

Caracterização de FHSS em Modelos Estáticos de Formação Scatternet

Célio Márcio Soares Ferreira

Orientador: Ricardo A. Rabelo Oliveira

Co-orientador: Haroldo Gambini

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto - DECOM - PPGCC

2 de junho de 2013

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Potencial Mercadológico *Bluetooth*

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Em 2010, foram vendidos 906 milhões de dispositivos;
- 171 milhões de *laptops* possuíam *Bluetooth*
- 62% dos mais de 50 milhões de consoles foram exportados;
- Em 2011 40 milhões de dispositivos médicos foram habilitados.
- $\frac{1}{3}$ dos veículos produzidos em 2011 incluíram *Bluetooth*, com um crescimento de 70% até 2016.

(referência bluetooth.com)

Potencial Mercadológico

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Apesar destes números poucas App usam Bluetooth
- Por que ?

Efeitos Colaterais

- 1 Atraso na de descoberta de dispositivos durante a formação de uma rede *Bluetooth*
- 2 Perda de eficiência de grandes redes *Bluetooth*, devido esforço de coordenação do tráfego entre elas

Objetivo

Identificar as causas do atraso na formação da rede *Bluetooth*, e recomendar melhorias

Grafo dinâmico de Bluetooth

Definiremos um grafo dinâmico Bluetooth, descrevendo suas restrições, e novos procedimentos representando efeitos do atraso:

- procedimento do salto de frequência;
- procedimento de descoberta de dispositivos.

Grandes Redes Bluetooth de maneira eficiente

Ajustes em um modelo clássico de formação de grandes redes Bluetooth para resultados mais eficientes.

- SOARES, C. M. F. ; OLIVEIRA, R. A. R. ; SANTOS, Haroldo Gambini ; FRERY, Alejandro C . Characterization of FHSS in Static Bluetooth Scatternet Formation Models. In: The Ninth Advanced International Conference on Telecommunications, 2013, Roma, Italia CAPES Qualis B1
- SOARES, C. M. F. ; OLIVEIRA, R. A. R. ; SANTOS, Haroldo Gambini ; FRERY, Alejandro C ; . Characterization of FHSS in Wireless Personal Area Networks. In: The 22nd Wireless and Optical Communication Conference, 2013, Chongqing, China CAPES Qualis B2
- Artigo para periódico em preparação, com os novos resultados apresentados nesta dissertação

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- **Definições**
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

- Redes Ad-Hoc formadas no espaço de trabalho do usuário
- Baixo consumo de energia e vazão
- *Zigbee e Bluetooth*



Bluetooth

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Versão atual 4.0
- Chamada de *IEEE 802.15.1*
- Mercado dirigido pelo *SIG*
- Opera na ISM 2.4GHz
- 79 canais de 2402 a 2480 MHz em GFSK
- Comunicação em salto de frequência
- Endereço de 48 bits
- Taxas de transmissão de 1 a 24 Mbs/s
- Alcance de 1 a 100 metros



Piconet, a rede básica do Bluetooth

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

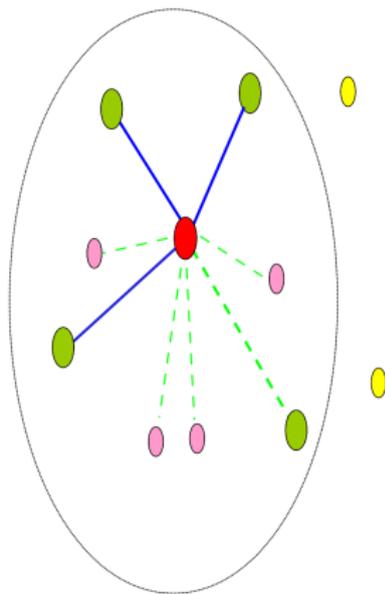
Verificação

Grafo
Dinâmico

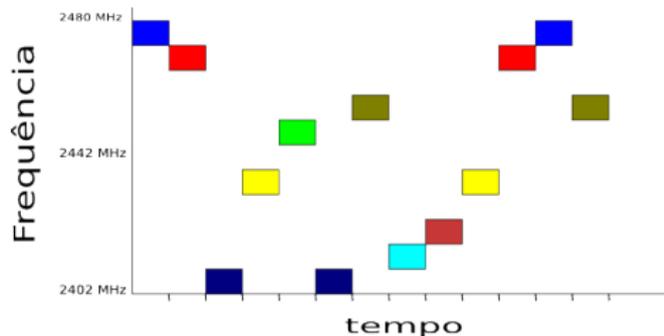
Topologia

Conclusões

- Regras de mestre e escravos
- Topologia Estrela, ponto multi-ponto
- limite de 7 escravos e 1 mestre
- Mesmo padrão de salto de frequência pseudo-aleatórios derivados do CLOCK e BD_ADDR do mestre
- Limitadas ao alcance do mestre



- Técnica de comunicação usada pelo *Bluetooth*
- Chamada de salto de frequência
- Comunica em um canal a cada *slot* de tempo
- Tolerância a ruído
- Segurança evoluída



Inicialização de uma *Piconet*

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

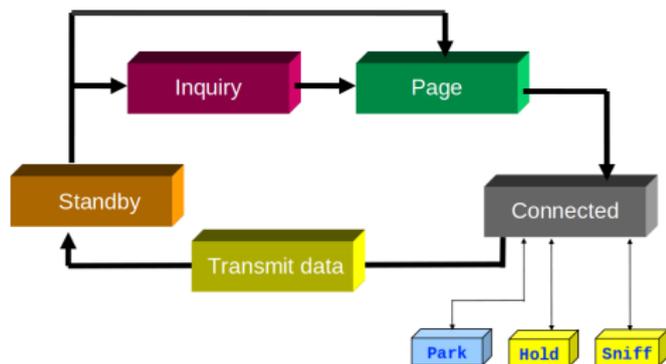
Grafo
Dinâmico

Topologia

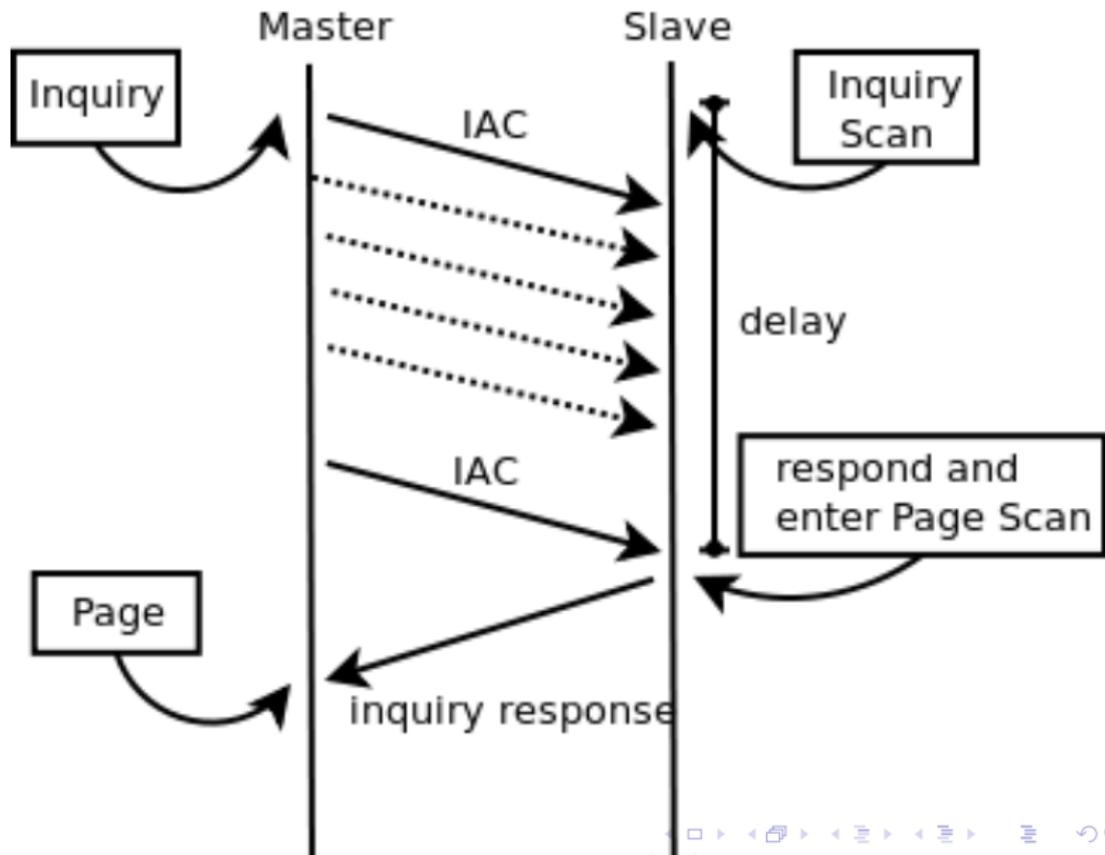
Conclusões

Duas Fases Distintas

- Descoberta - INQUIRY
- Formação de Link - PAGE - CONNECTED



Discovery - INQUIRY



Caracterização de FHSS em Modelos Estáticos de Formação Scatternet

Célio Márcio Soares Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo Dinâmico

Topologia

Conclusões

Scheduling

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Definimos *Scheduling* como processo de coordenação para comunicação entre os dispositivos de uma *Piconet*
- Definimos *polling* como um pacote enviado pelo mestre para permitir comunicação
- O mestre efetua um *polling* em cada escravo

Scheduling

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Somente após o POLL, o escravo pode enviar ou receber mensagem.
- O *Scheduling* não recebem maiores detalhes na especificação do *Bluetooth*
- Algoritmo define em qual sequência de escravos o mestre irá fazer *pooling*

Bridges

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Permitem a comunicação multi-hop - inter-Piconet
- Alternam o padrão de saltos entre os mestres conectados
- Necessita de um intra-Piconet Scheduling para coordenação itinerante
- Usam o modo *HOLD* como solução para coexistência
- São implementadas em dois tipos: escravo-escravo e mestre-escravo

Modelos de Scatternet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Modelos Dinamicos - Protocolos de Formação Scatternet
- Modelos Estáticos - Usa Programação Matemática

Modelos Dinâmicos de Scatternet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

São protocolos, e usam a seguinte heurística para geração de topologias eficientes.

- Dispositivos *bridge* nunca devem ser mestres
- O número de *Piconets* deve ser a menor possível
- *Piconets* não devem ser ligadas a mais que uma *bridge*
- Um dispositivo deve participar em um menor número de *Piconets* possível

Modelo Estático de Scatternet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Não é um protocolo
- Forma uma *Scatternet* usando restrições matemáticas
- Objetivo é minimizar o tráfego e consumo de energia nas bridges e mestres

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- **Estudos Relacionados**
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Estudos relacionados

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Tahir, Said and Bakhsh 2012

O protocolo de roteamento de *Scatternet*(SROP) é proposto. Sua principal proposta é estabelecer rotas com o mínimo de saltos entre origem e destino. Para isso usa Flooding e a performance do protocolo é avaliada no simulador ns-2.

Estudos relacionados

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Pettarin, Pietracaprina and Pucci 2009

Discute a expansão e diâmetro de uma rede Ad-Hoc Bluetooth, induzida pela fase de discovery, por um RGG - Random Geometric Graph.

Estudos relacionados cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Law, Mehta and Siu 2003

Um novo protocolo de formação de *Scatternet* é introduzido. O algoritmo possui $O(\log n)$ de complexidade de tempo e $O(n)$ de complexidade e mensagem. Em sua organização os dispositivos são separados por componentes.

Estudos relacionados cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Marsan, Chiasserini, Nucci, Carello and Giovanni 2002

Uma *Scatternet* é representada por um modelo de programação linear. Restrições são propostas em um critério min-max resolvido de forma centralizada. O objetivo deste modelo é gerar como solução topologias minimizando tráfego e consumo de energia sobre os nós mestres e Bridges.

Estudos relacionados cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Chiasserini, Ajmone Marsan, Baralis and Garza Jan 2003

As restrições do modelo centralizado de Marsan et al. são complementadas com uma discussão e proposição de algoritmo distribuído para formação de *Scatternet*, incluindo rotinas de inserção e remoção de nós.

Estudos relacionados cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Jedda, Jourdan and Zaguia 2010

Analisa os impactos na convergência da *Scatternet*, analisando os impactos das mudanças de alguns parâmetros relacionados ao *FHSS* do *Bluetooth*. Usa simulação com NS2 e UCBT para mostrar diferenças nas versões 1.1 e 1.2.

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- **Caracterização do Problema**
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Detalhando os atrasos na Inicialização da Piconet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Atraso de resposta do Discovery, até que exista coincidência de frequências
- Tempo de Backoff

Atraso, introduz segundos na inicialização da Piconet, proibitivo para aplicações que exijam responsividade

Atrasos na entrada de um novo dispositivo a Piconet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Mestre volta a *INQUIRY* para buscar
- Escravos saem do modo *ACTIVE* e entrem em modo *HOLD*
- Aguardam um Polling até o mestre sair do estado de *INQUIRY*

O tempo de atraso na entrada de novos nós a *Piconet*, é a soma de: *Scheduling* e *Discovery* de dispositivos.

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- **Verificação**
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Verificação dos atrasos

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

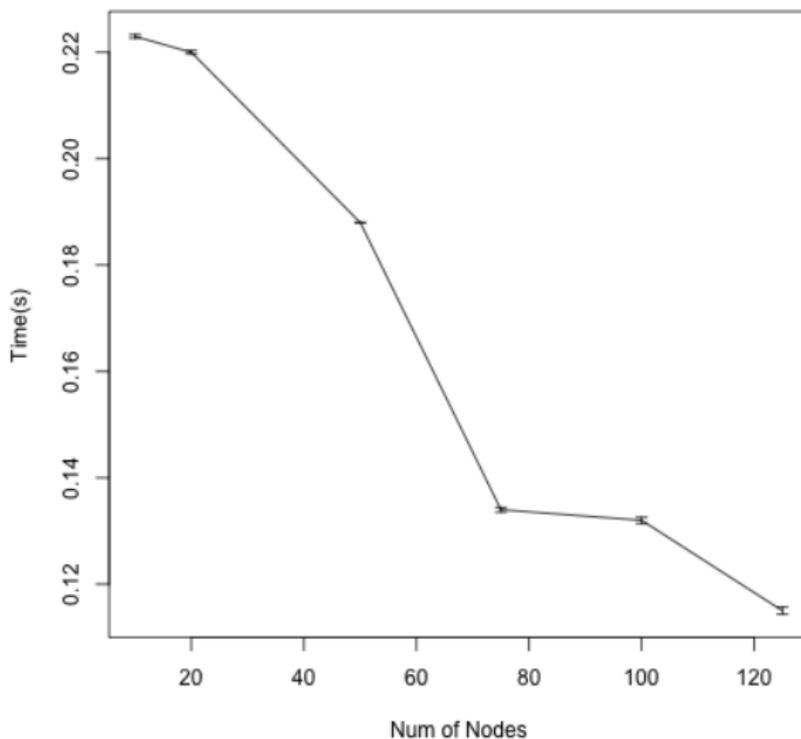
Topologia

Conclusões

- Usamos NS2 com extensão UCBT, para avaliar os atrasos durante a conexão, geramos instâncias com um mestre e dispositivos ao seu alcance candidatos a escravos.
- A experiência foi repetida 30 vezes, com sementes diferentes para cada instância
- Dados plotados com cálculo de média e desvio padrão.

Tempo até o primeiro Inquiry Response

Discovery Delay



Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Tempo até formação de uma Piconet completa

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

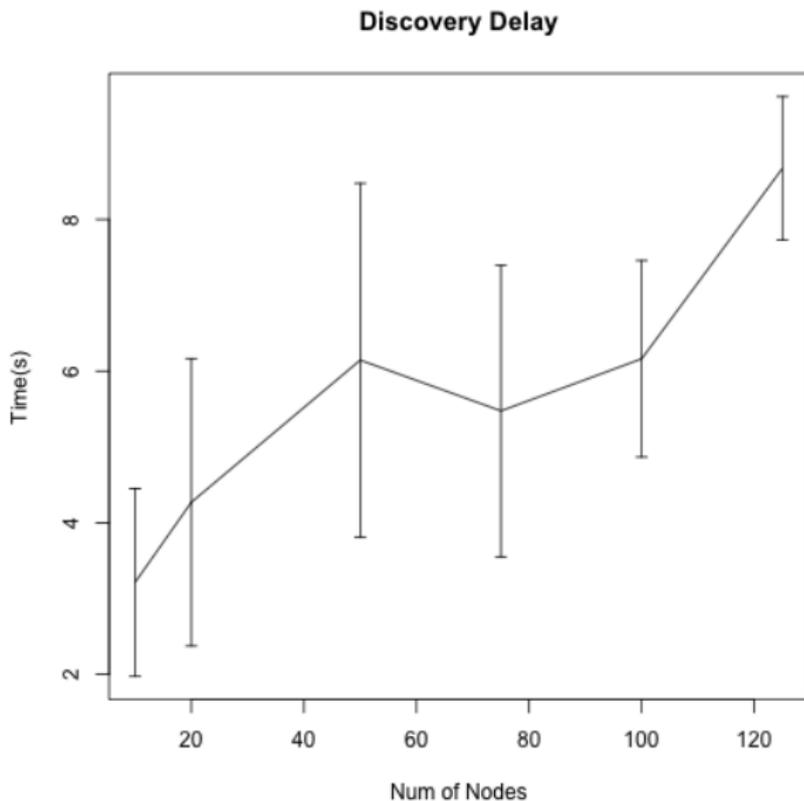
Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões



Tempo até convergência de uma Scatternet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

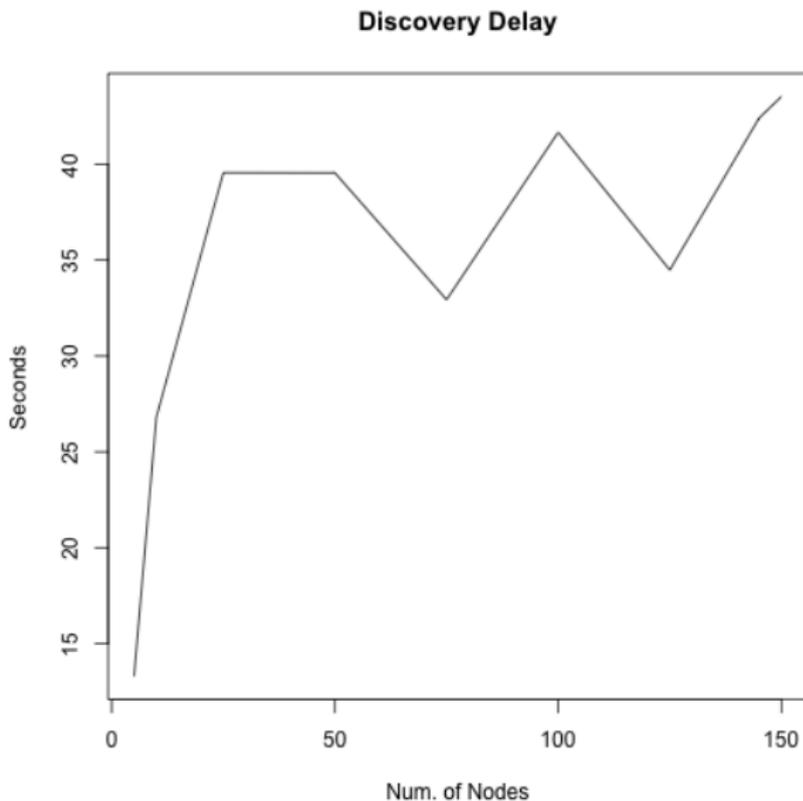
Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões



Numeros de pacote Inquiry usados para inicializar uma Scatternet (Law)

Caracterização de FHSS em Modelos Estáticos de Formação Scatternet

Célio Márcio Soares Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

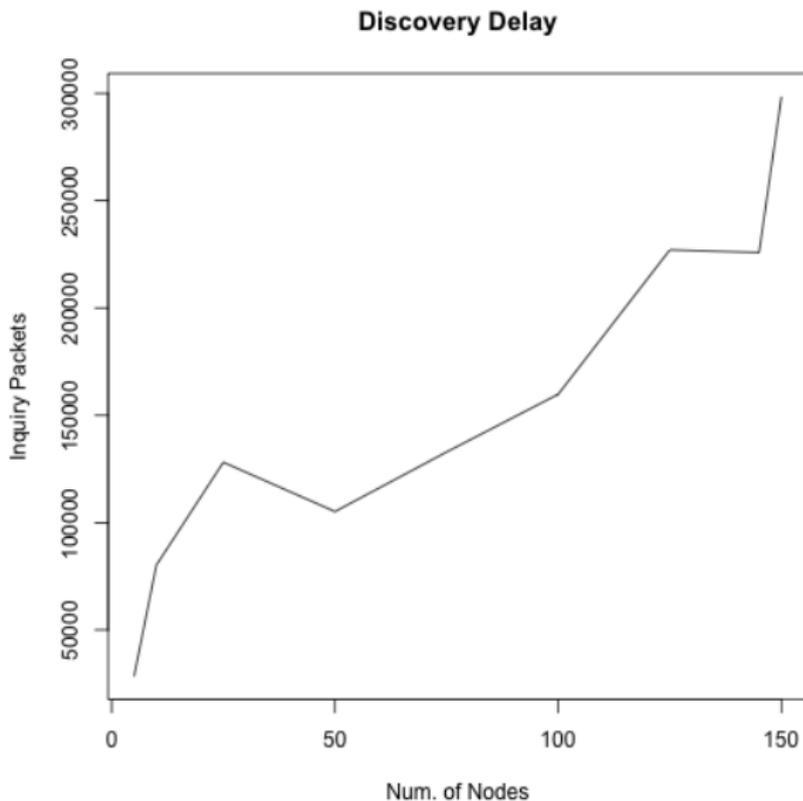
Caracterização

Verificação

Grafo Dinâmico

Topologia

Conclusões



Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- **Bluetooth como Grafo Dinâmico**
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Bluetooth como Grafo Dinâmico

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Usamos grafo dinâmico para representar o Bluetooth, o salto de frequência e o discovery.
- Segundo (Pettarin et al. e Gupta et al.) o Bluetooth pode ser descrito como um grafo
- Estes estudos não abordam as características de uma *Piconet* Scatternet, restrições espaciais, o discovery e *FHSS* na formação das arestas.

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Grafo Direcionado

- Dado o grafo direcionado $\mathcal{G} = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}'\}$
- Composto pelo conjunto de $n \geq 1$ nós $\mathcal{V} = \{v_1, \dots, v_n\}$ e de arestas $\mathcal{E}' \subset \{\mathcal{V} \times \mathcal{V}\}$
- tal que $(e_i, e_j) \in \mathcal{E}' \iff (e_j, e_i) \in \mathcal{E}'$.

Colocação dos nós

- suposição comum é o modelo de distribuição totalmente independente ou distribuição binomial
- Dado n nós, suas coordenadas $(x_i, y_i)_{1 \leq i \leq n}$ em um quadrado $[0, 1]^2$ são resultados de $2n$ independentes identicamente distribuídas uniformemente $[0, 1]$ variáveis aleatórias (Ramos et al.)

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Alcance

Os nós representam dispositivos, e as ligações que permitem a comunicação ficam no alcance $r(i)$ de cada dispositivo.

Comunicação

A aresta $(e_i, e_j) \in \mathcal{E}'$ pode existir somente se $d(v_i, v_j) \leq \min\{r(i), r(j)\}$, i.e., nós v_i e v_j podem comunicar somente se ambos podem se falar.

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Distância

A função da distância $d: [0, 1]^2 \times [0, 1]^2 \rightarrow R_+$ é arbitrária, e nela pode ser incorporada qualquer informação prévia sobre o meio ambiente, como por exemplo: os obstáculos.

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Para o *Bluetooth* precisamos identificar os Mestres e Escravos, cada nó recebe um *label*, “M” ou “S”
- O Grafo *Bluetooth BT* é um subconjunto de \mathcal{G} tal que $BT = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}\}$

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Para que \mathcal{E} possa comunicar

- 1 Existe ao menos um nó M.
- 2 Todos nós S conectam com um e somente um M.
- 3 Nós M não possuem conexão entre eles.
- 4 Nós S não possuem conexão entre eles.

Uma *Piconet* só é formada, se existe somente um nó M e todos nós S conectados a ele. Se existe mais que um nó M, existe a presença de uma *Scatternet*.

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- $F = \{f_i : 0 \leq i \leq 79\}$ frequências usadas no Bluetooth
- $FHS(CLK, MS)$, onde CLK é o clock dos elementos envolvidos e MS é o endereço do mestre da *Piconet*.
- Toda Piconet tem uma única sequência pseudo-aleatória de frequências $F' = (f'_1, f'_2, \dots)$, de modo que $f'_i \in F$.

Bluetooth como Grafo Dinâmico cont.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- $\text{Disc}()$ tem sua execução distribuída
- Mestre e escravo começam uma sequência de saltos pseudo aleatórios, até que ocorra uma coincidência de f_i
- Após o casamento de frequências ocorrer, o escravo espera por um tempo e responde um $FHS()$ ao mestre, este é chamado intervalo de *Backoff*
- O mestre gera $FHS()$ com uma correta sequência pseudo aleatória F' para conexão.
- “M” e “S” são dados aos nós

Estas mudanças na conectividade de rede *Bluetooth* caracterizam um grafo dinâmico (Frigioni et al.)

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- **Influência das *Bridges* na topologia**
- Análise da topologia Scatternet
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Bridges e Influências na eficiência de uma Topologia Scatternet

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Transporte de mensagens entre as redes, necessita de grande esforço de resincronização causando overhead.
- Influenciam diretamente na performance de uma *Scatternet*, sendo pontos de gargalo de consumo de energia e tráfego.

Bridges e Influências na eficiência

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Em uma topologia *Scatternet*, eficiente:

- 1 Poucas *bridges*, significa menos atraso em migrar para outra *Piconet* durante a transmissão e recebimento de pacotes;
- 2 Poucos mestres na rede, resultam em menos *Piconets* e *bridges*, conseqüentemente menos esforço de sincronização de canais e influências de *inter-Piconet Scheduling*.

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- **Análise da topologia Scatternet**
- Conclusões
- Trabalhos Futuros

Modelo Dinâmico de Law et al.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Em seu trabalho, Law et al. prova que este protocolo possui $O(\log n)$ de complexidade de tempo e $O(n)$ de complexidade de mensagem, e o número de *Piconets* deve ser próxima do ótimo; tendo um limite inferior de $\frac{(n-1)}{k}$, sendo n o número de nós da rede e k o número de escravos permitidos em uma *Piconet*.

Parâmetros de entrada do modelo estático de Marsan et al

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Parâmetros de entrada

- N - Numero de nós;
- C - Conexões pela rede;
- M_{MAX} - Máximo de Piconets;
- X_{MAX} - Máximo número de nós ativos na Piconet;
- Z_{MAX} - Raio Máximo da Piconet.
- M - Nós obrigatoriamente mestres;
- V - Nós obrigatoriamente escravos.

Restrições originais de Marsan et al

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- um nó ou é um mestre, ou um escravo ou uma *Bridge*;
- um escravo é atribuído a um mestre, no máximo;
- um escravo ou um mestre são atribuídos a um *Piconet* pelo menos; enquanto que uma *bridge* é atribuída a duas *Piconets*, pelo menos;
- um mestre é atribuído a ele mesmo;
- a distância máxima de conexão é Z_{MAX} ;
- o tamanho limite de nós em uma *Piconet* é X_{MAX} ;

Restrições originais de Marsan et al.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- se os nós i e j são mestres; força a atribuição de i para j se j é atribuído para i ;
- previne ciclo entre conjunto de três nós;
- o número máximo de mestres é M_{MAX} ;
- nós em M serão mestres;
- nós em V serão escravos.

Análise da Topologia da Solução Marsan et al.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

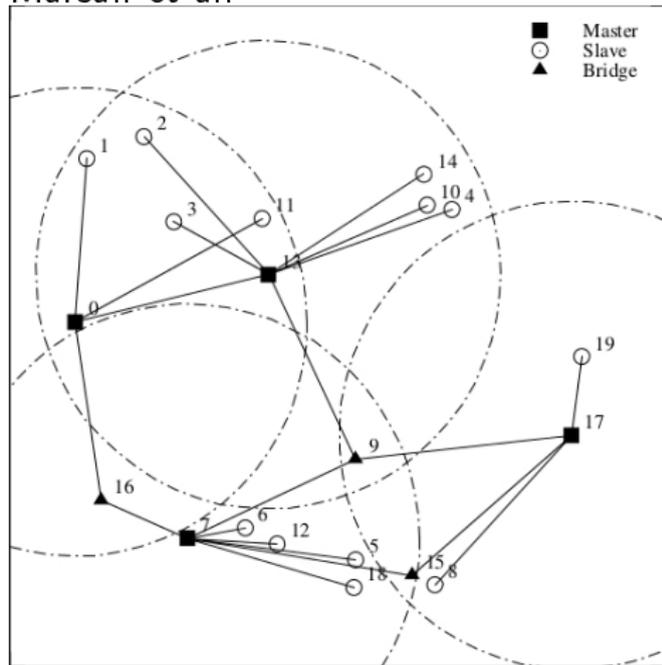
Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Link 13 com o nó 0 mestre/mestre;
- Nó 9 é *Bridge* tripla
- *loops* de entre os mestres 7 e 17, ligados pelos nós 9 e 15;
- Quatro *Piconets*

Solução da Instância do paper de Marsan et al.



Modelo de Soares et al.

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

Penalizamos as Bridges

Novas restrições

- Um mestre deve somente pertencer a uma Piconet.
- Uma Bridge deve somente conectar a duas Piconets.

Análise da Topologia com 20 dispositivos

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

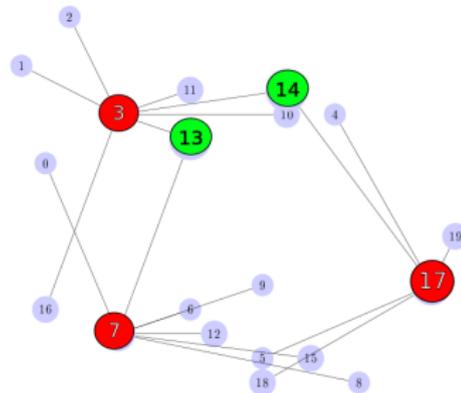
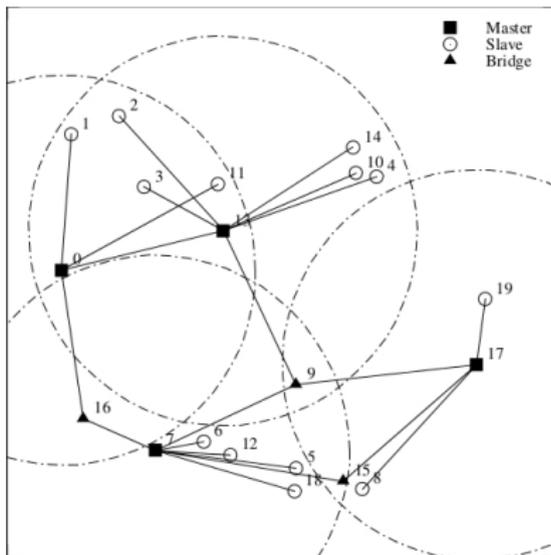
Verificação

Grafo

Dinâmico

Topologia

Conclusões



Modelo	Mestres	Bridges	Piconets acima do limite
Marsan et al.	4	3	1
Soares et al.	3	2	0

Análise da Topologia com 20 dispositivos

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

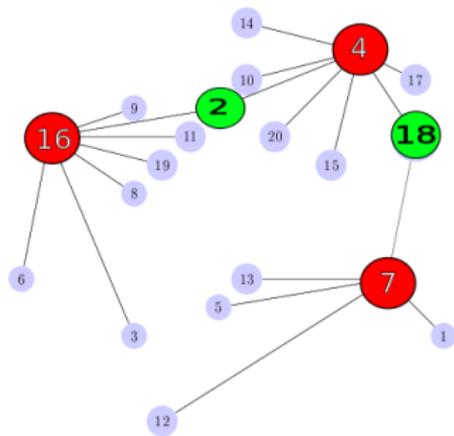
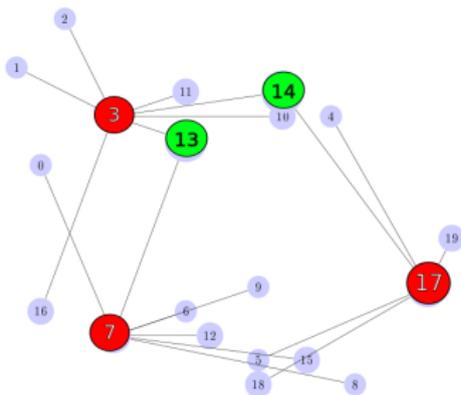
Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões



Modelo	Mestres	Bridges	Piconets acima do limite
Soares et al.	3	2	0
Law et al.	3	2	0

Topologia com 30 dispositivos

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

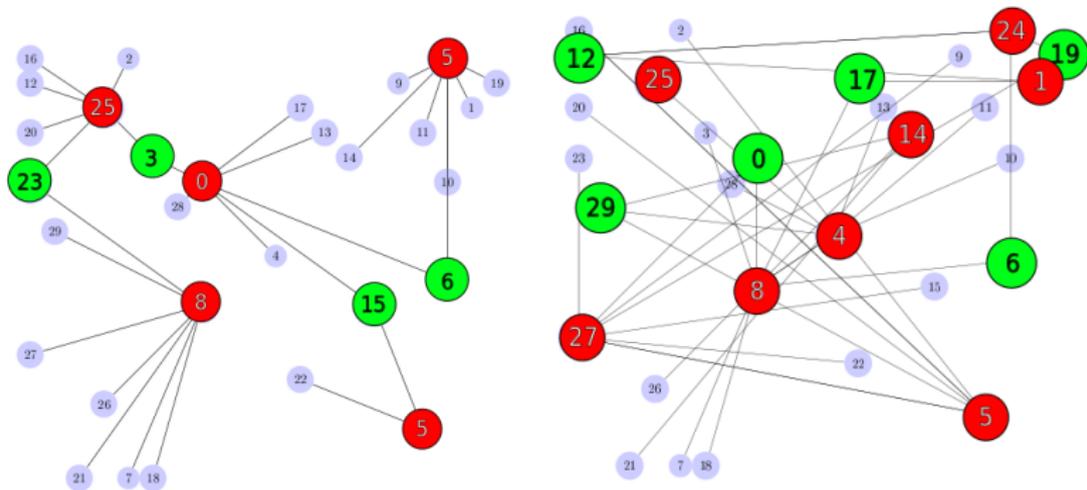
Verificação

Grafo

Dinâmico

Topologia

Conclusões



Modelo	Mestres	Bridges	Piconets acima do limite
Law et al.	5	4	0
Marsan et al.	8	6	3

30 dispositivos

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

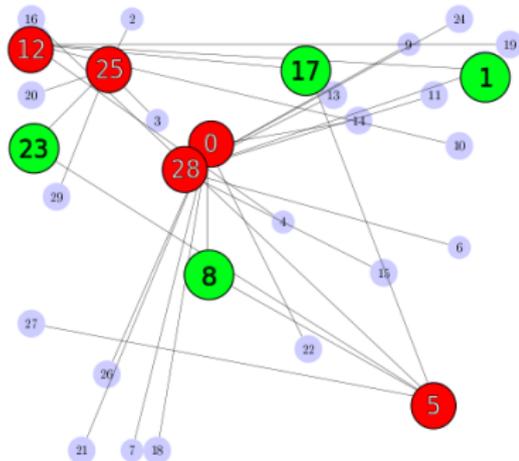
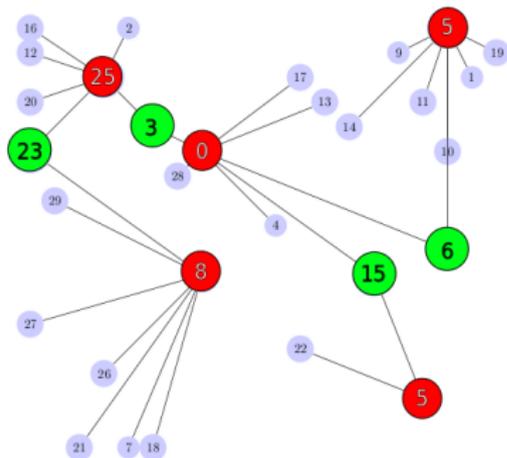
Verificação

Grafo

Dinâmico

Topologia

Conclusões



Modelo	Mestres	Bridges	Piconets acima do limite
Law et al.	5	4	0
Soares et al.	5	4	0

Sumário

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Introdução
- Definições
- Estudos Relacionados
- Caracterização do Problema
- Verificação
- Bluetooth como Grafo Dinâmico
- Influência das *Bridges* na topologia
- Análise da topologia Scatternet
- **Conclusões**
- Trabalhos Futuros

Conclusões

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- O atrasos do BT e perda de eficiência das *Scatternets* são efeitos colaterais do *FHSS*.
- Estes atrasos restringem aplicações de simples Piconet e aumentar a complexidade de implementar aplicações de *Scatternet*
- Modelos estáticos podem ser úteis na avaliação de performance das topologias *Scatternet*.

Conclusões

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Existe espaço para mudanças na especificação da baseband *Bluetooth*.
- Apesar da popularidade do *Bluetooth*, casos de usos importantes se encontram ainda inexplorados.
- Nas Formação *Scatternet*, os impacto do *FHSS* precisam sempre ser considerados. Trazendo resultados mais reais em busca de uma padronização na especificação *Bluetooth*.

Trabalhos Futuros

Caracterização
de FHSS em
Modelos
Estáticos de
Formação
Scatternet

Célio Márcio
Soares
Ferreira

Sumário

Introdução

Definições

Sumário

Relacionados

Caracterização

Verificação

Grafo
Dinâmico

Topologia

Conclusões

- Verificar a complexidade do Algoritmo de Law et al.
- Investigar os detalhes do cálculo do FHS()
- Adicionar ao grafo dinâmico os procedimentos do PAGE
- Avaliar as influências dos algoritmos de Scheduling
- Gerar instâncias de Scatternets estática com outros valores de entrada e densidades de nós