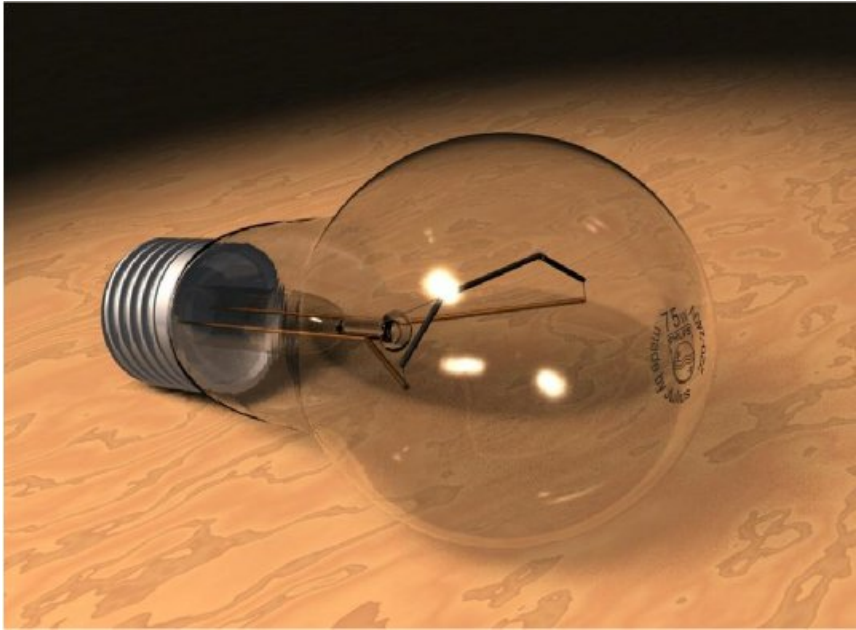
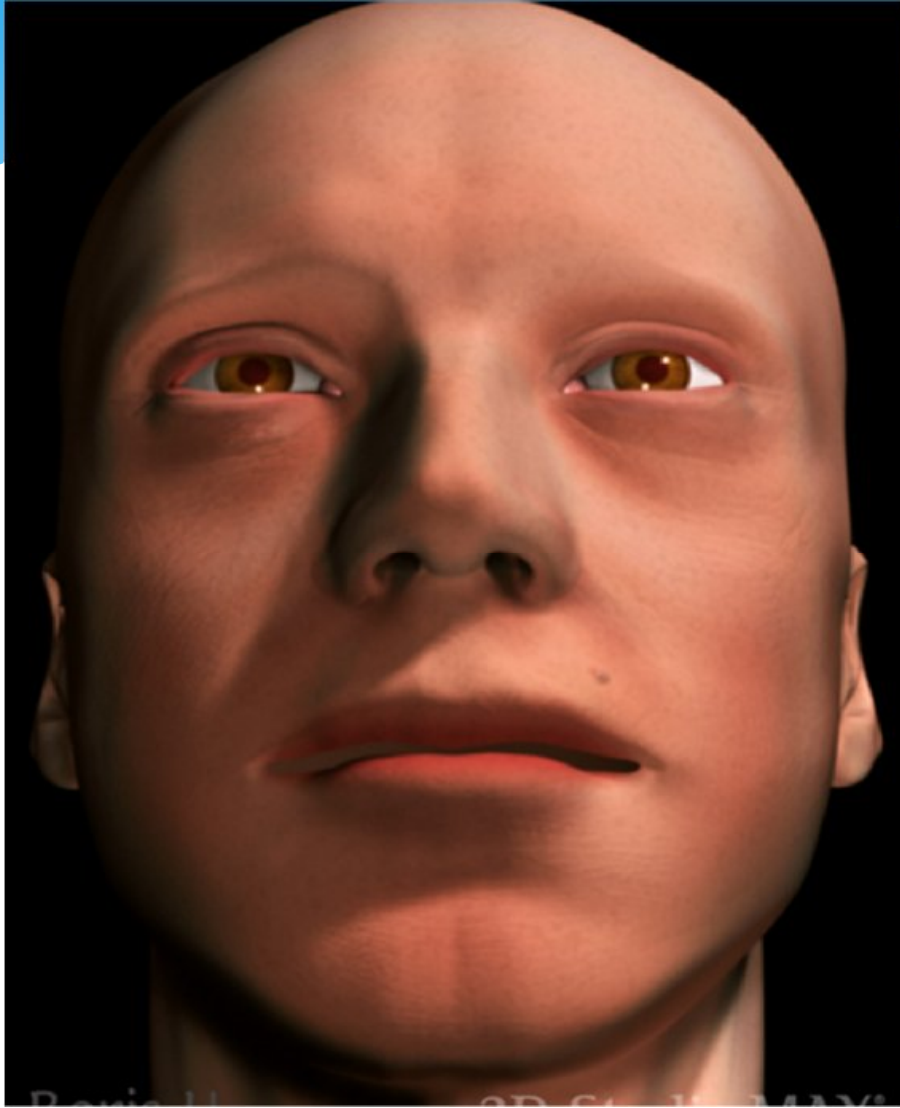




رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد

د / احمد وحيد مصطفى



ظاهرة الرسوم المجسمة أو ثلاثية الأبعاد

- كيف يخدع الحاسب العين ويوهمها أن الشاشة المسطحة بها عمق يمتد إلى عدة غرف بداخله؟
- * كيف نقتنع بما تراه على هذه الشاشة من أشخاص حقيقيين؟
- * كيف تصدق أنهم يتحركون على خلفية من مناظر طبيعية تنبض بالحياة؟
- * كيف يحدث الوهم بأن ما تراه نسيجاً أو معدناً أو لحم بشري؟

حقائق:

- * عندما ننظر إلى صور على شاشة الحاسب فإننا نراها من خلال سطح له بعدين حقيقيين طول وعرض.
- * عندما ننظر إلى فيلم مثل Toy story أو عندما تلعب لعبة من ألعاب الحاسب مثل Tomb Raider فإنك تتعامل مع نافذة على عالم افتراضي ثلاثي الأبعاد.
- * الصورة التي تراها تمثل العالم الحقيقي الذي تعيشه أو العالم الذي عاشه الآخرون في الماضي أو حتى العالم الذي سنعيشه في المستقبل.
- * أنه عالم خاص يتواجد فقط في ذهن الذين صمموا هذه الصور أو الألعاب أو الأفلام التي تراها.

مقارنة بين الصور الثنائية والثلاثية الأبعاد:

أولا : الصور ثنائية الأبعاد

- * بعض الصور ثنائي الأبعاد عن قصد وبشكل متعمد ، مثل العلامات الإرشادية الدولية .
- * تصمم الرموز بحيث يمكننا أن نتعرف على ما فيها بوضوح وبدون لبس من الوهلة الأولى ، خاصة على الطرق السريعة مثلا .
- * يستخدم المصمم أشكالاً أساسية بسيطة ، مع إضافة بعض التعبيرات اللفظية المكتوبة التي توضح نوع الشخص الذي يستخدم هذا المكان وإن كان بالغا أو طفلا أو معوقا .
- * تطيل المعلومات الإضافية من وقت التعرف على المعنى المقصود بالعلامة الإرشادية .

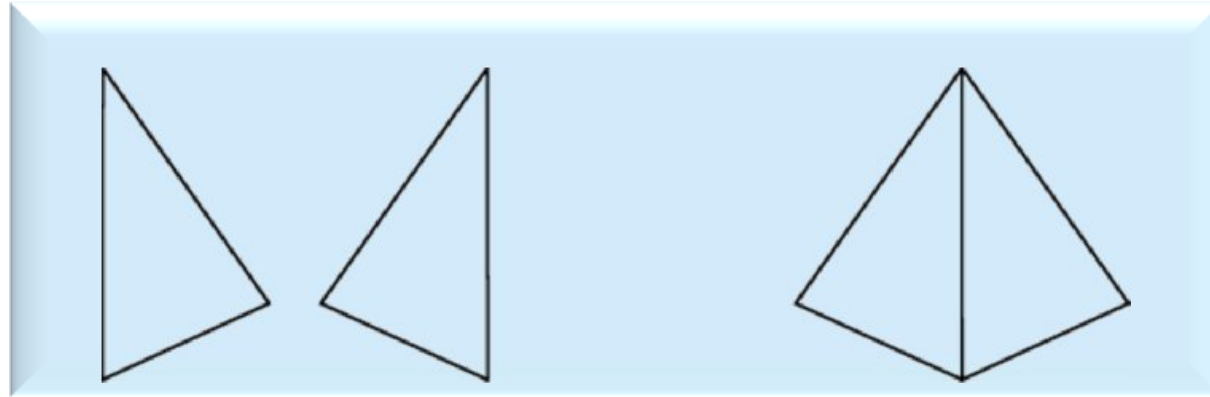
مقارنة بين الصور ثنائية وثلاثية الأبعاد:

ثانيا : الصور ثلاثية الأبعاد

- * المعلومات الإضافية هي الفرق بين الصور والرسوم ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد.
- * الرسوم ثنائية الأبعاد مفيدة جدا في توصيل معلومات بسيطة وتبادل أفكار سريعة
- * الرسوم ثنائية الأبعاد أبسط في بنائها وسهلة في تقبل ما تعنيه لدى الرائي
- * الرسوم ثلاثية الأبعاد أكثر تعقيدا وتحمل كما اكبر من المعلومات لتحقيق ذلك.
- * الرسوم ثلاثية الأبعاد تتطلب عمليات وإجراءات أطول واعقد في إظهارها
- * الرسوم ثلاثية الأبعاد أكثر قربا من الواقع وأكثر خداعا للرائي

كيف يتحقق التجسيم

- * كل من المثلثين الموجودين إلى اليسار له ٣ أضلاع و٣ زوايا (كل ما يلزم لتمثيل مثلث.
- * الشكل الذي إلى اليمين هرم ثلاثي الأبعاد له أربعة أوجه مثلثة وقاعدة مربعة
- * كل ما تطلبه الأمر لتمثيل الهرم هو ٥ أضلاع و٦ زوايا وهو أقل قليلا من ضعف معلومات تمثيل المثلث.



حيل الفنانين فى تحقيق التجسيم:

- * لمئات من السنين عرف الفنانون بعض الحيل لخداع العين لترى الرسوم ثنائية الأبعاد مجسمة:
- * الأشياء القريبة من الكاميرا تبدو أوضح وأدق
- * تظهر الأشياء أصغر كلما بعدت عن الرأى
- * تتشبع الألوان بالرمادى أكثر كلما بعدت عن عين الرأى
- * الأشياء البعيدة تبدو غير واضحة ومشوشة Fuzzy

الصور المجسمة بالأمس:

- * عندما نتكلم عن الرسوم ثلاثية الأبعاد فى الحاسبات اليوم لا نتكلم عن رسوم ساكنة كالطبيعة الصامتة. وإنما عن صور متحركة حية.
- * تحويل الصور من الشكل ثنائى الأبعاد إلى الشكل الثلاثى الأبعاد يتطلب قدرا من المعلومات الإضافية أما تحويل الرسوم ثلاثية أبعاد إلى رسوم ثلاثية الأبعاد متحركة بشكل واقعى فيتطلب قدرا اكبر بكثير جدا من المعلومات.
- * جزء كبير من هذه المشكلة سببه أن الحضارة قد جعلتنا مدللين إلى الدرجة التى تتطلب أن كل شىء نراه يجب أن يكون على أعلى درجة من الواقعية والدقة.
- * فى منتصف لسبعينيات كانت لعبة مثل Pong تبهر الناس بحركة الكرة على الشاشة

الصور المجسمة اليوم:

- * الصور أكثر واقعية وتحمل تفاصيل ومعلومات أكثر
- * الصور المجسمة أكثر قدرة على خداع الرأى واكثر ايها ما بأنها حقيقية
- * اليوم نقارن جودة الصورة فى الألعاب على شاشة الحاسب بجودة صور الأفلام التى تنشأ عنها هذه الألعاب.
- * اليوم نرغب فى أن تكون نعومة التفاصيل ودقة الحركة فى صور الألعاب تماثل تماما دقة أفلام السينما أو الفيديو التى تصور ممثلين حقيقيين وهو ما يمثل تحديا لقدرات المصمم.

مراحل انتشاء مناظر واقعية ثلاثية الأبعاد:

- * أولا : خلق عناصر العالم الافتراضي ثلاثي الأبعاد من :
- أشخاص وكائنات - عناصر بيئية - مؤثرات ضوئية وبصرية.
- * ثانيا : تحديد ملامس ومظهر السطح لكل هذه العناصر
- * ثالثا : تحديد جانب العالم الافتراضي الذي تراه على الشاشة
- تحديد زاوية الرؤية - عمق الرؤية
- * رابعا : تحديد كيف سيبدو كل بكسل من الشاشة.
- * خامسا : تحديد الجوريثم الانتقال من منظر لآخر ومن بيئة لأخرى.
- * سادسا : إضافة المؤثرات الصوتية والمؤثرات البيئية والطبيعية
- * سابعا : اختيار وسيط الإخراج المناسب لظهور الصور أقرب ما يكون للواقع

أولا خلق عالم افتراضى ثلاثى الابعاد:

- * العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد ليس الصورة الحقيقية التى نعرفها للعالم الذى نعيشه.
- * فى العالم الحقيقى للأشياء حقيقتها وطبيعتها سلوكها فى الحياة.
- * تناول جزءا صغيرا جدا من العالم الحقيقى ” يدك وسطح المكتب ” الذى تحت اليد
- * نجد أن: يدك لها نظمها الخاصة التى تحدد كيف تتحرك وكيف ترى. فتنحنى مفاصل الأصابع فى اتجاه راحة اليد وليس بعيدا عنها دائما.
- * اذا ما طرقت يدك سطح المكتب الذى أمامك فإنه لا يتبعثر ولا يطير منه رزايا لأن السطح هنا جسم صلب لا يمكن ليدك العبور من خلاله وليس سائلا أو رخوا ليتناثر.
- * مهما كان عدد الصور التى تلتقط لهذا المنظر فإن ما تراه سوف يكون موافقا لما سبق.

الأنتيبياء فى العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد

- * لا توجد ماديا فى الطبيعة كما هى اليد، إنها جميعا وكليا مخلقة ومصنوعة.
- * كل ما لها من صفات وخواص قد أعطى لها بواسطة أحد المبرمجين.
- * **لذا فعلى المبرمجين فى مجال بناء الأجسام ثلاثية الأبعاد :**
- * استخدام أدوات خاصة لتعريف العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد ، حتى أن كل شىء ليسلك سلوكه المفترض فيه .
- * خلق عناصر العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد من أشخاص وأجسام وعناصر بيئية ومؤثرات ضوئية وبصرية بعناية بالغة حتى تشبه العناصر الواقعية التى تمثلها .
- * تحديد ملامس ومظهر السطح لكل هذه العناصر
- * دراسة العلاقة المتبادلة بين العناصر من حيث انعكاسات الأضواء والظلال المرئية .

جعل الأنتيبياء تظهر أقرب ما تكون للحقيقة:

- * تتضمن هذه الخطوة قدرا عاليا أيضا من الحسابات داخل معالج الحاسب أو أجزاء منه
- * وهذه الخطوة تحدث أيضا فى الوقت الحقيقى سواء كان ذلك فى الألعاب أو أفلام الفيديو.
- * مهما كان العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد كبيرا أو ملئ بالعناصر، فإن الحاسب يمكنه تصوير هذا العالم بوضع نقاط على الشاشة ثنائية الأبعاد.
- * هناك عدد من مكونات الصورة تجعل المنظر يبدو حقيقيا. وهذه تتضمن:

– أشكال العناصر	– ملامس العناصر
– إضاءة العناصر	– نوع المنظر
– عمق الرؤية	– مدى دقة التفاصيل

أنتكال الأنتياء والعناصر :

* عندما ننظر عبر النافذة ترى المناظر تتكون من عناصر من كل الأشكال والمجسمات. ونرى فى كل شىء خطوط مستقيمة ومنحنية فى عدد من الأحجام والتوليفات التى تجمعها معا.

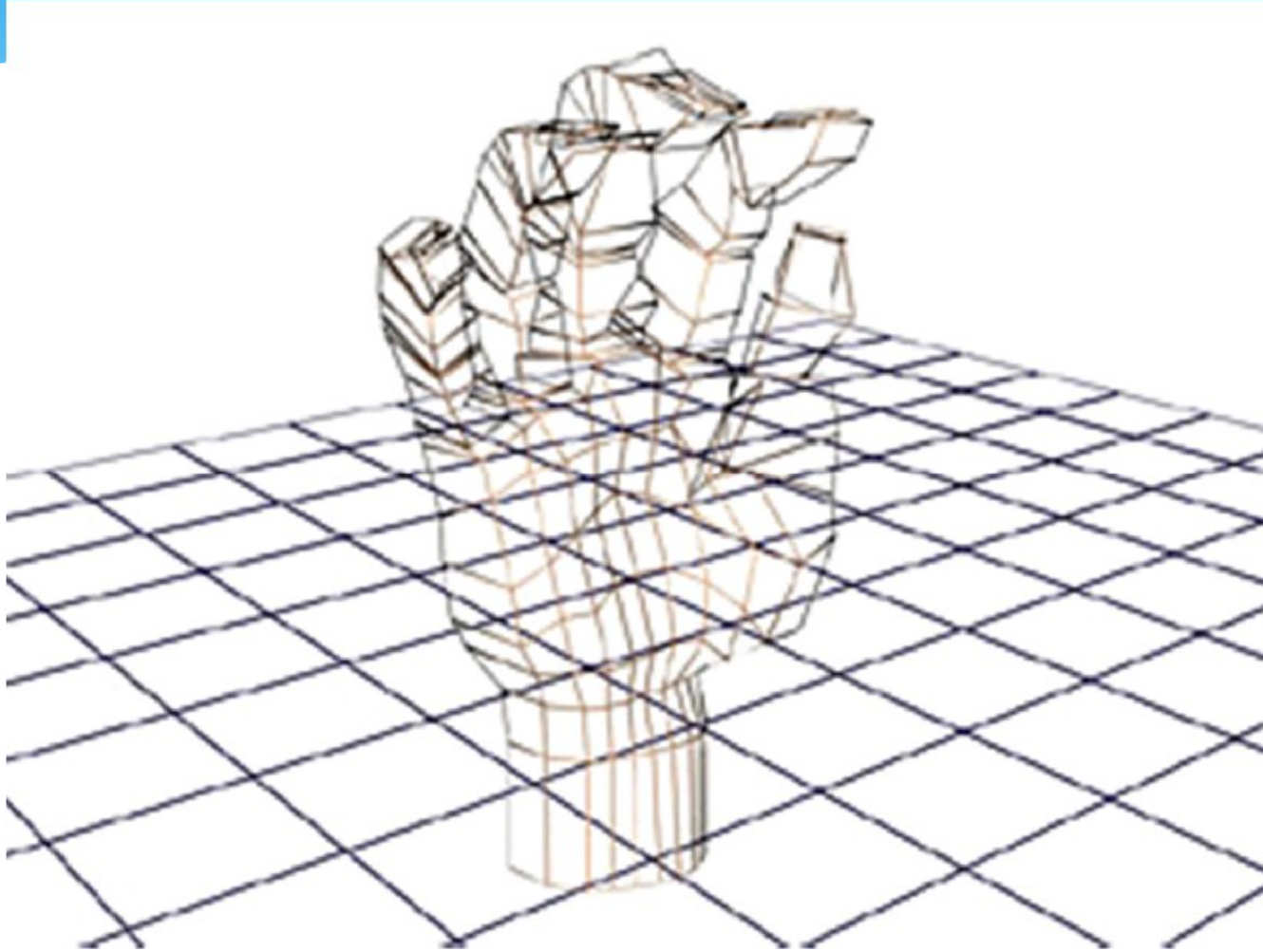
* عندما تنظر إلى منظر مجسم ثلاثى الأبعاد على شاشة الحاسب :

* ترى الصور مصنوعة من العديد من الأشكال مثل خطوط مستقيمة. ومربعات ومستطيلات ومتوازيات مستطيلات ودوائر وأشكال بيضاوية ولكن أهمها هو المثلث.

* لبناء صورة بها أجسام ناعمة الانحناءات كالتى نراها فى الطبيعة فإن هذه الأشكال تكون صغيرة جدا وتتجاوز فى نظام بنائى يسمى الشبكة السلكية Wireframe

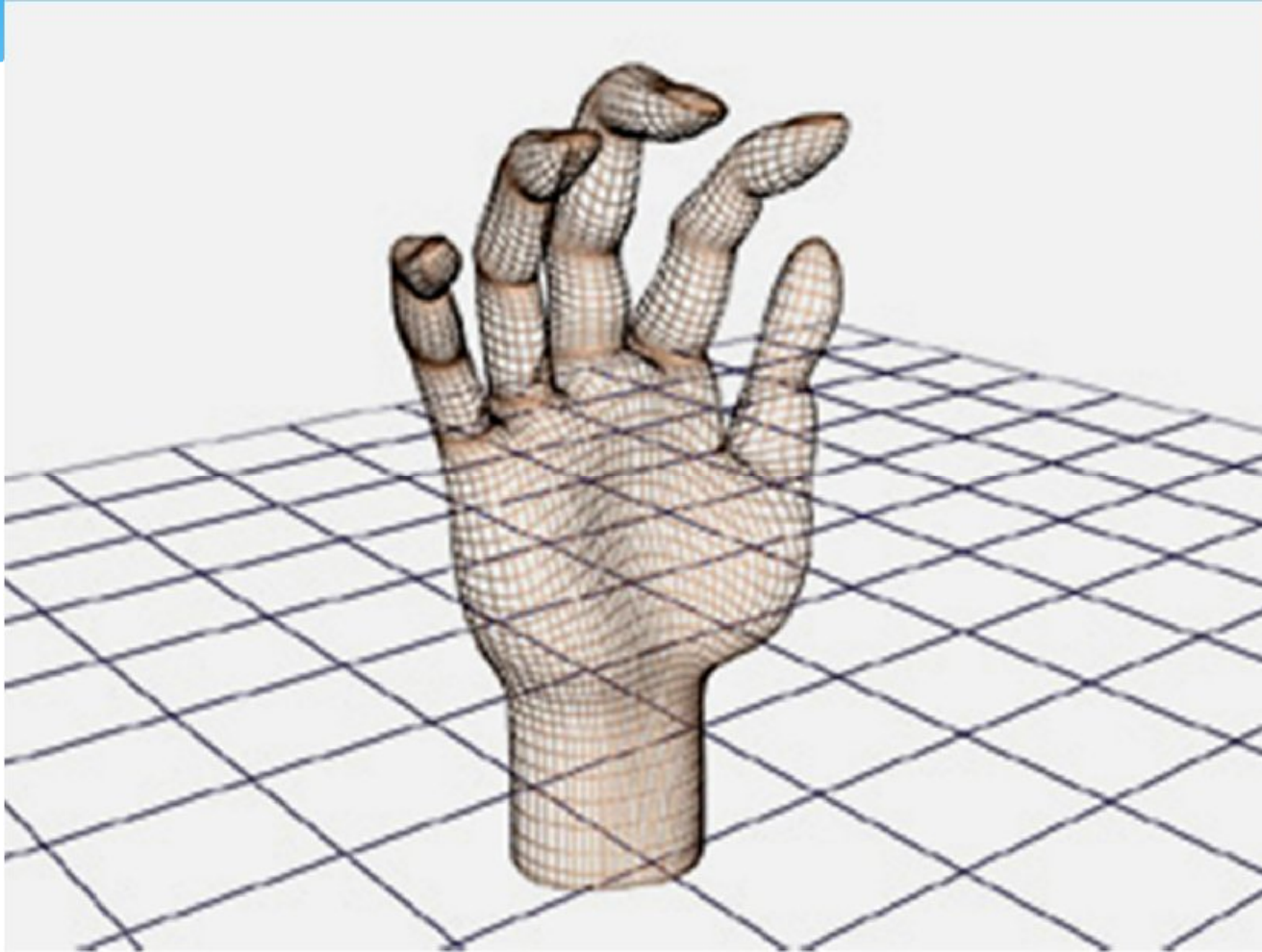
* يتطلب بناء الجسم البشرى آلاف بل ملايين من هذه العناصر الشكلية

بناء العناصر:



شبكة سلكية wireframe لليد مصنوعة من عدد قليل نسبيا (٨٦٢) من المضلعات

بناء العناصر (٢):



استخدام ٣٤٤٤ مزلع لبناء الشبكة السلكية جعلت اليد أكثر طبيعية وأكثر استدارة

ملامس الأسطح:

يمكننا أن نتعرف على المعلومات الخاصة بسطح ما في العالم الحقيقي بوسيلتين أساسيتين:

النظر إليه - في بعض الأحيان من عدة زوايا

أو لمسه لنتعرف على ما إذا كان صلباً أو خشناً أو ناعماً.

في العالم ثلاثي الأبعاد الافتراضي فتصلنا كل هذه المعلومات في ثلاثة أشكال أو مجالات:

اللون: أي لون مجمل الشيء وهل يحمل كله نفس اللون.

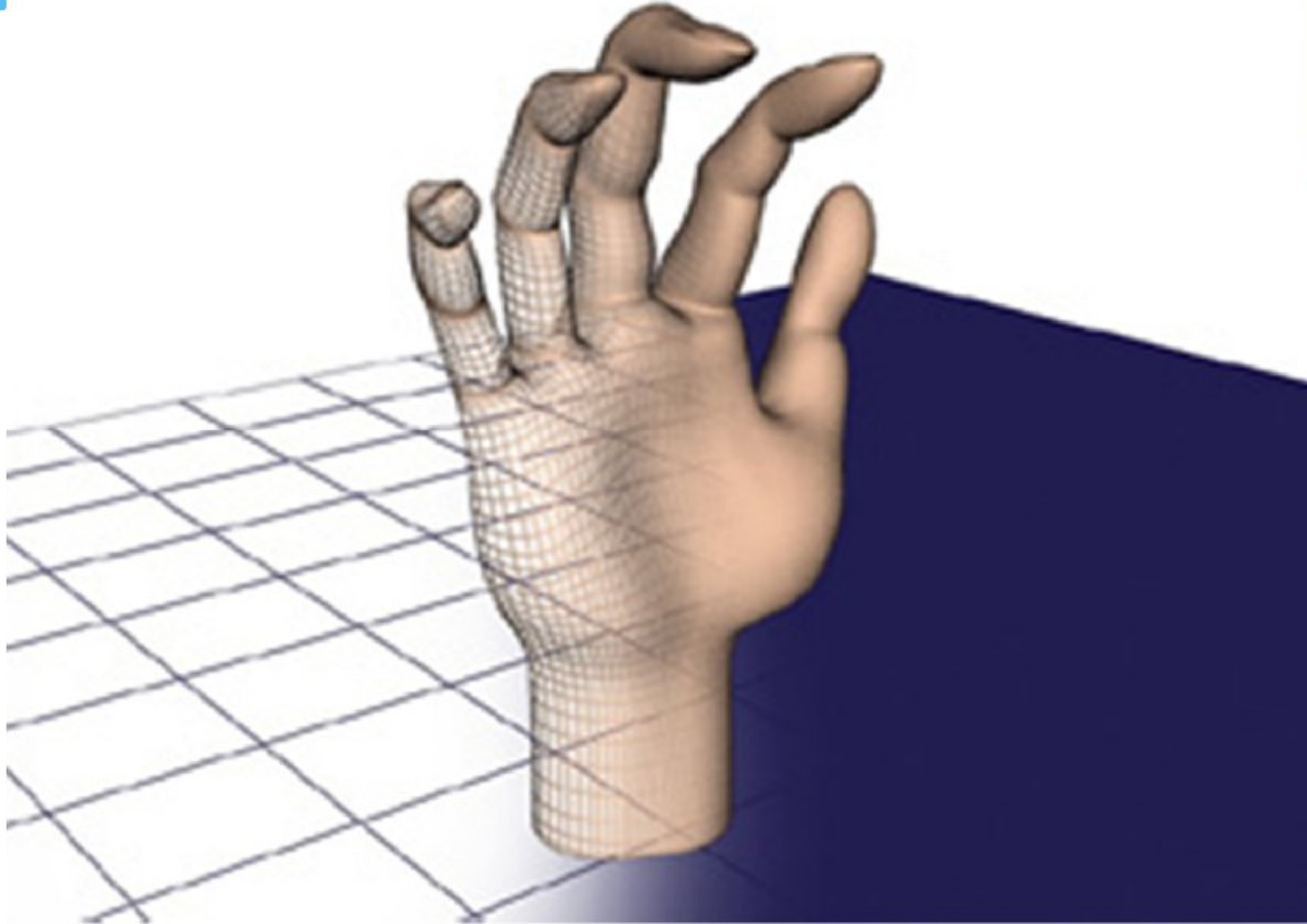
الملمس: هل يبدو الشيء ناعماً أم يحتوى على ملامس خطية أو نتوءات أو شقوق أو أي شيء آخر غير معتاد في سطحه.

الانعكاسات: كم من الضوء يعكس الشيء وهل الانعكاسات حادة أم مشوشة. وهل هناك مصدر واحد لهذه الانعكاسات.

جعل المنظر الافتراضي واقعيًا:

- * يجب أن يكون لديك مجموعة متنوعة من هذه العناصر الثلاثة في أرجاء الصورة المختلفة. وإذا ما كان واحدا منها خاطئا فإن خدعة رؤية الواقع سوف تضيع:
- * إن لون الأشياء أمامك مختلف وملامسها مختلفة وانعكاساتها مختلفة عن كل ما يحيط بها،
- * ليتحقق لمنظر ما ألوان واقعية على الحاسب الاختيار من بين ملايين الألوان لكل بكسل على الشاشة.
- * يتحقق التنوع في الملمس من: النماذج الرياضية يخلقها الحاسب لمحاكاة جلود واسطح الأشياء.
- * والصور الملمسية التي يخرننها الحاسب والتي يمكن تطبيقها على الأسطح.
- * ربط الخواص التي لا يمكن أن نراها كالصلابة والمتانة والمرونة والبرودة والحرارة إلى توليفة من الألوان والملامس والانعكاسات.

إضافة الاسطح:



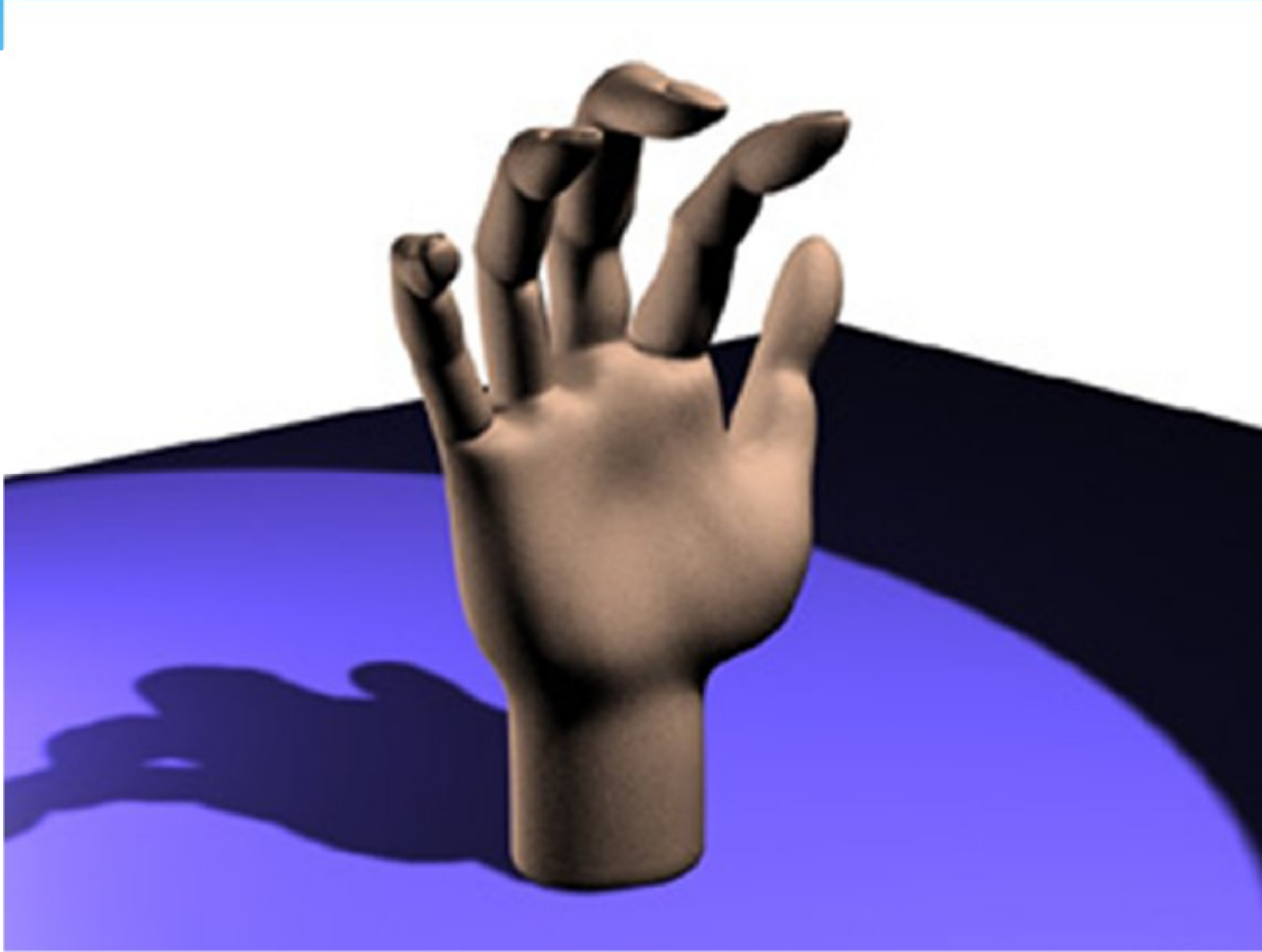
إضافة الاسطح للشبكة السلكية يغير الشكل من بناء هندسى رياضى إلى ما يشبه يد طبيعية

- * عندما ندخل إلى غرفة ما فإننا نبادر إلى إضاءة المصباح. وقد لا تفكر أبدا في الطريقة التي يأتي بها الضوء من المصباح وكيف ينتشر حولنا في الغرفة
- * المهتمين بالرسوم المجسمة ثلاثية الأبعاد لابد لهم ان يفكروا بذلك جيدا لأن الأسطح المحيطة بالشبكة لابد لها من أن تضاء من جهة ما .
- * أهم التقنيات المستخدمة هي تتبع الإشعاع Ray Tracing وهي تعتمد على مخطط لمسار الضوء الذي يسلكه شعاع خيالي من الضوء خلال مساره من مصدر الضوء إلى الجسم المضاء. حتى في انعكاسه من المرايا والأسطح العاكسة الأخرى حتى يقع على الأجسام بكثافة وزوايا مختلفة.
- * عندما يصل الضوء من مصدر واحد في مسار واحد تكون حسابات إضاءة الأجسام معقدة إلى حد ما .
- * معظم الأماكن التي نعرفها تأتيها الإضاءة من أكثر من مصدر المصابيح، النوافذ، الشموع وغيرها.

تأثيرات الإضاءة:

- * يلعب الضوء دورا هاما في تأثيرين يعطيان مظهر يدل على الوزن والصلابة للأجسام وهي الظلال Shades والظلال الساقطة Shadows
- * الاختلافات في شدة الضوء تعمل على خداع الرأى ليرى الأسطح مجسمات لها طول وعرض وعمق.
- * يحدث الظل عندما يسطع الضوء على جسم ما من ناحية أكثر من ناحية أخرى. وهو الذى يعطينا استدارة الكرة وبروز عظام الخدين وانحناءات وانثناءات ستارة النافذة ويبدو معه عمق الأشياء.
- * تحدث الظلال الساقطة عندما تسقط الأجسام الصلبة ظللا على الأسطح والأجسام المحاورة. والظلال الساقطة هي أيضا التى تعطى خداع الوزن فينشأ من التأثير احساسا بثقل الأجسام.
- * رؤية الظلال الساقطة فى المناظر والصور المصنوعة ثلاثية الأبعاد تجعلها أكثر واقعية وتؤكد خدعة الوهم بأننا نرى منظرا أو نافذة على العالم الحقيقى بدلا من شاشة مليئة بالأشكال المولدة رياضيا والمرسومة هندسيا.

تأثيرات الإضاءة (٢)

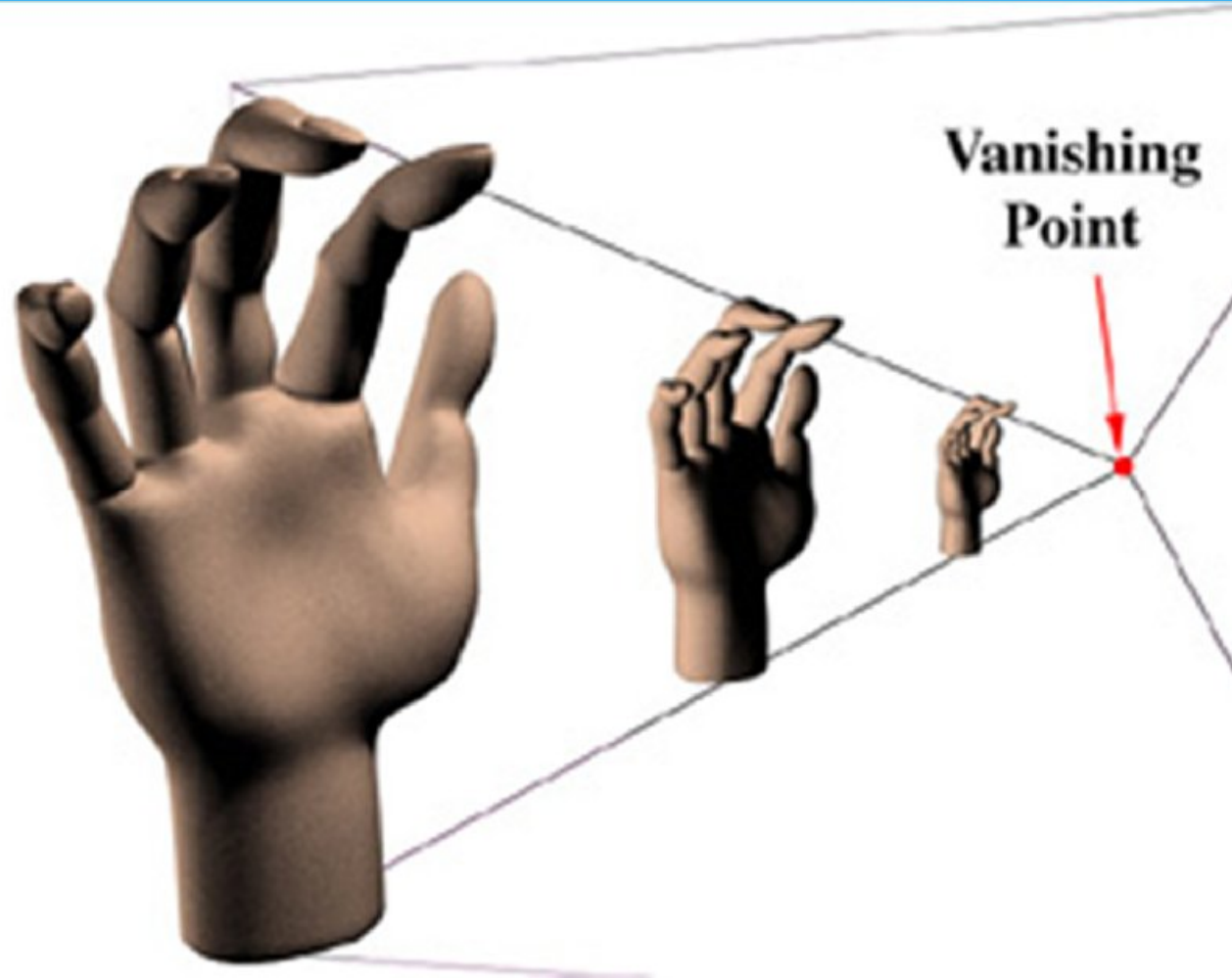


تضيف الظلال العمق كما يثبت الظل المرمى الاجسام فى الارض ويعطيها ثقلا ووزنا

المنظور Perspective

- * المنظور هو أحد الكلمات التي تبدو هندسية ولكنها في الحقيقة تصف حقيقة واضحة يعرفها كل منا .
- * إذا ما وقفت على جانب طريق طويل مستقيم ناظرا إلى آخره فإنه يبدو لك أن:
 - * جانبي الطريق يجتمعان مع في نقطة واحدة عند خط الأفق .
 - * ترى الأشجار وأعمدة الإضاءة الأقرب أكبر والأبعد اصغر والأبعد منها اصغر واصغر وهكذا .
 - * تتجمع الأشجار Converge على نقطة تنشأ عند التقاء جانبي الطريق .
 - * تتجمع عناصر منظر ما بالتدريج في نقطة واحدة على مسافة بعيدة

المنظور (٢)



الأيادي هنا منفصلة وبعيدة عن بعضها لكن في المناظر الحقيقية تغطي الأجسام بعضها بعضا

الحاسب وخلق المنظور:

- * على برمجيات الحاسب أداء عمليين معا :
- * حساب حجم الجسم الأبعد وموضعه
- * ومعرفة أى الأجسام يظهر اكبر وأيها اصغر وأى التفاصيل فى الأجسام الأخرى
تُحجب وأيها يظهر واضحا .

الحاسب وخلق المنظور:

- * أهم التقنيات المستخدمة لهذا الغرض أى فى حساب هذه العوامل هو ما يسمى بمخزن العمق z-buffer .
- * وهذا الاسم يأتى من التوصيف المعروف للإحداثيات الهندسية أو الخطوط الوهمية التى تمتد من مقدمة الصورة إلى خط الأفق
- * وتعمل z-buffer على إعطاء كل مضع أو نقطة قيمة تعتمد على مدى قربه من مقدمة الصورة.
- * وقيم Z الأصغر تكون للنقاط القريبة من المقدمة (سطح الشاشة) وكلما زادت القيمة كلما زاد بعدها عن سطح الشاشة واقترب من نقطة الأفق.

الحاسب وخلق المنظور:

مثال

في Z-Buffer من خلال ١٦ بيت (١٦ Bit) يخصص رقما مثل سالب ٣٢٧٦٨ - لجسم يتم إظهاره كأقرب ما يكون للشاشة تعطى القيمة ٣٢٧٦٨ الموجبة لجسم يبعد عنها بعدا أقصى.

كيفية حساب العناصر المختفية:

في العالم الواقعي:

- * لا يمكننا أن نرى الأجسام المتوارية خلف أجسام أخرى
- * لذا ليس لدينا مشكلة في التعرف على أي الأجسام اقرب وأيها ابعد وأيها يخفى الآخر.

كيفية حساب العناصر المختفية:

- * يواجه الحاسب هذه المشكلة بأن :
- * يحسب قيمة Z لكل نقطة عند إنشاءها ويقارنها بالأجسام الأخرى التي لها نفس الإحداثيات السينية والصادية X و Y
- * يكون الجسم الذي له اقل قيمة لـ Z كامل التفاصيل ظاهرا تماما بينما الأجسام التي لها قيمة Z أعلى لا تكون ظاهرة عند تقاطعها مع الأخرى.

كيفية حساب العناصر المختفية:

* والنتيجة:

- * لا يمكننا أن نرى الخلفية أو العناصر الأقرب لها إذا ما وقفت خلف عناصر أخرى اقرب للمقدمة
- * بما أن قيم Z تحسب للأجسام قبل إظهارها لذلك فإن هناك بعض المناطق والأجسام التي تكون محجوبة بأخرى لا يتم إظهارها أبدا مما يسرع العمل أثناء عملية الإظهار .Rendering

عمق الميدان Depth of Field

- * تأثير ضوئى بصيرى يستخدم بنجاح فى خلق المناظر المجسمة ثلاثية الأبعاد
- * فكما تصغر الأشجار وتبعد عن عيوننا
- * تصبح أيضا أقل وضوحا ومشوشة بعض الشيء.
- * فلكى يوجه المخرج اهتمامنا الى بطل المسلسل فإنه يستخدم عمق الميدان قليل العمق حيث يظهر الممثل وحده كأوضح ما يكون فى البؤرة.

عمق الميدان Depth of Field

- * ويستخدم صناع الأفلام ومصممو برامج الحاسب عمق الرؤية في غرضين أساسيين :
- * تأكيد الخداع والإيهام بوجود العمق في المنظر الذي تراه.
- * تركيز الاهتمام على عنصر أو ممثل معين يكون في هذه اللحظة محور الاهتمام أو الأكثر أهمية.

عمق الميدان Depth of Field

*** لكننا يجب ان نتذكر أن :**

*** الحاسب يمكنه أن يجعل كل شيء يظهر في المنظر بصرف النظر عن درجة قربه أو بعده واضحا بدون أي تشويش وهو ما لا تستطيعه العين).**

*** لكننا اعتدنا على رؤية الأشياء الأبعد اقل وضوحا فإذا صنع الحاسب غير ذلك يكون المنظر غير واقعي ويبدو مصنوعاً وألماً بعض الشيء.**

إزالة التشنوهات Anti-Alias

- * لا مشكلة لنظم الرسم والصور الرقمية فى خلق خطوط رأسية أو أفقية
- * الأقواس والخطوط المائلة والمنحنية والقطرية وهى الاكثر انتشارا فى عالم الحقيقة ينتج فيه تأثيرات تشبه السلالم والدرجات بدلا من الخطوط المنحنية السلسة السليمة التى نعرفها.
- * هذه الظاهرة تسمى التكرس Aliasing

إزالة التنتوهات Anti-Alias

- * لمزيد من خداع العين نحو رؤية هذه الخطوط ناعمة يعتمد الحاسب إلى إضافة ظلال متدرجة لنفس لون الخط على البكسلات المحيطة به .
- * وهذه الطريقة في خداع النظر بإضافة ألوان أو ظلال متدرجة تسمى Anti- Alias
- * هذه البكسلات الذائبة المتدرجة من الخط إلى ما يحيط به توهم العين أن التكسر أو السلالم قد اختفت .
- * في الرسوم المتحركة المسألة أكثر تعقيدا، حيث يتطلب الأمر إضافة الألوان والدرجات الظلية المختلفة لتناسب الموقع الجديد للخط المطلوب رسمه .

ثالثا: الجانب المرئى من العالم الافتراضى

- * فى كل لحظة تظهر الشاشة جزءا صغيرا من العالم الافتراضى الذى تم خلقه للاستخدام فى لعبة من ألعاب الحاسب.
- * ما يظهر على الشاشة يتم تحديده من خلال :
 - * كيف يعالج العالم
 - * كيف يحدد
 - * أين ترغب فى الذهاب
 - * أى اتجاه تنظر اليه.
- * مهما كان اتجاه سيرك يسارا أو يمينا للأمام أو الخلف أعلى أو أسفل يتجدد العالم الافتراضى من حولك ويفرض عليك ما تراه من موقعك فى كل لحظة.

ثالثاً: الجانب المرئى من العالم الافتراضى

- * كل ما تراه ينبغى أن يكون فى علاقة منطقية مع ما تراه فى المنظر التالى ،
- * إذا كنت تنظر إلى شىء ما على نفس المسافة بصرف النظر إلى الاتجاه الذى تنظر منه فإنك ترى نفس الشىء بنفس الارتفاع مثلاً.
- * كل جسم حولك ينبغى أن يتحرك ويبدو مقنعا بأن له نفس الكتلة وأنه يحمل نفس صفات الصلابة أو النعومة أو المرونة .

ثالثاً: الجانب المرئى من العالم الافتراضى

- * يضع مصمموا ألعاب الحاسب جهداً فائقاً فى تحديد معالم العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد بحيث:
- * تتحرك أنت فى أرجاء هذا العالم بدون أن تواجه أشياء تجعلك تفكر أو تتعجب إذا كان ذلك ممكناً
- * إن آخر شيء تتوقعه هو جسمان صلبان يخرق أحدهما الآخر.
- * إن هذا يذكرك على الفور بأن كل شيء حولك مصنوع وليس حقيقى.

أمثلة واقعية:

- * فى الصور التى أمامنا يبدو منظر لمدخل أحد المنازل
- * فى واحدة من الصور التالية تم وضع كرة وتصويرها بكاميرا فوتوغرافية
- * فى الصورة الأخرى استخدم الفنان برامج الحاسب الجرافيكية لخلق كرة وإضافتها إلى المنظر.
- * هل يمكنك ان تدل على أى المنظرين هو الحقيقى وأيهما الذى صنع بالحاسب. المسألة صعبة للغاية
- * عموما فإن الصورة A هى التى صنعها الحاسب والصورة B هى الفوتوغرافية.

تحريك الصور الثلاثية الأبعاد:

- * حتى الآن فإننا كنا ننظر إلى الأشياء التي تجعل الصورة الرقمية واقعية. سواء كان المنظر ساكنا أو كان جزءا من تتابع متحرك أو ما نسميه بالرسوم المتحركة.
- * فى افلام الرسوم المتحركة يستخدم المبرمجين والمصممين حيل إضافية لخلق ما يبدو كحركة وأفعال حية عوضا عن الصور الساكنة التي يولدها الحاسب.

تحريك الصور الثلاثية الأبعاد:

كم لقطة في الثانية :

- * عند رؤية فيلم رسوم متحركة مجسم في السينما ، فإن تتابعا من الصور أو اللقطات Frames يجرى أمام عينيك بسرعة ٢٤ صورة في الثانية الواحدة.
- * بما أن الشبكية تحتفظ بالمنظر لمدة أزيد قليلا من ١/٢٤ ثانية فإن عين معظم البشر سوف تميل لدمج الصور المتتابة كصورة واحدة ذات حركة وأفعال مستمرة.
- * هذا يعنى أن كل لقطة من الفيلم المتحرك هو صورة فوتوغرافية مأخوذة بتعريض ١/٢٤ من الثانية . وهو وقت أطول من التعريض المأخوذة للصور الساكنة التي يكون فيها تجميد لحركة العداء أو لاعب الكرة والأشياء المتحركة المماثلة في وضع معين. كنتيجة
- * لهذا إذا ما نظرت إلى صورة مفردة من فيلم عن السياق فإنك سوف تشاهد بعض السيارات باهتة ومشوشة Blurred لأنها تتحرك أسرع من سرعة إغلاق غالق العدسة في الكاميرا. وهذا التشويش أو الخفوت للأشياء المتحركة هو ما يجعلك تشعر بشيء من الواقعية في الصورة.
- * ومع كل هذا وبما أن الصور ثلاثية الأبعاد ليست صوراً فوتوغرافية إطلاقاً ، فإنه ينبغي إضافة مثل هذا الشحوب والتشويش (الزغلة) لجعل الصورة أكثر واقعية . وهو دور هام لمبرمج الحاسب. ويرى بعض المصممين أن التغلب على وجود هذه الزغلة الطبيعية يتطلب أن يكون الفيلم أكثر من ٣٠ صورة في الثانية . بل أن بعضهم قد دفع ألعابه التي يصممها حتى وصلت إلى ٦٠ صورة في الثانية .
- * ومع أن هذا قد سمح باظهار الصورة الواحدة بتفاصيل ودقة أعلى فإنها قد اقتضت زيادة عدد الصور التي ينبغي اظهارها لإظهار سلسلة معينة من الأفعال.
- * وكمثال فكر في مطاردة تستغرق على الشاشة ٥ دقائق . هنا يحتاج الفيلم إلى ٢٤ صورة في الثانية 60 x ثانية 5 x دقائق أي ٧٢٠٠ سبعة آلاف ومائتي صورة مختلفة . بينما الفيلم المجسم ثلاثي الأبعاد قد يحتاج إلى 60x60x أي حوالي ١٨٠٠٠ ثمانية عشر ألف صورة.

خلق التشنویشن والتشوب Blurring

* يسعى المبرمجون إلى إضافة شيء من التشويش والشوب (الزغلة) لمزيد من الواقعية في الصور ثلاثية الأبعاد هو ما يسمى بزغلة الحركة Motion Blur أو Spatial Anti-Alias .

* خاصية ذيل الماوس التي تظهر في ويندوز، نوع بدائي جدا من هذه التقنية. إن نسخا من الأجسام المتحركة تتحرك من مكانها مع وجود نسخة أخرى في موضع آخر ثم تذوب الأقدم وهكذا

* ويعتمد وضع النسخة الجديدة على مكان الرائي واتجاه الحركة ومدى قرب الجسم المتحرك.



الانعكاسات

- * الانعكاسات هي مثال جيد للتأكيد على الواقعية
- * لا بد أنك رأيت صور أسطح مطلية بالكروم في السيارات وسفن الفضاء تعكس تماما كل شيء في المنظر.
- * الصور التي يغطي بعض اجزائها خامة مثل الكروم نموذج واضح لظاهرة تتبع اشعة الضوء Ray Tracing .

الانعكاسات

*** معظمنا لا يعيش عالما مطليا بالكروم.**

- * الأسطح الخشبية اللامعة والأرضيات والرخام والمعادن الملمعة تعكس ما حولها ولكنها رغم دقتها لا تساوي الانعكاسات التي نراها في مرآة جيدة الصنع.**
- * انعكاسات هذه الأسطح لا يد لنا من زغلتها (تمويهها) بحيث يكون لكل سطح أو خامة درجة الانعكاس المناسبة له حتى تصبح الأجسام والأشياء المحيطة قادرة على إبراز الأحداث والأشخاص الرئيسية بدون تشويش.**