

Estratégias para interação grupal em salas de aula através de celulares¹

Kaio Dantas
UFRN

Campus Universitário Lagoa Nova
Natal-RN – Brazil – CEP: 59078-970
+55 84 32010489

ikaioi@yahoo.com.br

Aquiles Burlamaqui
UFRN

Campus Universitário Lagoa Nova
Natal-RN – Brazil – CEP: 59078-970
+55 84 32153771

aquiles@natalnet.br

Ivan Silva
UFRN

Campus Universitário Lagoa Nova
Natal-RN – Brazil – CEP: 59078-970
+55 84 32153814

ivan@dimap.ufrn.br

RESUMO

Este artigo aborda formas de gerenciamento de conexões que possibilitam a interação através de dispositivos portáteis, como celulares, em ambientes educacionais, utilizando a tecnologia para auxiliar na comunicação entre professores e alunos. A comunicação entre os celulares é feita através de conexões Bluetooth e um gerenciamento dessas conexões é provido a fim de possibilitar um grande número de conexões ativas, uma vez que o Bluetooth só permite sete conexões ativas.

ABSTRACT

This article discusses ways to manage connections to enable interaction through handheld devices such as mobile phones in educational environment, using technology to assist in communication between teachers and students. Communication between the mobiles is done through Bluetooth connections and management of these connections is provided to enable a large number of active connections, since the Bluetooth allows only seven active connections.

Categories and Subject Descriptors

H.5.2 [INFORMATION INTERFACES AND PRESENTATION (e.g., HCI) (I.7)]: User Interfaces (D.2.2, H.1.2, I.3.6) – *Auditory (non-speech) feedback, Evaluation/methodology*

General Terms

Algorithms, Management, Measurement, Performance, Design..

Keywords:

Interactivity, education, Bluetooth, mobile, Scatternet.

1. INTRODUÇÃO

Observando o comportamento de alunos em salas de aula é possível notar a dificuldade de interação com o professor e alunos de acordo com o tamanho das turmas. Quanto maior o número de alunos, maior será a dificuldade de comunicação e avaliação pelo professor, uma vez que é mais difícil gerenciar um grande número de pessoas.

Um fato importante está relacionado à timidez dos alunos nas universidades; pesquisas mostram que 1/3 dos alunos são tímidos e tem problemas para interagir com seus professores numa sala de aula [9]. O uso da tecnologia pode auxiliar nesta interação entre professores e alunos, e o uso de celulares [4], que são dispositivos pessoais, portáteis e com capacidade de processamento, pode trazer novas formas de comunicação nestes ambientes, através da criação de um sistema de CRS (Classroom Response System) de baixo custo [2][7].

O objetivo deste trabalho é utilizar da tecnologia disponível para aproximar professores e alunos, aumentando a interatividade dos alunos em sala de aula. Com o propósito de não gerar mais custos às instituições de ensino e também a alunos e professores, foi adotado o uso de celulares como dispositivos de interação através de comunicação com um servidor por Bluetooth.

Através das ligações Bluetooth, os alunos podem utilizar seus celulares de forma gratuita para responderem perguntas enviadas de um computador controlado pelo professor [3]. Tendo em vista que um dispositivo Bluetooth só pode ter até sete conexões ativas, o problema com a tecnologia está na limitação do número de conexões, assim o controle das conexões é feito de forma que vários dispositivos possam se comunicar com um servidor, garantindo a utilização do CRS em uma sala de aula com muitos alunos.

2. CLASSROOM RESPONSE SYSTEM

Classroom Response System é um meio tecnológico que auxilia professores e estudantes em uma sala de aula, proporcionando melhor comunicação entre eles [1][2]. Os alunos fazem uso da

¹ Strategies for group interaction in classrooms via mobile phones

tecnologia para participar ativamente da aula, tornando-a mais interativa. Alunos que participam ativamente das aulas possuem melhor rendimento e aprendizado comparados aos demais alunos [1][2][9].

Com a utilização deste modelo, os professores podem estimular a participação dos alunos de forma individual através de perguntas enviadas a aparelhos disponibilizados para cada aluno. Desta maneira os alunos não se sentem tão tímidos e respondem questões de maneira pessoal [1][2].

O objetivo deste modelo é auxiliar os professores obterem um feedback imediato dos alunos, para que ele possa adaptar o conteúdo apresentado de forma que os alunos absorvam-no da melhor maneira possível [4]. Principalmente em grandes turmas, sem o uso deste modelo, o professor somente consegue avaliar os alunos após testes, o que pode ser um problema, já com o uso do modelo, a avaliação seria de forma imediata.

3. CONEXÕES BLUETOOTH

Três tecnologias de comunicação sem fio bastante difundidas entre os celulares são o Bluetooth, o Infravermelho e o Wi-Fi. Em comparação ao Infravermelho e Wi-Fi, o Bluetooth tem alguns pontos positivos e também alguns negativos, porém é o mais difundido entre os celulares e possui taxas de transferência de dados compatíveis e um baixo consumo de energia. A tabela 1 mostra as características de cada tecnologia.

Tabela 1 – Comparativo entre as tecnologias

	IR	Wi-Fi	Bluetooth
Alcance (por padrão)	~ 1m	~ 1 a 100m	~ 1 a 10m
Transferência de dados	Baixa	Alta	Média baixa
Custo	Baixo	Alto	Baixo
Consumo de energia	Baixo	Alto	Baixo

A tecnologia Bluetooth utiliza uma frequência de rádio de curto alcance globalmente não licenciada e segura, possuindo uma área de alcance pequena, variando entre 1 a 10 metros. Posteriormente o alcance foi melhorado, podendo cobrir uma área de até 100 metros, dependendo da classe do dispositivo e hardware utilizado. Alguns dispositivos mais antigos podem ter serviços limitados, como apenas uma conexão por vez, menor alcance, etc. A taxa de transferência de dados é de até 1 Mbps na versão 1.2 da especificação, 3 Mbps na versão 2.0 e de até 24 Mbps na versão 3.0 [8].

A tecnologia Bluetooth é formada de hardware de transmissão por ondas de radio na frequência 2,45 GHz, uma pilha de protocolos e perfis de interoperabilidade. Os dispositivos podem realizar uma varredura em busca de outros dispositivos disponíveis, porém cada um deles pode ser configurado para estar visível ou não [8].

O protocolo possui uma arquitetura Cliente-Servidor, possibilitando a criação de redes pessoais sem fio (Personal Area Network - PAN). Uma aplicação que use Bluetooth pode ser servidora, cliente ou pode criar uma rede P2P, fazendo o papel de cliente e servidor [8].

Para o gerenciamento das conexões no ambiente de CRS, o servidor pode estabelecer a forma como essas conexões serão organizadas. O ambiente pode ser definido em três formas: um ambiente que possui apenas o servidor e um cliente (aluno), um ambiente com um servidor e até sete clientes, e um ambiente com

um servidor e vários clientes interagindo através de seus dispositivos.

No primeiro e segundo ambiente, como um dispositivo Bluetooth suporta até sete conexões simultâneas, é possível a interação de até sete usuários sem necessitar o desenvolvimento de uma forma de gerenciamento mais complexa das conexões [3]. O servidor poderia conectar-se diretamente a cada um dos dispositivos e trocar informações com eles (enviar questões, obter respostas, mostrar resultados dos questionários, etc). Assim, uma rede Piconet é criada entre eles [10].

O terceiro ambiente é um caso mais complexo, necessitando um gerenciamento na forma de conexão entre os clientes e servidor [5]. Três arquiteturas para o gerenciamento das conexões foram desenvolvidas: a primeira utilizando filas de espera em um servidor, a segunda com a criação de uma grande Scatternet possibilitando a conexão entre os dispositivos [5][6][10], e a terceira com múltiplos servidores interligados que utilizam filas de espera [5][10].

4. ARQUITETURA DESENVOLVIDA

Inicialmente foram criados programas interativos servidores com questionários para os professores. Neles são embutidos aplicativos de interação para celulares desenvolvidos em JME. O envio dos aplicativos pelo servidor é feito de forma automática através de uma estratégia de Bluetooth Marketing para os celulares dentro da área de alcance.

Quando instalados nos celulares, os aplicativos devem gerenciar uma conexão entre o celular e o servidor para que os alunos possam interagir com o conteúdo disponibilizado pelo professor no servidor. Esse gerenciamento é feito de acordo com a arquitetura adotada, sendo cada uma delas descrita nas subseções a seguir.

4.1 Arquitetura baseada em filas de espera

Na arquitetura baseada em filas o servidor aguarda conexões. Quando um celular tenta estabelecer uma comunicação, o servidor a inicia imediatamente se estiver disponível ou coloca-o numa fila de espera até que uma conexão possa ser estabelecida. Desta forma, o único gerenciamento feito é relacionado à fila de espera no servidor, sendo gerenciado pelo Bluetooth Stack [3].

4.2 Arquitetura baseada em Scatternet

Nesta arquitetura, como a proposta é fazer com que todos os dispositivos permaneçam conectados, várias Piconets devem ser criadas e interligadas a partir do momento que novos dispositivos tentam ingressar na rede, reorganizando a distribuição das conexões conforme necessário [6].

Por exemplo, se o servidor só suporta sete conexões ativas, para que dez usuários estejam conectados, algum dos sete dispositivos já conectados terá que estabelecer uma conexão com os outros três restantes, formando uma Piconet [5][10]. As Piconets serão interligadas formando uma Scatternet. Assim, para a informação chegar do décimo dispositivo ao servidor de conteúdo, ela deve ser enviada para o mestre da sua Piconet que, por sua vez, irá repassar a informação ao mestre da primeira Piconet, chegando ao servidor (veja Figura 1).

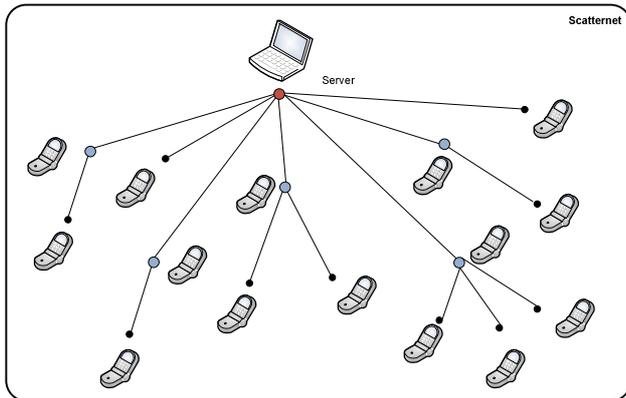


Figura 1. Arquitetura baseada em Scatternet

O servidor tem o papel de reorganizar a disposição dos nós na rede, indicando qual nó deverá receber conexões de novos dispositivos, criar novas Piconets, etc [5][6][10]. Entradas e saídas constantes de nós geram uma perda no desempenho da rede, em alguns casos aumentando consideravelmente o tempo entre estabelecer uma conexão com o servidor e estar apto a receber uma mensagem do mesmo.

4.3 Arquitetura com vários servidores e fila de espera

Nesta arquitetura mais de um dispositivo irá atuar como servidor e os celulares poderão conectar-se diretamente a eles. A vantagem é a rápida conexão com os servidores e a disponibilidade de várias conexões simultâneas, número este que será relativo à quantidade de servidores disponíveis.

Nesta arquitetura um servidor irá atuar como o servidor principal e os outros servidores deverão fazer uma busca inicial à procura do mesmo, conectando-se a ele. Por sua vez, o usuário (professor) irá interagir apenas com o servidor escolhido como principal, sendo que os outros servidores irão replicar as informações repassadas pelo principal. O número de servidores secundários disponíveis deve ser igual ou menor que o número de conexões Bluetooth simultâneas suportadas pelo servidor principal, senão não será possível a conexão entre o servidor principal e todos os secundários [10].

Ao tentar estabelecer uma conexão, os celulares irão buscar os servidores disponíveis e tentarão conectar-se ao primeiro que for descoberto. Caso o servidor coloque-o em uma fila de espera e caso o celular tenha encontrado outro servidor, ele tentará se conectar a este último, não tendo que aguardar até que haja uma conexão livre [10]. Se nenhum outro servidor livre estiver disponível, o celular irá aguardar por uma conexão na fila de espera do último servidor encontrado (veja Figura 2).

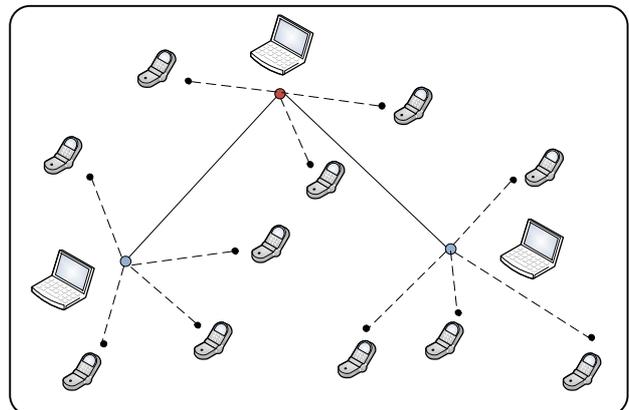


Figure 2. Arquitetura com múltiplos servidores.

5. RESULTADOS

Os testes foram realizados com as três arquiteturas desenvolvidas e consistiam no recebimento de uma pergunta pelo usuário seguida da resposta à uma de suas quatro alternativas. Para comparação dos testes foi medido o tempo para se estabelecer uma comunicação com o servidor, o tempo que o celular levou até receber a questão, e o tempo final do envio da resposta do usuário ao servidor.

Nos primeiros testes realizados para a primeira arquitetura os tempos de busca pelo servidor iam aumentando à medida que novos celulares tentavam estabelecer uma comunicação. Além disso, vários erros de conexão eram observados quando o servidor estava próximo ao seu limite de conexões.

Um teste realizado com três celulares teve uma média de 16 segundos, já em outro teste com cinco celulares a média do tempo foi um pouco maior: 20 segundos. Em um terceiro teste com nove celulares, como havia mais celulares do que o número suportado de conexões, a média aumentou significativamente: média de 41 segundos para a conexão com o servidor.

Foi verificado também que, apesar da especificação Bluetooth informar que um dispositivo pode se conectar a até sete outros dispositivos, o hardware Bluetooth utilizado no servidor não conseguia atingir o limite de sete conexões. O máximo observado foi de apenas cinco conexões simultâneas.

Feito os testes com a primeira arquitetura, a segunda arquitetura foi desenvolvida e colocada em testes, e a partir dos testes iniciais foi observado que ela não era tão eficiente no ambiente do CRS. Interligar os celulares numa grande Scatternet estava aumentando muito o tempo para cada celular conectar-se ao servidor.

Os resultados encontrados com o teste realizado com três celulares foi uma média de 22 segundos. Para o mesmo teste realizado com nove celulares, as médias foram de 26 segundos para os celulares que se conectavam diretamente ao servidor e 71 segundos para os celulares que se conectavam a outros celulares. A média total para os nove celulares foi de 57 segundos.

Foi possível perceber que os tempos dos celulares que se conectavam diretamente ao servidor eram pouco maiores que os

tempos encontrados com a primeira arquitetura, porém quando era preciso se conectar a outro celular, o tempo aumentava.

Para a terceira arquitetura os resultados obtidos em testes com três celulares tiveram uma média de 16 segundos para que os três celulares se conectassem e pudessem interagir com o servidor. Em outro teste feito com nove celulares, o tempo médio observado foi de 28 segundos. A tabela 2 mostra o comparativo dos testes entre as arquiteturas.

Tabela 2 – Tempos obtidos nos testes com as arquiteturas

Celulares	1ª arquitetura	2ª arquitetura	3ª arquitetura
3	16s	22s	16s
9	41s	57s	28s

Os testes feitos com a primeira arquitetura mostraram que ela apresentava um desempenho aceitável no ambiente de interação do Mobile Interact quando poucos usuários tentavam se conectar ao servidor. O problema da arquitetura é o suporte a um pequeno número de usuários, pois à medida que cresce o número de usuários, o tempo para se estabelecer uma conexão cresce, não obtendo bom desempenho com vários usuários.

Para a segunda arquitetura, os testes mostraram que ela é uma arquitetura complexa e não trazia diminuições nos tempos de conexão, pelo contrário, os tempos aumentavam. O uso dessa arquitetura seria vantajoso apenas em ambientes que necessitam de uma conexão contínua, como no caso de transmissões de áudio, porém não é o caso desse trabalho baseado em um modelo CRS.

Os resultados encontrados com a utilização da terceira arquitetura foram bastante adequados. Ela mostrou-se uma arquitetura eficiente e que pode ser utilizada sem a necessidade de um complexo gerenciamento de conexões. Outra vantagem é que a arquitetura possibilita a adição de novos servidores, aumentando o número de conexões simultâneas disponíveis.

Os tempos necessários para que os alunos possam responder uma questão feita pelo professor é relativamente pequeno. O sistema pode ser adotado em uma sala de aula sem grandes interferências e perda de tempo, oferecendo aos professores recursos extra na apresentação de conteúdo e avaliação dos alunos.

Dados obtidos em uma sala de aula mostram que com o uso do sistema desenvolvido 80% dos alunos passaram a interagir com o professor contra 30% dos alunos na mesma sala de aula sem o uso do mesmo.

6. CONCLUSÃO

Com os testes realizados foi possível chegar à conclusão de que o objetivo de possibilitar a interação de vários usuários através de celulares em um ambiente de ensino foi cumprido e que o sistema pode ser utilizado nesses ambientes.

O sistema em geral se comportou de forma estável, realizando suas funções adequadamente. O número de alunos que participaram ativamente das aulas aumentou consideravelmente,

fazendo com que os professores pudessem avaliá-los mais precisamente.

O único problema aparente está no uso do CRS desenvolvido como meio exclusivo para avaliação dos alunos em uma sala de aula. Nem todos os alunos possuem celulares que suportem os aplicativos JME ou possuam conexão Bluetooth para comunicação com o servidor. Desta forma, o sistema deve ser utilizado de maneira complementar e opcional, não excluindo a participação de alunos que não possuem dispositivos compatíveis com o sistema.

Como trabalho futuro, o sistema desenvolvido servirá como base para gerenciamento de várias conexões Bluetooth no ambiente de TV Digital Interativa. Receptores digitais que utilizam o middleware Ginga poderão funcionar como servidor para que vários telespectadores possam interagir com programas através de seus celulares.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Anderson R. J., Anderson R., Davis K. M., Linnell N., Prince C., Razmov V. "Supporting Active Learning and Example Based Instruction with Classroom Technology". *SIGCSE '07*, 2007.
- [2] Anderson R., Anderson R.E., Linnell N., Razmov V. "Supporting Structured Activities and Collaboration through the Use of Student Devices in College Classrooms". DOI=http://classroompresenter.cs.washington.edu/papers/2006/AA_LR_2006.pdf.
- [3] Ferreira, Leydson P. 2009. "Utilizando Dispositivos Móveis e Bluetooth para Aplicação de Avaliações em Meio Digital". Technical Report. UFRN.
- [4] Guthrie, Rand and Carlin, Anna. 2005. Using interactive technology to engage passive listeners in the classroom. DOI=<http://www.einstruction.com/News/index.cfm?fuseaction=news.display&menu=news&content=showArticle&id=131>
- [5] Jeddah, Ahmed; Zaguia, Nejib; Jourdan, Guy-Vincent. 2009. Analyzing the Device Discovery Phase of Bluetooth Scatternet Formation Algorithms. IEEE
- [6] Law, Ching; SIU, Kai-Yeung. 2001. A Bluetooth Scatternet Formation Algorithm. IEEE.
- [7] Lindquist D., Denning T., Kelly M., Malani R., Griswold W. G., and Simon B. "Exploring the Potential of Mobile Phones for Active Learning in the Classroom". *SIGCSE '07: Proceedings of the 38th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, March 2007.
- [8] SIG. Bluetooth.com - The Official Bluetooth Technology Info Site. DOI= <http://www.bluetooth.org>
- [9] Silva, Celia. 2000. A timidez em sala de aula: um mal-estar subjetivo no Mundo Contemporâneo, DOI=<https://uol1.unifor.br/oul/DefesaTese.do?method=trazerDadosDefesa&nrMatricula=9912523>
- [10] Yang, Chornng-Horng; Chen, Yi-Sheng.2005. Bluetooth Scatternet formation for supporting device mobility.