



## الهولوجرام

# HOLOGRAM

تقديم : خالد برهوم

تاريخ : 2015\2016

### ملخص

يقدم هذا البحث نتائج الدراسة التجريبية لتقنية الهولوجرام والأدوات اللازمة لتطبيقها وبعض القوانين المتبعة في حساب الأبعاد اللازم اتباعها لتشكيل صورة ثلاثية الأبعاد للجسم المراد إنشاؤه بالإضافة إلى بعض المجالات التي تُستعمل فيها هذه التقنية وخصوصاً في مجال الهواتف النقالة حيث بدأ التنافس بين الشركات العالمية والتسابق فيما بينها لاستخدام هذه التقنية التي تسهل التبادل المعلوماتي وتظهر في مقدمة الشكايات شركة آبل

## الفهرس:

3	المقدمة
3	الإشكالية
4	الباب الأول: الأمواج وخصائص الأمواج الضوئية على وجه الخصوص
4	الفصل الأول: تداخل الأمواج وتراكبها
5	الفصل الثاني: حيود الضوء
7	الفصل الثالث: بعض أنواع الأمواج
10	الباب الثاني: كيفية تطبيق خاصية التصوير التجسيمي
10	الفصل الأول: المبدأ النظري وأنواع الرؤية المجسمة
13	الفصل الثاني: الأدوات اللازمة لتطبيق مبدأ الهولوجرام والحسابات النظرية
14	الفصل الثالث: الهولوجرام تطبيقاً
16	الباب الثالث: استخدامات الهولوجرام في حياتنا اليومية
16	الفصل الأول: تقنية العرض ثلاثي الأبعاد بشكل عام
18	الفصل الثاني: شاشات شركة آبل
19	النتائج والتوصيات
19	الخاتمة
20	فهرس الصور
21	المراجع

## المقدمة:

الهولوجرام هو حقل أوسع وأكبر بكثير مما يتوقع معظم الناس، فتسجيل ورسم مجسم ثلاثي الأبعاد هي محض فكرة سطحية عن الهولوجرام. حيث يستطيع الهولوجرام أن يأخذ دور المرايا، العدسات، أو حتى الحواجز وهي مستعملة في عدد كبير من الأجهزة، والأجهزة المستقبلية التي سوف تعتمد على الخواص الفوتونية مثل الشرائح الإلكترونية النظرية بدون شك ستدعم مشعات الليزر الميكروية بالإضافة إلى الوصلات النانوية لتفريغ المساحة من الأجهزة الإلكترونية في جميع منتجاتها.

الإشكالية: هل من الممكن أن تتحول تقنية الهولوجرام إلى تقنية المستقبل، وهل هي بالكفاءة الكافية، وما هي مجالات استخدامها الممكنة مستقبلاً.



(1) مثال توضيحي لتقنية الهولوجرام

## الباب الأول: الأمواج وخصائص الأمواج الضوئية على وجه الخصوص

### الفصل الأول: تداخل الأمواج وتراكبها.

تحدث ظاهرة التداخل للموجات بصفة عامة عندما تتلاقى الموجات الصادرة من مصادر مختلفة في منطقة ما. وهي من الخصائص العامة للموجات وتعتمد على مبدأ عام بالنسبة للموجات وهو مبدأ تراكب الموجات principle of superposition أو الاضطرابات بصفة عامة والذي ينص على أن المحصلة (أي محصلة الاضطراب) عند نقطة هي مجموع الاضطرابات الناتجة عن الموجات المتلاقية. ولما كان الضوء عبارة عن موجات وهي موجات كهرومغناطيسية لذلك فهي تتبع أيضا مبدأ التراكب. فعندما تمر (أو تتلاقى) موجتان ضوئيتان (أو أكثر) بنقطة فإن المجالات الكهربائية لهذه الموجات تتراكب (أو تتحد) طبقا لمبدأ التراكب مكونة المجال المحصلة. (ومن المعلوم أن شدة الضوء تتناسب مع مربع شدة المجال الكهربائي أي مربع السعة) و لذلك فإن شدة الضوء الناتج تتغير أي تزداد و تقل نتيجة للتداخل و ذلك حسب ما إذا كان التداخل بنائيا أي أن الموجتان تقوى إحداهما الأخرى أو هدميا في حالة ما إذا كانت الموجتان تضعف إحداهما الأخرى.

تجربة يونج- تجربة الشق المزدوج<sup>1</sup>:

في عام 1801 قام العالم توماس يونج بإجراء تجربته التاريخية الشهيرة التي أثبت بها الطبيعة الموجية للضوء بأن أوضح أن الموجتين الضوئيتين المترابنتين تتداخلان. وقد زاد من أهمية هذه التجربة أن يونج أمكنه بواسطتها تعيين الطول الموجي للضوء. أساس عمل هذه التجربة حيث يسقط الضوء من مصدر ضوئي أحادي اللون (أي أحادي الطول الموجي monochromatic) على فتحة مستطيلة ضيقة م موضوعة على بعد مناسب منه و يسقط الضوء المار من هذه الفتحة على حائل به فتحتان مستطيلتان ضيقتان و متقاربتان م 1 و 2م و لذلك تسميان بالشق المزدوج (double slit)

وهاتان الفتحتان تعملان كمصدرين مترابطين للموجات الضوئية ، حيث أنهما تقعان على نفس جبهة الموجة

<sup>1</sup>Fundamentals of Physics 3<sup>rd</sup> edition, 1988 by Halliday and Resnik

الصادرة من الفتحة م وبذلك تكون الموجتان الصادرتان منهما لهما نفس التردد و الطور و أيضا نفس السعة طالما كان للفتحتين نفس الاتساع.

لذلك فإن إضاءة الشق المزدوج بالضوء الصادر من فتحة واحدة أمر هام لإجراء هذه التجربة . وتتقابل الموجات الصادرة من الفتحتين عند الحائل المعد لاستقبالها على مسافة كبيرة نسبيا من الشق المزدوج وهذه الموجات تتداخل ويكون التداخل عند النقاط المختلفة على الحائل بنائيا أو هدميا حسب الفرق في المسار الذي قطعته الموجات من الفتحتين إلى الحائل. و يظهر على الحائل مجموعة التداخل أو مجموعة من هدب التداخل كمناطق مضيئة ( في حالة التداخل البنائي ) تتخللها مناطق مظلمة ( في حالة التداخل الهدمي).

الهدبة المركزية المتكونة عند النقطة التي تقابل منتصف المسافة بين الفتحتين تكون هدبة مضيئة و ذلك لأن طول المسار الذي تقطعه الموجتان الصادرتان من الفتحتين إلى هذه النقطة يكون متساويا أي أن فرق المسار يساوى الصفر و بذلك يكون التداخل بنائيا و تسمى الهدبة المركزية أيضا الهدبة الصفرية.

أما عند أي نقطة على جانبي الهدبة المركزية فإن المسافة التي تقطعها الموجات الصادرة من الفتحتين تختلف و لذلك فإن الموجات التي تتقابل عند هذه النقطة تتداخل تداخلا بنائيا أي تحدث تقوية للشدة إذا كان الفرق في المسار الذي قطعتة الموجتان مساويا عددا صحيحا من الأطوال الموجية و بصفة عامة يكون التداخل بنائيا عندما يكون فرق المسار مساويا  $m\lambda$  حيث  $m$  تساوى صفر أو عدد صحيح . ويتكرر هذا الوضع على الجانب الآخر من الهدبة المركزية. أما عن النقاط التي يكون فيها الفرق في المسار مساويا عددا فرديا من أنصاف الطول الموجي فإن الموجات التي تصل إلى هذه النقاط تتداخل تداخلا هدميا أي يكون عند هذه النقاط مظلمة وبصفة عامة فإن شرط تكون الهدب المظلمة هو أن يكون فرق المسار مساويا  $(m + \frac{1}{2})\lambda$  حيث  $m$  تساوى صفر أو عدد صحيح . وتتغير شدة الإضاءة للهدب المضيئة كلما بعدنا عن الهدبة المركزية

## الفصل الثاني: حيود الضوء:

الحيود: هو خاصية من الخصائص العامة للموجات و تحدث للموجات عندما تمر بحافة عائق أو خلال فتحة ضيقة كما يحدث عند مرور الصوت خلال فتحة باب مثلا .

و لهذا فإن الشخص الموجود بجانب باب حجرة مفتوح يمكنه سماع الصوت الصادر في الحجرة حتى ولو لم يكن أمام فتحة الباب مباشرة. ولشرح الحيود نستخدم أيضا مبدأ تراكم الموجات الذي تفسر على أساسه ظاهرة

التداخل. والواقع أن ظاهرة الحيود تنشأ أيضا من تداخل الموجات كما سنرى فيما بعد. فعلى أساس قاعدة Huygens (1629-1695) فإنه عند أي لحظة زمنية تعتبر كل نقطة على جبهة الموجة مصدرا لموجات كروية صغيرة تنتشر بنفس سرعة الموجة وأنه عند أي لحظة زمنية تالية فإن السطح الذي يغلف هذه الموجات يعتبر الجبهة الجديدة للموجة<sup>2</sup>.

وإذا كانت هذه الموجات موجات صوتية والفتحة هي باب حجرة فإن الشخص الموجود على جانب الباب سيصل إليه الصوت الصادر من الحجرة. وما يحدث للصوت يحدث تماما للضوء. ولكن ربما نتساءل إذا كنا نسمع الصوت ونحن على جانبي الباب بسبب حيود الموجات الصوتية، فلماذا لا نرى ما في الحجرة ونحن على جانبي الباب بسبب حيود الموجات الضوئية. الواقع أن الضوء يحد أيضا ولكن درجة انحنائه أو حيوده تكون صغيرة بما لا يكفي أن نرى ما بداخل الحجرة.

فدرجة الانحناء تعتمد على النسبة بين الطول الموجي واتساع الفتحة وتبعاً لذلك يكون حيود الضوء مدركا كلما كان اتساع الفتحة صغيرا بالنسبة للطول الموجي. وما يحدث لموجة مستوية ( أشعة متوازية ) تسقط على فتحة ضيقة يوجد أمامها حائل على مسافة كبيرة منها. يمكن اعتبار كل نقطة من نقاط هذه الفتحة مصدرا لموجات تنتشر بنفس سرعة الموجة. سنجد أنه عند النقطة التي تقابل منتصف الفتحة فإن الموجات التي تصلها تتداخل تداخلا بنائيا و تظهر هدبة مركزية مضيئة.

بينما على جانبي الهدبة المركزية يكون التداخل إما بنائيا أو هدميا وتظهر مناطق أو هدب مضيئة و هدب مظلمة على جانبي الفتحة أي أن الضوء يحد عن مساره و تظهر هدب مضيئة في أماكن على جانبي الفتحة لا يمكن تفسير تكونها إلا باعتبار أن الضوء عبارة عن موجات.

<sup>2</sup> The Physical world New Edition, 1979 by Keighley and McKIM.

## الفصل الثالث: بعض أنواع الأمواج.

إن الضوء هو أشهر الموجات الكهرومغناطيسية لما له من دور في حياتنا وحياة جميع الأحياء إذ بواسطته يتم الإبصار ويقوم النبات بصنع الغذاء. والنور الأبيض، مثل نور الشمس، يتكون من مزيج من الألوان هي البنفسجي والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر. ولكل منها طول موجي وتردد يميزه عن غيره ويعطيه اللون الخاص به. ومن الجدير بالذكر أن استشعار العين للألوان المختلفة متباين، فهي مثلاً أكثر تحسساً للونين الأصفر والأخضر منها للونين البنفسجي والأحمر.

والضوء يعد قطرة في محيط بالنسبة للموجات الكهرومغناطيسية غير المتناهية التي سميت بهذا الاسم نظراً لأنها تتكون من مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين على بعضها البعض وعلى اتجاه انتشار الموجة. لذا فالموجات الكهرومغناطيسية هي من الموجات المستعرضة، وهي تتحرك بسرعة عالية جداً. ففي الفراغ تبلغ سرعتها ثلاثمائة ألف كيلومتر بالثانية، ويستغرق وصول ضوء الشمس إلى الأرض حوالي ثماني دقائق رغم البعد الشاسع بين الأرض والشمس الذي يبلغ حوالي مائة وخمسين مليون كيلومتراً أي حوالي أربعة آلاف مرة ضعف متوسط محيط الكرة الأرضية.

وتختلف الأطوال الموجية وترددات الأنواع المختلفة من الموجات الكهرومغناطيسية. وفيما يلي شرح موجز لهذه الأنواع وتطبيقاتها ابتداءً من الأطوال الموجية الكبيرة وانتهاءً بالصغير. ولابد من الإشارة إلى أن الموجات متداخلة ولا توجد بينها حدود واضحة، ولكن الموجات جميعها يمكن توليدها بتسريع الشحنات الكهربائية.

**موجات البث الإذاعي** تتراوح أطوالها الموجية بين الأمتار ومئات الأمتار وهي التي تستخدم في أنظمة الاتصالات كالمذياع والتلفاز. وعادة ما يكتب على أجهزة المذياع الأطوال الموجية وتردداتها وذلك لاستلام الإذاعات المختلفة حيث أن كل إذاعة تبث بأطوال موجية معينة. فالموجات القصيرة أطوالها الموجية تقدر بالأمتار، أما المتوسطة فتقدر أطوالها الموجية ببضع عشرات من الأمتار.

وتتراوح أطوال **موجات المايكروويف** بين (1) ملليمتر و (300) ملليمتر. وهي تستخدم في أنظمة الرادار وفي الملاحظة الجوية وفي دراسة الصفات الذرية والجزيئية للمواد. وقد استفاد المهندسون من هذه الموجات في صنع المايكروويف الذي يستخدم في طهي وتسخين الطعام بسرعة حيث وفر على ربان البيوت الكثير من الوقت. ويرى

العلماء أن بالإمكان الاستفادة من أشعة الشمس في توليد الطاقة حيث تقوم محطات فضائية بتجميع موجات المايكروويف وإرسالها إلى الأرض. ومن الجدير بالذكر أن الأقمار الصناعية تستخدم موجات المايكروويف في الاتصالات.

كذلك تتراوح أطوال الموجات تحت الحمراء بين (0.7) مايكرومتر وحتى (1) ملليمتر ويمكن توليد تلك الموجات بتسخين الأجسام الصلبة فتنتقل تلك الموجات بشكل طبيعي نتيجة لارتفاع درجة حرارتها. ولهذا فهي تسمى أيضاً باسم الموجات الحرارية. وهذه الموجات تمتص بسهولة من قبل معظم المواد مؤدية إلى تسخينها (أي رفع درجة حرارتها) ولهذه الموجات تطبيقات مدنية وعسكرية عديدة من ضمنها العلاج الفيزيائي والتصوير الليلي وكذلك الرؤية الليلية.

**النور المرئي:** هي الموجات الكهرومغناطيسية الأكثر شهرة كما أسلفنا حيث أنها الموجات التي يمكن للعين أن تدركها وتبصر بواسطتها الأشياء. وهي تتولد من إعادة ترتيب الالكترونات في الذرات والجزيئات .

**الأشعة فوق البنفسجية:** تغطي الأطوال الموجية بين (60) نانومتراً وحتى (380) نانومتراً وتعد الشمس من المصادر المهمة لهذه الموجات، ويقوم الغلاف الجوي للأرض بامتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس وذلك بواسطة طبقة الأوزون. وهذا من لطف العزيز الحكيم بديع السموات والأرض حيث أن التعرض لجرعات كبيرة من تلك الموجات له تأثيرات ضارة على الإنسان من ضمنها توليد سرطان الجلد وعدد من أمراض العيون. وقد أثير أخيراً الكثير من الجدل حول امكان حدوث ثقب كبير في طبقة الأوزون المحيطة بالأرض والحامية لها من الأشعة فوق البنفسجية نتيجة تسرب غاز الفريون وغيره من المواد الكيميائية، ذات الشراهة العالية للأكسجين مثل مركبات الفلور والكلور والكربون، إلى هذه الطبقة عن طريق التلوث بعوادم الطائرات وغيرها من وسائل النقل وكذلك ما تنفته مداخن المصانع إلى الجو. وغاز الفريون يستخدم بشكل كبير في الصناعة وفي أجهزة التبريد مثل الثلاجات والمكيفات.

**الأشعة السينية:** وهي أيضاً من الموجات الكهرومغناطيسية وتتراوح أطوالها الموجية من حوالي (0.1) بيكومتر وحتى (10) نانومتر. وهذه الأشعة تستخدم بشكل واسع في الطب. فهي تستخدم في التشخيص وفي علاج

بعض أنواع الأورام السرطانية غير العميقة مثل سرطان الجلد. ومن المعروف أن هذه الأشعة تلتف الخلايا والأنسجة الحية لذا ينبغي عدم التعرض الزائد لها. وتستخدم الأشعة السينية كذلك في دراسة التراكيب البلورية للذرات.

أشعة "جاما": هي أشعة كهرومغناطيسية تنطلق من نوى الذرات المشعة مثل اليورانيوم والكاربون (14)، ومن التفاعلات النووية، ويوجد في الطبيعة ما يزيد على (40) من النوى المشعة. كما يصنع المئات من النظائر المشعة في المفاعلات والمسرعات النووية نظراً لما لها من استخدامات تطبيقية وعلمية كبيرة. وتتراوح أطوالها الموجية بين (0.01) بيكومتر و (100) بيكومتر. وهي شديدة الاحتراق للأجسام وتؤدي إلى تلف شديد عند امتصاصها من قبل الأنسجة الحية. لهذا ينبغي على العاملين بالقرب من هذه الأشعة الخطرة أخذ الحيطة والوقاية منها.

وقد تطور استخدام هذه الأنواع من الأشعة حتى درجة انشاء نقطة في الفراغ من خلال التقاء عدة خطوط منها ومن مصادر وجهات مختلفة لتشكيل صورة ثلاثية الأبعاد في الفضاء المحيط بمصدر الضوء وهذا ما يسمى بتقنية الهولوجرام وتعتبر هذه التقنية من أهم التقنيات التي توصل إليها العلم الحديث.

## الباب الثاني: كيفية تطبيق خاصية التصوير التجسيمي (الهولوجرام):

### الفصل الأول: المبدأ النظري وأنواع الرؤية المجسمة.

تعتمد الرؤية المجسمة الاصطناعية على مبدأ الرؤية المجسمة الطبيعية المباشرة. فعندما يُنظر إلى جسم ما بالعين المجردة تُدرك على الفور أبعاده الثلاثة. وهناك أسباب ثلاثة للشعور بالعمق. منها تحريك الرأس حول الجسم الذي يُنظر إليه وتغيرات وضع الخيال في الدماغ. أما أهم هذه الأسباب فهو أن كل عين تنظر إلى الجسم بزواوية رؤية مختلفة عن العين الأخرى. ومن ثم سيتكون في كل عين خيال يختلف قليلاً عن الخيال المتشكل في العين الثانية، أي إن المسار الضوئي لأشعة كل خيال يختلف قليلاً عن المسار الضوئي للآخر، وينطبق هذان الخيالان على الشبكية، ويتولى الدماغ دمجهما معاً فيحدث الشعور بالبعد الثالث.

ولتحقيق الرؤية المجسمة الاصطناعية بين صورتين، لابد من إعادة تركيب الخيالين المصورين  $M1$  ،  $M2$  ووضع ما يسمى اللوحة المصورة الثلاثية الأبعاد، بحيث ينطبق الخيالان أحدهما على الآخر، وتكون العينان مكان مركزي التصوير  $O1$  ،  $O2$  ونضع الصورتين متطابقتين كما في حالة التصوير الأصلية، وفي حالات خاصة يمكن تحقيق الرؤية المجسمة بالنظر بالمحاور العينية المتلاقية أو بالنظر بالمحاور المتوازية.

وهناك نوعان: الرؤية المجسمة بالمحاور المتلاقية وهي طريقتان:

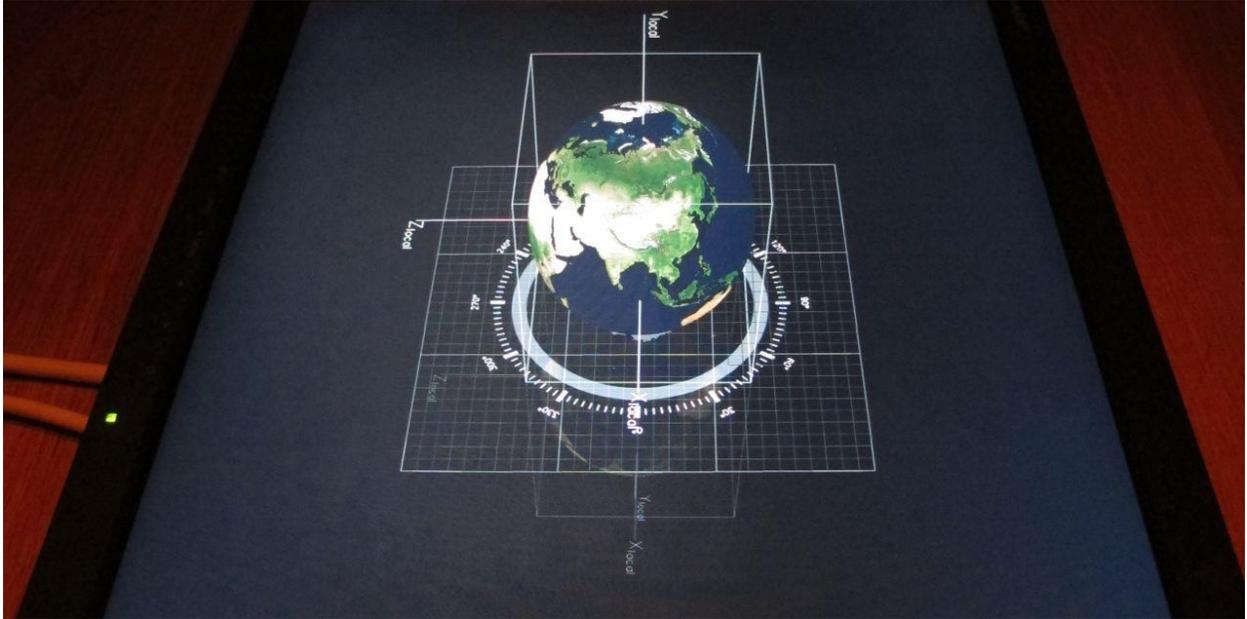
**التصوير الملون:** وتتم بطبع الصورة الأولى (اليمنية) على ورقة تصوير بضوء وحيد اللون (أحمر مثلاً)، وطبع الصورة الثانية (اليسارية) على ورقة التصوير نفسها وبانزياح قليل عن الصورة الأولى، وبضوء وحيد اللون متمم للون الأول (بنفسجي أو أزرق)، فنحصل هكذا على صورة مركبة يمكن أن نراها مجسمة بالنظر إليها من خلال عدسات ملونة موافقة (أحمر وأزرق وبنفسجي).

**التصوير بالاستقطاب:** وتتم بطبع الصورة اليمينية بضوء مستقطب على لوحة تصوير عادية جديدة ثم طبع الصورة الثانية (اليسارية) على لوحة التصوير نفسها بضوء مستقطب متعامد مع المستوى الاستقطابي للضوء الأول، فتتطابق

الأخيلة المتوافقة بعضها مع بعض، ومن ثم تعاد الرؤية المجسمة للصورتين بالنظر إلى الصورة الثلاثية الأبعاد الجديدة بنظارات استقطابية موافقة. وغيرها من الأنواع.

### والرؤية المجسمة بالمحاور المتوازية<sup>3</sup>:

وتتم عن طريق وضع الصورتين المتتاليتين على أن يكون الخيالان المترابكان على بعد مناسب أحدهما من الآخر ثم النظر إليهما بعينين مجردتين على أن ترى كل عين الخيال الواقع أمامها خيلاً وهمياً موافقاً يقع على الشبكية ويتطابق الخيالان ويندمجان بالدماع فيعطيان الشعور بالعمق.



(2) مثال عن الأشكال ثلاثية الأبعاد الممكن تصويرها تجسيمياً بواسطة الهولوجرام

ويتم ذلك بطرق متعددة إما بالنظر إلى الصورتين بالعينين مباشرة وتقنية معينة تمكن من رؤية الخيال النهائي بأبعاده الثلاثة، وإما باستخدام عدسات مقربة كما في المجهر المجسم الجيبّي البسيط أو باستخدام المجهر المجسم ذي المرايا

<sup>3</sup> The Physical world New Edition, 1979 by Keighley and McKIM.

وهناك:

• التصوير المجسم بالأمواج الليزرية المستمرة:

ترسل حزمة من الأشعة الليزرية الوحيدة التواتر مباشرة إلى الموضوع المصور  $O$  من منبع  $B$ ، يطرأ على هذه الحزمة الليزرية على سطح الجسم حوادث الانعكاس والانتثار والانكسار بسبب الخواص الفيزيائية للجسم وتصل الأشعة إلى صفيحة التصوير في  $P$ .

إن الشعاع الوارد  $A$  والشعاع المنعكس من المرآة  $M$  يسقط أيضاً على الصفيحة  $P$ ، وتتداخل هاتان الحزمتان الضوئيتان إحداهما بالأخرى، وهذا يعني أن تتراكب سعات الأمواج بعضها مع بعض، وتسبب هذه الأمواج المتداخلة على صفيحة التصوير نموذجاً معقداً من شرائط وبقع مغزلية الشكل تسمى أهداب التداخل. تتألف هذه الأهداب من تناوب مناطق يضاء مضيئة ومناطق سوداء قاتمة. تنتج المناطق المضيئة حين تصطدم حزمتان ضوئيتان لهما الطور نفسه بصفيحة التصوير  $P$ ، أي حين تجتمع قمة موجبة مع قمة موجبة أخرى فتتراكب السعات الموجية أو حين يجتمع غور سالب للموجة مع ما يماثلها، عندها تكون الأمواج في طور واحد. وبالعكس فحين تجتمع موجتان لهما السعة نفسها ولكن بطورين متعاكسين على صفيحة التصوير  $P$  يعدم أحدهما الآخر، وينتج عن ذلك منطقة سوداء.

• التصوير المجسم باستخدام اشعة الليزر النبضية<sup>4</sup>:

تستخدم هذه الطريقة في دراسة حركة جسم متحرك في لحظة ما، فثُلثت له صورة مجسمة بسرعة معينة وبومضات عالية الشدة باستخدام أشعة ليزر صادرة عن بلورة من الياقوت مصقولة جيداً. إن تواتر هذا النبض الليزري يمكن أن يصل إلى  $10.000000/1$  جزء من الثانية في حين لا تزيد مدة دوران الجسم المصوّر على  $15/1$  من طول موجة الضوء البلوري، وفي هذه المدة الزمنية القصيرة يمكن الحصول على صورة مجسمة جيدة وصالحة

<sup>4</sup> Physics for Scientists and Engineers 3<sup>rd</sup> Edition, 1990 by R.A. Serway

للاستعمال. وباستخدام منبع مشع سريع الحركة يبعث أشعة ليزرية نبضية يمكن التوصل بنجاح إلى فحص أجسام سريعة الحركة، كما يمكن دراسة التفاعلات الكيميائية المرجعة التي تغير الخواص الضوئية للمحاليل بالصور المساحية أيضاً.

إن الصورة المساحية بأشعة الليزر النبضية تعطي خواص الصورة المجسمة نفسها التي تتم بالأشعة الليزرية المستمرة. وقد استخدم التصوير المجسم بأشعة الليزر النبضية في اختبارات الأنابيب الهوائية، فدرست حركة الأجسام المتحركة عبر الهواء بإحداث تيار هواء شديد السرعة حول تلك الأجسام المتحركة، وذلك عن طريق دراسة ظواهر التداخل الضوئي. ومن ثم أمكن قياس أطوال أمواج الاهتزاز وقياس عامل الانكسار الضوئي للمحاليل.

## الفصل الثاني: الأدوات اللازمة لتطبيق مبدأ الهولوجرام والحسابات النظرية.

1. ليزر أرغواني (أزرق-أخضر)
2. مرايا لتوجيه الأشعة: تتوضع بحسب الصورة المجسمة المراد تشكيلها
3. لوحة بلورات سائلة: بمختلف أنواعها فهناك الشاشات التي تعتمد على شعاع الإلكترونات أو الشاشات التي تعتمد شاشات البلازما وكل نوع من هذه الأنواع له فكرة عمل فيزيائية مختلفة ولكن في هذا الموضوع سنركز على شاشات البلورات السائلة. ولهذا فإن شاشات العرض تحيط بنا من كل جانب وتدخل في تركيب العديد من الأجهزة الإلكترونية وتكون بأحجام صغيرة مثل شاشات الساعات أو شاشات السي دي او الجوال وقد تكون بأحجام كبيرة مثل شاشات أجهزة الكمبيوتر المحمول أو شاشات التلفزيون التي يصل حجمها إلى 60 انش. تنوع احجام شاشات البلورات السائلة وتميزها بصغر سمكها ساهم على انتشارها بشكل كبير وجعلها تدخل في العديد من التطبيقات التكنولوجية.
4. عدسات لتركيز أشعة الليزر.
5. بلورة ليثيوم-نيوبات او بوليمير ضوئي

نفرض  $x$  ارتفاع الشاشة (غالباً 758)، و  $y$  عرض الشاشة (غالباً 1024)، و  $z$  عمق الشاشة (بحسب العمق المراد افناع المشاهد بوجوده نفرضه 2)،

و SX ارتفاع منظورنا على الشاشة، و SY عرض منظورنا على الشاشة، و SZ يعبر عن العلاقة بين العمق والأجسام المخفية (التي يمكن رؤيتها بإحدى العينين)، و D المسافة بين العين والشاشة (نفرضه 75) فيكون

$$\frac{sx}{d} = \frac{X}{Z};$$

$$sx = \frac{768 \cdot 75}{2} = \frac{768}{2/75}$$

$$sx = 288$$

$$\frac{sy}{d} = \frac{Y}{Z}$$

$$sy = \frac{1024 \cdot 75}{2} = \frac{1024}{2/75}$$

$$sy = 384$$

### الفصل الثالث: الهولوجرام تطبيقياً.

عندما يتم إطلاق ليزر الأرجون (أزرق-أخضر)، عندئذ يقوم مقسم الأشعة بفصل شعاع الليزر إلى شعاعين:

- شعاع الهدف
- شعاع الإشارة

تسقط حزمة من أشعة الليزر على مجزئ للأشعة (Splitter) فتنقسم إلى جزئين ينفذ الجزء الأول من الأشعة ليصل إلى مرآة متساوية مثبتة فتعكس الأشعة لتسقط على اللوح الفوتوجرافي وتسمى بأشعة المرجع (Reference beam)، ويسقط الجزء الثاني من الأشعة على الجسم المراد تصويره وتنعكس هذه الأشعة من جميع نقاط سطح الجسم حاملة للمعلومات عنه لتصل اللوح الفوتوجرافي وتسمى هذه الأشعة بأشعة الجسم (Objective Beam).

تلتقي اشعة المرجع وأشعة الجسم على اللوح الفوتوجرافي وتكون النتيجة نمط مركب من تداخل تلك الاشعة يسجل على اللوح الفوتوجرافي وبعد تحميض اللوح الفوتوجرافي يظهر نمط تداخل الأشعة في صورة مناطق مظلمة وأخرى مضيئة ويسمى هذا اللوح بعد تحميضه وتسجيل نمط التداخل عليه بالهولوجرام يلزم بعد ذلك إعادة تكوين الصورة وذلك بإضاءة الهولوجرام بالأشعة المرجع وبالنظر خلاله تظهر صورة مجسمة تماثل الجسم تماما مسجلة لجميع دقائق الجسم بأبعاده الثلاثية. يمكن تسجيل أكثر من صورة واحدة على نفس اللوح الفوتوجرافي وذلك باستخدام عدد من الأشعة المرجع في اتجاهات مختلفة وتكون كل صورة مستقلة عن الأخرى، كما يمكن تسجيل عشرات

الصور على هولوجرام واحد وذلك باستخدام ثلاثة حزم من أشعة الليزر ذات ألوان مختلفة ويضاء الهولوجرام في هذه الحالة بالأشعة البيضاء.

يحتوي الهولوجرام أو (اللوحة الحافظ لنموذج التداخل) على توزيع معقد من المناطق الشفافة والداكنة التي تناظر أهداف التداخل المضيفة والمظلمة، وعندما يضاء بشعاع مشابه تماما للشعاع المرجعي الأصلي فإن الشعاع سوف ينفذ من المناطق الشفافة ويُمْتَص في المناطق الداكنة بدرجات متفاوتة مكونا بذلك موجة نافذة مركبة هي الموجة المركبة للجسم الأصل. وعلى هذا فإن الحصول على التصوير المجسم يتم على مرحلتين: الأولى: تسجل فيها أنماط التداخل ثم الحصول على الهولوجرام أو (اللوحة الحافظ لنموذج التداخل) والثانية: يتم فيها إضاءة الهولوجرام بطريقة معينة بحيث يكون جزء من الشعاع النافذ من الهولوجرام مطابقا لموجة الجسم الأصل، فنرى صورة ماثلة امامنا في الهواء وكأنها الجسم الأصلي.

وهو الشعاع الذي يحمل المعلومات وهو الذي يسير بخط مستقيم ويعبر من خلال معدل ضوئي فراغي (Spatial Light Modulator ((SLM) والذي هو عبارة عن لوحة LCD تظهر صفحات البيانات الثنائية (بالنظام الثنائي) على شكل مكعبات فاتحة وقائمة. البيانات المأخوذة من صفحات الشيفرات الثنائية تأخذ بواسطة شعاع الإشارة إلى حساس ضوئي (بلورة الليثيوم-نيوبات)

ونشير إلى أن بعض الأنظمة تستخدم مواد فوتوبوليميرية عوضاً عن البلورة السابقة.

## الباب الثالث: استخدامات الهولوجرام في حياتنا اليومية.

### الفصل الأول: تقنية العرض ثلاثي الأبعاد بشكل عام.

إن الرؤية ثلاثية الأبعاد هي أكثر ما يشغل عقل مطوري الشاشات في العالم هذه الأيام، فقد يتحول الحلم إلى حقيقة فما نشاهده في أفلام الخيال العلمي من تقنيات ثلاثية الأبعاد لا تحتاج إلى نظارات لمشاهدتها ولا معدات خاصة وإمكانيات الهولوجرام في مراكب الفضاء بالسينما قد يتحول إلى حقيقة في الهواتف خلال الفترة القادمة. وقد تم التوصل إلى تلك التقنية والتي ترتقى إلى مستوى الخيال عن طريق تطوير شاشات LCD التقليدية والتي تتواجد في أغلب المنازل تلك الأيام، ولكن مع ذلك التعديل الجديد استطاعوا التوصل إلى شاشات رائعة بسمك لا يتجاوز نصف الميللي متر.

ولفهم تلك التقنية بشكل أوضح يجب مقارنتها بالتقنية المتواجدة حالياً، فتوفر التقنية المتاحة في دور العرض حالياً الرؤية ثلاثية الأبعاد من خلال منظور رؤية وزاوية واحدة، فيجب أن تكون امام الشاشة وفي حدود زاوية معينة حتى تتمكن من المشاهدة، ولكن ذلك مختلف مع تلك التقنية .

فتعتمد الفكرة على انعكاس الأشعة البيضاء من جميع أجزاء الصورة وتوصيل صور مختلفة لكل عين على حدة لتتمكن من الرؤية ثلاثية الأبعاد.

فتعتمد شاشات LCD التقليدية على تشتيت الضوء الأبيض وتحويله الى الألوان المختلفة عن طريق فلاتر ومستقطبات، أما التقنية الجديدة فتستخدم مواد ومعدات خاصة لتفريق الضوء والتحكم في مساراته ولكنها تتعامل بالنانومتر ( $10^{-9}$ ) مما أدى



الى تقليل حجم المكونات .  
والجدير بالذكر أن الهولوجرام المتكون من تلك الشاشات صغيرة الحجم ,يمكن لمشاهده الدوران حوله وكأنه جسم حقيقي أمامه ويرجع ذلك الى زوايا الرؤية الـ 200 التي

(3) مثال عن الشاشات التي تمتلك خاصية الهولوجرام

توفرها تلك التقنية، ومن المتوقع أن يتم استخدامها في المستقبل القريب في أجهزة الهاتف والأجهزة اللوحية، اللابتوب، وبالطبع لم يتم الكشف عن التفاصيل الدقيقة في فكرة عمل تلك التقنية ولكن سنكشف التفاصيل تباعاً.

## الفصل الثاني: شاشات شركة آبل.

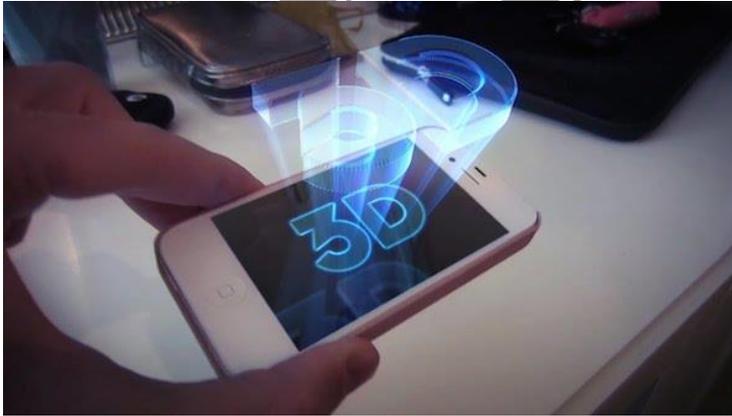
منحت هيئة براءات الاختراع الأمريكية شركة آبل براءة اختراع تتعلق بأجهزة العرض ثلاثية الأبعاد. والتي تستخدم أشعة الليزر، دون الحاجة الى استخدام نظارات مخصصة للرؤية.



هذا الابتكار سيُمكن آبل مستقبلاً من تقديم أجهزة بشاشات تقدم الصور ثلاثية الأبعاد. وليس هذا فقط، بل التحكم فيما تبثه الشاشة عن طريق تقنية الهولوجرام عن طريق اللمس. وتقوم فكرته على أنه

(4) جهاز لشركة آبل يتمتع بخاصية الهولوجرام

يمكن لمصدر واحد من الضوء أن يُنتج واحد أو أكثر من أشعة الضوء من خلال ذلك لوحة من نوع LCD ، ثم تجمع العدسة الضوء، لتشكيل الصورة ثلاثية الأبعاد.



ميزة الابتكار أنه سيُمكن من عرض الصورة ثلاثية، وذلك على شاشة ثنائية الأبعاد دون الحاجة الى تقنيات مكلفة لشاشة أو أجهزة التصوير ثلاثية الأبعاد. لتشهد بذلك شاشات أجهزة آي فون وآي باد وآي بود نقلة كبيرة للغاية. ويضيف التقرير أن التحكم

(5) عرض لتقنية الهولوجرام

في الصورة التي تبثها الشاشة سيكون من خلال الاصابع وإيماءات الرأس. ومن غير المعروف إن كان الابتكار ستقدمه لنا آبل مع آي فون 6 S أم في الاجيال التالية

## النتائج والتوصيات:

- من دراستنا السابقة نستنتج ان تقنية الهولوجرام هي من أكثر التقنيات المرشحة لتكون تقنية المستقبل وهي بالكفاءة الكافية لنيل الأهمية الكبيرة التي رُجح أن تنالها منذ بداية العمل عليها.
- خواص الأمواج الضوئية هي من تعطي الفعالية والدقة لتقنية الهولوجرام ولها عديد من المزايا التي عززت من قوة انتشار هذه التقنية
- تكمن أهمية الهولوجرام في تسهيل عرض البيانات والمعلومات وعرضها بطريقة تلفت الانتباه وتساعد على فهم أعمق وشرح أسهل لهذه البيانات، إضافة إلى تأمين أريحية أكبر في التواصل بين العارض والمتلقي، وهي مثال عظيم على دخول الإنسان عصر التطور المعلوماتي الحقيقي وتجاوزه لمصاعب جملة حتى الآن وإيجاده لحلول لها ويبين التنافس الكبير بين الشركات الكبرى أهمية هذه التقنية ومنافعها العظيمة كما ذكرنا سابقاً.
- مثل هذه التقنيات هي أهم ما يرفع السوية العلمية ويزيد من التطور العلمي لذا تسعى كل الأمم إلى اثبات وجودها في استخدامها وتطويرها وإدخالها إلى مجالات أوسع في الاستخدام ونشر مختلف الأبحاث المتعلقة بها.

## الخاتمة:

تقنيات العرض من أهم المشاريع التي تشغل الإنسان في عصرنا الحالي وكانت تقنية العرض ثلاثي الأبعاد خطوة واسعة في هذا المجال وتم التحسين عليها والتطوير للوصول إلى تقنية التصوير التحسيمي ثلاثي الأبعاد أو ما يسمى بالهولوجرام وقد احتلت أحد أهم مجالات التنافس في سرعة التطوير وفعاليتها وكفاءته، وهناك العديد من مشيلات هذه التقنية في العالم الآن.

وفي النهاية أرجو أن يكون البحث قد أعطى القيمة المرجوة وأوصل الأفكار التي ينبغي إيصالها وأتمنى أن يكون حافزاً على تكريس الجهود لإيجاد شبيهات لهذه التقنية وتطويرها.

فهرس الصور:

رقم الصفحة	شرح مبسط عن مضمون الصورة	رقم الصورة
3	مثال عن تقنية الهولوغرام	1
11	مثال عن الأشكال ثلاثية الأبعاد الممكن تصويرها تجسيمياً بواسطة الهولوغرام	2
17	مثال عن الشاشات التي تمتلك خاصية الهولوغرام	3
18	جهاز لشركة آبل يتمتع بخاصية الهولوغرام	4
18	عرض لتقنية الهولوغرام	5

- Physics for Scientists and Engineers 3<sup>rd</sup> Edition, 1990 by R.A. Serway
- Fundamentals of Physics 3<sup>rd</sup> edition, 1988 by Halliday and Resnik
- The Physical world New Edition, 1979 by Keighley and McKIM.
- Chavis, J. (2009). *3D holographic technology*. Retrieved October 17, 2009.
- E-Marketer. (2009). UK online advertising: Spending and trends. Retrieved November 14, 2009, from <http://www.market-research.com/vendors/sampleviewer/default.asp?SID=74063740-471111915-410945431&VendorID=1282>.