如何有效识别RFID

# Introduction

RFID（Radio Frequency Identification） 射频识别是一种无线通信技术，可以通过无线电讯号识别特定目标并读写相关数据，而无需识别系统与特定目标之间建立机械或是光学接触。

当我们考虑这样的一个情景，到成千上万件带着RFID标签的商品从仓库中或离开或进入，一旦商品放在传送带上，它们就会沿着固定好的道路匀速进行移动知道他们被放置在传送带两旁的RFID阅读器阅读到，因此，考虑如何提高RFID的阅读速度是非常重要的。而RFID标签只是不会自动调节它们的无线电传输来避免冲突的，因此，我们需要一个防冲突算法来调节标签的回复来使得在最短的时间内读取了所有的标签。

现有的算法是基于ALOHA的，但是目前的这些研究都仅仅是考虑在理想的情况下，如何调节参数当阅读静态的RFID标签。很显然，现实情况比这复杂多了，比如说多路影响，或是路径损耗，这些都没有被考虑到。有一些研究也考虑到实际的场景来决定最好的参数，但是换一个场景，这些参数就不一定使用了。

因此，基于这些问题，我们考虑如何在一个移动的场景下来提高RFID标签的读取表现。我们提出了一个用于RFID标签识别的概率模型来弥补显示情况和理论上的防冲突协议之间的鸿沟。我们的模型提供了一个基本的对于如何设置MAC层的参数的引导。基于我们的模型，我们可以提高对于移动的RFID标签的阅读的表现，相较于之前的研究，我们可以减少23%的阅读时间并且没有传输丢失。当然，这项提高仍然是基于现有的EPC

Class 1 Gen 2 RFID 标准的。

在这篇论文中，我们有如下的贡献：

1. 对于基于防冲突机制的ALOHA，我们提供了一个概率模型，来提供在现实情况下RFID标签识别的表现。我们分析了物理层的属性是如何影响到MAC层的协议的表现的；
2. 根据我们提出的概率模型，我们提出来对于在传送带上的移动的RFID标签的识别的有效的解决方法，我们展示了一个动态程序解决方案和一个关于为了有效的识别标签自适应选择帧的大小的方案；
3. 据我们所知，本文是第一篇通过概率模型来研究现实中RFID标签识别的理论工作。我们描绘了目前现实中防冲突协议如何工作的基本图画，并且对于相近的关于物理层和MAC层的耦合的工作给了一定的指示。

# REALTED WORK

RFID防冲突协议可以被分为两种，一种是基于二进制树的防冲突协议，一种是基于ALOHA的防冲突协议。基于二进制的防冲突协议是通过把参与到冲突中的标签的子集给静音(muting)掉来实现的。而基于ALOHA的方法，则经历了从ALOHA到时隙 ALOHA 再到dynamic frame-sized ALOHA的发展，

很多年来，众人的研究都忽视了RFID系统中物理层会对标签的识别带来多大的影响，知道后来Buettner et al. 验证了物理层与读取表现和可靠性之间的关系，当然，这也被物理层和MAC层之间的积分加剧了。

后来，Ren et al. 在一个工业的传送带上进行了广泛的实验来验证了移动性对于RFID阅读的表现，Jeffery et al. 在现实的设置中进行了实验并且发现对于每一个阅读器的测试范围，总有一个最大区间和一个最小区间。

# PRELIMINARY

## Far-Field Propagation and Backscatter Principle

远场通信（Far-Field Communication）利用电波，阅读器发送一个连续的会受到标签天线影响的基本信号，一个反向散射标签（backscatter tag）通过调制连接到天线上的电子元件来操作电磁能（electromagnetic energy）的影响。

 假设在这么一个场景下，阅读器和标签之间相距距离为，阅读器的天线获得（antenna gain）是，而标签的antenna gain是，波长为。假设利用来衡量从阅读器的发射功率，而通过考虑功率通量密度（power flux density），可以知道标签那儿的接收功率为，根据雷达原理（radar principle），一个物体能够反射的能量的受到物体的反射范围的控制，这个范围被称为radar cross section（RCS），用来代替RCS，那么从标签向阅读器方向的反射功率，而阅读器的能量接收密度为

。根据之前的分析，可以得到路径缺损为：



根据这个，我们可以定义出在路径上的路径缺损为

很显然，上述的空余空间传播模型（free space propagation model）是绝对的。但可惜的是，这个模型并不能很好的说明实际情况，因为在实际中的传播是概率的，因为标签的方向有效地影响了反射，并且比如吸收或是多路衰减等情况使得传播并不能如此准确的预测。

我们从reader到tag的下行链路称为前向信道（forward channel）， 将从tag到reader的上行链路称为反向信道（reverse channel），那么为了能够成功的阅读标签，有几个阈值是需要满足的，首先是tag power（sensitivity）threshold ，然后是reader sensitivity threshold ，必须满足以及，这样标签才能够反射到阅读器能够接收的信号。

## Tag inventory and access

C1G2所使用的MAC协议是基于时隙ALOHA的，该算法在Aloha算法的基础上把时间分成多个离散时隙，每个时隙长度T等于标签的数据帧长度，标签只能在每个时隙的分界处才能发送数据。这种算法避免了原来Aloha算法中的部分冲突,使冲突期减少一半，提高了信道的利用率。但是这种方法需要同步时钟，对标签要求较高，标签应有计算时隙的能力。

# PROBLEM FORMULATION



如图所示表示识别器识别移动中的标签。

---输送带输送的速度； ---阅读器相较于输送带的高度； ---水平方向上的阅读器的有效距离； ---标签彼此之间的距离；

一个标签能留在有限识别范围内的时间为。由于存在一些随机的情况，所以不可能保证阅读器能够在这个时间间隔内一定完成任务。因此设计的识别系统一定要快速识别标签。

随着标签在输送带上的移动，前向信道和反向信道的传输损耗都会发生变化，因此，才有了标签成功接收并将信号给返回给阅读器的概率的产生，所以为了解决上述的近似问题我们才有了RFID标签识别的概率模型。

# PROBABILISTIC MODEL FOR RFID TAG IDENTIFICATION

**Algorithm 1** Decide optimal frame sizes for slotted-ALOHA

1: Δ*d* = *v ·* Δ*t*

2: *M* = *D*

*v·*Δ*t*

3: **for** *i ∈* [0*,M −* 1] **do**

4: *F*[0][*i*] = 0, *f*[0][*i*] = 0

5: *d* = (*i − M/*2) *·* Δ*d*

6: *r* =

*√*

*d*2 + *h*2

7: *F*[1][*i*] = *\_* 1

(*pi*(*r*))2*·*(*pt*(*r*))2 *\_, f*[1][*i*] = 1

8: **end for**

9: **for** *n ∈* [2*,N*] **do**

10: **for** *i ∈* [0*,M −* 1] **do**

11: *d* = (*i − M/*2) *·* Δ*d*

12: *r* =

(*d* + 0*.*5 *· f ·* Δ*d*)2 + *h*2

13: *g*(*n, d, f*) =  *n − n\_*

1(*n, r, f*) *· pi*(*r*) *· pt*(*r*)

14: *F*[*n*][*i*] = min*{*0*<f≤M−i}{f* + *F*[*g*(*n, d, f*)][*i* + *f*]*}*

15: *f*[*n*][*i*] = arg min*{*0*<f≤M−i}{f* + *F*[*g*(*n, d, f*)][*i* +

*f*]*}*

16: **end for**

17: **end for**

**Algorithm 2** Tag identification with optimal frame sizes

1: Δ*d* = *v ·* Δ*t*

2: *d* = *−D/*2

3: [*n*0*, n*1*, nc, ns*]=performReadRound(*C*)

4: [*n*]=performTagSizeEstimate(*f, d, n*0*, n*1*, nc*)

5: *d* = *d* + *C ·* Δ*d*

6: **while** *nc \_*= 0 or *n*1 *\_*= 0 **do**

7: [*f∗*]=selectOptimalFrameSize(*n − ns, d*)

8: [*n*0*, n*1*, nc, ns*]=performReadRound(*f∗*)

9: [*n*]=performTagSizeEstimate(*f, d, n*0*, n*1*, nc*)

10: *d* = *d* + *f∗ ·* Δ*d*

11: **end while**