



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116132956 B

(45) 授权公告日 2023.09.05

(21) 申请号 202211618404.8

H04B 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.15

H04K 3/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116132956 A

(56) 对比文件

CN 108830605 A, 2018.11.16

CN 103973339 A, 2014.08.06

(43) 申请公布日 2023.05.16

CN 106454696 A, 2017.02.22

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

CN 108200285 A, 2018.06.22

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街

CN 111464692 A, 2020.07.28

道高新技术产业园南区粤兴一道18号

US 2013334319 A1, 2013.12.19

香港理工大学产学研大楼205室

审查员 王菊

(72) 发明人 戴东辉 安振霖 潘卿锐 杨磊

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所(普通合伙) 44268

专利代理师 李晓凤

(51) Int. Cl.

H04W 4/80 (2018.01)

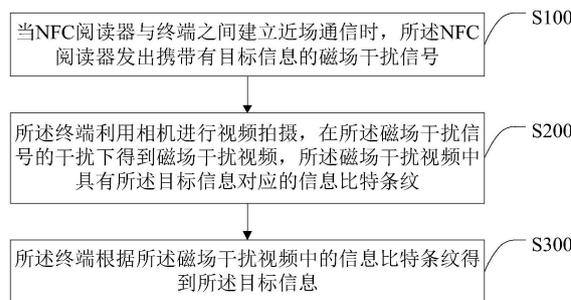
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统

(57) 摘要

本发明所提供的一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统,所述方法包括:当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号;所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。本发明通过利用NFC阅读器产生的可控磁场对相机的视频录制功能进行干扰,得到具有所述目标信息对应的信息比特条纹的磁场干扰视频,进而根据图像中的信息比特条纹得到目标信息,使得终端无需安装NFC模块就可以实现与NFC阅读器之间的通信,降低了成本。



1. 一种基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,包括:

当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号;

所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;

所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

2. 根据权利要求1所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号之前,还包括:

预先训练神经网络分类器,并将已训练的神经网络分类器存储至服务器,以及预先存储设备型号信息和发射磁场参数之间的对应关系;

其中,所述神经网络分类器用于识别终端的设备型号信息。

3. 根据权利要求2所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号,包括:

当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发射线性调频信号,并接收所述终端对所述线性调频信号的频率响应;

所述NFC阅读器将所述频率响应上传至所述云端;

所述云端利用已训练的神经网络分类器进行分类,得到所述终端的设备型号信息;

所述云端根据所述设备型号信息查找对应的发射磁场参数,并将所述发射磁场参数发送至所述NFC阅读器;

所述NFC阅读器根据所述发射磁场参数发出携带有目标信息的磁场干扰信号。

4. 根据权利要求3所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述NFC阅读器根据所述发射磁场参数发出携带有目标信息的磁场干扰信号,包括:

所述NFC阅读器采用喷泉码对所述目标信息进行信道编码,将所述目标信息按照预设长度构造数据包,得到多个数据包;

将每个所述数据包的帧头添加前导码,得到基带信号;

将所述基带信号进行上变频,并调制到预设最优频点;

根据所述发射磁场参数将所述基带信号作为磁场干扰信号发射出去。

5. 根据权利要求1所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频之前,还包括:

预先在所述终端上安装目标应用程序;

所述终端通过磁力计检测所述磁场干扰信号,当检测到所述磁场干扰信号时,唤醒所述目标应用程序,调用相机中的图像传感器;

或者,当所述终端接收到用户打开程序指令时,调用相机中的图像传感器。

6. 根据权利要求4所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息,包括:

所述终端按照预设规则确定所述磁场干扰视频中的背景帧;

将所述磁场干扰视频中的每一帧图像去除背景帧,得到所述信息比特条纹;

识别所述信息比特条纹,得到所述目标信息。

7. 根据权利要求6所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,识别所述信息比特条纹,得到所述目标信息,包括:

所述终端将所述信息比特条纹转换成所述基带信号,并采用能量检测方式定位所述基带信号中数据包的帧头,得到数据包;

根据喷泉码的译码规则,对所述数据包进行解码;

当接收到预设数量的数据包时,得到所述目标信息。

8. 根据权利要求1所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法,其特征在于,所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息之后,还包括:

将所述目标信息转发至服务器后进行交易;

交易完成后,所述服务器向所述NFC阅读器发送交易完成的确认信息。

9. 一种基于相机磁场干扰的近场通信系统,其特征在于,包括:

NFC阅读器,用于当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,发出携带有目标信息的磁场干扰信号;

终端,用于利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;以及根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序能够被执行以用于实现如权利要求1~8任意一项所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法的步骤。

一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及跨技术通信技术领域,尤其涉及的是一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统。

背景技术

[0002] 跨技术通信指的是异构无线设备之间的直接通信。近年来,许多手机端的跨技术短距离通信范式被研究者们先后提出。这些系统促进了新型无线通信范式的进一步发展。常见的跨技术通信系统包括振动马达到加速度传感器、扬声器到陀螺仪、中央处理器(CPU)到磁力计之间的通信等等。但是,所有上述的系统均未真正吸引当前用户,因为它们的可达通信速率较低,最快也仅有几百比特每秒。这是因为此类系统的通信速率往往受限于手机内置传感器(如陀螺仪、加速度传感器和磁力计等)的低采样率。例如,磁力计传感器的采样率往往只有100赫兹左右。对于以消费者为导向的市场来说,如此低速的通信范式的应用场景是非常有限的,且不具备可拓展性。

[0003] 因此,对于NFC近场通信,终端(如手机)都需要安装NFC模块才能实现与NFC阅读器之间的通信。但是,目前的很多终端上并不具有NFC模块,进而无法完成终端与NFC阅读器之间的通信。

[0004] 因此,现有技术存在缺陷,有待改进与发展。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统,旨在解决现有技术中终端需要安装NFC模块才能实现与NFC阅读器之间的通信的问题。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明提供一种基于相机磁场干扰的近场通信方法,包括:

[0008] 当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号;

[0009] 所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;

[0010] 所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

[0011] 在一种实现方式中,所述当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号之前,还包括:

[0012] 预先训练神经网络分类器,并将已训练的神经网络分类器存储至服务器,以及预先存储设备型号信息和发射磁场参数之间的对应关系;

[0013] 其中,所述神经网络分类器用于识别终端的设备型号信息。

[0014] 在一种实现方式中,所述当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号,包括:

- [0015] 当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发射线性调频信号,并接收所述终端对所述线性调频信号的频率响应;
- [0016] 所述NFC阅读器将所述频率响应上传至所述云端;
- [0017] 所述云端利用已训练的神经网络分类器进行分类,得到所述终端的设备型号信息;
- [0018] 所述云端根据所述设备型号信息查找对应的发射磁场参数,并将所述发射磁场参数发送至所述NFC阅读器;
- [0019] 所述NFC阅读器根据所述发射磁场参数发出携带有目标信息的磁场干扰信号。
- [0020] 在一种实现方式中,所述NFC阅读器根据所述发射磁场参数发出携带有目标信息的磁场干扰信号,包括:
- [0021] 所述NFC阅读器采用喷泉码对所述目标信息进行信道编码,将所述目标信息按照预设长度构造数据包,得到多个数据包;
- [0022] 将每个所述数据包的帧头添加前导码,得到基带信号;
- [0023] 将所述基带信号进行上变频,并调制到预设最优频点;
- [0024] 根据所述发射磁场参数将所述基带信号作为磁场干扰信号发射出去。
- [0025] 在一种实现方式中,所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频之前,还包括:
- [0026] 预先在所述终端上安装目标应用程序;
- [0027] 所述终端通过磁力计检测所述磁场干扰信号,当检测到所述磁场干扰信号时,唤醒所述目标应用程序,调用相机中的图像传感器;
- [0028] 或者,当所述终端接收到用户打开程序指令时,调用相机中的图像传感器。
- [0029] 在一种实现方式中,所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息,包括:
- [0030] 所述终端按照预设规则确定所述磁场干扰视频中的背景帧;
- [0031] 将所述磁场干扰视频中的每一帧图像去除背景帧,得到所述信息比特条纹;
- [0032] 识别所述信息比特条纹,得到所述目标信息。
- [0033] 在一种实现方式中,识别所述信息比特条纹,得到所述目标信息,包括:
- [0034] 所述终端将所述信息比特条纹转换成所述基带信号,并采用能量检测方式定位所述基带信号中数据包的帧头,得到数据包;
- [0035] 根据喷泉码的译码规则,对所述数据包进行解码;
- [0036] 当接收到预设数量的数据包时,得到所述目标信息。
- [0037] 在一种实现方式中,所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息之后,还包括:
- [0038] 将所述目标信息转发至服务器后进行交易;
- [0039] 交易完成后,所述服务器向所述NFC阅读器发送交易完成的确认信息。
- [0040] 第二方面,本发明提供一种基于相机磁场干扰的近场通信系统,包括:
- [0041] NFC阅读器,用于当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,发出携带有目标信息的磁场干扰信号;
- [0042] 终端,用于利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰

视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;以及根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

[0043] 第三方面,本发明还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序能够被执行以用于实现如上所述的基于相机磁场干扰的近场通信方法的步骤。

[0044] 本发明的有益效果:本发明实施例通过当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号;所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。本发明通过利用NFC阅读器产生的可控磁场对相机的视频录制功能进行干扰,得到具有所述目标信息对应的信息比特条纹的磁场干扰视频,进而根据图像中的信息比特条纹得到目标信息,使得终端无需安装NFC模块就可以实现与NFC阅读器之间的通信,降低了成本。

附图说明

[0045] 图1是本发明中基于相机磁场干扰的近场通信方法较佳实施例的流程图。

[0046] 图2是本发明中基于相机磁场干扰的近场通信方法较佳实施例中MagCode系统的通信过程。

[0047] 图3是本发明中利用MagCode系统测试市面上常见智能手机得到的测试统计表。

[0048] 图4是本发明中MagCode系统用于移动支付场景的原理图。

[0049] 图5是本发明中基于相机磁场干扰的近场通信系统较佳实施例的功能原理框图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0051] 常见的跨技术通信系统包括振动马达到加速度传感器、扬声器到陀螺仪、中央处理器(CPU)到磁力计之间的通信等等。但是,所有上述的系统均未真正吸引当前用户,因为它们的可达通信速率较低,最快也仅有几百比特每秒。这是因为此类系统的通信速率往往受限于手机内置传感器(如陀螺仪、加速度传感器和磁力计等)的低采样率。例如,磁力计传感器的采样率往往只有100赫兹左右。对于以消费者为导向的市场来说,如此低速的通信范式的应用场景是非常有限的,且不具备可拓展性。因此,研究者做出了许多努力来寻找高速率的跨技术通信范式。

[0052] 电磁干扰(EMI)是无线系统中永恒存在的经典话题,几乎在电子系统的任何地方都有遭受电磁干扰的风险。过去的研究主要专注于如何分析电磁干扰的影响、如何减少内部电磁干扰或者如何设计屏蔽方法以对抗外部电磁干扰。相关的研究表明,因为接口之间的能量扩散较低,大多数的图像传感器并未适配复杂的电磁屏蔽。市面上仅有少数的特殊场景专用摄像头配备了专有的电磁兼容屏蔽。这意味着图像传感器对于电磁辐射干扰是非常脆弱的。

[0053] 综上,已有的侧信道短距离通信技术已经被进行了广泛的理论分析,但是它们数

据传输性能都不太理想。此外,这些技术都依赖于一些常规的低采样率传感器,而具备高采样能力的图像传感器是否可以成为一种可靠的侧信道目前还没有被研究过。而如何利用电磁辐射作为媒介与图像传感器进行通信,更是一个全新的领域。根据调研,目前尚没有任何产品或研究在这个领域有过相关探索。

[0054] 而传统NFC技术主要采取在手机端安装NFC模块的方式来实现与NFC阅读器之间的双向通信。然而,由于成本和技术更新等方面的原因,目前世界上约有41%的智能手机并不具备NFC智能,在一些低端手机上尤为普遍。摄像头作为当代智能手机必备的组件,主要被用于照片拍摄、视频通话和扫码识别等场景。本实施例的基于相机磁场干扰的新型跨技术智能手机近场通信系统(MagCode)是世界上第一个在NFC阅读器和手机之间建立无线信道的系统,通过该侧信道传输数据,可在不具备NFC模块的手机上支持诸多亟待近场通信的应用,如移动支付、接入控制、密钥认证等等。

[0055] 在过去的工作中,磁场干扰往往被视作干扰相机电路正常工作的不利因子而加以消除。本实施例的系统发现频率在13.5MHz附近的磁场干扰会对手机相机的成像造成干扰,手机所拍摄的图像或视频的画面中会出现明显的明暗交互条纹。因此,可以通过对磁场进行幅度调制,搭载的数据信息便会以条纹交替滚动的形式出现在相机画面中。简言之,有条纹便可视作数据比特“1”,无条纹便可视作数据比特“0”。将受干扰的视频进行录制和解码后,便可最终获取调制在磁场干扰中的数据。大量的实验测试表明,此类磁场干扰是无害的,即当终端(如手机)远离干扰后,相机仍能正常工作。

[0056] 在理想情况下,本实施例的基于相机磁场干扰的新型跨技术智能手机近场通信系统(MagCode)可快速在各种配备摄像头的电子设备上搭建系统原型。换言之,MagCode可将近场通信智能赋予所有具备摄像头的物联网设备。例如,传统的平板电脑如iPad等通常不具备NFC智能,但是往往都内置有摄像头。得益于其通用性强,MagCode可以极大的辅助、促进近场通信技术的发展。此外,广泛的实验测试表明,MagCode系统的实际速率可达到2.58kbps,平均仅需1.8秒便可以完成移动支付的任务。由于MagCode是使用近场磁场耦合的方式传输信息,磁场衰减与距离的六次方成反比,因此数据传输的安全系数高。

[0057] 请参见图1,本发明实施例中基于相机磁场干扰的近场通信方法包括如下步骤:

[0058] 步骤S100、当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号。

[0059] 具体地,本实施例利用磁场干扰实现智能手机跨技术通信的近场通信,可以通过控制NFC阅读器的磁场对终端上相机的图像传感器的成像过程进行干扰,以实现信息传输。因此,本实施例突破了传统NFC近场通信的局限性,终端(手机、平板电脑等)不再需要安装NFC模块便可与NFC阅读器实现近场通信。

[0060] 在一种实现方式中,所述步骤S100之前还包括:预先训练神经网络分类器,并将已训练的神经网络分类器存储至服务器,以及预先存储设备型号信息和发射磁场参数之间的对应关系;所述神经网络分类器用于识别终端的设备型号信息。

[0061] 具体地,本实施例具有灵活性,经MagCode升级后的NFC阅读器可以根据不同电子设备自身的外壳、材料等因素带来的阻抗变化对这些设备进行识别分类。本实施例中通过在云端存储已训练的神经网络分类器,得到分类出的结果,使得NFC阅读器根据具体的终端型号发射携带信息的最优的磁场干扰。NFC阅读器精确的发射最优的磁场干扰频率和强度,

从而使得系统的功耗最低,速度最快。

[0062] 在一种实施例中,所述步骤S100具体包括:

[0063] 步骤S110、当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发射线性调频信号,并接收所述终端对所述线性调频信号的频率响应;

[0064] 步骤S120、所述NFC阅读器将所述频率响应上传至所述云端;

[0065] 步骤S130、所述云端利用已训练的神经网络分类器进行分类,得到所述终端的设备型号信息;

[0066] 步骤S140、所述云端根据所述设备型号信息查找对应的发射磁场参数,并将所述发射磁场参数发送至所述NFC阅读器;

[0067] 步骤S150、所述NFC阅读器根据所述发射磁场参数发出携带有目标信息的磁场干扰信号。

[0068] 为了实现最优的数据传输,阅读器需要知道终端的型号,从而根据型号来选择最合适的磁场干扰频率执行干扰。而不同的终端往往具有不同的硬件结构、外壳形状和材料等等,当终端被放置在阅读器上之后,阅读器的负载会随不同终端的型号而变化。因此,本实施例控制NFC阅读器发射线性调频信号(chirp信号),并同时接收,以获取终端的频率响应。

[0069] 具体地,线性调频信号的中心频点为13.56MHz,带宽为200kHz。终端的频率响应可以被视作一种新型的硬件指纹,当采集到终端的硬件指纹后,NFC阅读器可以将指纹上传到服务器,使用预先训练好的神经网络分类器进行分类,以获得设备型号信息。随后,根据设备型号信息,在服务器的数据库中选择最优的发射磁场参数,根据参数发射磁场干扰。

[0070] 以上过程为MagCode系统中终端到NFC阅读器的握手过程。握手指的是通信双方(NFC阅读器与终端)之间通过信息交换的方式完成协商,从而建立通信链路协议的过程。

[0071] 本实施例的MagCode系统包括三方:NFC阅读器、终端及服务器,NFC阅读器有时也被称为销售点情报管理系统(POS)。现有的NFC阅读器可以通过固件升级之后支持MagCode系统。终端是指需要接收来自阅读器数据的一方。终端(如手机端)可以安装开发的MagCode应用程序,并且终端具备网络连接。所述服务器是指后端服务器,例如支付宝服务器等等。服务器的作用是完成终端通过网络转发的特定指令,例如验证、支付、终止等等。通过协调三方之间的通信,一个完整可靠的新型近场通信系统可以被快速实现。

[0072] 在物理层上,传统NFC阅读器支持以曼彻斯特编码或者米勒编码格式的两种调制方式,即开关键控(OOK)和二进制相移键控。为了在最大程度上与现有的NFC阅读器实现兼容,本实施例利用开关键控作为调制方式。也就是说,本实施例通过施加或者不施加磁场干扰来代表比特1或者0。

[0073] 在调制时,在NFC阅读器端,比特是以不归零码的格式在基带中进行处理,也就是说高电压代表比特1,低电压代表比特0。众所周知,NFC的载波是常规的正弦波,因此通过OOK调制便可以把基带的数字信号加载在载波上并通过NFC线圈天线发射出去。

[0074] 在解调时,在终端(如智能手机端)中,相机以视频录制的方式接收无线信号,视频的每一帧图片都包含待解码的信号。为了解码信号,首先对图片进行二值化。理论上而言,每段视频的前几帧并不包含磁场干扰,此时可以将其作为背景帧。在后续的解码中,每解码一张新的图片之前需要先减去背景帧,以消除环境光/背景的干扰。在获取的图片中,白色

的条纹代表着比特1的半个周期；黑色的条纹代表比特1的另外半个周期；灰色的条纹代表比特0；因此，解码可以通过硬判决的方式快速完成。

[0075] 在一种实施例中，所述步骤S150具体包括：

[0076] 步骤S151、所述NFC阅读器采用喷泉码对所述目标信息进行信道编码，将所述目标信息按照预设长度构造数据包，得到多个数据包；

[0077] 步骤S152、将每个所述数据包的帧头添加前导码，得到基带信号；

[0078] 步骤S153、将所述基带信号进行上变频，并调制到预设最优频点；

[0079] 步骤S154、根据所述发射磁场参数将所述基带信号作为磁场干扰信号发射出去。

[0080] 本实施例采用喷泉码进行信道编码，可以消除帧间空隙的影响，构造数据包。具体地，按照喷泉码的编码规则，对待发送的压缩数据进行编码。因为相机的帧与帧存在时间空隙，传统的纠错编码较难恢复丢失的信息，采用喷泉码作为信道编码则可以保证数据包的完整接收。编码之后的数据携带映射信息。

[0081] 另外，对每个数据包添加自相关性强的前导码。具体地，巴克码是一种具有良好的自相关性的序列，给每个数据包的帧头添加巴克码，以实现帧同步的目的。

[0082] 所述预设最优频点为13.56MHz。具体地，使用NFC阅读器对基带信号进行上变频，将信号调制到13.56MHz附近的最优的频点，而后将信号以磁场干扰的形式发射出去。

[0083] 具体地，在数据链路层上，本实施例可以实现可靠的数据传输。

[0084] 对于帧内异步，在MagCode系统，由于无法及时同步NFC阅读器和智能终端。因此，智能终端无法得知阅读器何时开始数据传输，从NFC阅读器发送的数据包可能会到达图像的任何一列。为了解决这个问题，本实施例为每个数据包增加了一组预定义的前导码。接收端将输入信号进行自相关，结果将恰好在数据包的开头可以检测到能量峰值。因此，本实施例采用7位巴克码（即[1, 1, 1, 0, 0, 1, 0]）和1位校验比特进行奇偶校验。本实施例使用一个简单的积分器来识别前导码。最后，如果奇偶校验通过，则视作正确接收该帧的有效载荷。

[0085] 对于帧间异步，每个数据包的大小在MagCode系统中是固定的。但是在选择合适的数据包大小时，通常有一个权衡。一方面，希望数据包的长度可以更大，这样可以减少用于前导码和奇偶校验的比特开销。在另一方面，智能终端不能连续的接收数据包，因为视频帧之间通常存在一段时间空隙，此时相机处于非读出状态，磁场干扰无法将所发送的信息耦合到读出电路中。

[0086] 例如，即使使用240帧每秒的帧率（即iPhone系列的最高帧率），每一帧也要持续 $1/240 \approx 4.2$ 毫秒。因此，在两个相邻的帧之间仍然存在约0.7毫秒的中断（主要用于曝光），在此期间，通过该侧通道发送的信息将会被擦除。实际上，大多数低端智能手机只能支持120或240帧的最高帧率，导致擦除率分别高达35%和18%。如果数据包的任何部分因为中断而被擦除，就必须放弃这个数据包。因此，本实施例希望有一个更短的数据包来减少被擦除的数据包总数。

[0087] 具体地，定义 w 表示在整个帧窗口期间可接收的比特总数，包括中断时间，那么在一张图像的窗口期间可成功接收的比特总数为 $w \times (1-p)$ ，而 $w \times p$ 比特由于中断而被擦除。 p 是被擦除比特的百分比（擦除率以比特为单位进行衡量）。此时，问题可以被形式化为：给定固定的接收模式，NFC阅读器如何传输数据包以达到最大的通信速率。

[0088] 假设数据包的大小为 L 位，其中 C 位用于前导码和奇偶校验开销。每当传输一个数

据包时,为了探究最优情况,本实施例插入一个随机的退避,用B比特表示,其中 $0 \leq B \leq L + wp$ 。退避策略是为了避免最坏的情况,即第一个数据包的到达时间较差,恰好造成后续的数据包都陆续无效,从而致使相对较大的延迟。

[0089] 假设N个数据包被传输,那么第n个数据包的到达时间(比特)计算如下:

$$[0090] \quad S_n = \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) + (n-1)L;$$

[0091] 其中,所述 $n=1, 2, \dots, N$;所述 B_i 为第i个数据包的退避时间。

[0092] 发送N个数据包所消耗的总时间等于 $S_N + L$ 。那么,可以成功接收的数据包数量为:

$$[0093] \quad N_s = |\{S \in \{S_1, S_2, \dots, S_N\} \mid 0 \leq (S \bmod w) < w(1-p) - L\}|;$$

[0094] 其中 $|\cdot|$ 是一个集合的元素个数。上述条件意味着成功接收的数据包必须在一张图像的窗口内到达和结束。本实施例的目标是找到最优的数据包长度L,以最大限度地提高以下的良好吞吐量,它被定义为每秒钟的可解码的比特数(不包括前导码和奇偶校验的比特开销):

$$[0095] \quad \operatorname{argmax}_L = \frac{E(N_s)(L-C)}{S_N + L};$$

[0096] 其中, $E(\cdot)$ 代表数学期望,本实施例进行了大量的模拟试验,以找出最优的参数L。结论是当最大的吞吐量可以实现当且仅当数据包连续传输,不存在退避时。事实上这在逻辑上是合理的,因为无退避策略确保在每个图像中至少有两个数据包可以被成功接收。然而,尽管发生的概率很小,本实施例仍然建议采用指数随机性的退避来避免最坏的情况。与此同时,这种指数型回退策略的良好吞吐量与无退避策略极为接近。

[0097] 也就是说,本实施例的预设长度即为L位,可以最大限度地提高良好吞吐量。

[0098] 在传输控制层,本实施例实现了数据传输的完整性。

[0099] 传输控制层(TCL)的目标是保证通过多个数据包传输的数据的完整性,即使有些数据包丢失或不符合顺序。在MagCode中,大约15%-50%的数据包在链路层丢失,因为两个相邻的帧之间有时间间隙会破坏数据包的连续接收。并且,因为MagCode没有反馈可以回传给NFC阅读器,因此,传统无线通信中采用的传统重传机制在此处不适用。

[0100] 为了解决上述问题,本实施例采用喷泉码对传输层的数据进行编码和解码。喷泉码以其通过编码技术对数据的强大恢复能力而闻名,只要有足够数量的数据包被接收,便可以将数据完整的恢复出来。在MagCode中,采用LT码(喷泉码的一种)作为传输层的数据编码方式。首先根据指定的随机概率分布函数选择数据包进行异或编码,从而产生喷泉码的“水滴”数据包;随后将编码后的数据包发送出去;在收到许多数据包后,首先确定并释放自由度为1的数据包,其中只包含一个原始数据包。如果没有收到这样的数据包,解码将暂停,直到预期的数据包到来。接下来,连接被释放的数据包和它们相邻数据包的连接被删除。随后不断重复上述过程,直到所有数据包都被解码。

[0101] 如图1所示,所述基于相机磁场干扰的近场通信方法还包括如下步骤:

[0102] 步骤S200、所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹。

[0103] 具体地,所述终端作为信息接收端,使用相机视频录制功能接收数据。在实际使用时,打开MagCode应用程序,将手机摄像头靠近NFC阅读器,手机拍摄出来的视频中出现携带

信息比特的条纹,抽取视频中的每一帧,随后对每一帧进行解码。

[0104] 这是由于来自于NFC阅读器的磁场干扰可以使得终端所成的像出现有规律的条纹。因此,通过控制条纹的有无,便可以实现数字通信。同时,磁场干扰的理想最小分辨率可以精确控制到所成照片的像素阵列中的具体一行。

[0105] 本实施例首次在于NFC阅读器和终端的相机之间搭建无线信道,变“害”为“宝”,巧妙利用相机受到的磁场干扰作为信息载体。可以理解的是,由于终端(如手机)上都具有相机,因此,本实施例的通用性强,可将近场通信智能带给所有配备相机的物联网设备,系统通信速率快,信息传输的安全性高。

[0106] 在一种实现方式中,所述步骤S200之前还包括:预先在所述终端上安装目标应用程序;所述终端通过磁力计检测所述磁场干扰信号,当检测到所述磁场干扰信号时,唤醒所述目标应用程序,调用相机中的图像传感器;或者,当所述终端接收到用户打开程序指令时,调用相机中的图像传感器。

[0107] 也就是说,本实施例开发了可以直接部署在安卓智能终端的MagCode解码的应用程序,用于让智能终端译码来自NFC阅读器的磁场信号。用户只需在智能终端上下载并安装MagCode系统的应用程序,就可以通过相机的图像传感器接收磁场信号。

[0108] 具体地,本实施例的应用程序有一个没有交互界面的后端程序,不断的调用终端的磁力计用以检测来自阅读器的信号。当阅读器开始播放磁场干扰后,如果磁力计检测到预期的磁场模式,便会自动唤醒MagCode应用程序,调用图像传感器,用以接收数据包,无需用户主动打开应用程序,为用户提供了方便。当然,用户也可以通过手动的方式打开应用程序,并开始接收磁场中携带的数据。

[0109] 如图1所示,所述基于相机磁场干扰的近场通信方法还包括如下步骤:

[0110] 步骤S300、所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

[0111] 具体地,与传统近场通信不同,本发明利用NFC阅读器产生的可控磁场对相机中内置的CMOS图像传感器进行干扰,并使得传感器所拍摄的照片或录制的视频出现可控的彩色条纹。此类产生的条纹可以近似视作传统无线通信系统中的载波。阅读器通过调整自身发射的磁场信号,可以对图像中条纹的有无、粗细等参数进行精确控制,这一过程可将信息数据有效的加载在载波之中,从而实现了一种新型的、有效的侧信道近场通信范式。

[0112] 在一种实现方式中,所述步骤S300具体包括:

[0113] 步骤S310、所述终端按照预设规则确定所述磁场干扰视频中的背景帧;

[0114] 步骤S320、将所述磁场干扰视频中的每一帧图像去除背景帧,得到所述信息比特条纹;

[0115] 步骤S330、识别所述信息比特条纹,得到所述目标信息。

[0116] 具体地,所述预设规则具体是指每段视频的前几帧并不包含磁场干扰,此时可以将其作为背景帧。

[0117] 在一种实施例中,所述步骤S330具体包括:

[0118] 步骤S331、所述终端将所述信息比特条纹转换成所述基带信号,并采用能量检测方式定位所述基带信号中数据包的帧头,得到数据包;

[0119] 步骤S332、根据喷泉码的译码规则,对所述数据包进行解码;

[0120] 步骤S333、当接收到预设数量的数据包时,得到所述目标信息。

[0121] 具体地,对录制的视频每一帧进行解码。首先将每一帧的二维图像转换成一维的信号,随后采用能量检测的方式查找数据包的帧头,进行解码。根据喷泉码的译码规则,不断对接收的有效数据包进行解码。若有些数据包恰好落在视频帧的间隔之间时,此时该数据无效,当获取的包数足够多后,便可以成功将所有的数据解码出来,此时通信完成。本实施例的通信过程如图2所示。

[0122] 能量检测是指使用预先设计好的前导码滑窗,与上述的信号进行滑动匹配,当匹配成功时,信号会出现一个较高的能量峰值,一个峰值就代表一个数据包的包头,也就是前导码的位置。

[0123] 在一种实现方式中,所述步骤S300之后还包括:将所述目标信息转发至服务器后进行交易;交易完成后,所述服务器向所述NFC阅读器发送交易完成的确认信息。

[0124] 本实施例还包括挥手阶段,终端在成功接收到NFC阅读器的全部数据后,通过互联网转发收到的数据到服务器进行交易。交易完成后,服务器向NFC读卡器发送交易完成的确认以结束交易。当然,NFC阅读器也可以在超时后自动取消交易。图3为市面上常见智能手机的测试统计表,实验表明,几乎所有的手机都可以兼容MagCode系统。

[0125] 下面列举一具体实施例进行说明。

[0126] 如图4所示,在移动支付场景中,系统包括:NFC阅读器、智能手机和服务器。

[0127] 步骤1:NFC阅读器通过磁场干扰将交易ID发送给智能手机;

[0128] 步骤2:智能手机收到交易ID后通过网络将交易ID上传至服务器,校验通过后发起支付;

[0129] 步骤3:服务器完成支付后,将交易回执发送给NFC阅读器,结束通信。

[0130] 在本发明中,未适配近场通信(NFC)模块的智能终端可以通过建立终端相机与NFC阅读器之间的侧信道来实现数据传输。本发明开发了针对新型侧信道近场通信的移动端解码应用程序,并在市面上11种主流型号的手机搭建了系统原型,以验证此跨技术智能手机近场通信方案的实际性能。广泛的通信测试表明,除数据吞吐量较低之外,MagCode的其他性能几乎可与传统的NFC模式相媲美。与现有的基于条形码或二维码的通信范式相比,MagCode的数据传输速度可提高1倍甚至数倍。以移动支付为例,MagCode仅需平均1.8秒便可完成交易。另外,本实施例还利用通用软件无线电外设(USRP)搭建了所需的阅读器原型,用以发射可控的磁场信号,从而搭建侧信道对图像传感器的成像过程进行干扰以实现数据传输。

[0131] 在一种实施例中,如图5所示,基于上述基于相机磁场干扰的近场通信方法,本发明还相应提供了一种基于相机磁场干扰的近场通信系统,包括:

[0132] NFC阅读器100,用于当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,发出携带有目标信息的磁场干扰信号;

[0133] 终端200,用于利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;以及根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。

[0134] 本发明还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序能够被执行以用于实现如上所述的基于相机磁场干扰的近场通信方

法的步骤。

[0135] 综上所述,本发明公开的一种基于相机磁场干扰的近场通信方法及系统,所述方法包括:当NFC阅读器与终端之间建立近场通信时,所述NFC阅读器发出携带有目标信息的磁场干扰信号;所述终端利用相机进行视频拍摄,在所述磁场干扰信号的干扰下得到磁场干扰视频,所述磁场干扰视频中具有所述目标信息对应的信息比特条纹;所述终端根据所述磁场干扰视频中的信息比特条纹得到所述目标信息。本发明通过利用NFC阅读器产生的可控磁场对相机的视频录制功能进行干扰,得到具有所述目标信息对应的信息比特条纹的磁场干扰视频,进而根据图像中的信息比特条纹得到目标信息,使得终端无需安装NFC模块就可以实现与NFC阅读器之间的通信,降低了成本。

[0136] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

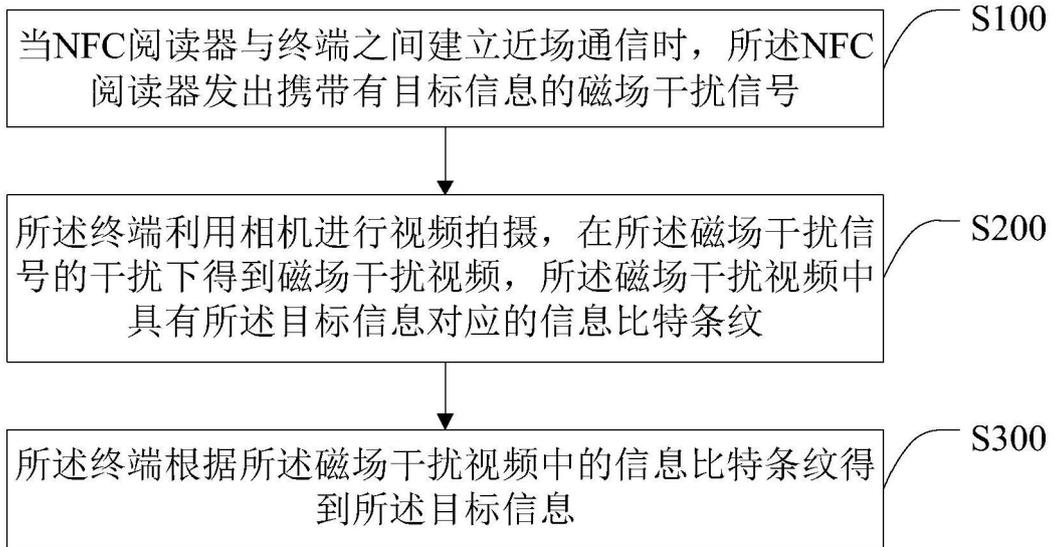


图1

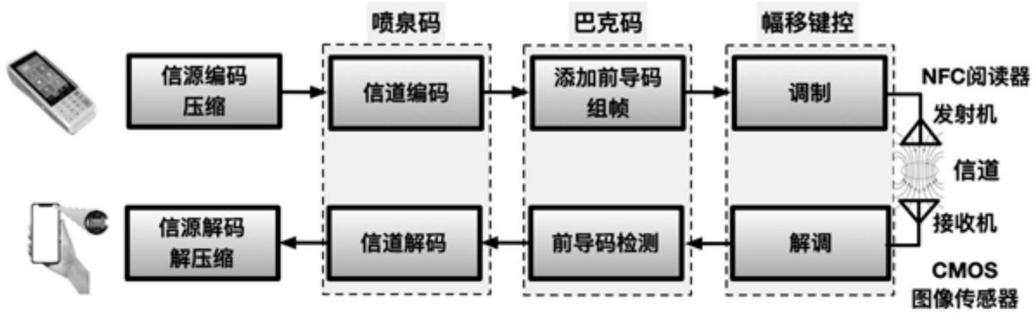


图2

智能手机			相机配置					视频分辨率			帧率		最优频点 ¹		擦除比例 ²		吞吐量 ³	
序号	制造商	型号	发布日期	制造商	型号	种类	色度	像素大小	传感器尺寸	(Max)	(fps)	(MHz)	(@30 fps)	(@30 fps)	(bps)			
P1	Apple	iPhone 7	2016/09	Sony	IMX315	CMOS	RGB	1.22 μm	1/2.93"	3840 × 2160	30, 60, 120, 240	13.543, 13.585, 13.590	68.6%	1043 @60 fps				
P2	Apple	iPhone 8	2017/09	Sony	IMX315	CMOS	RGB	1.22 μm	1/2.93"	3840 × 2160	30, 60, 120, 240	13.431, 13.432, 13.433	68.6%	1043 @60 fps				
P3	Apple	iPhone X	2017/11	Sony	IMX315	CMOS	RGB	1.22 μm	1/2.93"	3840 × 2160	30, 60, 120, 240	13.541, 13.542, 13.590	68.6%	1043 @60 fps				
P4	Apple	iPhone 12	2020/10	Sony	IMX503	CMOS	RGB	1.40 μm	1/3.40"	3840 × 2160	30, 60, 120, 240	13.508, 13.509, 13.659	79.9%	861 @30 fps				
P5	Google	Pixel 3 XL	2018/10	Sony	IMX363	CMOS	RGB	1.40 μm	1/2.55"	3840 × 2160	30, 120, 240	13.564, 13.565, 13.566	23.8%	919 @30 fps				
P6	Huawei	Honor 8X Max	2018/09	Sony	IMX471	CMOS	RGB	1.00 μm	1/3.13"	1920 × 1080	30, 120	13.538, 13.592, 13.593	21.0%	906 @30 fps				
P7	Redmi	Note 9	2020/11	Samsung	SSKGM1	CMOS	RGB	0.80 μm	1/2.00"	1920 × 1080	30, 120	13.480, 13.528, 13.575	60.0%	808 @30 fps				
P8	OnePlus	OnePlus 6	2018/05	Sony	IMX519	CMOS	RGB	1.22 μm	1/2.6"	3840 × 2160	30	13.665, 13.666, 13.667	46.0%	780 @30 fps				
P9	ASUS	Zenfone 5 LTE	2014/07	Sony	IMX214	CMOS	RGB	1.12 μm	1/3.06"	1920 × 1080	30	13.545, 13.546, 13.547	47.3%	802 @30 fps				
P10	Samsung	Galaxy Note 3	2013/09	Sony	IMX135	CMOS	RGB	1.12 μm	1/3.06"	3840 × 2160	30	13.563, 13.564, 13.565	19.0%	1036 @30 fps				
P11	Xiaomi	Mi 5s	2016/09	Sony	IMX387	CMOS	RGB	1.55 μm	3/4.00"	3840 × 2160	30	13.510, 13.511, 13.512	48.0%	791 @30 fps				

¹ MagCode 系统用于通信的最佳工作频率。篇幅所限, 仅列出三个频点, 可能存在更多的可行频率。

² 擦除比例定义为两个相邻帧之间的中断时间与包括中断在内的整个帧的时间的比率。它表明无法用于 MagCode 系统通信的时间比例。

³ 在最佳设定下的最大吞吐量。

图3



图4

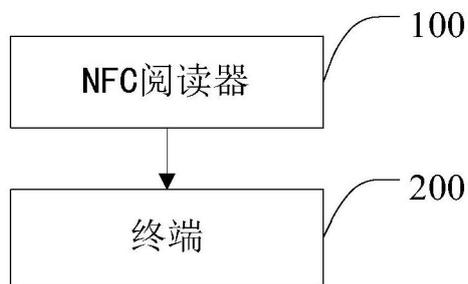


图5