



PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA –
PIVIC

RELATÓRIO PARCIAL

**RUTI - RASTREAMENTO URBANO DE TRANSPORTE INTEGRADO:
MÓDULO DE COMUNICAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS VEICULAR**

NOME DO(A) BOLSISTA: Matheus Aguiar Fagundes

ORIENTADOR DO PROJETO: Ms. Tiago da Silva Almeida

CAMPUS: Campus Universitário de Palmas – CUP

CURSO: Ciência da Computação

LOCAL DE EXECUÇÃO: Campus Universitário de Palmas – CUP, Bloco III, Sala 09

PROGRAMA:

DATA DE INÍCIO: 01/03/2017

DATA DE CONCLUSÃO: 01/03/2019

Data e Assinatura do Bolsista:

Data e Assinatura do Orientador:

APRESENTAÇÃO

GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO (UFT): Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DO CONHECIMENTO (CNPq): Ciências Exatas e da Terra

NOME DO GRUPO DE PESQUISA: GCC – Grupo de Computação Científica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS	5
METODOLOGIA	6
O padrão IEEE 802.15.4	7
Arduino UNO	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

INTRODUÇÃO

Grandes centros urbanos trazem grandes desafios à gestão na prestação de serviços de qualidade à população. Um desses desafios é o controle de tráfego devido ao tamanho da frota em grandes centros. Atualmente vivemos uma fase de popularização de projetos que envolvam algum tipo de automação eletrônica. Isso é possível devido aos baixos custos e integração de grande variedades de circuitos acoplados (ou dentro do mesmo encapsulamento, os chamados *System-on-Chip* ou somente SoC), trazendo simplicidade na construção de sistemas automáticos. Logo, surgiu uma linha de pesquisa, chamada *Internet of Things* (IoT), em conjunto com a também simplificada área de desenvolvimento Web.

A aplicabilidade da metodologia IoT é bastante diversa, podendo ser aplicada também ao controle de tráfego urbano nas grandes cidades. Assim, o objeto desse projeto é desenvolver uma solução baseada em IoT para gerenciamento de frota urbana, especificamente em transporte coletivo. Nosso objetivo é desenvolver um sistema de rastreamento e controle individual de cada veículo, com geolocalização, alimentar uma aplicação web com esses dados e também fornecer informações em tempo real aos usuários.

Os dados capturados dos veículos podem ser utilizados para tomada de decisão em relação a melhores rotas, gastos globais com o transporte, etc.. Um grande desafio, e foco do projeto, é a melhor tecnologia de troca de dados entre veículos e a aplicação Web, devido ao custo de equipamento mais seguros e rápidos e a baixa qualidade da infraestrutura existente. Portanto, nossos esforços empenham-se no sistema de coleta e gestão de dados da frota veicular.

OBJETIVOS

O objetivo desta iniciação científica é desenvolver um módulo veicular para monitoramento do transporte público. Esse módulo é parte do projeto de pesquisa, o qual foi dividido essencialmente em três partes principais: módulo do veículo, módulo da estação e servidor de aplicação.

Os objetivos de pesquisa em relação ao módulo veicular podem ser detalhados da seguinte forma:

- Desenvolvimento e integração dos sub-módulos de comunicação: GPS (*Global Positioning System*), GSM (*Global System for Mobile Communications*) e ZigBee;
- Desenvolvimento do módulo de *datalogger*;
- Desenvolvimento de circuito de leitura dos níveis de combustível do veículo;
- Integração dos circuitos dentro de um mesmo módulo para acoplamento ao veículo;
- Análise de eficiência energética do circuito;
- Coleta de dados em ambiente controlado.

É importante destacar que o trabalho proposto não segue metodologias em camadas como muitos trabalhos da literatura (????). Isso porque existe o problema da falta de protocolos e arquiteturas padronizadas para criação de projetos caracterizados como IoT, como por exemplo descrito no trabalho de Al-Qaseemi et al. (2016).

Logo, o objetivo é desenvolver uma arquitetura simplificada para troca de informação com menor latência. Ou seja, o módulo terá somente duas camadas: uma camada abstrata de aplicação e uma camada abstrata de coleta de dados, sem referência com o modelo OSI (*Open System Interconnection*).

Como processador, ou como gerenciador, do módulo existem várias opções, como Raspberry (??) ou Photon (??). Mas por simplicidade, custo e documentação, será utilizado no projeto a plataforma Arduino (??).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto serão utilizadas plataformas microcontroladas para gerenciamento da comunicação de dados. Atualmente diversas plataformas baseadas em microcontroladores e SoCs são empregadas em projeto de IoT, e em sua maioria são de código fonte aberto. Por possuir um custo baixo e ampla documentação, escolhemos a plataforma Arduino. A Figura 3.1, ilustra todas os componentes do projeto, destacado em pontilhado, e as interações entre esses componentes.

Figura 3.1: *Diagrama de fluxo de dados do projeto destacando os sub-módulos envolvidos e os canais de comunicação em cada etapa.*

Objetivo desta iniciação científica é o desenvolvimento do módulo no veículo, ele é o nó central da rede de comunicação sendo gerenciado pelo microcontrolador. Acoplado ao microcontrolador existe três sub-módulos principais para comunicação externa, todos de sendo sem o uso de fios.

A primeiro é formado pelo sub-módulo GPS que verifica a posição do veículo, em termos de latitude e longitude, e velocidade. O módulo GPS faz a comunicação direta com o satélite, logo, a comunicação nesse ponto é externa ao modelo de rede veicular dentro do nosso projeto.

O segundo sub-módulo é forma pela comunicação GSM, com foco na rede de dados fornecida pelas operadoras de celulares. O objetivo desse módulo é somente enviar as informações do veículo para um servidor na internet. Essa comunicação é de vital importância para criação de uma base de dados robusta para explorar a análise de tráfego e utilização do transporte público em trabalhos futuros.

O terceiro sub-módulo de comunicação será utilizada a comunicação baseado no padrão IEEE 802.15.4, popularmente conhecido com “ZigBee”. O padrão IEEE 802.15.4 funciona com altas frequências de operação, comparado à sinais mais comuns como rádio frequência, e baixa taxa de transferência de dados. Objetivo é fornecer protocolos seguros e redundantes para manter a integridade dos dados na comunicação.

O terceiro sub-módulo será usado na comunicação com a estação ou ponto de ônibus e locais de maior fluxo. Como o sub-módulos GPS e GSM possuem latências altas de resposta devido a problemas de infraestrutura, o módulo ZigBee fornece os dados ao módulo na estação e estação reenvia e ajusta o sincronismo na linha, de modo a permitir que as dados no servidor

sejam em tempo real.

Além dos sub-módulos de comunicação externa, o módulo do veículo conta com um leitor de cartão de memória, que funcionará como *datalogger*, salvando as informações em caso de falha de comunicação ou outro tipo de falha no veículo e um leitor do nível de combustível, como por exemplo no trabalho de ??).

Como veículos antigos não possuem computador de bordo, o módulo proposto nesse projeto funcionará como sendo um e será de fácil adaptação já que os medidores de combustível são sensores do tipo bóia dentro do tanque ligados a uma resistência elétrica, e por essa variação de resistividade é dado no painel a quantidade de combustível no tanque. Essa característica permite o acoplamento do módulo proposto sem grandes transtornos. A implementação pode ser feita, se baseando no trabalho de ??).

Diferente de trabalho como o de ??), o projeto proposto não opera com o padrão IEEE 802.11p. O motivo é que essencialmente o padrão IEEE 802.11p opera sobre frequências muito altas para troca de informação entre veículo e estação, e entre veículo e veículo (entre 5,850 GHz e 5,925 GHz nos Estados Unidos e entre 5,860 GHz e 5,900 GHz na Europa). O que dificulta a aquisição de equipamentos de baixo custo. Entretanto, o módulo proposto se caracteriza como sendo um equipamento previsto no padrão IEEE 802.11p, o OBU (*On Board Unit*).

Outra ponto importante, é a necessidade de adequar o consumo de energia dos componentes, uma vez que os módulos precisarão ter uma certa autonomia e não necessariamente funcionará conectado à rede elétrica. Esse é um trabalho que deverá ser feito em fluxo contínuo ao longo do desenvolvimento do protótipo proposto nesse trabalho.

Ao final do projeto, esperamos que haja um protótipo para coleta de dados e já exista dados suficientes para uma disponibilidade e tratamento, os quais poderão ser empregados em algoritmos de heurísticos ou metaheurísticos para análise de tráfego e utilização do transporte coletivo.

O padrão IEEE 802.15.4

A procura por tecnologias que buscam interligar pontos de acesso de comunicação se tornaram imprescindíveis nos dias atuais. Assim, é necessário um estudo sobre quais tecnologias estão disponíveis para estas operações de comunicação. De acordo com o IEEE, a comunicação sem fio está subdividida nos seguintes protocolos de comunicação: IEEE 802.11 - LAN sem fio (*Wireless LAN*), IEEE 802.15 - Wireless Personal Area Network (*Bluetooth*), IEEE 802.16 - *Broadband Wireless Access* (WiMAX) e IEEE 802.20 - *Mobile Broadband Wireless Access*

(MobileFi) (??).

Inicialmente a rede deve primeiro ser configurada pelo dispositivo coordenador PAN (*Personal Area Network*) e os dispositivos devem associar-se com o PAN. Existem vários parâmetros importantes que são inicializados e armazenados no coordenador do PAN. Alguns são definidos em: comprimento do endereço (curto ou longo), capacidade de segurança e tipo de rede. Uma vez concluído o processo de inicialização, o coordenador PAN entra em modo de espera para receber pedidos de associação (??).

Em uma rede sem semáforos¹, um dispositivo que pretenda se associar, primeiro realiza uma busca de detecção de energia no canal. Se o canal estiver ocioso, o dispositivo emite um sinal de solicitação que, simplesmente, verifica se existe um PAN em ação. O coordenador, em seguida, responde com um aviso que inclui muitos parâmetros. Se os parâmetros são compatíveis, o dispositivo envia uma solicitação de associação, que reconhece o coordenador. O dispositivo, em seguida, envia uma solicitação de dados, que é também checada pelo Coordenador. Se o Coordenador aprova, transmite uma associação de resposta, que é reconhecida pelo aparelho. Uma vez que a associação é confirmada pela resposta do MAC, o dispositivo e o coordenador podem iniciar transferências de dados (??).

Um dado PAN pode ser configurado como um sinal de rede ativado ou como não-ativado. Em um sinal de rede ativado, *frames* são utilizados para sincronizar dispositivos, identificar o coordenador PAN e estabelecer a necessária superestrutura dentro de uma rede. Esta estrutura ilustra a comunicação do arranjo global de muitos nós da rede, com o tempo de conclusão de cada mensagem (e os avisos opcionais associados). Uma vez que o superframe está dividido em sinais, o superframe inicia com um *beacon* (sinal) e é seguido de 16 intervalos (0-15) de tempos iguais, determinando assim o tempo do super *frame* (??).

Existem três tipos de transferência de dados suportados:

- A partir de um coordenador para um dispositivo PAN;
- A partir de um dispositivo para um coordenador PAN;
- A partir de um dispositivo para outro dispositivo ponto a ponto.

Em uma rede com topologia estrela, apenas os dois primeiros tipos de transferência são utilizados. Estas transações ocorrem de maneira diferente para redes com sinal ativo (*Beacon-Enabled*) e para redes com sinal desativado (*Non-Beacon-Enabled*), apesar de sinais de quadros sempre serem necessários para a associação.

¹O termo semáforo refere-se a um algoritmo de controle para entrada de novos dispositivos a rede de modo a evitar que conflitos de entrada entre dispositivos distintos aconteçam.

Um sinal de rede ativo é mais útil para situações em que duração da vida útil da bateria e dados periódicos são necessários. Quando o coordenador for conFigurado como uma rede de sinal ativado, o coordenador FFD (*Full Function Device*) envia sinais de transmissão em intervalos regulares. Os dispositivos de funções reduzidas RFDs (*Reduce Function Device*) (alimentação por bateria) podem, então, introduzir um baixa potência (sleep) depois de um sinal, e acordar um pouco antes do próximo sinal ocorrer, assim, conservar o tempo de vida da bateria (??). A Figura 3.2 mostra o driagrama esquemático do módulo de conexão do ZigBee com o Arduino (módulo shield).

Figura 3.2: *Diagram esquemático do módulo shield xBee.*

Arduino UNO

Todo material do Arduino é disponibilizado pelo fabricante, como a IDE (*Integrated Development Environment*) de desenvolvimento, bibliotecas e até mesmo o projeto eletrônico das placas são *open source*, ou seja, é permitida a utilização e reprodução sem restrição sobre os direitos autorais dos idealizadores do projeto. Porém o nome Arduino, logotipo e o design gráfico de suas placas são registrados e protegidos por direitos autorais (??).

O projeto Arduino é uma plataforma de hardware e software que facilita desenvolvimento de aplicações que utilizam microcontroladores. O Arduino foi criado com o objetivo de facilitar o aprendizado e possibilitar a prototipação e desenvolvimento de projetos com um custo relativamente baixo, além de não exigir um vasto conhecimento em eletrônica. Estes foram sem dúvida os fatores primordiais para a popularização do Arduino em âmbito mundial, não somente entre os desenvolvedores mais experientes, mas também entre os entusiastas e iniciantes (??).

Várias pessoas contribuem com a plataforma, seja na construção de novo hardware ou na confecção de novas bibliotecas e materiais de apoio. O Arduino é uma placa muito eficiente e com recursos necessários para a automação de processos de controle e monitoração. Para o desenvolvimento é utilizado o modelo Arduino Uno R3, que é comumente utilizado em projetos básicos. Existem placas (*shields*) voltadas para cada tipo de projeto, permitindo controlar um maior número de dispositivos eletrônicos.

Figura 3.3: *Diagram esquemático do módulo Arduino.*

O Arduino da Figura 3.3 possui algumas características como:

- Microprocessador (responsável pelos cálculos e tomada de decisão);
- Memória RAM (utilizada para guardar dados e instruções, volátil);
- Memória flash (utilizada para guardar o software, não volátil);
- Temporizadores (timers);
- Contadores;
- Clock do sistema.

Muitos microcontroladores possuem memória reduzida e menor poder de processamento, característica da maioria dos sistemas embarcados. O Arduino Uno R3, por exemplo, possui as seguintes especificações:

- Microcontrolador: ATmega328;
- Portas Digitais: 14;
- Portas Analógicas: 6;
- Memória Flash: 32KB (0.5KB usado no bootloader);
- SRAM: 2KB;
- EEPROM: 1KB;
- Velocidade do Clock: 16MHz.

O circuito interno do Arduino é alimentado com uma tensão contínua de 5V, isto quando é conectado a uma porta USB do computador. Esta conexão fornece a alimentação e também a comunicação de dados. Caso seja necessário é possível utilizar uma fonte de alimentação externa, que forneça uma saída dentre 7,5 V e 12 V com corrente contínua, ou pode ser ligada diretamente na placa utilizando os pinos Vin e Gnd (??).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-QASEEMI, S. A. et al. Iot architecture challenges and issues: Lack of standardization. In: *2016 Future Technologies Conference (FTC)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 731–738.

PARECER DO ALUNO A RESPEITO DO PROFESSOR

O professor mostrou-se extremamente responsável para com suas obrigações quanto orientador. Definiu horários semanais para a pesquisa, marcou reuniões (nas quais esteve presente em todas), demonstrou-se prestativo quanto a atendimento fora do horário destinado para o mesmo, estabeleceu meios de comunicação rápidos e eficientes. Proporcionou reuniões com outros orientadores e orientandos para troca de experiência relativa a iniciação científica. Mesmo com problemas de saúde fez-se ativo no projeto, não deixando de cumprir suas responsabilidades.

PARECER DO PROFESSOR A RESPEITO DO ALUNO

O discente sempre demonstrou grande habilidade com projetos eletrônicos, assim como muita motivação para execução dos trabalhos. A facilidade de assimilação do conteúdo também são características presentes na personalidade do aluno. Único ponto negativo a ressaltar é dificuldade do discente em gerenciar o tempo das atividades. De um modo geral, os alunos apresentam um comportamento de “hiper participação” devido ao grande volume de atividades apresentadas. Infelizmente a grande maioria deles não possui maturidade para gerir o próprio tempo e que acarreta em grande atrasos no desenvolvimento das atividades.