مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (1) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (1) 2016

التلفزة ثلاثية الأبعاد والتآلف مع الأنظمة الملونة ثنائية البعد

الدكتور سمير عيسى *

(تاريخ الإيداع 16 / 7 / 2015. قُبِل للنشر في 21/ 1 / 2016)

□ ملخّص □

تعطي أنظمة البث التلفزيوني التي تستطيع إعادة انتاج الصورة ثلاثية الأبعاد فكرة أفضل عن المناظر المتلفزة وتحسن الانطباع الفني وتجعل عملة استعادة الصور أكثر واقعية، ويشعر المشاهد بأنه موجود في موقع التصوير، وتتزايد الحاجة في أنظمة التلفزة إلى إعادة انتاج الصور ذات البعد الثالث.

ومن أجل تحقيق التآلف بين النظامين ثنائي وثلاثي الأبعاد، يجب أن يكون عرض حزمة القناة أكبر مرتين من عرض القناة المستخدمة في أنظمة البث التقليدية.

يهدف البحث إلى إيجاد وسائل وطر ائق تسمح بتخفيض عرض الحزمة المطلوب لمثل هذه الأنظمة ثلاثية الأبعاد الملونة دون الإضرار بنوعية الصورة.

الكلمات المفتاحية : التلفزة الملونة ثلاثية الأبعاد،التآلف،أثر التحسيم.

* مدرس–قسم هندسة الإتصالات والإلكترونيات–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين –سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (1) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (1) 2016

Three-dimension Tv and the compatible 2-d/3-d colour Tv system

Dr. Samir issa*

(Received 16 / 7 / 2015. Accepted 21 / 1 / 2016)

□ ABSTRACT □

Stereoscopic broadcast Tv systems,That is,Those capable of reproducing a Three-dimensional picture,give a better idea about The televised scene,enhance artistic impression,and make The reproduction more realistic so That The observer has The sensation of being actually present at The scene of action.

For a compatible 2-d/3-d colour Tv system The channel bandwidth should be twice That of The standard broadcast Tv channel.

The search for ways and means of reducing The required bandwidth without an impairment in The quality of The colour 3-d picture is a major direction in work or such systems.

Keywords: 3-d colour Tv , compatibility, stereoscopic effect .

*Assistant Professor- department communication and electronics, Tishreen university, Lattakia, Syria

مقدمة:

يقوم الإنسان بفهم العالم المحيط،وإدراكه عن طريق الحواس الخمس،وتشكل حاسة النظر الحاسة الأهم،ذلك أن الإنسان يدرك % 90 من المعلومات بوساطة جهازه البصري.يرى الإنسان السليم الأشياء بعينيه الاثنتين في الوقت نفسه،وهذا يؤدي إلى اكتسابه خبرة بصرية بالبعد الثالث، وهذا يعني إدراكا أوضح للمسافات النسبية للأهداف في الفضاء.

إن الإبصار بواسطة كلتا العينين في الوقت نفسه يشار إليه عادة باسم(الرؤية ثنائية العينية) (binocular vision) ويؤدي الدور الأساسي فيها مايسمى بـ"المسافة العينية"أو الأساس العيني b_0 .وتقدر المسافة العينية غالباً بـ 65mm .وهي ذات صلة بنصف قطر(مجال)الرؤية المجسمة r_0 التي تتناسب طرداً مع المسافة العينية، وعكساً مع عتبة الرؤية المجسمة δ ، التي تتراوح عادة في المجال(10–20 seconds of arc).

$$r_0 = \frac{b_0}{\delta} \qquad (1)$$

ويعطى مجال(نصف القطر) الرؤية المجسمة للعين بشكل وسطي كما يأتي:

$$r_0 = \frac{65}{\frac{10}{206000} to \frac{20}{206000}} \approx 1\ km$$

❖ إن مجال الرؤية المجسمة يمكن أن يزداد،وإن تأثير الرؤية ثلاثية الأبعاد يمكن أن يتم تحسينه باستخدام مجهر مجسامي،وعدسة ثنائية العينة،وباستخدامها يتحسن تأثير البعد الثالث لسببين[1,2]:

السبب الأول: حدوث زيادة في عامل الرصد(عامل المراقبة) b .

السبب الثاني: حدوث زيادة في حدة الإبصار المجسمة $1/\delta$ ، وذلك قياساً بالعين المجردة،وهكذا يزداد عامل الرصد بمقدار b/b_0 .

حيث b هي المسافة العينية،أو مايسمى بـ"معامل الآلة"، وهي المسافة الفاصلة بين مركزي عدستي الآلة.

إذا كان المجهر المجسامي يعطي تكبيراً زوايا بمقدار γ ،وتم النظر من خلا هذا المجهر،تميز العين الزوايا بشكل أصغر بمقدار العامل γ ،وتنخفض عتبة الرؤية المجسمة بمقدار δ/γ ،وهكذا يصبح نصف قطر الرؤية المجسمة _ بالنسبة إلى العين التي تستخدم إحدى الآلات _ (النظارات،أو العدسات):

$$r = \frac{\frac{b}{2}}{\frac{\delta}{\gamma}} = b.\gamma/\delta \qquad (2)$$

وبالتبديل بعلاقة r_0 ينتج لدينا:

$$r = r_0.b.\gamma/b_0 \qquad (3)$$

ويسمى المقدار :

$$\vartheta = b.\gamma/b_0$$

عامل لدونة المجهر ثنائي العينين،وهذا العامل يوضح مدى التحسين الحاصل للإدراك الحسي للبعد الثالث 3d عند الاستعانة بآلة بصرية معينة،وذلك قياساً بحالة العين المجردة،فإذا كانت $b=2b_0$ ،و $\gamma = 6$ ،يصبح $\vartheta = 12$ ،مع مراعاة أن عامل لدونة المجهر المجسامي تكون عادة أكبر من 120. وفي التلفزيون، ينتج إدراك المشهد بالشكل الثنائي الأبعاد من خلال أخذ المشهد من موقعين مختلفين،يمكن تحقيق ذلك ببساطة باستخدام كاميرتي تصوير تلفزيونيتين موضوعتين في موقعين مختلفين على مسافة B_s.

يسمى المعامل B_s بعامل الأخذ،أو الإطلاق،أو بالتباعد من المركز إلى المركز بين عدستي آلتي التصوير،بعد ذلك فإن الصورتين المأخوذتين للمشهد نفسه يتم تشكيلهما على المهبط الضوئي، أو الكاثود الضوئي،إن هاتين الصورتين مختلفتان،وإن الاختلاف بينهما يزداد بازدياد المعامل B_s.

وبعد ذلك يتم إرسال الصورتين،وإعادة إنتاجهما على أنبوبي الصورة، ومن الممكن جداً أن تتم إعادة إنتاجهما على أنبوب الصورة نفسه،ولكن ذلك يتطلب إعادة فصل الصورتين عن بعضهما فصلاً مكانياً،أو زمانياً،ومن أجل أن تحس العينين بعمق المشهد بالشكل المطلوب، فإنه يفترض عرض الصورتين بشكل منفصل،أي أن العين اليسرى يجب أن ترى الصورة المنتجة بواسطة الكاميرا اليسرى،والعين اليمنى يجب أن ترى الصورة المنتجة بواسطة الكاميرا اليمنى.[3,4]

❖ هاتان الصورتان يجب أن تشكلا مايعرف باسم الزوج المجسم،ويمكن إرسالهما في الوقت نفسه،أو بالتتالي، وبهذا يكون لدينا تلفزيون ثلاثي الأبعاد متزامن،أ، متسلسل، ولكي يتم استقبال الصور التلفزيونية بشكل مجسم،يجب أن يتوافر شرطان:

<u>الشرط الأول:</u> هو أن يكون هناك تباعد مناسب بين آلتي التصوير،أو أن يتوافر عامل الأخذ بين آلتي التصوير.

<u>الشرط الثاني:</u> كل صورة يجب أن يتم عرضها على العين المطابقة،أي أن الصورة اليمنى تتم رؤيتها من قبل العين اليمنى،والصورة اليسرى تتم رؤيتها من قبل العين اليسرى.

أن شبكة خطوط المسح على شاشة التلفزيون لم تجد استخداماً عملياً بعد،وذلك لأن كل عين ترى فقط منطقة ضيقة من المنظر المختار، ولتجنب ذلك على المشاهد أن يقوم بتثبيت رأسه بإحكام،ولكن هذه العملية ما تلبث أن تسبب الإزعاج للمشاهد، وتعب الحس اللوني،إضافةً إلى أن شبكات خطوط المسح تسبب فقداناً كبيراً للضوء المنعكس.

من الأدوات التي تسبب بالرؤية المجسمة المرايا، أو العدسات المجسامية، أو النظارات العادية، أو نظارات مصممة لإبراز الصورة مجسمة بالتلوين.وبسبب التصميم غير المريح للمعدات السابقة،فإنها تستخدم فقط لوظائف خاصة في التلفزيون ثلاثي الأبعاد.

إن النظارات المستقطبة صفائحياً تقوم بفصل الصورة إلى ثنائي مجسم(زوج مجسم عن طريق استقطاب أشعة الضوء إلى مستويات متعامدة)ذلك أن هذه النظارات تقوم بعملها بسبب الإختلاف في الإستجابة الطيفية للألوان.

لنتحدث قليلاً عن كيفية فصل صورتين من ثنائي مجسم بوساطة الاستقطاب الضوئي،بملاحظة الشكل(1) نجد أنبوبي صورة 1و2 ، موضوعين في الزوايا اليمينية بالنسبة إلى كل منهما،وموضوعين أمام شاشتيهما، ومستويات الاستقطاب لكل منهم P_{11} متعامدة بعضها مع بعض،وأن الصورتين I_r و I_r تتراكبان على مرآة نصف شفافة الرقم (3) من الشكل السابق.

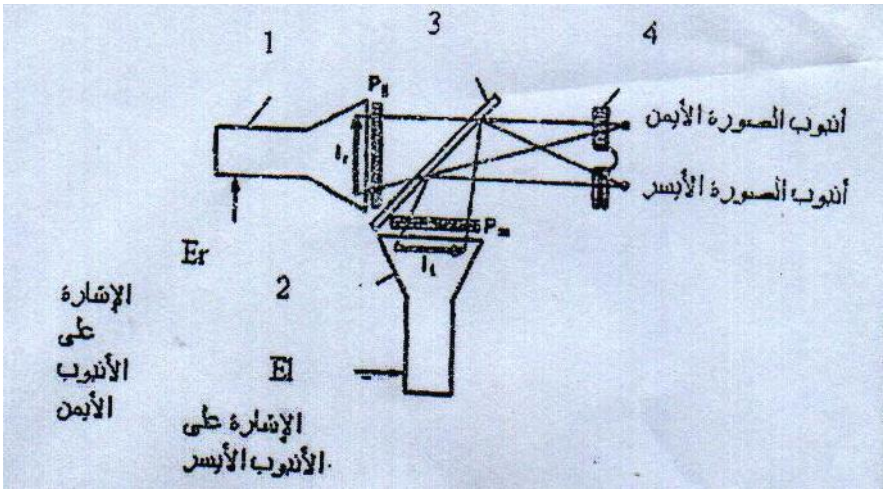
إن التجارب السابقة على أنظمة التلفزة ثلاثية الأبعاد تؤكد أن اختلاف خصائص الصورة اليسارية عن خصائص الصورة اليمينية يؤدي إلى انتاج صورة ثلاثية الأبعاد محسنة الجودة.[1]

فالمشاهد الذي يرتدي نظارات(4) مصنوعة بمستوى الاستقطاب نفسه،وبهذا التركيب تكون العين اليمنى قادرة على رؤية الصورة اليمنى فقط، والعين اليسرى تكون قادرة على رؤية الصورة اليسرى فقط.

وعندما تتراكب الأجزاء من الثنائي المجسم بعضها فوق بعض، ينتج نوع من الصور المجسمة البارزة الألوان، وبعد ذلك يتم قلب الصورة بالبعد الثالث.

وفي هذه الحالة فإن أنبوبي صورة(سوداء،وبيضاء)يصبحان ملائمين للعمل مع مرشحات لونية، ذلك أن كلاً من هذه الأنابيب يستخدم لإنتاج لون معين.

بعد ذلك، فإن الصورة على أنبوب الصورة الأيمن يعاد إنتاجها باللون الأحمر،والصورة على الأنبوب الأيسر يعاد أنتاجها باللونين الأزرق والأخضر، وعند تركب هاتين الصورتين على مرآة نصف شفافة (3)،وبوجود مرشحين للونين الأخضر والأزرق على الجانب الأيمن،ومرشح للون الأحمر على الجانب الأيسر، يستطيع الشخص رؤية المشهد بشكل ثلاثي الابعاد،وبظل رمادي.



الشكل(1):فصل الزوج الستيريوي بالصفائح المقطبة

كذلك تم الاستنتاج أنه عند ارسال إحدى هاتين الصورتين بعرض حزمة ضيق،فإن ذلك يؤدي إلى الإضرار بجودة الصورة ثلاثية الأبعاد.

وتم الاستنتاج أن الضجيج في القناة الكهربائية يكون تأثيره أقل في الصور التلفزيونية ثلاثية الأبعاد، ويعلل ذلك بأن الضجيج يتوزع في ثلاثة اتجاهات، وبذلك لا يكون متزامناً مع تفاصيل الصورة.

وتم تأكيد أن دارات توقيت المسح في جانبي الإرسال، والاستقبال، وإطاري الثنائي المجسم يجب أن تكون متطابقة كلياً.

إن الاختلاف في دارات توقيت المسح يمكن أن يحسن التأثير المجسم،أو يضر به وذلك اعتماداً على طبيعة عدم الخطية،فالتأثير المجسم يتم تحسينه عندما تتم تلفزة المشهد المتحرك خصوصاً إذا كان العنصر يتحرك باتجاه الكاميرا.

وإن التغيرات السريعة في التباعد بين مركزي عدستي آلتي التصوير،تسبب ظهور العنصر قريباً من الكاميرا عندما يزداد هذا التباعد، أو تسبب ظهور العنصر بعيداً عن الكاميرا عندما ينقص هذا التباعد.

وأخيراً، إذا تم فقد أحد التفاصيل الجيدة للبعد الثالث لسبب من الأسباب،فإن إدراك المجسمات يصبح رديئاً.

أهمية البحث وأهدافه

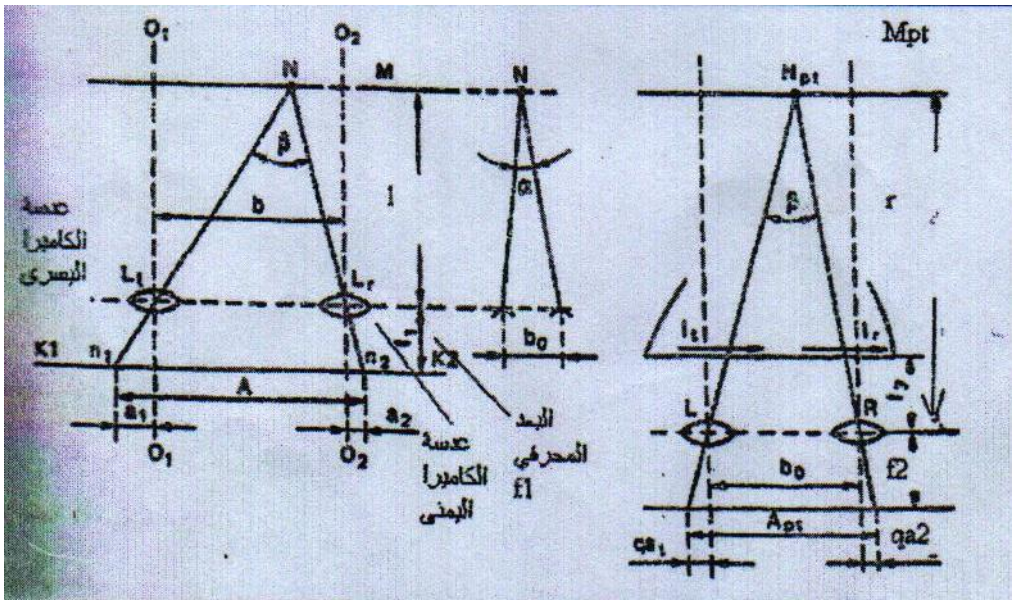
يهدف البحث إلى دراسة التأثير المجسم في نظام التلفزة ثلاثية الأبعاد ومتطلباتها من أجل ضمان عملية التآلف مع الأنظمة الملونة العادية.

التأثير المجسم في نظام التلفزة ثلاثي الأبعاد:

إن العوامل المفتاحية التي تحدد التأثير المجسم الناتج في التلفزيون ثلاثي الأبعاد هي اللدونة(الشفافية).إضافة إلى مدى عمق الإحساس اللوني، والتفاصيل العميقة للصورة التي تم إعادة انتاجها،ومن أجل تحديد شفافية(لدونة) نظام التلفزة ثلاثي الأبعاد.دعونا الآن ندرس الشكل التالي إن المستوي M يحتوي على تفاصيل تستقر في مستوي الكاثودات الضوئية K1K2 التي تنتمي إليها نقاط الإلتقاط n1, n2 والمسافة بينهما تساوي A ،وبفرض أن b هي المسافة بين مركزي عدستي أنبوبي التصوير ،وإن المسافة البؤرية(المحرقية)بين عدستي الكاميرا L_l, L_r هي f_1.

فالاختلاف الخطي للوضع الظاهري يعطى بالمعادلة:

$$p_m = A - b = a_1 - a_2 \qquad (4)$$



الشكل(2):تحديد شفافية النظام ثلاثي الأبعاد

ومن تشابه المثلثين $N\ L_r\ L_l$, $n_1\ N\ n_2$ في الشكل (2) نجد:

$$\frac{b}{a} = l/(l + f_1)$$

$$l = \frac{b f_1}{A-b} = b f_1/p_m$$

$$p_m = b f_1/l \qquad (5)$$

❖ وهكذا يمكن استخلاص نتيجتين مهمتين انطلاقاً من المعادلة (5):

a) الإختلاف الخطي للوضع الظاهري يعتمد على المسافة l .وهي المسافة بين المستوي M ومستوي العدسات،وهو لايعتمد على موقع النقطة N على المستوي M.

ولذا فكل النقاط الواقعة على المستوي M سوف يكون لدينا هذا الإختلاف الخطي نفسه للوضع الظاهري P_m،وإذا جزأنا الفراغ الممتد بين عدسة الكاميرا واللانهاية إلى عدة مناطق باستخدام مستويات تفرعية.....M_1,M_2,M_3.

فإن معاملات اختلاف الوضع الظاهري للأهداف الموضوعة على تلك المستويات،سوف تساوي وبالترتيب $P_1,P_2.P_3$، ونلاحظ عندئذ أنه في المستوي الموجود في اللانهاية،سوف تكون قيمة P_m=0

b) الإختلاف الخطي للوضع الظاهري سوف يعتمد على عامل الإطلاق b:

فإذا كانت المسافة l ،والبعد المحرقي f_1 ثابتين،وتغير معامل الإطلاق b فيمكن عندئذ أن يتغير الأختلاف الخطي للوضع الظاهري.

❖ إن الإختلاف الخطي للوضع الظاهري على أنبوب الصورة p_{pt} يتعلق بالإختلاف الخطي للوضع الظاهري عند الإطلاق p_m بالعلاقة التالية:

$$P_{pt} = qP_m \qquad (6)$$

حيث q هو التكبير الخطي لنظام التلفزيون(النسبة بين جانب الإطار على أنبوب الصورة وجانب الإطار على الكاثود الضوئي)،ولهذا فإن تغيير P_m يؤدي إلى تأثيرات مجسمة مختلفة عند نقطة الاستقبال.

❖ إن نظام التلفزيون يمكن أن يحسن تأثير الصورة المجسمة قياساً بعرض المشاهد ثلاثية الأبعاد بشكل مباشر، ومن أجل تحديد هذا التأثير يجب أن نعرف الشفافية الكاملة لنظام التلفزة.

● إذا كانت N تشاهد بشكل مباشر بوساطة العين المجردة في البعد l نفسه،كما يبين الشكل (2)، فسوف تتم رؤيتها عندئذ من زاوية موازية:

$$a = b_0/l \qquad (7)$$

حيث b_0 هي المسافة العينية،أو البعد العيني.

● أما عتبة الرؤية المجسمة فيمكن أن تحسب عن طريق اشتقاق المقدار a في المعادلة (7)، بالنسبة إلى المقدار l:

$$da = -b_0 . dl/l^2 \qquad (8)$$

❖ من أجل تبسيط الموضوع دعونا نتخيل أن المشاهد الواقف عند نقطة الاستقبال أمام جهاز تلفزيون ثلاثي الأبعاد،يستخدم عدسات مجسمة عادية بمسافة عينية تساوي b_0 ، وببعد محرقي قدره f_2 ،إن صورة الثنائي المجسم يعاد إنتاجها على أنبوب صورة مفردة، بحيث أن الإطارين I_L, I_r يستقران متجاورين كما يوضح الشكل (2).

● أما من أجل النقطة N_{pt} على المستوي M_{pt} ، فإن الإختلاف الخطي للوضع الظاهري في منطقة الاستقبال،ووفقاً للمعادلتين (6)(7) ، سوف يعطى بالعلاقة:

$$P_{pt} = qp_m = qbf_1/l \qquad (9)$$

حيث f_1 هو البعد المحرقي للعدسة في الكاميرا.

● النقطة N سيكون لها صورة(خيال)،وهي النقطة N_{pt} ،وذلك على بعد r من عين المشاهد.

وبالعودة إلى الشكل السابق يمكننا إيجاد المسافة الظاهرية وذلك من تشابه المثلثين اللذين لهما الذروة نفسها عند النقطة N_{pt}،وقاعدتا المثلثين b_0 و A_{pt} فنحصل على:

$$r = \frac{b_0 f_2}{A_{pt} - b_0} = b_0 f_2 / P_{pt} \qquad (10)$$

حيث f_2 المسافة المحرقية للعدسات المجسمة المستخدمة.

❖ ومن الشكل السابق تعطى الزاوية الظاهرية بالعلاقة:

$$\beta = b_0/r$$

واعتماداً على المعادلات ينتج لدينا:

$$\beta = qbf_1/lf_2 \qquad (11)$$

وباشتقاق المعادلة السابقة ينتج لدينا:

$$d\beta = -qb\left(\frac{f_1}{f_2}\right)\left(\frac{d_1}{l^2}\right) \qquad (12)$$

إن الشفافية الكلية لنظام تلفزيوني ثلاثي الأبعاد محددة بالنسبة بين عتبة الرؤية المجسمة للنظام، وعتبة الرؤية المجسمة للعين:

$$\pi = \frac{dp}{da} = q\left(\frac{b}{b_0}\right)\left(\frac{f_1}{f_2}\right) \qquad (13)$$

حيث b/b_0 الشفافية النسبية للنظام.

$\frac{f_1}{f_2}$ تكبير النظام المحدد تبعاً لعدسة الكاميرا،والمجهار المجسمي.

إن عدد التفاصيل المكانية في المشهد المتلفز تحدد بعدد المستويات المنفصلة التي يتم إرسالها وعلى أقل إختلاف عمقي بينهما كما يلاحظها المشاهد على شاشة أنبوب الصورة.

وإن عدد المستويات المنفصلة التي يتم إعادة انتاجها في التلفزيون ثلاثي الأبعاد يعتمد على الزاوية الظاهرية العظمى β_{max}،التي يمكن أن يلاحظها المشاهد.

فإذا كانت الزاوية الظاهرية أكبر من β_{max} ،فإن التفاصيل تبدأ بالظهور في الصورة،وهكذا فإن β_{max} هي التي تعطي حدود العمق الأعظمي للمشهد المتلفز.

وفي أنظمة التلفزة ثلاثية الأبعاد المثالية،فإن عدد لمستويات المرسلة والمختلفة في العمق يمكن أن يحسب من خلال النسبة بين الزاويتين الظاهريتين العظمى،والصغرى،وهما اللتان يظل عندهما المشاهد قادراً غلى تمييز البعد الثالث.

$$Q_{ideat} = \beta_{max}/\beta_{min} \qquad (14)$$

وجد من خلال التجارب أن الزاوية الظاهرية العظمى β_{max} تتراوح بين (60−70 munites of arc).

[1,3].

وأيضاً في الأنظمة المثالية، فإن β_{min} يمكن أن تساوي δ، حيث $\delta = 20$، وهي تعبر عن عتبة الرؤية المجسمة للمشاهد.

$$Q_{ideat} = \frac{70}{20} = 210\ planes$$

أما في أنظمة التلفزيون ثلاثية الأبعاد العملية،فإن اختلاف الوضع الظاهري يعطى بالعلاقة:

$$\beta_{max} = \beta + \Delta\beta(x) \qquad (15)$$

❖ ومن الواضح في هذه المعادلة أنه في أنظمة التلفزيون ثلاثية الأبعاد الواقعية يكون الحيز الأعظمي المسموح به أقل مما هو عليه في حالة النظام المثالي،ولذا فإن عدد المستويات التي يعاد إنتاجها في النظام الحقيقي هو أقل من عدد المستويات التي يتم إنتاجها في النظام المثالي.

ومن أجل نظام تلفزة ثلاثي الأبعاد حقيقي،فإن عدد المستويات التي يتم إنتاجها،وهي مختلفة في العمق:

$$Q_{real} = \frac{\beta_{max} - \Delta\beta(x)}{\beta_{min}} = z[\beta_{max} - \Delta\beta(x)]/2a \qquad (16)$$

$$\beta_{min} = 2a/z$$

حيث $2a$ هي زاوية النظر للعدسة،z عدد خطوط المسح.

بجعل $z = 625$ و $\Delta\beta(x) \leq 0.1\beta_{max}$

نحصل على $Q_{real} = 15\ planes$

إن النقص في عدد المستويات التي تم إعادة انتاجها بنظام التلفزة ثلاثية الأبعاد والعملية ينتتج عن عاملين:

الأول:عدم خطية شعاع المسح الالكتروني في أنبوبي الصورة والتصوير،أو وجود المعامل $\Delta\beta(x)$.

الثاني: عرض الحزمة المحدود،أو ما يعرف بالقدرة المحدودة لنظام 3DTV.

متطلبات أنظمة التلفزة ثلاثية الأبعاد الملونة:

إن أنظمة البث التلفزيونية التي تستطيع إعادة إنتاج الصور ثلاثية الأبعاد تعطي فكرة أفضل عن المشاهد المتلفزة تحسن الانطباع الفني، وتجعل عملية استعادة الصور(إعادة إنتاج الصور)أكثر واقعية، فهي تعطي المشاهد انطباعاً واقعياً لدرجة أنه يحس بأنه موجود في موقع التصوير، وفي صناعة أنظمة التلفزيون الملونة تتزايد الحاجة إلى إعادة إنتاج الصورة ذات البعد الثالث، حيث يعد من المهم جداً إعطاء فكرة شديدة الدقة عن الموقع المراد تصويره.

وفي أنظمة التلفزيون ثلاثية الأبعاد يجب في الحالة العامة أن يتم إرسال إطارين ملونين من أجل إنتاج زوج مجسم فإذا فرضنا أن صورة التلفزيون الملون ثلاثي الأبعاد تلاقي المعايير المطلوبة من أجل التلفزيون الملون وإذا كان كل عنصر في الصورة الملونة يتم إرساله ممثلاً بثلاث إشارات لونية إلى كل عين ونجد أن هناك ست إشارات يجب أن يتم استخدامها.

يتم تمثيل الإشارات اللونية للألوان الثلاث الأساسية(الأحمر،الأزرق،الأخضر)وإشاراتها اللونية،تمثل بالرموز E_r,E_b,E_g،وهذا الأمر يتطلب تخصيص عرض حزمة أكبر بست مرات من عرض الحزمة التي يحتاجها التلفزيون ثنائي الأبعاد الأبيض والأسود.

ومن أجل أن يتكامل النظامان ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد مع بعضهما يجب أن يكون عرض حزمة القناة أكبر بمرتين من عرض القناة المعيارية المستخدمة في أنظمة البث التلفزيوني التقليدية.

إن البحث عن وسائل وطرق تهدف إلى تخفيض عرض الحزمة المطلوب لمثل هذه الأنظمة ثلاثية الأبعاد الملونة دون الإضرار بجودة الصورة المنقولة يعد تحدياً كبيراً وهناك الكثير من الجهود المبذولة في هذا الإتجاه.

وينتج عن تقليل عرض الحزمة فوائد إقتصادية وتكنولوجية .ففي بعض أنظمة التلفزيون المطبقة يمكن أن يتم استخدام معدات ذات تصاميم بسيطة غير معقدة، ولكن على حساب دقة الألوان ولكن من ناحية أخرى تعيد بعض الأنظمة الأخرى انتاج الصور إما بدقة مطابقة وإما بدقة نسبية، وذلك بحسب تعقيد المعدات المستخدمة.

وفي أنظمة البث التلفزيوني يختلف المشهد ثلاثي الأبعاد المعاد إنتاجه عن المشهد الأصلي وخاصةً إذا كان المخرج يريد أن يغير في البيئة المحيطة والخلفية لأغراض فنية معينة.

إن العمل في مجال أنظمة التلفزيون ثلاثية الأبعاد الملونة يواجهه الكثير من المصاعب إحدى هذه المصاعب هي إيجاد طريقة للتآلف والتكامل مع أنظمة التلفزيون الملونة الحالية،ذلك أن عملية التآلف هذه تتطلب الكثير من التكاليف علاوة على ذلك فإنه من الصعب جداً تصميم مستقبل صورة مجسمة ملونة ثلاثية الأبعاد،في الوقت الحاضر يمكن أن تفصل إطارات العين اليمنى عن إطارات العين اليسرى من الزوج المجسم عن بعضهما إما باستخدام أجهزة خطوط المسح الضوئية، التي توضع أمام شاشة العرض، وإما باستخدام نظارات خاصة تهدف إلى إبراز الصورة

المجسمة بالتلوين،في حال استخدام أجهزة خطوط المسح الضوئية الخاصة يكون تصميم المستقبل معقداً جداً، وذلك بسبب الحاجة إلى الكثير من الحزم الإلكترونية والشاشات الضوئية،أما في حال استخدام النظارات،فإن عملية فصل الثنائي المجسم تكون بسيطة إلا أنها غير مريحة للمشاهد[1].

وأخيراً،ومن أجل ضمان عملية التآلف،فإن أنظمة التلفزيون ثلاثية الأبعاد الملونة يجب أن تستخدم عرض حزمة التلفزيون الملون العادي نفسه،وأن تعطي صورة ذات جودة عالية في الوقت نفسه[1].

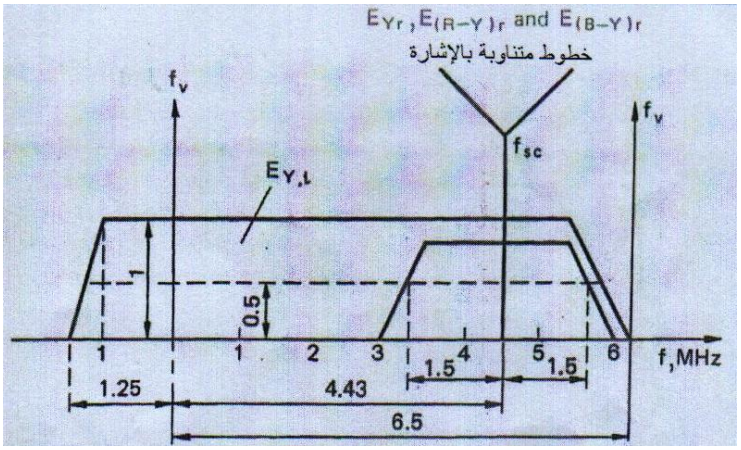
حيث تحتل إشارة النصوع لإطارات العين اليسرى $E_{Y,l}$ الحزمة الترددية (6.5 MHz) بكاملها،وهي تحمل معلومات أساسية عن جودة الصورة،في حين أن إشارة النصوع لإطارات العين اليمنى $E_{Y,r}$ يخصص لها فقط (1.5 MHz) ،

وهي تقوم بتعديل "الحامل التجيبي"للحامل الفرعي اللوني f_{sc} في كل خط،على حين أن إشارات الإختلاف اللوني $E_{(R-Y)r},E_{(B-Y)r}$ تحتل عرض حزمة مماثل وأي (1.5 MHz)،وتقوم هاتان الإشارتان بتعديل المركبات"الجيبية" للحامل الفرعي اللوني f_{sc} للخطوط المتشابكة.

إن إشارة الحامل الفرعي E_s المعدلة تعديلاً متعامداً بوساطة $E_{Y,r}$،$E_{(B-Y)r},E_{(R-Y)r}$ يمكن كتابتها على الشكل التالي:

$$E_s = E_{Y,r}.\cos(wt+\varphi) + 2E_{(R-Y)r}.[E_{(bB-Y)r}].\sin(wt+\varphi).2\{E2(Y,r) + E^2_{(R-Y)r}.E^2_{(B-Y)r}\}^{0.5} + .\cos(wt+\varphi+\text{arctg}(\frac{E_{(R-Y)r}.E_{(B-Y)r}}{E_{Y,r}})$$

(17)



الشكل(3):الطيف في النظام ثلاثي الأبعاد

في نظام التلفزة الملونة ثلاثية الأبعاد الذي يستخدم التعديل التعامدي تكون الإشارة الملونة المركبة للخط رقم m هي:

$$E_{c,m} = E_{Y,L} + [E_{Y,r}\cos(wt+\vartheta) + E_{(R-Y)r}\sin(wt+\vartheta)] \qquad (18)$$

وللخط رقم m+1 تصبح الإشارة:

$$E_{c,m+1} = E_{Y,L} + [E_{Y,r}\cos(wt+\vartheta) + E_{(B-Y)r}\sin(wt+\vartheta)] \qquad (19)$$

ونلاحظ من المعادلتين السابقتين أنه في نظام التلفزة الملونة ثلاثية الأبعاد الذي يستخدم طريقة التعديل التعامدي للحامل الفرعي اللوني،وإرسال إشارات الإختلاف اللوني $E_{(B-Y)r},E_{(R-Y)r}$ في خطوط متناوبة،تؤدي إلى

انخفاض الإستبانة العمودية للمعلومات اللونية إلى النصف قياساً بقيمتها الإسمية،ولا يؤدي ذلك عموماً إلى ضعف في عملية إعادة استحضار الألوان،لأن الإستبانة الأفقية للإطار اللوني للزوج المجسم من العدسات يتم تخفيضها كما في عرض الحزمة إلى القيمة 1.5 MHz.

الآفاق المستقبلية للتلفزيون ثلاثي الأبعاد:

بالرغم من التطور الكبير الحاصل في مجال البث التلفزيوني يبقى دائماً الهدف الأساسي هو تحسين جودة الصورة التلفزيونية لتقترب قدر الإمكان من المشهد الأصلي.وهذا الهدف تم بالفعل الإقتراب من تحقيقه من خلال العمل بالأنظمة عالية الدقة(High-definition system) وأيضاً زيادة حجم شاشة الإظهار واستخدام معدل عالي من زوايا الرؤية أو التصوير (wide-aspect ratio)،كما يعتبر التلفزيون الرقمي أيضاً واحدة من التقنيات التي ساهمت في رفع جودة الصورة.

بالإضافة إلى القفزة النوعية التي حصلت بتحويل جهاز الإستقبال المنزلي إلى طرفية متعددة الوظائف مزودة بمعالجات مكروية عالية الأداء من أجل تأمين خيارات أوسع من الخدمات للمستخدم.

تم تسخير جهود إضافية في مجال التلفزيون ثلاثي الأبعاد الملون والهدف منها هو تطوير نظام خال من العيوب الملازمة لأنظمة التلفزيون ثلاثي الأبعاد الحالية،مثل البث من خلال زاوية كاميرا واحدة فقط،العمق القليل أو السطحية في الصورة المعاد إنتاجها،حاجة المستخدم إلى ارتداء أدوات مساعدة(مثل النظارات ثلاثية الأبعاد)أو تثبيت الرأس بشكل قسري في مكان محدد، وذلك عند استخدام تقنيات معينة لتوليد الصورة المجسمة (Raster Technique).من بين العديد من الطرق التي يمكن أن تجرب ،هناك طريقتين واعدتين وهما:

1 - نظام متعدد الجوانب (Multiple-aspect system) باستخدام العديد من الكاميرات والتي تقوم بالإلتقاط من زوايا مختلفة.

2 - Holographic system.

❖ نظام متعدد الجوانب (Multiple-aspect system): في هذه الطريقة يتم تلفزة نفس المشهد التلفزيوني بوساطة عشر كاميرات وأحياناً يصل العدد إلى مئات من الكاميرات، والتي يتم ترتيبها وفق نموذج محدد مسبقاً،ومن ثم يتم نقل كل الصور ليعاد توليدها من جديد على شاشة عرض مشتركة.

ميزة هذا النظام أن المراقب(المشاهد)لديه الإمكانية على التحرك أفقياً والنظر إلى خلف المشهد المعروض أو بعبارات أخرى، يمكن للمشاهد رؤية الأشياء في المشهد، والتي تكون محجوبة بأشياء أخرى عند تصويرها من زاوية معينة يمكنه مشاهدتها من خلال كاميرا أخرى أو زاوية أخرى، يظهر الشكل(4) هذا النظام، حيث يظهر العنصر الذي يتم تصويره على المحور 0-0 ويتم التصوير من خلال العديد من أنابيب التصوير الإنتقائية (pickup tubes)، والتي رتبت على شكل قوس AB يقوم كل أنبوب بتشكيل صورة ثنائية الأبعاد تختلف عن الصورة المكونة بالأنبوب المجاور فقط من حيث الموقع الأفقي(المنظر الأفقي أو زاوية الرؤية الأفقية).

المسافات بين أنابيب التصوير يتم اختيارها بحيث نحصل على كثافة زوايا تصوير بدقة مرغوبة (Aspect recurrence density) وتعطى بالعلاقة:

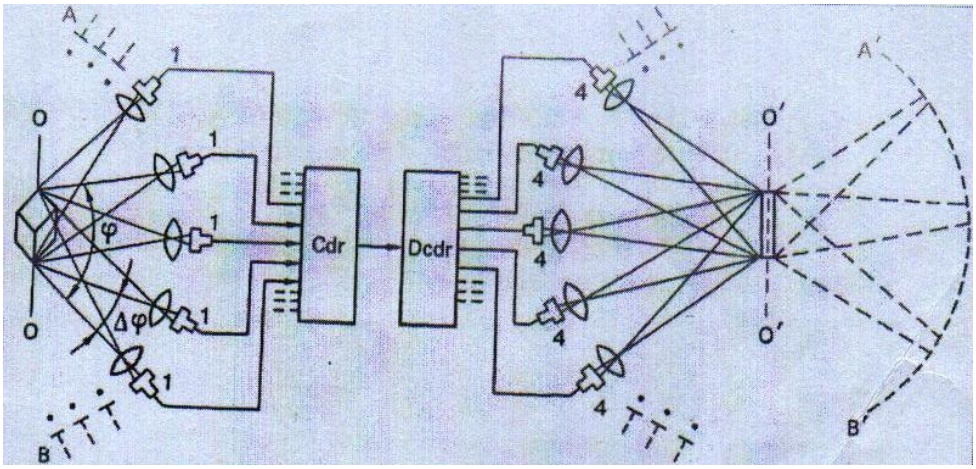
$$\Delta\varphi = \varphi/(N-1) \qquad (20)$$

حيث φ الزاوية الكلية والتي من خلالها يرى العنصر المتلفز من قبل كل أنابيب التصوير.

N عدد أنابيب التصوير المستخدمة.

البارامتر الأهم في نظام(Multiple-aspect system) هو(Aspect recurrence density)حيث أن زيادة قيمة هذا البارامتر يقود إلى إنقاص قيمة $\Delta\varphi$ مما يعني أن العنصر المراد تصويره سوف يصور من خلال عدد أكبر من الزوايا.أي أن الإنتقال من زاوية إلى أخرى سوف يصبح أكثر مرونة ونعومة.

بالحقيقة عندما تتناهى N إلى اللانهاية(عدد كبير من أنابيب التصوير) التنقل بين زوايا التصوير المتجاورة سوف يصبح ناعماً ومرناً كما لو أن المراقب الحقيقي يراقب المشهد بعينه.مع عدد محدد من أنابيب التصوير ينقسم مجال المراقبة إلى عدد محدد من زوايا التصوير المتمايزة ويكون الانتقال بينهما بشكل حاد وفجائي كون المواقع البينية بين لأي زاويتي تصوير لا يعاد توليدها [5,6].



الشكل(4):بنية نظام التلفزة متعدد الجوانب

يمكن تحديد البارامتر كثافة زوايا التصوير (Aspect recurrence density) من أجل نعومة في الإنتقال بين مواقع أو زوايا الرؤية فقط من خلال التجريب، ووفقاً للبيانات المنشورة فإن انحناء القوس(الذي تتموضع عليه الكاميرات)يحدد بمقدار 15د.

يمكن أن يتم إرسال الإشارات الناتجة عن أنابيب الإلتقاط بشكل متزامن بنفس اللحظة أو بشكل متتابع وفي كلا الحالتين يعطى عرض الحزمة للنظام(Multiple-aspect system)بالعلاقة:

$$\Delta F = N\Delta F_0 \qquad (21)$$

حيث:

ΔF_0 هو عرض الحزمة للقناة الواحدة.

تمر الإشارة عن كل أنبوب على مرمز(Cdr) ثم يتم نقلها عبر قناة اتصال لتصل إلى فال الترميز(Dcdr).

في طرف الإستقبال يوجد المعدات التالية:عدد N من أنابيب الصورة مع جهاز العرض الخاص بها ويتم تراكب الصور المعروضة على شاشة عرض واحدة على المستوي($0'-0'$).

المكون الأكثر أهمية في النظام المدروس هو انتقاء زوايا الرؤية والتي تمكن العين اليمنى والعين اليسرى من رؤية الصورة الخاصة بكل منهما على التوالي بشكل منفصل.

يمكن أن يتم انتخاب الصور وتموضعها بشكل متراتب على السطح ($0'-0'$)أو من الممكن تموضعها بشكل متجانب على سطح القوس A'B' مما يعيد توليد ترتيب أنابيب الإلتقاط نفسه في طرف الإرسال.

يمكن أن يتم بناء ناخب زوايا الرؤية على نفس المبادئ التي تم اتباعها في (Stereo pair of binocular 3-D TV system).

❖ Holographic system :فتحت هذه الطريقة آفاق جديدة في أنظمة التلفزيون الثلاثي الأبعاد والذي يمكن من نقل المعلومات المرئية بصورة أقرب ما يمكن من الواقعية.

الصورة المعاد توليدها من هذا النظام (hologram) المرسلة يمكن اعتبارها صورة طبق الأصل عن العنصر الحقيقي المتلفز(الذي تم تصويره).

حيث يمكن للمشاهد ليس فقط مشاهدته بصورة ثلاثية الأبعاد، إنما أيضا يمكنه"النظر خلفه".حيث يمكن اعتبار الـ(hologram) يقوم بدور نافذة في المشهد المصور والتي يمكن من خلالها مشاهدة العنصر المصور من أي اتجاه كان،وحجم هذه النافذة يمكن أن يحدد من خلال فتحة الـ(hologram).

في نظام الـ(hologram) يتم التصوير من خلال عدد غير منته من زوايا الرؤية وبالتالي عند العرض لا يوجد أي انتقالات حادة تحدث عند الإنتقال من زاوية إلى أخرى.

الاستنتاجات والتوصيات:

تم الإستنتاج أن الضجيج يكون تأثيره أقل في الصور التلفزيونية ثلاثية الأبعاد،ويعلل ذلك بأن الضجيج يتوزع في الأبعاد الثلاثة،وبذلك لا يكون متزامناً(منطبقاً)على تفاصيل الصورة.

إن إرسال إحدى الصورتين من زوج الصور ضمن مجال ترددي ضيق لا يؤثر على نوعية الصورة المشاهدة المجسمة باعتبار أن الصورة الأخرى ترسل بكامل عرض الطيف.

إن إرسال الألوان بالتتابع لايؤثر على لونية الصورة المنتجة باعتبار أن الألوان ترسل في الصورة الأخرى من زوج الصور في نظام التلفزة ثلاثية الأبعاد الذي يستخدم طريقة التعديل المطالي التعامدي للحامل الفرعي اللوني، وإرسال إشارات الإختلاف اللوني $E_{(B-Y)r}$,$E_{(R-Y)r}$ في خطوط متناوبة يؤدي إلى انخفاض الإستبانة الشاقولية للمعلومات اللونية إلى النصف ولايؤدي ذلك إلى انخفاض نوعية اللون المنتج لأن الإستبانة الأفقية للإطار الملون للزوج المجسم يتم تخفيضها كما في عرض الحزمة إلى القيمة1.5 MHz.

المراجع:

[1]-DZHAKONIA,V.E.*television,* Mir publishers, moscow,2002.

[2]-JULESZ,B,MILLER,J.E. *Automatic stereo-scopic presentation of functions of two variables*,The Bell system Technical journal,1982,p.663-676>

[3]-OGLE,K.N.*Some Aspects of stereoscopic depth preseption*. Journal of the optical society of America,1987,p.1073-1081.

[4]-KPIVOSHEEP,M.I.*Sterootelevision*,moscow.1998.

[5]-NOVAKOVSKY, S. V. *television in the 21st century*. Moscow, Znanie.2010.

[6]-PRATT, W.K.*image transmission techniques*.Academic Press,New York,2009.