

# PADEVI – PROTÓTIPO DE AUXÍLIO A DEFICIENTES VISUAIS

*Gabriel Kist*

Aluno do 4º ano, Curso Técnico Integrado de Informática, Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – câmpus Venâncio Aires.

*Roberta Francine Schmachtenberg*

Aluna do 3º ano, Curso Técnico Integrado de Informática, Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – câmpus Venâncio Aires.

*Miguel Angelo Baggio*

Orientador Mestre em Informática, Professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) - câmpus Venâncio Aires.

*Fábio Lorenzi da Silva*

Coorientador Mestre em Computação, Professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) - câmpus Venâncio Aires.

*Jean Da Rolt Joaquim*

Coorientador Doutor em Ciência da Computação, Professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) - câmpus Venâncio Aires.

*Luciano Porto de Lima*

Coorientador Mestre em Engenharia Elétrica, Professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) - câmpus Venâncio Aires.

## Resumo

No mundo, milhões de pessoas ainda buscam a plena inclusão na sociedade: elas têm dificuldades para se locomover nas ruas, para fazer compras, para usar o transporte público. Para os deficientes visuais, a maior dificuldade encontrada para integrar-se socialmente e viver com dignidade é a conquista da locomoção autônoma, o direito de ir e vir sem depender do outro. O projeto PADEVI busca proporcionar a pessoa com deficiência visual mais facilidades em sua movimentação, através do fornecimento de informações do ambiente, possibilitando que o deficiente visual sinta-se mais seguro devido às informações adicionais que podem facilitar sua locomoção e localização. O objeto a ser desenvolvido utilizará um sensor Kinect e um microcomputador acoplados a uma bengala convencional. Os sensores presentes no Kinect comandados pelo microcomputador, identificarão possíveis obstáculos presentes nas calçadas e através de um sinal sonoro enviado por um fone de ouvido, avisarão o usuário de que há perigo no ambiente, evitando assim possíveis acidentes. Estas utilidades foram elaboradas a partir de pesquisas junto à instituição parceira que atende pessoas com necessidades especiais, analisando as principais dificuldades encontradas e criando uma ferramenta capaz de tornar menores as dificuldades e obstáculos encontrados pelos deficientes visuais, possibilitando a melhoria da autoestima e, consequentemente, associada a outros fatores, a melhoria da qualidade de vida destes indivíduos.

**Palavras-chave:** Tecnologia assistiva, Deficientes visuais, Protótipo.

## INTRODUÇÃO

Não é difícil perceber que o deficiente visual enfrenta muitas dificuldades em nossa sociedade e, a principal delas, é a falta de infraestrutura. E são muitas as barreiras: calçadas com buracos, locais públicos sem rampa, falta de sinalização, entre outros. O deficiente visual precisa de facilidade e amparo para locomover-se.

Desta forma, o PADEVI - Protótipo de Auxílio a Deficientes Visuais busca proporcionar as pessoas com deficiência visual maior facilidade em sua locomoção, através do fornecimento de informações do ambiente em que estão inseridos, possibilitando que o deficiente visual sinta-se mais seguro devido as referências adicionais que podem facilitar sua locomoção e localização.

Pretende-se a partir da implementação de uma bengala convencional, junto a placa Banana Pi e um sensor Kinect, a identificação de obstáculos presentes nas ruas das cidades brasileiras. O projeto PADEVI possui tecnologias que podem ajudar deficientes visuais em sua mobilidade, auxiliando o deficiente visual quando estiver em algum ambiente e deparar-se com algum obstáculo.

O protótipo procura auxiliar na locomoção autônoma dos deficientes visuais a fim de reconhecer os principais obstáculos que interferem na locomoção destes indivíduos, segundo o reconhecimento de pessoas, reconhecimento de buracos e reconhecimento de faixas de pedestres.

Com a acessibilidade a tecnologia, as pessoas terão melhor qualidade de vida a que todos têm direito, tornando a vida mais fácil e prazerosa.

O restante deste trabalho está organizado como segue. Uma discussão sobre o tema de orientação e mobilidade de deficientes visuais. A seção de tecnologias apresenta as tecnologias utilizadas no projeto. A seção Bengala PADEVI detalha a proposta do protótipo de auxílio a deficientes visuais que usa a potência do sinal de recepção como parâmetro de classificação no suporte à mobilidade.

## ESTADO DA ARTE

Nesta seção serão apresentadas algumas das tecnologias já existentes com o objetivo de facilitar a locomoção de deficientes visuais.

### A) AUTONOMOUS SYSTEM FOR MOBILITY, ORIENTATION, NAVIGATION AND COMMUNICATION

Este é um sistema baseado em visão estéreo para ajudar pessoas com deficiência visual (Molton M. et al., 1998). Para obter informação local o sistema possui sensores de ultrassons, no peito e cinto do utilizador, além de duas câmaras Sony para detectar objetos de grande dimensão (Figura 1). A informação proveniente destes sensores é processada por um processador *Texas Instruments C40*.



Figura 1: Sistema ASMONC em uso.

O modelo de visão por computador é baseado no algoritmo *Ground Plane Obstacle Detection (GPOD)*. Este algoritmo usa duas câmaras para caracterizar o chão através de uma parametrização da medição de disparidade das vistas das duas câmaras. Este algoritmo foi estendido de modo a incluir uma re-calibração dinâmica do nível do chão (DRGP) em imagens sucessivas. Para estimar o movimento do chão, foi também criado um modelo baseado no filtro de *Kalman*. O algoritmo DRGP e a estimativa do movimento do chão têm precisão suficiente, mas não conseguem funcionar em tempo real.

### B) DDVISION - EQUIPAMENTO DETECTOR DE OBSTÁCULOS PARA DEFICIENTES VISUAIS

De acordo com informações contidas no site da ferramenta *Ddvision - Equipamento Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais* (<http://>

ddvision.tiagonoronha.com.br/), o projeto de pesquisa tem como objetivo criar um dispositivo composto basicamente de sensores ultrassônicos, um micro controlador e de um segundo dispositivo que possa vibrar conforme proximidade com os obstáculos. O equipamento avisa o usuário que há objetos em seu trajeto e evitando possíveis acidentes causados por colisões com objetos altos, tais como placas e/ou telefones públicos. As Figuras 2 exemplifica a utilização deste equipamento.

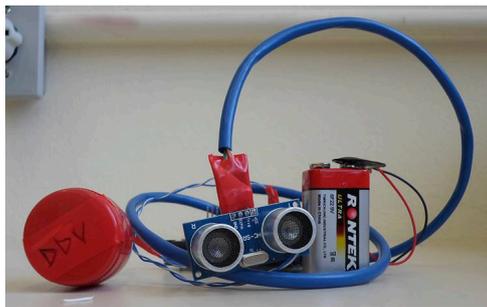


Figura 2: Protótipo DDVision.

### c) CÃO-GUIA ROBÔ

O cão-guia robô é composto basicamente por uma placa micro controladora Arduino, que funciona como o cérebro do robô (FEBRACE, 2014). O protótipo se assemelha a um carrinho, com sensores ultrassônicos e motores. A proposta do cão-guia robô desencadeia na detecção, seguido pelo desvio automático de obstáculos identificados próximos ao solo. Na figura 3 é possível observar o hardware do protótipo.

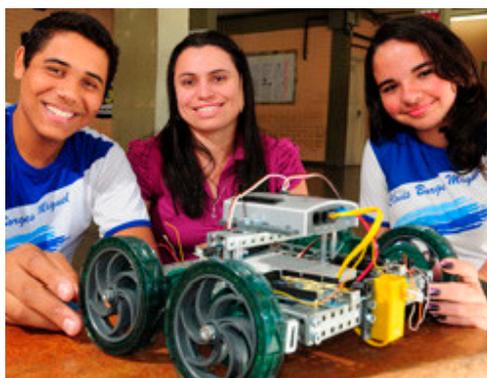


Figura 3: Cão-guia robô.

### d) BENGALA INTELIGENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS

O protótipo assemelha-se a uma bengala convencional, comandados por uma placa micro

controladora Arduino, os sensores ultrassônicos colocados em diferentes locais da bengala, vibram de acordo com a proximidade de algum obstáculo. A grande novidade desta bengala são os sensores na parte superior, que vibram quando é detectado algum obstáculo acima do chão, protegendo também a cabeça do usuário (IFSul, 2014).



Figura 4: Bengala Inteligente.

Com exceção do primeiro protótipo, todos os demais utilizam os sensores ultrassônicos como referência para a identificação de obstáculos. Sensores ultrassônicos, também conhecidos como transdutores, funcionam num princípio semelhante a um radar ou um sonar, o qual avalia atributos de um objeto observado, interpretando a reflexão das ondas geradas, rádio ou sonoras. Estes sensores emitem ondas de som e calculam o intervalo de tempo entre a emissão e a reflexão do sinal recebido de volta ao sensor para determinar a distância ao objeto.

A grande diferenciação do PADEVI para os demais protótipos se dá exatamente nos sensores. Com a utilização dos sensores ultrassônicos é possível a identificação de qualquer coisa que passe por perto dos sensores, entretanto eles não são capazes de diferenciar um obstáculo real de uma pessoa. Imaginamo-nos então, em uma metrópole como São Paulo, onde milhares de pessoas trafegam todos os dias, os sensores vibrariam de tal modo que não seria possível ao deficiente visual compreender se a sua frente existem obstáculos ou apenas pessoas andando.

A proposta do projeto PADEVI opta pela utilização do sensor Kinect da Microsoft, desta forma é possível calcular distâncias entre obstáculos e o usuário, e além disso é possível diferenciar um obstáculo real de uma pessoa. De acordo

com o relato de deficientes visuais, as pessoas não são consideradas como obstáculos perigosos, elas provavelmente não irão interferir na locomoção dos cegos, sendo assim não há a necessidade de identificá-las.

## **ORIENTAÇÃO E MOBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS**

No Brasil, o CAT (Comitê de Ajudas Técnicas), instituído pela PORTARIA Nº 142, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2006, propõe o seguinte conceito para a tecnologia assistiva: “Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (ATA VII - Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) - Coordenadoria Nacional para Integração da pessoa portadora de deficiência (CORDE) - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República).

Percebe-se atualmente, que em nossa sociedade as pessoas tendem a excluir aqueles que não são seus semelhantes. Esta exclusão, muitas vezes, tem por razão: diferença de etnia, grupo econômico, quantidade de conhecimento, aptidão física, etc.

Segundo o Decreto lei nº 914, de 6 de setembro de 1993, é considerada pessoa portadora de necessidades especiais aquela que apresenta, em caráter permanente, perdas ou anormalidades de sua estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, que gerem incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano.

Uma das diretrizes deste decreto é incluir a pessoa portadora de deficiências, respeitando as suas peculiaridades, na educação, na saúde, no trabalho, à edificação pública, seguridade social, transporte, habitação, cultura, esporte e lazer.

No Brasil, milhões de pessoas ainda buscam a plena inclusão, pois a Federação ainda não possui assistência e fiscalização das regras para que de fato o deficiente visual sinta-se parte integrante na sociedade onde vive. As dificuldades são inúmeras: de locomoção nas ruas, para fazer

compras, para usar o transporte público e ainda enfrentam o preconceito.

Para os portadores de deficiência visual, a maior dificuldade encontrada para integrar-se socialmente e viver com dignidade é a conquista da locomoção autônoma, o direito de ir e vir sem depender do outro.

A deficiência visual, em qualquer grau, compromete a capacidade da pessoa de se orientar e de se movimentar no espaço com segurança e independência. Para alguns autores, a limitação na orientação e na mobilidade pode ser considerada o efeito mais grave da cegueira.

Melhorar a qualidade de vida passou a ser um dos objetivos a serem atingidos pelas práticas assistenciais e das políticas públicas para promoção da saúde (Bittencourt & Hoehne, 2006).

É possível se deparar com uma forte tendência quanto ao estudo de instrumentos que podem ser utilizados para facilitar a vida de pessoas que possuem alguma necessidade especial, principalmente, partindo do auxílio de tecnologias assistivas, como ferramenta para proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade e controle de seu ambiente.

Algumas prioridades dos portadores de deficiência são a acessibilidade e a mobilidade urbana, que caracterizam a movimentação dos deficientes pelas cidades. Estas são as principais reivindicações do novo grande grupo chamando “novos sujeitos sociais” (Santos B. D., 1999). A citação acima mostra que os deficientes tem voz e vez na sociedade e cabe a cada área da ciência buscar o melhor, o novo, o facilitador e a chave para um mundo sem barreiras, onde cada ser humano, com ou sem privações seja capaz de viver com liberdade.

O valor da locomoção independente pode ser igualado ao da própria vida, se aceitarmos o argumento filosófico de São Tomás de Aquino, que define o ser vivo como sendo aquele capaz de mover-se por si mesmo. “O exercício do direito de “ir e vir” é mais significativo para o auto respeito e a dignidade pessoal que o emprego ou posição de destaque social” (Maciel, 2003). A capacidade de locomoção independente e a consciência do mundo imediato são fatores essenciais para viver e ganhar a vida. Portanto, a imobilidade pode ser considerada como elemento de estagnação física e mental.

De um modo mais prático, o maior impacto da ausência de visão na locomoção está na impossibilidade de antecipar as características do espaço ambiental (Shingledecker, 1978). Embora a bengala de cano longo possibilite alguma antecipação ao cego, essa antecipação, é muito restrita se comparada a uma pessoa de perfeita visão (Foulke, 1982).

Encontramos, no entanto, certas barreiras no emprego de tecnologia assistivas em nossa sociedade. Existem maneiras para facilitar a vida do deficiente visual (Maciel, 2003), tais como: auxílios eletrônicos e o “cão-guia”, porém o emprego da bengala longa ainda parece ser a melhor técnica para orientar a locomotividade do cego. Isto porque os auxílios eletrônicos não estão ainda disponíveis comercialmente e o “cão-guia”, devido à complexidade da seleção e aquisição, junto à limitada existência de escolas e treinadores no Brasil, e a necessidade de legislação especial para permitir seu uso em qualquer situação, tornam este recurso descabido à nossa realidade socioeconômica vigente. Em nosso país, realmente há pouco a escolher.

A locomoção dos cegos tem como uma de suas particularidades a ausência de previsão, ou seja, a impossibilidade de perceber à distância obstáculos presentes na trajetória a ser percorrida. Assim, os deficientes visuais têm dificuldades em perceber os objetos que se encontram no seu percurso antes do contato com o seu próprio corpo. A falta de previsão dificulta a antecipação e transposição de obstáculos.

Ao decorrer de pesquisas junto a instituição parceira E.E.E.M. Monte das Tabocas, constatou-se que os buracos e os telefones públicos, juntamente com entulhos e materiais de obras, são os principais obstáculos que dificultam a locomoção autônoma dos portadores de deficiência visual na cidade de Venâncio Aires. Segundo relatos, o motivo dos maiores acidentes está em entulhos sobre a calçada, escadas ou toldos de lojas. Obstáculos que normalmente não deveriam estar nestes locais e que o deficiente não consegue obter um controle sobre eles.

Neste cenário que surge a bengala longa, considerada como uma das mais antigas ajudas técnicas que podem auxiliar na locomoção pelo espaço. A partir da percepção tátil, ela confere uma espécie de previsão ao cego, tornando possível que ele obtenha informações antecipadas acerca de objetos presentes em seu caminho. To-

davia, o alcance da bengala é muito restrito, de forma que essa previsão é muito limitada e não garante completa segurança ao cego. Sendo assim busca-se a criação de algo que facilite a locomoção destes indivíduos, um protótipo de características plenas como a bengala, porém provido de tecnologias que auxiliam o deficiente, com algoritmos de detecção de imagens capaz de identificar possíveis obstáculos nos ambientes em que o deficiente visual está inserido.

Compreendemos, assim, um pouco mais sobre os aspectos da deficiência visual e reconhecemos que a locomoção independente possibilita a melhoria da autoestima da pessoa com deficiência visual e, conseqüentemente, associada a outros fatores, leva a melhoria da qualidade de vida destes indivíduos. Por isto este trabalho apresenta um protótipo de auxílio a deficientes visuais, integrando junto a bengala convencional, tecnologias para tentar melhorar o aspecto da locomoção, trazendo informações sobre ambiente próximo através de recursos como o Kinect e a placa eletrônica Banana Pi.

## TECNOLOGIAS KINECT E BANANA PI

Essa seção apresenta as tecnologias utilizadas no PADEVI, identificando as suas características e funcionalidades.

### O DISPOSITIVO MICROSOFT KINECT

O Microsoft Kinect foi lançado no dia 4 de Novembro de 2010 como um acessório da consola *Xbox 360*. Este dispositivo foi desenvolvido pela empresa *PrimeSense* em colaboração com a Microsoft. Em Janeiro de 2012, mais de dezoito milhões de unidades já tinham sido comercializadas.

O anúncio de lançamento já tinha sido no ano de 2009, tendo causado grande expectativa nas comunidades acadêmicas de gráfica e visão computacional. O produto prometeu uma nova forma de interação nos videogames, completamente baseada em gestos e comandos por voz (sem ser necessário qualquer outro tipo de comando). Desde a sua apresentação, o Kinect tornou-se um dispositivo largamente usado na indústria dos

jogos, robótica, interface homem-máquina, etc. Assim, através do Kinect, novas possibilidades foram introduzidas no desenvolvimento de aplicações em várias indústrias e pesquisas.

O Kinect possui uma câmara RGB e uma câmara e emissor de infravermelhos. Estes são capazes de capturar imagem colorida e a profundidade de cada *pixel* no meio envolvente observado. Estes dados contêm informação geométrica e visual do ambiente que se observa. Com a combinação dos dados obtidos pela câmara RGB e de IR existe a possibilidade de execução de algumas tarefas que eram muito difíceis, se não mesmo impossíveis, se fossem usadas apenas imagens 2D. A maior parte dos sistemas de processamento de imagem são baseados apenas na cor das imagens. Todavia, outros atributos presentes nas imagens podem ser usadas para o processamento e análise, como por exemplo, profundidade, intensidade luminosa, etc. Estes atributos contêm informação que permite implementar alguns procedimentos que são difíceis, se não impossíveis, usando apenas a cor. Consequentemente, a informação adquirida pelo Kinect, RGB e profundidade, possui uma estrutura que possibilita um novo modo de processamento de imagens.

## HISTÓRIA

O sensor de profundidade usado no Kinect foi desenvolvido por Zeev Zalevsky, Alexander Shpunt, Aviad Maizels e Javier Garcia, em 2005. O Kinect foi anunciado oficialmente no dia 1 de junho de 2009, sob o nome “Projeto Natal”, na E3, *Electronic Entertainment Expo*. O nome “Natal” foi uma referência à cidade brasileira Natal, porque um dos diretores da Microsoft responsável pelo projeto, Alex Kipman, é brasileiro e escolheu o nome da cidade, que significa “nascimento” em latim, para o nome do projeto.

Inicialmente, a principal função do Kinect era ser usado como ferramenta para interagir com a consola *Xbox 360* usando gestos e comandos por voz. Por esta razão, o sensor é capaz de capturar imagem numa resolução de 640x480 *pixels*, em 30 Hz. Com a informação de profundidade, é possível obter uma esqueletização de quem está em frente ao sensor, e assim, é possível definir gestos do utilizador. O modo de como seria possível utilizar os gestos do utilizador usando o Kinect só foi anunciado em janeiro de 2010, junto com o lançamento de três jogos: *Ricochet*, *Paint Party* e *Milo & Kate*. A figura 5 mostra esses três jogos.



Figura 5: Modo de interação dos três primeiros jogos com o Kinect: *Ricochet* (esquerda), *Paint Party* (centro) e *Milo & Kate* (direita).

*Ricochet* é um jogo que tem um personagem, ou avatar, que copia os movimentos do utilizador e o objetivo é acertar bolas virtuais. *Paint Party* é um programa de pintura e desenho, o utilizador usa formas e cores para desenhar virtualmente. *Milo & Kate* é o mais complexo. Neste jogo, o utilizador interage com um rapaz virtual (Milo) ou com um cão virtual (Kate). Este jogo usa inteligência artificial para definir os gestos e respostas do personagem virtual.

Nos primeiros sessenta dias depois do lançamento, mais de oito milhões de unidades fo-

ram vendidas. Assim, o Kinect tornou-se o consumível eletrônico vendido mais rapidamente do livro de recordes *Guinness Book*. Em janeiro de 2012, o Kinect já tinha atingido mais de dezoito milhões de unidades vendidas.

Com todo o interesse que o Kinect gerou sobre o seu modo de funcionamento e as suas características de interação na visão computacional, rapidamente cresceram comunidades dedicadas à liberalização do *software* e ao desenvolvimento de *drivers open source*. Assim, em 2010, várias entidades projetaram e tornaram públicos esses

*drivers* para todos que quisessem desenvolver e investigar novos usos e aplicações para o Kinect pudessem ter acesso a este equipamento. Como exemplo desses *drivers* temos o *libfreenect*, desenvolvidos pela *OpenKinect*, e o *OpenNI*, criados pela *PrimeSense*.

Percebendo o rápido crescimento e impacto que o Kinect gerou com estes *drivers*, através de todas as aplicações publicadas e desenvolvidas nas mais diversas áreas da visão computacional, a Microsoft acaba por lançar também, em 2011, um SDK para a programação do Kinect no sistema operativo Windows.

### COMPONENTES DO KINECT

No desenvolvimento do Kinect o *software* interno foi desenvolvido pela Rare, uma subsidiária da *Microsoft Game Studios*, e a tecnologia da câmara de profundidade pela empresa Israelita *PrimeSense*. O Kinect é composto por um sensor de profundidade (câmara e emissor IR) uma câmara RGB, um acelerômetro, um motor e um *array* múltiplo de microfones. A figura 6 mostra os componentes do Kinect e a sua arquitetura de funcionamento.

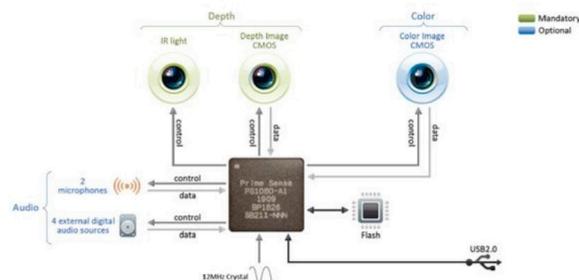


Figura 6: Componentes e arquitetura do Kinect.

### SENSOR DE PROFUNDIDADE

Este sistema consiste num emissor e numa câmara de infravermelhos (IR). O emissor cria um padrão conhecido de luz infravermelha estruturada.

A câmara IR funciona a 30 Hz e transmite imagens de 640x480 *pixels* de 11 *bits*, o que resulta numa sensibilidade de 2048 níveis. O campo de visão é de 58° graus horizontais, de 45° graus verticais e de 70° graus na diagonal e para bons resultados o alcance é entre 0.8 metros e 3.5 metros.

O sensor de profundidade usa o método de luz estruturada para as suas medições. Um padrão conhecido de pontos é projetado do emissor de infravermelhos. Esses pontos são guardados pela câmara de infravermelhos e comparados com o padrão conhecido pelo dispositivo. Quaisquer perturbações são conhecidas por serem variações no meio e podem ser detectadas mais próximas com mais precisão ou mais afastadas, com menos precisão.

### CÂMARA RGB

A câmara RGB funciona a 30 Hz, transmite imagens com uma resolução de 640x480 *pixels* com uma sensibilidade de 8 *bits*. O Kinect possui também a opção de aumentar a resolução da câmara, operando a 10 fps e 1280x1024 *pixels*. A própria câmara possui um conjunto de recursos incluindo balanço automático de brilho, saturação de cor, correção de defeitos e interferências, etc. A imagem transmitida pela câmara RGB é construída por um padrão de RG e GB. A câmara entrega repetidamente diversas imagens, que e passam por um estágio de processamento, que emprega manipulação de imagens e técnicas de visão computacional para extrair informações sobre a cena (Davison, 2012).

### MOTOR, ACELERÔMETRO E MICROFONES

O Kinect possui dois sistemas que estão inter-relacionados e são bastante importantes: um método de inclinação do Kinect na horizontal e um acelerômetro. A inclinação é realizada através de um motor bidirecional que nos permite deslocar o Kinect no seu eixo horizontal. O acelerômetro é um dispositivo que mede a aceleração. O acelerômetro diz ao sistema qual a parte inferior, ou seja, qual a sua base medindo a aceleração devido à gravidade. Isto permite ao sistema estabelecer o eixo do Kinect no nível exato e de o calibrar para um valor que mova o Kinect para um ângulo específico.

O *array* de microfones proporciona quatro microfones que funcionam a 16 *bits* de som com uma taxa de amostragem de 16 kHz.

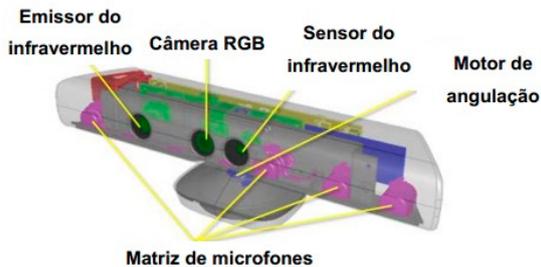


Figura 7: Microsoft Kinect por dentro (Microsoft MSDN, 2012).

## FUNCIONALIDADES DO MICROSOFT SOFTWARE DEVELOPMENT KIT (SDK)

De acordo com a Microsoft, as funcionalidades suportadas pelo SDK são:

- ◆ Rastreamento esquelético.
- ◆ Determinação da distância entre um objeto e o sensor usando dados de profundidade.
- ◆ Captação do áudio e a localização de sua fonte.
- ◆ Motor de reconhecimento de voz permitindo o uso de uma gramática programada.

## PLACA BANANA PI

Banana Pi é um microcomputador inteiro presente em uma pequena placa do tamanho de um cartão de crédito, com capacidade de processamento suficiente para executar tarefas realizadas por computadores *desktop*, como processamento de jogos, edição de texto, e planilhas, navegação na internet, entre outros. A Banana Pi pode executar o sistema operacional direto em um cartão SD, o que torna desnecessário o uso um dispositivo de armazenamento de dimensões maiores que a própria placa como, por exemplo, um HD (*Hard Disk*) externo.

Esta placa foi feita para ser um computador barato, pequeno e flexível para o dia a dia. Construído com ARM Cortex-A7 CPU Dual-core e GPU Mali400MP2 tem *software* de código aberto. Banana Pi pode servir como uma plataforma para fazer vários aplicativos para diferentes fins. Suporta várias versões de Linux como: *Raspbian*, *Lubuntu*, *Android* e *Scratch*.

A Banana Pi tem a função de controlar o sensor Kinect. Alimentada por uma bateria, ela é responsável por processar os dados e enviar o si-

nal sonoro ao usuário conforme o nível de perigo encontrado no ambiente. Na figura 10 é possível observar o *hardware* da placa.

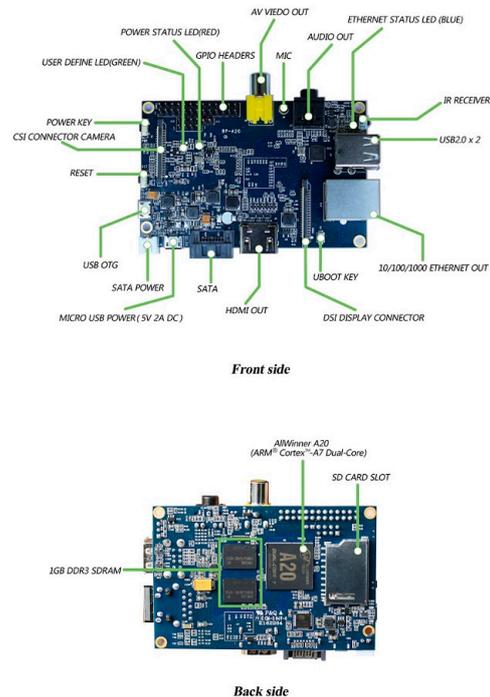


Figura 8: Microcomputador Banana Pi.

## BENGALA PADEVI

Vista como um instrumento de orientação, a bengala longa ou articulada pode também ser considerada um instrumento que permite ao indivíduo sentir-se seguro com o seu uso, pois, através dela, é mantida a estabilidade de sua orientação (Hoffmann, 5).

Desta forma, o objeto a ser desenvolvido implementará uma bengala convencional, junto a um sensor Kinect e uma placa Banana Pi. Embora a bengala convencional seja um recurso de grande utilidade para os deficientes, ela possui suas limitações, sobretudo porque não pode proteger ou avisar o cego sobre possíveis obstáculos, como telefones públicos ou buracos em calçadas.

Para iniciar a investigação de acessibilidade com os portadores de deficiência visual na instituição parceira Monte das Tabocas e o auxílio das tecnologias em tal contexto, partimos da aplicação de um questionário oral sobre a acessibilidade das ruas venâncio-airesenses.

Em resposta aos questionamentos, observou-se com unanimidade sobre as ruas venân-

cio-aireses oferecem pouco ou nenhum suporte aos deficientes visuais. Todos os envolvidos na pesquisa dizem utilizar da bengala convencional como maior auxílio na locomoção, mas poucos realmente saem sozinhos as ruas, a grande maioria utiliza de um guia humano em seus deslocamentos.

A bengala é utilizada para auxiliar a pessoa cega a se locomover evitando surpresas à sua frente e detectando obstáculos próximos. Mas uma bengala não é o suficiente para auxiliar um cego no seu dia a dia se existirem as “barreiras invisíveis”. Estas barreiras se configuram em dificuldades que se sobrepõem às já existentes. Utilizando ainda o exemplo da bengala, se um deficiente visual com a bengala andar pelas ruas centrais de Venâncio Aires, ele terá apenas o auxílio da bengala, pois praticamente não se encontram calçadas com piso tátil no município. O piso tátil é uma das tecnologias que auxilia o deficiente visual na direção a seguir (piso tátil direcional) e adverte em situações de risco (piso tátil de alerta).

Sem as adaptações necessárias nestes ambientes, os deficientes visuais ficam limitados apenas ao uso da bengala como auxílio de locomoção.

Outra etapa da pesquisa deu-se por meio de uma investigação nas ruas centrais da cidade de Venâncio Aires. Iniciou-se com a avaliação das barreiras físicas - “barreiras invisíveis”, que segundo relato dos portadores de deficiência visual, acabam sendo as maiores causadoras de acidentes. O percurso foi feito por videntes e os obstáculos que foram detectados como possíveis “barreiras invisíveis” foram registrados em forma de anotações e fotografias. Entre os principais obstáculos encontrados, destacamos as seguintes anotações:

- ◆ Rampas de acesso e escadas sem as sinalizações de alerta;
- ◆ Ruas, calçadas e terrenos irregulares (paralelepípedos/lajotas soltos);
- ◆ Obras sem sinalizações de alerta.

Após a finalização das pesquisas sobre a acessibilidade, iniciou-se um estudo a fundo sobre as tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento do protótipo. Para alcançar o objetivo da proposta, o protótipo desenvolvido necessitou do uso de diversos tipos de classes, métodos, eventos e propriedades, cada qual com sua importância e finalidade, disponibilizadas no *SDK* fornecido pela Microsoft, que pode ser acompanhado na sessão anterior.

O projeto atualmente encontra-se em fase de desenvolvimento, na etapa de estudo e desenvolvi-

mento de algoritmos para reconhecimento do ambiente. Escolheu-se a linguagem de programação C# devido a sua compatibilidade com o Kinect, facilidade de desenvolvimento e recursos disponibilizados. Tentou-se o uso de outras linguagens de programação, porém nenhuma supriu as necessidades da programação. Ainda, juntamente com o C#, está sendo utilizada a biblioteca *Microsoft's Kinect for Windows SDK*, pois é uma biblioteca que possui infinitos recursos e utilidades.

A etapa seguinte é constituída do estudo do processamento e reconhecimento das imagens, com a análise de algoritmos para detectar obstáculos presentes nos ambientes. Através da função *depth* presente na biblioteca *Microsoft's Kinect for Windows SDK* é possível calcular a distância de objetos comparando os pixels contidos no *Frame*.

A imagem colorida é obtida pela câmara RGB e o processo de cálculo da profundidade é realizado usando o emissor e a câmara de infravermelhos através de luz estruturada.

Como dito anteriormente, a profundidade é conhecida utilizando a técnica de luz estruturada. Esta abordagem consiste em projetar um padrão de *pixels* no meio envolvente e capturar a deformação da projeção, deformação essa que permite calcular a distância ao pixels, ou seja, a profundidade.

A aquisição de imagens corresponde às entradas de dados no sistema, resultado da captura de imagens por parte do Kinect. Após a recolhimento das imagens, segue-se a conversão dos valores da profundidade que é dado pelo Kinect para valores de distância, ou seja, o Kinect retorna valores que necessitam passar por uma fórmula matemática para que o resultado seja apresentado em metros.

Ainda utilizando o sensor infravermelho, e como dito anteriormente, consegue-se identificar a distância dos objetos através do cálculo da distância dos *pixels* oriundos da imagem (tal fato pode ser visualizado através das cores verde, azul e vermelho na Figura 9). Estas tonalidades são dadas, ainda, pela função *depth*, resultado da transformação dos bits em centímetros, e os centímetros em tonalidades. Na divisão das tonalidades, cada uma recebe um valor de distância em centímetros, dado pela relação do Kinect a um plano de controle, por exemplo, a cor verde recebe uma distância de até um metro do chão, ou seja, não apresenta perigo. A cor azul, é considerada uma distância maior do que o plano de controle, ou seja, maior que um metro de profundidade. E por

último, a cor vermelha, que recebe a distância menor que o plano de controle, indicando objetos com altitude na superfície.

Depois de todos estes passos o sistema, de acordo com os dados recebidos da detecção, tem uma resposta. Neste caso, na aplicação desenvolvida se for detectado algum objeto ou buraco, é enviado um sinal sonoro ao usuário informando que há perigo no ambiente.

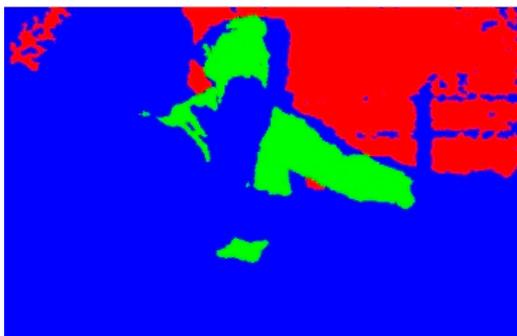


Figura 9: *Detphmap* (mapa de profundidade).

Além disso, as etapas seguintes constituíram-se do estudo de adaptação dos sensores do Kinect na bengala, para retirar a maior parte da carcaça do Kinect que é desnecessária, sendo preciso apenas o uso dos seus sensores, como mostrado na Figura 10.



Figura 10: Kinect parcialmente desmontado.



Figura 11: Primeira versão do protótipo.

Após a detecção dos objetos e a adaptação do Kinect na bengala convencional, serão realizados testes em ambientes, como dentro de uma casa, e também em ambientes não controlados (ruas, praças). Finalmente espera-se realizar testes do protótipo junto a instituição de portadores de deficiência visual para verificar a usabilidade e realizar possíveis ajustes de acordo com as necessidades identificadas pelos deficientes visuais. Por fim o protótipo será divulgado e distribuído a instituição.

## RESULTADOS OBTIDOS

O protótipo encontra-se em fase atual de desenvolvimento, onde testes simples de cálculo de margem de erro do Kinect e detecção de imagens foram realizados.

A aplicação obtém do meio observado valores que necessitam ser convertidos para valores em metros. Deste modo, nesta aplicação foi usado uma função matemática que funciona como conversor dos dados retornados diretamente pelo Kinect.

O gráfico da figura 12 permite verificar os valores retornados pelo Kinect e os valores reais correspondentes. Os dados observados permitem também concluir que o Kinect obtém bons resultados desde 0.5 metros até 3.5 metros de distância, conseguindo depois medições de até 10 metros, mas com erros bastante grandes.

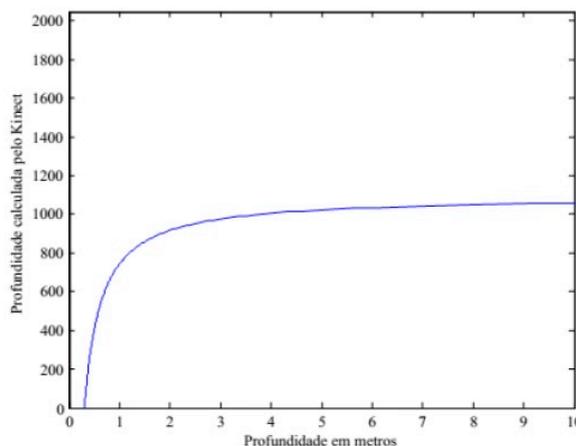


Figura 12: Valores do Kinect e valores gerados após a conversão em metros.

Como apresentado anteriormente, o erro de cálculo da profundidade aumenta proporcionalmente à distância a que se encontra o Kinect. Isto

deve-se a determinadas características próprias do Kinect e ao seu método de cálculo. Assim, é necessário perceber a evolução do erro. Para isso, foi realizado um simples teste que consistiu na

colocação de um objeto plano em frente ao Kinect e respectiva extração da medida de profundidade do dispositivo ao centro do plano.

Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1.

Mundo	<0,5	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
Kinect	n.d	0,4977	0,7489	0,9989	1,2465	1,4985	1,75544	1,9944
Mundo	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Kinect	2,2509	2,5087	2,7661	3,0289	3,2536	3,514	3,7792	4,0403
Mundo	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6
Kinect	4,287	4,5658	4,8833	5,0959	5,3279	5,5819	5,8614	6,1704

Tabela 1: Valores reais comparados aos valores calculados com o Kinect.

De acordo com os resultados da tabela 1, obtém-se a forma do gráfico da figura 13, muito semelhante ao da figura 12, que representa a função matemática que permite a conversão dos dados obtidos pelo Kinect em metros. É possível observar que a forma dos dois gráficos é muito semelhante, sendo esse resultado o esperado, o que demonstra também que o método matemático apresentado possui resultados semelhantes tanto teoricamente, como na implementação prática.

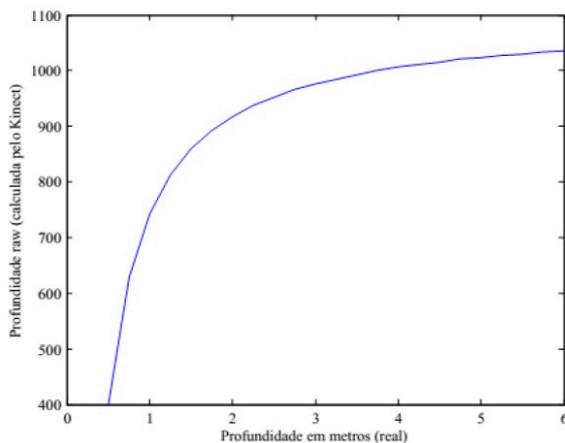


Figura 13: Representação dos valores da tabela 1.

Assim, de acordo com os dados apresentados na tabela 1, verifica-se o que já foi apresentado teoricamente, o Kinect não é capaz de calcular distâncias inferiores a 0.5 metros. Verifica-se também que a partir de 6 metros, vai perdendo gradualmente informação até ficar completamente impossibilitado de calcular distâncias.

## CONCLUSÃO

Cada vez mais são desenvolvidos projetos e trabalhos de visão computacional recorrendo ao Microsoft Kinect. Este dispositivo possui características bastante interessantes para o desenvolvimento deste tipo de trabalhos e por isso consolidou-se neste projeto todo o conhecimento teórico e modo de funcionamento do equipamento.

No contexto do problema estudado, foi possível o desenvolvimento de uma aplicação base para o aumento de segurança na locomoção de deficientes visuais. Assim, o sistema em tempo real consegue calcular distâncias e detectar a presença de obstáculos ou desníveis no meio observado, sinalizando assim o que se observa.

O projeto busca fornecer a sociedade um protótipo acessível, de fácil utilização, funcional que ajude na movimentação dos deficientes visuais. O protótipo irá reconhecer o ambiente e apontar os possíveis obstáculos e ameaças a mobilidade do deficiente visual.

Este protótipo servirá como base para futuros protótipos mais avançados que serão utilizados pelos portadores de deficiência visual, que poderão ter acesso a uma bengala com identificação de ambiente e de fácil utilização.

## REFERÊNCIAS

- Arieli, Y. F. (2012). *U.S. Washington, DC: U.S Patent No. 8, 150,142.*
- Bittencourt, Z. Z., & Hoehne, E. L. (2006). Qualidade de vida de deficientes visuais. *Medicina*, 260-264.
- Davison, A. (2012). *Kinect Open Source Programming Secrets, Hacking the Kinect with OpenNI, NITE, and Java.* McGraw Hill Professional.
- DDVision - Equipamento Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais. (04 de novembro de 2013). *DDVision - Equipamento Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais.* Fonte: DDVision - Equipamento Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais: <<http://ddvision.tiagonoronha.com.br/>>.
- Falahati, S. (2013). *OpenNI Cookbook.* Packt Publishing Ltd.
- FEBRACE. (06 de abril de 2014). *Cão-guia robô II: utilização de comando de voz em robô para auxílio à locomoção de deficientes visuais.* Fonte: FEBRACE: <<http://2014.febrace.org.br/virtual/2014/ENG/29/>>.
- Foulke, E. (1982). Perception, cognition and the mobility of blind pedestrians. Spatial abilities: Development and physiological foundations, 55-76. *Spatial abilities: Development and physiological foundations*, 55-76.
- IFSul. (12 de novembro de 2014). *Bengala Inteligente para Deficientes Visuais.* Fonte: Instituto Federal Sul-rio-grandense: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1647:alunos-do-ifsul-participam-da-rede-expressao-e-iii-cobre-na-38o-reditec&catid=9:instituto-federal-sul-rio-grandense](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1647:alunos-do-ifsul-participam-da-rede-expressao-e-iii-cobre-na-38o-reditec&catid=9:instituto-federal-sul-rio-grandense).
- Khoshelham, K., & Elberink, S. O. (2012, 12 2). Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor. *Sensors*, pp. 1437-1454.
- Maciel, S. F. (2003). *O "ir e vir" do deficiente visual (princípios, técnicas e procedimentos).* São Paulo.
- Molton N. (1998). Robotic sensing for the partially sighted. *Robotics and Autonomous Systems.* Elsevier, 203-221.
- Sampaio, E. (2013). Ferramentas cognitivas e tecnológicas para inclusão social de pessoas com deficiência visual. *Benjamim Constant*, 31-32.
- Santos, A. J., & Castro, S. A. (2013). Autoestima a partir do caminhar: orientação e mobilidade da pessoa com deficiência visual. *Benjamim Constant*, Artigo 3.
- Santos, B. D. (1999). *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade.* São Paulo: Cortez.
- Shingledecker, C. A. (1978). *The Effects of Anticipation on Performance and Processing Load in Blind Mobility.* Ergonomics.

## *PADEVI - Prototype aid the visually impaired*

### **Abstract**

In world, millions of people still seek the full inclusion in society: they have difficulty getting around on the streets, shopping, and using public transport. For the visually impaired, the greatest difficulty to integrate society and live with dignity is winning the autonomous locomotion, the right to come and go without depending on others. The PADEVI project seeks to provide visually impaired person more facilities in its movement through the provision of environment information, enabling the visually impaired to feel safer because of the additional information that can facilitate their locomotion and location. The prototype will use a Kinect sensor and a microcomputer coupled to a conventional bengal. The sensors present in Kinect will be control by a microcomputer, and will identify possible obstacles present on sidewalks. Then the user will be alerted of any danger in the environment by an audible signal sent to a headphone, thus preventing possible accidents. This utilities was developed from research by the a partner institution that serves people with special needs, analyzing the main difficulties and creating a tool capable of decreasing the difficulties and obstacles faced by the visually impaired, enabling improved self-esteem, and hence associated with other factors, improving the quality of life of these individuals.

**Keywords:** Assistive technology, Visually impaired, Prototype.