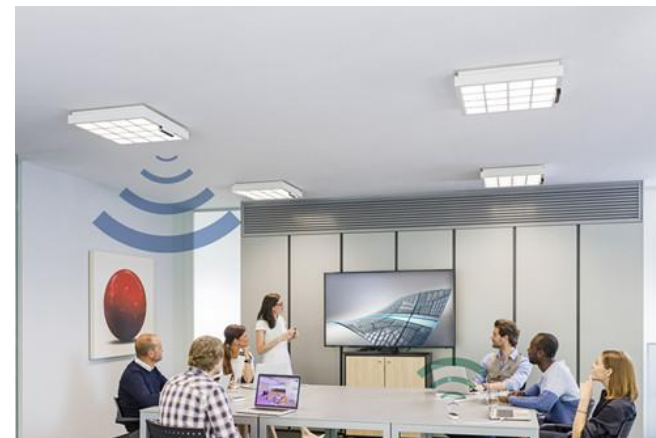
室内定位



智能交通



智慧生活



国内外研究现状



2001年, 美国加利福尼亚大学伯克利分校首次提出将CMOS图像传感器作为接收机用于自由空间光通信

2012年, 英国爱丁堡大学首次提出使用CMOS相机作为接收机, 实现了基于相机的自由空间光通信系统

2013年, 美国Intel公司首次提出采用UF-SOOK

2013年, 日本丰田中

2014年, 日本名

2014年, 中国台

2015年, 英国

2015年

➤ 提高数据传输速率

➤ 提高接收端解调性能

➤ 探索OCC的应用

2017年, 韩国国民大学提出一种混合HSPSK方案, 实现低速和高速数据传输

2017年, 韩国釜庆大学提出基于OCC的符号识别

2017年, 北京邮电大学提出一种移动指数平均滤波的符号识别方案

2017年, 湖南大学提出一种多级调制方法, 实现了4.2kbps的数据速率; 2018年, 提出了一种有效的移动车辆定位方法

2018年, 华为提出欠采样脉冲宽度调制方法, 使用华为Nexus 6P智能手机, 实现了17.1kbps的数据速率

2018年, 华南师范大学使用智能手机上双摄像头作为接收机, 接收色移键控信号和灰度值信号, 实现17.1kbps的通信速率

2019年, 香港科技大学提出一种UF-SOOK和UP-SOOK结合的调制方法, 实现了50bps的数据速率传输160m距离

2019年, 香港中文大学提出基于异或运算的奇偶校验数据包的数据丢失补偿方法, 结合WDM技术实现47kbps的数据速率

2019年, 西安邮电大学提出了一种全局和局部两个动态阈值判决方法, 实现了10.8kbps的传输速率

2020年, 新加坡南洋理工大学和四川大学提出一种新的ASK方法, 实现了2kbps的数据速率传输1m距离

2021年, 荷兰埃因霍温理工大学提出采用光束控制单元中集成一个摄像头以捕获覆盖区域, 通过补偿定位延时以实现实时跟踪, 跟踪误差达到毫米级精度

目录

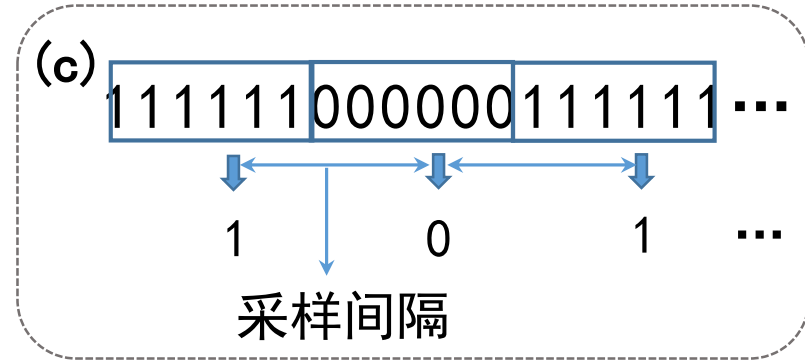
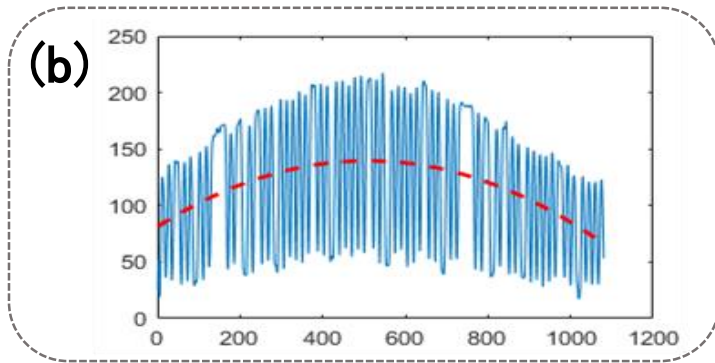
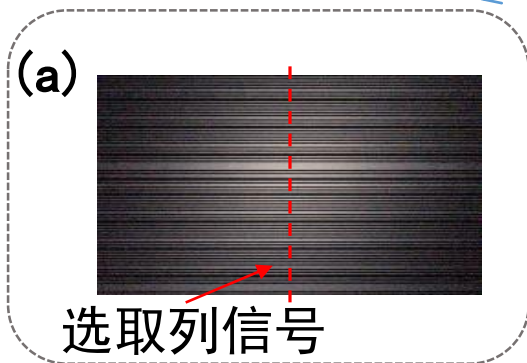
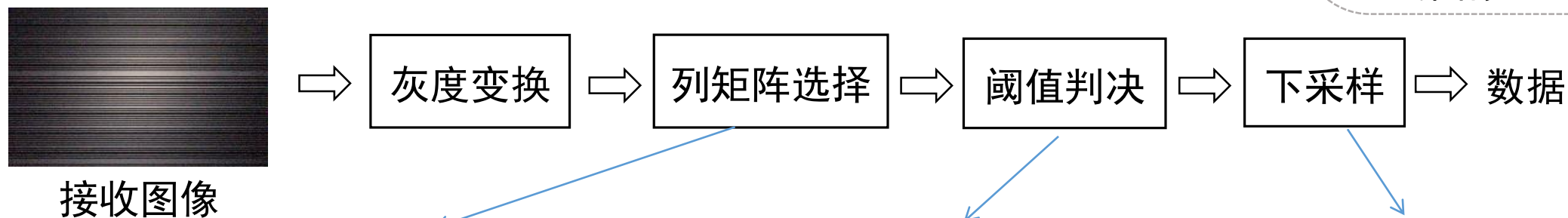
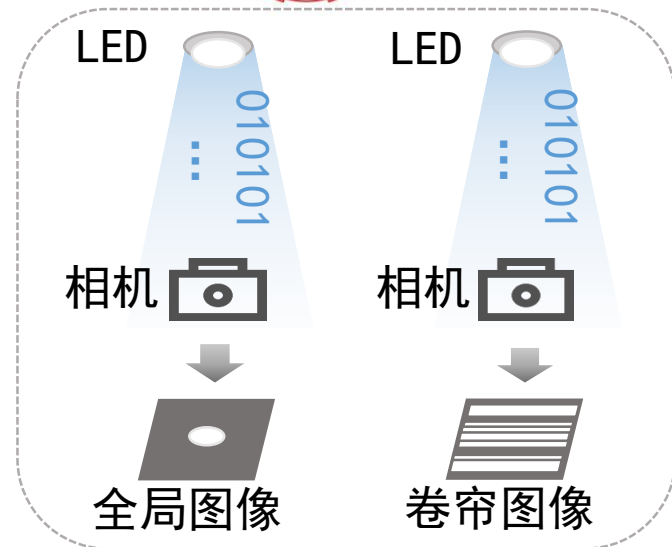
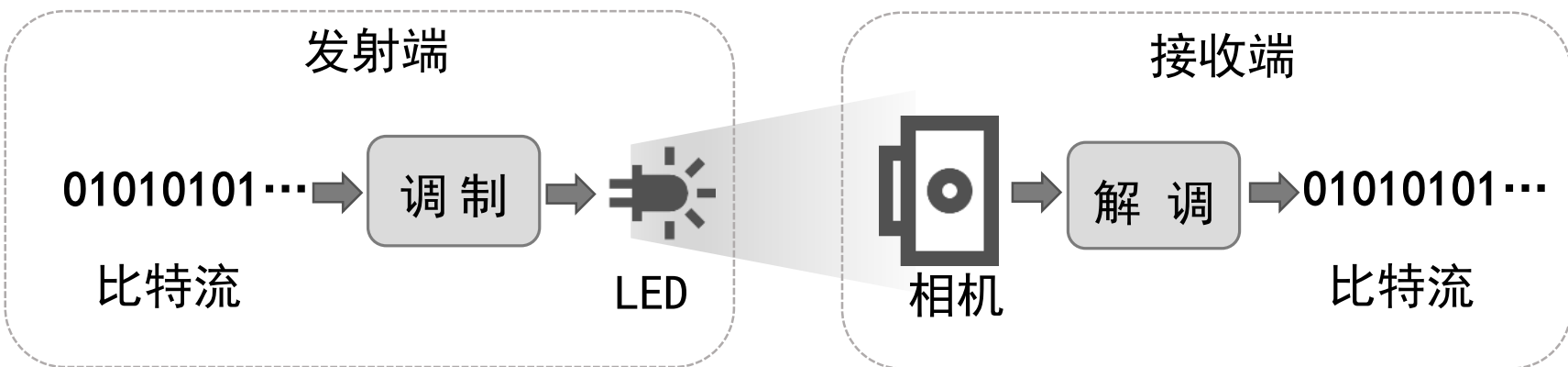
1 研究背景

2 系统架构和研究内容

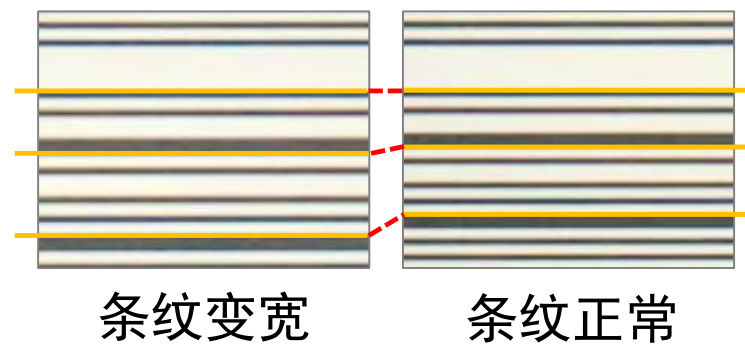
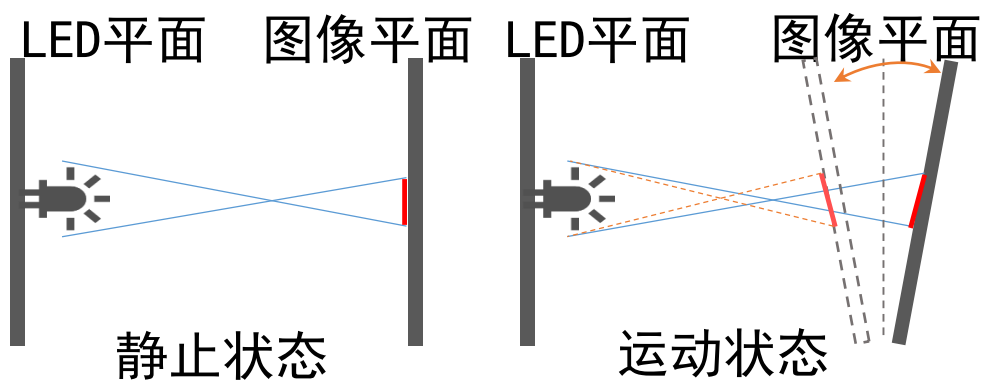
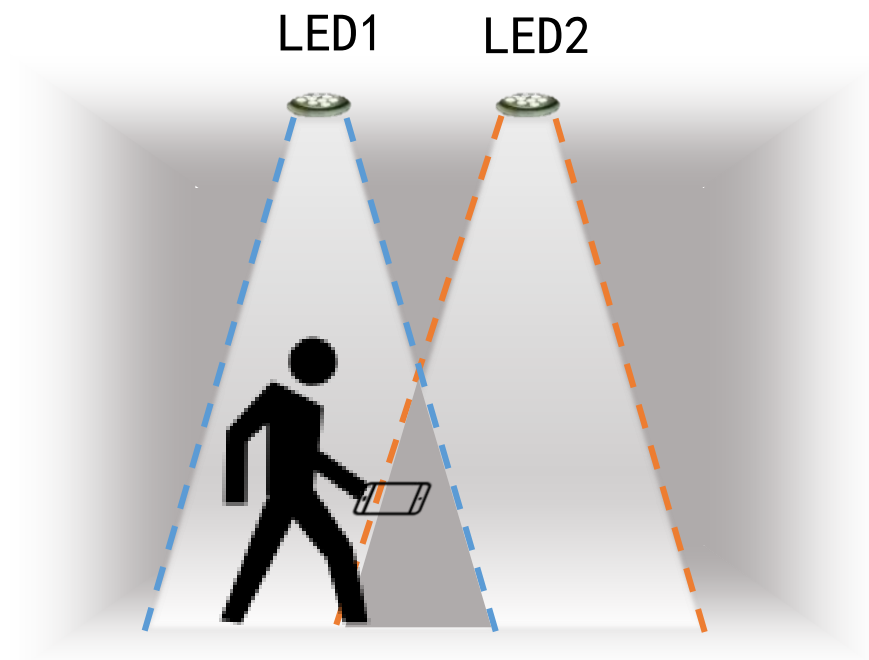
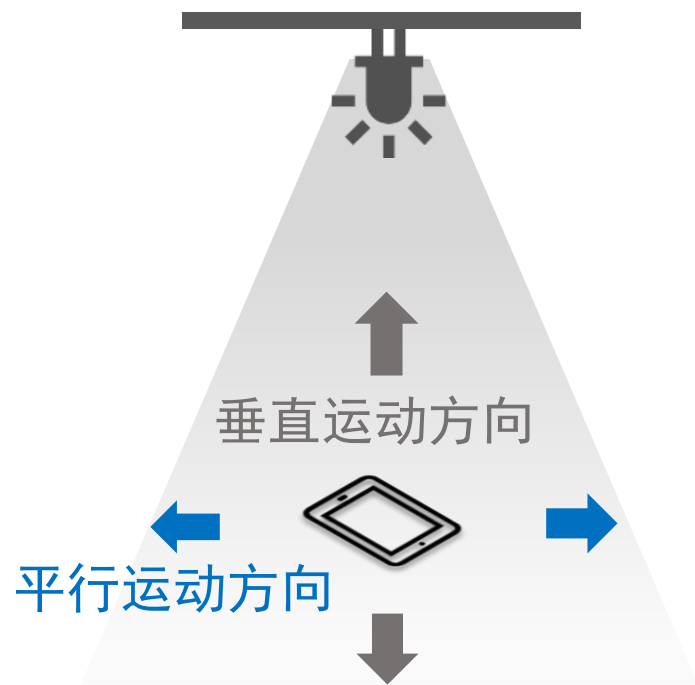
3 光相机通信的信号处理

4 发展趋势

系统架构与研究内容



系统架构与研究内容



目录

1 研究背景

2 系统架构和研究内容

3 光相机通信的信号处理

4 发展趋势

光相机通信的信号处理

调制技术

- 多级调制
(OEx 2017)
- 交错调制
(PTL 2020)
- 4-PWM调制
(PTL 2022)

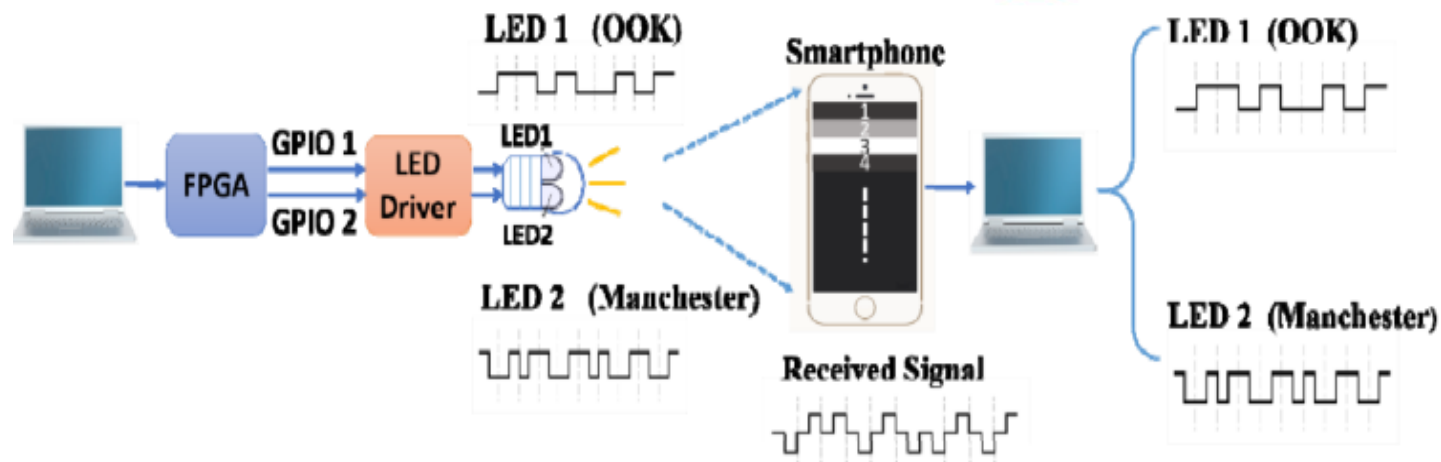
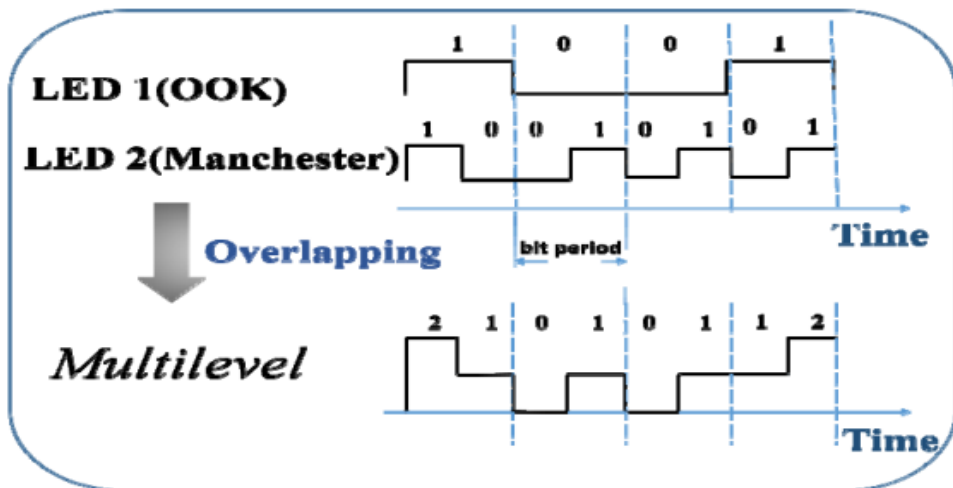
移动性

- 动态列矩阵选择
(OEx 2018)
- 条纹失真
(PTL 2019、
A0 2020)
- 信号干扰
(PTL 2021、
A02021)

应用场景

- 手势识别
(OEx 2020)
- 车辆通信和定位
(OEx 2020、
OEx 2021、
PJ2022)

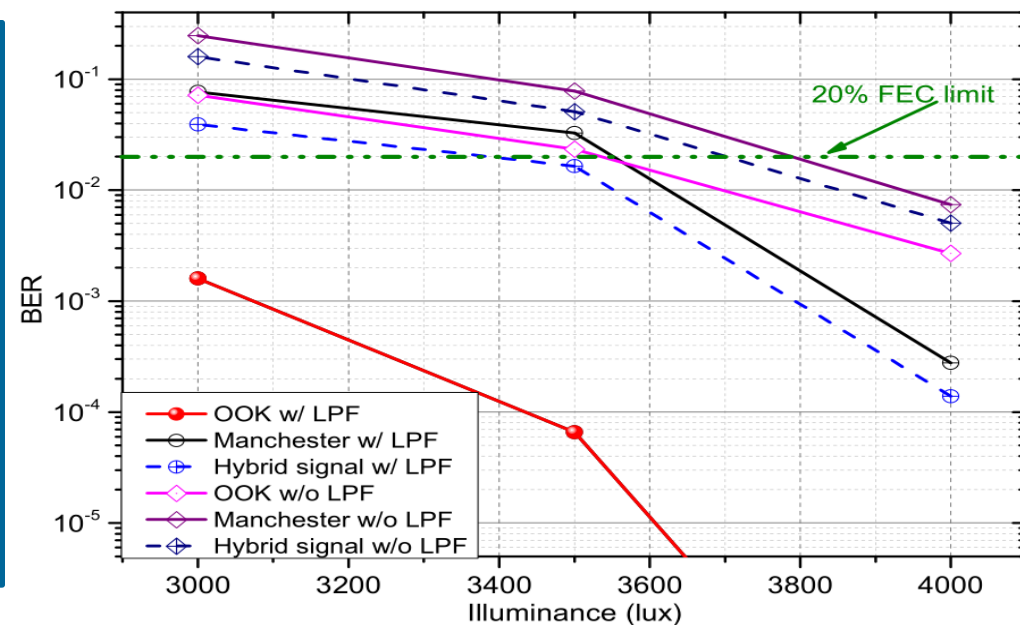
调制技术-多级调制方法



➤ 使用分别调制OOK信号和Manchester信号的两个光源实现多级调制

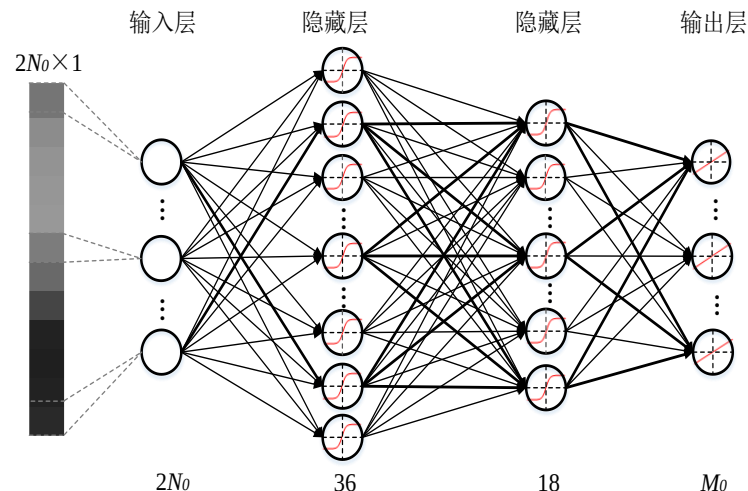
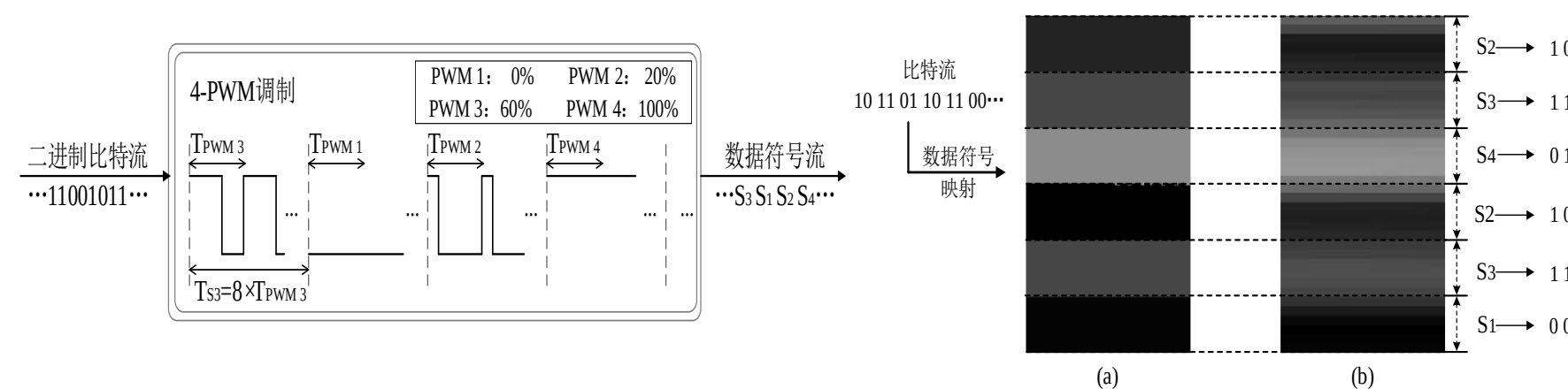
➤ 优势

- 不需要引入额外的多级硬件电路
- 独立且同时对两个信号进行无干扰解调
- 实现了4.32 Kbps的传输速率



Multilevel modulation scheme using the overlapping of two light sources for visible light communication with mobile phone camera, Optics Express, 25(14): 15905-15912, 2017.

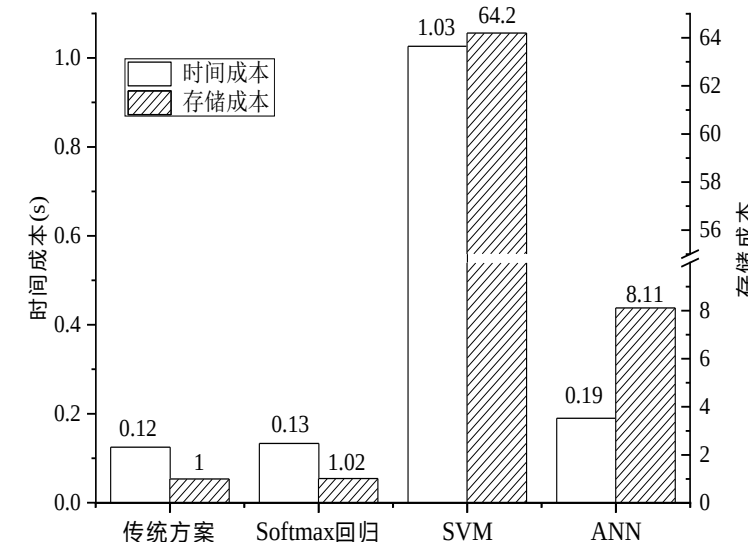
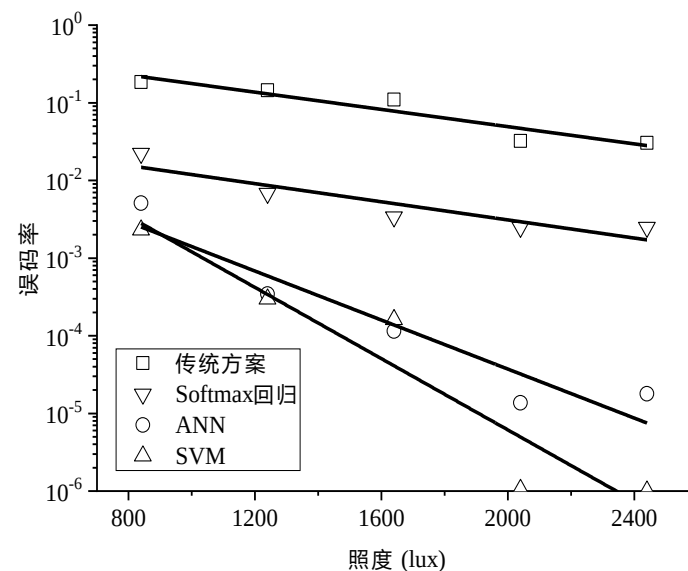
调制技术-4-PWM调制方法



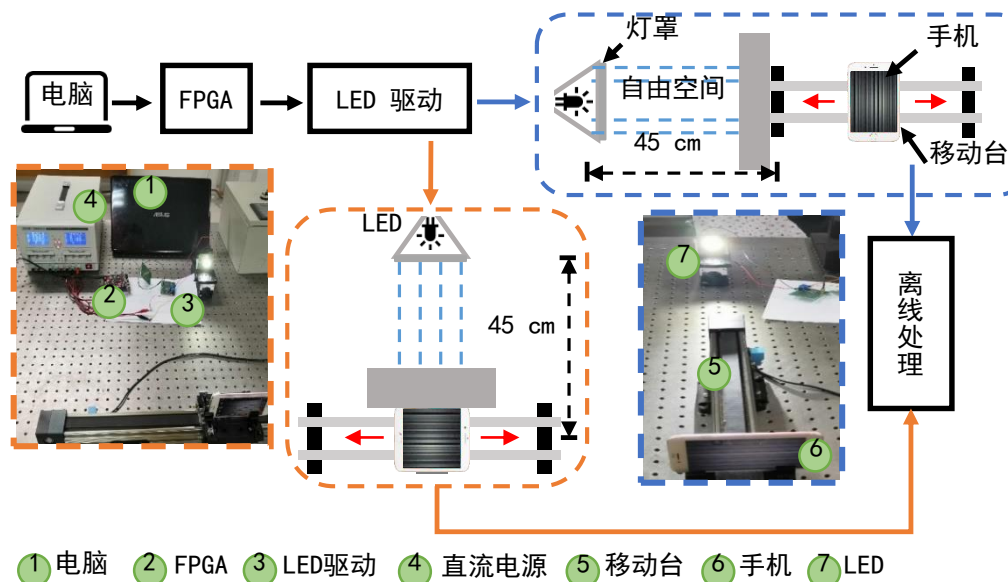
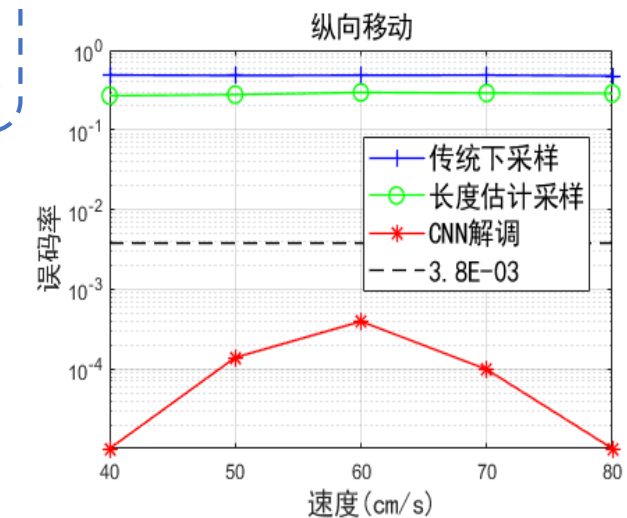
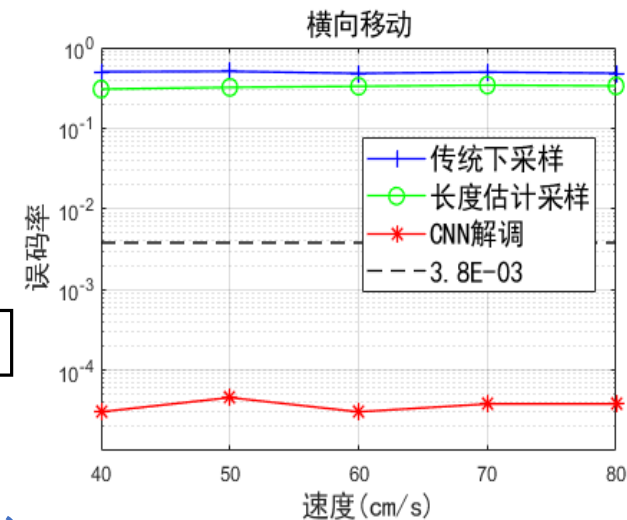
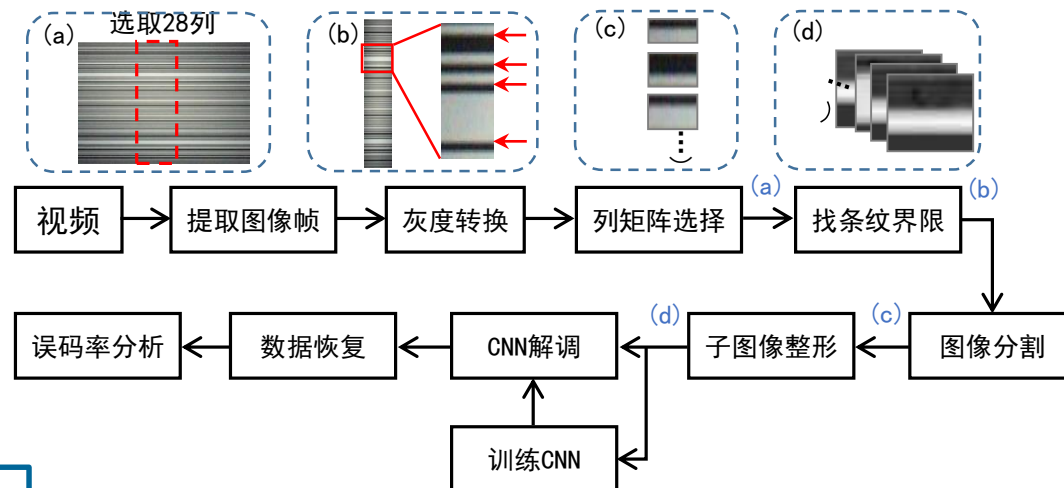
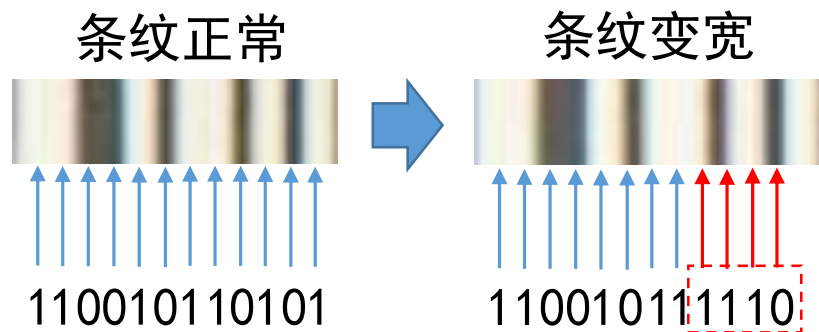
➤ 提出一种基于4-PWM的多级调制以及有效的ANN解调方法

➤ 优势

- 减少行曝光时间重叠引起的ISI
- 不需要下采样，可直接恢复信号
- 实现了15.84 Kbps的传输速率



移动性-条纹失真

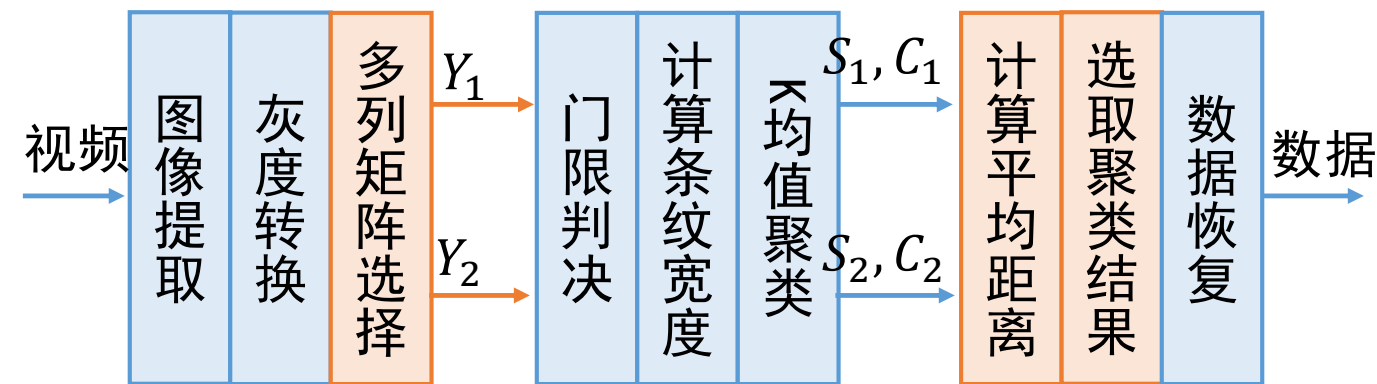
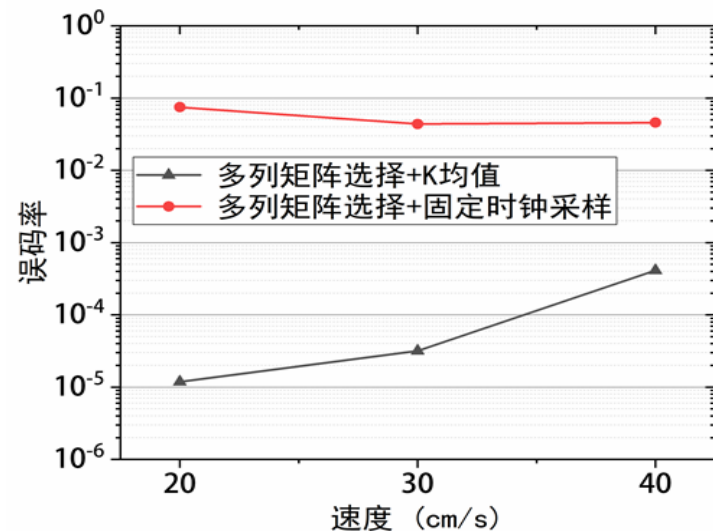
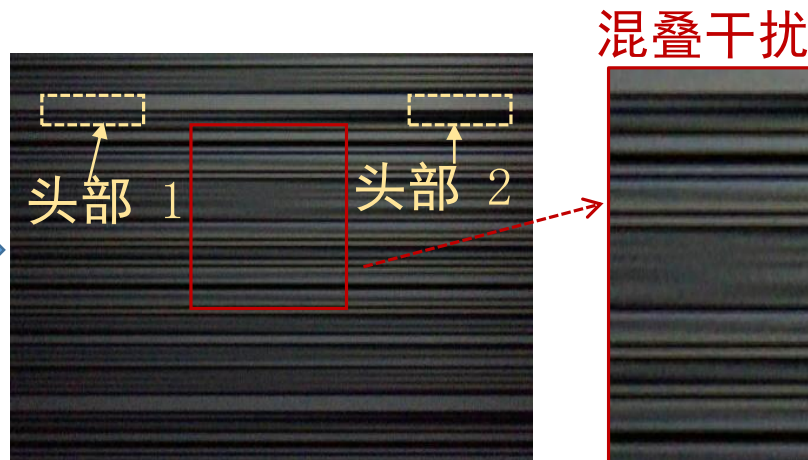
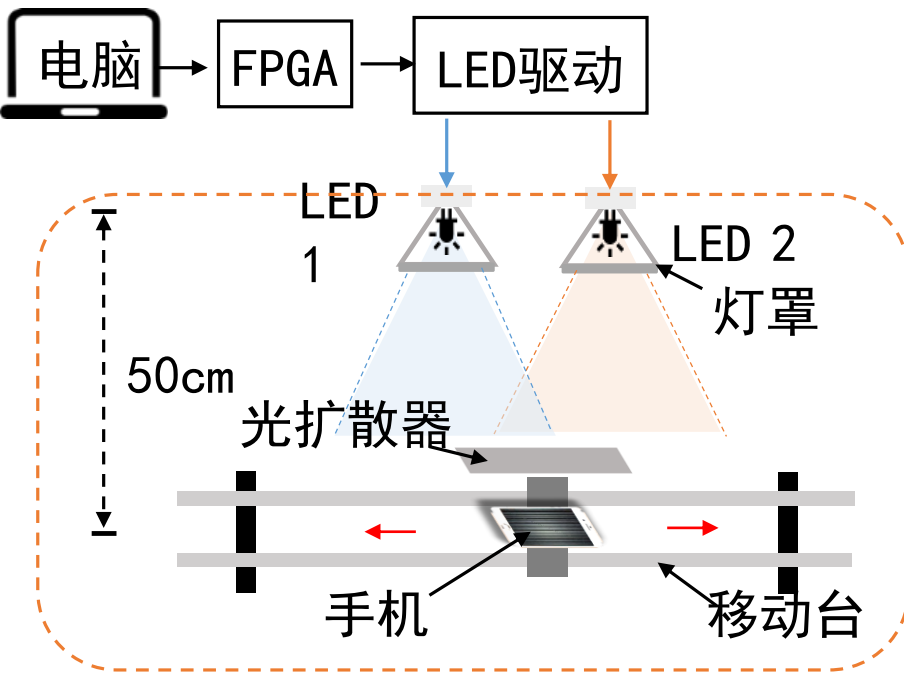


➤ 提出一种基于CNN的解调方法用于水平和垂直移动的OCC

➤ 优势

- 通过相邻条纹间的特征提取，可有效缓解条纹失真
- 数据速率为2.16 Kbps

移动性-信号干扰

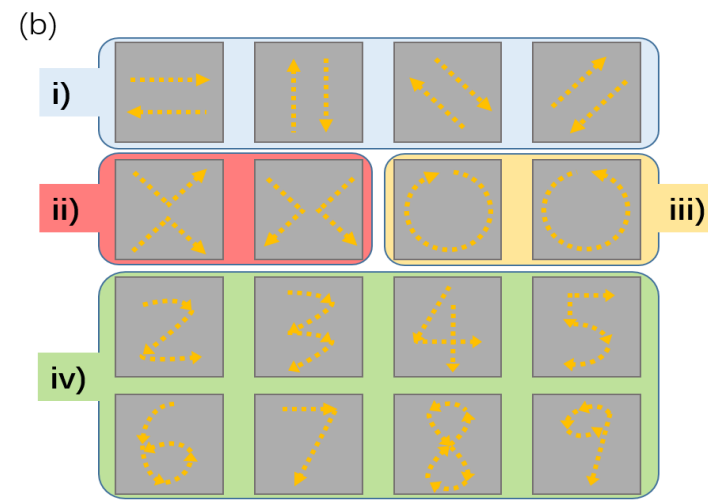
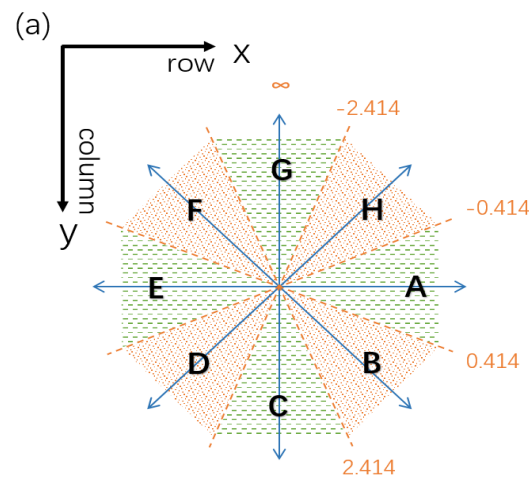
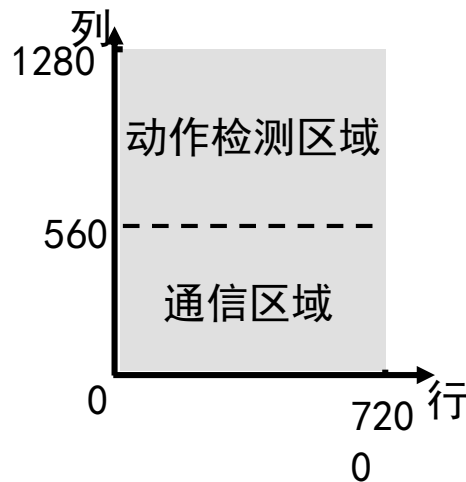
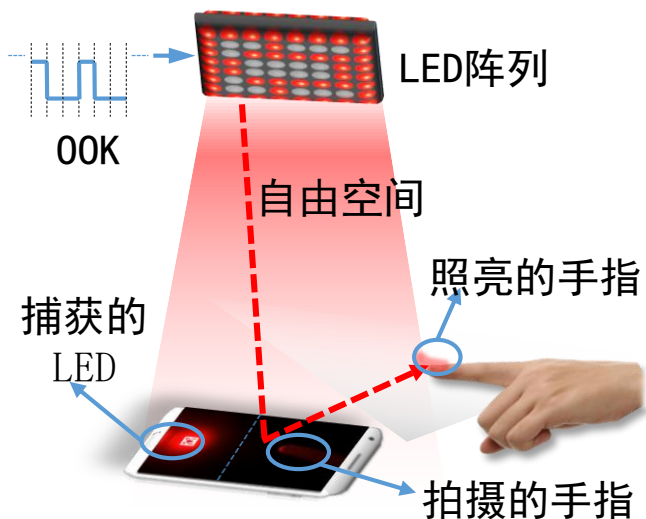


➤ 提出一种多列矩阵选择结合K均值聚类的解调方法用于移动OCC

➤ 优势

- 降低误码率，提高通信性能
- 避免信号干扰，同时缓解条纹失真
- 数据速率为4.2 Kbps

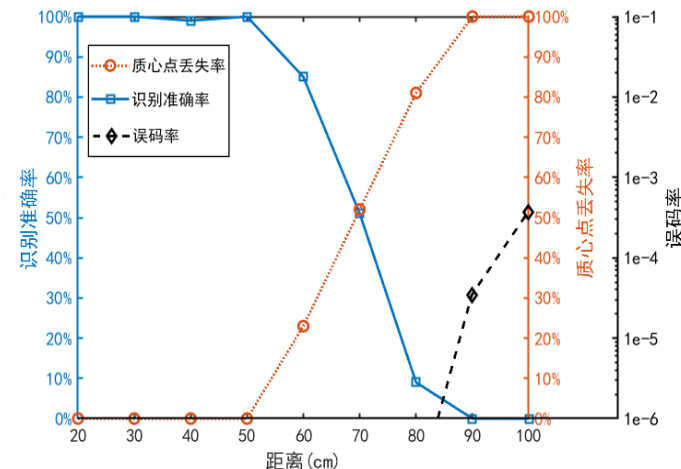
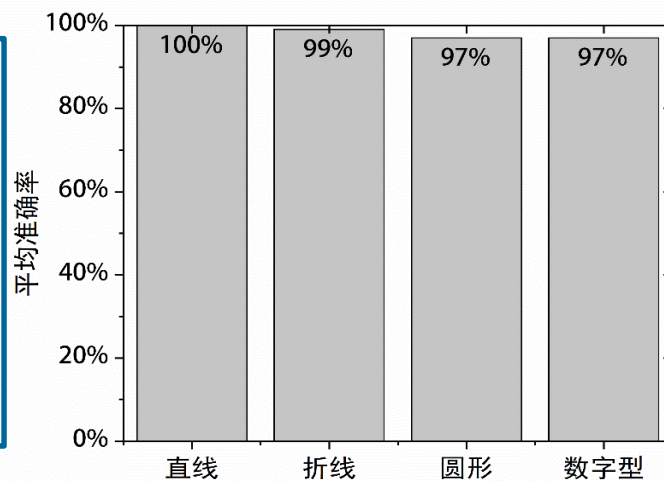
应用场景-手势识别



➤ 提出一种基于查找表的手势识别方法

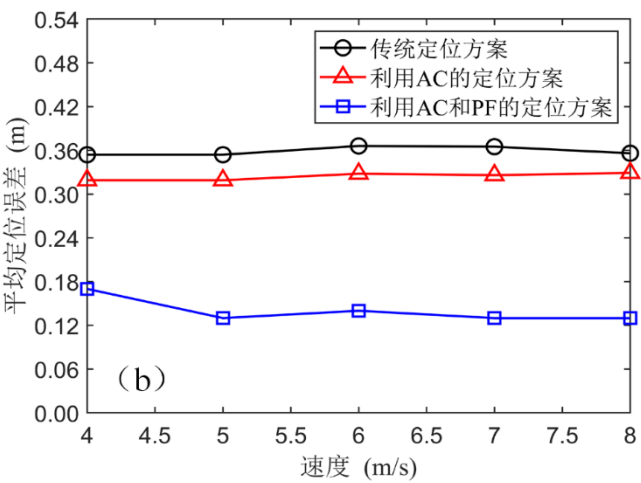
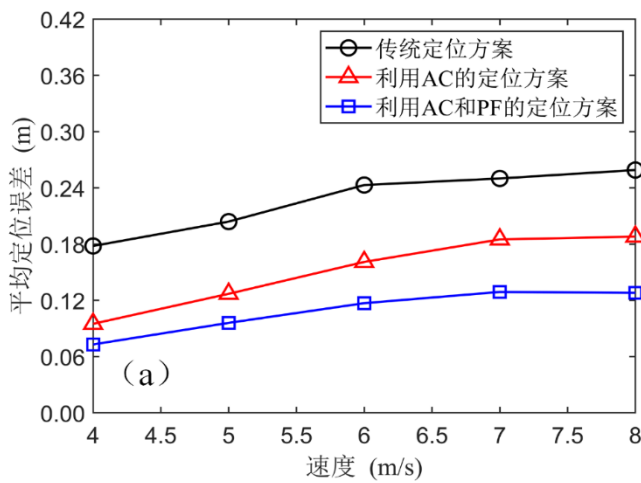
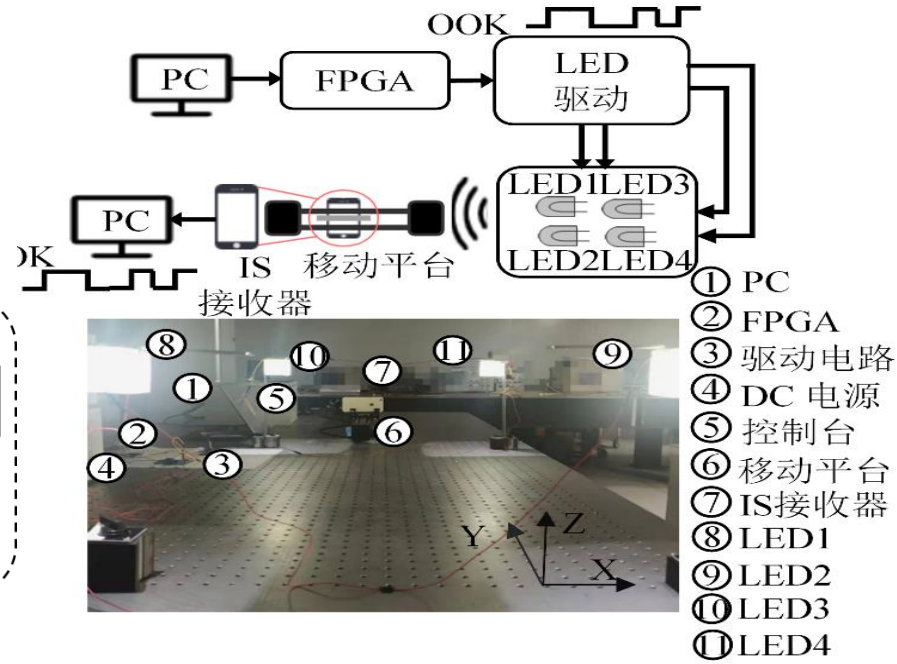
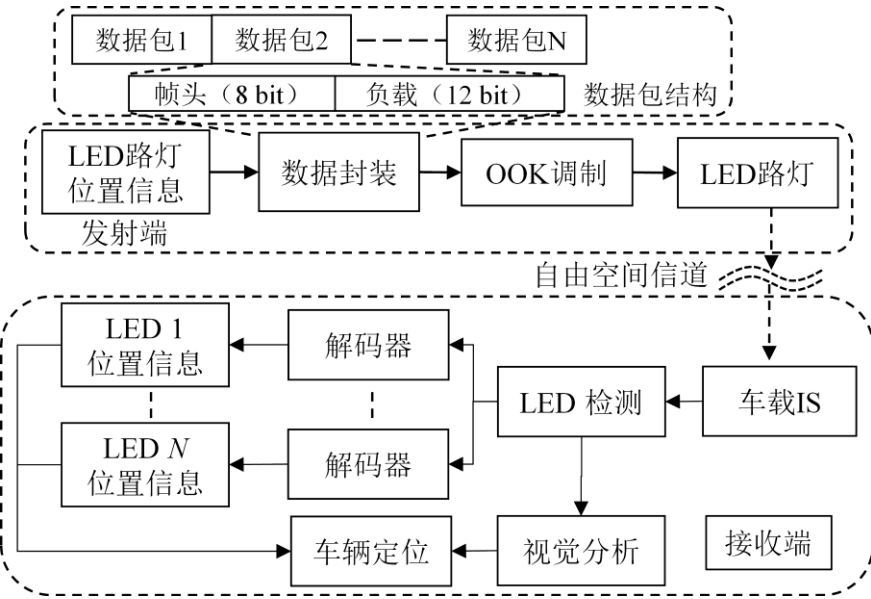
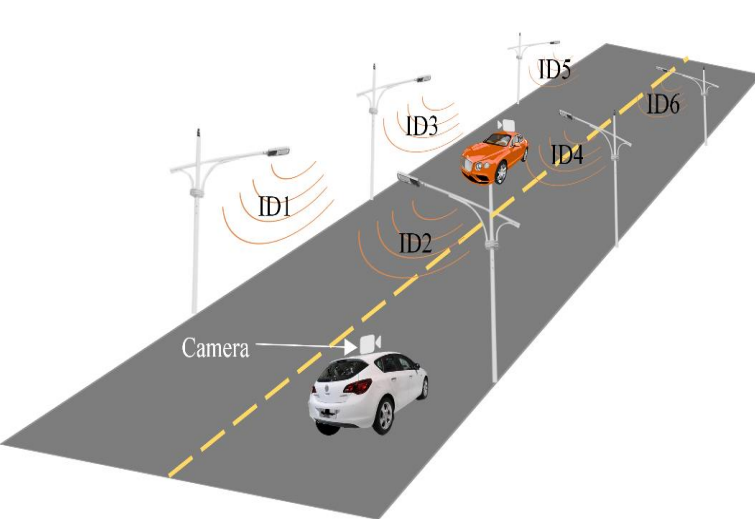
➤ 优势

- 实现可靠通信和高准确度手势识别
- 可识别直线、折线、圆形、数字型



High-accuracy scheme based on a look-up table for motion detection in an optical camera communication system. Optics Express, 28(7):10270-10279, 2020.

应用场景-车辆定位



➤ 提出一种补偿相机倾斜和粒子滤波器辅助的车辆定位方法

➤ 优势

- 减少道路不平整引起的角度倾斜影响
- 数据速率为kbps
- 实现厘米级的定位精度

Vehicle positioning scheme based on visible light communication using a CMOS camera. Optics Express, 29(17): 27278-27290, 2021.

目录

1 研究背景

2 系统架构和研究内容

3 光相机通信的信号处理

4 发展趋势

挑战及问题

数据速率受限



发展方向

高帧率相机

环境光干扰



健壮的信号处理方法

组网通信



MAC和网络层协议

通信与感知的分离



通信感知融合

感谢大家！
欢迎批评指正！

*College of Computer Science and Electronic Engineering, Hunan
University, Changsha, China*
E-mail: jhe@hnu.edu.cn

