

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio S. Ferreira, Ricardo Augusto Rabelo O.

2 de agosto de 2011

Bluetooth

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;

Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;
- redes de curto alcance;

Bluetooth

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;
- redes de curto alcance;
- banda 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, Medical*);

Bluetooth

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;
- redes de curto alcance;
- banda 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, Medical*);
- possui velocidades de transferência superiores a 1 Mbps;

Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;
- redes de curto alcance;
- banda 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, Medical*);
- possui velocidades de transferência superiores a 1 Mbps;
- espectro espalhado em salto de frequência;

Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- rádio frequência;
- redes de curto alcance;
- banda 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, Medical*);
- possui velocidades de transferência superiores a 1 Mbps;
- espectro espalhado em salto de frequência;
- alcance de 10 metros;

Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

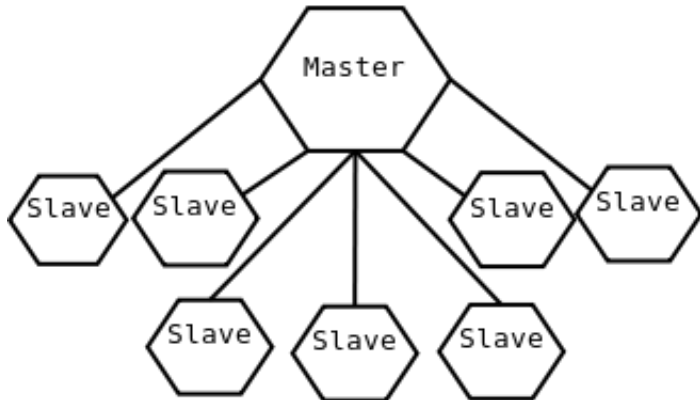
- rádio frequência;
- redes de curto alcance;
- banda 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, Medical*);
- possui velocidades de transferência superiores a 1 Mbps;
- espectro espalhado em salto de frequência;
- alcance de 10 metros;
- Ad hock, ponto muti-ponto, Mestre/ Escravo;

O Piconet

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Bluetooth - Piconet



Algoritmos Distribuidos

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- São a base do mundo distribuído, ou seja, de sistemas distribuídos;

Algoritmos Distribuidos

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- São a base do mundo distribuído, ou seja, de sistemas distribuídos;
- Cada nó executa o mesmo algoritmo;

Algoritmos Distribuidos

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- São a base do mundo distribuído, ou seja, de sistemas distribuídos;
- Cada nó executa o mesmo algoritmo;
- São usados links, mecanismo através do qual mensagens são trocadas entre os nós computacionais

Algoritmos Distribuidos

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuidos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- São a base do mundo distribuído, ou seja, de sistemas distribuídos;
- Cada nó executa o mesmo algoritmo;
- São usados links, mecanismo através do qual mensagens são trocadas entre os nós computacionais
- Possui uma topologia, layout de como os nós são interconectados através dos canais de comunicação

Algoritmos Distribuidos

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- São a base do mundo distribuído, ou seja, de sistemas distribuídos;
- Cada nó executa o mesmo algoritmo;
- São usados links, mecanismo através do qual mensagens são trocadas entre os nós computacionais
- Possui uma topologia, layout de como os nós são interconectados através dos canais de comunicação
- Além das já conhecidas complexidade tempo e espaço temos o número de mensagens/bits enviadas(os) pelos nós

Grafo Randômico

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- é um grafo no qual alguma propriedade p de um dado grafo $G = (V, E)$ é considerada verdadeira;

Grafo Randômico

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- é um grafo no qual alguma propriedade p de um dado grafo $G = (V, E)$ é considerada verdadeira;
- As arestas do grafo G não são fixas;

Grafo Randômico

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- é um grafo no qual alguma propriedade p de um dado grafo $G = (V, E)$ é considerada verdadeira;
- As arestas do grafo G não são fixas;
- As arestas podem ser inseridas ou retiradas durante a verificação de p ;

Objetivo

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

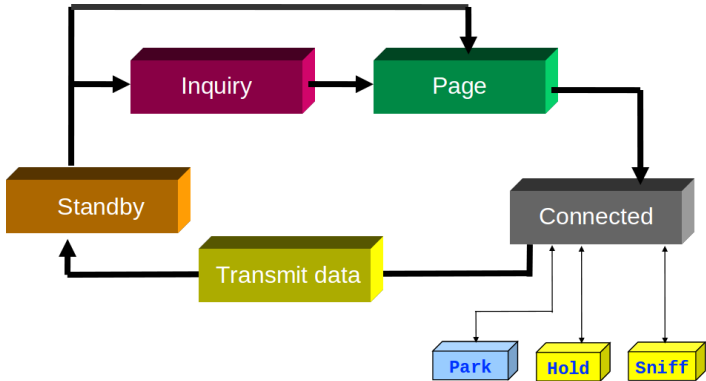
Objetivo

Simular o processo de *discovery* dos elementos de uma rede que usa salto de frequência, e medir seu impacto na comunicação sendo a piconet *Bluetooth* um exemplo prático.

Máquina de estado *Bluetooth*

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

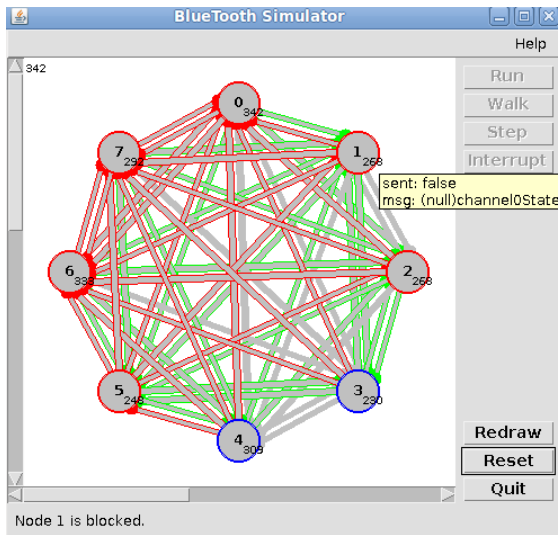
Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.



O FrameWork Daj

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.



Algoritmo Prog

Uma representação de Bluetooth usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Prog(Node)

```
1  channelSet = ChannelRand
2  state = 1 // INQUIRY=1,
3  // INQUIRYSCAN=2, PAGE=3,
4  // PAGESCAN=4, CONNECTED=5
5  bluetoothFrame = bt
6  mac = node
7  Disc(Node)
8  while state == 1
9      FH = ChannelRand(1..79)
10     for i = 0 to TotalChannelsOut
11         OUT.SEND(bluetoothFrame(1, FH, mac))
12
13 while state < 5
14     receiveAll()
```

Análise de complexidade, definição do Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- $BT(r(n), c(n))$, é um grafo randômico não direcionado $G = (V_n, E_n)$

Análise de complexidade, definição do Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- $BT(r(n), c(n))$, é um grafo randômico não direcionado $G = (V_n, E_n)$
- Os dispositivos são representados por n vértices

Análise de complexidade, definição do Bluetooth

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- $BT(r(n), c(n))$, é um grafo randômico não direcionado $G = (V_n, E_n)$
- Os dispositivos são representados por n vértices
- As coordenadas são randomicamente escolhidas dentro da periferia de cada *node* selecionado $c(n)$ vizinho entre todos os *nodes* vizíveis, que está, entre todos os *nodes* dentro de uma distância euclidiana $r(n)$

Análise de complexidade, definição do Bluetooth

Uma representação de Bluetooth usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- $BT(r(n), c(n))$, é um grafo randômico não direcionado $G = (V_n, E_n)$
- Os dispositivos são representados por n vértices
- As coordenadas são randomicamente escolhidas dentro da periferia de cada *node* selecionado $c(n)$ vizinho entre todos os *nodes* vizíveis, que está, entre todos os *nodes* dentro de uma distância euclidiana $r(n)$
- $r(n)$ define o *range* de visibilidade, que é assumido ser o mesmo entre todos os dispositivos

Análise de complexidade, definição do Bluetooth

Uma representação de Bluetooth usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- $BT(r(n), c(n))$, é um grafo randômico não direcionado $G = (V_n, E_n)$
- Os dispositivos são representados por n vértices
- As coordenadas são randomicamente escolhidas dentro da periferia de cada *node* selecionado $c(n)$ vizinho entre todos os *nodes* vizíveis, que está, entre todos os *nodes* dentro de uma distância euclidiana $r(n)$
- $r(n)$ define o *range* de visibilidade, que é assumido ser o mesmo entre todos os dispositivos
- Uma aresta (n_u, n_v) existe em E_n se e somente se n_u selecionou n_v

Análise de Complexidade

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- A função discovery é definida por $\text{Disc}(n_u, n_v, w_\epsilon)$

Análise de Complexidade

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- A função discovery é definida por $\text{Disc}(n_u, n_v, w_\epsilon)$
- Operação de inserir uma aresta (n_u, n_v) em $\text{BT}=(V, E')$, com o custo w_ϵ de encontrar do salto de frequência correto para a conexão.

Análise de Complexidade

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- A função discovery é definida por $\text{Disc}(n_u, n_v, w_\epsilon)$
- Operação de inserir uma aresta (n_u, n_v) em $\text{BT}=(V, E')$, com o custo w_ϵ de encontrar do salto de frequência correto para a conexão.
- Se acontecer, significa que n_u e n_v conectaram

Análise de Complexidade

Uma representação de
Bluetooth
usando
algoritmos
distribuídos e
grafos
randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- A função discovery é definida por $\text{Disc}(n_u, n_v, w_\epsilon)$
- Operação de inserir uma aresta (n_u, n_v) em $\text{BT}=(V, E')$, com o custo w_ϵ de encontrar do salto de frequência correto para a conexão.
- Se acontecer, significa que n_u e n_v conectaram
- Disc não executa em tempo linear, pois a busca do salto de frequência segue uma variável aleatória X .

Análise de Complexidade

Uma representação de Bluetooth usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

- A função discovery é definida por $\text{Disc}(n_u, n_v, w_\epsilon)$
- Operação de inserir uma aresta (n_u, n_v) em $\text{BT}=(V, E')$, com o custo w_ϵ de encontrar do salto de frequência correto para a conexão.
- Se acontecer, significa que n_u e n_v conectaram
- Disc não executa em tempo linear, pois a busca do salto de frequência segue uma variável aleatória X .
- Considerando esta variável aleatória, o custo de troca de mensagens em cada execução de Disc é definido por $O(E(X) * (\theta(d_u)))$, onde $\theta(d_u) = \frac{\sqrt{5}}{r(n)}$ é o grau do vértice n_u .

Experimentos - Tempo

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Tabela: Tempo de Execução em ciclos do Daj - Melhor caso

Experimento	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Distribuição Normal (79)	1025	1061	4712	35
Distribuição Normal (32)	614	603	2482	23
Distribuição Poisson (79)	997	1408	6755	18

Experimentos - Tempo

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Tabela: Tempo de Execução em ciclos do Daj - Caso médio

Experimento	Média	Variância	Máximo	Mínimo
Distribuição Normal (79)	460	330	1339	36
Distribuição Normal (32)	342	356	1643	27
Distribuição Poisson (79)	579	477	2092	42

Experimentos - Número de Conexões

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Tabela: Número de conexões - Melhor Caso

Cenário	Conexões	Pacotes	Mestres	Escravos
Normal (79)	1.03	2193	1	7
Normal (32)	1.03	1436	1	7
Poisson (79)	1	2254.06	1	7

Experimentos - Número de Conexões

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Tabela: Número de conexões - Caso Médio

Cenário	Conexões	Pacotes	Mestres	Escravos
Normal (79)	1.16	2280	4.33	3.13
Normal (32)	1	1856,93	3.96	4.03
Poisson (79)	1.13	3247	3.93	4.06

Conclusão

Uma representação de *Bluetooth* usando algoritmos distribuídos e grafos randômicos

Célio Márcio
S. Ferreira,
Ricardo
Augusto
Rabelo O.

Conclusão

Usando estratégias que minimizem essa variável aleatória, como por exemplo IrDa e RFID, a quantidade de mensagens usadas na rede diminuirá