

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



SightSurfers VR: Navegação e Interação em Vídeo Imersivo com Óculos de VR e AR

Rui Pedro Claro Pinto

Mestrado em Engenharia Informática
Interação e Conhecimento

Dissertação orientada por:
Maria Teresa Caeiro Chambel

2016

Agradecimentos

Queria agradecer aos meus pais por todo o suporte e por acreditarem.

Gostava também de agradecer à minha orientadora, Teresa Chambel.

Por último mas não menos importante, gostava de agradecer ao LaSIGE e à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

O sol brilha, o vento sopra, a chuva cai... assim são os dias do ano. O ano(...) um ciclo de cerca de 365 dias onde tudo e ao mesmo tempo nada acontece... Andamos por cá sem saber muito bem o que fazer, nem o que dizer... Viver não é fazer, viver é chegar ao fim do dia com um sorriso no rosto pois aquele dia foi bom! Aquele dia foi especial!

Ter uma vida feliz é saber apreciar cada dia pelo positivo sem guardar mágoas nem rancores aos cardos que nos vão picando no nosso caminho.

Quando não houver mais dias, entraremos num sono profundo... não haverá mais sol nem vento nem chuva e tudo ficará negro... Sonho ou pesadelo, a vida o ditará consoante estes anos onde tudo e nada acontece... consoante somos felizes...

Dedico este trabalho aos meus pais por nunca terem desistido e por todos os sacrifícios que fizeram. Passei momentos bastante negativos ao longo do meu percurso que quase me fizeram desistir, mas, sempre insistiram para que eu seguisse em frente. Se não fosse a insistência de ambos hoje não teria sequer o secundário completo.

Obrigado mãe. Obrigado pai. Desculpa pai...

Obrigado.

Resumo

Com o avanço tecnológico, cada vez mais o utilizador procura obter experiências ricas e inovadoras através das tecnologias. Este procura acima de tudo experiências imersivas, por forma a aumentar a sua sensação de presença.

Cada vez mais se encontram vídeos esféricos gravados em 360° disponibilizados na internet, mas deparamo-nos com navegadores pouco imersivos para visualizar tais conteúdos. Este projeto teve por objetivo a exploração e o desenvolvimento de ferramentas para proporcionar uma experiência rica e imersiva ao utilizador na visualização de conteúdos multimédia de qualquer tipo, usando óculos de Realidade Virtual, com especial foco no tipo de vídeo gravado em 360° esférico. Um dos objetivos passava por tentar que o utilizador pudesse sentir que faz parte do ambiente gravado. Tentou-se aumentar a imersividade melhorando a forma e fluidez de navegação e a interação com os conteúdos. Um dos grandes problemas passava também pela incompatibilidade de ligação de grande parte de dispositivos de *input* externo a alguns equipamentos móveis. Pensou-se então que seria útil a criação de um Sistema de Navegação Facilitada que permitisse qualquer tipo de *input* e facilitasse o acesso a operações mais complexas de forma simples. Foi também um dos focos o desenvolvimento de funcionalidades que permitissem a exploração de Realidade Aumentada com o experienciar destes conteúdos.

Foi realizada uma avaliação com utilizadores para validar as opções tomadas, em termos de usabilidade e aceitação. Estes consideraram as ferramentas desenvolvidas no Sight Surfers VR e no SSVR Helper bastante úteis, satisfatórias e fáceis de usar e de compreender, tendo contribuído ainda para identificar direções para desenvolvimentos futuros.

Palavras-chave: Realidade Virtual; Vídeo; Imersão; Navegação Facilitada; 360°; Realidade Aumentada.

Abstract

Due to technological advancements, users more and more desire to achieve new, rich, and innovative immersive experiences. Users are looking to experience immersive experiences in order to increase their sense of presence.

The amount of spherical 360° recorded media available on the internet is largely increasing, but the experience that the browser gives to the user is not immersive enough to the current user expectation. This project main goal was to grant users the tools in order to achieve a good immersive experience when visualizing any type of media while using Virtual Reality Googles. There was a special focus on spherical 360° movies. This project aims to grant users the feeling that they take part of the environment. New interaction and navigation techniques were developed in order to try to increase immersion. One of the biggest issues refers to the fact that mobile devices are not very compatible with external input devices. An Easy Navigation System was designed with the goal to try to surpass these needs. This system also had the goal to allow users to access complex operations in a fast and easy way. It was also the goal to develop functionalities aimed to explore Augmented Reality while experiencing these contents.

A user evaluation took place in order to evaluate the choices made, in terms of usability and acceptance. They considered the tools developed in Sight Surfers VR and SSVR Helper quite useful, satisfactory and easy to use and understand, having also contributed to identify directions for future developments.

Keywords: Virtual Reality; Video; Immersion; Easy Navigation; 360°; Augmented Reality.

Conteúdo

Capítulo 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Contexto e Contribuições	3
1.4	Plano de Desenvolvimento	4
1.5	Estrutura do Documento	5
Capítulo 2	Trabalho Relacionado	7
2.1	Vídeo 3D e 360°	7
2.2	Páginas de <i>Streaming</i> de Vídeo	9
2.3	Navegação por Gestos	11
2.4	Navegação por Voz	13
2.5	Imersão na Visualização de Conteúdos	14
2.6	Second Screen	17
2.7	Óculos de Realidade Virtual.....	20
2.8	Conclusão	22
Capítulo 3	Sight Surfers VR	23
3.1	Requisitos Funcionais e Não-Funcionais	23
3.2	Casos de Uso	24
3.3	Captura e Tratamento de Vídeo.....	26
3.4	Navegação e Orientação no Sight Surfers VR.....	26
3.5	Objetos Interativos.....	28
3.6	Partilha de Objetos Interativos	30
3.7	SSVR Helper como aplicação de segundo ecrã.....	31
3.8	Conclusão	33
Capítulo 4	Implementação	35
4.1	Ficheiro de Configurações.....	35
4.2	Leitor de Vídeo no SSVR.....	36

4.3	Visualização de Conteúdos.....	39
4.3.1	Filtros	41
4.4	Sistema de Cores dos Objetos Interativos	41
4.5	Sistema de Importação de Objetos Interativos	42
4.6	Sistema de Navegação Facilitada	42
4.6.1	Modo de Realidade Aumentada	44
4.6.2	Tradução de Input.....	44
4.7	SSVR Helper como aplicação de segundo ecrã.....	46
4.8	Protocolo de Ligação à Aplicação Principal.....	49
4.9	Interação com o Mundo Real.....	52
4.10	Conclusão.....	54
Capítulo 5	Avaliação.....	55
5.1	Método de Avaliação.....	55
5.2	Participantes	56
5.3	Resultados.....	56
5.4	Discussão	59
Capítulo 6	Conclusão e Trabalho Futuro	61
6.1	Conclusão	61
6.2	Trabalho Futuro	62
Capítulo 7	Referências	65
7.1	Referências Bibliográficas.....	65
7.2	Referências Web.....	66
Anexo A	– Guia de Avaliação	69
Anexo B	– Resultados de Avaliação.....	77

Lista de Figuras

Figura 2.1: Imagem capturada em 360°.	8
Figura 2.2: Interface de aplicação de hipervídeo 360° desenvolvida.	9
Figura 2.3: Interface do Vimeo em visualização 360°.	10
Figura 2.4: Interface do Youtube em visualização 360°.	10
Figura 2.5: Detecção de gestos com a Microsoft Kinect V2.	11
Figura 2.6: Luvas de captura de gestos.	12
Figura 2.7: Demonstração de Google WebSpeech API.	13
Figura 2.8: Equipamentos de Realidade Virtual.	15
Figura 2.9: Google CardBoard.	16
Figura 2.10: Durovis Dive.	16
Figura 2.11: RTP 5i, Second-Screen App do programa “5 Para a Meia-Noite”.	17
Figura 2.12: Wii U, ZombiU, Second-Screen para mini-mapa.	18
Figura 2.13: SmartGlass, Mini mapa do jogo.	19
Figura 2.14: SmartGlass, Second-Screen.	19
Figura 2.15: IS-900 System.	21
Figura 2.16: Oculus Touch.	21
Figura 3.1: Sight Surfers VR em modo AR.	27
Figura 3.2: Tipos de marcos interativos.	29
Figura 3.3: Esquema de marcos no espaço	29
Figura 3.4: SSVR Helper – Interface.	32
Figura 4.1: Esquema de visualização.	36
Figura 4.2: Visualização 3D Simples.	37
Figura 4.3: Visualização 3D Cilíndrica.	38
Figura 4.4: Visualização 3D Esférica.	38
Figura 4.5: Visualização de vídeo 360° utilizando a aplicação SSVR.	39
Figura 4.6: Marcos Interativos.	42
Figura 4.7: Comunicação de Sistema de Navegação Facilitada	43

Figura 4.8: Interface secundária da aplicação de segundo ecrã.	47
Figura 4.9: Interface primária da aplicação de segundo ecrã.....	49
Figura 4.10: Marcos Off-Screen em modo AR.	53
Figura 5.1: Tabela de tarefas avaliadas.....	57
Figura 5.2: Tabela de resultados médios para cada tarefa avaliada.....	58
Figura 5.3: Tabela de Avaliação Global	59

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo é feita uma apresentação do tema inicialmente proposto. É abordado o vídeo interativo, vídeo e fotografia gravados em 360°, sua navegação e diversos tipos de navegação possíveis, televisão interativa e navegação / interação entre dispositivos que motivaram à elaboração deste trabalho. São apresentados as motivações, os objetivos do trabalho e o contexto em que se insere, tal como a estrutura deste relatório.

1.1 Motivação

O vídeo é um meio muito utilizado na atualidade por ser muito rico e fornecer bastante margem para a criatividade e que tem sido largamente utilizado desde o aparecimento da televisão. Devido aos avanços tecnológicos, a visualização de conteúdos em vídeo já não está meramente restrita à televisão sendo hoje possível visualizar conteúdos em vídeo nos mais variados tipos de dispositivos que nos acompanham no dia-a-dia, tais como, smartphones, tablets, portáteis, entre outros.

Devido aos melhoramentos da banda larga, do WiFi e até mesmo dos discos internos, não há hoje tanta necessidade de uma ligação física fixa a dispositivos de armazenamento externo, tais como, discos e leitores de CD / DVD onde conteúdos de maior dimensão estejam armazenados, podendo estes ser acedidos remotamente ou a partir da memória interna do próprio dispositivo, havendo assim uma maior flexibilidade.

Tirando vantagem das tecnologias atuais, o vídeo capturado em 360° tem grande potencial para produzir experiências imersivas. Existem alguns navegadores preparados para visualização de vídeo em 360°, mas, como estamos na era da Realidade Virtual, uma grande parte destes tendem a não ser imersivos o suficiente para as necessidades atuais por não estarem preparados para a visualização de conteúdos e navegação usando óculos de Realidade Virtual, ou, por requererem equipamentos adicionais ligados diretamente aos dispositivos de visualização, tal como, o tradicional rato e teclado, ecrã de toque, entre outros, tornando assim a ferramenta não tão portátil como desejável e,

também, por ser necessário um complexo conjunto de ações para produzir uma interação com os conteúdos a serem visualizados.

Um dos problemas na visualização de vídeo 360° passa pela perda de informação ou deformação na sua visualização em ecrãs planos. Com o melhoramento da qualidade dos ecrãs e dos sensores presentes nos dispositivos móveis e, com o forte crescimento na aceitação e utilização dos mesmos, estes poderiam ser utilizados para visualização parcial de zonas do vídeo e controlo da orientação da zona de visualização do conteúdo usando óculos de realidade virtual, mas, deparamo-nos com a necessidade de um controlador adicional para navegar e interagir com o mesmo. Como um dos objetivos dos óculos de Realidade Virtual é o de nos ajudar a abstrair do mundo que nos rodeia, não há assim controlo total sobre as ações por não se conseguir ver o controlador tendo que existir uma quebra de imersividade removendo os óculos para interagir com o controlador.

Com a recente aposta por parte de grandes empresas como a Microsoft, Samsung, HTC, Sony, Alcatel, entre outras, no seu desenvolvimento e comercialização, os óculos de realidade virtual nativos e os *kits* para utilização com telemóvel estão hoje cada vez mais acessíveis aos consumidores, fazendo com que, num futuro próximo e dependendo da sua aceitação, a fasquia do que é considerado "imersivo" pelo utilizador final aumente para outros patamares e passe pela utilização destes dispositivos. No entanto, no uso deste tipo de equipamentos, deparamo-nos com um ponto negativo que passa pela inexistência de formas naturais de navegação nos conteúdos visualizados, sendo normalmente necessária a utilização de um dispositivo de controlo adicional para navegar e interagir com os conteúdos. Normalmente os kits de óculos de realidade virtual para utilização com telemóvel possuem um botão que simula o premir do ecrã, mas, o mesmo não é suficiente.

Muitas vezes quando nos deslocamos optamos por visualizar conteúdos em dispositivos móveis de tamanhos mais reduzidos tais como smartphones, mas, ao chegar a casa sentimos necessidade de deixar de visualizar os conteúdos em ecrãs de dimensões reduzidas e passar a usar um ecrã maior, tal como o ecrã de uma televisão, ou, até mesmo de partilhar o que estamos a visualizar com outros utilizadores, visto que, os óculos de realidade virtual são para uso individual. As tecnologias *DLNA* e *UPnP* permitem-nos enviar este tipo de conteúdos de dispositivos móveis para televisores que usem tecnologia WiFi e sejam DLNA Compliant.

É nesse sentido que este trabalho foi desenvolvido, explorando o *design* e as tecnologias para a visualização, navegação e interação com conteúdos, tendo em especial foco os conteúdos capturados em 360°, de uma forma mais imersiva.

1.2 Objetivos

Inicialmente, pretendia-se com este trabalho estudar, conceber e realizar novas formas interativas de navegar e interagir com conteúdos capturados em 360° cilíndrico. Mais tarde, devido ao crescimento da aceitação do uso de vídeo gravado em 360° com formato esférico, pensou-se que seria também útil e inovador explorar a utilização de dispositivos móveis em conjunto com *kit* de óculos de realidade virtual para visualizar conteúdos de vídeo de vários tipos, dando especial foco ao vídeo 360° esférico. Desta decisão surgiram novos desafios relacionados com outros dos objetivos.

Também fazia parte dos objetivos o estudo e exploração de tecnologias que permitem o uso de *Second Screen*, por forma a conseguir transmitir conteúdos adicionais para um segundo ecrã podendo assim aceder-se a detalhes e interagir com os conteúdos visualizados a partir de um segundo dispositivo.

Visto que os dispositivos móveis têm pouca abertura de ligação a dispositivos de *input* externo, pretendia-se a elaboração de um sistema que permitisse maior abertura, desbloqueando assim a utilização de diversos tipos de input.

Outro dos objetivos passava pela criação de um sistema de notas informativas e ligações que habitassem no tempo e espaço 3D, configuráveis pelo utilizador com métodos de colocação facilitada.

Para concretização do trabalho em si, planeou-se a realização de duas aplicações utilizando Unity 5 onde foram explorados todos os pontos abordados neste trabalho, nomeadamente, a visualização, a navegação, a interação, as tecnologias de *Second Screen* e a partilha de dados entre utilizadores.

1.3 Contexto e Contribuições

Este projeto foi desenvolvido no contexto do projeto "ImTV" do grupo HCIM do laboratório de investigação LaSIGE do Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Para este trabalho foram desenvolvidos dois protótipos, proporcionando o seu uso em conjunto um sistema consistente, interativo, fluído e imersivo de visualização de conteúdos media em dispositivos móveis com *kit* de óculos de Realidade Virtual, com grande abertura a escolha de input por parte do utilizador.

Para tal, foram desenvolvidas as seguintes soluções:

- O desenvolvimento de uma aplicação principal para visualizar conteúdos, o *Sight Surfers VR*, possuindo diversos mecanismos, tais como:

- Mecanismos de facilitação de navegação e interação em vários tipos de vídeo, incluindo vídeo 360° esférico, usando dispositivos móveis e *kit* de óculos de Realidade Virtual.
- Mecanismos para redução de quebras de interação e de imersividade quando o utilizador necessitar de interagir com o mundo real, evitando a necessidade de parar a visualização e de remover o *kit* de óculos de Realidade Virtual.
- Sistema de Navegação Facilitada, garantindo abertura para aceitação de qualquer tipo de *input* e permitindo o acesso rápido e fácil a diversas funcionalidades complexas.
- Sistema de Objetos Interativos colocados no tempo e espaço, com colocação facilitada através do Sistema de Navegação facilitado.
- Sistema de Partilha de Objetos Interativos para partilhar experiências entre utilizadores, possibilitando a incrementação e a remoção de Objetos Interativos de outros utilizadores para um certo vídeo.
- Aplicação de segundo ecrã denominada de SSVR Helper:
 - Funciona como um tradutor de diversos tipos de Input, controlando a navegação da aplicação principal remotamente,
 - Permite a visualização de informações adicionais sobre os conteúdos e sobre as interações produzidas com os mesmos.
 - Permite facilmente alterar configurações de vídeo e de Objetos Interativos sem necessidade de remoção do kit de óculos de Realidade Virtual.

1.4 Plano de Desenvolvimento

Aqui é apresentado os modelos de planeamento e de conceção do navegador em conteúdos media denominado de Sight Surfers VR e da aplicação de segundo ecrã, denominada de SSVR Helper.

O projeto desenvolvido teve uma duração planeada de 9 meses, com início a 1 de Dezembro de 2015 e fim a 1 de Setembro de 2016. Devido à natureza dinâmica do projeto, o planeamento sofreu algumas alterações relativamente ao inicialmente planeado. Seguidamente apresenta-se a estrutura do planeamento de trabalho que foi desenvolvido:

- 2 Meses (até 1 de Fevereiro) – Levantamento de requisitos e estado da arte: Estudo do problema, modelos, tecnologias e sistemas relacionados e em utilização, e familiarização com trabalho já realizado.

- 2 Meses (até 1 de Fevereiro) – Elaboração de relatório preliminar.
- 5 Meses (até 1 de Julho) – Conceção e desenvolvimento do ambiente interativo e imersivo no contexto definido.
- 4 Meses (até 1 de Julho) – Desenvolvimento de alguns conteúdos e testes que iriam permitir a demonstração, avaliação e refinamento do trabalho desenvolvido.
- 2 Meses (até 1 de Agosto) – Avaliação e refinamentos finais.
- 1 Mês (Agosto) – Pausa para férias.
- 2 Meses (até final de Setembro) – Escrita do relatório.

1.5 Estrutura do Documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 – Trabalho Relacionado no campo de Vídeo 3D e Vídeo 360°, Páginas de Streaming de Vídeo, Navegação por Gestos, Navegação por Voz, Imersividade na Visualização de Conteúdos, Second Screen e Óculos de Realidade Virtual.
- Capítulo 3 – Descrição do Sight Surfers VR e da SSVR Helper, detalhando as funcionalidades presentes em ambos.
- Capítulo 4 – Descrição detalhada das opções de implementação adotadas para o Sight Surfers VR e para o SSVR Helper.
- Capítulo 5 – Avaliações realizadas com utilizadores e análise de dados.
- Capítulo 6 – Conclusões retiradas do projeto e sugestões para trabalhos futuros.
- Capítulo 7 – Referências.

Capítulo 2

Trabalho Relacionado

Nesta secção é apresentada uma visão geral do contexto em que o trabalho se insere. Apresenta-se o estado de arte na área de visualização e distribuição de conteúdos imersivos, tais como, vídeos 3D e 360°, captura de voz e gestos, imersividade, tecnologias de Second Screen e óculos de realidade virtual. Para cada tópico é realizada uma contextualização onde são apresentados os principais conceitos e também os sistemas e aplicações existente.

2.1 Vídeo 3D e 360°

O vídeo é um meio de comunicação muito rico. Através do vídeo é possível mostrar uma vasta gama de informação, visto que, o vídeo é composto por várias imagens (*frames*) no qual a sua apresentação sequencial rápida cria o efeito de movimento aos olhos do utilizador.

Em vídeo 3D existem dois pontos de captura que simulam os olhos do utilizador e que capturam imagens com perspetivas distintas. Assim, a reprodução desta imagem individualmente para cada olho produz o efeito 3D desejado, já que, o cérebro humano consegue simular este efeito 3D.

No caso específico do vídeo 360°, o ângulo de captura é de 360° tendo o vídeo 360° cilíndrico numa só *frame* (imagem individual) acesso a tudo o que rodeia o ponto de captura com perda de dados na parte superior e inferior da imagem e, o vídeo 360° esférico acesso a todos os dados sem perda.

A captura de vídeo 360° em 3D é mais desafiante, pois, para cada posição de orientação da imagem as câmaras devem estar a uma certa e igual distância de um determinado ponto de foco arbitrário, mantendo também uma determinada distância entre si, por forma a capturar as imagens com a perspetiva correta e necessária para o cérebro conseguir simular o efeito 3D pretendido.



Figura 2.1: Imagem capturada em 360°. [URL – 360Cap]

Ao visualizar toda a *frame* de um conteúdo capturado em 360° em ecrãs planos acabamos por visualizar o mesmo deformado, como na figura 2.1, ou então, se visualizarmos apenas parte da *frame*, perdemos informação exterior à área de visualização do ecrã, não sendo tão natural navegar no vídeo de modo a aceder-lhe. Em dispositivos móveis, graças à existência de sensores de baixo custo tais como acelerómetro, compasso e giroscópio, é possível controlar a navegação no conteúdo capturado em 360° através da orientação do dispositivo. Para aumentar a imersividade, é possível utilizar em conjunto com os dispositivos móveis *kits* de óculos de Realidade Virtual / Realidade Aumentada para visualização dos conteúdos recorrendo aos sensores dos dispositivos móveis para simular a movimentação natural da cabeça consoante a orientação do ecrã, mas, acabamos por perder a noção do mundo que nos rodeia e, também, o controlo de navegação entre conteúdos e dentro dos próprios conteúdos se não for usado um controlador auxiliar.

Alguns do trabalho previamente realizado com a participação da orientadora deste projeto, T. Chambel, identifica potenciais desafios e benefícios relacionados com o vídeo gravado em 360° com elementos de interação e navegação (hipervídeo 360°), procurando o desenvolvimento de ferramentas de visualização e navegação de hipervídeos imersivos e interativos gravados em 360°. Num trabalho prévio foi desenvolvida uma aplicação, o Sight Surfers, que permite o acesso e visualização de conteúdos 360° cilíndrico, sendo que, o mesmo seria produzido num cilindro e o foco de desenvolvimento foi centrado em mecanismos de navegação para conseguir rodar este cilindro de forma fluida e eficaz por forma a produzir uma janela de visualização que permitisse visualizar todo o conteúdo na orientação de visualização desejada. Para não ser perdida a noção do conteúdo na sua totalidade, é realizada uma projeção planar adicional com todo o conteúdo e que informa a orientação de visualização atual através de um retângulo que indica a atual região de vídeo visualizada. O utilizador pode ainda utilizar esta projeção para alterar de forma instantânea o ângulo de visualização do vídeo. É também produzido um indicativo no topo direito do ecrã relativo à orientação atual da janela de visualização.

Para além do anteriormente mencionado, a aplicação desenvolvida permite a colocação de ligações (*hotspots*) espalhados pelo espaço 360° do vídeo, sendo isto

configurável pelo autor do vídeo. Utilizando técnicas de visualização de conteúdos fora do campo de visão (normalmente denominado de off-screen) foi desenvolvido um sistema que permitisse ao utilizador ter noção da localização de *hotspots* existentes fora do campo de visão apresentando marcos nas laterais do ecrã a indicar a direção dos mesmos relativamente à área de visualização, como é visível na figura 2.2.

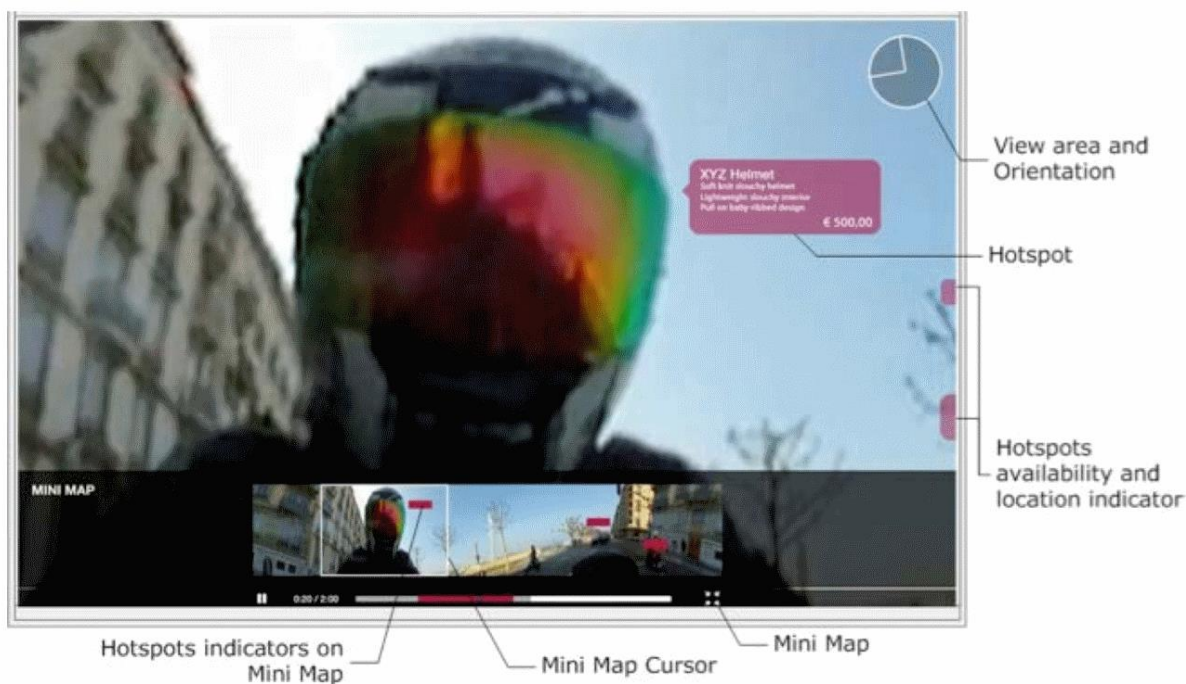


Figura 2.2: Interface de aplicação de hipervídeo 360° desenvolvida. [URL - WindySS]

2.2 Páginas de *Streaming* de Vídeo

Existem algumas páginas de *streaming* de conteúdos vídeo, sendo as mais conhecidas e usadas o Youtube e Vimeo. No contexto do projeto em si, foi elaborada uma pesquisa de conteúdos para verificar a preparação destes sistemas de acesso e partilha de vídeo a conteúdos gravados em 360° tendo-se verificado que o Youtube está preparado para visualização e navegação em conteúdos gravados em 360° esférico com o auxílio de rato, estando já bastantes conteúdos desse tipo a ser disponibilizados. A interface do Youtube para visualização de conteúdos 360° pode ser visualizada na figura 2.4, verificando-se que apenas uma porção do vídeo é apresentado no ecrã. O Vimeo, por sua vez, apesar de disponibilizar bastantes conteúdos em 360° esférico, não tem, por si só, mecanismos elaborados para visualização e navegação nos mesmos, como se verifica na figura 2.3, sendo apresentada na área de visualização o conteúdo de toda a *frame* e, conseqüentemente, sendo apresentada imagem com as deformações mencionadas na secção 2.1 deste documento.

Visto que já existem bastantes conteúdos 360° disponibilizados em ambas as plataformas, a adição de possibilidade de streaming de vídeos a partir do Youtube e do Vimeo tornar-se-ia uma mais valia para o projeto e, igualmente, o projeto tornar-se-ia uma mais valia para o utilizador final, pois, o mesmo poderia desfrutar desses mesmos conteúdos de forma uniforme num ambiente mais imersivo, podendo mesmo colocar as suas notas pessoais em espaço 3D sobre o espaço e tempo do vídeo como mencionado na secção 3.5 e, com uma maior possibilidade de métodos de interação e navegação com os conteúdos.

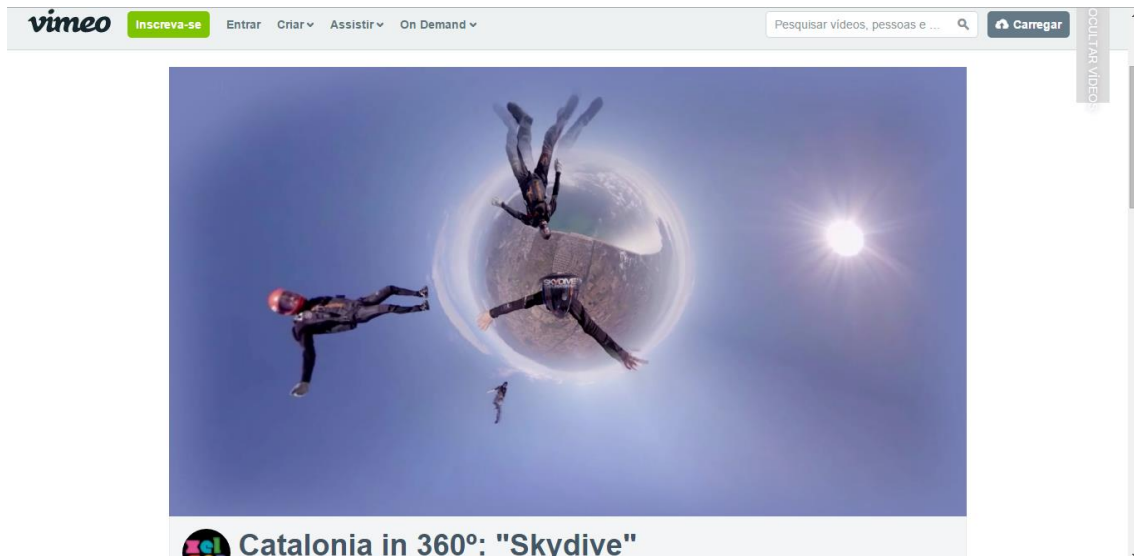


Figura 2.3: Interface do Vimeo em visualização 360°. [URL - Vimeo]

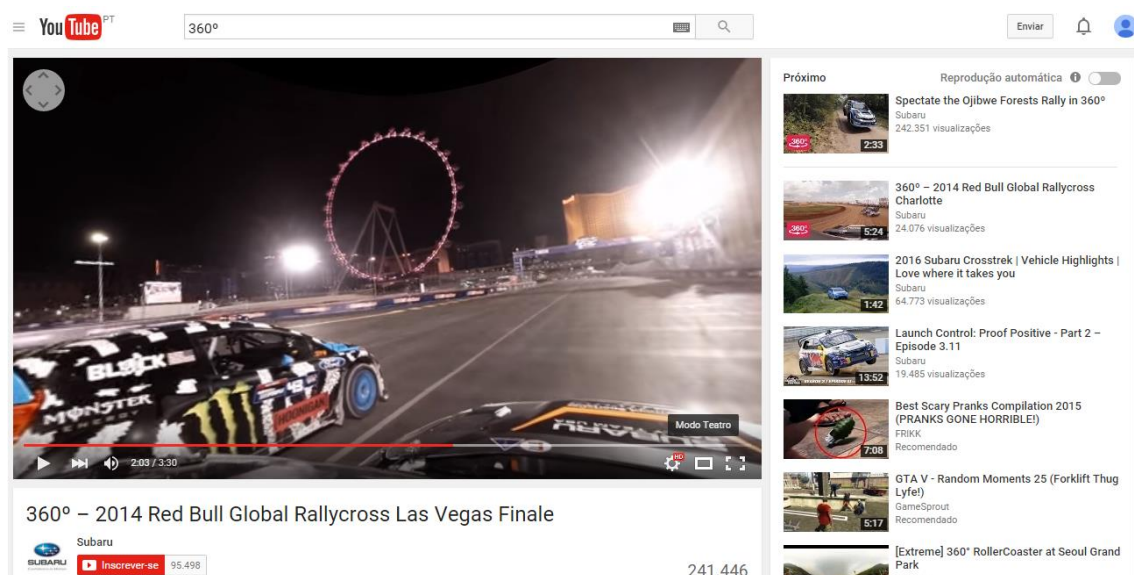


Figura 2.4: Interface do Youtube em visualização 360°. [URL - Youtube]

2.3 Navegação por Gestos

Hoje em dia, devido aos avanços tecnológicos, a maior parte dos equipamentos que nos acompanham no dia-a-dia são dotados de câmaras, sendo que estas podem ser usadas para realizar deteção ou captura de comandos gestuais. Para uma deteção eficaz de gestos seria mais vantajoso o uso de uma câmara de profundidade tal como a Kinect, como é utilizado na figura 2.5, mas, por norma, este não é o tipo de câmaras que se encontram nos dispositivos móveis que serão o dispositivo de foco de utilização neste trabalho.



Figura 2.5: Deteção de gestos com a Microsoft Kinect V2. [URL - Kinect]

Como tal, para suprimir eventuais erros, como alternativa o utilizador poderia utilizar luvas como as desenvolvidas por Robert Wang e Jovan Popović que contêm padrões de cores em formas irregulares identificadoras de diferentes secções da mão e dedos como apresentado na figura 2.6. Graças a esta diferenciação, mesmo utilizando uma câmara comum, torna-se fácil a modelação da mão no espaço 3D e conseqüentemente a identificação correta do gesto que o utilizador está a realizar, reduzindo a margem de erro. Este método necessita de calibração da distância da mão relativa à câmara usando uma folha de papel com determinada dimensão fixa que é usada como ferramenta de instrumentação.



Figura 2.6: Luvas de captura de gestos. [URL - Luvas]

Gestos para comandos tais como “Parar”, “Retomar”, “Recomeçar”, “Rodar 90° à direita”, “Rodar 90° à esquerda”, “Rodar 180°”, ou até mesmo rodar consoante a velocidade da mão, poderiam ser utilizados. Utilizando câmaras de profundidade, o uso de navegação por gestos poderia ser utilizado para eliminar por completo a necessidade de uso de controladores auxiliares, melhorando assim a interatividade e imersividade do utilizador nos conteúdos que visualiza. No entanto, visto que os dispositivos de foco deste projeto são dispositivos por norma não dotados de câmaras de profundidade, a utilização deste método de navegação em exclusivo, na aplicação principal, sem recurso a um outro método auxiliar de navegação, acabaria por se tornar inviável de ser realizado, pois, será bastante comum o utilizador deparar-se com cenários em que os dados de captura da câmara serão inviáveis. É bastante comum um utilizador ter preferência por visualizar os conteúdos VR em ambientes escuros para não existir interferência da luz com os conteúdos a ser visualizados, o que, faz com que uma câmara como as que se encontram nos dispositivos móveis de hoje em dia não consiga detetar de forma correta os padrões de cores da luva identificadora de gestos tornando assim a navegação de gestos inutilizável em ambientes escuros. Se fosse utilizada uma câmara de profundidade tal como a Kinect que usa infravermelhos este problema já não se colocaria, visto que conseguem funcionar corretamente mesmo com ausência de luz, mas, para a usar neste projeto, esta deixaria de ser uma solução tão portátil como a pretendida, já que, seria necessária a dita câmara adicional e, também, o equipamento

onde esta seria configurada para funcionar de forma correta. Se a mesma fosse ligada ao dispositivo móvel, seria perdida mobilidade do utilizador. No entanto, é deixada abertura neste projeto para que o sistema possa funcionar através de gestos, sendo apenas necessário um mapeamento de gestos que tornará esta uma opção de input válida.

2.4 Navegação por Voz

Existem alguns sistemas de reconhecimento de voz desenvolvidos. Na pesquisa realizada houve alguns sistemas que se destacaram como possivelmente úteis para o trabalho e para as plataformas para o qual o desenvolvimento foi planeado, nomeadamente:

- A *Google Speech API* para desenvolvimento Web e também para desenvolvimento Android.
- A *Microsoft Speech API (SAPI)* da Microsoft que funciona de forma semelhante ao *Google Speech API*, mas, para equipamentos dotados de Windows.
- O sistema *Cortana* que é um assistente pessoal que usa reconhecimento de voz para ajudar a realizar as tarefas pretendidas, também este da Microsoft e para equipamentos dotados de Windows 10.

Tanto a *Google Speech API* como a *Microsoft Speech API* são API's que recebem voz do utilizador através do *input* de áudio do dispositivo (microfone) e elaboram sobre o mesmo um reconhecimento e extração de palavras, convertendo o áudio em texto.

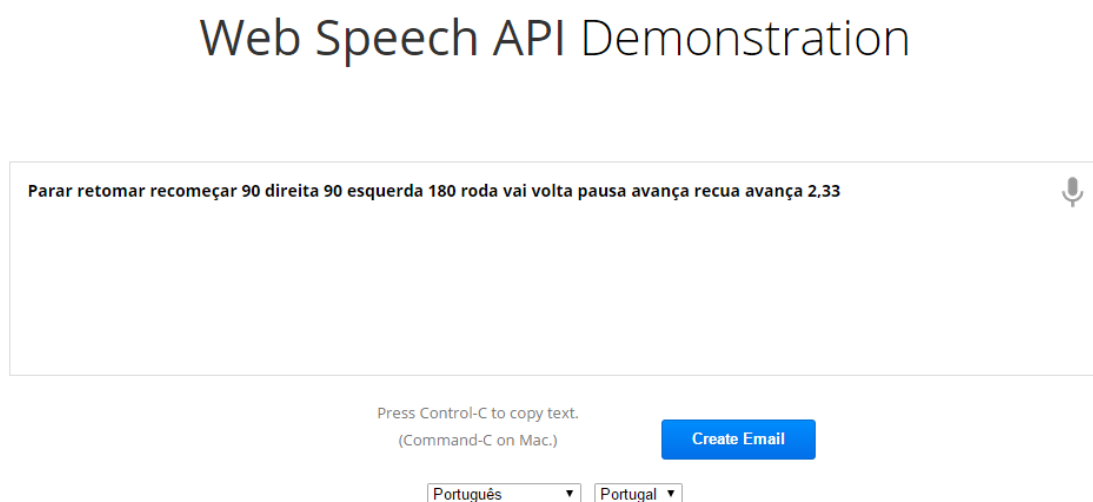


Figura 2.7: Demonstração de Google WebSpeech API. [URL - GoogleWebSpeech]

Tal como se verifica na figura 2.7, utilizando a página web de demonstração da API de captura de voz do Google, o teste elaborado confirmou que todos os comandos inicialmente pretendidos foram facilmente capturados e identificados por esta. Como a taxa de reconhecimento é tão elevada, estes resultados revelam grande potencial do uso desta API para o projeto. Deste modo, poderia ser criado um dicionário de palavras admitidas para cada língua, para determinado comando ou ação base, alteráveis pelo utilizador se assim o desejar. Através de comparação do resultado obtido através da API na língua selecionada conseguir-se-ia identificar a ação a realizar e, assim, conseguia-se uma navegação interativa e natural do utilizador sem necessidade de equipamento adicional. No entanto, não se sabe qual seria o impacto causado pela perturbação sonora causado pelo som do próprio filme na coordenação e aplicação de comandos sonoros por parte do utilizador.

À semelhança do pensamento para os gestos, o utilizador poderia também criar uma lista pessoal de comandos com ações configuradas por ele.

2.5 Imersão na Visualização de Conteúdos

Um dos grandes focos de imersão é tentar que o utilizador se abstraia do mundo que o rodeia e se consiga envolver de tal modo com os conteúdos que está a visualizar que se sinta dentro dos mesmos (imerso).

O áudio 3D e o fotorrealismo são bastante importantes e acabam por ser o foco de desenvolvimento de maior parte dos produtores de conteúdos que tenham por objetivo proporcionar experiências em realidade virtual ao utilizador. No entanto, não são necessariamente essenciais para se conseguir fornecer ao utilizador a desejada sensação de imersão. Graças a este foco por parte dos produtores, os requisitos para reprodução de conteúdos em VR, em especial no que toca a jogos (por serem computados ou renderizados em tempo real), estão cada vez mais altos, exigindo cada vez máquinas mais poderosas e caras.

Quanto mais envolvente o ambiente for, mais facilmente se tornará imersivo para o utilizador. Visto que o conceito de imersividade varia consoante a evolução das tecnologias, de forma a se tornar imersivo, o utilizador espera que o ambiente ou conteúdo traga algo de novo ou original para que o cativa e o faça abstrair do mundo que o rodeia.

Com o avanço tecnológico, é hoje possível levar esta imersividade a outros patamares graças aos dispositivos portáteis de tamanhos reduzidos, cada vez com ecrãs de maior qualidade e melhor resolução. Juntando isto ao avanço tecnológico de sensores

de movimento, tais como, os acelerómetros, giroscópios e compassos digitais (bussolas) ficamos com boas ferramentas para proporcionar uma experiência imersiva ao utilizador na visualização de conteúdos. No entanto, é de notar que este tipo de equipamentos não é requisito para produzir uma experiência imersiva podendo a mesma ser produzida utilizando o tradicional computador, teclado e rato. O nível de imersividade varia consoante o produto seja inovador e envolvente e a imaginação do utilizador.

Temos equipamentos desenhados de raiz para proporcionar ao utilizar experiências imersivas em ambientes virtuais, tais como, o *Oculus Rift*, o *Playstation VR* e o *HTC Vive*, entre outros, como os apresentados na figura 2.8. O custo deste tipo de equipamentos é geralmente elevado e necessitam de ligação a um computador com requisitos mínimos elevados tornando-o assim também caro.



Figura 2.8: Equipamentos de Realidade Virtual. [URL – VR Gears]

Existem em alternativa diversos kits de óculos de “baixo custo” para proporcionar experiência de Realidade Virtual usando o ecrã do telemóvel, tais como, os *Google Cardboard* e os *Durovis Dive*, apresentados nas figuras 2.9 e 2.10 respetivamente, entre outros. A partir destes óculos de baixo custo, é possível utilizar o ecrã de um dispositivo móvel para proporcionar uma experiência de Realidade Virtual semelhante à garantida pelos equipamentos mais caros, mas, a mesma não estará tão otimizada e será limitada tanto pela qualidade do ecrã do mesmo como pelo poder computacional do dispositivo móvel utilizado e da presença ou não de sensores como o giroscópio no mesmo para

cálculo de movimento de cabeça, sendo este cálculo de posição d cabeça comumente chamado de HeadTracking. Este tipo de sensores estão presentes e otimizados nos óculos de Realidade Virtual. Normalmente apenas os dispositivos de gama média alta utilizam este tipo de sensores.



Figura 2.9: Google CardBoard. [URL – GoogleCardBoard]



Figura 2.10: Durovis Dive. [URL – DurovisDive]

A partir dos vídeos gravados em 360° e combinando o uso de dispositivos móveis com kits de óculos de Realidade Virtual torna-se possível proporcionar ao utilizador uma experiência bastante imersiva, já que, o utilizador poderá usar movimentos naturais (movimento de cabeça) para visualizar as zonas do conteúdo que desejar, não necessitando de mais nada para além da ação natural do corpo de movimentação de

cabeça para olhar na direção que deseja visionar. Desta forma, somando a componente do som 3D caso o conteúdo esteja preparado para tal, o utilizador ver-se-á integrado no meio do filme como se fizesse parte do mesmo e como se estivesse no meio do cenário gravado. Para facilitar mais a navegação do utilizador, este poderia até usar comandos de voz ou gestos para por exemplo simular movimentos de cabeça em X graus para a direita ou esquerda sem que o utilizador tenha realmente que os fazer, servindo isto para que o utilizador não tenha que realizar movimentos de cabeça ou corpo de grande amplitude para por exemplo ver o que se passa nas suas costas (sendo estes movimentos possíveis à mesma se assim o desejar).

2.6 Second Screen

Cada vez mais são utilizados dispositivos adicionais tais como telemóveis e tablets, para visualização de informação adicional relativa aos conteúdos que estão a passar no monitor principal e até mesmo para interagir com os conteúdos para por exemplo participar numa votação, aceder a informação de determinada notícia ou episódio específico, ou, até mesmo, fazer um comentário. Estas tecnologias podem ser aplicadas em diversas áreas, onde certos programas de televisão podem usar a sua própria aplicação para tornar o programa mais interativo fornecendo informações extra dos conteúdos que se encontram a ser apresentados. Temos na televisão portuguesa alguns exemplos de programas de televisão que têm adotado tecnologias de Second-Screen com sucesso e boa aceitação por parte dos utilizadores na sua utilização, tais como, Rising Star, Secret Story, Master Chef, RTP 5i, The Voice Portugal, entre outras. A figura 2.11 é referente a uma aplicação Second-Screen utilizada pela RTP 5i.



Figura 2.11: RTP 5i, Second-Screen App do programa “5 Para a Meia-Noite”. [URL – 5MeiaNoite]

As tecnologias de Second-Screen não se aplicam apenas a conteúdos de programas de televisão, mas em vários tipos de conteúdos, tal como, filmes, música e até mesmo jogos, para aumentar a sua interatividade.

A informação adicional e os conteúdos interativos são apresentados no ecrã de um segundo dispositivo móvel, sendo que, estes mesmos conteúdos estão sincronizados com os conteúdos que passam no ecrã principal.

Na indústria dos jogos, algumas empresas apostaram no uso destas tecnologias para aumentar a imersividade do utilizador. Na consola Wii U existem alguns jogos que nos permitem estar a jogar no ecrã da televisão e ter acesso contínuo e instantâneo ao inventário ou ao mini-mapa do jogo no ecrã do controlador da consola que se assemelha a um tablet, como na figura 2.12.



Figura 2.12: Wii U, ZombiU, Second-Screen para mini-mapa. [URL – ZombiU]

Na XBox também existe este tipo de tecnologia disponível, a partir de uma aplicação chamada SmartGlass, fornecida para dispositivos com sistema operativo Android, Windows 8, 8.1 ou 10, podendo funcionar com telemóveis, tablets e computadores, como nas figuras 2.13 e 2.14.



Figura 2.13: SmartGlass, Mini mapa do jogo. [URL – SmartGlass]



Figura 2.14: SmartGlass, Second-Screen. [URL – SmartGlass]

No caso da Playstation 4, este tipo de tecnologias também se encontra disponível, mas, ao contrário da Xbox One, é necessário equipamento especial certificado da marca, tal como, PS Vita, ou, um telemóvel ou tablet Sony certificado para utilização da sua APP pessoal, a Playstation Remote.

Este tipo de tecnologias de second screen poderiam ser utilizados no contexto do trabalho para aceder a informações adicionais sobre os conteúdos visualizados, ou, até mesmo para visualizar toda a *frame* como se de um mini-mapa se tratasse.

2.7 Óculos de Realidade Virtual

Segundo um trabalho de investigação realizado em 2013, utilizando o Vrui VR toolkit foi possível comparar diversos tipos de ecrãs para uma mesma e determinada aplicação. Foi assim possível comparar óculos de RV (*head-mounted displays - HDMs*) a outros tipos de tecnologias existentes, como ecrãs baseados em projeções holográficas, tais como, CAVEs. Utilizando esta ferramenta, tornou-se fácil a troca de ecrã destino e respetivos *inputs*, e realizar uma comparação. Segundo os resultados da investigação, a imersividade conseguida numa CAVE nessa altura seria mais imersiva que a obtida através dos HDMs, pois os HDMs utilizados na altura tinham um ângulo de visão reduzido de apenas 45° e, existiam espaços nos equipamentos que permitiam a visualização do ambiente real por entre os cantos dos óculos. Um outro problema encontrado nos HDMs prendia-se ao facto de os equipamentos utilizados na altura da investigação não terem sensores de posicionamento fiáveis, o que, atendendo a que existem movimentos naturais do corpo não intencionais, levaria os utilizadores a sofrerem efeitos de náusea por não sentirem resposta por parte do sistema a estes mesmos movimentos. A existência de latência na resposta dos movimentos por parte do sistema também pode levar ao mesmo tipo de sensação. Contudo, com os avanços tecnológicos desde então, temos hoje produtos no mercado com componentes e sensores mais fiáveis, ecrãs com melhor qualidade e desenhados de modo a isolar o utilizador do mundo exterior, de modo a conseguir induzir a sensação de imersão. Temos hoje equipamentos previamente mencionados, tais como o Oculus Rift, entre outros, cujo desenho foi elaborado de raiz com o objetivo de aumentar a imersão do utilizador.

No entanto, tanto na investigação analisada como nos dispositivos atualmente existentes no mercado é necessário um equipamento adicional de controlo. O Oculus Rift, por exemplo, é atualmente comercializado acompanhado por um controlador de XBox One para efeitos de controlo adicional sobre os conteúdos, existindo também a opção do Oculus Touch, apresentado na figura 2.16, que são controladores individuais de mãos com sensores de posicionamento que simulam de forma eficiente as mãos do utilizador no mundo virtual. Existem outros controladores semelhantes e de boa qualidade tais como os SIXENSE. Na investigação analisada foi utilizado o controlador de mão individual IS-900 System, também este utilizado nos testes elaborados em CAVEs, e uma câmara para captura de gestos para movimentação do personagem no mundo virtual e interação com o mundo. Com a ajuda do IS-900 apresentado na figura 2.15, tornou-se possível o posicionamento de uma arma do mundo virtual na mão do utilizador, sendo que, devido aos sensores presentes, foi possível obter respostas viáveis, eficazes e realistas relativamente à posição e rotação da arma, consoante a movimentação e rotação da mão do utilizador. Através da câmara foi possível capturar a

interação das mãos do utilizador com o ambiente e, também, consoante a posição e gesto do utilizador, proceder à sua movimentação no mundo virtual.



Figura 2.15: IS-900 System. [URL – IS-900]



Figura 2.16: Oculus Touch. [URL – OculusTouch]

2.8 Conclusão

Através da análise de trabalhos relacionados e de tecnologias existentes, foi elaborado um levantamento de pontos interessantes com margem para melhoria e foi elaborado o levantamento de requisitos. No capítulo seguinte são abordados estes mesmos pontos e as opções tomadas para os melhorar.

Capítulo 3

Sight Surfers VR

Esta secção apresenta tanto o navegador de conteúdos media que foi elaborado, denominado de Sight Surfers VR, bem como a aplicação de segundo ecrã, denominada de SSVR Helper, que serve para melhorar a navegação e interatividade do utilizador com o navegador, permitindo controlo adicional de navegação e visualização de dados adicionais em segundo ecrã, entre outras funcionalidades. São apresentados os requisitos funcionais e não-funcionais que são levantados pelos objetivos e as funcionalidades desenvolvidas no âmbito do projeto, incluindo o Sistema de Objetos Interativos que são objetos que existem no espaço e tempo e com que o utilizador pode interagir por forma a visualizar conteúdo adicional, ou, produzir uma navegação, tornando assim o conteúdo hipervídeo 360° esférico. Os Objetos Interativos são explicados em detalhe na secção 3.5 e 4.4.

3.1 Requisitos Funcionais e Não-Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos necessários para os componentes do Sight Surfers VR e para a aplicação de segundo ecrã.

Requisitos Funcionais:

- Deve permitir a visualização de vários tipos de vídeo.
- Deve fornecer uma visualização em formato simples, cilíndrico, esférico e respetivas versões 3D para a correta distorção visual.
- Deve proporcionar mecanismos para rotação do ângulo de visão no vídeo 360°.
- Deve proporcionar mecanismos para assinalar onde estão localizadas as notas e ligações off-screen.
- Deve fornecer ferramentas espaço-temporais de navegação.
- Deve permitir a troca entre modo Realidade Virtual e modo Realidade Aumentada para interação rápida com aplicação de segundo ecrã.
- Deve permitir a reconfiguração de vídeo e de notas e ligações.
- Deve permitir a partilha de ficheiros de configuração.

- Deve ser possível criar notas e ligações pessoais
- Deve permitir a importação de notas e ligações de outros utilizadores.
- Deve evidenciar diferenças entre notas, ligações externas e ligações internas (para frames do próprio vídeo).
- Deve ser possível interagir com as notas e ligações para efeitos de visualização e navegação.
- Deve ler vídeos do disco.

Requisitos Não-Funcionais:

- O sistema deverá ser robusto contra falhas.
- O sistema deverá ser protegido contra ataques.
- O sistema deverá ser realizado em Unity5 e funcionar em Android.
- As funcionalidades do sistema deverão ser de fácil perceção e utilização.

3.2 Casos de Uso

Nesta secção descrevem-se alguns cenários de casos de uso para as aplicações desenvolvidas, o Sight Surfers VR e a SSVR Helper.

Seguem-se os cenários apurados para as principais funcionalidades do sistema, de entre os quais, visualização de conteúdos, uso de Objetos Interativos e utilização de Realidade Aumentada.

Caso de uso 1: Visualizar vídeos simples enquanto realiza tarefas quotidianas

Caso de sucesso:

O utilizador coloca a aplicação em modo de Realidade Aumenta com nível de transparência a seu gosto, olha para o centro da tela de representação do vídeo simples para conseguir ver toda a tela no seu raio de visão e produz um bloqueio de movimentação por sensores do dispositivo principal. Deste modo, o utilizador pode continuar a realizar as suas tarefas enquanto assiste aos conteúdos sem necessidade de estar a parar as suas tarefas para olhar para um monitor ou televisor.

Caso de uso 2: Colocar um objeto interativo pessoal

Caso de sucesso:

O utilizador deve olhar para o local onde deseja colocar o objeto interativo e, no tempo desejado para início de vida desse mesmo objeto, o utilizador deve produzir uma “introdução de nota” com ou sem pausa instantânea. Se pretender, o objeto interativo criado pode ser configurado nesse momento utilizando a aplicação de segundo ecrã. Quando chegar ao momento em que o utilizador pretende que seja o fim de vida do objeto interativo este deve produzir um aviso ao sistema de fim de vida de objeto

interativo que define o tempo atual de vídeo como fim de vida da nota em modo de edição. De seguida deve gravar em modo persistente.

Caso de uso 3: Visualizar dados de objeto interativo do tipo Nota Informativa

Caso de sucesso:

O utilizador deve olhar para o local onde o marco interativo do tipo nota informativa se encontra até o mesmo mudar para tons verdes significando que está selecionado. Quando o marco se encontrar selecionado, o utilizador deve produzir uma interação. Caso a leitura em ecrã esteja ativa, o utilizador pode ler o conteúdo da nota informativa no ecrã no espaço 3D. Caso contrário, o utilizador deve utilizar a aplicação de segundo ecrã aliada ao modo de Realidade Aumentada para ter acesso à informação contida nas notas.

Caso de uso 4: Visualizar dados de objeto interativo do tipo Ligação

Caso de sucesso:

O utilizador deve olhar para o local onde o marco interativo o tipo ligação se encontra até o mesmo mudar para tons verdes significando que está selecionado. Quando o marco se encontrar selecionado, o utilizador consegue ver na aplicação de segundo ecrã qual o destino da ligação, sabendo assim se a mesma é interna ou externa. Para prosseguir este deve produzir uma interação. O utilizador recebe no ecrã durante alguns segundos informação da navegação produzida, sendo que, os detalhes de navegação estão presentes na aplicação de segundo ecrã, podendo esta ser utilizada aliada ao modo de Realidade Aumentada.

Caso de uso 5: Editar objeto interativo

Caso de sucesso:

O utilizador deve olhar para o local onde o objeto interativo se encontra até ao mesmo mudar para tons verdes significando que está selecionado. O utilizador deve então produzir o pedido de colocação de objeto interativo em modo de edição que será aceite caso não exista outro objeto já em edição. O utilizador deve agora utilizar a aplicação de segundo ecrã aliada à principal em modo de Realidade Aumentada para configurar o objeto interativo a gosto.

Caso de uso 6: Visualizar conteúdos à retaguarda

Caso de sucesso:

O utilizador deve produzir um pedido de movimentação instantânea na direção desejada. Por omissão o valor de rotação instantânea é de 120° podendo este valor ser

configurado. Desde modo, a câmara irá mudar sem haver necessidade de rotação do corpo para visualizar os conteúdos que estão presentes na retaguarda do utilizador.

3.3 Captura e Tratamento de Vídeo

Na aplicação desenvolvida é possível visualizar vários tipos de vídeo. Os diferentes tipos de vídeo que são atualmente suportados e podem ser visualizados no Sight Surfers VR são vídeos planos, 360° cilíndrico, 360° esférico e as respetivas versões 3D dos mesmos, nomeadamente, plano 3D horizontal, 360° cilíndrico 3D vertical e 360° esférico 3D vertical. De momento ainda só é possível criar vídeos 3D 360° virtualmente visto ainda não existirem equipamentos que permitam a captura direta de vídeo 360° em 3D, mas, pensou-se que seria útil permitir já a visualização desse tipo de vídeo para possível utilização da aplicação em modo de cinema 360° de conteúdos gerados por profissionais do mundo da animação. O esquema para apresentação de conteúdos é apresentado na figura 4.1.

O distribuidor do vídeo deverá pré definir um ficheiro de configurações base do vídeo podendo essa configuração pré configuração ser efetuada através da própria aplicação. Esse ficheiro de configuração deve acompanhar o ficheiro de vídeo independentemente se for armazenado local ou remotamente (o mesmo não se aplica para vídeos distribuídos em plataformas como o Youtube ou Vimeo). Caso o vídeo seja remotamente acedido, o ficheiro de configurações é copiado para nível local sendo este atualizado sempre que o ficheiro de configurações remoto seja alterado sem que o utilizador tenha feito alterações pessoais. Se o utilizador efetuou alterações pessoais o ficheiro só é atualizado a pedido do utilizador podendo utilizar o método de importação para manter os Objetos Interativos pessoais. Os dados presentes no ficheiro de configurações distribuído são dados relativos ao tipo de vídeo, o "vídeo passado", o "vídeo futuro" e eventuais notas e ligações base do vídeo.

Caso o vídeo não seja acompanhado de um ficheiro de configurações é gerado um novo a nível local que deverá ser configurado pelo utilizador a seu agrado utilizando o Sistema de Navegação Facilitada.

É no ficheiro local que são guardadas tanto as notas pessoais como as notas importadas de outros utilizadores existindo um marcador para as distinguir e podendo a importação, exportação ou remoção de notas ser realizada na aplicação desenvolvida.

3.4 Navegação e Orientação no Sight Surfers VR

Foi desenvolvido um player especialmente focado na imersão do utilizador na visualização de vídeos 360° utilizando dispositivos móveis juntamente com *kit* de óculos de Realidade Virtual. O player possui várias funcionalidades que não estão

presentes em players convencionais tais como o Youtube, Vimeo, entre outros, por ser desejado que o utilizador tenha noção de que está a interagir com um vídeo 360° e, ao mesmo tempo, que o mesmo consiga ter uma interação de tal forma rápida e fluida que consiga sentir que faz parte do próprio vídeo reduzindo ao máximo a intensidade das quebras produzidas por possíveis necessidades de interação com o mundo real.

Neste player, optou-se por uma interface minimalista onde apenas são apresentados os conteúdos a ser visualizados, breves notas informativas de comandos realizados que permanecem no ecrã por apenas alguns segundos, marcos interativos relativos a notas, ligações internas ou ligações externas presentes na área de visualização que alteram a sua cor entre verde e vermelho consoante estejam seleccionados ou não respetivamente, podendo a cada instante estar apenas um objeto selecionado e, por fim, são apresentados também os respetivos marcos informativos de direção dos marcos interativos quando estes estejam fora da área de visualização do ecrã (off-screen), tal como na figura 3.1.

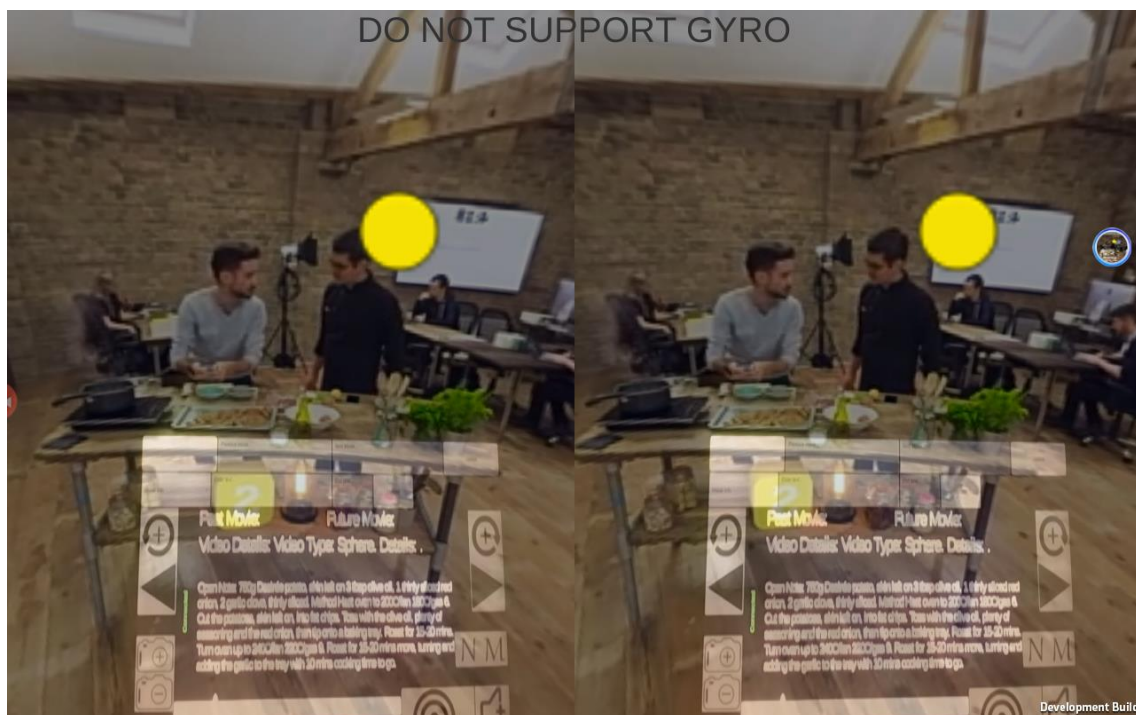


Figura 3.1: Sight Surfers VR em modo AR.

Existem várias formas de produzir uma movimentação de câmara por parte do utilizador podendo todas elas ser usadas em simultâneo. Para movimentar a câmara o utilizador pode optar por arrastar diretamente o vídeo na direção desejada, utilizar os sensores do dispositivo, utilizar um controlador adicional, ou, utilizar a aplicação de segundo ecrã por forma a utilizar qualquer um outro método de *input* desejado tal como está descrito na secção 4.6. Todas estas movimentações darão a noção de que o utilizador está a movimentar a cabeça numa determinada direção produzindo uma rotação equivalente na área de visualização.

Existem também métodos de movimentação horizontal rápida para que o utilizador possa chegar rapidamente ao conteúdo que está nas suas costas sem ter que realizar uma rotação corporal real de 180° e, métodos de acesso rápido ao "vídeo passado" e "vídeo futuro" definidos para aquele instante pelo autor ou utilizador como vídeos relacionados mais antigo e mais recente respetivamente.

O utilizador também pode facilmente optar por alterar a transparência da câmara e assim alternar entre o modo de Realidade Virtual ou Realidade Aumentada para interagir com o mundo real ou interagir com a aplicação de segundo ecrã que é descrita na secção 4.6.1 sendo esta funcionalidade visível na figura 3.1.

Existe a possibilidade de o utilizador bloquear toda a movimentação através dos sensores do equipamento, bloqueando assim a rotação através de movimentação de cabeça (HeadTracking). Deste modo, torna-se possível que o utilizador continue a assistir a um vídeo focado num ponto enquanto realiza as suas tarefas e interage com o mundo real independentemente se necessita de mover a cabeça ou não nessas mesmas tarefas. Esta funcionalidade torna-se especialmente útil para visualização de vídeos Simples e 3D Simples em Realidade Aumentada.

3.5 Objetos Interativos

Ao longo de um vídeo podem existir vários tipos de objetos interativos que estão definidos no espaço 3D (em qualquer posição e ângulo) e no tempo (com tempo de início e fim de vida) suportando o hipervídeo 360°.

Para interagir com um determinado objeto interativo o utilizador deve colocar o objeto desejado na zona central da câmara de cada olho, ou seja, o utilizador deve olhar para o objeto. Quando o tom do objeto desejado alterar de vermelho para verde significa que o objeto já se encontra selecionado, sendo que, o utilizador pode então proceder ao pedido de interação.

A cor base dos objetos interativos é o vermelho, podendo alterar para verde quando estão selecionados para interação. A imagem representativa de um objeto interativo que esteja na área de visualização do ecrã varia consoante o seu tipo, tendo sido criados três tipos de objetos interativos, visíveis na figura 3.2:

- As notas informativas são objetos interativos que apresentam ao utilizador informação relevante sobre os conteúdos a visualizar, como por exemplo, acerca de um local visitado ou acontecimento que esteja a acontecer em determinado local e momento do conteúdo do vídeo, ou, até mesmo, opiniões pessoais do utilizador que criou a nota informativa em questão sobre algo relacionado com conteúdo do vídeo.

Os outros dois tipos de objetos interativos realizam ligações sendo estas distinguidas em ligações internas e externas.

- As ligações internas produzem uma navegação dentro do mesmo vídeo para um tempo diferente. Assim, o vídeo não muda mas a *frame* de visualização muda para o tempo de vídeo pretendido.
- As ligações externas têm como efeito a navegação para outro vídeo num determinado tempo. Caso o tempo desejado não seja descrito, a navegação é efetuada para o início do vídeo pretendido.

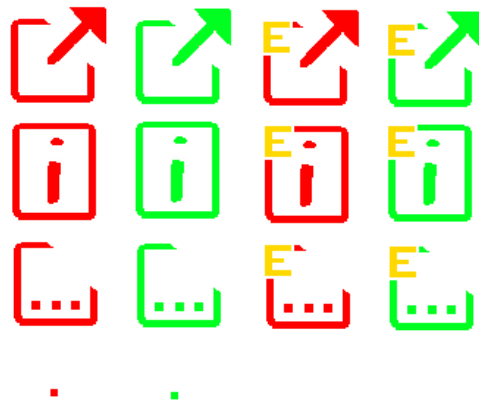


Figura 3.2: Tipos de marcos interativos.

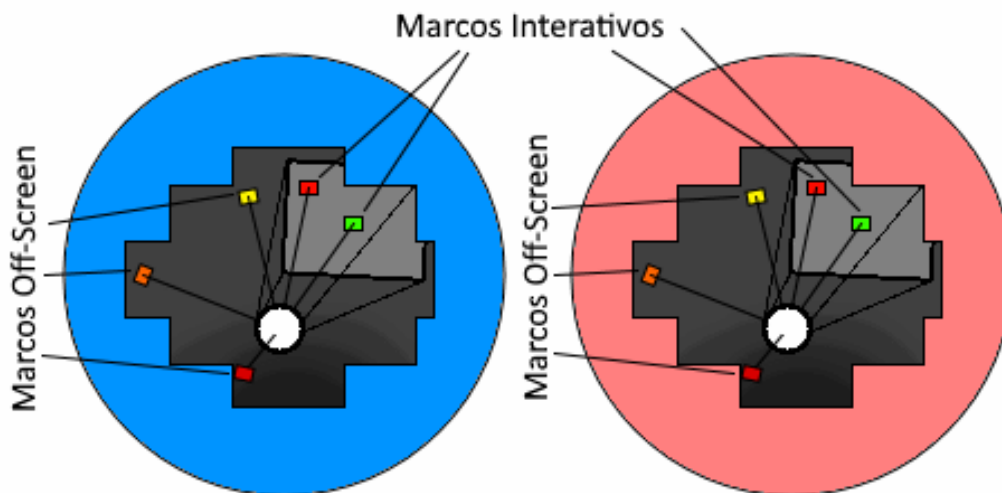


Figura 3.3: Esquema de marcos no espaço

Quando um objeto interativo está fora da área de visualização são apresentados marcos *off-screen*. Estes marcos consistem em círculos na zona de visão periférica indicativos da direção em que deverá ser produzida deslocação da câmara para chegar a esse objeto interativo. A cor desse mesmo círculo representa a distância a que o objeto

se encontra, sendo que, tons mais vermelhos representam uma maior distância e tons mais amarelos representam uma maior proximidade. O sistema de cores para marcos é apresentado na figura 3.3.

A descrição das notas e das ligações pode ser lida no espaço de visualização, ou, na aplicação de segundo ecrã, podendo o utilizador desativar a apresentação das mesmas no espaço de visualização de modo a usar o modo de Realidade Aumentada juntamente com a aplicação de segundo ecrã para aceder a conteúdos e informações adicionais.

A inserção e manipulação de notas e ligações é facilmente realizada no Sistema de Navegação Facilitada bastando ao utilizador olhar na direção pretendida e pressionar o respetivo botão ou combinação de botões (caso pretenda realizar uma introdução com pausa instantânea de vídeo) para produzir a introdução de um objeto interativo ou colocação de um existente em modo de edição.

Através da aplicação de segundo ecrã o utilizador consegue rapidamente definir o tipo de nota, o seu conteúdo e o seu fim de vida (o início de vida é definido automaticamente aquando a sua introdução). Se o utilizador pretender definir no decorrer do vídeo o ponto de fim de vida de uma determinada nota ou ligação que esteja em modo de edição, consegue fazê-lo com uma única e rápida interação que informa o sistema que é naquele ponto específico que o utilizador pretende que o objeto interativo em edição tenha o seu fim de vida, não sendo assim necessário que o utilizador defina este valor manualmente.

Até à gravação em modo persistente, a nota ou ligação introduzida fica a ser editada em memória volátil sendo a mesma removida caso a aplicação encerre ou se cancele as alterações. É possível colocar notas e ligações previamente guardadas de modo persistente em modo de edição e alterar todos os seus campos (incluindo o seu tipo), sendo que, neste caso, apenas as novas alterações são perdidas caso não seja realizada uma gravação em modo persistente. Tal como consegue guardar, o utilizador consegue também remover de modo persistente uma nota ou ligação do sistema.

3.6 Partilha de Objetos Interativos

Numa era em que as redes sociais são usadas em larga escala, pensou-se que a partilha de configurações de notas e ligações pessoais entre utilizadores seria importante. Como tal, é possível utilizar os ficheiros de configuração com respetivas notas e ligações pessoais de outros utilizadores para obter experiências diferentes otimizadas por utilizadores diferentes para o mesmo vídeo. Caso o utilizador queira manter as suas configurações e objetos interativos, o mesmo tem à disposição funcionalidades que lhe permitem a importação de Objetos Interativos de outros utilizadores para o seu próprio ficheiro, assinalando as novas entradas com um marco de

entrada definido pelo importador relativo ao nome do criador original ou um nome fictício criado para o processo de importação. O utilizador também consegue facilmente proceder à remoção de Objetos Interativos de um determinado utilizador do seu ficheiro pessoal, conseguindo assim facilmente reverter qualquer importação que não lhe agrade.

3.7 SSVR Helper como aplicação de segundo ecrã

A aplicação de segundo ecrã tem por objetivos substituir controladores tais como o rato e teclado, touch do próprio dispositivo, entre outros. Esta fornece manipulação direta e mais especializada sobre os conteúdos e a visualização, permitindo também o acesso a informações adicionais sobre os conteúdos visualizados. Através do seu uso é possibilitado o desbloqueamento e acesso ao uso de qualquer tipo de *input*, tal como, gestos, som, ou um outro método de introdução futurista ainda não inventado, necessitando apenas de ser realizado um mapeamento do input desejado para os valores apresentados na secção 4.6.2. Este desbloqueamento é possível por a SSVR Helper funcionar numa vasta gama de equipamentos e Sistemas Operativos, fornecendo assim abertura para ligação a todo o tipo de dispositivos.

A aplicação de segundo ecrã liga-se remotamente à aplicação primária através de WiFi. Visto que funciona remotamente torna-se assim possível ter um segundo dispositivo onde a aplicação de segundo ecrã está em funcionamento e ligar à mesma por exemplo uma Kinect para captura de gestos e som, mantendo assim a mobilidade da aplicação primária.

Visto o ecrã dos dispositivos ser luminoso, mesmo utilizando o modo de realidade aumentada com baixos níveis de transparência, é possível ver o ecrã do dispositivo onde funciona a aplicação de segundo ecrã através da câmara do dispositivo primário sem remover os óculos. Como foi previamente mencionado, esta não serve só como controlador, mas, também, como segundo ecrã, de modo que é possível aceder a informações adicionais sobre os conteúdos a ser visualizados, tal como, nome e descrição do vídeo a visualizar, informação dos vídeos definidos nesse momento como "vídeo passado" e "vídeo futuro" e detalhes dos objetos interativos com o qual haja interação. Para uma melhor experiência, é aconselhado o uso do modo de Realidade Aumentada com baixos níveis de transparência aliado ao uso da aplicação de segundo ecrã em ambientes escuros.

A interface da aplicação de segundo ecrã é mais complexa tentando manter alguns níveis de semelhança relativamente a outros leitores digitais comumente usados para funcionalidades base normalmente encontradas em todos os leitores. Para as restantes funcionalidades especificamente desenvolvidas para este projeto tentou-se realizar um

design intuitivo que facilite a aprendizagem e percepção do utilizador face às funcionalidades disponibilizadas. A interface utilizada é apresentada na figura 3.4.

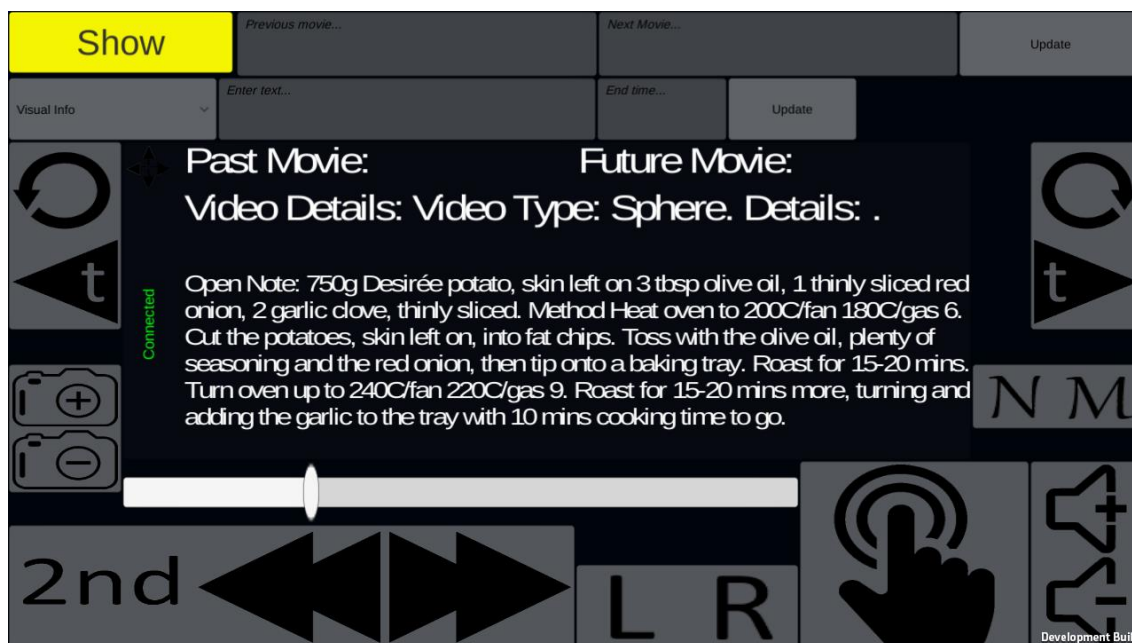


Figura 3.4: SSVR Helper – Interface.

Através da aplicação de segundo ecrã, o utilizador pode controlar a movimentação da câmara na aplicação principal. Esta manipulação pode ser realizada através de toque, arrastando o ecrã da aplicação de segundo ecrã, mas, não se limita a este método de introdução. Este pode também optar por realizar essa movimentação utilizando o rato, o *joystick* de um controlador, ou, qualquer outro tipo de input que deseje mapear, tal como, gestos.

De entre as funcionalidades de controlo e manipulação da aplicação principal destacam-se as funcionalidades que permitem:

- Aumento e redução de nível de transparência de câmara para alternar entre modo de Realidade Virtual e Realidade Aumentada.
- Bloqueamento e desbloqueamento de movimentação de Câmara através dos sensores do dispositivo principal.
- Rotação horizontal lenta progressiva e rotação horizontal rápida. Na rotação horizontal lenta progressiva, a câmara roda continuamente um certo valor pré-definido para rotações contínuas no sentido pretendido (direita ou esquerda) enquanto o comando permanecer ativo. Na rotação horizontal rápida é produzida uma rotação quase instantânea da câmara na direção desejada com a amplitude pré-definida para rotações instantâneas. Ambos os valores pré-definidos para rotações contínuas e rotações instantâneas podem ser alterados nas configurações nas propriedades da SSVR Helper.

- Fácil Navegação para "vídeo passado" e "vídeo futuro".
- Fácil reconfiguração das propriedades do vídeo. Através da interface de edição de configuração de vídeo é possível facilmente editar o tipo de vídeo, "vídeo passado", "vídeo futuro" e a descrição do vídeo.
- Fácil Introdução, edição e interação com objetos interativos. Usando a interface de edição de objetos interativos é facilmente possível editar o tipo de objeto (mencionado na secção 4.7) e o conteúdo do mesmo.
- Funcionalidades básicas de navegadores de vídeo, tais como, ir para a frente, voltar atrás, pausa, voltar ao início, aumentar e reduzir som.
- Barra de tempo informativa do tempo atual do vídeo e que permite manipulação direta de tempo de vídeo a visualizar.

3.8 Conclusão

Neste capítulo falou-se dos requisitos do sistema, das opções de desenvolvimento tomadas e das funcionalidades desenvolvidas. No capítulo seguinte são analisadas e descritas em maior detalhe as opções de implementação tomadas.

Capítulo 4

Implementação

O Sight Surfers VR foi concebido com o objetivo de proporcionar aos utilizadores uma experiência mais imersiva na visualização de conteúdos de vídeo, com especial foco no vídeo 360° esférico. Também era objetivo possibilitar a partilha de experiências pessoais tendo por isso sido criado um sistema de importação e remoção de objetos interativos criados por outro utilizador.

O SSVR Helper por sua vez foi concebido com o objetivo de proporcionar uma experiência complementar ao Sight Surfers VR, por forma a apresentar conteúdos adicionais ao utilizador e fornecer funções de controlo sobre os conteúdos a ser visualizados no Sight Surfers VR.

Nas secções seguintes estão descritos a arquitetura e os modelos de desenvolvimento e principais opções de implementação no sistema Sight Surfers VR e SSVR Helper.

4.1 Ficheiro de Configurações

Na aplicação SightSurfersVR é possível visualizar vários tipos de vídeo. Os diferentes tipos de vídeo que são atualmente suportados e por isso podem ser visualizados no SSVR são vídeos simples/tradicionais, em 3D horizontal, gravados em 360° panorâmicos, panorâmicos semelhante ao anterior, mas, em 3D vertical, gravados em 360° esférico ou até mesmo esféricos 3D vertical virtualmente criados visto que não existe tecnologia para captura de vídeo 360° esférico em 3D.

Apesar de o vídeo ser reconfigurável durante a visualização do mesmo, para uma utilização prática, é necessária a configuração prévia de alguns dados base do vídeo a visualizar, tais como, o tipo de vídeo, o "vídeo passado" e o "vídeo futuro". Esta configuração é guardada no cabeçalho do ficheiro de configuração do vídeo. Os ficheiros de configuração acompanham o ficheiro de vídeo ficando ambos numa mesma pasta. Caso o ficheiro de configuração não exista na pasta correta será criado um novo

com configurações base sendo que o utilizador, utilizando o sistema criado de interação facilitada que será explicado mais abaixo, poderá facilmente configurá-lo a seu agrado.

É neste ficheiro que tanto as notas pessoais como as notas importadas são guardadas existindo um marcador para as distinguir.

4.2 Leitor de Vídeo no SSVR

Nos projetos anteriormente desenvolvidos aos quais este dá seguimento, foram normalmente utilizadas as tecnologias de Flash ou HTML5. No entanto, para este projeto, decidiu-se utilizar o motor Unity 5 tendo todo o desenvolvimento do sistema e das suas mecânicas realizado utilizando a linguagem C#. O motor Unity 5 foi o escolhido para ser utilizado não só devido ao facto de o motor em questão fornecer uma grande portabilidade do projeto para outras plataformas sem necessidade de grandes alterações, mas, também, por eu ter uma maior familiaridade com o mesmo e com a linguagem utilizada.

Existe uma limitação por parte do Unity relativamente à reprodução por si só de ficheiros de vídeo em dispositivos móveis Android e Iphone sem ser em modo Fullscreen e, por esse motivo, houve a necessidade de recorrer a um plugin existente na Asset Store do Unity denominado de EasyMovieTexture que suprimiu totalmente essa limitação passando assim a ser possível a reprodução de vídeo como a textura de um modelo 3D nos dispositivos em questão.

Inicialmente apenas se tinha como requisito a aplicação suportar vídeo 360° cilíndrico, mas, posteriormente, pensou-se que seria vantajoso permitir também outros tipos de vídeos por forma a ter um sistema mais linear, versátil, útil e "user friendly". Escolheram-se então alguns tipos de vídeo frequentemente utilizados já anteriormente mencionados.

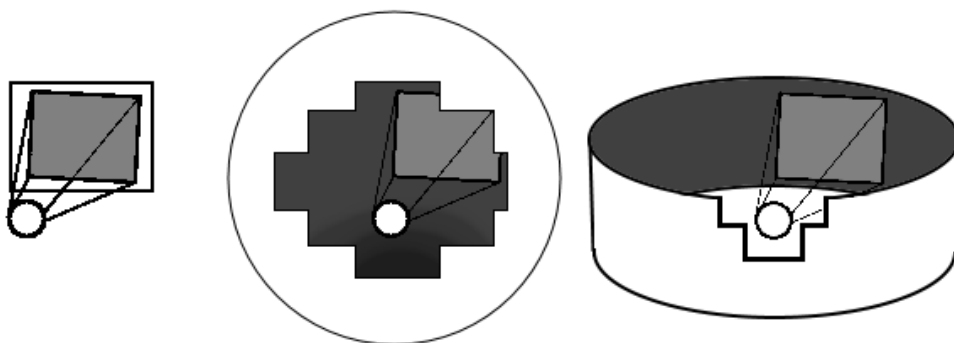


Figura 4.1: Esquema de visualização.

Dependendo da configuração de tipo de vídeo a ser visualizado, o modelo que tem o vídeo associado à sua textura também varia estando os modelos suportados presentes na figura 4.1. Tal como foi mencionado anteriormente, existem seis tipos diferentes de vídeos suportados e, conseqüentemente, como será de seguida apresentado, nove modelos distintos de objetos 3D realizados utilizando a ferramenta Blender com formas e UVMappings diferentes para a visualização de vídeo, consoante os tipos de vídeo pretendidos. Os seis tipos de vídeo atualmente suportados e respetivos objetos criados para proceder à sua visualização são:

- Para vídeo simples é utilizado um objeto plano que reproduz todo o conteúdo da *frame* no mesmo. O objeto é visto de igual modo por ambos os olhos sendo assim a imagem que cada olho vê igual.
- Para vídeo 3D simples existem dois planos, sendo que, um deles reproduz a metade esquerda das *frames* do vídeo e é visto pela câmara representativa do olho esquerdo e, o segundo reproduz a metade direita das frames do vídeo e é visto pela câmara representativa do olho direito sendo essa distribuição apresentada na figura 4.2. Permite-se assim distribuir a imagem para cada olho e reproduzir vídeos gravados em 3D Horizontal.

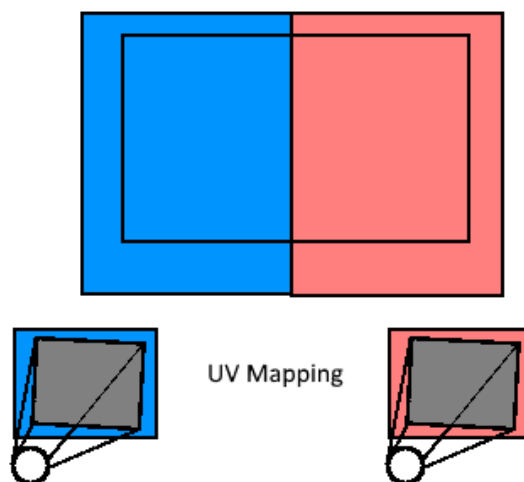


Figura 4.2: Visualização 3D Simples.

- Para vídeo 360° cilíndrico é utilizado um cilindro, sendo que, se esticarmos o cilindro para o tornar plano, toda a *frame* do vídeo irá ser reproduzida no mesmo.
- Como para o vídeo 3D simples, para vídeo 360° cilíndrico 3D existem dois cilindros no qual um reproduz a metade superior de cada *frame* do vídeo e o outro a metade inferior, permitindo assim, a reprodução de vídeo cilíndrico 360 em 3D, distribuindo a imagem por cada olho sendo essa distribuição apresentada na figura 4.3. Para esta visualização 3D ser possível os dois

cilindros foram colocados com orientação alinhada e a sua rotação relativamente à cabeça é sempre igual. Nesta representação optou-se por utilizar 3D Vertical por as imagens em 360° serem mais compridas e necessitarem de mais detalhe no comprimento, garantindo uma maior qualidade da imagem para a visualização.

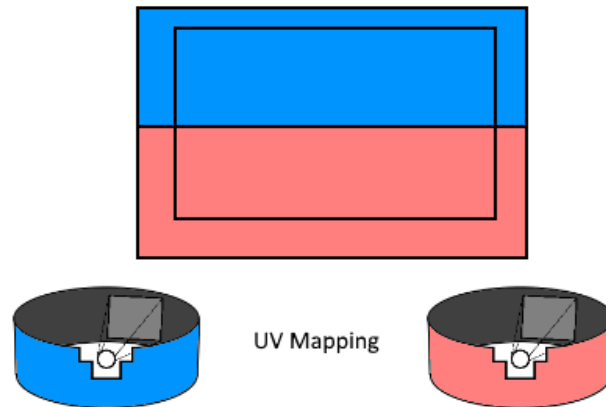


Figura 4.3: Visualização 3D Cilíndrica.

- Para vídeo 360° esférico foi desenvolvida uma esfera com um mapeamento especial que é vista de igual forma por ambos os olhos.
- No vídeo 360° esférico 3D, tal como nas versões 3D dos tipos de vídeo anteriormente mencionados, existem duas esferas, sendo que, uma viu o seu mapeamento UV reduzido à metade superior da *frame* e a outra à parte inferior da mesma, como é visível na figura 4.4, permitindo assim reproduzir vídeo 360° esférico 3D Vertical. O motivo de escolha de 3D vertical é o mesmo do apresentado para o vídeo 360° cilíndrico 3D.

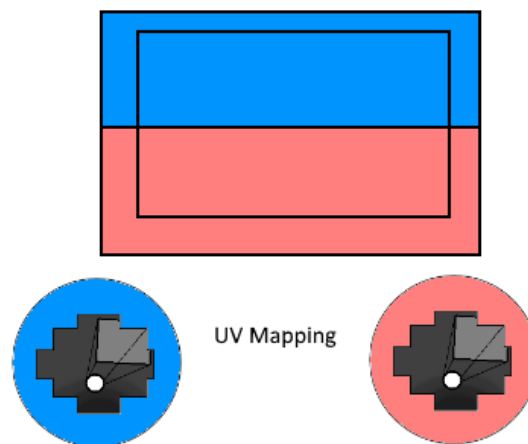


Figura 4.4: Visualização 3D Esférica..

Tanto nas representações de vídeo cilíndrico como nas de vídeo esférico, a visualização é feita como se o utilizador estivesse no centro do cilindro / esfera a olhar para as superfícies das mesmas, como é visível nas figuras 4.1, 4.3 e 4.4. No caso da visualização de um vídeo simples em um plano, o plano encontra-se distanciado da posição central de visualização. Em todos os tipos de visualização, a distância média desde a posição central onde a cabeça se situa e a face de visualização do objeto pretendido é bastante semelhante sendo esta a medida suficiente para que, se visualizar um vídeo simples ou 3D simples, consiga visualizar toda a tela olhando na direção do centro da mesma.

No sistema criado, não é a tela que roda mas sim o objeto representativo da cabeça do utilizador e, conseqüentemente, as câmaras situadas na posição equivalente aos olhos na simulação da cabeça. Estes movimentos podem ser efetuados através de vários métodos de *input* como se pode verificar na secção 4.6.



Figura 4.5: Visualização de vídeo 360° utilizando a aplicação SSVR.

4.3 Visualização de Conteúdos

Visto que um dos pontos essenciais definidos no projeto passaria pelo aumento de imersão na visualização de vídeo usando dispositivos móveis em conjunto com kit de óculos de Realidade Virtual, no ecrã principal que é visualizado através dos óculos optou-se por utilizar uma interface minimalista como é apresentado nas figura 3.1, 4.5 e 4.6. Assim, apenas existe a informação estritamente necessária para a visualização e interação com os conteúdos, não existindo outros elementos distrativos a ser apresentados, favorecendo assim a imersão do utilizador. Como tal, apenas é impresso em cada metade do ecrã do dispositivo móvel a respetiva imagem de *frame* do vídeo

que deverá ser apresentada a cada olho para o tipo de vídeo que esteja selecionado e, sobreposto a esta imagem, são também impressas informações visuais do Sistema de Objetos Interativos. Estas informações visuais incluem:

- Marcos *Off-Screen* de existência de Objeto Interativo fora do ecrã em determinada direção na zona da visão periférica relativamente à posição da cabeça, informando o utilizador que deverá tentar olhar para esse mesmo marco para chegar a um objeto interativo.
- Marcos interativos relativos a notas ou ligações presentes na área de visualização.
- Informações adicionais que possam ser geradas pela interação com os marcos interativos, podendo estas últimas ser desativadas pelo utilizador.

Caso o utilizador tenha necessidade de visualizar informação adicional, este pode aceder à aplicação de segundo ecrã (SSVR Helper) em modo de Realidade Aumentada como já foi previamente descrito e visualizar as informações pretendidas na mesma.

A aplicação de segundo ecrã possui uma interface mais complexa onde foram criados nas zonas mais periférica do ecrã uma série de botões utilizáveis com funcionalidades associadas caso o utilizador pretenda usar a aplicação de segundo ecrã num segundo dispositivo móvel como um controlador em modo toque. A zona de ecrã selecionada e a disposição dos botões na mesma foi elaborada como é apresentado na figura 4.8, tendo esta sido escolhida por fornecer ao utilizador um maior conforto de utilização e por ser mais fácil aos dedos humanos de interagir de forma rápida com funcionalidades que necessitam de rápida intervenção com a disposição utilizada. Na zona mais central existe um touchpad que simula o rato e controla a movimentação da câmara da aplicação principal. Existem também campos de edição de texto que são utilizados para configurar diretamente o vídeo e os objetos interativos como é explicado na secção 4.7.

Para além das funcionalidades de controlo, a aplicação de segundo ecrã possui também funcionalidades de segundo ecrã (SecondScreen). Foi colocada uma barra temporal que informa a percentagem atual do tempo de vídeo decorrido relativamente ao tempo total. Esta barra é também ela interativa podendo o utilizador utilizá-la para com um único clique navegar para o tempo de vídeo pretendido. Sobre a zona onde está localizado o touchpad é possível aceder a informações adicionais relativamente ao conteúdo a ser visualizado, tais como, o nome do vídeo, a descrição do vídeo, o “vídeo passado” e “vídeo futuro” definidos para esse instante e os dados informativos relativamente à última nota ou ligação com o qual houve interação.

Optou-se pelas diferentes interfaces descritas, pois, a aplicação de segundo ecrã pode ser usada para complementar a interface mais minimalista da aplicação principal

quando a mesma seja usada em modo de Realidade Aumentada. É de lembrar que para uma melhor experiência devem ser usadas em ambientes escuros.

Existem várias outras funcionalidades da aplicação de segundo ecrã que são abordadas na Secção 4.7 em mais detalhe mas que não são relevantes para a presente secção.

4.3.1 Filtros

O utilizador tem ao seu dispor métodos que lhe permitem a aplicação de filtros à imagem visualizada no ecrã principal. De entre os filtros existentes, os de maior relevância permitem o melhoramento das cores, do contraste, dar um efeito sépia, entre outros.

4.4 Sistema de Cores dos Objetos Interativos

Como mencionado na secção 4.3, foi criado um sistema de objetos interativos associados a um determinado tempo e espaço do vídeo. Estes objetos interativos têm uma rotação associada relativamente a um ponto frontal fixo de vídeo, acompanhadas de um tempo de início e de fim de vida, de um tipo e de um valor associados.

Para diferenciar entre os objetos interativos seleccionados e não seleccionados para interação foi escolhido um padrão de cores que lembram o semáforo de trânsito. O tom vermelho é para parar, o tom verde é para andar, sendo que, num cruzamento, apenas uma direção deve estar verde ao mesmo tempo para evitar colisões. No caso dos objetos interativos funciona de igual modo. Todos os objetos do cruzamento de objetos presentes na área de visualização têm por omissão o seu “semáforo” a vermelho. Quando o utilizador se aproxima de um ou mais objetos interativos, o que estiver na posição mais central relativamente à área de visão dos olhos recebe o sinal verde para poder andar.

Quando os objetos interativos estão fora da zona de visualização ou estão na zona de visão periférica, tal como já foi mencionado na secção 4.3, estes são substituídos por marcos informativos que variam o seu tom entre vermelho e amarelo. Tal como para os tons escolhidos para os marcos interativos anteriormente mencionados, a lógica para a escolha de tons para os marcos informativo também é semelhante baseando-se também ela num semáforo. Quanto maior rotação necessária para colocar o objeto interativo na área de visualização mais vermelho o semáforo de entrada para o sistema de marcos interativos se torna com um valor máximo para os 180°. Quanto menor a rotação necessária para o colocar na área de visualização, mais amarelo se torna, com um valor mínimo nos 60°. Quando o mesmo está na zona de visualização o semáforo torna-se

verde e este entra no sistema de marcos interativos não sendo por isso visualizado o tom verde dos marcos informativos.

Os marcos *off-screen* são colocados na direção que necessita de menor rotação para chegar ao marco interativo.



Figura 4.6: Marcos Interativos.

4.5 Sistema de Importação de Objetos Interativos

Durante o processo de importação o utilizador tem que seleccionar o vídeo destino, o ficheiro de importação e um nome a atribuir a este processo de importação. Todos os Objetos Interativos não repetidos contidos no ficheiro fonte são adicionados ao ficheiro local do utilizador com o identificador de nome de importação associado.

Caso o utilizador não goste dos objetos importados, o mesmo pode removê-los de duas formas:

- Individualmente, um a um, durante a visualização.
- Todos, utilizando o sistema de importação para reverter uma importação. Para utilizar este método é importante usar o mesmo nome usado para importação.

4.6 Sistema de Navegação Facilitada

Um dos grandes problemas que se coloca na visualização de conteúdos recorrendo a óculos de Realidade Virtual passa pelo modo de interação. Como os óculos têm por objetivo isolar o utilizador do mundo real que os rodeia, o utilizador perde qualquer tipo de controlo visual sobre eventuais controladores que esteja a utilizar. Utilizadores mais

experientes conseguem fixar as posições dos botões de um determinado controlador, mas, para um utilizador mais casual, esta tarefa torna-se impossível tendo este que remover os óculos para obter contato visual com o controlador e seguidamente seleccionar a opção desejada produzindo esta ação uma quebra na visualização e na imersividade. Mesmo um utilizador mais experiente tem dificuldades em interagir com um controlador sem botões físicos como é o caso de um segundo telemóvel que use o toque para controlar a interação com conteúdos no primeiro. Como tal, para facilitar a interação do utilizador com os conteúdos, elaborou-se um Sistema de Navegação Facilitada. Neste sistema, foram desenhadas e desenvolvidas funcionalidades base de possíveis interações úteis na visualização de conteúdos multimédia, com especial foco para navegação em hipervídeo 360°, estando estas descritas mais abaixo. Através do Sistema de Navegação Facilitada o utilizador poderá utilizar tanto *input* local como *input* remoto fornecido através da SSVR Helper por WiFi, como na figura 4.7.

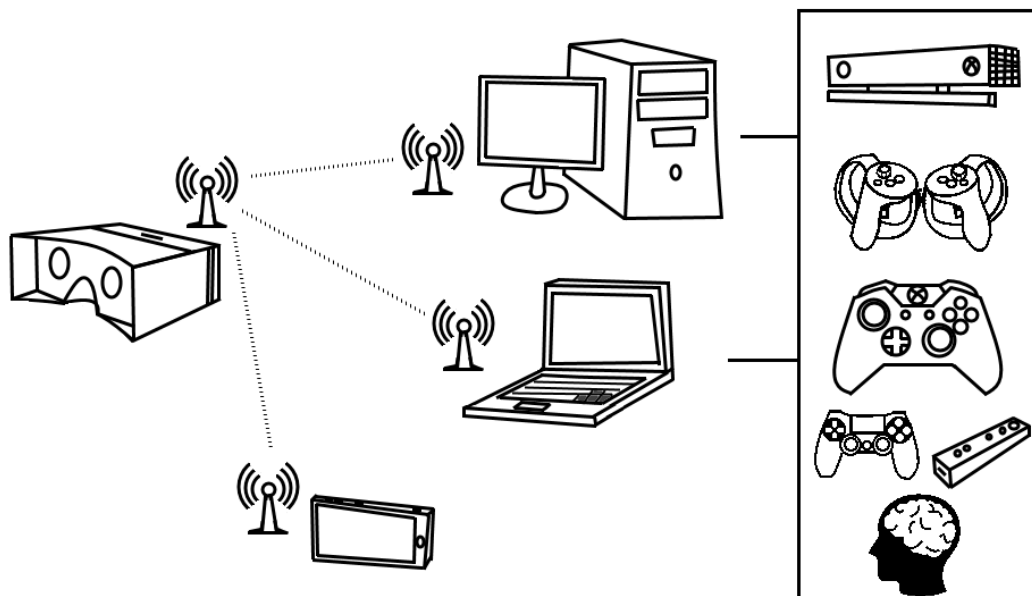


Figura 4.7: Comunicação de Sistema de Navegação Facilitada

O *input* local permite a utilização de uma das três seguintes opções: teclado juntamente com um rato, um comando de Xbox One, ou, um comando de Playstation 4.

O *input* remoto, neste caso via SSVR Helper não se encontra limitado a nenhum tipo de input específico. Utilizando o SSVR Helper, ou um outro qualquer tradutor que possa vir a ser criado, desde que o protocolo existente seja respeitado, qualquer tipo de *input* já existente ou não poderá ser utilizado. Podem assim ser utilizados comandos de voz, gestos, o pensamento, ou até mesmo um outro qualquer método de *input* futurista que venha a ser desenvolvido. Para tal, é necessário que seja elaborado mapeamento do

tipo de *input* desejado para o descrito na secção 4.6.2, comunicando os resultados desse mapeamento ao Sistema de Navegação Facilitada respeitando o seu protocolo também este descrito na secção 4.8. Já existem no mercado bastantes ferramentas que permitem este mapeamento, podendo por exemplo mapear um determinado gesto a produzir a pressão de uma determinada tecla. O SSVR Helper foi desenvolvido de modo a demonstrar o potencial do Sistema de Navegação Facilitada, suportando por base o toque, tendo toda a sua interface sido realizada de modo a otimizar a interatividade do utilizador com a aplicação principal. Esta aplicação de segundo ecrã também ela suporta outros tipos de *input* tais como teclado e rato, comando de Xbox One e comando de Playstation 4, tal como a aplicação principal, tornando assim possível que um utilizador que tenha um dispositivo móvel que não possua a funcionalidade de OTG e por isso não consiga ligar via USB por exemplo a um comando, passe também ele a ter à mesma a capacidade de se conectar ao dispositivo de input que deseja utilizando um segundo dispositivo que use a SSVR Helper como intermediário.

4.6.1 Modo de Realidade Aumentada

Para lidar com a perda de controlo visual sobre os dispositivos de input adicionais e do mundo que nos rodeia quando se usam óculos de Realidade Virtual, através do Sistema de Navegação Facilitada, o utilizador pode fácil e rapidamente ativar e alterar os níveis de transparência de câmara. Deste modo, passa a ser possível visualizar a aplicação em segundo ecrã ou o controlador adicional e o mundo que nos rodeia para proceder a uma determinada interação, para visualizar conteúdos adicionais ou até mesmo para interagir com o mundo real. Esta funcionalidade é explorada em maior detalhe na secção 4.9.

4.6.2 Tradução de Input

Todo o *input* local ou remoto é traduzido pelo Sistema de Navegação Facilitada para uma nomenclatura de input uniforme, assemelhando-se à de um comando de Xbox One. As combinações para ativar as funcionalidades base foram pensadas e desenhadas de forma otimizada para a utilização de controladores tais como o comando da XBox One ou o da Playstation 4, fazendo o sistema tradução de ambos para a nomenclatura usada e funcionando com ambos. A lista de combinações suportadas e os respetivos comandos base associados pode ser visualizada em seguida de forma detalhada e separada por Categorias:

- **Manipulação de vídeo:**
 - “DPadX+”: velocidade de vídeo 2x enquanto pressionado.

- “DPadX-”: velocidade de vídeo -2x enquanto pressionado.
- “DPadY+”: Aumento de unidade de volume.
- “DPadY-”: Redução de unidade de volume.
- “B” + “DPadX+”: Altera o estado atual de visualização alternando entre pausar e retomar a visualização do vídeo.
- “B” + “DPadX-”: Recomeçar o vídeo.
- **Manipulação de objetos interativos:**
 - “Score”: Grava edições de objeto interativo em modo de edição caso exista algum objeto interativo em edição. Caso não exista nenhum objeto interativo em modo de edição adiciona um novo para a rotação atual não alterando o estado atual do vídeo.
 - “B” + “Score”: Semelhante a “Score”, mas, coloca o estado do vídeo em modo de pausa aquando a introdução do objeto interativo.
 - “B” + “A”: Colocar o objeto interativo selecionado em modo de edição caso não haja já um em modo de edição.
 - “B” + “DPadY+”: Alterna entre os tipos de objetos interativos existentes o objeto interativo atualmente em modo de edição (notas informativas, ligação interna e ligação externa).
 - “L”: Guarda o tempo atual de vídeo como tempo limite de vida do objeto interativo atualmente em modo de edição.
 - “B” + “L”: Faz reset ao tempo limite de vida do objeto interativo atualmente em modo de edição passando esse a ser a duração vídeo (o objeto interativo vive até ao final do vídeo).
 - “B” + 2 cliques rápidos em “DPadY-” (máximo de 1.5 segundos de intervalo): Apaga o objeto interativo atualmente em modo de edição de forma permanente do sistema.

- **Manipulação de Câmara e assistência em modo AR:**
 - “X”: Diminui transparência da câmara.
 - “Y”: Aumenta transparência da câmara.
 - “B” + “R”: Alterna entre modo ON/OFF de controlo de rotação de câmara através de sensores para HeadTracking.
 - “R”: Efetua *reset* na movimentação realizada pelo rato voltando ao ponto de origem.
 - “B” + “X”: Seleciona o filtro de imagem anterior.
 - “B” + “Y”: Seleciona o próximo filtro de imagem.
- **Interação com vídeo:**
 - “A”: Interagir com Objeto Interativo.
 - “LT”: Rotação progressiva para a esquerda enquanto pressionado.
 - “RT”: Rotação progressiva para a direita enquanto pressionado.
 - “B” + “LT”: Rotação instantânea de 120° para a esquerda.
 - “B” + “RT”: Rotação instantânea de 120° para a direita.
 - “B” + “LB”: Navegação para vídeo definido como “Vídeo passado”.
 - “B” + “RB”: Navegação para vídeo definido como “Vídeo futuro”.
 - 2x “Menu”: Regressa ao menu principal.
 - “B”: Cancela pedido de retorno para o menu principal e o pressionar contínuo dá acesso às segundas funcionalidades dos botões principais.
- **Edição de vídeo:**
 - “RB”: Altera o tipo de vídeo para o próximo da lista.
 - “LB”: Altera o tipo de vídeo para o anterior da lista.
 - “B” + “Menu”: Guarda as alterações efetuadas às configurações de vídeo. Não afeta as notas.

4.7 SSVR Helper como aplicação de segundo ecrã

Para o projeto, com o intuito de mostrar o potencial do Sistema de Navegação Facilitada e do *input* remoto aliado às funcionalidades de Second Screen, foi desenvolvida uma aplicação de segundo ecrã denominada de SSVR Helper que funciona como um tradutor de input base de toque de ecrã, de teclado e rato e, também, de controlador de Xbox One ou Playstation 4. Para todos os restantes tipos de input deve ser realizado um mapeamento do input pretendido através de uma das ferramentas já existentes.

Esta possui funcionalidades de Second Screen tornando-se assim possível visualizar informações adicionais sobre os conteúdos que estão a ser visualizados, ou, até mesmo, editar ou interagir com o próprio conteúdo. Esta aplicação de segundo ecrã

foi elaborada de modo a assemelhar-se a um controlador de um leitor de discos multimédia possuindo vários botões de toque estruturados que facilitam a interação do utilizador com o vídeo.

A aplicação principal está constantemente a atualizar a informação na aplicação de segundo ecrã tornando-se assim possível utilizar a aplicação de segundo ecrã para as seguintes tarefas:

- Visualizar detalhes do vídeo, incluindo o nome, tipo, descrição, “vídeo passado” e “vídeo futuro” configurados para aquele instante.
- Reconfigurar os dados base do vídeo, descritos no ponto anterior.
- Editar, reconfigurar ou remover Objetos Interativos do sistema, de forma rápida e eficaz.
- Verificar a percentagem atual de tempo decorrido de vídeo através da barra de tempo.
- Alterar o tempo atual do vídeo de forma direta e instantânea utilizando a barra de tempo.
- Verificar qual a descrição do último Objeto Interativo com o qual houve interação tal como demonstrado na figura 4.8 e 4.9.

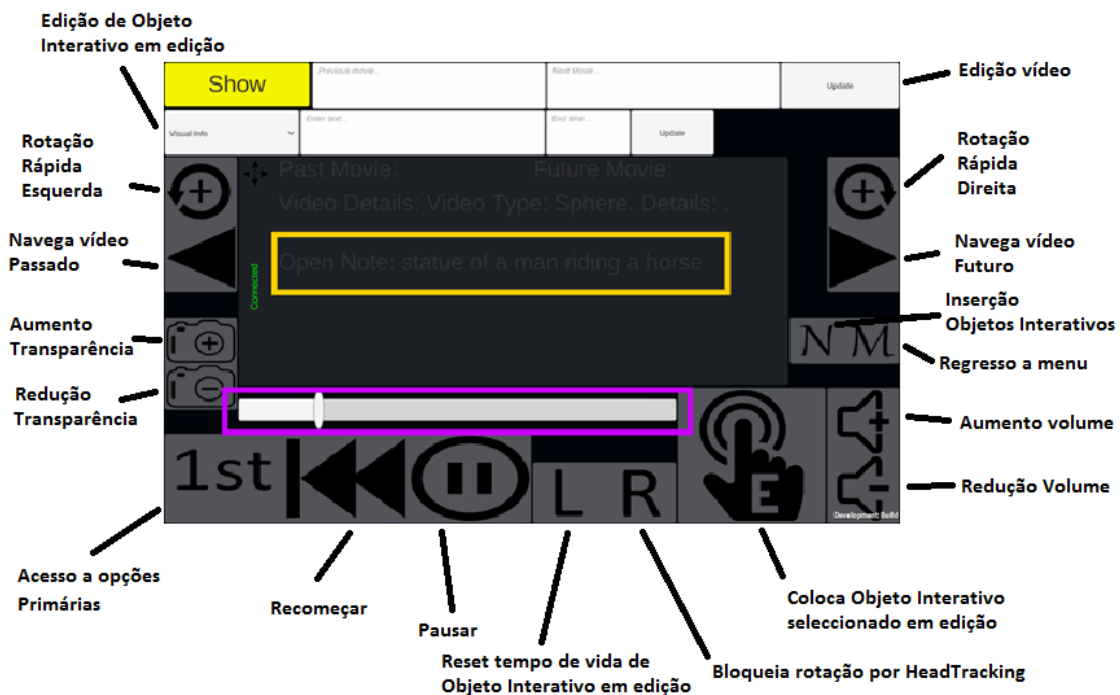


Figura 4.8: Interface secundária da aplicação de segundo ecrã.

Caso exista um Objeto Interativo em modo de edição o utilizador pode facilmente configurar todos os seus parâmetros utilizando o configurador de Objetos Interativos da aplicação de segundo ecrã, podendo definir o seu tipo, conteúdo e fim de vida.

O utilizador pode também facilmente configurar os dados base do vídeo na aplicação de segundo ecrã.

Desde que o protocolo descrito na secção 4.8 seja respeitado, todo o tipo de aplicação de segundo ecrã pode ser desenvolvido para que o Sight Surfers VR responda aos comandos pretendidos, podendo assim desenvolver-se uma aplicação de segundo ecrã ainda mais otimizada que por exemplo apresente um mini-mapa com navegação instantânea para uma determinada rotação de vídeo, ou, que apresente a imagem de um dos olhos relativamente ao que o utilizador está a visualizar para que outros utilizadores também possam visualizar a sua experiência.

Existem bastantes compatibilidades relativamente à ligação de certos tipos de dispositivos de *input* externo a dispositivos móveis, principalmente quando estes não possuem a capacidade de USB OTG. A partir do uso da aplicação de segundo ecrã, visto que esta é suportada nos tipos de dispositivos e Sistemas Operativos mais utilizados hoje em dia, é suprimida esta falta de compatibilidade. Deste modo, torna-se irrelevante o tipo de *input* que se pretende utilizar, necessitando apenas de ser configurado um mapeamento do tipo de input pretendido no equipamento onde funciona a aplicação de segundo ecrã, utilizando uma das ferramentas já existentes no mercado. O SSVR Helper realiza uma conversão do *input* para o modelo descrito na secção 4.6.2 e de seguida comunica-o à aplicação principal respeitando o protocolo descrito na secção 4.8. Assim sendo, a partir do input remoto, qualquer tipo de meio de input é possível, podendo ser utilizados comandos de voz, gestos, gamepad ou qualquer outro método inovador que ainda não tenha sido desenvolvido.

O SSVR Helper também possui mecanismos para as seguintes funcionalidades:

- Facilmente alternar entre modo Realidade Virtual e modo Realidade Aumentada, alterando instantaneamente para os níveis de transparência de câmara pré-definidos para cada modo, ou, se o utilizador assim o desejar, aumentando ou reduzindo progressiva e manualmente este valor.
- Rotação rápida de 120° à direita ou à esquerda, sendo este valor de ângulo configurável nas definições da aplicação.
- Rotação lenta progressiva à direita ou à esquerda.
- Configurar os dados base do vídeo, tais como, nome, tipo, descrição, “vídeo passado” e “vídeo futuro” configurados para aquele instante.
- Guardar persistentemente dados base de vídeo.
- Fácil navegação para “vídeo passado” e “vídeo futuro”.

- Adicionar, configurar ou remover Objetos Interativos do sistema, de forma rápida e eficaz.
- Colocar Objetos Interativos em modo de edição.
- Guardar persistentemente Objetos Interativos.
- Navegação em termos de orientação no vídeo.
- Bloqueamento e desbloqueamento de movimentação em termos de orientação a partir dos sensores do dispositivo principal, comumente chamado de HeadTracking.
- Comandos de controlo de vídeo:
 - Pausar e Retomar o vídeo.
 - Avançar vídeo a velocidade 2x, 4x ou 8x.
 - Recuar vídeo a velocidade -2x, -4x ou -8x.
 - Reiniciar o vídeo.
 - Aumento e Redução de volume do som.

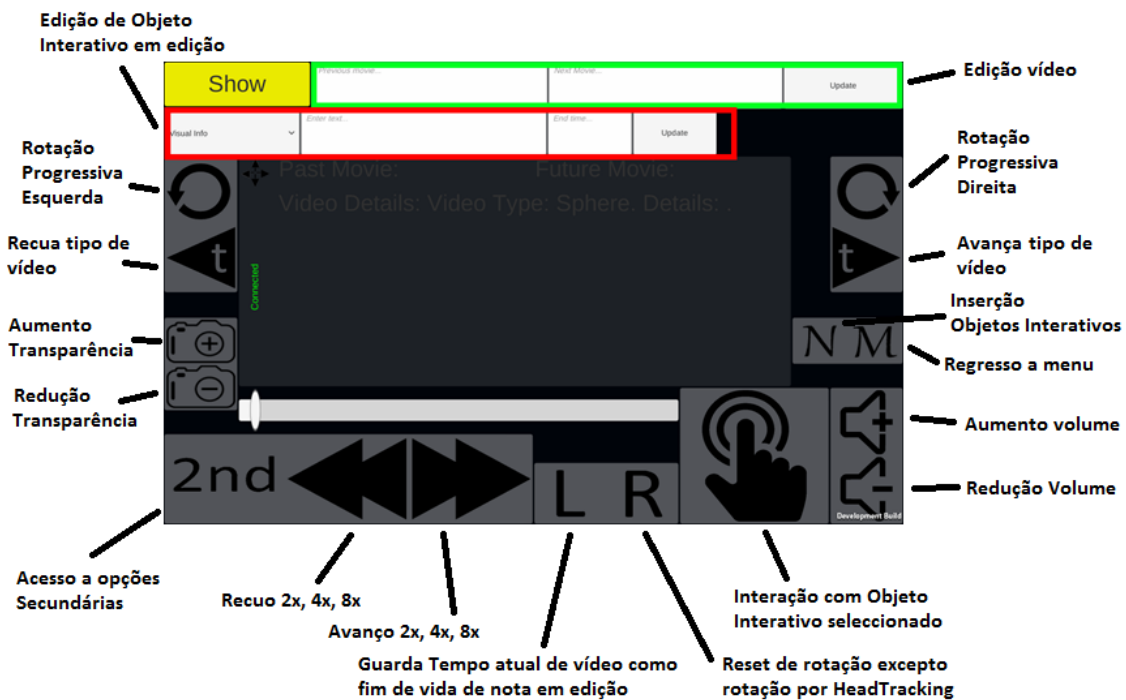


Figura 4.9: Interface primária da aplicação de segundo ecrã.

4.8 Protocolo de Ligação à Aplicação Principal

Caso se deseje criar uma outra aplicação de segundo ecrã, essa nova aplicação de segundo ecrã deverá respeitar o protocolo aqui descrito. A aplicação deve de se ligar à aplicação principal através de *sockets*. Ao ser concretizada a ligação com sucesso, a

aplicação principal passa a comunicar de forma continua os dados relativos aos conteúdos a ser visualizados respeitando a seguinte formatação:

IsRumbling::Interval::Duration::CurrDurPerc::VideoData

- IsRumbling: referente à informação se a aplicação de segundo ecrã deverá vibrar naquele instante (se a aplicação de segundo ecrã suportar vibração). Este campo deverá ter o valor de “true” caso se deseje que haja vibração.
- Interval: intervalo de vibração, devendo o mesmo ser um float.
- Duration: Duração de vibração, devendo o mesmo ser um float.
- CurrDurPerc: Percentagem atual de vídeo decorrido, devendo o mesmo ser um float.
- VideoData: Conjunto de dados sobre o conteúdo a visualizar:
 - prevVideo;;nextVideo;;videoInfo;;lastUsedNoteInfo
 - prevVideo: *String* referente ao nome do vídeo configurado como “vídeo passado”.
 - nextVideo: *String* referente ao nome do vídeo configurado como “vídeo futuro”.
 - videoInfo: *String* com detalhe informativo sobre o vídeo que se está a visualizar.
 - lastUsedNoteInfo: *String* com Mensagem / conteúdo do último Objeto Interativo com que houve interação.

Por sua vez, a aplicação principal está à espera de receber como resposta da aplicação secundária informação referente ao input remoto e a pedidos de ações especiais respeitando a seguinte formatação:

LookX::LookY::X::Y::A::B::LB::RB::LT::RT::Score::Menu::DPadX+:::DPadX-:::DPadY+:::DPadY-::L::R::desiredPosition::SpecialAction

- Os campos LookX e LookY são referentes à navegação *input* adicional da câmara devendo por isso ser do tipo *float*. Na aplicação principal, o *input* adicional de navegação não interfere com o sistema de HeadTracking, mas, interfere com a navegação por rato local.
- Todos os restantes campos à exceção de *desiredPosition* e *SpecialAction* deverão ter o valor “1” caso seja para definir esse botão como pressionado na aplicação principal, ou, “0” caso seja para definir como não pressionado.
- O campo *desiredPosition* deverá ter o valor de -1. Quando o valor deste campo é igual ou superior a 0, é feita uma navegação para o tempo/*frame* de

vídeo correspondente à percentagem transmitida neste parâmetro como a ponto percentual de vídeo pretendido. Este campo deverá possuir um float.

- O campo SpecialAction é usado para fazer pedidos especiais à aplicação principal. Quando não se pretende realizado nenhum pedido, este deverá ter o valor “”. Existem dois tipos de SpecialAction atualmente suportados sendo as correspondentes mensagens as seguintes:
 - PrevMovie;;NextMovie : Código para reconfigurar dados base do vídeo, nomeadamente, o vídeo passado e o vídeo futuro.
 - PrevMovie deve conter o nome do ficheiro considerado o vídeo passado.
 - NextMovie deve conter o nome do ficheiro considerado o vídeo futuro.
 - Type;;Value;;EndTime : Código para reconfigurar os dados da nota atualmente em modo de edição.
 - Type é referente ao tipo da nota podendo este valor ser “visualInfo”, “frame” ou “video”.
 - Value é o valor a ser introduzido na nota.
 - Em notas do tipo “visualInfo” refere-se à informação textual a ser apresentada.
 - Em notas do tipo “frame” deverá ser um inteiro e refere-se à frame de destino para efeitos de navegação.
 - Em notas do tipo “video” deverá ser o nome do vídeo podendo usar-se a seguinte terminação de modo opcional “:DestTime” caso se deseje iniciar o vídeo num ponto específico sendo DestTime o tempo de vídeo destino pretendido para início (exemplo: “3DSimple.mp4:33”).
 - EndTime é o tempo de vida máximo da nota. Se este valor foi inferior ao tempo de início de vida da mesma, então, este valor passa a ser a duração da nota.

4.9 Interação com o Mundo Real

Um dos grandes problemas no uso de óculos de Realidade Virtual passa por ser necessário removê-los quando existe necessidade por parte do utilizador de interação com o mundo real devido à fácil perda de percepção do mundo que nos rodeia. Ao removê-los durante uma sessão de visualização, este ato acaba por provocar uma quebra na visualização dos conteúdos e consequentemente, uma quebra na imersividade.

Para fazer face a este problema pensou-se para o caso específico dos dispositivos móveis em conjunto com *kits* de óculos de Realidade Virtual em formas de evitar esta quebra de fluxo de visualização, tendo-se chegado à solução usada neste projeto que passa por permitir que o utilizador interaja com o mundo real sem necessitar de remover os óculos, permitindo que o mesmo continue a assistir aos conteúdos enquanto realiza esta interação com o mundo real. Para tal, quando o utilizador assim o desejar, através do Sistema de Navegação Facilitada que garante meios de acesso rápido a estas funcionalidades, o mesmo pode aumentar ou diminuir o nível de transparência da câmara principal do dispositivo móvel passando do modo Realidade Virtual para o modo Realidade Aumentada, onde os conteúdos aparecem sobrepostos à imagem do mundo que no rodeia.

A maioria dos *kits* de óculos de Realidade Virtual oferecem uma abertura na zona comumente usada para colocação de câmara nos dispositivos móveis. Como tal, aproveitando esse facto, o sistema foi desenvolvido de forma a utilizar a câmara principal do equipamento, podendo o utilizador alternar entre os modos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, definindo os valores de transparência da câmara principal. A imagem captada pela câmara é então sobreposta à imagem dos conteúdos com um certo grau de transparência. Quando os níveis de transparência são demasiado baixos, a câmara é desativada por forma a poupar energia. Por sua vez, níveis demasiado elevados tornam os conteúdos invisíveis sendo totalmente substituídos pela imagem da câmara.

Esta funcionalidade permite ao utilizador interagir com o mundo que o rodeia, visualizar um controlador adicional ou o ecrã de um segundo dispositivo onde a SSVR Helper funciona para proceder a uma determinada interação ou para visualizar conteúdos adicionais na aplicação de segundo ecrã.

Com valores baixos de transparência esta funcionalidade torna-se útil caso o utilizador opte por utilizar a aplicação de segundo ecrã, a SSVR Helper, num dispositivo adicional, em especial em ambientes escuros, para complementar o uso da aplicação principal. No cenário atrás descrito, o utilizador passa a conseguir facilmente

interagir com a aplicação principal através da SSVR helper, tendo acesso a funcionalidades de controlo e a dados adicionais apresentados no ecrã da aplicação de segundo ecrã.

Através do Sistema de Navegação Facilitada, o utilizador também tem a possibilidade de facilmente bloquear a movimentação através dos sensores presentes no dispositivo colocado nos óculos, bloqueando assim o cálculo normalmente denominado de HeadTracking, tornando assim um ponto de foco no vídeo fixo, sendo a movimentação de câmara apenas controlável por input local ou input remoto, descrito na secção 4.6. Esta funcionalidade de bloqueio é bastante útil para visualizações de vídeo simples e simples 3D, pois, a distância da câmara à tela de representação deste tipo de conteúdos é a suficiente para apresentar todo o conteúdo na área de visualização caso o ponto de foco seja o centro da tela, possibilitando assim bloquear esse ponto de foco e visualizar sempre a tela na sua totalidade independentemente do movimento que se faça. Deste modo, é possível assistir aos conteúdos enquanto o utilizador se movimenta pela casa, realiza as suas outras tarefas, interage com objetos, mantém diálogo com alguém, entre muitas outras variadas possibilidades. A figura 4.10 é referente à utilização desta funcionalidade estando o utilizador a assistir a conteúdos enquanto interage com o mundo real.

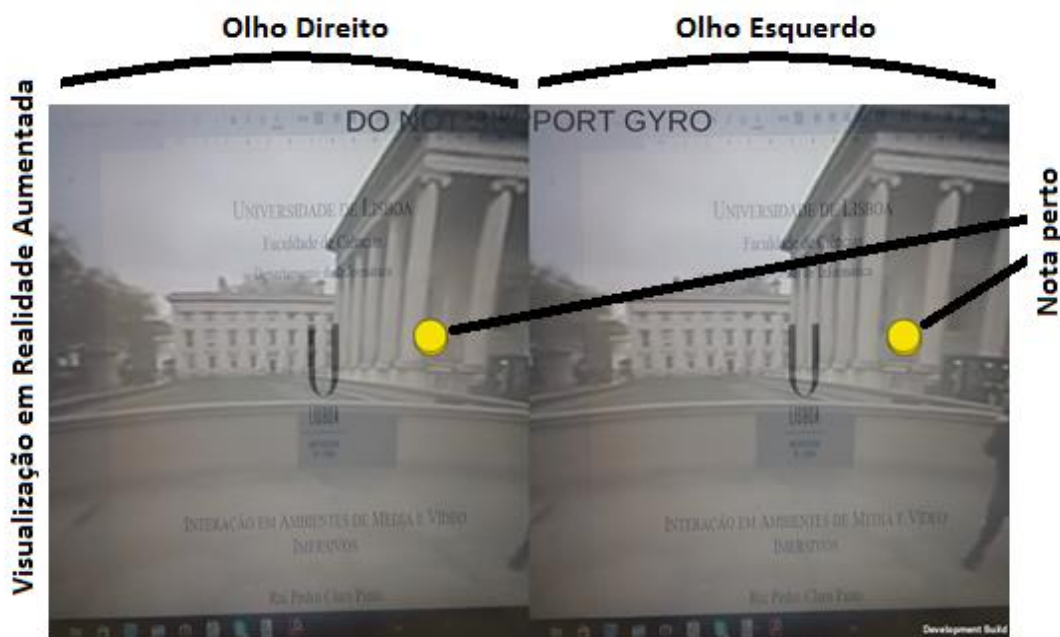


Figura 4.10: Marcos Off-Scren em modo AR.

4.10 Conclusão

Neste capítulo foram abordados os detalhes de implementação das funcionalidades desenvolvidas. Segue-se o capítulo onde foi elaborada a validação das opções tomadas através de um processo de avaliação com utilizadores.

Capítulo 5 Avaliação

Foi realizada uma avaliação de usabilidade do Sight Surfers VR e do SSVR Helper com um grupo de teste. Os pontos mais importante para esta avaliação passavam não só por avaliar a usabilidade e utilidade do sistema, mas, também, por tentar chegar a novas necessidades e sugestões que surgissem do processo de avaliação com utilizadores. Também se queria avaliar facilidade de interação com o mundo real e com a aplicação de segundo ecrã sem remover o kit de óculos. Foi também utilizado um controlador Xbox One.

Segue-se o método de avaliação utilizado, os resultados e as conclusões tiradas deste processo de avaliação.

5.1 Método de Avaliação

Foi conduzida uma avaliação onde foram atribuídas um conjunto de tarefas aos utilizadores por forma a estes interagirem com o sistema, usando técnicas de observação para verificar a perceção, reação e fluidez do utilizador em usar o sistema principal e a aplicação secundária.

Foi realizada uma explicação do conceito, dos objetivos e das funcionalidades base presentes no Sight Surfers VR, tendo posteriormente sido apresentadas ao utilizador várias tarefas a ser realizadas, observando-se a reação dos utilizadores, os erros que estes cometeram, as hesitações e as dificuldades com que os mesmos se depararam por forma a chegar a possíveis fragilidades e necessidades de melhoria para um trabalho futuro.

No final de cada tarefa, os utilizadores responderam a um questionário pré-concebido com questões relevantes para o contexto da avaliação onde puderam deixar comentários e sugestões a cerca da sua experiência a realizar essa mesma tarefa. A elaboração do questionário teve por base o modelo USE (Usability, Satisfacion e Easy of Use) (Lund, 2001) e as classificações atribuídas pelos utilizadores foram classificações USE numa escala de 1-5.

5.2 Participantes

Foram entrevistados 10 indivíduos dos quais 5 do sexo masculino e 5 do sexo feminino com idades compreendidas entre os 12 e os 60 anos de idade. À data da avaliação, apenas 1 dos indivíduos tinha 12 anos de idade, 5 tinham idades compreendidas entre os 25 e os 35 anos de idade e os restantes 5 tinham idades compreendidas entre os 55 e os 60 anos de idade, permitindo assim analisar a capacidade de diferentes gerações se adaptarem ao uso e facilidade de percepção das funcionalidades existentes. Relativamente à educação dos intervenientes, à exceção de um dos indivíduos com apenas 12 anos de idade, todos possuíam pelo menos o 9º ano de escolaridade, sendo que, três dos restantes indivíduos possuem ensino superior. À exceção de um dos indivíduos, todos os restantes já tinham tido contacto com sistemas de acesso e partilha de vídeo e costumam usar redes sociais. Sendo que, 5 deles sabiam o significado do conceito de vídeo em 360º, dos quais, 3 deles sabiam que a gravação de vídeo em 360º esférico é já hoje uma realidade. Apenas 4 dos indivíduos já tinham experimentado óculos de Realidade Virtual.

5.3 Resultados

À exceção da inicial ligação da SSVR Helper ao Sight Surfers VR, que provocou algumas dúvidas e confusão, todos os utilizadores conseguiram terminar o conjunto restante de 16 tarefas propostas, descritas na tabela da figura 5.1, tendo tido facilidade em utilizar as respetivas funcionalidades quando acompanhados pela aplicação de segundo ecrã, SSVR Helper. Os utilizadores de faixa etária mais elevada apresentaram alguma dificuldade na adaptação à utilização da aplicação acompanhada por um controlador de XBox One.

Tarefa	Descrição
T1	Ligar a aplicação de segundo ecrã ao SightSurfersVR e iniciar vídeo “3D Simple”.
T2	Bloquear a rotação do ecrã com a tela de vídeo visível no ecrã em posição confortável de visualização.
T3	Elevar a visibilidade da câmara para iniciar modo AR.
T4	Voltar ao início do vídeo usando a aplicação de segundo ecrã e de seguida Pausar o vídeo aproximadamente ao segundo 20.
T5	Voltar ao menu principal e iniciar o vídeo “360 British Museum”.
T6	Interagir com uma das notas configuradas no vídeo.
T7	Adicionar uma nova nota sobre o cavalo com a mensagem “O cavalinho!” e uma duração aproximada de 5 segundos e guarde-a de forma persistente.

T8	Reiniciar o vídeo e editar a nota previamente criada sobre o cavalo editando a mensagem para “O cavalinho bonito!”.
T9	Navegar para o vídeo futuro (visita de outra pessoa ao mesmo museu).
T10	Alterar o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico.
T11	Alterar a configuração do vídeo alterando o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico e configurando o vídeo passado como “BritishMuseum.mp4”.
T12	Criar uma nota do tipo de navegação para vídeo definindo o vídeo de destino o “360CookingBattle.mp4” e o tempo de destino o segundo 53 e sem tempo final de vida.
T13	Utilizar a nota criada em T12 para navegar para o vídeo destino introduzido na nota e volte a para o início do vídeo.
T14	Abrir uma das notas existentes nas bancadas e visualizar na aplicação de segundo ecrã a respetiva receita e/ou informação adicional.
T15	Utilize as teclas do controlador ou da aplicação de segundo ecrã para rotação rápida de câmara para assistir ao que decorre nas restantes bancadas.
T16	Importe as notas do ficheiro “notasRui.txt” para as suas notas pessoais dando-lhes o nome de utilizador criador “Rui”.

Figura 31: Tabela de tarefas avaliadas.

Os resultados são sumarizados para cada conjunto de tarefas, com a Média para (Utilidade, Satisfação e Facilidade de uso) apresentada na seguinte tabela (figura 5.2):

Tarefa	É útil	Ficou Satisfeito?	É fácil de usar?	Tempo
T1	1.9	1	1.4	Muito
T2	4.9	4.9	5	Pouco
T3	5	5	5	Pouco
T4	4.8	4.8	4.8	Normal
T5	5	5	5	Pouco
T6	5	5	5	Pouco
T7	5	5	4.9	Normal

T8	5	5	5	Pouco
T9	5	5	5	Pouco
T10	4	3.7	1.6	Muito
T11	4.8	4.8	4.8	Pouco
T12	4.9	4.8	4.2	Normal
T13	5	5	5	Pouco
T14	5	4.9	5	Pouco
T15	5	5	5	Pouco
T16	4.8	4.8	4.8	Normal

Figura 32: Tabela de resultados médios para cada tarefa avaliada

Navegação em Realidade Aumentada

Para testar a utilidade do modo de realidade aumentada, foi pedido ao utilizador que bloqueasse a rotação do ecrã com a tela de vídeo visível no ecrã em posição confortável de visualização (T2: U:4.9, S:4.9, F:5), depois, com o auxílio do controlo de Xbox One foi pedido que fosse alterada a visibilidade da camara (T3: U:5, S:5, F:5). Foi pedido ao utilizador que regressasse ao início do vídeo e o pausasse aproximadamente ao segundo 20 (T4: U:4.8, S:4.8, F:4.8).

Foi também pedido ao utilizador para interagir com um dos Objetos Interativos por forma a verificar se o mesmo percebia as diferentes cores dos marcos fora da área de visualização e se era fácil de perceber como interagir com os objetos (T6: U:5, S:5, F:5). Pediu-se ao utilizador que adicionasse uma nota informativa sobre o cavalo apresentado no vídeo com a informação “O cavalinho!” e uma duração aproximada de 5 segundos (T7: U:5, S:5, F:4.9).

Também foi pedido ao utilizador que navegasse para um vídeo 360° esférico de uma batalha de cozinha onde cada bancada tinha um objeto interativo com a receita a ser realizada na bancada (T:13 U:5, S:5, F:5). Por fim, pediu-se ao utilizador para abrir uma das receitas e a ler (T:14 U:5, S:4.9, F:5).

No uso de um comando de Xbox One os utilizadores apresentaram alguma dificuldade de adaptação à utilização do mesmo, principalmente nos indivíduos de faixa etária superior. Os utilizadores não conseguiram configurar o conteúdo das notas. Os utilizadores apresentaram alguma dificuldade na leitura de texto através dos óculos porque se perdiam facilmente em textos mais longos.

Estas tarefas foram posteriormente repetidas utilizando a aplicação de segundo ecrã. No uso da aplicação de segundo ecrã todos os utilizadores apresentaram uma maior facilidade de interação com a aplicação principal e com os conteúdos. Os utilizadores acharam prático utilizar o segundo dispositivo para ler as notas informativas, não tendo assim que movimentar a cabeça para ler notas de maiores dimensões no espaço do ecrã principal. Usando a aplicação de segundo ecrã os utilizadores continuaram a assistir aos restantes conteúdos baixando o segundo dispositivo quando necessitavam de maior foco no mesmo e voltando a colocá-lo à altura de leitura quando necessitavam de ler algo. No vídeo da batalha culinária, alguns utilizadores continuaram a visualizar as restantes bancadas enquanto liam uma das receitas, baixando o tablet por breves momentos quando o indivíduo estava a demonstrar algo.

Relativamente à avaliação global sobre as aplicações, os resultados foram bastante positivos revelando que houve facilidade em perceber como utilizar os mecanismos das mesmas. Em geral os utilizadores ficaram bastante satisfeitos com a exceção da ligação inicial, como se pode verificar na figura 5.3.

	É útil	Ficou Satisfeito?	É fácil de usar?	Fácil de perceber como usar?
Avaliação Global	4.8	4.8	4.8	4.5

Figura 33: Tabela de Avaliação Global

5.4 Discussão

Numa apreciação global, os utilizadores acharam que o Sigh Surfers VR e a SSVR Helper são bastante úteis, satisfatórios, fáceis de utilizar e de compreender e que provavelmente o utilizariam novamente, tal como se verifica no anexo B, onde são apresentados os resultados do processo de avaliação. No entanto, é de notar que houve alguma dificuldade na ligação inicial do SSVR Helper ao Sight Surfers VR, tendo sido comum os utilizadores relatarem que o procedimento deveria ser automático sem necessidade de intervenção.

Quando o tipo de vídeo não estava corretamente selecionado houve algumas situações de ligeira perturbação e confusão, tendo dois utilizadores que remover os óculos.

Os resultados foram bastante positivos relativamente ao uso da funcionalidade de Realidade Aumentada tendo os utilizadores achado a mesma bastante útil. No entanto, é de notar que houve sugestões que apontavam no mesmo sentido, de criar também níveis de transparência para a tela do conteúdo em si, independente do da imagem da câmara,

permitindo assim ter valores máximos de transparência para a câmara e valores baixos de transparência de tela de vídeo. Isto permite que ainda se visualize o conteúdo quando a imagem da câmara está totalmente opaca.

É de notar que algumas sugestões finais seguiam no sentido de melhorar as funcionalidades do modo Realidade Aumentada, tendo sido sugerido permitir a visualização de televisão em direto a partir do sistema para poder realizar tarefas domésticas enquanto assiste aos conteúdos e, também, permitir a fixação da tela de visualização digital a uma parede real com se de um ecrã de grandes dimensões se tratasse.

Conclui-se então que o sistema está a tornar-se mais rico, útil e poderoso.

Capítulo 6

Conclusão e Trabalho Futuro

Nesta secção do trabalho são apresentadas as conclusões retiradas da elaboração do projeto e são também dadas algumas sugestões de possíveis futuros melhoramentos e novos desenvolvimentos em trabalhos futuros.

6.1 Conclusão

Foram analisadas várias aplicações, ferramentas e tecnologias atualmente disponibilizadas, incluindo a aplicação SightSurfers, previamente desenvolvida em trabalhos anteriores, por forma a chegar a conclusões relativamente às necessidades comuns dos utilizadores deste tipo de aplicações. Foi também realizado o levantamento de necessidades no uso de óculos de Realidade Virtual para visualização de conteúdos. Graças a estas análises, chegou-se à conclusão de que existia uma grande necessidade face à dificuldade de utilização de equipamento adicional de controlo de navegação e interação e à quebra que o seu uso provocava, em especial na visualização de conteúdos usando óculos de Realidade Virtual, afetando consequentemente na imersividade.

Como tal, neste projeto apresentou-se a motivação, os desafios, o desenho e o desenvolvimento do Sight Surfers VR e da SSVR Helper.

Foram planeados modos de facilitar a interação do utilizador com os conteúdos, tendo-se criado o Sistema de Navegação Facilitada para esse efeito. Graças ao Sistema de Navegação Facilitada, a interação com os conteúdos tornou-se mais fácil e simples para o utilizador. Além de melhorar a interação, o Sistema de Navegação Facilitada também fornece abertura para o uso de outros tipos de *input* externo através da SSVR Helper, visto que esta funciona em grande parte dos dispositivos e Sistemas Operativos atualmente utilizados, removendo a barreira de incompatibilidade de ligação do dispositivo móvel onde o Sight Surfers VR funciona, ao dispositivo de input externo. Foram desenvolvidos métodos que permitem interação com elementos do mundo real, incluindo o SSVR Helper a funcionar num segundo dispositivo, sem necessidade de

parar a visualização dos conteúdos ou remoção do kit de óculos de Realidade Virtual, evitando assim quebras na visualização e conseqüentemente na imersividade.

Foi elaborado um sistema de Objetos Interativos com espaço e tempo associados, permitindo a visualização de informações adicionais, navegação para um tempo de vídeo diferente e navegação para um vídeo diferente. Os Objetos Interativos são facilmente introduzidos e manipulados pelo utilizador graças ao Sistema de Navegação Facilitada. Existem também outras funcionalidades de navegação temporal desenvolvidas a pensar nas necessidades do utilizador, tais como, a de navegação instantânea para o “vídeo passado” ou “vídeo futuro”, que navega para os vídeos relacionados mais antigos ou mais recentes, respetivamente, definidos num determinado instante,

Um ponto bastante importante nos dias de hoje, onde as redes sociais são usadas em larga escala é a partilha de informação, sendo que o sistema de importação de Objetos Interativos de outro utilizador para determinado vídeo veio ajudar à interação e partilha de conteúdos e experiências entre utilizadores. Esta funcionalidade pode-se tornar útil para complementar os conteúdos de um vídeo, como por exemplo, uma visita a um museu, podendo o utilizador importar os Objetos Interativos de outros utilizadores que também assistiram a esse mesmo vídeo e decidiram partilhar a sua experiência. Os outros utilizadores podem ter diferentes opiniões sobre um determinado ponto de interesse do conteúdo, ou simplesmente ter experienciado e reparado em diferentes detalhes. Pegando no exemplo do museu, torna-se assim possível criar cooperativamente uma experiência rica de visita a um museu, agregando as opiniões de utilizadores. Como é atribuído um nome de importação, tal como se consegue importar, também é possível facilmente eliminar todas as notas de um determinado utilizador que não estejam ao agrado. Toda esta importação e eliminação são efetuado a nível local.

Conclui-se portanto que o desenvolvimento deste projeto não só melhorou a interatividade e imersividade do utilizador, mas, também, a partilha de conteúdos entre utilizadores.

6.2 Trabalho Futuro

Os próximos passos seriam o melhoramento das funcionalidades atuais e a implementação de novas funcionalidades tendo em conta as novas necessidades dos utilizadores que foram identificados após a avaliação.

Um trabalho futuro interessante passaria por permitir a visualização de conteúdos televisivos a partir da aplicação, de modo a evitar as quebras com que os utilizadores se deparam quando estão a realizar uma determinada tarefa enquanto assistem a um conteúdo na televisão. Se o mesmo fosse assistido em Realidade Aumentada, tal como

aconteceu em alguns dos cenários usados para avaliação, o utilizador conseguiria realizar ambas as tarefas em simultâneo, sendo a quebra provocada por um acontecimento num dos elementos mínima, visto que, o foco de visualização muda com maior rapidez e nunca se perde na totalidade a percepção do outro.

Também seria bastante interessante como trabalho futuro o desenvolvimento de uma outra aplicação de segundo ecrã, substituta da SSVR Helper, que possua funcionalidades de mini-mapa, para visualizar o conteúdo de toda a *frame* na aplicação em segundo ecrã e poder produzir navegação instantânea para um determinado ponto de foco da mesma. Para esta nova aplicação de segundo ecrã, no seguimento dos resultados da avaliação, deveria de se realizar uma forma de procura e ligação automática da mesma à aplicação principal.

Outra ideia interessante, ainda no seguimento da anterior, passaria por a aplicação principal conseguir comunicar a imagem de apenas um olho para a aplicação de segundo ecrã, tendo essa capacidade de o reproduzir. Deste modo, outros utilizadores conseguiriam também eles assistir ao que o utilizador principal estava a visualizar.

Capítulo 7 Referências

Nesta secção são apresentadas as referências bibliográficas e as referências web usadas para consulta de informação necessária para a elaboração do projeto.

7.1 Referências Bibliográficas

Anthes C., Heinzlreiter P., Kurka G., Volkert J., Navigation models for a flexible, multi-mode VR navigation framework. In VRCAI '04 (June 2004). ACM 2004.

Azuma R., Tracking requirements for augmented reality. In Communications of the ACM (July 1993). ACM 1993.

Baudisch P., Rosenholtz R., Halo: a technique for visualizing off-screen objects. In CHI '03 (April 2003). ACM 2003.

Burigat S., Chittaro L, Gabrielli S, Visualizing locations of off-screen objects on mobile devices: a comparative evaluation of three approaches. In MobileHCI '06 (September 2006). ACM 2006.

Cerqueira C., Kirner C., Desenvolvimento de Ambiente de Realidade Virtual de Baixo Custo baseado em Realidade Aumentada. In WRVA 2012 (January 2012).

Chambel T., Chhaganlal M., Neng L., Towards immersive interactive video through 360° hypervideo. In ACE'2011 (Lisbon, Portugal, 8-11 November). ACM 2011.

Heinen M., Osório F., Uso de Realidade Virtual para a Simulação do Caminhar em Robôs Móveis.

M. A. Mirzaei, J.-R. Chardonnet, F. Mérienne, A. Genty, Navigation and interaction in a real-scale digital mock-up using natural language and user gesture. In VRIC '14 (April 2014). ACM 2014.

Neng L., Chambel T., Get Around 360° Hypervideo. In MindTrek '10 (October 2010). ACM 2010.

Noronha G., Álvares C., Chambel T., Sight surfers: 360° videos and maps navigation. In GeoMM '12 (October 2012). ACM 2012.

Ramalho J., Chambel T., Immersive 360° Mobile Video with an Emotional Perspective. In ImmersiveMe '13 (October 2013). ACM 2013.

Ramalho J., Chambel T., Windy sight surfers: sensing and awareness of 360° immersive videos on the move. In EuroITV '13 (June 2013). ACM 2013.

Schalkwyk J., Beeferman D., Beaufays F., Byrne B., Chelba C, Cohen M., Garret M., Strope B., Google Search by Voice: A case study, Google Inc.

Serra S., Jorge A., Chambel T., Multimodal Access to Georeferenced Mobile Video through Shape, Speed and Time. In BCS-HCI '14 (September 2014). ACM 2014.

Steinicke F., Bruder G., Hinrichs K., Hybrid traveling in fully-immersive large-scale geographic environments. In VRST '07 (November 2007). ACM 2007.

Vince J., Virtual reality systems. In book. ACM 1995.

7.2 Referências Web

[URL – 360Cap] - 360 Capture -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clapham_Common_360_Panorama_-_July_2007.jpg

[URL - WindySS] - Windy sight surfers: sensing and awareness of 360° immersive videos on the move -

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2465969&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL - Youtube] - 360 degree videos on youtube - <http://fusion.net/story/106108/360-degree-videos-are-the-coolest-new-thing-on-youtube/>

[URL - Vimeo] - Vimeo - <https://vimeo.com/>

[URL - Kinect] - Captura de gestos e humor com Kinect: <http://x-tech.am/kinect-v2-detects-your-mood/>

[URL - Luvas] - Special Colour Glove for Gesture Capture - <http://news.mit.edu/2010/gesture-computing-0520>

[URL - GoogleWebSpeech] - Google WebSpeech API - <https://www.google.com/intl/en/chrome/demos/speech.html>

[URL – VR Gears] - Current VR Gears - <http://www.ibtimes.co.uk/playstation-vr-vs-htc-vive-vs-oculus-rift-preview-hands-year-virtual-reality-1521815>

[URL – GoogleCardBoard] – Google Cardboard - <https://www.google.com/get/cardboard/>

[URL – DurovisDive] - Durovis Dive - <https://www.durovis.com/index.html>

[URL – 5MeiaNoite] - 5 Para a Meia-Noite Second-Screen App - <http://media.rtp.pt/extra/tv/5-para-a-meia-noite-lanca-app-second-screen/>

[URL – ZombieU] - Wii U, ZombiU - http://images.nintendolife.com/news/2013/08/ubisoft_zombiu_development_was_a_learning_experience_in_second_screen_gameplay/large.jpg

[URL – SmartGlass] - Xbox Smartglass - <http://www.xbox.com/en-US/smartglass>

[URL – IS-900] - IS-900 System - <http://www.intersense.com/pages/20/14/>

[URL – OculusTouch] - Oculus Touch - <https://www.oculus.com/en-us/touch/>

[URL – OculusSDK] - Análise de Oculus Rift DK - <http://doc-ok.org/?p=548>

[URL – HDMS] - CNET How virtual worlds really work with Head Mounted Displays - <http://www.cnet.com/news/how-virtual-worlds-really-work-with-head-mounted-displays/#!>

[URL – GoogleSpeech] - Google WebSpeech API docs - <https://dvcs.w3.org/hg/speech-api/raw-file/tip/speechapi.html>

[URL – Halo] - Halo: a technique for visualizing off-screen objects - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=642695&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL – Historypin] - Historypin - <https://storify.com/brightideasblog/historypin-getting-started>

[URL – Holodeck] - Holodeck - <http://survios.com/history/>

[URL – PanoramicTour] - How to Create a Panoramic tour - <http://www.panoramic-photo-guide.com/virtual-tour-360-photography/how-to-make-virtual-tour-summary.html>

[URL – HTC Vive] - HTC Vive - <http://www.htcvive.com/us/>

[URL – IMBD] - Internet Movie Database - <http://www.imdb.com/>

[URL – MasterChef] - Master Chef Second-Screen App - <http://www.tvi.iol.pt/masterchef/extras/app-second-screen-masterchef/54c28db70cf20e66b85ce5e6>

[URL – KinectDev] - Microsoft Kinect Development - <https://dev.windows.com/en-us/kinect/develop>

[URL – MSSpeech] - Microsoft Speech

[URL – MWC16RV] - MWC16 realidade virtual - http://tek.sapo.pt/multimedia/artigo/mwc16_a_realidade_virtual_quando_nasce_e_para_quase_todos-46356xht.html

[URL –OculusRift] - Oculus Rift - <https://www.oculus.com/en-us/>

[URL –PSVR] - Playstation VR - <https://www.playstation.com/pt-pt/explore/ps4/features/playstation-vr/>

[URL –SS360] - Sight surfers: 360° videos and maps navigation - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2390798&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL –Sixense] - Sixense - <http://sixense.com/wireless>

[URL –RealityHDMs] - The Reality of head mounted displays - <http://doc-ok.org/?p=525>

[URL –ImmersiveVideo] - Towards immersive interactive video through 360° hypervideo - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2071518&dl=ACM&coll=DL&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL – ARRequirements] - Tracking requirements for augmented reality - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=159581&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL –VRMarket] - Virtual Reality Market - <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/augmented-reality-virtual-reality.asp>

[URL –OffScreenObjs] - Visualizing locations of off-screen objects on mobile devices: a comparative evaluation of three approaches - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1152266&CFID=746445283&CFTOKEN=39634012>

[URL –Youtube] - Youtube - <https://www.youtube.com/>

[URL –LowCostVR] - Desenvolvimento em ambiente de Realidade Virtual de baixo custo - https://www.researchgate.net/publication/272369327_Desenvolvimento_de_Ambiente_de_Realidade_Virtual_de_Baixo_Custo_baseado_em_Realidade_Aumentada

[URL –RobotVR] - Realidade Virtual para simulação de caminhar de robôs - http://www.academia.edu/2582718/Uso_de_Realidade_Virtual_para_a_Simula%C3%A7%C3%A3o_do_Caminhar_em_Rob%C3%B4s_M%C3%B3veis

Anexo A – Guia de Avaliação

1. Pequena introdução acerca do projeto, dos respetivos objetivos e, das funcionalidades básicas realizadas no menu principal que não necessitam de interação imersiva. Como se pretende verificar se a interação com a aplicação de segundo ecrã é simples e fácil de entender, não há lugar a descrição de interface do SSVR Helper, apenas havendo lugar à descrição das funcionalidades existentes que sejam usadas aquando a visualização de conteúdos, por forma a verificar se o utilizador consegue chegar ao método por si só e assim verificar se é considerado logicamente natural e fácil o suficiente.

Perguntas iniciais:

- Idade
- Sexo
- Formação académica
- Já usou óculos de Realidade Virtual? (Sim / Não + Comentário)
- Já assistiu a vídeos 360° em alguma outra plataforma tal como o Youtube? (Sim / Não + Comentário)
- Sabe o que é vídeo 360° esférico?
- Costuma usar redes sociais? (Sim / Não)
- Costuma ler as notas do criador em vídeos publicados em plataformas como o Youtube? (Sim / Não)

2.

T1 – Ligar a aplicação de segundo ecrã ao SightSurfersVR e iniciar vídeo “3D Simple”.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T2 – Bloquear a rotação do ecrã com a tela de vídeo visível no ecrã em posição confortável de visualização.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T3 – Elevar a visibilidade da câmara para iniciar modo AR.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T4 – Voltar ao início do vídeo usando a aplicação de segundo ecrã e de seguida Pausar o vídeo aproximadamente ao segundo 20.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Conseguiu encontrar a tecla de troca para métodos alternativos facilmente?	Sim / Não
Usou a barra de tempo da aplicação de segundo ecrã?	Sim / Não
Utilizou a funcionalidade de fast-forward?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T5 – Voltar ao menu principal e iniciar o vídeo “360 British Museum”.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T6 – Interagir com uma das notas configuradas no vídeo.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Percebeu de imediato como colocar as notas em modo de interação?	Sim / Não
Percebeu de imediato como interagir com as notas?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T7 – Adicionar uma nova nota sobre o cavalo com a mensagem “O cavalinho!” e uma duração aproximada de 5 segundos e guarde-a de forma persistente.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Usou o método para colocar o vídeo em pausa ao introduzir a nota?	Sim / Não
Achou fácil de configurar a nota na aplicação de segundo ecrã?	Sim / Não
Conseguiu definir o tempo de fim de vida da nota?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T8 – Reiniciar o vídeo e editar a nota previamente criada sobre o cavalo editando a mensagem para “O cavalinho bonito!”.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T9 – Navegar para o vídeo futuro (visita de outra pessoa ao mesmo museu).	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T10 – Alterar o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T11 – Alterar a configuração do vídeo alterando o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico e configurando o vídeo passado como “BritishMuseum.mp4”.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Alterou o tipo de vídeo?	Sim / Não
Alterou o vídeo passado?	Sim / Não
Guardou de forma persistente?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T12 – Criar uma nota do tipo de navegação para vídeo definindo o vídeo de destino o “360CookingBattle.mp4” e o tempo de destino o segundo 53 e sem tempo final de vida.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Conseguiu definir o tempo de destino pretendido do vídeo destino?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T13 – Utilizar a nota criada em T12 para navegar para o vídeo destino introduzido na nota e volte a para o início do vídeo.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
Usou a barra de tempo da aplicação de segundo ecrã?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T14 – Abrir uma das notas existentes nas bancadas e visualizar na aplicação de segundo ecrã a respetiva receita e/ou informação adicional.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T15 – Utilize as teclas do controlador ou da aplicação de segundo ecrã para rotação rápida de câmara para assistir ao que decorre nas restantes bancadas.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

T16 – Importe as notas do ficheiro “notasRui.txt” para as suas notas pessoais dando-lhes o nome de utilizador criador “Rui”.	
Concluiu tarefa?	Sim / Não
É útil	1 – 5
Ficou Satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 – 5
Tempo	Pouco / Normal / Muito
Sugestões / Comentários	

Apreciação global

T17 – Apreciação global	
O que foi mais fácil das tarefas que achava difíceis nos leitores tradicionais?	
O que achou mais difícil de realizar?	
Achou alguma funcionalidade muito útil? Qual?	
Achou alguma funcionalidade irrelevante? Qual?	
É útil?	1 - 5
Ficou satisfeito?	1 – 5
É fácil de usar?	1 - 5
Foi fácil de perceber como usar?	1 – 5
Sugestões / Comentários	

Anexo B – Resultados de Avaliação

As tabelas com a média de resultados obtida é apresentada de seguida.

T1 – Ligar a aplicação de segundo ecrã ao SightSurfersVR e iniciar vídeo “3D Simple”.	
Concluiu tarefa?	Sim 4 Não 6
É útil	1.9
Ficou Satisfeito?	1
É fácil de usar?	1.4
Tempo	Muito
Sugestões / Comentários	Não deveria ser necessária configuração; Deveria ligar automático; Não sei o que é um ip.

T2 – Bloquear a rotação do ecrã com a tela de vídeo visível no ecrã em posição confortável de visualização.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	4.9
Ficou Satisfeito?	4.9
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	É um pouco confuso a imagem não mexer com a cabeça mas é bom para assistir a um vídeo deitado;

T3 – Elevar a visibilidade da câmara para iniciar modo AR.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	Deixou de ser confuso porque a imagem do ambiente move-se; Quando se mete a câmara no máximo a tela do vídeo desaparece. Devia dar para ver ambos no máximo;

T4 – Voltar ao início do vídeo usando a aplicação de segundo ecrã e de seguida Pausar o vídeo aproximadamente ao segundo 20.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Conseguiu encontrar a tecla de troca para métodos alternativos facilmente?	Sim 8 Não 2
Usou a barra de tempo da aplicação de segundo ecrã?	Sim 5 Não 5
Utilizou a funcionalidade de fast-forward?	Sim 4 Não 6
É útil	4.8
Ficou Satisfeito?	4.8
É fácil de usar?	4.8
Tempo	Normal
Sugestões / Comentários	

T5 – Voltar ao menu principal e iniciar o vídeo “360 British Museum”.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	

T6 – Interagir com uma das notas configuradas no vídeo.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Percebeu de imediato como colocar as notas em modo de interação?	Sim 10
Percebeu de imediato como interagir com as notas?	Sim 9 / Não 1
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	Meter o botão a brilhar;

T7 – Adicionar uma nova nota sobre o cavalo com a mensagem “O cavalinho!” e uma duração aproximada de 5 segundos e guarde-a de forma persistente.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Usou o método para colocar o vídeo em pausa ao introduzir a nota?	Sim 0 Não 10
Achou fácil de configurar a nota na aplicação de segundo ecrã?	Sim 10
Conseguiu definir o tempo de fim de vida da nota?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	4.9
Tempo	Normal
Sugestões / Comentários	

T8 – Reiniciar o vídeo e editar a nota previamente criada sobre o cavalo editando a mensagem para “O cavalinho bonito!”.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	

T9 – Navegar para o vídeo futuro (visita de outra pessoa ao mesmo museu).	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	

T10 – Alterar o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	4.0
Ficou Satisfeito?	3.7
É fácil de usar?	1.6
Tempo	Muito
Sugestões / Comentários	<p>“Fiquei com os olhos baralhados enquanto tinha o tipo errado”;</p> <p>“Com o tipo errado provocou dores de cabeça”;</p> <p>“Deveria ser automática a deteção de tipo de vídeo”;</p>

T11 – Alterar a configuração do vídeo alterando o tipo de vídeo para vídeo 360° esférico e configurando o vídeo passado como “BritishMuseum.mp4”.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Alterou o tipo de vídeo?	Sim 10
Alterou o vídeo passado?	Sim 10
Guardou de forma persistente?	Sim 1 Não 9
É útil	4.8
Ficou Satisfeito?	4.8
É fácil de usar?	4.8
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	Não sabia que era preciso fazer mais nada; “Gravação persistente? Não grava logo?”;

T12 – Criar uma nota do tipo de navegação para vídeo definindo o vídeo de destino o “360CookingBattle.mp4” e o tempo de destino o segundo 53 e sem tempo final de vida.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Conseguiu definir o tempo de destino pretendido do vídeo destino?	Sim 0 Não 10
É útil	4.9
Ficou Satisfeito?	4.8
É fácil de usar?	4.2
Tempo	Normal
Sugestões / Comentários	Não era claro como definir o tempo; Agora que sei meter o tempo já parece fácil;

T13 – Utilizar a nota criada em T12 para navegar para o vídeo destino introduzido na nota e volte a para o início do vídeo.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
Usou a barra de tempo da aplicação de segundo ecrã?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	

T14 – Abrir uma das notas existentes nas bancadas e visualizar na aplicação de segundo ecrã a respetiva receita e/ou informação adicional.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	4.9
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	As notas no próprio ecrã fica confuso de ler. É preferível ler tudo no tablet porque dá para mover a cabeça e continuar a ler; (estava a ser usado um tablet para a aplicação de segundo ecrã).

T15 – Utilize as teclas do controlador ou da aplicação de segundo ecrã para rotação rápida de câmara para assistir ao que decorre nas restantes bancadas.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	5
Ficou Satisfeito?	5
É fácil de usar?	5
Tempo	Pouco
Sugestões / Comentários	“A rotação instantânea foi lá ter direitinho! E se houvesse mais bancadas? Também ia?”; Era bom a navegação rápida ir logo para zonas com aquelas marcas;

T16 – Importe as notas do ficheiro “notasRui.txt” para as suas notas pessoais dando-lhes o nome de utilizador criador “Rui”.	
Concluiu tarefa?	Sim 10
É útil	4.8
Ficou Satisfeito?	4.8
É fácil de usar?	4.8
Tempo	Normal
Sugestões / Comentários	

Apreciação global

T17 – Apreciação global	
O que foi mais fácil das tarefas que achava difíceis nos leitores tradicionais?	
O que achou mais difícil de realizar?	Estabelecer ligação entre ambas.
Achou alguma funcionalidade muito útil? Qual?	Poder mudar rápido para começar a ver com os óculos postos;
Achou alguma funcionalidade irrelevante? Qual?	
É útil?	4.8
Ficou satisfeito?	4.8
É fácil de usar?	4.8
Foi fácil de perceber como usar?	4.5
Sugestões / Comentários	<p>“Devia dar para ver televisão por aqui. Assim não tinha que estar a parar os meus afazeres para olhar para a televisão”;</p> <p>“Quando a câmara está ligada, devia de dar para prender a tela a uma parede”;</p>