

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTES INTELIGENTES ASSISTIVOS –
ACIONAMENTO DE UMA CADEIRA DE RODAS

Bolsista: Mariane Ayumi Aoki, CNPq.

MANAUS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-E/0018/2013

DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTES INTELIGENTES ASSISTIVOS –
ACIONAMENTO DE UMA CADEIRA DE RODAS

Bolsista: Mariane Ayumi Aoki, CNPq.

Orientador: Prof. Dr. Vicente Ferreira de Lucena Junior

MANAUS

2014

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao CETELI e aos seus autores. Parte deste relatório poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida no CETELI/UFAM.

RESUMO

O objetivo deste projeto de pesquisa é implementar a integração dos controles de uma cadeira de rodas a um ambiente inteligente a ser construído no Ceteli. Ambientes inteligentes podem ser definidos como uma evolução de sistemas de automação convencionais que de forma ubíqua e pervasiva tem por objetivo facilitar a execução de tarefas diárias. Estes novos sistemas apresentam um alto grau de automação de processos e produtos e mesclam diferentes tecnologias, hoje existentes de forma isolada, dentro de um ambiente habitado integrado. Para implantar estes conceitos, foi realizado um estudo sobre o problema em questão por meio da revisão bibliográfica, resolução teórica do mesmo, implementação dos protótipos das soluções sugeridas em laboratório, os quais foram testados utilizando o deslocamento da cadeira de rodas e testes de funcionalidades da plataforma de Ambientes Inteligentes desenvolvida. Das pesquisas foram obtidas partes do funcionamento do controle da cadeira de rodas sobre as ações de movimentação da mesma, a partir dessa informação foi possível pensar em uma solução que facilite a locomoção da pessoa que está utilizando a cadeira de rodas de forma inteligente. Isso foi implementado por meio de uma aplicação de software para dispositivos móveis. Desta forma, foram realizados testes para melhoramento da interface e da resposta do comando sobre a cadeira de rodas. Portanto, o sistema automatizado resultante é capaz de suprir necessidades como conforto, segurança do ambiente, economia de recursos, além de outras funcionalidades que se adaptam às necessidades do ser humano inserido nestes ambientes. Logo, faz-se necessário a utilização de novas tecnologias que tenham cada vez mais poder de processamento e de intercomunicação para que novas aplicações sejam propostas na área de Ambientes Inteligentes.

ABSTRACT

Integration of controls of wheelchair to a smart environment to be implemented in Ceteli. Smart environment can be defined as an evolution of conventional automation systems for ubiquitous and pervasive form aims to facilitate the execution of daily tasks. These new systems have a high degree of process automation and mix different products and technologies, today existing in isolation, within an integrated environment inhabited. To deploy these concepts, a study on the issue in question through literature review, theoretical resolution of the same, the implementation of the prototypes of the suggested solutions in the laboratory, which were tested using the displacement of the wheelchair and tests the functionality was performed Intelligent Environments developed platform. The research were obtained control of the operation of the wheelchair over the actions of the same movement, from this information it was possible to think of a solution that facilitates the mobility of the person using the wheelchair intelligently, which was via a mobile application. Thus, improved tests for the interface and the command response on the wheelchair were performed. Therefore, the automated system is able to meet needs as comfort, safety, environmental, resource economics, and other features to suit the needs of the human being inserted in these environments. Therefore, the use of new technologies have increasingly more processing power and intercom so that new applications are proposed in the area of Intelligent Environments it is necessary.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 Introdução | 7 |
| 2 Revisão bibliográfica | 9 |
| 2.1 CAN BUS: | 9 |
| 2.2 Protocolo TCP/IP: | 10 |
| 2.3 Placa UDOO: | 11 |
| 3 Métodos utilizados..... | 11 |
| 3.1 Definição do problema | 11 |
| 3.2 Levantamento dos requisitos | 12 |
| 3.3 Estrutura de hardware/software | 12 |
| 3.4 Implementação..... | 13 |
| 4 Resultados e discussões | 14 |
| 5 Conclusões e Recomendações | 17 |
| 6 REFERÊNCIAS | 18 |
| Parecer do Comitê de Ética | 18 |
| 7 Cronograma executado | 19 |

1 Introdução

Ambientes inteligentes podem ser definidos como uma evolução de sistemas de automação convencionais que de forma ubíqua e pervasiva tem por objetivo facilitar a execução de tarefas diárias [1]. Estes novos sistemas apresentam um alto grau de automação de processos e produtos e mesclam diferentes tecnologias, hoje existentes de forma isolada, dentro de um ambiente habitado integrado [2]. O objetivo final é prover sistemas automatizados capazes de suprir necessidades como conforto, entretenimento, auxílio no cuidado de enfermos e idosos, segurança do ambiente, economia de recursos (energia, água, etc), além de outras funcionalidades que se adaptam às necessidades do ser humano inserido nestes ambientes.

Para implantar o conceito de Ambientes Inteligentes se faz necessário envolver uma grande quantidade de tecnologias e áreas do conhecimento relacionadas à eletrônica e ao desenvolvimento de software [3]. Estes foram primeiramente estudados pela empresa Philips em seus laboratórios de pesquisa e desenvolvimento na Holanda.

De fato, o cenário tecnológico atual tem permitido que equipamentos cada vez menores tenham cada vez mais poder de processamento e de intercomunicação, e com isso, novas aplicações podem ser propostas [4]. No entanto, para que um cenário de Ambientes Inteligentes possa se tornar realidade, não basta apenas coletar dados. É preciso dotar o sistema de inteligência computacional para que o mesmo possa processar tais dados de forma inferior no contexto dos mesmos e ainda levar em consideração a perspectiva do usuário humano. Com isso, é possível tornar o ambiente reativo e adaptável às necessidades dos usuários.

Diversos sistemas que usam os conceitos e abordagens de Ambientes Inteligentes procuram resolver problemas relacionados à saúde do ser humano que interage com esses sistemas. Nasce assim o conceito de Healthcare, ou seja, sistemas eletrônicos e computacionais, ubíquos e pervasivos, que oferecem soluções para pessoas com necessidades especiais. Essas necessidades podem vir de deficiências físicas ou mesmo devido ao envelhecimento [5].

Em resumo, o problema a ser tratado neste projeto de pesquisa envolve a identificação de novos serviços e aplicações de ambientes inteligentes com foco na saúde e bem estar de pessoas com mobilidade reduzida, bem como sua concepção, implementação e validação. Portanto, o resultado será a proposição de novas abordagens teóricas e práticas para a construção de aplicações para sistemas de ambientes inteligentes, ou seja, integrar os controles da cadeira de rodas a um ambiente inteligente.

Especificamente este projeto focará na automação inteligente de uma cadeira de rodas. Assim, os objetivos específicos definidos foram:

- Modelar e construir um ambiente dotado de tecnologias de base que sirva de plataforma para a implementação de soluções de automação inteligente para uma cadeira de rodas eletromecânica.
- Modelar e propor Serviços para o ambiente construído que permitam o deslocamento automático da cadeira.
- Analisar teórica e experimentalmente os métodos investigados e os serviços propostos, seus modelos e suas aplicações, de forma a avaliar sua viabilidade e encontrar alternativas melhor apropriadas para as aplicações desejadas.
- Implementar protótipos dos serviços para comprovar a viabilidade das propostas formuladas.
- Avaliar os protótipos desenvolvidos e eventualmente implementar correções, ajustes e melhorias nos produtos gerados.

A fim de atingir os objetivos estabelecidos para este projeto, o percurso adotado para o desenvolvimento será: primeiramente obter uma revisão bibliográfica consistente a cerca do problema proposto e das tecnologias a serem utilizadas; em seguida será realizada a implementação de protótipos de serviços típicos de ambientes inteligentes; implementação de um ambiente inteligente em laboratório; implementação de serviços para o deslocamento da cadeira de rodas sob a plataforma de Ambientes Inteligentes desenvolvida nas etapas anteriores; teste de funcionalidade e prova de conceito da implementação realizada e por último a proposição de novos modelos, arquiteturas e serviços para ambientes inteligentes que possam ser construídos utilizando os resultados obtidos nas etapas anteriores.

Pretende-se com este projeto contribuir nas necessidades de pessoas com deficiência, tornando a vida delas mais confortável e segura, pois serão criados ambientes inteligentes capazes de auxiliar no deslocamento dessas pessoas. E também traz benefícios na parte teórica de forma a utilizar novas tecnologias que permitem aprimorar os serviços oferecidos, desta forma trará novas abordagens teóricas.

2 Revisão bibliográfica

2.1 CAN BUS:

Segundo o artigo dos autores BAYILMIS, Cuneyt, ERTURK, Ismail, CEKEN, Celal, OZCELIK, Ibrahim e KARACA, Ahmet o barramento CAN (*Controller Area Network*) é utilizado em aplicações de controle de tempo real, sendo mais utilizado na rede das indústrias modernas. Ele utiliza o protocolo CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*), que auxilia na detecção de colisões entre a transmissão dos nós conectados à rede, ou seja, o nó transmissor sempre está “escutando” o que está sendo transmitido na rede, se perceber que houve alguma colisão para de transmitir, espera um tempo e retransmite a mensagem novamente. No barramento CAN existe um diferencial, cada nó possui uma prioridade, desta forma este nó continua transmitindo sem que haja interrupção.

O outro artigo que também falava sobre CAN foi elaborado pela empresa BOSCH, responsável por propor esta tecnologia para a interconexão de componentes de controle em veículos, que apresenta as especificações deste barramento. Nele, primeiramente diz que o CAN é um protocolo de comunicação serial muito seguro e que possui uma velocidade alta de transmissão de dados.

As camadas de cada nó do CAN são divididas em:

- Camada de aplicação;
- Camada de objeto: responsável por filtrar a mensagem e por determinar o estado da mesma;
- Camada de transferência: responsável por apresentar mensagens recebida pela camada de objeto e aceita mensagens para serem transmitidas pela camada de objeto. Também é responsável pela sincronização, reconhecimento, detecção de erros;
- Camada física: responsável por definir qual sinal está sendo transmitido.

A outra fonte foi de um trabalho realizado pelo autor BARBOSA, Luiz Roberto Guimarães que explicou mais a fundo sobre a estrutura das mensagens trocadas por cada um dos nós interligados.

Na camada física segundo ele existe uma dominância de bit, ou seja, existe um bit dominante e outro recessivo, onde o recessivo representa o estado de repouso da rede. A rede utiliza a diferença de tensão entre dois fios, sendo eles o CANH e o CANL, isto auxilia na robustez do sistema, pois a indução de um ruído que eleva o nível elétrico em um dos fios

também eleva o nível elétrico no outro fio pelo mesmo valor de tensão. O bit recessivo possui um valor lógico alto, enquanto o bit dominante possui um valor baixo, como representado na figura 1.

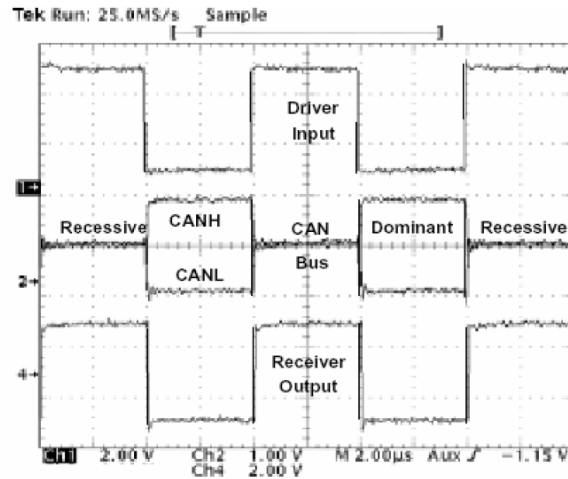


Figura 1 - Níveis elétricos do barramento

FONTE: BARBOSA, Luiz Roberto Guimarães. **Rede CAN**. Belo Horizonte. 2003.

O formato das mensagens transmitidas por cada nó no barramento do CAN é dividido como mostra a figura 2.

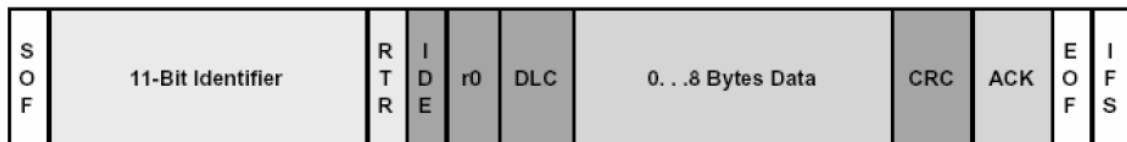


Figura 2 - Mensagem transmitida pelo barramento

FONTE: BARBOSA, Luiz Roberto Guimarães. **Rede CAN**. Belo Horizonte. 2003.

2.2 Protocolo TCP/IP:

Segundo o texto de BATTISTI, Júlio o nome TCP/IP deriva de dois protocolos mais utilizados:

IP: É um protocolo de endereçamento, ou seja, uma forma para realizar a identificação de cada máquina na rede e uma maneira de encontrar um caminho entre origem e destino.

TCP: É um protocolo de transporte que entrega os dados de forma não corrompida ou alterada.

Esse protocolo se baseia na comunicação entre dois hosts de rede. O TCP recebe os dados de programa e os processa como um fluxo de bytes. Os bytes são agrupados em segmentos, denominados pacotes, que o TCP enumera em sequência para a entrega.

Antes da troca de dados, os dois hosts precisam estabelecer uma sessão entre si (*handshake*). Esse processo sincroniza os números de sequência e oferecem informações de controle necessárias para estabelecer uma conexão virtual entre os dois hosts. Depois disso se inicia a transferência de dados. Antes de fechar a conexão é realizado um processo semelhante ao handshake para verificar se os dois hosts acabaram de enviar e receber todos os dados.

2.3 Placa UDOO:

De acordo com o texto de LIMA, Thiago a placa UDOO é um mini computador compatível com Android ou Linux e, além disso, possui uma placa Arduino DUE (microcontrolador) construída na mesma placa. Sua estrutura pode ser vista na figura 3.

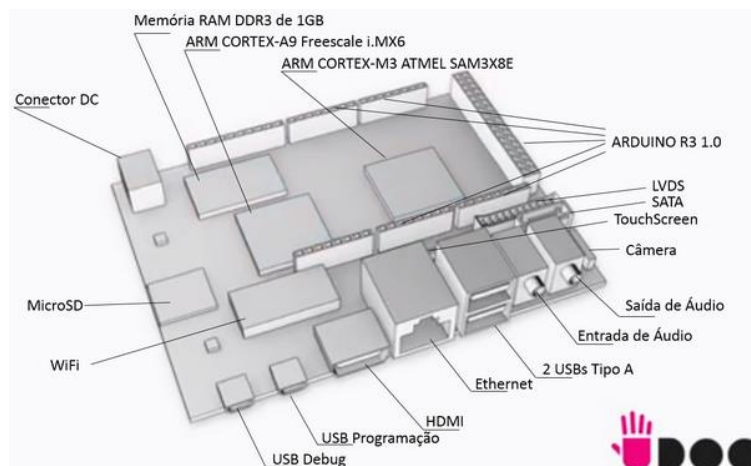


Figura 3 - Estrutura da placa UDOO

FONTE: Retirado de < <http://www.embarcados.com.br/udoo/> Acesso em: 02 novembro 2013.

3 Métodos utilizados

3.1 Definição do problema

O problema proposto foi de controlar uma cadeira de rodas por meio de um dispositivo móvel com Android.

3.2 Levantamento dos requisitos

Analisando-se o problema proposto viu-se que era preciso utilizar mais uma ferramenta para receber os comandos vindos do dispositivo móvel, interpretá-los e gerar os sinais necessários para a locomoção da cadeira de rodas. Após alguns testes com alguns microcontroladores, decidiu-se usar a placa UDOO, pois diminuiria a quantidade de microcontroladores utilizados. Nesta placa se inseriu o programa que recebia os comandos vindos do dispositivo móvel via protocolo TCP/IP, interpretou-se de forma a enviá-los ao módulo Arduino DUE, que também faz parte da placa, e criou-se um código que gera sinais PWM para que o motor interprete e transforme em movimento. Portanto só foi preciso utilizar o dispositivo móvel e a placa UDOO para resolver o problema.

3.3 Estrutura de hardware/software

Para realizar a movimentação da cadeira de rodas, existem alguns passos a serem seguidos que são apresentados no fluxograma abaixo.

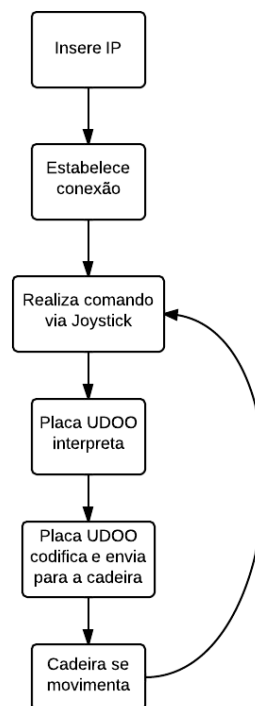


Figura 4 - Fluxograma do funcionamento da movimentação da cadeira de rodas

Os três primeiros processos representados no fluxograma são realizados no programa do dispositivo móvel (aplicação). Primeiramente é preciso inserir um endereço IP na aplicação para que seja estabelecida a conexão TCP/IP com a placa UDOO que está conectada com a cadeira de rodas. Após essa etapa, o usuário poderá realizar qualquer comando no Joystick.

Esses comandos serão enviados via protocolo TCP para a placa UDOO, a qual terá um programa em Java que transformará essas informações em sinais PWM para a cadeira, este valor de PWM é o mesmo valor de tensão que o controle da própria cadeira aplica para a movimentação. Assim, a cadeira se movimenta conforme o comando enviado pelo usuário, sendo possível realizar outros comandos.

3.4 Implementação

Após a realização das revisões bibliográficas, iniciou-se a elaboração de um programa na plataforma Android com o intuito de enviar mensagens dos comandos realizados no Joystick para um computador via protocolo TCP/IP. A estrutura da mensagem era composta da direção e em seguida da porcentagem em relação ao centro do Joystick, por exemplo, se a pessoa arrastar o cursor do Joystick no máximo para frente a mensagem que será impressa na tela do computador será: UP - 100%.

Com o esqueleto do Joystick em mãos, criou-se o código em Arduino para a codificação desses comandos, a fim de gerar tensões PWM para cada uma das quatro direções, com o intuito de tentar realizar a movimentação da cadeira.

Testou-se então a comunicação entre o celular e a placa UDOO para enviar os comandos de movimentação. E viu-se que essa comunicação funcionou, já que a cadeira conseguiu se movimentar com base no controle do Joystick, mas se levantaram algumas melhorias quanto à interface e ao desempenho.

Baseando-se nos testes realizados, verificou-se que só foram contempladas as direções frente, trás, esquerda e direita. Então a solução seria a inserção de todas as direções do círculo do Joystick, ou seja, o comando seria uma tupla com a direção e a porcentagem também, por exemplo, arrastou o cursor do Joystick para a diagonal inferior esquerda, a mensagem impressa seria: DOWN - 45% - LEFT - 60%.

Também viu que a realização da comunicação TCP com o computador precisava do endereço IP do mesmo, o qual era alterado toda vez na linha de código, então tinha que inserir o campo IP no aplicativo de forma que seria salvo o último IP inserido.

Após estabelecer esses padrões, foram realizados novos testes para verificar a eficiência desta interação.

4 Resultados e discussões

Os resultados levantados na revisão bibliográfica foram utilizados integralmente para a construção do protótipo dotado de inteligência. A interface obtida do aplicativo para o dispositivo móvel é mostrada na figura 5. Ele não possui muitos objetos na tela, para não atrapalhar no manuseio e não confundir o usuário.

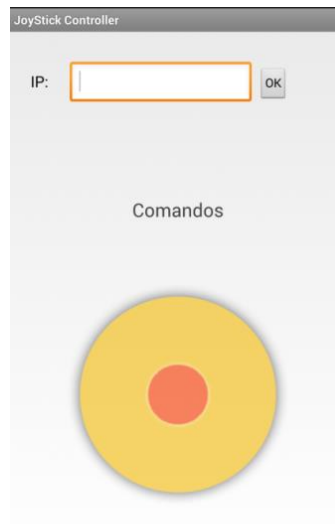


Figura 5 - Interface da aplicação móvel

Quando o usuário inicia a aplicação o espaço para inserir o IP fica preenchido com o último IP inserido pelo mesmo. A conexão é estabelecida a partir do momento que é clicado no botão de OK. Após isso, o usuário poderá enviar vários comandos por meio do Joystick representado com círculos concêntricos.

Os primeiros testes foram realizados entre o celular e o computador para saber se estavam sendo enviados os comandos corretamente. Assim, o resultado pode ser visto na figura 6, onde foram mandados comandos para cima com intensidade variada.

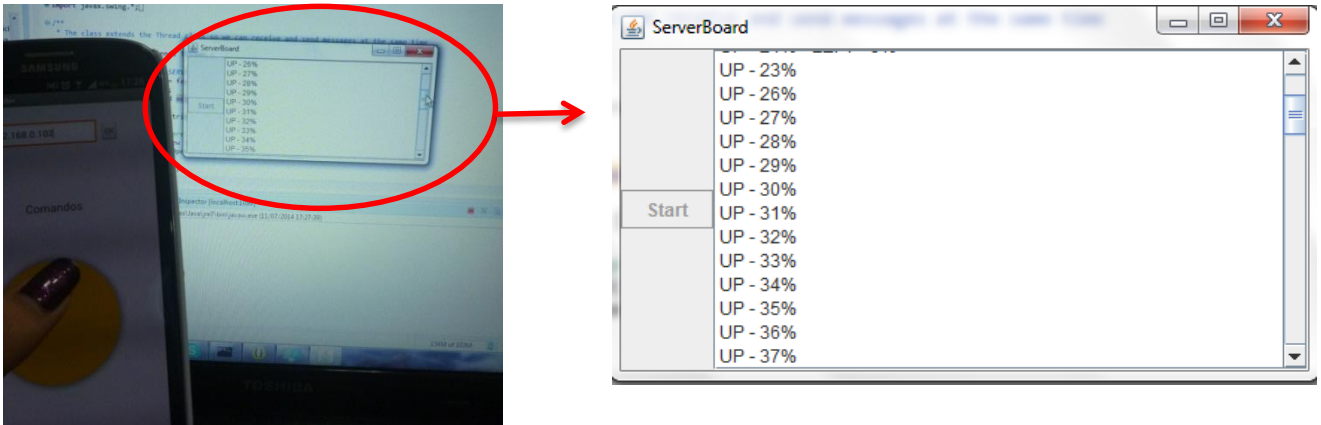


Figura 6 - Primeiros testes da comunicação entre aplicação móvel e computador

A cadeira utilizada é mostrada na figura 7.



Figura 7 - Cadeira de rodas utilizada

A única parte que foi alterada na cadeira de rodas foi a parte do Joystick que está circulado na figura 7. Ao invés dela, foi colocada a placa UDOO que possuía todos os programas capazes de realizar a interpretação e a codificação para movimentar a cadeira de rodas.

Com tudo funcionando foram realizados ajustes nos comandos, para que fossem inseridos comandos nas direções diagonais. Assim, o mesmo teste entre celular e computador foi feito para verificar se esses novos comandos estavam sendo enviados.

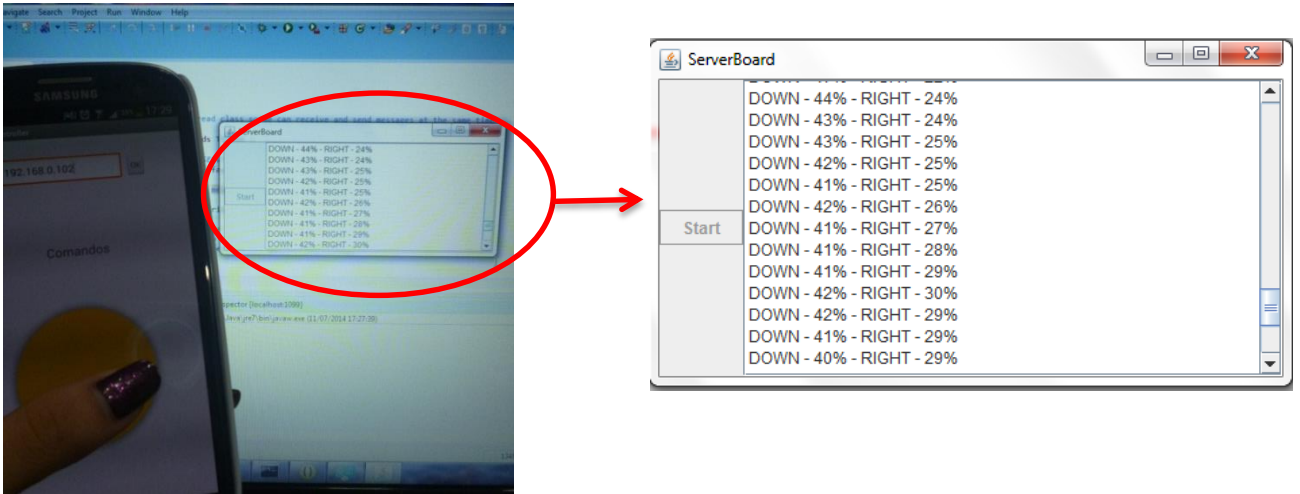


Figura 8 - Novo teste com o aplicativo móvel e o computador refinado

5 Conclusões e Recomendações

A proposta do projeto seria criar um ambiente inteligente capaz de realizar a movimentação de uma cadeira de rodas. Assim, é de extrema importância obter uma revisão bibliográfica concisa e precisa para que auxilie de maneira eficaz nas soluções proposta para o problema. Além disso, serve para conhecer novas tecnologias que podem facilitar na construção deste protótipo.

A modelagem e construção de um ambiente com tecnologias de base para uma cadeira de rodas eletromecânica foi realizada por meio da placa UDOO, a qual possuía toda a inteligência e serviços capazes de realizar o deslocamento da cadeira. Com o escopo do projeto definido, implementou-se o protótipo obtendo sucesso e por fim as correções, ajustes e melhorias foram efetuadas para o melhor desempenho da cadeira.

Através deste protótipo será possível contribuir para as pessoas com deficiências trazendo conforto e também um novo mundo de tecnologias a serem utilizadas em aplicações para beneficiar a sociedade.

Como trabalhos futuros, pode-se verificar a utilização de outra placa que realize o intermédio da aplicação móvel com a cadeira, pois existem muitos recursos desta placa que não são utilizados, assim pode usar um microcontrolador mais simples. Pensou-se em utilizar um Arduino Due com ADK, mas ainda é um ponto a ser estudado.

Outro ponto a ser pensado é da utilização de um aparelho chamado Emotiv para substituir o dispositivo móvel, pois para os paraplégicos seria uma maneira de se movimentarem sem o auxílio de ninguém, era preciso somente pensar na direção desejada que a cadeira já se movimentaria.

6 REFERÊNCIAS

- [1] REMAGNINO, P.; FORESTI, G.L.: Ambient Intelligence: A New Multidisciplinary Paradigm; Systems, Man and Cybernetics, Part A, IEEE Transactions on, Volume 35, Issue 1, pp.: 1-6, Jan. 2005.
- [2] HARWIG, R.; AARTS, E.: Ambient Intelligence: invisible electronic emerging. Interconnect Technology Conference, 2002. Proc. Of the IEEE International; pp.: 3-5; 2002.
- [3] VON HOUTEN, H.: The physical layer of ambient intelligence. VLSI Technology, (VLSI-TSA-Tech). 2005 IEEE VLSI-TSA International Symposium on; pp.: 9-12; 2005.
- [4] BOEKHORST, F.: Ambient intelligence, the next paradigm for consumer electronics: how will it affect silicon?; Solid-State Circuits Conference, Digest of Technical Papers. ICCDCS 2008. 7th International Caribbean Conference on; pp.: 1-5; 2008.
- [5] CORCHADO, J.; BAJO, J.; ABRAHAM, J.: Healthcare Delivery in Geriatric Residences. IEEE Intelligent Systems, Vol. 23, No. 2, p. 19-25, 2008.
- [6] BAYILMIS, Cuneyt, et al. Implementation of a CAN/IEEE 802.11b WLAN/CAN internet working system using a wireless interface unit. Turkey, p. 1-3.
- [7] BARBOSA, Luiz. Rede CAN. Belo Horizonte, p. 4-8, 2003.
- [8] BOSCH, Robert. CAN Specification, Version 2.0. Stuttgart, p. 6-11, 1991.
- [9] BATTISTI, Júlio. Tutorial de TCP/IP – Júlio Battisti – Parte 11 TCP, UDP e Portas de Comunicação. Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://juliobattisti.com.br/artigos/windows/tcpip_p11.asp>. Acesso em: 10 outubro 2013.
- [10] LIMA, Thiago. UDOO – Arduino, Linux e Android em uma mesma placa. 2013. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/udoo/>>. Acesso em: 02 novembro 2013.

Parecer do Comitê de Ética

Não se aplica.

