

“3D Video is more than adding one dimension to 2D”

Jorge Miguel dos Santos Ribeiro nº56765

Nuno Miguel Sousa Santos nº56791

Instituto Superior Técnico

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

E-mails: jorgeribeiro@ist.utl.pt, nuno.sousa.santos@ist.utl.pt

1. ABSTRACT

A popularidade de televisão 3D tem crescido significativamente nos últimos anos, sendo por isso previsível que invada a casa de todos os consumidores de televisão, fazendo com que o formato televisivo, como hoje é conhecido, deixe de existir. Contudo, a grande diversidade de formatos de vídeo 3D tende em atrasar esta implementação.

Aqui são apresentados alguns tipos de implementação de vídeo 3D, desde a codificação, multi-vista, conversão 2D-3D, mapas de profundidade, MVC e ainda a arquitectura usual de um sistema de televisão 3D.

Index terms: Tv 3D, vídeo 3D, codificação 3D, multi-vista, conversão 2D-3D, mapas de profundidade, MVC, arquitectura 3D, estereoscopia, implementação sistema 3D.

2. INTRODUÇÃO

Das etapas mais marcantes na história da televisão (TV), iniciada no século dezanove, são de destacar o desenvolvimento da televisão monocromática, policromática, seguindo-se a de alta definição e, por fim, a televisão 3D. Esta última tem a promessa de proporcionar experiências cada vez mais reais no conforto do lar dos consumidores, fazendo uso da percepção de profundidade, inexistente na tecnologia actual.

Sem prejuízos das vantagens inegáveis desta nova tecnologia, a TV-3D tem, de momento, como principais desafios

1. Compatibilidade 3D e alta definição.
2. Compressão de imagens de vídeo, pois novos métodos foram criados, explorando assim as redundâncias de todos os tipos.
3. Disponibilidade da tecnologia emergente em estereoscopia.
4. Adesão dos fabricantes de conteúdos multimédia e uniformização de protocolos.

5. Processo de migração, para que seja possível a utilizadores que tenham televisões 3D possam ver conteúdos que ainda são transmitidos em 2D, filmes que possuam, bem como consumidores que ainda não possuam uma televisão 3D possam continuar a ver televisão 2D.
6. Uniformização de protocolos, de tecnologia a utilizar e do tipo de emissão. No “3D home entertainment” por exemplo, as tecnologias utilizadas são estereoscopia, auto-estereoscopia com o número de vistas de 2 a N, utilizando diversos formatos de input e de resoluções. Todas estas variedades podem levar a incompatibilidades entre aparelhos de diferentes fabricantes, se não se definirem normas comuns para todos.
7. Óculos 3D. Numa perspectiva lúdica e estética, o usufruto desta tecnologia por consumidores domésticos requer a utilização de óculos 3D, o que pode provocar alguma resistência no momento de compra.

Com todos estes obstáculos à sua implementação não é de admirar que já há um século que se começou a dar os primeiros passos no seu desenvolvimento, como se poderá concluir no próximo capítulo esta tecnologia não surge de uma ideia recente.

3. HISTÓRIA

1838	1890	1915	1953	1990s	1995	2005-2009	2009
Wheatstone explica a "estereoscopia"		Primeira apresentação de filme azul/vermelho		3D ganha popularidade com o IMAX 3D		Expansão dos filmes 3D	
			Ano do BOOM para os filmes 3D		Primeira norma de compressão: desenvolvimento do MPEG2		MPEG4 Codificação Multi-vista

Figura 1 - Evolução Histórica do 3D [1].

Desde a sua invenção em 1838, a estereoscopia foi usada como uma técnica de criar ilusão de uma terceira dimensão. Existe grande debate acerca de qual foi o primeiro filme estereoscópico a ser criado, mas o filme “L’arrivé du train” filmado em 1903 pelos irmãos Lumière (inventores do cinema) é referido como o primeiro filme estereoscópico a ser feito [1].

Nos anos 50, quando a TV se tornou popular nos Estados Unidos, foram produzidos muitos filmes para o cinema 3D, alguns bem conhecidos como “House of Wax”, “Dial M for Murder” e “Robison Crusoe” [2].

Resumindo pode-se dizer que o cinema 3D passou por cinco eras significativas:

1900-1946 Experimentação

Produtores, *fans* e inventores estabelecem as bases do cinema 3D. Alguns filmes foram produzidos com orçamentos baixos de forma a se testarem e desvendarem os segredos da produção estereoscópica,

1950-1960 Primeira grande era do 3D

Década onde se deu o *Boom* no cinema 3D, com diversos filmes comercialmente bem-sucedidos, captando a atenção das maiores produtoras de Hollywood. No final desta década o 3D começou a cair em desuso devido às fracas condições de visualização e à complexidade de equipamento necessária para exibir um filme 3D.

1973-1985 O Renascimento

Depois de esquecido pelo público em geral, o cinema 3D renasce graças a alguns estúdios, criando filmes de sucesso como o “Jaws 3D”, “Comin at Ya!” e “Friday the 13th – Part 3”. Apesar das várias tentativas, o 3D voltou a desaparecer.

1986-2000 A Revolução

Com a invenção do IMAX 3D (tecnologia para criar ilusão de profundidade tridimensional, através de duas lentes, representa os olhos direito e esquerdo, sendo a gravação feita em dois rolos de filme [3]) e com o aparecimento de novas tecnologias, o cinema 3D começa de novo. No entanto os custos são ainda avultados devido à maquinaria especializada necessária para filmagem e rotação dos filmes.

2001-2010 A segunda grande era

Com o avanço da tecnologia de animação, das câmaras digitais e das televisões 3D, democratizou-se a produção e visualização de filmes 3D [1].

4. ARQUITECTURA USUAL DA TV-3D

O ser humano é dotado de visão binocular, que possibilita a percepção da envolvente de duas formas bastante semelhantes, o que permite ao cérebro fundir as duas vistas, comparar as diferenças e calcular distâncias, criando assim percepção de profundidade. De certa forma o desafio da TV 3D é fazer com que o espectador tenha visão binocular sobre os conteúdos, ou seja fazer com que quando uma pessoa olha para uma televisão, os seus olhos não vejam uma imagem mas sim duas, bastante semelhantes mas de ângulos ligeiramente diferentes [4].

Como forma de criar essa ilusão existem dois tipos principais de tecnologias 3D, auto-estereoscópico e estereoscópico

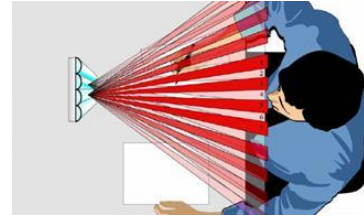


Figura 2 - Ecrã auto-estereoscópico com 9 ângulos de visão [5].

Auto-estereoscópico – não é preciso óculos, usa-se uma lente lenticular (convexa dos dois lados), ou uma barreira “parallax” em frente ao monitor, obrigando o utilizador a visualizar diferentes imagens em cada olho (como se observa na Figura 2). No entanto tem um ângulo de visualização bastante reduzido, tem resoluções mais baixas e pode causar náuseas e fadiga ocular.

Estereoscópico - Para este tipo de tecnologia são precisos óculos para separar as imagens que são vistas pelo olho esquerdo e direito.

Nesta tecnologia existem três tipos diferentes de óculos, ver Figura 3, que dependem directamente da forma como o televisor apresenta as imagens.

1. **Anaglífica** - os óculos têm uma lente vermelha e outra azul, em que cada lente filtra certas cores, deixando passar para cada olho a imagem correspondente
2. **Óculos passivos** - são os óculos normalmente usados nos cinemas para filmes 3D, utiliza-se um monitor/projector que altera o tipo de polarização das linhas. Cada lente deixa passar a luz que tem a mesma direcção que o filtro e bloqueia as de direcção oposta (ou a 90°). Cada olho vê uma imagem diferente, a imagem é polarizada circularmente, pois fornece aos observadores a possibilidade de mexerem a cabeça, sem se perder a percepção 3D.
3. **Óculos activos** - estes óculos utilizam electrónica para abrir e fechar as lentes, uma a seguir a outra sincronizadamente, controlados por impulsos *wireless* vindos da TV, alternando rápido o suficiente para que o utilizador não tenha percepção do que está a acontecer.



Figura 3 – Tipos de óculos 3D [1].

No presente artigo falar-se-á do 3D independentemente da tecnologia 3D usada para a visualização, pois as ferramentas utilizadas em qualquer uma, funcionarão de forma semelhante.

A arquitectura usual da TV-3D é idêntica à apresentada na seguinte figura.

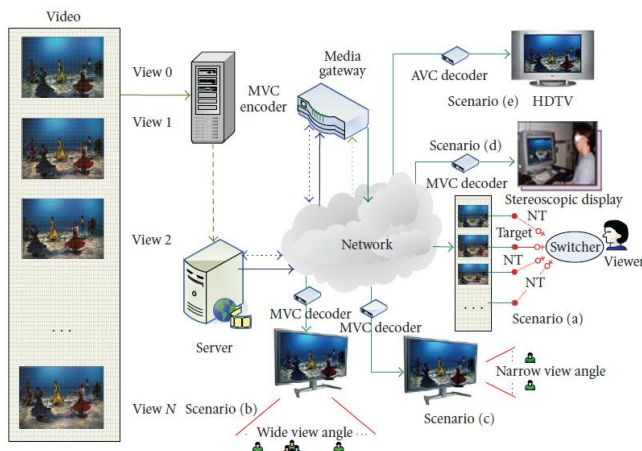


Figura 4 - Arquitectura do 3D utilizada no H.264/AVC [8].

Inicialmente as vistas chegam ao codificador, onde são explorados diversos tipos de redundâncias, sendo depois enviadas por um canal de transmissão, sendo decodificadas pelos diferentes tipos de utilizadores.

Alguns destes módulos serão aprofundados posteriormente.

5. CODIFICAÇÃO

O factor compressão é preponderante na televisão 3D, uma vez que o sinal terá de ser emitido e visto em tempo real. No caso do cinema 3D esse problema não existe, uma vez que o filme está armazenado.

Para se usufruir da televisão 3D é necessário, pelo menos, duas vistas (uma para o olhos esquerdo e outra para o direito), bem como proceder ao *broadcasting* dessas duas vistas. Este factor requer a utilização do dobro da largura de banda utilizada em televisão convencional. O aumento abrupto da largura de banda levou à necessidade de um codificador que explorasse a redundância entre as duas vistas para a mesma imagem.

Convencionalmente uma imagem *stereo* é formada com duas vistas da mesma imagem, estando cada uma deslocada uma da outra no plano horizontal. Tendo em conta que o deslocamento é ténue, é facilmente verificável que de uma imagem para a outra exista muita informação redundante, à imagem da redundância temporal de um vídeo em 2D, sendo assim possível utilizar princípios semelhantes aos utilizados nos primeiros codificadores de vídeo.

Na norma H.262/MPEG-2 já se contempla a combinação de duas imagens, utilizando a predição entre vistas e a predição temporal (Figura 5).

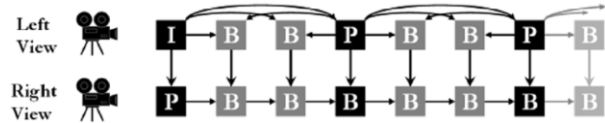


Figura 5 – Exemplo de predição multivista no H.262/MPEG-2 [6].

Desta forma tem-se compatibilidade directa, visto ser possível apenas descodificar a *bitstream* do olho esquerdo e mostrar um vídeo 2D para televisores sem tecnologia 3D.

Para televisores 3D é possível explorar a redundância espacial (apenas entre a vista da direita em relação à da esquerda). Embora se aumente o factor de compressão, quando comparado com a codificação independente dos dois vídeos, esta opção é sempre limitada porque não explora a redundância temporal na imagem da direita.

Para contornar esse problema, na norma lançada em Maio de 2003 o H.264/MPEG-4 AVC já se considera um “*Multi View Coding*” (MVC) onde se explora a redundância estatística entre vários pontos de vista diferentes bem como a redundância temporal para cada uma das vistas, aborda-se igualmente a construção de dois *bitstreams* distintos, um que suporta um número arbitrário de pontos de vista e outro especificamente criado para duas vistas para o vídeo estereoscópico (3D). Estas extensões MVC foram apenas acabadas em Novembro de 2009 e estão especificadas no anexo H do H.264/AVC [7]. Estes *bitstreams* são completamente compatíveis com equipamentos anteriores onde novamente se usa apenas uma das imagens. O problema desta combinação de perdições temporal, e entre vistas, como se mostra na Figura 6, é a complexidade. Neste sistema são necessários, requisitos adicionais de memória e maiores *delays*, é preciso ter em conta também que existem condições diferentes de iluminação nas duas câmaras, que irão afectar a exploração da redundância espacial entre vistas [6].

A vantagem deste tipo de codificação é que mesmo que a largura de banda de transmissão desça, o cliente pode apenas descodificar e visualizar um pequeno número de vistas, reduzindo no entanto a qualidade e o número de ângulos de visualização como se observa na Figura 4 c) – “*Narrow view angle*”.

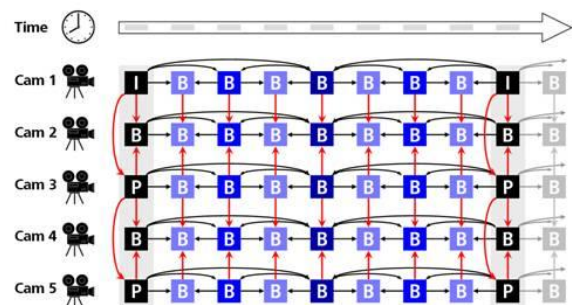


Figura 6 - Estrutura típica de um MVC [8].

6. MVC – CODIFICAÇÃO DE VÍDEO MULTI-VISTA

A condição para se ter qualquer imagem ou vídeo 3D é haver várias vistas da mesma cena, de forma a posteriormente, criar o produto 3D, independentemente da tecnologia usada.

A solução mais simples para fazer a codificação destas vistas, que originam o objecto 3D seria, partindo do pressuposto que são necessárias N vistas para a aplicação, codificar independentemente cada uma das N imagens usando para isso, por exemplo um *codec* como o H.264/AVC. Para não ignorar todas as dependências estatísticas que cada vista tem com as outras $N-1$, vários algoritmos MVC foram criados, explorando as varias dependências, Figura 6, que levaram a grandes ganhos no factor de compressão. No entanto, um MVC que explore todo o tipo de redundâncias tem bastante mais complexidade.

Foi demonstrado também que a complexidade diminui drasticamente se a predição entre vistas for restrita a imagens chave, denominadas imagens I [9].

7. 2D-3D



Figura 7 - Representação de conversão 2D-3D [20]

A ideia fundamental da conversão 2D-3D é recriar a visão binocular humana através de uma única imagem 2D, ou seja, criar a partir de uma imagem denominada original uma outra imagem secundária, ligeiramente diferente da original (estereoscopia), permitindo assim ter uma imagem para cada olho. Para criar uma imagem secundária existem vários métodos, contudo, todos se focam no deslocamento horizontal. Ou seja, a imagem secundária é igual à original mas deslocada horizontalmente.

O método mais simples denomina-se “*cut and paste technique*”, este método usa a imagem original para o olho esquerdo e com ligeiros deslocamentos horizontais cria uma segunda imagem para o olho direito. É de reforçar que esses deslocamentos não são iguais para toda a imagem, é feito um reconhecimento de objectos na imagem e esse deslocamento é independente para cada objecto aumentando com a profundidade do mesmo.

Este método tem como principal desvantagem o facto de ser demasiado lento e pesado quando a imagem contém muitos objectos. Facto que levou a criação dos chamados “*depth maps*” (mapas de profundidade).

Os “*depth maps*” são imagens que contêm níveis de iluminação da imagem original, sendo estes valores inversamente proporcionais à profundidade. Novas vistas da imagem podem ser criadas usando a original e o seu respectivo mapa de profundidade, este processo é denominado DIBR (*imagem de profundidade baseada em “rendering”*).

Como se pode observar na Figura 8, a imagem do olho esquerdo e a imagem do olho direito nas posições de câmara c_l e c_r podem ser geradas para uma posição de câmara indicada (t).

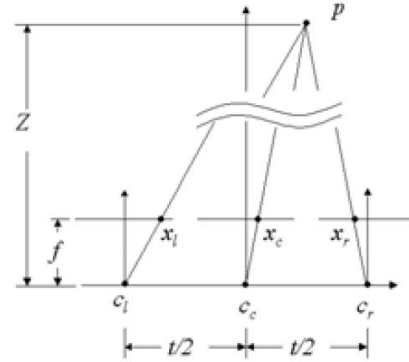


Figura 8 – Configuração de câmara para geração de imagens estereoscópicas [10].

Se for conhecida a profundidade (Z) e a distância focal (f), a extensão de mudança de pixel pode ser calculada pela relação demonstrada em (1).

$$x_l = x_c + \frac{t f}{2 Z} \quad , \quad x_r = x_c - \frac{t f}{2 Z} \quad (1)$$

Estes métodos têm particular interesse para a televisão 3D pois permite uma transmissão eficiente em termos de armazenamento, ou seja, um conjunto de imagens e os seus mapas de profundidade respectivos são mais facilmente comprimidos do que dois (ou mais) *streams* de imagens utilizados para TV-3D.

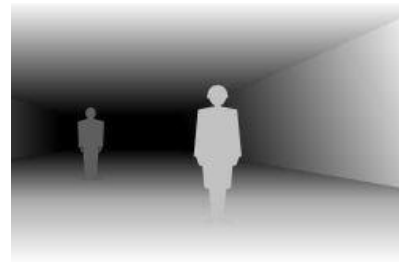


Figura 9 – Mapa de profundidade [19]

8. PRINCIPAIS DESAFIOS DO 3D

Para o sucesso da televisão 3D existem certos pontos-chave que irão influenciar directamente a aceitação tanto por parte do público como por fornecedores de conteúdos, são eles [11]:

- Conforto na visualização.
- Disponibilidade de conteúdos.
- Compatibilidade com as infra-estruturas existentes.
- Codificação de vídeo de vários pontos de vista.

Conforto na visualização

Os utilizadores tendem a passar grande parte do seu tempo livre a ver TV, muitas vezes existe a tendência para fazer mais tarefas do que apenas a visualização, como comer pipocas, ler revistas ou jornais, entre outros. Este factor influenciará directamente o uso de óculos, visto que é incómodo e pouco natural para a maioria das pessoas. Para tal, o uso de televisões que usem a técnica de auto-estereoscopia são boas candidatas a promover boas experiências 3D, no entanto ainda estão um pouco limitadas em termos de ângulos de visualização.

Disponibilidade de conteúdos

A criação de conteúdos 3D não é uma tarefa fácil, sendo ainda mais difícil a adição de efeitos 3D de modo a que sejam harmoniosos para os olhos, como é o caso de adição de legendas em filmes.

Dada a quantidade de conteúdos disponíveis em 2D hoje em dia seria relativamente fácil convertê-los para 3D, contudo, não é muito clara a aceitação desses conteúdos convertidos por parte dos consumidores

Compatibilidade nas infra-estruturas

A evolução para o 3D deverá ser de forma similar à evolução efectuada da televisão a preto e branco para a televisão a cores, ou seja, a compatibilidade com os sistemas actuais não deve ser comprometida (compatibilidade directa). Para tal dever-se-á ter cuidado com os sistemas de codificação, pois caso sejam utilizados sistemas que codifiquem apenas a imagem esquerda e direita consoante as suas redundâncias, essa compatibilidade está assegurada, pois as televisões mais antigas apenas visualizam uma das duas imagens.

Codificação de vídeo de vários pontos de vista

As tecnologias de codificação evoluíram bastante nos últimos anos tornando assim possível uma nova geração de aplicações. A codificação de vídeo multi-imagem (MVC) tem tido bastante atenção por parte dos investigadores e da indústria, daí estar a ser estandardizada pelo comité MPEG.

O objectivo do MVC é codificar várias imagens para que o utilizador tenha a liberdade de escolher a vista. O maior desafio passa pelo desenvolvimento de tecnologias que explorem as redundâncias ao longo das várias imagens, para se obter um melhor factor de compressão.

O vídeo 3D pode ser visto como um caso de codificação de várias imagens, onde o par de imagens (*stereo*) requerido para a TV-3D pode ser sintetizado no receptor.

Os sistemas de vídeo multi-imagem requerem um decodificador multi-imagem no receptor e podem ser utilizados nas televisões antigas. Como é esperado que o MVC seja baseado na codificação de vídeo H.264, o custo de um receptor multi-imagem não é muito elevado.

Como o 3D é um caso particular da multi-imagem, tendo só duas imagens não será particularmente difícil a sua implementação.

9. SERVIÇOS E APLICAÇÕES

Uma tecnologia deste tipo, pode ser utilizada para vários fins (uns mais comuns que outros).

- Visualização de desportos de vários pontos de vista diferentes, dando a possibilidade ao utilizador de escolha desse ponto.
- Visualização de filmes e series em 3D, dando a sensação de constante imersão na realidade.
- Jogos de lazer podem usar as mesmas técnicas que a TV para produzir conteúdos em tempo real.
- A utilização em smartphones pode ser um pouco mais difícil, devido à largura de banda necessária, caso contrário a tecnologia poderá mostrar grandes resultados, pois os ecrãs auto-estereoscópicos pequenos estão bastante evoluídos e robustos.

10. 3D EM PORTUGAL

Em Portugal entre as grandes fornecedoras de televisão apenas duas apresentaram nos últimos tempos canais com tecnologia 3D, a ZON e a MEO. No final do ano de 2009 foi apresentado por parte de um jovem um projecto de criação de uma empresa de filmes 3D.

A ZON possui um canal de teste que apenas dá para ver *trailers* 3D de filmes que estão a chegar aos cinemas ou ao videoclube da ZON. A falta de conteúdos e os preços dos televisores leva a crer que o canal em 3D só arranca completamente em 2011.

Como foi referido neste artigo o lançamento comercial de um futuro canal a três dimensões não exige grandes investimentos ou transformações da rede e dos terminais que recebem o sinal através da fibra óptica ou do cabo coaxial, basta ter uma “setup box” da ZON que esteja apta a receber o sinal em formato digital e em HD (1080i) e um televisor apto para transmissões 3D.

Responsáveis da ZON não falam sobre o lançamento do canal em 3D, visto que existe uma enorme escassez de conteúdos que permitam manter uma emissão durante 24 horas, para além de que o público em geral não possui televisores preparados para o 3D, apenas é adiantado que o canal poderá vir a ser uma réplica de outros canais (como por exemplo o que já acontece com o AXN HD) [16].

Para o caso da MEO a situação é semelhante à excepção de que foram transmitidos (pela primeira vez em Portugal) cinco jogos de ténis do evento ATP, o “Estoril Open”, para todos os clientes com televisores 3D que possuíssem um dos seguintes pacotes MEO Fibra com MEOBox, MEO ADSL com acesso a canais HD ou MEO Satélite. Para clientes MEO que não possuam TV 3D poderiam assistir à passada experiência nas lojas PT em todo o país [17].

Estes dois fornecedores de conteúdos irão transmitir em Junho de 2010 jogos do Mundial na África do Sul em 3D.

Para o jovem empreendedor, de Barcelos, prepara-se para abrir uma empresa de produção de filmes em 3D (projecto premiado num concurso nacional de empreendedorismo).

Tendo já efectuado um filme de 15 minutos, gravado em 3D, com as “Maravilhas de Barcelos” exibido internacionalmente com forte aceitação por parte do público [18].

11. CONTRA-INDICAÇÕES

Este assunto ainda está a começar a ser alvo de investigação, no entanto há algumas entidades que já expressaram a sua opinião, neste artigo transcreveu-se uma opinião médica dada pela Dra. Paula Lopes num blog [13]:

“Dor de cabeça, tonturas, náuseas, dor nos olhos, na testa, desconforto visual, ardência nos olhos e sensação de cansaço. Parecem até sintomas de dengue ou de alguma virose, mas não são. E eles podem evoluir para crises de epilepsia ou labirintite, dependendo do caso. Quem diria que assistir a um filme num cinema 3-D poderia ser tão prejudicial. Mas apenas a quem tem alguma pré-disposição, como ser epiléptico, ter labirintite, sofrer de enxaqueca ou ter insuficiência de convergência (nome dado à movimentação dos olhos para unificar a visão dos dois olhos). Se você for estrábico ou tiver visão alternante (quando a leitura, feita pelo cérebro, da visão de um olho é melhor que do outro) não terá sintomas, mas também não conseguirá aproveitar o melhor do 3-D” [13].

Por outro lado, e para além de haverem mais opiniões concordantes com esta na comunidade médica, uma empresa fabricante de televisores 3D chama também a atenção para os riscos de visualizar conteúdos 3D.

A Samsung refere que grávidas, idosos, pessoas com insónia e indivíduos que tenham ingerido álcool em excesso não devem usufruir desta tecnologia, no entanto não aprofunda o assunto cientificamente, aconselhando só os consumidores.

“Alguns espectadores podem experimentar ataques epilépticos ou AVC (acidente vascular cerebral) após a exposição a imagens intermitentes de algum filme ou jogo 3D”, alerta a Samsung, que aconselha todos os que sofram de epilepsia ou tenham tido um AVC ou ainda os que tenham antecedentes familiares das doenças a que consultem um médico antes de verem um filme 3D.

No documento pode ler-se também que os ataques epilépticos ou AVC’s podem acontecer a pessoas sem antecedentes destas patologias.

Para as crianças, aconselham os pais a não deixarem os filhos sozinhos a ver televisão e a pararem periodicamente a visualização, recorrendo a breves pausas. 0,[15].

Embora ainda não haja uma relação directa, já vários casos ocorreram então por via das dúvidas tanto a comunidade médica como a comunidade científica coloca bastantes restrições precavendo-se assim de uma eventual forte ligação entre doenças graves e o consumo de conteúdos 3D.

12. CONCLUSÕES

“As pesquisas científicas actuais apontam claramente para um futuro no qual a “telepresença” e a “realidade virtual” se tornarão mais integradas do que são agora” [21]. Como Fisher mencionou em 1990 e com a evolução da tecnologia o sentido de telepresença necessita de uma evolução, nos tempos actuais a mesma passa por adicionar mais uma dimensão à televisão convencional.

Porém, é crucial que ocorra uma grande evolução tecnológica, principalmente, nas empresas capazes de produzir os equipamentos essenciais na recepção da televisão 3D, sendo um desafio ainda maior devido à utilização da recente compressão de vídeo MPEG-4. Para esta evolução e maior adesão por parte do público é necessário um maior compromisso e investimento por parte dos fornecedores de conteúdos, conseqüentemente, será igualmente importante uma boa investigação nas áreas de exploração de redundâncias multivista e codificadores poderosos para transmissão destes conteúdos.

Neste artigo foram mencionados alguns tópicos importantes relacionados com a transição do 2D para o 3D e codificação 3D, como codificação multivista, arquitectura usual do 3D e principais tópicos para o sucesso do 3D, no entanto com o intuito de dar o conhecimento geral sobre todos os tópicos, estes não foram mais aprofundados dado a extensão dos mesmos.

Em resumo, é necessário que sejam cumpridos alguns requisitos importantes como a remoção da utilização dos óculos 3D, um aumento dos conteúdos e redução do preço de equipamentos para que se efectue um “*Boom*” na televisão 3D.

13. REFERENCES

- [1] Motorola's guide to TV 3D (acedido em Abril de 2010) http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Documents/static%20files/Guide_To_3D_TV.pdf
- [2] Wikipedia, "Televisão 3D" (acedido em Abril de 2010) http://en.wikipedia.org/wiki/3D_television
- [3] Wikipedia "IMAX 3D" (Acedido em Maio de 2010) http://pt.wikipedia.org/wiki/IMAX#IMAX_3D
- [4] NASA (acedido em Maio de 2010) http://www.nasa.gov/mission_pages/stereo/sun/3D_Glasses.html
- [5] International organization for standardisation, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 coding of moving pictures and audio <http://mpeg.chiariglione.org/technologies/general/mp-3dv/index.htm>
- [6] A. Smolic, K. Mueller, N. Stefanoski, J.Ostermann, A.Gotchev, G. B. Akar, G. Triantafyllidis, A. Koz, "Coding Algorithms for 3D TV- A Survey", IEEE
- [7] Wikipedia "Mpeg4" (Acedido em Maio de 2010) <http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>
- [8] Y. Chen, Y. Wang, K. Ugur, M. M. Hannuksela, J. Lainema, M. Gabbouj "The emerging MVC Standard for 3D Video services", EURASIP.
- [9] P. Merkle, A. Smolic, K. Müller, T. Wiegand, "Efficient Prediction Structures for Multiview Video Coding", IEEE
- [10] W. J. Tam, L. Zhang, "3D-TV content generation: 2D-TO-3D conversion", IEEE
- [11] H. Kalva, L. Christodoulou, L. Mayron, O. Marques, B. Furht, "Challenges and Opportunities in video coding for 3D TV", IEEE
- [12] MPEG4 http://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC
- [13] Cinema 3-D: Desconforto visual, Dor nos olhos e Dor de cabeça <http://zumptv.blogspot.com/2010/03/cinema-3-d-desconforto-visual-dor-nos.html>
- [14] Samsung (Acedido em Abril) <http://www.samsung.com/pt/support/>
- [15] Televisão 3D pode provocar epilepsia e AVC (Acedido em Maio de 2010) http://portal.alertaonline.com/noticias_de_saude/?key=680B3D50093A6A002E42140A321A2A5C0B683E0A760751766E5C72
- [16] ZON já testa canal em 3D (Acedido em Maio 2010) <http://aeiou.exameinformatica.pt/zon-ja-esta-a-testar-canal-de-tv-em-3d=f1005223>
- [17] Estoril Open de ténis em 3D na MEO (Acedido em Maio de 2010) <http://www.meo.pt/Extras/Noticias/Pages/EstorilOPEN3DnoMEO.aspx>
- [18] Empresa de filmes 3D em Portugal (Acedido em Maio de 2010) <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=37750&op=all>
- [19] Pesquisa "Google Images" (Efectuada em Maio de 2010) <http://www.quasimondo.com/archives/depthmap.jpg>
- [20] Pesquisa "Google Images" (Efectuada em Maio de 2010) <http://www.looxis.com/cms/files/Image/pics/2dto3dhowitworks.jpg>
- [21] "A arte da telepresença na internet" (Acedido em Maio de 2010) <http://www.ekac.org/ornitelep.html>



Nuno Santos. Nasceu em Coimbra a 31 de Março de 1987. Frequenta o 4ºano do Mestrado Integrado de Engenharia Electrotécnica e Computadores, ramo de Sistemas de Decisão e Controlo no Instituto Superior Técnico, da Universidade Técnica de Lisboa. Bolseiro pelo Instituto de Sistemas e Robótica. "DESENVOLVIMENTO DE

UM SISTEMA DE TILT PARA UM LASER-RANGE FINDER", http://mediawiki.isr.ist.utl.pt/wiki/BII_2009#BOLSA_16..09_DESENVOLVIMENTO_DE_UM_SISTEMA_DE_TILT_PARA_UM_LASER-RANGE_FINDER



Jorge Ribeiro. Nasceu em Lisboa a 6 de Novembro de 1987. Frequenta o 4ºano do Mestrado Integrado de Engenharia Electrotécnica e Computadores, ramo de Sistemas de Decisão e Controlo no Instituto Superior Técnico, da Universidade Técnica de Lisboa.

Bolseiro pelo Instituto de Sistemas e Robótica. "Projecto NAV – Control"

<http://users.isr.ist.utl.pt/~pedro/NAV/index.html>