

MobiLysa: Serviço de Localização e Navegação para o cão-guia robô Lysa em Ambientes Internos

Raquel Frizera Vassallo¹; Neide de Araújo Sellin²

E-mails: raquel@ele.ufes.br¹; neide@vixsystem.com.br²

Resumo

Lysa é um cão-guia robô desenvolvido pela startup capixaba Vixsystem para auxiliar na mobilidade de pessoas com deficiência visual. O robô Lysa é capaz de ajudar o usuário na tarefa de desviar de obstáculos que se encontram à frente, ao redor ou mesmo acima da sua plataforma. Ele ainda é capaz de avisar caso haja um buraco ou qualquer declive brusco, como degraus. Entretanto, o robô Lysa não é capaz de guiar uma pessoa até um local desejado. Para isso o usuário ainda depende de ajuda de terceiros ou um navegador como o celular. Para suprir essa demanda e aumentar a autonomia e mobilidade dos deficientes visuais, idealizamos o MobiLysa: um Serviço de Localização e Navegação para o robô Lysa em Ambientes Internos. Assim, um usuário da Lysa que estiver em um local que possua o MobiLysa, poderá solicitar ao robô que ele o leve até um determinado local. Essa solicitação será feita via uma interface de voz ou outro tipo de interface, como um teclado tátil. A seguir, Lysa o guiará até o destino desejado avisando e desviando de obstáculos sempre que necessário. Dessa forma, o MobiLysa, junto com a Lysa, poderá contribuir para mobilidade e autonomia de pessoas com deficiência visual, dando-lhes maior independência na sua locomoção em ambientes internos.

Palavras-chave

Cão-guia robô, Localização, Navegação, Deficiência Visual.

1. Problema e Motivação

Deficiência visual ou perda visual é a ausência ou diminuição grave e irreversível da função visual, não sendo corrigível com lentes ou cirurgias, além de interferir em tarefas básicas do dia a dia da pessoa, tais como ler, socializar ou caminhar. Em 2015, existiam 940 milhões de pessoas em todo o mundo com algum grau de perda visual. Já no Brasil, estima-se que mais de seis milhões e meio de pessoas sejam portadoras de deficiência visual [1].

Normalmente as pessoas com perda total ou parcial da visão têm menos oportunidades de ter uma vida ativa para trabalhar, estudar ou se divertir devido à sua limitação visual. Muitos dependem de uma pessoa da família ou de amigos, para os auxiliar em trajetos simples como ir ao supermercado, por exemplo, ou localizar um determinado lugar. Infelizmente, a deficiência visual tende a se tornar uma barreira para o seu aprendizado e sua inclusão em inúmeras situações, mesmo que não seja por falta de vontade da sua parte, mas por falta de infraestrutura ou acessibilidade.

Atualmente um dos recursos utilizados para dar maior autonomia e mobilidade a essas pessoas é o cão-guia. Embora não existam estatísticas oficiais, estima-se que existam menos de duzentos cães-guias no Brasil [2], o que representa um número muito baixo quando comparado ao total de portadores de deficiência visual.

Além disso, o treinamento de um cão-guia é diferenciado e custa, em média, R\$ 50.000,00, sendo realizado somente em alguns lugares do Brasil e gerando, assim, uma longa fila para conseguir um cão treinado. O longo tempo de espera e o alto custo reduzem significativamente as possibilidades de pessoas com deficiência visual terem esse recurso.

Diante disso, é evidente que um dos maiores desafios é oferecer acessibilidade e mobilidade às pessoas com deficiência visual, buscando a igualdade de condições com os outros. Desenvolver recursos para isso seria uma forma concreta de neutralizar, ou pelo menos diminuir, as barreiras causadas pela deficiência e inserir esses indivíduos em diferentes ambientes e situações.

Além de se pensar em oferecer soluções que possam ser adquiridas e usadas pelo próprio indivíduo, outro desafio está diretamente relacionado a locais públicos e privados, espaços que podem e devem melhorar a sua acessibilidade, como shoppings, museus, escolas, hospitais, aeroportos, instituições bancárias, empresas e outros. Todos estes espaços deveriam, como forma de promover a cidadania, possuir tecnologias que auxiliassem na locomoção das pessoas com deficiência. Assim, fornecer a estes espaços uma solução que possa ser adquirida por eles e oferecida a estes usuários especiais, também representa uma forma de ajudá-los a melhorar a sua acessibilidade e se tornarem mais igualitários.

Em 2015, a startup capixaba Vixsystem idealizou o cão-guia robô Lysa [3], mostrado na Figura 1. Lysa é equipada com motores e sensores que avisam aos deficientes visuais por meio de mensagens de voz, quando há buracos, degraus, obstáculos e riscos de colisões em altura, ou seja, busca um espaço mais seguro para que as pessoas com deficiência possam se locomover.



Figura 1: Cão-guia Robô Lysa [3]

Para lhes dar maior autonomia, estão sendo desenvolvidos algoritmos de navegação com o uso de GPS, onde o usuário pode informar o seu destino e a Lysa o levará a esses espaços. Entretanto, o uso de GPS é capaz de auxiliar apenas na localização e navegação da Lysa em ambientes externos, já que tal equipamento não apresenta funcionamento adequado em ambientes internos.

Com intuito de resolver esse problema, idealizamos o **MobiLysa: um Serviço de Localização e Navegação para o robô Lysa em Ambientes Internos**. Assim, uma pessoa que estiver usando o robô Lysa em algum local que possua o MobiLysa, poderá solicitar ao robô que o leve até um determinado lugar e, assim, será guiado em segurança até o destino desejado (vide Figura 2).

Apesar da localização em ambientes internos poder ser conseguida através de diferentes tecnologias (WiFi, ultrassom, RFID, infravermelho, visão computacional e outras), para o MobiLysa fizemos a opção por usar visão computacional para localização e navegação do robô em tempo real. Uma discussão detalhada da razão para essa escolha será feita na Seção 2 deste documento

Além disso, o Mobilysa foi desenvolvido em cima de uma arquitetura que implementa o que chamamos de Espaço Inteligente [4], o qual oferece um conjunto de microserviços que dão suporte à detecção, localização e navegação do robô Lysa.



Figura 2 – Ilustração do Serviço MobiLysa

Um Espaço Inteligente [5] pode ser definido como um ambiente equipado com uma rede de sensores, que obtém informações sobre o mundo que observa, e uma rede de atuadores, que permite sua interação com os usuários e atuação no próprio ambiente sempre que necessário. Tanto os sensores quanto os atuadores são governados por um sistema capaz de coletar e analisar informações para então tomar decisões.

No MobiLysa, o uso de um Espaço Inteligente para localizar e controlar a Lysa possibilita um melhor atendimento aos seus usuários. O sensoriamento distribuído e a inteligência presente no espaço permitem que informações mais amplas, dadas por câmeras, e não apenas pelos sensores do próprio robô, sejam usadas para tarefas mais complexas. Assim a localização e controle do robô podem ser realizados de forma mais fácil e robusta, aumentando a confiabilidade do sistema e conforto do usuário.

Outra vantagem trazida pelo uso de um Espaço Inteligente é que sua arquitetura foi pensada para fornecer flexibilidade, escalabilidade, baixa latência e computação em nuvem para o sistema. Esses detalhes também serão melhores discutidos na Seção 2.

Resumidamente, o MobiLysa faz uso de uma rede de câmeras para localizar e controlar o robô Lysa, através de uma arquitetura de Espaço Inteligente baseada em serviços. Através das câmeras, o robô Lysa é detectado e localizado em tempo real, enquanto que um plano de navegação é traçado e ajustado a todo momento durante a sua movimentação no ambiente, sempre considerando os obstáculos encontrados no caminho e o próprio desejo de movimento do usuário. Desta forma, o usuário poderá indicar o destino desejado, seja por voz ou outra forma de interação, e ser guiado até o local de maneira independente e

segura.

Importante mencionar que, apesar do MobiLysa considerar a instalação de câmeras nos ambientes que ainda não possuem esse tipo de sensor, o sistema tem sido desenvolvido para ser adaptado a ambientes que já possuem câmeras de vigilância, aproveitando-se, assim, os sensores e infraestrutura física já disponíveis no local.

Finalmente, acreditamos que o uso da Lysa poderá ser mais disseminado do que os cães-guia, uma vez que é mais barato, pode pertencer ao próprio usuário ou pode ser oferecido como uma facilidade por locais que queiram oferecer o Serviço MobiLysa.

Por sua vez, o MobiLysa poderá ser adquirido e utilizado por usuários comuns, que queiram instalar o sistema em suas casas, mas sobretudo por clientes, donos ou representantes de espaços públicos, que queiram contribuir ativamente para a inclusão social de pessoas com deficiência visual, promovendo melhor acessibilidade e autonomia para essas pessoas.

2. Por que Visão Computacional e Espaço Inteligente para localização indoor?

A localização indoor de um dispositivo pode ser feita através de diferentes tecnologias. Por isso, o primeiro passo para desenvolver o MobiLysa foi conhecer e avaliar as diferentes opções disponíveis e métodos de localização já desenvolvidos. Além disso, foi considerada qual seria a estrutura necessária e adequada para a sua implementação.

O estudo apresentado em [6], mostra como a localização se tornou um fator chave para serviços específicos que são oferecidos ou executados de acordo com o dispositivo ou localização do usuário. É notório que atualmente, abordagens que exploram cooperação e coordenação com mecanismos de localização, para tecnologias sem fio/móveis, são certamente uma tendência a ser seguida em pesquisas nas áreas de redes e robótica. Abordagens como as apresentadas em [7][8] mostram como o uso de modelos de erro de alcance e a cooperação entre dispositivos podem melhorar a localização em redes de comunicação sem fio. Além disso, em [9], os autores demonstram que a fusão multissensorial e a cooperação espacial podem aumentar significativamente a localização em um cenário de grande escala com centenas de agentes móveis.

No entanto, problemas como obstrução de sinais entre emissores e receptores geralmente dificultam o uso de métodos tradicionais de localização baseados em radiofrequência (baseados em RF). A intensidade do sinal, o atraso e o ângulo de chegada da propagação da onda eletromagnética podem ser prejudicados por níveis severos de impedimentos e interferências em determinados ambientes [10].

Desta forma, uma abordagem promissora para obter precisão de localização na ordem de poucos centímetros é usar métodos de visão computacional em espaços inteligentes [10][11]. Imagens podem fornecer uma riqueza de informações que, a partir do devido processamento, são capazes de gerar estimativas de localização bastante precisas.

Um comparativo entre as principais técnicas de localização em ambientes internos é mostrado na Tabela 1, onde pode-se ver que técnicas de localização por visão computacional possuem uma melhor precisão quando comparadas com outras técnicas tradicionais de localização em ambientes internos.

Tecnologia	Precisão Aproximada	Desvantagem
Tecnologia com codificação de sinal		
Infravermelho	57cm ~ 23m	Interferência do Sol
VLC	10cm	Alto custo
Ultrassom	1cm ~ 2m	Interferências
WiFi	1.5m	Vulnerável a mudanças do AP
Bluetooth	30cm ~ 10m	Necessita mapeamento de sinal
ZigBee	25cm	Necessita equipamento específico
RFID	1m ~ 5m	Precisão muito baixa
UWB	15cm	Alto custo
Tecnologias passivas sem codificação de sinal		
Geomagnético	2m	Necessita de mapeamento
Inercial	2m	Acumula erro
Som Ambiente	-	Sem precisão
Luz Ambiente	10cm ~ alguns metros	Sensibilidade a luminosidade
Visão Computacional	1cm ~ 1m	Sensibilidade a luminosidade

Tabela 1: Comparativo tecnológico, adaptado de [10]

No entanto, existem alguns desafios em relação ao uso de visão computacional e processamento de imagens para se localizar dispositivos móveis. Apesar de fornecer informações e localizações precisas, extrair tais dados a partir de um conjunto de imagens geralmente requer que grandes larguras de banda e algoritmos complexos sejam executados em tempo real.

Esta é, na verdade, a principal desvantagem de se usar câmeras como sensores. Processar informações complexas, como vídeo, que contém três dimensões, para o caso de imagens em

escala de cinza (X, Y e tempo), ou seis dimensões, para o caso de imagens coloridas (R, G, B, X, Y e tempo), geralmente representa alto custo computacional. Nessas situações, os algoritmos para extração de dados se tornam mais complexos e normalmente exigem hardware robusto para processar a quantidade de informações com rapidez suficiente.

Entretanto, os algoritmos de visão computacional têm experimentado grandes avanços [12]. Além disso, atualmente já existem hardwares mais potentes e mais baratos, com várias soluções desenvolvidas especificamente para processamento de imagens [13], o uso de unidade de processamento gráfico [14] e microcontroladores dedicados [15]. Tudo isso, permite o desenvolvimento de novas e variadas aplicações para visão computacional, as quais tornam o seu uso cada vez mais popular.

Especificamente no caso de localização, se as câmeras estiverem calibradas corretamente e sua posição relativa for conhecida, é possível obter uma precisão de alguns centímetros na estimativa da posição de um objeto ou indivíduo. Quando uma das dimensões do objeto é dada, estimar sua localização pode se tornar ainda mais simples, apesar de continuar dependendo da qualidade da calibração.

Todavia, uma vez que a calibração for feita, não há necessidade de recalibração, a menos que as câmeras tenham sua postura (posição e orientação) alterada. Além disso, não há erro acumulativo no processo de localização por visão computacional, ou seja, mesmo que o robô se mova pelo local de trabalho, o erro de localização é constante e não muda com o seu deslocamento, como acontece com algumas outras tecnologias.

Vale ainda ressaltar que, normalmente em ambientes multicâmera, quanto mais sobreposição houver entre as regiões visualizadas pelas câmeras, melhor será a precisão da localização. Além disso, mesmo que existam zonas mortas (loais sem imagem alguma), se o robô ou dispositivo possuir um sistema de odometria e locomoção que utilize esses dados para navegar, é possível manter o movimento do equipamento até que este seja visualizado por uma das câmeras do ambiente, e tenha sua localização atualizada e corrigida.

Conforme mencionado anteriormente, devido à grande quantidade de dados, o uso da visão computacional requer alta largura de banda conjuntamente à necessidade de baixa latência entre os nós de processamento, principalmente quando a aplicação deve ser executada em tempo real. Porém, se a infraestrutura física e virtual permitir que o processamento pesado seja paralelizado e executado na nuvem, a visão computacional se torna uma excelente solução, além de estratégica para localização e controle de dispositivos móveis.

Dessa forma, conforme apresentado em [16], um espaço inteligente baseado em visão computacional torna-se uma infraestrutura altamente aderente aos requisitos específicos de localização e controle de robôs e outros dispositivos.

Por fim, outro ponto importante a ser considerado é a capacidade computacional que o

espaço inteligente proporciona ao sistema. Um espaço inteligente interliga todos os dispositivos em rede, abstraindo-se da infraestrutura física e disponibilizando os recursos como serviços em um modelo Platform as a Service (PaaS). Neste tipo de arquitetura, o compartilhamento de recursos ocorre mais facilmente e de forma eficiente.

Outro aspecto importante é que o sistema se torna flexível e escalável, permitindo a inclusão de novos serviços e aplicações ou mesmo atualização dos já existentes de maneira simples, assim como a ampliação do sistema para um maior número de equipamentos ou maior espaço físico.

A arquitetura de um espaço inteligente baseada em serviços, permite que esses serviços sejam executados de forma distribuída e, quando possível, em paralelo, em um ambiente de nuvem computacional. Assim, uma solução baseada nesse tipo de arquitetura poderá ser fornecida a um custo menor, já que não é extrinsecamente necessário investir em hardware dedicado e o processamento poderá ser executado em nuvem.

Como último comentário, a orquestração dos recursos é realizada de forma a atender aos requisitos elásticos dos serviços implementados, adaptando o poder computacional à necessidade momentânea [16][17]. Para isso, são usados juntamente com o conceito de arquitetura baseada em serviço, conceitos e ferramentas de computação em nuvem [18].

Desta forma, pelas razões mencionadas anteriormente, optamos pelo uso de um **Espaço Inteligente baseado em Serviços e Visão Computacional** para desenvolver o MobiLysa e dotar o cão-guia robô Lysa da capacidade de guiar seus usuários até destinos indicados por eles. Os detalhes da nossa solução serão abordados a seguir.

3. Nossa Solução

O MobiLysa está sendo desenvolvido para funcionar em espaços internos como casas, shoppings, museus, escolas, repartições públicas, etc. Isso porque, conforme mencionado anteriormente, nesses locais não é possível usar o GPS com precisão.

Tais ambientes internos receberão uma infraestrutura do que chamamos de Espaço Inteligente baseado em Visão Computacional. A ideia é aproveitar a estrutura de câmeras de vigilância normalmente já instalada nesses locais (ou complementar com novas câmeras) e usar as imagens para localizar em tempo real e planejar uma trajetória para que o robô Lysa possa guiar o usuário até o destino final, escolhido por ele.

A Figura 3 traz um diagrama de como se idealizou o funcionamento do serviço MobiLysa. Todo o sistema roda sobre uma arquitetura de Espaço Inteligente Programável baseada em microserviços. Para começar, o **Gateway das Câmeras**, responsável por configurar as câmeras e realizar a captura das imagens é um dos microserviços que está sempre ativo. Assim, há sempre a captura de imagens do ambiente para que outros microserviços, que

dependem de imagens, possam receber dados para funcionarem. Outro serviço que permanecerá sempre em atividade é o de **Localização dos Robôs Lyssa** existentes no espaço, para que suas posições e orientações (posturas) estejam sempre atualizadas. O **Gateway do Robô Lyssa** também deve permanecer ativo para que os robôs possam ser utilizados e troquem informações e comandos com o sistema.

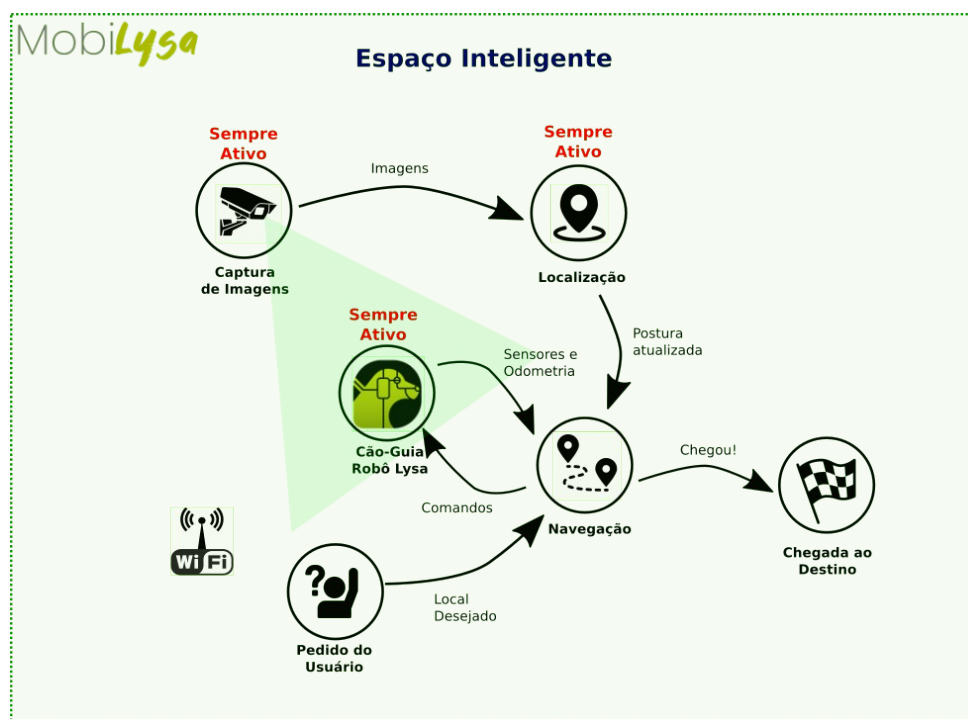


Figura 3 – Diagrama funcional do Serviço MobiLyssa

Com isso, quando um usuário solicitar ajuda para ir até um destino específico, o serviço de **Navegação** usará o mapa do ambiente armazenado no sistema para planejar um caminho que possa ser executado pelo robô até o destino final. Feito o planejamento, o serviço de Navegação alimentará o sistema local do robô, através do Gateway do Robô Lyssa, com comandos de controle de movimento, permitindo que o mesmo comece a guiar o usuário até o local desejado.

O sistema local do robô possui um navegador próprio para que esse possa executar os comandos de velocidade e movimentação recebidos através do gateway. Entretanto, durante todo o movimento, o robô fornecerá ao serviço de Navegação a sua posição e orientação atuais, a partir das informações de seus sensores e odometria, presentes na sua plataforma. Além disso, o serviço de Localização também fornece constantemente a postura atualizada do robô Lyssa para o serviço de Navegação, estimada através das imagens capturadas pelas câmeras do ambiente.

Os dados de posição e orientação, fornecidos pelos sensores do robô e pelas câmeras do ambiente, são então usados pelo serviço de Navegação para refinar a navegação e atualizar o planejamento de caminho, realizando correções se necessário. Assim, comandos de

controle atualizados poderão ser enviados ao robô, mais uma vez através do serviço de gateway. Essa constante correção é importante para que a navegação no ambiente possa ocorrer de forma suave, estável e segura, uma vez que o robô estará guiando uma pessoa com deficiência visual através de seu movimento.

Conforme mencionado na seção anterior, mesmo que o robô Lysa passe por um local do ambiente que represente uma zona morta, ou seja, uma região não visualizada por nenhuma das câmeras, ele poderá usar apenas o seu navegador local para continuar seu movimento até que seja novamente visualizado por uma ou mais câmeras do ambiente. Nesse momento, ele terá sua posição e orientação atualizadas e corrigidas para seguir com a navegação previamente planejada normalmente.

Todos os serviços descritos anteriormente permanecem em atividade até que o robô tenha chegado ao seu destino final e, portanto, guiado o usuário até onde ele havia solicitado. Esse ciclo se repete para cada robô Lysa presente no ambiente, sempre que um novo pedido seja realizado por seu usuário.

Note que os serviços essenciais de captura de imagens, comunicação com o robô e localização das Lysas permanecem sempre ativos, e que instâncias dos outros serviços descritos são ativados sempre que necessário de acordo com os robôs Lysa em atividade.

Vale ainda comentar que a comunicação entre os serviços existentes no MobiLysa se faz através de um serviço de **Barramento de Mensagens** que coordena todo o fluxo de informação na infraestrutura. A Figura 4 ilustra esse processo.



Figura 4 - Relação entre o Barramento de Mensagens e demais serviços

Especificamente, para desenvolver o serviço de localização do robô Lysa em ambientes internos será aplicado um método de detecção que faz uso de marcadores visuais como o

ArUco [19], exemplificado na Figura 5. A vantagem de se usar este tipo de marcador está no fato de que seu formato e codificação permitem sua detecção e localização de forma robusta e precisa.

Entretanto, o uso desses marcadores está previsto apenas para as primeiras versões do MobiLysa, ainda na versão de testes. Atualmente, estão sendo analisados métodos de detecção e reconhecimento de objetos para que o marcador visual, associado ao robô Lysa, seja eliminado, mantendo-se a estética original do produto.

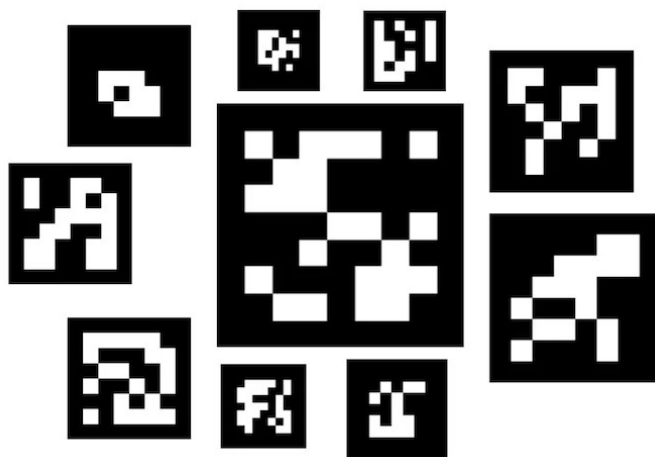


Figura 5: Exemplo de marcadores ArUco

As técnicas de detecção e reconhecimento de objetos mais promissoras, e que tem sido consideradas para serem usadas no MobiLysa, fazem uso de redes neurais convolucionais (CNN)[20]. Dentre os algoritmos que temos testado pode-se listar o YOLOv3 [21], Mask R-CNN [22] e Faster R-CNN [23], os quais são capazes de realizar detecção de objetos em tempo real, de forma rápida e precisa. Técnicas como transfer learning [24] poderão ainda ser aplicadas para adaptar reconhecedores de objetos como YOLO, para um problema mais específico como a detecção do robô Lysa.

Esperamos que em um futuro bem próximo, o MobiLysa já não esteja fazendo uso de marcadores visuais e possa localizar com precisão a Lysa, usando apenas as imagens das câmeras. Mesmo ainda na situação atual, ter o Serviço MobiLysa funcionando em um ambiente representa o comprometimento com o igualdade social e promoção da cidadania.

Atualmente, já temos potenciais clientes interessados em adquirir e instalar o MobiLysa, oferecendo maior autonomia e mobilidade em seus ambientes a seus usuários com deficiência visual. Um dos diferenciais do MobiLysa é que para usufruir desse sistema, o usuário poderá ou não possuir o cão-guia robô Lysa.

Caso o usuário já possua sua própria Lysa, ele vai precisar apenas se conectar ao espaço inteligente do local (o que poderá até ser feito automaticamente). Mas caso não possua, o local, interessado em oferecer o serviço MobiLysa, poderá disponibilizar uma Lysa para

esse cliente usar durante todo o tempo que ele permanecer ali.

Desta forma, acreditamos que o MobiLysa poderá, juntamente com o cão-guia robô Lysa, trazer um diferencial para os ambientes que pretendem incorporar e contribuir para a acessibilidade e mobilidade de pessoas com deficiência visual. É uma oportunidade de oferecer a esses usuários a liberdade de se movimentar e chegar a destinos de forma autônoma, de viver mais oportunidades, vencer barreiras em suas vidas e se sentir mais à vontade quando presentes nesses ambientes diferenciados.

4. Plano de Negócios

O MobiLysa será preferencialmente oferecido a clientes que representem locais públicos com grande circulação de pessoas como museus, shoppings, escolas, universidades, hospitais, repartições públicas, entre outros, sem desconsiderar, é claro, clientes individuais que queiram instalar o sistema em suas próprias casas ou propriedades privadas.

O serviço oferecido aos clientes irá incluir um número de cães-guias necessários para atender à quantidade de usuários desejada pelo cliente. Caso o cliente já possua uma ou mais Lysas e queira apenas potencializar o seu atendimento e melhorar a acessibilidade do seu ambiente, ele pode contratar apenas o serviço sem a necessidade de contratação de novas Lysas. Para os usuários, caso algum deles já possua a sua própria Lysa, eles poderão utilizá-la em qualquer ambiente onde o serviço esteja implementado.

Para adquirir o MobiLysa, será firmado um contrato de prestação de serviço por um tempo mínimo determinado, havendo a possibilidade de extensão e renovação do contrato caso seja de interesse do cliente.

Para ser implementado, o serviço MobiLysa necessita de um conjunto de atividades divididas em 3 fases:

- Setup inicial:
 - Análise de cobertura do sistema de câmeras e WiFi existente no local;
 - Aumento da cobertura através da instalação de novas câmeras e novos access points de WiFi, caso seja necessário;
 - Configuração e calibração das câmeras;
 - Mapeamento do ambiente;
 - Configuração do serviço em nuvem com os dados do cliente e acesso às imagens das câmeras;
 - Disponibilização do número de Lysas contratadas para prestação do serviço.
- Operação do serviço durante o tempo contratado:
 - Serviço de manutenção e substituição de Lysas em caso de defeito ou mal

- funcionamento;
- Suporte técnico para o MobiLysa;
- Atualizações remotas dos dados do ambiente do cliente;
- Monitoramento remoto do serviço.
- Descomissionamento:
 - Interrupção do acesso às imagens do cliente;
 - Recolhimento das Lysas previstas no contrato.

5. Outros produtos existentes no mercado

Após pesquisas realizadas para a maturidade da ideia do produto, identificamos a existência de propostas com objetivo semelhante de auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, porém que não atendem integralmente às necessidades identificadas em consultas feitas diretamente ao público alvo.

O único concorrente potencial encontra-se no Japão, a empresa NSK Motion e Control. Porém, seu protótipo não apresenta facilidade no manuseio e transporte devido ao tamanho e peso (vide Figura 6).



Figura 6: Equipamento da empresa NSK

Por causa disso, o usuário não consegue utilizar este equipamento em metrô, carros, ônibus ou qualquer meio de transporte. Além disso, por ser um equipamento que utiliza sensores muito sofisticados, apresenta um custo bem maior.

Na versão acima, a NSK usa como tecnologia o Kinect, sensor de movimento da Microsoft para detectar e analisar obstáculos difíceis como escadas. Entretanto, esta tecnologia não

pode ser aplicada em ambientes externos pois tal sensor não funciona nesse caso. Logo, fica evidente que o produto desenvolvido está voltado apenas para a navegação indoor.

Existe também no mercado a câmera OrCam MyEye®, mostrada na Figura 7. Este é um dispositivo portátil com uma câmera projetada para auxiliar pessoas com deficiência visual a terem mais independência. Porém, tal dispositivo é indicado para leitura, e não locomoção, uma vez que, não auxilia na visualização de um trajeto. Além disso, o seu alto custo no Brasil, cerca de R\$ 19.900,00, inviabiliza a sua disseminação entre o público alvo.



Figura 7: Equipamento Câmera MyEye

Já em relação ao Cão-Guia, este exige um tempo de treinamento que pode durar em torno de dois anos para adestramento. Além disso, não é indicado sair com o animal para locais onde o piso é muito quente ou muito frio, diante da possibilidade de ocasionar queimaduras em suas patas. A Figura 8 mostra um cão-guia com o seu usuário.



Figura 8: Cão Guia

No tocante ao custo, o treinamento de um cão-guia atinge o patamar de aproximadamente R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), sem considerar as demais despesas com alimentação, veterinário, medicamentos etc. Importante ainda considerar que o tempo de trabalho útil do animal como guia varia de 4 a 5 anos. Depois disso, ele deve ser aposentado devido à carga excessiva de trabalho a que já foi submetido.

Uma das principais limitações do cão-guia está associada à capacidade de reconhecimento de rotas ou cores pelo animal. Por esse motivo, este precisa ser treinado para fazer um determinado percurso e, caso o usuário troque de endereço, é necessário que uma pessoa o treine novamente.

Há ainda produtos desenvolvidos por universidades como óculos, bengalas e bonés inteligentes que infelizmente não trazem a segurança necessária ao usuário, visto que são objetos acoplados ao corpo das pessoas. Nesse caso, diante da possibilidade de haver algum tipo de falha, o primeiro impacto será no indivíduo que está utilizando estes dispositivos causando-lhe, muitas vezes, danos irreparáveis.

Nenhuma das opções citadas anteriormente é realmente capaz de guiar um deficiente visual em um local novo e não visitado anteriormente. Com o Serviço MobiLysa, os usuários da Lysa poderão transitar de forma independente nos locais que tiverem esse serviço disponível. Assim, mesmo ao adentrar um lugar completamente novo, a pessoa poderá, por conta própria, solicitar à Lysa que a leve até um determinado local e, assim, se dirigir até lá sem a necessidade da ajuda de terceiros.

Vale ressaltar que o MobiLysa está sendo desenvolvido para resolver o problema da navegação indoor, mas que outro serviço de navegação outdoor já se encontra em fase de pesquisa e desenvolvimento para que o robô Lysa possa guiar pessoas em qualquer ambiente, contribuindo verdadeiramente para a mobilidade e autonomia de pessoas com deficiência visual, tanto em ambientes internos quanto externos.

Especificamente, no que se refere ao robô Lysa, sua patente foi pleiteada ao órgão competente no Brasil no dia 23/02/2015, sob o registro de número BR 10 2015 003790 2 A2. Em sua composição, design e projeto de produto, bem como, no hardware e na sua programação (software) de operação, a Vixsystem detém a propriedade intelectual, havendo autonomia irrestrita de produção em escala.

Finalmente, pode-se notar que, a partir do que foi exposto nesta seção, há praticamente um único produto similar ao proposto, estando disponível apenas para o mercado japonês. Além disso, o desenvolvimento do mesmo foi pautado apenas na navegação indoor, não sendo implementada a navegação outdoor, a qual também será considerada futuramente para a plataforma Lysa.

No Brasil, o robô Lysa terá um custo para o usuário bem menor que um cão-guia (em torno de 4 a 5 vezes menos) e poderá ter uma vida útil maior que a do cão também. Com a Lysa o usuário poderá se movimentar com segurança, evitando obstáculos e possíveis acidentes. Mas ao adquirir o MobiLysa, o usuário poderá ampliar a sua autonomia e ser guiado em lugares que oferecerem o serviço, se movimentando sempre por conta própria.

Sobretudo, esperamos que a possibilidade de oferecer aos deficientes visuais a liberdade de poder circular sem depender de ninguém e apenas da sua própria vontade seja o suficiente para mostrar o quanto o Serviço MobiLysa pode agregar aos locais públicos que resolverem adquiri-lo. O MobiLysa é uma forma concreta de mostrar o quanto o local, empresa ou instituição se importa em tratar a todos de forma igual, com as mesmas oportunidades e valor, promovendo a cidadania de forma irrestrita.

Referências

[1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. 2011. CENSO DEMOGRÁFICO 2010 - Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf.

[2] de Assis L.C. 2019. Cão-Guia treinado no Brasil já é uma realidade. Estadão.

<https://emails.estadao.com.br/blogs/comportamento-animal/cao-guia-treinado-no-brasil-ja-e-uma-realidade/>.

[3] VixSystem. 2016. Quem é Lysa? VixSystem. <http://www.caoguiarobo.com.br/>.

[4] Rampinelli M, Covre V.B., de Queiroz F.M., Vassalo R.F., Bastos-Filho T.F., and Mazo M. 2014. An intelligent space for mobile robot localization using a multicamera system. *Sensors*. **2014**, 14 (8), 15039-15064; <https://doi.org/10.3390/s140815039>

[5] D. Čurová, R. Haluška, T. Húgec, M. Puheim, J. Vaščák and P. Sinčák, "Intelligent space at center for intelligent technologies — system proposal," 2017 IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi), Herl'any, 2017, pp. 000191-000196.

[6] A. Yassin et al., "Recent Advances in Indoor Localization: A Survey on Theoretical Approaches and Applications," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 19, no. 2, pp. 1327-1346, Secondquarter 2017.

[7] A. Conti, M. Guerra, D. Dardari, N. Decarli and M. Z. Win, "Network Experimentation

for Cooperative Localization," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 30, no. 2, pp. 467-475, February 2012.

[8] M. Z. Win et al., "Network localization and navigation via cooperation," in IEEE Communications Magazine, vol. 49, no. 5, pp. 56-62, May 2011.

[9] M. Z. Win, F. Meyer, Z. Liu, W. Dai, S. Bartoletti and A. Conti, "Efficient Multisensor Localization for the Internet of Things: Exploring a New Class of Scalable Localization Algorithms," in IEEE Signal Processing Magazine, vol. 35, no. 5, pp. 153-167, Sept. 2018.

[10] Brena R.F., García-Vázquez J.P., Galván-Tejada C.E., MuÃsoz-Rodríguez D., Vargas-Rosales C., and Fangmeyer J. 2017. Evolution of indoor positioning technologies: a survey. Journal of Sensors. Volume 2017. Article ID 2630413.

[11] D. Dardari, P. Closas and P. M. Djurić, "Indoor Tracking: Theory, Methods, and Technologies," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 64, no. 4, pp. 1263-1278, April 2015.

[12] J. Schlessman and M. Wolf, "Tailoring design for embedded computer vision applications," in Computer, vol. 48, no. 5, pp. 58-62, May 2015.

[13] A. Jaimes, "Computer Vision Startups Tackle AI," in IEEE MultiMedia, vol. 23, no. 4, pp. 94-96, Oct.-Dec. 2016.

[14] A. Nieto, D. L. Vilariño and V. M. Brea, "PRECISION: A Reconfigurable SIMD/MIMD Coprocessor for Computer Vision Systems-on-Chip," in IEEE Transactions on Computers, vol. 65, no. 8, pp. 2548-2561, 1 Aug. 2016.

[15] J. Fung and S. Mann, "Using graphics devices in reverse: GPU-based Image Processing and Computer Vision," 2008 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Hannover, 2008, pp. 9-12.

[16] do Carmo A.P., Vassallo R.F, de Queiroz F.M., and et al. 2019. Programmable intelligent spaces for Industry 4.0: Indoor visual localization driving attocell networks.

Transactions on Emerging Telecommunications Technologies.

<https://doi.org/10.1002/ett.3610>.

[17] Almonfrey, D., do Carmo, A. P., de Queiroz, F. M., Picoreti, R., Vassallo, R. F., & Salles, E. O. T. (2018). A flexible human detection service suitable for Intelligent Spaces based on a multi-camera network. *International Journal of Distributed Sensor Networks*.
<https://doi.org/10.1177/1550147718763550>

[18] R. Dua, A. R. Raja and D. Kakadia, "Virtualization vs Containerization to Support PaaS," 2014 IEEE International Conference on Cloud Engineering, Boston, MA, 2014, pp. 610-614.

[19] Garrido-Jurado S., Muñoz-Salinas R.M., Madrid-Cuevas F.J., and Marín-Jiménez M.J. 2014. Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion. *Pattern Recognition*. 47(6):2280–2292, 2014.

[20] Goodfellow I., Bengio Y., and Courville A. 2016. *Deep Learning*. MIT Press.

[21] Redmon J. and Farhadi A. 2018. Yolo V3: An incremental improvement. *ArXiv*.

[22] Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollár, and Ross Girshick. 2017. Mask R-CNN. In *Proceedings of the International Conference on Computer Vision (ICCV)*.

[23] Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun. 2015. Faster R-CNN: Towards Real-time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 39(6). 2015.

[24] Shanmugamani R. 2018. *Deep Learning for Computer Vision: Expert techniques to train advanced neural networks using TensorFlow and Keras*. Packt Publishing.

Biografia



Raquel Frizera Vassallo. Possui graduação (1995), mestrado (1998) e doutorado (2004) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo, tendo realizado estágios no exterior durante seu mestrado e doutorado no Instituto Técnico Superior de Lisboa, Portugal. Atualmente é professora associada da UFES - Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Robótica Móvel, com ênfase em Visão Computacional. Sua área de atuação envolve temas como: robótica móvel, mapeamento e navegação, visão computacional, espaços inteligentes, carros autônomos, robótica aérea e interação entre homem e robôs.

Neide de Araújo Sellin. Graduada no curso de Bacharelado em Ciências da Computação pelo Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória (FAVI) e Pós-Graduada em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – IFES. Especialista em robótica móvel, Fundadora e CEO da Startup Vixsystem Soluções em Tecnologia da Informação, onde coordena o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Projeto de Inovação Cão-Guia Robô Lysa, produto de sua autoria.

