

Prova de Estatística - Módulo 2

“Existe uma crescente necessidade de organizar, identificar, rastrear e automatizar objetos. A tecnologia RFID (Radio Frequency IDentification - Identificação por Radiofrequência) surgem como forte candidata para suprir essa necessidade e alterar o modo como realizamos essas tarefas. Os sistemas RFID são um dos mais promissores para identificação automática de objetos utilizando radiofrequência. Esses sistemas, de modo geral, possuem três componentes:

- Etiquetas: As etiquetas são adicionadas ao(s) objeto(s) de interesse e possuem um identificador (ID), que é uma sequência de bits;
- Leitores: São equipamentos constituídos, em geral, de um módulo de radiofrequência e uma unidade de controle, onde suas principais funções são: ativar etiquetas, estruturar a sequência de comunicação com as etiquetas e transferir dados entre a aplicação e as etiquetas;
- Subsistema de processamento: é um programa específico ou um banco de dados, dependendo da aplicação a ser dada para o sistema RFID.

As maiores vantagens dos sistemas RFID são que estes possuem a capacidade de se comunicar com as etiquetas sem que exista uma linha direta entre as etiquetas e os leitores (a comunicação pode ser feita através de obstáculos), por consequência, não precisam que o código de identificação esteja alinhado ao leitor e a capacidade de armazenar dados numa etiqueta, além do seu ID. Graças a essas vantagens, os sistemas RFID possuem inúmeras aplicações, como por exemplo, inventário, controle de acesso, localização de objetos, rastreamento de animais, controle de estacionamento, monitoramento de corredores em provas de atletismo. Note que o subsistema de processamento pode estar embutido no leitor. Um exemplo dos componentes pode ser visto na Figura 1. As etiquetas podem ser ainda subdivididas em dois tipos: ativas e passivas. Etiquetas ativas possuem uma fonte de energia interna, de modo geral, uma bateria. Etiquetas passivas não possuem qualquer fonte de energia interna e a energia necessária para a comunicação e para o processamento são extraídas da onda eletromagnética do leitor, por meio do processo de indução eletromagnética. As etiquetas passivas são as mais desejadas e utilizadas, pois possuem um menor custo agregado de fabricação e manutenção.

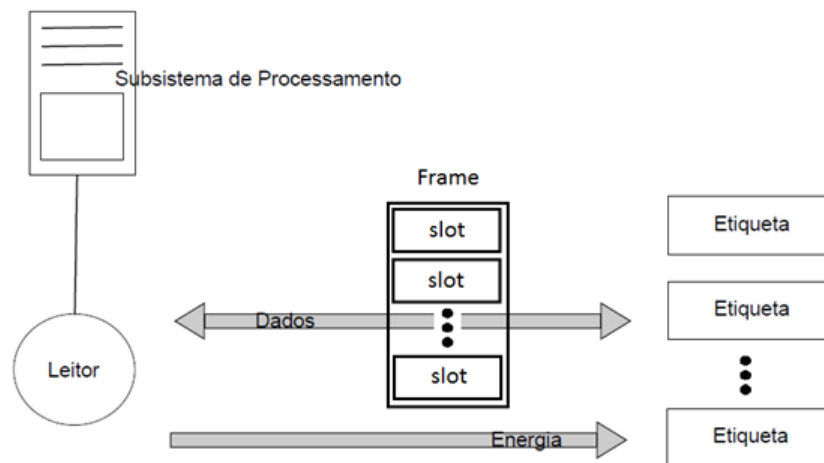


Figura 1: Arquitetura de um sistema RFID

Graças à utilização de um meio de comunicação por radiofrequência, interferências no processo de comunicação são esperadas. Essas interferências são chamadas de colisões. Colisões geram desperdício de largura de banda, desperdício de energia e aumento do tempo de identificação, podendo facilmente inviabilizar um sistema RFID. Quando consideramos o sistema RFID interferindo nele mesmo, temos dois tipos de colisões que precisam ser resolvidas:

- Colisão entre leitores: Quando um ou mais leitores interferem entre si;

- Colisão entre etiquetas: Quando duas ou mais etiquetas tentam transmitir para um mesmo leitor ao mesmo tempo.

Existem diversos protocolos anticolisão para o problema de colisões de etiquetas. Dentre eles, o protocolo DFSA (Dynamic Framed Slotted ALOHA) vem recebendo grande atenção da literatura. Neste protocolo, o leitor organiza o tempo em um ou mais frames onde cada frame está subdividido em slots. As etiquetas são requisitadas a transmitirem em um slot a cada frame até que sejam identificadas pelo leitor. Nessa solução canal é dividido no tempo e cada nó transmite em um determinado espaço de tempo. Para aplicações RFID esta é a solução mais utilizada, pois possui baixo custo computacional para as etiquetas. Nesse caso a cada período de transmissão disponibilizado, os slots podem ser classificados de três modos: vazio, quando não existe nenhuma etiqueta transmitindo; bem sucedido, quando apenas uma etiqueta esta transmitindo, e colisão, que ocorre quando duas ou mais etiquetas transmitem num mesmo intervalo de tempo. ”

Utilizando as informações do texto acima, baseado no artigo Bonuccelli et al. (2007), e em seus conhecimentos sobre probabilidade, responda as questões a seguir.

Considere um sistema RFID com modelo DFSA que possui apenas 1 frame com 10 slots, numerados de 1 a 10, para receber as informações transmitidas de 5 etiquetas, numeradas de 1 a 5, que possuam ID com 8 bits (1 byte) cada. Considere que cada etiqueta transmite a informação para um slot de forma independente.

1. (1 ponto) Qual o total de ID's distintos das etiquetas podem ser criados utilizando todos os bits?
2. (1 ponto) Qual o total de ID's distintos que podem ser criados utilizando todos os bits e que possuam exatamente 3 valores “1”?
3. (1 pontos) Qual a probabilidade do evento A: slot 1 receber a informação da etiqueta 1? Qual a probabilidade do evento B: slot 1 não receber a informação da etiqueta 1? Mostre que tais eventos são complementares e do tipo Bernoulli.
4. Utilizando a resposta do item 3) e sabendo que as etiquetas “escolhem” os slots de forma independente, defina X uma variável aleatória discreta que conta o número de etiquetas recebidas pelo slot 1 e responda:
 - 4.1 (1 ponto) Quais são os números possíveis de etiquetas que podem escolher o slot 1, isto é, os valores possíveis da variável aleatória X?
 - 4.2 (1 ponto) Calcule a probabilidade de que apenas UMA etiqueta “escolha” o slot 1.
 - 4.3 (2 pontos) Construa a distribuição de probabilidade para a variável aleatória X e a utilize para provar que: (Dica: Utilize a distribuição binomial)

Evento	Slot 1 vazio	Slot 1 recebe uma etiqueta	Slot 1 recebe mais de uma etiqueta.
Descrição	nenhuma transmissão.	Transmissão realizada com sucesso	Colisão de etiquetas, falha na transmissão
Probabilidade	59,0%	32,8%	8,2%

- 4.4 (1.5 ponto) Mostre qual deve ser o número máximo de slots, permanecendo a quantidade de etiquetas igual a 5, para que a probabilidade de que o slot 1 esteja vazio seja inferior a 50%. (Dica: Utilize a distribuição binomial).
- 4.5 (1.5 ponto) Mostre qual deve ser o número mínimo de slots, permanecendo a quantidade de etiquetas igual a 5, para que a probabilidade de colisão no slot 1 seja inferior a 2%. (Dica: Utilize a distribuição binomial).
- 4.6 (EXTRA) (1 ponto) Sabe-se que o slot 1 vazio custa R\$ 0.10, a colisão de etiquetas no slot 1 custa R\$ 2.00 e a transmissão com sucesso resulte no recebimento de R\$ 10. Qual configuração de número de slots você escolheria, do item 4.4 ou do item 4.5? Justifique sua resposta.

Referências

Maurizio A Bonuccelli, Francesca Lonetti, and Francesca Martelli. Instant collision resolution for tag identification in rfid networks. *Ad Hoc Networks*, 5(8):1220–1232, 2007.