

التقرير ITU-R BT.2088

التلفزيون مجسم الصورة

(2006)

1 مقدمة

تتيح أنظمة الصورة المجسمة تخيل عمق يتمثل باستعمال شاشة عرض مسطحة. وقد أعدت هذه الأنظمة لأغراض السينما والتلفزيون ولاستعمالات أخرى مثل التصوير الطبي. وينبغي عدم الخلط بين أنظمة الصورة المجسمة والتصوير التجسيمي الذي يستدعي استعمال أشعة ليزر والذي لا يتواءم مع تقنيات السينما والتلفزيون الراهنة.

وظهرت التقنيات الخاصة بالتصوير المجسم منذ ظهور فن التصوير تقريباً في منتصف القرن التاسع عشر. أما فيما يتعلق بالصور المتحركة فقد ظهرت على الصعيد التجاري منذ الخمسينات من القرن العشرين.

وتضم حالياً وثائق القطاع ITU-R بشأن التلفزيون مجسم الصورة مسألة واحدة نافذة ومسألة أخرى قيد الموافقة وتقريرين وتوصيتين:

المسألة ITU-R 88/6 - التقييم الشخصي لصور التلفزيون المجسمة.

التقرير ITU-R BT.312 - تكوين نظام تلفزيون مجسم الصورة (آخر نسخة محدثة 1990). يصف هذا التقرير بإيجاز تقنيات إنتاج صور مجسمة ويحدد متطلبات تطوير أنظمة تلفزيونية عملية مجسمة الصورة، ويحدد الوثائق الصادرة عن اللجنة CCIR سابقاً بشأن هذا الموضوع، ويضم ببليوغرافيا موجزة.

التقرير ITU-R BT.2017 - مواصفات التلفزيون مجسم الصورة متعدد الرؤى بالأسلوب MPEG-2.

ويضم هذا التقرير التعديل 3 لمعيار التشفير الفيديوي MPEG-2 (التوصية/المعيار ITU-T H.262/ISO/IEC 13818-2) المصدّق في 1996 والذي يسمح بتشفير الصور المجسمة.

التوصية ITU-R BT.1198 - تلفزيون الصورة المجسمة استناداً إلى إشارات قناتين واحدة للعين اليمنى وواحدة للعين اليسرى (1995).

وتضم قائمة مختصرة (صفحة واحدة) بمتطلبات المواءمة بين الإشارات المجسمة وغير المجسمة لأغراض الإذاعة وتشدد خصوصاً على العروض المجسمة الأوتوماتية:

التوصية ITU-R BT.1438 - التقييم الشخصي للصور التلفزيونية المجسمة (استناداً إلى المسألة ITU-R 88/6 "التقييم الشخصي لصور التلفزيون المجسمة، المسألة ITU-R 234/11 سابقاً).

ويشمل ذلك: عوامل التقييم، طرائق التقييم، شروط الترتية، تنقية الرؤية للأشخاص المقيمين وصور الاختبار الثابتة والمتحركة.

ويستحسن استعراض موضوع التصوير المجسم لعدة أسباب هي:

- أن التطورات الأخيرة في تكنولوجيا إذاعة الصورة نشرت شاشات كبيرة مسطحة بأسعار معقولة وتتناقص يوماً بعد يوم، مما يوفر قاعدة واسعة لتطبيقات مختلفة للصور المجسمة.
- أن تكنولوجيا الحاسوب الشخصي شجعت على تطوير نظارات عرض لألعاب الحاسوب. وهي الآن متوفرة بأسعار معقولة.

- أن ظهور الإذاعة الرقمية ساهم في إضافة مزيد من المرونة إلى أنساق تشفير الصورة. وتتيح هذه المرونة إمكانية التصوير الجسم بمواءمة محسنة كثيراً مع الصور غير الجسم. وعلى العكس من ذلك تُظهر الصور الجسم المشفرة عادةً باستعمال تقنيات تماثلية آثاراً مرئية مثل خيالات الصورة أو الارتعاشات أو "ظاهرة الدمى المتحركة". كما أن مواءمتها مع الصور غير الجسم محدودة.
- أن التطورات الأخيرة في التصدير باستخدام الحاسوب تتيح إنتاج صور جسم مركبة عالية الدقة بسهولة تقارب بسهولة إنتاج الصور غير الجسم.

2 الرؤية الجسم واختلاف الموقع

تستعمل أنظمة الصورة الجسم صورتين واحدة لكل عين. ولتصحيح اختلاف الموقع، ينبغي التقاط هذه الصور من مواقع تبعد بعضها عن بعض بمقدار المسافة ما بين العينين (65 mm تقريباً). ويعطي الفرق في المنظور من الموقعين عمقاً يمكن إدراكه عندما يقارن العقل بين صورتين تمثلان أمام العينين اليمنى واليسرى كلاهما على حدة.

وتضع المبعادة القريبة لنقاط التقاط الصورة بعض القيود على الكاميرات والعدسات. وهي تقيّد في بعض الحالات إمكانيات مقبولة للجمع بين الفتحة والبعد البؤري. غير أن استعمال المرايا يخفف من هذه المشاكل إلى حد ما. ومن غير الممكن حالياً إجراء معالجة لاحقة للصور الجسم بغية تغيير اختلاف موقعها. مما يوكل إلى مصمم الكاميرات ومشغلها على حد سواء مسؤولية مراعاة آثار اختلاف الموقع دائماً.

وغالباً ما يتحول اختلاف الموقع في أعمال الإنتاج ثلاثي الأبعاد (3D) إلى نتائج إبداعية. فاختلاف الموقع التقليدي يسفر عن صورة جسم تظهر وراء الشاشة. لكن ثمة إمكانية استعمال هذا الاختلاف في التقاط صورة تتأرجح بين اليسار واليمين بحيث تظهر الصورة أمام الشاشة مع تشوهات الصورة الناتجة. كما يمكن المبالغة في اختلاف المنظر من خلال تغيير المسافة ما بين العدسات من أجل تكبير أو تصغير العمق الظاهر.

واختلاف المنظر مشكلة خاصة بالصور الكبيرة المأخوذة عن قرب نظراً لأن البعد البؤري يقارب مسافة بين العينين إن لم يكن أصغر منها. مما قد يؤدي إلى نتائج غير مرضية بسبب قلة العمق أو المجال و/أو عدم التطابق بين صورة العين اليسرى وصورة العين اليمنى و/أو الزوايا الكبيرة التي يقابلها الجسم المصور ونقاط التقاط الصورة. ومن أجل التغلب على هذه المشكلة يمكن إزالة اختلاف الموقع نهائياً في التصوير الكبرى من خلال تنقيص المسافة ما بين العدسات في الكاميرات ومن خلال انحراف المسارات الضوئية لزيادة تطابق الصورة. وتستعمل هذه الطريقة عادةً في التصوير المجهرى الجسم. وبما أن اختلاف الموقع لا يعطي معلومات العمق وحسب بل معلومات عن القياسات أيضاً، فإن الآثار الجانبية لهذا التشوه من خلال اختلاف الموقع هو أن الصورة تتخذ مقاساً غير واقعي إذ تظهر الشيء أكبر بكثير من حجمه الحقيقي. وفي الوقت يفسح فيه ذلك مجالاً للأعمال الإبداعية، يستطيع العقل أن يتدارك ذلك لأنه يدرك أن الصورة استعملت نظام رؤية مصطنع.

3 المواءمة - معلومات عامة

بقدر ما يستحسن أن يكون الفيديو الملون متوائماً مع الفيديو الأسود والأبيض، يستحسن أن يكون الفيديو الجسم الصورة متوائماً مع فيديو الصورة غير الجسم التقليدي. ولم تكن معظم الأنظمة الفيديوية الجسم الصورة في بداياتها متوائمة جداً مع الفيديو التقليدي، مما أسفر عن صور غير واضحة و/أو مرتعشة عند رؤيتها في جهاز تقليدي. وتناقش هذه المسألة مع مزيد من التفاصيل في كل تقنية للصور الجسم.

4 طرق العرض وتقنياته

ظهرت تكنولوجيا الصورة المحسّمة منذ أكثر من قرن وبدأت مع أعمال ويتستون وبروستر من التصوير الثابت في الثلاثينات من القرن التاسع عشر. ونظراً لأن التقنيات الأساسية للصور المحسّمة المتحركة تفتقر الفصل من خلال الألوان، فإن تقنية الصور المتحركة المحسّمة لم تتطور إلا بعد الحرب العالمية الثانية عندما انتشر استعمال مجموعات الأفلام الملونة انتشاراً واسعاً.

وقد استخدم عدد من الأنظمة تجارياً في عرض الصور المتحركة المحسّمة. ومعظم هذه الأنظمة باستثناء الحالتين الهامتين لتعدد الإرسال الزمني والظاهرة Pulfrich تطورت استناداً إلى تقنيات التصوير المحسّم للصور الثابتة. وتضم هذه التقنيات إبراز الصورة المحسّمة بالتلوين وإبراز الصورة المحسّمة بالاستقطاب وإبراز الصورة المحسّمة المتكاملة.

1.4 الأجهزة الفردية لعرض الصور

1.1.4 أجهزة عرض رأسية

يمكن تمثيل صور العين اليسرى وصور العين اليمنى باستعمال أجهزة عرض فردية تحمل على الرأس على شكل نظارات. وقد استعملت هذه الأجهزة في بدايات الألعاب الفيديوية "الحقيقة الافتراضية". غير أن هذه الأجهزة وصورها تتحرك مع حركة الرأس مما قد يسبب الإزعاج، كما أن حجمها الصغير يجد من الاستبانة. ولا تتلاءم هذه التقنية والمشاهدة الجماعية.

2.1.4 أجهزة عرض جنباً إلى جنب في نظارات العدسات المشورية

تستعمل أجهزة العروض الفردية أيضاً على مسافة تتيح مسارات بصرية مصممة على نحو ملائم للعينين من خلال نظارات تحتوي على مرآيا أو على مشور. وتتطلب هذه التقنية من الناظر أن يجد من حركة رأسه إلى أبعد حد، وقد تسبب كثيراً من التعب.

2.4 عرض تجسيم الصور بالألوان

تضع عروض تجسيم الصور بالألوان صورتين فوق بعضهما البعض في نفس جهاز العرض ثم تفصلهما عند رؤيتهما باستعمال الترشيح البصري.

1.2.4 الفصل باستعمال مرشاح لوني (إبراز الصور المحسّمة بالتلوين)

يمكن استعمال أي خلطة من الألوان الحصرية بالتبادل لعرض صور محسّمة بالتلوين. ومن أجل إظهار بالألوان لصورة معاد تكوينها تستعمل الألوان المتتامة للعين اليسرى واليمين أي أحمر/سيانيد أو أخضر/ماجنتة أو أزرق/أصفر. وجرت العادة على استخدام الأحمر والسيانيد لأن هذا الثنائي له خصائص لطول موجة بسيطة للتمرير المنخفض/التمرير العالي. ويظهر الثنائي أخضر/ماجنتة قيم نصوص أكثر ملاءمة (الجدول 1) لكنه يتطلب خصائص وقف نطاق/تمرير نطاق أكثر صعوبة من أجل إنتاجه بدقة واتساق.

الجدول 1

قيم النصوص ونسب النصوص للألوان المتتامة المستخدمة في إبراز الصور المحسّمة بالتلوين

(باستعمال قياس الألوان PAL/SECAM/NTSC/SDTV)

نسبة النصوص	اللون 2	اللون 1
	سيانيد	الأحمر
2,34	$0,701 = Y'$	$0,299 = Y'$
	ماجنتة	الأخضر
1,42	$0,413 = Y'$	$0,587 = Y'$
	الأصفر	الأزرق
7,77	$0,886 = Y'$	$0,114 = Y'$

وتستعمل المراشيح الملوّنة في مرحلة التقاط الصورة بكاميرتين منفصلتين ثم تجمع الصورتان وتعرضان للرؤية كصورة واحدة. ثم يفصل جزءا الصورة إلى صورة عين يسرى وصورة عين يمى بواسطة نظارات بعدستين باللونين أحمر/سيانيد. ويقارب طيف الإرسال المجمعّ لهذين المرشاحين الضوء الأبيض. وهذه هي التقنية الأقدم والأقل تكلفة للصور المتحركة وهناك قدر كبير من الإنتاجات التي صدرت في هذا النسق. ويستخدم هذا النظام بسهولة في السينما والتلفزيون على حد سواء على الرغم من أن واقعية الصورة تتأثر بنقص المعلومات اللونية التي تستقبلها كل عين. وفي الحقيقة تعمل كل عين في هذا النظام في حالة عمى ألوان جزئي. ومن ناحية أخرى، لا يتطلب هذا النظام إلا جهاز عرض سينمائي أو تلفزيوني واحد ويتم فصل الصورة بالنسبة للمشاهد دون جهد وبالتالي فإنه لا يتطلب قدرة أو دارة أو تزامناً أو توزيعاً.

2.2.4 تجسيم الصورة بالاستقطاب أو تصوير المتجهات

تشبه هذه الطريقة طريقة مراشيح اللون بفارق أنها تعتمد في فصل الصورة على استقطاب الضوء بدرجة +45° للعين اليميني وبدرجة -45° للعين اليسرى. وكان هذا النظام منتشرًا لعرض الصور الثابتة حتى سنة 1900 [McKay، 1953]، وكان رائداً في سينما الخمسينات من القرن العشرين على يد أرش أو بلر، واستخدم في قاعات السينما IMAX الصور الكبرى حتى سنة 1990. وهو يتيح جواً أكثر واقعية من ذلك الذي يتيح نظام ترشيح اللون إذ إن كلتا العينين تستقبل في نظام الاستقطاب صورة الطيف كاملاً. غير أنه لم ينتشر كثيراً لأنه يحتاج إلى آلات عرض متخصصة مما يجعل النظام غير اقتصادي بالنسبة إلى الكثير من صالات السينما الصغيرة. ومع ذلك يتميز بأنه نظام مريح لا يتطلب سوى نظارات مستقطبة للمشاهد. ولكنه يبقى صعب التطبيق في النظام التلفزيوني.

3.2.4 التصوير المجسم العدسي/التكامل (صور مجسمة ذاتياً)

يستخدم نظام التصوير المجسم العدسي صورتين تعرضان في نفس الوقت في خطوط عمودية متراكبة. ثم يسدد نظام عدسات أسطوانية عدسي على الشاشة إلى الصورتين كل على حدة من مسافة عينية واحدة. ويعتمد النظام على الانتباه إلى وضعية الرأس من أجل التقاط أثر الصورة المجسمة. ولا يحتاج إلى أي نظارات مشاهدة ولذا يسمى نظام الصورة المجسمة ذاتياً.

3.4 أثر Pulfrich

يستخدم هذا النظام نظارات/نظارات واقية تحتوي على عدسة (العين اليسرى) ملونة وعدسة غير ملونة (العين اليميني)، ويستند إلى وقت إرسال طويل كي يستقبل الدماغ الصورة المظلمة. ويرى الأثر بشكل رئيسي في الصور المتحركة أفقياً من اليسار إلى اليمين باتباع الترتيب الوارد وصفه. ويتميز النظام بمواءمة مع أجهزة العرض غير الملونة ولكنه يتطلب حركة أفقية للصورة من أجل إضفاء أثر العمق. ولم يعرف هذا النظام أي تطبيق تجاري.

4.4 تعدد الإرسال الزمني

ترسل هذه الطريقة صوراً إلى العين اليسرى وإلى العين اليميني بالتتابع. ثم تفصل هذه الصور لمشاهدتها في نظارات فعالة تغلق بالتناوب وبالتزامن وتستعمل عادة التقنيات LCD. وقد استخدم هذا النظام في قاعات السينما IMAX منذ سنة 1990 ويستخدم الآن في ألعاب الحاسوب ويمكن استخدامه في التلفزيون أيضاً. غير أن الصور التي تنتجها هذه التقنية قد تعاني من الارتعاش الذي يسببه معدل تبريد الشاشة المنخفض (12 صورة/ثانية في السينما العادية و5,12-15 صورة/ثانية في التلفزيون المتداخل). وتعمل هذه التقنية بصورة أفضل عند استعمال معدلات تبريد أعلى ومسح تدريجي.

5 تشفير صورة مجسمة رقمية ومواءمة غير مجسمة

إن تشفير صورة مختلفة في كل حقل من الصورة المتداخلة أو في كل إطار لصورة مسح تدريجي يسبب نقصاً في المعطيات اللازمة لأنظمة التشفير الرقمي. ونظراً لاحتمال وجود اختلاف كبير بين صورة العين اليسرى وصورة العين اليميني

في اللقطات القريبة فإن مقدار النقص في المعطيات المتاحة لتشفير الاختلاف بين الصور ينقص كثيراً. بيد أنه من الممكن إعادة تشكيل هذه الأنظمة للحصول على فعالية أكبر وذلك بتقسيم الإشارة إلى جزئين فرعيين منفصلين (عين يسرى وعين يمى). وقد أضيفت هذه التشكيلة إلى معيار التشفير الفيديوي MPEG-2 ويرد وصفه في التقرير ITU-R BT.2017.

6 أنساق إنتاج الصورة المجسمة

يستدعي عادةً عرض الصور المجسمة جهاز عرض مخصصاً وشكلاً خاصاً من تعدد الإرسال وإزالة تعدد الإرسال، لكن إنتاج الصور المجسمة لا يتطلب مثل هذا الإرسال المتعدد. ويقتصر المطلوب على التقاط تدفقي صور متآونة مع مسافة الفصل الصحيحة. ثم يكون من السهل إنتاج هذه الصور وإنتاجها لاحقاً على شكل مستقل يجمع المادة وتشفيرها في نسق إعادة الإنتاج المطلوب في مرحلة العرض. وبينما قد يتطلب إنتاج الصور الثنائية المنفصلة مزيداً من التجهيزات أو تجهيزات أكثر تطوراً من تسجيل صورة مجسمة بالتلوين فإنه بالحقيقة أكثر مرونة ويمكن استخدامه في إنتاج أنساق متعددة إن اقتضت الحاجة. وإذ لم ينتق نسق إنتاج معياري لتلفزيون الصور المجسمة، فمن الضروري الإبقاء على ممارسات إنتاج الصور الثنائية المنفصلة. ولحسن الحظ يتيح توسيع المعيار MPEG-2 MVP (انظر التقرير ITU-R BT.2017) تشفير الإشارة بهذه الطريقة. وهناك حاجة أيضاً إلى أنساق إنتاج مكافئة. وإذ توجب توافق هذه الأنساق مع عرض نطاق التجهيزات الراهنة يتعين التغاضي بعض الشيء عن درجة نوعية الصورة.

7 الخلاصة

يعطي أداء الصورة المجسمة المحسنة عند تطبيقه جيداً معنى أكبر للاندماج والواقعية وربما تجربة أكثر إرضاءً للجمهور المشاهد. وفي هذا الصدد يشبه التصدير المجسّم إلى حد بعيد تكنولوجيا الصوت المجسّم التي عززت تجربة الجمهور في السينما والتلفزيون على حد سواء.

وقد جعلت التطورات التكنولوجية الأخيرة وخصوصاً في مجال أجهزة العرض والتشفير الرقمي التطبيقات العملية وواسعة الانتشار لتلفزيون الصور المجسمة أقرب بكثير إلى الجمهور. وفي هذا الصدد أيضاً فإن التصوير المجسّم يشبه إلى حد بعيد الصوت المجسّم والذي انتشر استعماله انتشاراً واسعاً منذ إدخال الإذاعة الرقمية.

ويمثل التصدير المجسّم في تكنولوجيا الصورة أكبر تحدٍ للباحثين والمطورين والمصنعين وهيئات الإذاعة بعد أن استقرت تماماً خدمة الإذاعة التلفزيونية الرقمية بالصورة غير المجسمة. وما زال هناك عمل كثير في وضع المعايير وتحسينها لأنساق الإنتاج وأنساق التسليم على حد سواء لهذا الوسيط الجديد.

وفيما يلي الجوانب التي تحتاج بشكل خاص إلى العمل في القطاع ITU-R:

- تحديد ضرورة أو أهمية وضع نسق عرض صور مجسمة مشترك، وتحديد معايير الأداء الكمية والنوعية حسب الاقتضاء بالنسبة إلى تقييمها وانتقائها؛
- وضع أنساق إنتاج صور مجسمة مشترك لتسهيل التبادل والتوزيع؛
- تحديد العناصر المطلوبة ومعايير أداء تجهيزات إنتاج الصور المجسمة؛
- تحديد الممارسات الموصى بها لإنتاج الصور المجسمة؛
- تحديد معايير نوعية الصور المجسمة وإجراءات مراقبة النوعية؛
- تحديد ما إذا كانت أنظمة البث التلفزيوني بالصور المجسمة أكثر حساسية من أنظمة البث بالصور غير المجسمة لآثار قوة الإشارة وآثار التداخل والآثار الطبوغرافية أو أي عامل آخر من عوامل الإرسال التي قد تؤثر على أداء النظام العام.

مراجع وببليوغرافيا 8

ثمّة كتابات كثيرة عن هذا الموضوع. ولا يمكن اعتبار المراجع والببليوغرافيا الواردة أدناه شاملة بأي حال من الأحوال لكنها تشكل نقطة البداية لمن يرغب في المزيد من المعرفة.

المراجع العامة

WOODS, DOCHERTY and KOCH [1991] The use of flicker-free television products for stereoscopic display applications in Stereoscopic Displays and Applications II, J. Merritt, S. Fisher, editors, Proceedings of SPIE Vol. 1457, 25-27 February 1991, San Jose, California, United States of America.

MCKAY, H.C., [1953] Three-dimensional photography: principles of stereography: American Photographic Publishing Company 1953. Republished online at the Stereoscopic Displays Conference website <http://www.stereoscopic.org>

BENTON, S.A. ed, [May 2001] Selected Papers on Three-Dimensional Displays SPIE.

Proceedings of the SPIE – Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems – 13 vols to date.

References on Pulfrich effect from http://www.siu.edu/~pulfrich/Pulfrich_Pages/lit_pulf/1_pulf.html

PULFRICH, C. [June-September, 1922] Die Stereoskopie im Dienste der isochromen und heterochromen Photometrie. *Die Naturwissenschaften*, **10**: Heft 25, p. 553-564; Heft 26, p. 569-574; Heft 27, p. 596-601; Heft 33, p. 714-722; Heft 34, p. 735-743; Heft 35, p. 751-761.

LYTHGOE, R.J. [1938] Some Observations on the Rotating Pendulum. *Nature*, **141** (March 12 issue), 474.

LIT, A. [1949] The magnitude of the Pulfrich stereophenomenon as a function of binocular differences of intensity at various levels of illumination. *American Journal of Psychology*, **62**, 159-181.

LIT, A. and HYMAN, A. [1951] The Magnitude of the Pulfrich Stereophenomenon as a Function of Distance of Observation. *American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry*, **Monograph No. 122**, 1-17.

LIT, A. [1960a] Magnitude of the Pulfrich stereophenomenon as a function of target thickness. *Journal of the Optical Society of America*, **50**, 321-327.

LIT, A. [1960b] Magnitude of the Pulfrich stereophenomenon as a function of target velocity. *Journal of Experimental Psychology*, **59**(3), 165-175.

ALPERN, M. [1968] A Note on Visual Latency. *Psychological Review*, **75**, 260-264.

CHRISTIANSON, S. and HOFSTETTER, H.W. [1972] Some Historical Notes on Carl Pulfrich. *American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry*, **49**, 944-947.

RUSHTON, D. [1975] Use of the Pulfrich Pendulum for Detecting Abnormal Delay in the Visual Pathway in Multiple Sclerosis. *Brain*, **98** (Part II), 283-296.

BRAUNER, J.D. and LIT, A. [1976] The Pulfrich effect, simple reaction time, and intensity discrimination. *American Journal of Psychology*, **89**(1), 105-114.

NICKALLS, R.W.D. [1986] Nickalls' Theorem and the Pulfrich Illusion. *The Mathematical Gazette*, and related works SMPTE Journal 1991-2000:

HARRIS, SHAW, DEAN, HENDRIKS, OMIDVAR, MURRAY, and BAKER [October, 1994] 3-D for the Nineties-A Wide-Field Stereo IMAX® Camera, 103:648.

- HIRUMA and FUKUDA [December, 1993] Accommodation Response to Binocular Stereoscopic TV Images and Their Viewing Conditions, 102:1137.
- LIPTON [May 1991] The Evolution of Electronic Stereoscopy, 100:332.
- MAYHEW [June 1991] Vision III Single-Camera Autostereoscopic Methods, 100:416.
- MAYHEW [June 1993] A 35mm Autostereoscopic System for Live-Action Imaging Using a Single Camera and Lens, 102:505.
- MAYHEW and HALLOWS [September 1993] On Usage of the Word Stereoscopic, Re: *A 35mm Autostereoscopic System for Live Action Imaging Using a Single Camera and Lens*, (June 1993 SMPTE Journal, p. 505-511), 104:826, (Letter).
- YAMANOUE [April 1997] The Relation Between Size Distortion and Shooting Conditions for Stereoscopic Images, 106:225.
- YANO and YUYAMA [January 1991] Stereoscopic HDTV: Experimental System and Psychological Effects, 100:14.

References from previous ITU-R Reports:

- HIRUMA, N. and FUKUDA, T. [December, 1990] Accommodation response to binocular stereoscopic TV images and their viewing conditions. J. SMPTE, 102, 12, p. 2047-2054
- YAMANOUE, H. *et al.* [October, 1997] Subjective study on the orthostereoscopic conditions for 3D-HDTV. ITE Tech. Report, Vol. 21, **63**, p. 7-12
- YAMANOUE, H. *et al.* [1998] Orthostereoscopic conditions for 3-D HDTV. Proc. SPIE, 3295, Stereoscopic displays and Applications IV
- BERTHOLD, A. [1997] The influence of blur on the perceived quality and sensation of depth of 2D and stereo images. ATR Human Information Processing Research Laboratories Technical Report, TR-H-232, Kyoto, Japan
- JULESZ, B. [1971] Foundations of Cyclopean Perception. The University of Chicago Press, Chicago, IL United States of America
- PASTOOR, S. [1991] 3D-television: A survey of recent research results on subjective requirements, Signal Processing: Image Communication, 4(1), p. 21-32
- PASTOOR, S., WÖPKING, M., FOURNIER, J. and ALPERT, T. [1995] Digital stereoscopic imaging & applications (DISTIMA): Human Factors Data, Deliverable ID: R2045/HHI/AT/DS/C/026/b1
- PERKINS, M.G. [1992] Data compression of stereopairs. IEEE Trans. on Comm., 40(4), p. 684-696
- STELMACH, L. and TAM, W. J. [1998] Stereoscopic image coding: effect of disparate image-quality in left- and right-eye views, Signal Processing: Image Communication, 14, p. 111-117
