



اسم المادة : الرسم بالحاسوب

تجمع طلبة كلية التكنولوجيا والعلوم التطبيقية - جامعة القدس المفتوحة

acadecub.com

وُجد هذا الموقع لتسهيل تعلمنا نحن طلبة كلية التكنولوجيا والعلوم التطبيقية وغيرها من خلال توفير وتجميع **كتب وملخصات وأسئلة سنوات سابقة** للمواد الخاصة بالكلية, بالإضافة لمجموعات خاصة بتواصل الطلاب لكافة المواد:

لِلوصول للموقع مباشرة اضغط **هنا**

وفقكم الله في دراستكم وأعانكم عليها ولا تنسوا فلسطين من الدعاء

كتاب الرسم بالحاسوب

اعداد الطالب : مصطفى الغول

تنسيق الطالب : إيهاب دخان

الوحدة الأولى

مقدمة في الرسم بالحاسوب تطور الرسم بالحاسوب وتطبيقاته المختلفة يهتم الرسم بالحاسوب بإنتاج الصور ومعالجتها عن طريق الحاسوب، ولم يعد هناك مجال من مجالات العلوم المختلفة إلا وللرسم بالحاسوب دور رئيس فيه. ولهذا، فلا تستغرب عزيزي الدارس الانتشار الواسع للرسم بالحاسوب في شتى الميادين، مثل العلوم، والهندسة وإدارة الأعمال، والطب وغيرها.

نعرض لك، عزيزي الدارس، فيما يأتي أهم تطبيقات الرسم بالحاسوب:

1.2 التصميم Design

إن أحد الاستخدامات الواسعة للرسم بالحاسوب هو التصميم الهندسي والمعماري، وتستخدم برمجيات التصميم بمساعدة الحاسوب ((Computer Aided Design (CAD) في تصميم الأبنية، والمركبات، والطائرات، والنسيج وغيرها. وهذه البرمجيات تزود مصممي الأنظمة بإمكانيات متعددة مثل فتح عدة نوافذ على الشاشة لمشاهدة تصاميم متعددة في الوقت نفسه، وعمليات التكبير والتصغير للرسومات، وكذلك إجراء حسابات معينة على هذه الرسومات مثل حساب المساحة والحجم

2.2 عرض المعلومات والرسومات Presentation of Graphics and Information

هنالك ضرورات مختلفة لعرض المعلومات والرسومات على شفافيات Transparencies أو شرائح Slides، حيث يمكن مشاهدتها على أجهزة العرض Projectors، مثلا الرسومات البيانية تستخدم في التقارير المالية، والإحصائية، والإدارية وغيرها. هذه الرسومات توفر جهد الاطلاع على البيانات الرقمية وتسهل فهمها بشكل كبير.

3.2 التطبيقات الفنية Graphical Applications

وتستخدم هذه التطبيقات في المجالات المختلفة لعمل رسومات وتصاميم خاصة يمكن استخدامها في الإعلانات التجارية، والصور المتحركة، والأفلام السينمائية، ورسم الاقترانات الرياضية (Mathematical Functions)؛ ورسم اللوحات الفنية خصوصا ذات الثلاثة أبعاد (D3). وما نشاهده اليوم من الإعلانات التجارية المعقدة ما هو إلا شكل من أشكال التطبيقات الفنية، التي أصبح من الصعب تجاهلها.

4.2 التعليم والتدريب Training & Education

تستخدم الصور المجسمة في التطبيقات المالية والاقتصادية والطبية فمثلا يمكن رسم جسم الإنسان على الحاسوب، وبالتالي التعرف على أجزائه ووظائفه. ويستخدم الرسم بالحاسوب للتدريب، كتدريب الطيارين على قيادة الطائرات وهذا ما يعرف بالمحاكاة (Simulation)، وهناك أمثلة كثيرة أخرى مثل تمثيل التفاعلات الكيميائية والنووية

مقدمة في الرسم بالحاسوب

التمثيل المرئي Visualization

حين يكون لديك عدد هائل من البيانات العددية، فإن مشاهدتها مرة واحدة تكون بمنتهى الصعوبة مثلاً، إذا كان لديك بيانات عن منطقة جغرافية معينة، وتريد مشاهدة هذه البيانات على شكل خارطة، فإنه بإمكانك مشاهدتها باستخدام برمجيات الرسم بالحاسوب، وهذه الإمكانية تسهل عليك الكثير من متابعة النقاط الموجودة الواحدة تلو الأخرى. فتستطيع مثلاً مشاهدة التجمعات السكانية ومواقع المصانع والمتاجر الكبيرة ومناطق انتشار الأمراض على الخارطة

6.2 معالجة الصور Image Processing

أصبحت معالجة الصور (القيام بعمليات معينة على الصور مثل تعديلها وتفسيرها) من الأمور التي تهتم الباحثين والأخصائيين في مجالات كثيرة فالتعديل على الصور عملية مهمة في إنتاج صور ذات نوعية جيدة يمكن من خلالها دراسة ظاهرة معينة بشكل أفضل. وتفسير الصور هو أمر مهم وبخاصة في التطبيقات الطبية. فمثلاً، يمكنك تشخيص حالة مريض من خلال الصور المتوافرة له، وكذلك تقدير عمر الشخص من خلال صورة الأشعة المأخوذة لعظام يده وفي الآونة الأخيرة أصبحت معالجة الصور من الأمور التي لا يمكن الاستغناء عنها في كثير من المؤسسات التي تهتم بأخذ الصور من الأقمار الصناعية؛ وذلك لدراسة حالة الجو، أو دراسة منطقة معينة دون الذهاب لتلك المنطقة ولكن لا بد من عمليات المعالجة على هذه الصور لتوضيحها وفهمها بشكل أفضل.

7.2 واجهات التخاطب الرسومية

(Graphical User Interfaces (GUI

إن الطريقة التقليدية للتعامل مع الحاسوب هي تلقينه بأوامر وتعليمات خاصة بشكل مباشر، عن طريق لوحة المفاتيح Keyboard فمثلاً، لاستدعاء أو تنفيذ تطبيق معين لا بد لك من حفظ اسم هذا التطبيق والأوامر المتعلقة به.

وقد جاءت واجهات التخاطب الرسومية لتزود المستخدم باليات تخاطب جديدة مثل النوافذ Windows والأيقونات Icons واللوائح Menus. فأنظمة النوافذ على سبيل المثال (Windows2000) تتيح لك تقسيم الشاشة إلى عدد من النوافذ المختلفة، ومن ثم تشغيل برنامج منفصل في كل منها، كما يمكنك من الانتقال بسرعة كبيرة من تطبيق إلى آخر ونقل البيانات بين هذه التطبيقات بسهولة. ناهيك عن إمكانية تشغيل برامج مختلفة في وقت واحد.

والأيقونات عبارة عن رموز رسم تمثل تطبيقات معينة، يمكن تشغيلها بالنقر عليها (بالفأرة مثلاً). وتوفر هذه الأيقونات لصغيرها مساحة على الشاشة، ويسهل فهمها بسرعة كبيرة. أما اللوائح فتوفر علينا جهد البحث عن تطبيق حاسوبي معين، كونها تحتوي هذه اللوائح على اختيارات متعددة تظهر على شكل رسومات.

الوحدة الأولى

أسئلة التقويم الذاتي (1)

- عدد ثلاثة من تطبيقات الرسم بالحاسوب

2- ما المقصود بمعالجة الصور ؟

3- ما الفرق بين التمثيل المرئي ومعالجة الصور؟ وما الفرق بين معالجة الصور وواجهات

التخاطب الرسومية؟

4- ما هي فوائد الأيقونات؟

8.2 التقدم البحثي والتكنولوجي

Research and Technology Progress

أصبح من الممكن معالجة الكم الهائل من المعلومات الوراثية المخزنة بالحامض النووي البشري DNA، وتمثيلها بالصور ذات الثلاثة أبعاد، ومعرفة التراكيب الداخلية، وكذلك تمثيل الرسوم لمعرفة التغيرات التي قد تحصل على هذه التراكيب في حالة حدوث أمراض معينة، وهذا يدعم البحث والتقدم العلمي في مجال الطب وهندسة الوراثية، وهي من أعقد التطبيقات الحديثة للرسم بالحاسوب، وبطريقة مشابهة يمكن تمثيل المركبات الكيميائية التراكيب دوائية وبيولوجية وفيزيائية، مما يساعد على فهمها والتعامل معها وتمثيل تفاعلاتها مع البكتيريا والفيروسات، وهذا يفيد في أبحاث علم الصيدلة والتصنيع الدوائي

9.2 ضبط جودة المنتجات

Products Quality Assurance

أصبحت تقنيات الرسم بالحاسوب ومعالجة الصور من العوامل المهمة في تصميمهم آليات ضبط الجودة، ففي كثير من المصانع الأتوماتيكية يقوم الإنسان الآلي بصناعة قطع إلكترونية وأجهزة أو سيارات، ولضبط الجودة في مثل هذه الصناعات الدقيقة، يتم أخذ صور إشعاعية للقطع المصنعة ومطابقتها مع صور أخرى مخزنة في الحاسوب لقطع مثالية ممتازة الجودة)، وإذا لم تتطابق الصور بنسبة محددة مسبقا لضبط الجودة، يتم رفض القطع واستبعادها من خط الإنتاج

10.2 تطبيقات نظم معالجة الوقت الحقيقي

Applications of Real-Time Systems

من الاستخدامات الأساسية والمهمة للرسم بالحاسوب، تطبيقات معالجة الوقت الحقيقي مثل أنظمة الرادار، والسيطرة على الأجواء، وأنظمة السيطرة على الإشارات الضوئية والسير في المدن، وأنظمة الأمن والحماية المحوسبة، وبعض الأنظمة العسكرية مثل إدارة العمليات العسكرية المباشرة، وإطلاق الصواريخ إلى أهدافها، والتحام المركبات الفضائية ومبدأ هذه الأنظمة هو تسجيل مجموعة من الصور في الحاسوب وتخزينها بشكل مسبق، ثم

الوحدة الأولى

تقوم أنظمة معالجة الوقت الحقيقي بتسجيل صور مباشرة إما لهدف أو الحالة أو لشخص، ومن ثم مقارنتها مع الصور المخزنة للتعرف على النماذج المطابقة، مثلاً، من الممكن الآن أن تكون كلمة السر بينك وبين الحاسوب ليس نصاً وإنما صورتك، فعندما تجلس أمام الحاسوب يكون مرتبطة بكاميرا تلتقط صورتك وتقارنها مع الصورة المخزنة أصلاً في الحاسوب، وإذا حصل التطابق يسمح لك الجهاز بالدخول، وهذا مبدأ من كثير من الأنظمة المشابهة، مثلاً فتح الأبواب في الأماكن عالية السرية، وعمليات مطابقة بصمة الإصبع في آلات الصرف المتقدمة، وتوجيه الصواريخ إلى هدف محدد.

11.2 تطبيقات الوسائط المتعددة Multimedia

تلعب أنظمة الرسم بالحاسوب دوراً مهماً في تطبيقات الوسائط المتعددة مثل إعداد وإنتاج الصور المتحركة Animation والأفلام، والإنتاج التلفزيوني والسينمائي، مثل عمليات تحديد المقاطع المهمة من فلم لعرضها وتكرارها أو التركيز عليها أو حذف بعض منها أو إضافة أجزاء جديدة وكتائنات صورية أو رسومية عليها، وعمليات الدبلجة وإنتاج بعض أفلام الخيال العلمي.

12.2 الرسم وألعاب الحاسوب Computer Games

تعتمد معظم برمجيات ألعاب الحاسوب إن لم نقل كلها على نوع ما من تقنيات الرسم بالحاسوب، ولا بد أنك قد شاهدت مثل هذه الألعاب، وهي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتطبيقات الوسائط المتعددة، وتصمم مثل هذه البرامج لتناسب العمر ومستوى اللعبة المطلوبة أو الأهداف المطلوب تحقيقها، مثل إتقان بعض المهارات والتعلم من خلال اللعب.

الوحدة الأولى

10

مقدمة في الرسم بالحاسوب

• أجهزة عرض وطباعة الرسومات Displaying and Printing Devices

نظراً للانتشار الواسع لتطبيقات الرسم بالحاسوب، فقد ظهرت معدات وأجهزة مختلفة لإظهار الرسومات وطباعتها، والآن سوف نتحدث، عزيزي الدارس، عن هذه الأجهزة 1.3 أجهزة عرض الرسومات Video

Display Devices

تعتبر الشاشات من أهم المعدات لإظهار الرسومات. وهناك عدة أنواع من شاشات العرض أهمها أنبوبة أشعة المهبط (CRT) Tube - Ray - Cathode، وأنبوبة التخزين المباشر للصورة Direct View Storage Tubes، وشاشات العرض المسطح Panel Display- Flat

1.1.3 أنبوبة أشعة المهبط (CRT) Tube - Ray - Cathode

تعتبر أنبوبة أشعة المهبط نموذجاً لكثير من شاشات العرض. وتتكون من أربعة أجزاء رئيسية (الشكل (1)) (شكل (1)) أنبوبة أشعة المهبط أ

- قاذف الإلكترون Electron Gun

ويتكون من المهبط وشبكة التحكم Control Grid، ويتم تسخين مادة المهبط بإنتاج تيار كهربائي عن طريق أسلاك موجودة داخل الأنبوبة. وتقوم شبكة التحكم Control Grid، بالتحكم بشدة الشعاع اللازم. الرحلة الأولى مقدمة في الرسم بالحاسوب

صفحة 11

ب- نظام التجميع البوري Focusing System

يقوم هذا النظام بتجميع الشعاع القادم على شكل نقطة، تظهر أخيرا على الشاشة

ج- نظام الانحراف Deflection System ويقوم هذا النظام بتحويل اتجاه الشعاع (الاتجاه العمودي والأفقي) القادم إلى المكان المطلوب، وبدون هذا النظام فإن الإلكترونات سوف تتصادم مع بعضها البعض وتنشئت على الشاشة دون تركيز، وتتم عملية التركيز الأفقية و العمودية من خلال موجّهات تستخدم مجالا كهربائيا أو مغناطيسيا، ففي شاشات التلفاز والحاسوب CRT تستخدم موجّهات مجال كهربائي حيث يمر شعاع الإلكترونات من وسط اسطوانة موجبة الشحنة تعمل كعدسة الكترونية توجه الشعاع وتركزه إلى المناطق المطلوبة والمبرمجة، أما الموجّهات التي تستخدم المجال المغناطيسي فتعمل بطرق مشابهة، إلا أنها تستخدم مجالا مغناطيسيا للتوجيه، وهي دقيقة جدا، وكانت تستخدم في بعض الأجهزة والتطبيقات الخاصة، إلا أنها تستخدم حاليا في معظم شاشات العرض CRT، ويمكن استخدام مكونات إضافية لتوفير أعلى درجات التركيز والدقة مثل أنظمة رسم الخرائط والمجسمات الدقيقة، حيث تجهز رسومات لمعرفة الشقوق في سطوح المعادن.

د. الشاشة الفسفورية Coated Screen - Phosphor

هذا الجزء من أنبوبة المهبط هو عبارة عن شاشة مطلية بمادة الفسفور، والتي تمتاز بسرعة توهجها، حيث تظهر النقطة المطلوبة أخيرا على هذه الشاشة ويعتمد مبدأ عمل أنبوبة أشعة المهبط على حركة الحزم الإلكترونية التي تندفع إلى الأمام لحين وصولها الطلاء الفسفوري الذي يغطي شاشة العرض، حيث يضاء هذا الطلاء عند النقطة التي ترتطم فيها الحزمة بالطلاء، وبذلك تظهر الرموز والصور نتيجة ظهور نقطة الإضاءة واختفائها ولكن، وبعد مرور فترة زمنية قصيرة، يبدأ التوهج الفسفوري بالتلاشي، مما يسبب اختفاء الصورة من الشاشة. وللحيلولة دون حدوث ذلك، فإن هناك عملية تسمى الانتعاش Refreshing، وهي عملية إعادة توجيه قاذف الإلكترونات إلى نفس النقاط المرسومة دوريا وبسرعة كبيرة جدا نحو الشاشة الفسفورية، وبذلك تظهر الرسوم على الشاشة بشكل واضح إن ما يميز أنواع الفسفور عن بعضها البعض هو طول بقائها متوهجة، ويعرف البقاء Persistence بأنه الفترة الزمنية التي يكون فيها الفسفور متوهجا إلى عشر الإضاءة الأصلية وفي حالة تأخر عملية الانتعاش، فإنه يحدث رجة (رمش) في الشاشة تسمى Flicker، وهذه إحدى سلبيات أنبوبة المهبط

• الكثافة النقطية Resolution

إن أكبر عدد من النقاط التي يمكن عرضها على الشاشة دون تقاطعات فيما بينها تمثل

الوحدة الأولى

مقدمة في الرسم بالحاسوب

مفهوم الكثافة النقطية Resolution:

ويمكن تعريفها على أنها عدد النقاط لكل سنتيمتر يمكن رسمها بشكل أفقي وعمودي، ولكن ما الذي يضمن أن النقاط المشعة المتجاورة لا تتداخل؟ وللإجابة عن هذا لا بد أن تعلم بأن كثافة النقطة المشعة على الشاشة تأخذ شدة إشعاع يشبه توزيع جاوس Gaussian Distribution شكل (2)، حيث يتركز الإشعاع في وسط النقطة، وبذلك فإن نقطتين متجاورتين على الشاشة ستبدوان منفصلتين في حال كانت مسافة تباعدهما أكبر من القطر لكل نقطة، وتكون شدة الأشعة بحدود 60% في مركز النقطة

شكل (2): كثافة النقطة المشعة

صفحة 13

تجدر الإشارة أنه كلما ازداد تأثير النقطة الفسفورية بخط الإشعاع بشكل مستمر، فإنه يزداد تأينها وإشعاعها وقد يزداد حجم النقطة بحيث تتداخل مع نقطة متجاورة، وقد يؤثر ذلك على دقة الرسم والكثافة النقطية، ولتقليل هذا الأثر تستخدم نقاط فسفورية من نوع جيد، ولا بد أيضا من زيادة دقة وكفاءة آلية تركيز إطلاق الإلكترونات إلى نقطة محددة عادة ما تصل دقة الرسم والكثافة النقطية في الأنظمة عالية الجودة بحدود 1280 نقطة أفقيا، و 1024 نقطة عموديا، وقد تصل إلى أعلى من ذلك في التطبيقات التي تتطلب دقة وجودة أعلى. تتصف شاشات العرض بصفة أخرى وهي سمة نسبة العرض والطول، وهي تعكس طول مساحة الرسم و عرضها، وتوفر هذه السمة النسبة الضرورية لتساوي عدد النقاط العمودية قياسا إلى النقاط الأفقية في مساحات الرسم ذات البعدين، فمثلا النسبة تعني أن الخط المرسوم عموديا بثلاث نقاط له نفس الطول إذا رسم أفقية بأربع نقاط .

• برمجيات الرسم وعلاقتها بأجهزة الإدخال والإخراج والذاكرة

يتركز اهتمام مصممي برامج الرسم بالحاسوب على توفير أفضل الخصائص لراحة المستخدمين مثل واجهات التخابط التفاعلية سهلة الاستخدام، والتي تغذيهم بالمعلومات الراجعة حول تنفيذ المهام التي يطلبونها، وتزودهم أيضا بكفاءة عالية في الرسم من حيث مقدمة في الرسم بالحاسوب الوحدة الأولى إدخال البيانات ومعالجتها وسرعة استخراج النتائج، وذلك بتوفير أجهزة عرض الرسوم عالية السرعة، إلا أن كل هذه الخصائص قد تتعارض مع محدودية قدرات أجهزة الحاسوب الشخصية مثل محدودية سعة الذاكرة، حيث تظهر الحاجة إلى سعة ذاكرة كافية وسرعة عرض عالية لنفي متطلبات بعض تطبيقات معالجة الرسوم مثل الأفلام والرسوم المتحركة (Animation)، لأن حجم البيانات يأخذ حيزا هائلا، قد يصل حجم الصورة الواحدة أو حيز الإطار الواحد إلى MB2، فإن مقطع صغيرة فلم يحتوي على 5 إطارات قد يصل إلى حجم MB10. إضافة إلى ما سبق، فإن مصممي أنظمة الرسم وشركات الحاسوب يزداد اهتمامهم بتصنيع أجهزة عرض عالية الحساسية والدقة في رسم الألوان حتى تحاكي الألوان الطبيعية، بل تضيف عليها لمسة جمالية وبعد فنية راقية، إلا أن هذا يحتاج إلى ذاكرة واسعة وسرعة معالجة جيدة

تعتبر ذاكرة الحواسيب الشخصية صغيرة نسبيا، إلا أنها في تطور مستمر، ومع التقدم التكنولوجي أصبح ممكنا استخدام عناوين ذاكرة بطول 128 بت وهي بتطور متسارع، وهناك إمكانية إضافة ذاكرة خاصة بشاشة العرض، تساعد الذاكرة الرئيسية، حتى نفي بمتطلبات عرض الرسوم المتحركة والأفلام

أما بالنسبة لسرعة معالجة الصور، فإن زيادة سعة الذاكرة الرئيسية والذاكرة الخاصة بالرسوم والوسائط المتعددة يساعد على زيادة السرعة، حيث لا يستدعي الأمر أن تستعين الذاكرة الرئيسية بالذاكرة الثانوية (الأقراص بأنواعها لأنها بطيئة،

وتوفر الشركات الصانعة الحواسيب معالجات سريعة، وتزداد سرعتها يوما بعد يوم، حيث تزيد سرعتها حاليا على GHZ3.4، وهي سرعه مناسبة لكثير من تطبيقات الرسم العادية

هناك جانب آخر يستخدم في تحسين برمجيات الرسم وتطويرها يتمثل باستخدام أسلوب البرمجة الشيئية Object Oriented، وقد يطلق عليها برمجة الكائنات الموجهة أو البرمجة الكينونية، وهي تصميم أجزاء برمجية أو كائنات برمجية Objects يمكن استغلالها وإعادة استخدامها لاحقا في برامج ونظم جديدة، وهي مفيدة جدا في تبسيط النظم المعقدة وتسريع المعالجة ومرونة التطوير. مثال ذلك، يمكن تصميم الأشكال الهندسية على أنها مكونة في أشكال ذات مواصفات عامة مثل شكل هندسي (Shape) وأشكال خاصة تشتق من الشكل الهندسي العام، تستغل وجود شيء اسمه (Shape) لجميع خصائصه، ومن ثم إنتاج شكل أو كائن جليد اسمه مربع (Square) أو مثلث (Triangle)، ويمكن التعبير عن ذلك باستخدام نموذج تصميم خاص يعرف بلغة النمذجة الموحدة Unified Modeling Language (UML) Universal Modeling Language، حيث يمكن تمثيل الأصناف العامة أو العليا Class - Super، وترسم في الجزء الأعلى والأصناف الخاصة أو الفرعية جزء من الصنف الأعلى «Class - Sub، ويتم اشتقاق الصنف الجديد باستغلال كل الصفات المعرفة في الصنف الأعلى كما يوضح شكل (3).

الوحدة الأولى

مقدمة في الرسم بالحاسوب

14

شكل (3): تمثيل الأصناف في هرمية

صفحة 15

يزداد أيضا الاهتمام بتوفير أجهزة إدخال متطورة تستخدم أساليب مبتكرة ومتعددة تستطيع القيام بعمليات إدخال الرسوم والصور بشكل سريع مثل الكاميرا الرقمية Digital Camera، و الماسحات الضوئية Scanners، وكذلك ابتكار طرق جديدة تمنع حدوث الأخطاء عند إدخال البيانات وسهولة التعامل، ففي أجهزة الإدخال التفاعلية يمكن تقسيم آليات التفاعل

إلى قسمين:

- تحديد الموقع Positioning

- اختيار عنصر في الموقع Selecting

قفي طريقة تحديد الموقع يستقبل الحاسوب بواسطة أجهزة الإدخال عنوان نقطة بإحداثيات (x,y)، أما في طريقة اختيار العنصر، فتستخدم وحدات الإدخال في اختيار كائن رسومي موجود على الشاشة، كاختيار شجرة دون الإشارة إلى الإحداثيات، إلا أنه يمكن تحريك ذلك الكائن إلى موقع بإحداثيات جديدة، وعند استخدام الإحداثيات يجب الإهتمام بنوعها، وبشكل عام تصنف نظم الإحداثيات بعدة طرق سوف نناقشها لاحقا لنتعرف على بعض منها:

نظام إحداثيات المستخدم Defined Coordinates - User

نظام الإحداثيات المعتمد على الجهاز Dependent Coordinates System - Device

نظام الإحداثيات السوي المستقل Independent Normalized Coordinates System - Device

نظام الإحداثيات العالمي World Coordinates System

نظام الإحداثيات الكارتيزي Cartesian Coordinates System

لتسهيل مهمة تفاعل المستخدم مع أجهزة إدخال الرسوم وفق نظام إحداثيات مناسب، تم تعريف مجموعة من عمليات الإدخال المنطقية مرتبطة بما يعرف ب الأجهزة المنطقية Logical Input Devices ومنها:

محدد الموقع Locator: يتم إدخال وتحديد إحداثيات (x,y) حسب نظام الإحداثيات

العالمي، ومثال ذلك لوحة الرسوم الرقمية Digitizer

-

Graphics Tablet

حاسب القيم Valuator: يقبل قيما عددية حقيقية ويحولها إلى قيم عددية صحيحة

الوحدة الأولى

15

مثال ذلك مقبض اللعب Joystick، ولوحة المفاتيح Keyboard

منتج النقط Stroke: يقبل مجموعة من النقط بإحداثيات متتالية (y8) حسب نظام الإحداثيات العالمي، مثل لوحة الرسومات الرقمية

الالتقاط Pick : يستطيع اختيار كائن رسم من بين مجموعة من الكائنات مثل القلم الضوئي Light Pen

الاختيار Choice: إدخال رقم صحيح موجب لتنفيذ إجراء محدد مثل استخدام لوحة المفاتيح في اختيار عنصر من قائمة

صف من الحروف String: إدخال حرف أو مجموعة من الأحرف ، مثل لوحة المفاتيح يزداد الاهتمام أيضا بتصميم واجهات التخاطب بما يتفق مع مبادئ هندسة البرمجيات مثل توفير طرق متعددة للعرض، والتفاعل مع المستخدم، ففي نظم التخاطب و العرض الخطية Linear، يتم التنقل من شاشة عرض إلى أخرى بتسلسل خطي شكل (4).

الشكل 4 صفحة 16

أما في نظم التخاطب والعرض الهرمية Hierarchical، فيتم التنقل بين الشاشات من مستوى إلى آخر شكل (5)، مع الأخذ بعين الاعتبار أنه يمكن التراجع إلى شاشة عرض سابقة إما بطريقة متسلسلة، أو مباشرة بالقفز إلى أكثر من مستوى. الشكل 5 صفحة 16

مقدمة في الرسم بالحاسوب

صفحة 16

طرق عرض الرسومات Video Display Methods

تتم عملية عرض الرسومات على أنبوبة أشعة المهبط، عزيزي الدارس، بإحدى

الطريقتين الآتيتين : العرض باستخدام خطوط المسح Scan Display - Raster، والعرض العشوائي Random-Scan Display

و الطريقة الأولى: العرض باستخدام خطوط المسح النقطي Raster

- Scan Display يعتمد مبدأ عمل هذه الطريقة على حركة حزمة الإلكترونات التي ترتطم بالطلاء الفسفوري الذي يبطن شاشة العرض، وذلك من أعلى الشاشة إلى أسفلها، حيث يضاء هذا الطلاء عند النقطة التي ترتطم فيها الحزمة بالطلاء. وبذلك تتشكل الرموز والصور من جراء ظهور نقط الإضاءة و اختفائها. ومبدأ العمل هنا هو مبدأ عمل شاشات التلفاز نفسه. وتستخدم هذه الطريقة في تعبئة الألوان والظل

: الطريقة الثانية: العرض العشوائي Random

- Scan Display في هذه الطريقة، يبدأ الرسم عند أي نقطة على الشاشة بشكل عشوائي، ويكون الرسم بشكل خطوط مستقيمة تمثل الصورة المراد رسمها، وتستخدم هذه الطريقة في الرسومات الخطية مثل الطرق وخطوط سكة الحديد. تجدر الإشارة أنه بعد انخفاض التكلفة في ذاكرة الحواسيب وزيادة سعتها بشكل كبير، أصبح من الممكن الرسم باستخدام خطوط المسح، حيث تخزن الصور والرسوم في مصفوفة من النقاط تسمى (Pixels) بدلا من خطوط مستقيمة، كما هو الحال في العرض العشوائي. تم استخدام طريقة العرض العشوائي Random Scan في أجهزة العرض خلال منتصف الستينيات إلى منتصف الثمانينيات، وتتلخص الطريقة في أن الحاسوب يقوم بإنتاج سلسلة من الخطوط القصيرة وتوليدها من خلال معالج العرض Display Processor الذي يرتبط بوحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit CPU)، ويتم عرض هذه الخطوط حسب الترتيب الخاص بأوامر الرسم، أو البرنامج، أو بطريقة عشوائية، ثم يتم إعادة العرض لهذه الخطوط بطريقة دورية، وإعادة إنعاش الإشعاع للنقاط الفسفورية التي تغطي الشاشة، ويؤدي إلى إعادة رسم الخطوط كما يوضح شكل (6) لرسم شجرة الوحدة الأولى

صفحة 17

شكل (6): طريقة العرض العشوائي

صفحة 18

في هذه الطريقة يسلط قاذف الإلكترونات على منطقة رسم الخطوط المكونة للصورة أو الشكل مباشرة، ويتراوح معدل إعادة الإنعاش للصورة تبعا لتعقيد الشكل وعدد الخطوط المطلوب رسمها، حيث تقوم خوارزمية خاصة بحساب معدل إعادة الإنعاش ما بين 30-60 مرة لكل ثانية، ولا تزيد عن 60 مرة خوفا من أن تضر بالنقاط الفسفورية الموجودة على الشاشة، إن الرسومات ذات الأقلام من الأمثلة الأخرى التي تشابه عمل هذه الطريقة تستخدم طريقة العرض العشوائي في التطبيقات التي تحتاج تركيزا أكبر على رسم الخطوط والمنحنيات بطريقة انسيابية Smooth ومتسلسلة، ونادرا ما تستخدم في التطبيقات التي تحتاج ألوانا متعددة وظلالا بدرجات متفاوتة ورسوما و مناظر تقارب الحقيقة

أما طريقة خطوط المسح النقطي Raster - Scan التي تم تطويرها منذ أوائل السبعينيات مع زيادة تطور تكنولوجيا العرض التلفزيوني، فيتم فيها تخزين الصور في مصفوفة من النقاط تدعى Pixels، وتحتوي هذه المصفوفة على معلومات تفسر طبيعة الصورة المطلوبة حيث تجمع في منطقة خاصة تدعى ذاكرة حيز الإنعاش (Refresh Buffer) كما يبين

شكل (7) طريقة المسح الخطي

صفحة 18

الوحدة الأولى

18

ومن ثم ينقلها مسيطر الفيديو Video Controller ليرشقها على شاشة العرض سطرا سطرا كل سطر مكون من مجموعة من النقاط تمثل في أنظمة الرسم بسيطة الألوان أبيض وأسود حيث تمثل (0) نقطة غير مضاءة و (1) نقطة مضاءة، ويتم رشق هذه الأسطر من الأعلى إلى الأسفل ومن اليسار إلى اليمين بصورة دورية و سريعة جدا للإبقاء على معدل إنعاش جيد لتوضيح الصورة، كما يبين شكل (8)

شكل (8): حالة معدل الإنعاش

صفحة 19

أما الأنظمة عالية الجودة ومتعددة الألوان، فتحتاج إلى تمثيل أكبر من (0 أو 1) قد تصل إلى 24 بت لكل نقطة، وكذلك تحتاج إلى ذاكرة مساعدة لتخزين الصور و ذاكرة إنعاش أكبر، ويطلق على ذاكرة الصورة في الأنظمة البسيطة (أسود وأبيض) أسم (Bit map)، أما في الأنظمة المتقدمة ومتعددة الألوان فتسمى (Pix map). عادة ما تستخدم دورة إنعاش في هذه الأنظمة تصل إلى ما بين 60-80 إطار عرض الكل ثانية، للحصول على سرعة إنعاش وصورة جيدة وواضحة

دون ارتجاج، وتقاس السرعة باستخدام ال (Hertz) مثلاً 60Hz، كما يوضح شكل (8)، فإن عملية العودة إلى يسار الشاشة الرسم الخطوط النقطية لرسم خط نقاط جديد تسمى المتابعة الأفقية Horizontal Retrace أما بعد الانتهاء من رسم الخطوط جميعها و العودة إلى بداية الإطار أعلى الشاشة يطلق عليها المتابعة العمودية Vertical Retrace.

قد تلاحظ في استخدام هذا الأسلوب من العرض ظاهرة الارتجاج أو الرمش في عرض الصور مثل بعض شاشات التلفاز القديمة، وذلك بسبب ضعف عملية إنعاش الصورة ولتفادي هذه الظاهرة تستخدم خوارزميات زيادة سرعة العرض بتنفيذ إعادة الإنعاش على مرحلتين الأولى تقوم بإنعاش الأسطر الفردية وتقفز عن الأسطر الزوجية ثم تعود من جديد على نفس إطار العرض لإنعاش الأسطر الزوجية وتقفز الفردية، وبذلك تزداد سرعة الوحدة الأولى

صفحة 19

الإنعاش، أخذين بعين الاعتبار أن النقاط والخطوط المتجاورة تحتوي على معلومات رسومية متجانسة ومتقاربة تعتبر طريقة المسح النقطي هي الأكثر شيوعاً واستخداماً في الوقت الحالي، حيث تتفوق هذه الطريقة على طريقة المسح العشوائي في أنها توفر نوعية من الصور تقارب الحقيقة من حيث استخدام الألوان ودرجات تفاوتها، وملء المساحات بالألوان والظلال من خلال تلوين النقاط Pixels التي تملأ مساحة الجزء المطلوب تلوينه، إلا أنها أقل قدرة على رسم الخطوط المنحنية بدرجة انسياب ممتازة، وتلاحظ أن الخطوط في طريقة المسح النقطي مكونة من مجموعة من النقاط Pixels، ومن الصعب وجود نقاط على نفس المستوى لتكوين خطوط انسيابية إلا في حالات محدودة مثل الخط الأفقي والعمودي، أو بزاوية كما يبين شكل (9)، وهذا ما يعرف بظاهرة خشونة الخط أو تعرج الخط Jagged Line، حيث يتم تقريب الخط المستقيم إلى أقرب نقاط Pixels بحيث تؤدي إلى خط به مستقيم كما يبين شكل (10) لاحظ أن الصورة مكبرة جداً.

الشكل 9 و الشكل 10

صفحة 20

بالإضافة لما تقدم فإن طريقة المسح النقطي تخزن الصور بطريقة تسمح بالتعامل معها ومعالجتها لدرجة تصل إلى أصغر عنصر في الرسم النقطي (Pixels)، بحيث يمكن كتابة وقراءة أي نقطة رسومية، ويمكن تجميع عدد من النقاط لتكوين شكل معين، ومن ثم نسخ أو نقل هذا الجزء إلى رسوم أخرى، تحتاج طريقة المسح النقطي إلى خوارزميات معقدة وذاكرة واسعة للتعامل مع الكم الهائل من النقاط في إطار الرسم وذاكرة الإنعاش وتحديد الألوان ومزجها، إلا أنه في طريقة المسح العشوائي يتم رسم الخطوط مباشرة من أي نقطة معنونة إلى أي نقطة معنونة أخرى، وبذلك لا تحتاج إلى خوارزميات معقدة ولا ذاكرة كبيرة جداً لإتمام الرسم، حيث تستطيع معالجة الرسوم وتعديلها بطريقة سريعة، ويمكن حذف خط أو أي كائن (Object) بحذف نقاط بدايته ونهايته، ومن جانب آخر يمكن إضافة كائن جديد إلى الرسمة بسهولة .

التعامل مع الألوان

تعتمد آلية عرض الألوان البسيطة على قاعدة الألوان الأساسية والمكونة من ثلاثة ألوان رئيسية هي الأحمر والأخضر والأزرق، حيث يمكن تمثيلها بشكل مبسط يتكون من ثلاثة إطارات من حيز ذاكرة الصورة تناظر ثلاث شرائح فوسفورية تغطي الشاشة تتبادل فيما بينها القيم (1 OOR)، مدعومة بمطلق أشعة ثلاثي الألوان لإنتاج الألوان الثلاثة الرئيسية، أو المزج وإنتاج ألوان إضافية كما يوضح الجدول (1)

جدول 1 مزج الألوان الرئيسية صفحة 21

مفهوم تبادل عرض الألوان من عدة أطر مخزنة بشكل مؤقت، كمستويات في حيز ذاكرة العرض لإنتاج نقطة واحدة Pixel باللون الأصفر الوحدة الأولى

21

الشكل 11 مفهوم تبادل عرض الألوان صفحة 22

يمكن الاستمرار بزيادة مستويات حيز الذاكرة التمثيل عدد أكبر من الألوان، وبما أن الحاسوب يستخدم النظام الثنائي، فإن استخدام 8 مستويات من حيز الذاكرة التمثيل الألوان الرئيسية و الإضافية المنتجة و المدرجة في جدول (1) ينتج ما مجموعه (2) = 256 مستوى شدة لون، ويمكن إعادة تجميعها بدمج ثلاثي لكل ثمانية مستويات لنحصل على ما مجموعه ((2)) = (2) = 16,777,216 لونا مختلفا

2.1.3 أنبوبة أشعة المهبط الملونة Color CRT Monitors

تعرض أنبوبة أشعة المهبط صورة ملونة وذلك باستخدام مجموعات من النقاط الفسفورية، كل منها يبعث ألوان مختلفة، وبذلك تنتج مجموعة من الألوان المختلفة وهناك طريقتان لإنتاج الألوان هما: طريقة الامتصاص Beath - Penetration، وطريقة الظل Shadow-Mask

أ- طريقة الامتصاص Penetration Beat

تستخدم هذه الطريقة سطحين من الفسفور، السطح الأول أحمر والثاني أخضر وهذان السطحان موجودان داخل الشاشة ويعتمد اللون على مدى سرعة امتصاص سطحي الفسفور الحزم الإلكترونية القادمة من قاذف الإلكترون. فالحزم البطيئة تهيج السطح الفسفوري الأحمر، أما الحزم السريعة فإنها تمتص من قبل السطح الأحمر، وبالتالي تهيج السطح الفسفوري الأخضر. وفي حالة قنوم حزم إلكترونية متوسطة السرعة، فإنه ينتج لوانان جديدان هما البرتقالي والأصفر و على ذلك فإن إنتاج الألوان بهذه الطريقة يعتمد على سرعة الحزم الوحدة الأولى

22

الإلكترونية تستخدم هذه الطريقة مع طرق العرض باستخدام المتجهات، ويمكن استخدام أربعة ألوان فقط. كذلك فإن هذه الطريقة غالية الثمن و الصور المعروضة ليست ذات جودة عالية

ب- طريقة الظل Shadow-Mask

Mask

تستخدم هذه الطريقة ثلاث نقاط فسفورية على كل موقع (Pixel) على الشاشة. النقطة الأولى تبعث اللون الأحمر، والثانية تبعث اللون الأخضر، والثالثة تبعث اللون الأزرق (Red Green-Blue RGB) ويتطلب هذا النوع من الشاشات ثلاثة إلكترونات منطلقة، واحد لكل لون، وتكون شبكة الظل Mask Grid - Shadow خلف الشاشة المطلاة بالفسفور، والتي تتكون من ثقوب أماكنها متناسقة مع النقاط الفسفورية، ووظيفتها تنشيط اللون المطلوب على الشاشة. وتنتج الألوان بإظهار الضوء وإخفائه. فمثلا لإنتاج اللون الأحمر، يخفي الضوء الناتج من الإلكترونات الخضراء والزرقاء المندفعة تستخدم هذه الطريقة مع طرق العرض باستخدام خطوط المسح، ومن أمثلتها شاشات التلفاز الملونة، لأنها تنتج عددا كبيرا من الألوان. ومن أنواع الشاشات الأخرى، عزيزي الدارس، ما يأتي:

3.1.3 أنبوبة التخزين المباشر للصورة

Direct-View Storage Tubes إحدى سلبيات شاشات أنبوبة أشعة المهبط هي الحاجة إلى إنعاش الصورة Refreshing ولحل هذه المشكلة، أنتجت شاشات يتم تخزين الصورة فيها داخل أنبوبة المهبط، خلف الشاشة الفسفورية، لذلك سميت «أنبوبة التخزين المباشر للصورة» وهذا النوع من الشاشات ينتج صورة واضحة خالية من الوجة Flicker وأسعارها منخفضة، ولكنها لا تنتج صورة ملونة و هذه الشاشات لا تسمح بالتعديل على الصورة، ولكنها تقوم بإعادة رسم الصورة من جديد في حالة التعديل عليها.

4.1.3 شاشات اللوح المسطح Flat - Panel Display

إن إحدى نقاط ضعف شاشات أنبوبة أشعة المهبط هو عمق الشاشة ومستوى فلتحتها. لذلك صنعت أنواع جديدة مسطحة تسمح بإظهار الشفافيات و بعض الخرائط على الشاشة نفسها

أ- تقنية شاشة السائل البلوري (Crystal Display - Liquid)

(LCD) تتكون شاشات العرض هذه من طبقة رقيقة من مادة سائلة قابلة للتبلور بين صفيحتين زجاجيتين مستقطبتين، مثبت عليهما أسلاك رفيعة أفقية في إحدى الصفائح وعموديا في الأخرى. وعندما يمر التيار في هذه الأسلاك في كل صفيحة، ترتب البلورات نفسها بينهما بطريقة ما، بحيث ينتج عن ذلك نقطة مظلمة، لذلك يجب أن تضاء الشاشة البلورية بطريقة معينة أو تعرض من زاوية معينة تكلف الشاشة البلورية بسعة 24 سطرا ب 80 رمزة، حوالي أربعة أضعاف شاشة أشعة المهبط إلا أن مميزات هذه الشاشة تظهر في سهولة نقلها مقارنة مع شاشة أشعة المهبط، واستهلاكها القليل للطاقة، كما أن سمكها يتراوح من 1-2 إنش، وكذلك سهولة القراءة منها كونها لا تشع من نفسها. استخدمت هذه التقنية في ساعات اليد والآلات الحاسبة والأجهزة الإلكترونية الصغيرة وقد تم استخدام هذه التقنية حديثا في أجهزة التلفاز والعديد من الحواسيب المتنقلة Portable Computers

ب- شاشة الإشعاع الضوئي (Light Emitting Diode)

(LED) تظهر الصور على هذه الشاشة على شكل نقاط برتقالية وصفراء اللون. وتستخدم هذه الشاشة طبقة من الزنك والمنغنيز بين لوحين من الزجاج، وتحتوي كل صفحة على أسلاك متوازية في إحداها وعمودية في الصفيحة الأخرى. وعندما يمر التيار الكهربائي في الأسلاك في كل لوح، تظهر نقطة مضيئة في الطبقة بين الصفيحتين عند نقطة التقاطع بين الأسلاك. وبالرغم من أن شاشة (LED) مستخدمة في الحواسيب المتنقلة، إلا أنها ليست منتشرة كما هو الحال بالنسبة لشاشات (LCD) وذلك لارتفاع ثمنها.

شاشة البلازما (Plasma Display Panel) PDP

يستخدم فيها لوحان من الزجاج بإسلاك متعامدة ينحصر بينها غاز النيون، والذي يقوم بالإضاءة عند نقاط تقاطع الأسلاك. وتستخدم شاشة (PDP) في طرقيات الحواسيب الكبيرة والشاشات حساسة للمس. وهي نوع جديد نسبيا من شاشات اللوح المسطح. ؟ أ

اسئلة التقويم الذاتي (2)

1- ارسم أنبوبة أشعة المهبط مبينا الأجزاء الرئيسة عليها.

2- اذكر طريقتي إنتاج الألوان بأنبوبة أشعة المهبط الملونة

3- اذكر طرق عرض الرسوم

تدريب (1)

- ما الفرق بين طريقة العرض باستخدام خطوط المسح والطريقة العشوائية

2- قارن بين تقنية شاشة السائل البلوري وتقنية شاشة الإشعاع الضوئي.

أجهزة الطباعة الورقية Paper Output Devices

تحتاج أنظمة الرسومات إلى أجهزة الطباعة المخرجات Outputs على الورق، ومن هذه الأجهزة الطابعات Printers والراسمات Plotters وفيما يأتي، عزيزي الدارس، أنواع الطابعات والراسمات

1.2.3 الطابعات Printers

هناك عدة أنواع من الطابعات تستطيع طباعة الرسومات و الصور المختلفة بالإضافة إلى طباعة الرموز والأحرف، ومن هذه الطابعات طابعات المصفوفة النقطية Dot Matrix Printers، وطابعات النفث الحبري Ink Jet Printers، وطابعات الليزر Laser Printers

أ. طابعات المصفوفة النقطية Dot Matrix Printers

تتم فيها عملية الطباعة كالأتي: الرمز النقطي عبارة عن مجموعة من النقاط مرتبة بشكل معين في مصفوفة. ويتكون رأس الطباعة Print Head في طابعة المصفوفة النقطية من مجموعة من الدبابيس مثبتة بشكل عمودي على رأس متحرك ويتراوح عدد هذه الدبابيس من 7 إلى 9 وفي أثناء حركة رأس الطباعة على عرض الورقة من اليسار إلى اليمين، يبرز الكل رمز دبابيس معينة بفعل النبضات الكهربائية، حيث تضرب على شريط التحبير مكونة أعمدة متتابعة من شكل الحرف. وفي النهاية يتكون كل رمز من نموذج مفرد من النقاط في أبعاد المصفوفة، وتستخدم هذه الطابعات في الحالات التي تتطلب السرعة العالية بغض النظر عن جودة الطباعة ويتحكم حجم وعدد الدبابيس المستخدمة في رأس الطباعة في نوعية وجودة المخرجات. ولأن الرموز تتشكل باستخدام إشارات وفتية دقيقة، فإن عدد الرموز الممكن طباعتها غير محدود. ويستطيع هذا النوع من الطابعات طباعة رموز اللغات الأخرى والأحرف اليونانية للعمليات الحسابية وكل الرموز الممكنة، بالإضافة إلى طباعة الأعمال الفنية كالرسومات البسيطة والصور المظللة. وتعد طابعات المصفوفة النقطية أرخص أنواع الطابعات ثمنًا، ولكن نوعية طباعتها رديئة نوعًا ما.

ب. طابعات النفث الحبري Ink Jet Printers

وتطبع هذه الطابعات الرمز بنفث سيل من قطرات الحبر التي تندفع من فوهة توجه إلى موقعها الصحيح على الورقة باستخدام صفائح تقوم بشحنها كهربائياً.

ج. طابعات الليزر Laser Printers

هي الأكثر تطوراً في تكنولوجيا الطابعات. وتحتوي على المعالج الميكروبي للتحكم في عملية الطباعة وتعمل طابعات الليزر بانعكاس أشعة الليزر من القرص الذي يدور بسرعة كبيرة على ورق مشحون كهربائياً حيث تكون الأشعة المعكوسة صورة إلكتروستاتيكية على الورقة التي تمر فيما بعد على حبيبات من حبر يحتوي على شحنات كهربائية بإشارة مخالفة، الوحدة الأولى فينجذب الحبر للصور المشحونة مكوناً طباعة بجودة عالية، ثم تسخن الورقة لدرجة حرارة عالية لتثبيت حبيبات الحبر على الورقة بشكل دائم. و أكثر أنواع طابعات الليزر تطوراً تستطيع طباعة أكثر من 60000 سطر في الدقيقة.

2,2,3 الراسمات Plotters

الراسمة آلة رسم تدار بواسطة الحاسوب تستخدم لإظهار النتائج كالخرائط والرسومات والأشكال البيانية والصور التوضيحية. تستخدم الرسومات الناتجة عن الراسمات لتوضيح الأمور المعقدة في الإحصاء، كما تسهل المواد الصعبة وتجعلها مقيدة وممتعة أكثر، حيث تمتاز الراسمات بدقة إخراجها للرسومات بالمقارنة مع الطابعات. وهناك كثير من المجالات يفضل فيها الحصول على المعلومات من الحاسوب على شكل رسومات ملونة، فهي تستخدم في الهندسة المعمارية والفن وأقسام المبيعات لتوضيح الأفكار. كما تستخدم في الجيولوجيا لدراسة الزلازل الأرضية، وفي الهندسة لإجراء التجارب على مختلف المواد، حتى إنها تستخدم في غرفة الولادة لمراقبة ضربات القلب عند الأم والجنين وقوة انقباض عضلات الرحم عند الأم. وهناك، عزيزي الدارس، نوعان من الراسمات هما: الراسمات النفثية للحبر وراسمات القلم:

أ. الراسمات النفثية للحبر Ink Jet Plotters

تعمل على إظهار الصور عن طريق توزيع نقاط حبر مختلفة الألوان على ورقة ملفوفة على أسطوانة قابلة للدوران، حيث يتحكم الحاسوب المتصل مع هذا الراسم بحركة كل من الأسطوانة ونفث الحبر. وتستطيع الراسمات النفثة للحبر إظهار رسومات ملونة ومفصلة بسرعة ودقة دون ضوضاء، ولذلك فهي تستخدم في رسم الخرائط الكبيرة المعقدة والملونة

ب- راسمات القلم Pen Plotters

تعمل على إظهار الصور بطريقة مشابهة تماما للرسم اليدوي، حيث يتحرك قلم أو عدة أقلام على سطح الورقة، وتستخدم هذه الراسمات في إظهار الخرائط والصور والمخططات البيانية، حيث تحول البيانات الإحصائية إلى أشكال بيانية، كما تستخدم غالبا في التطبيقات الهندسية والإنتاج، وفي مؤسسات البحث العلمي والطبي. وهناك نوعان رئيسان من راسمات القلم هما

1- راسمات السرير المسطح Flat Bed Plotters

تتكون من سطح أفقي يسمى السرير المسطح، توضع عليه صحيفة من الورق تتحرك على السرير آلة متحركة Carriage تحمل الأقلام إلى الأمام والخلف وإلى اليسار واليمين، وفي أثناء حركتها يقوم القلم برسم الشكل المطلوب (يمكن استبدال القلم بأي قلم له اللون المطلوب).

2- راسمات الأسطوانة Drum Plotters

تستخدم لفافة من الورق المتصل يتحرك فوق أسطوانة وتحت قلم أو عدة أقلام. وعند دوران الأسطوانة بأي اتجاه تتحرك الورقة إلى الأمام أو الخلف حسب اتجاه الدوران، وفي الوقت نفسه تتحرك الأقلام إلى اليمين واليسار حيث تنتج الرسومات. وتخضع كل من حركة الأسطوانة والقلم التحكم الحاسوب. ويؤدي العديد من الحركات إلى ظهور سطور ومنحنيات وأشكال كاملة. إن راسمات القلم لا تقتصر فقط على الرسم على الورق، بل إن بعض راسمات السرير المسطح تمتلك أقلاما ضوئية ترسم على صحف خاصة حساسة للضوء، حيث تستخدم هذه الصحف فيما بعد في جهاز عرض الصور Projector، كما أن هذه الراسمات تم تطويرها في بعض التطبيقات وأصبحت تستخدم كأدوات قص.

أسئلة التقويم الذاتي (3)

- عدد أنواع الطابعات.

- 2 عدد أنواع الراسمات

. ما الحاجة إلى الطابعات والرأسم؟

4. كيف تعمل طابعات الليزر؟

0

تدريب (2)

1- ما وجه اختلاف الطابعات عن الراسمات؟

2- وضح الفرق بين مبدأ عمل طابعات المصفوفة النقطية وطابعات النفث الحبري.

3- ما وجه اختلاف راسمات السرير المسطح عن راسمات الأسطوانة؟

4- قارن بين الراسمات النفثة للحبر وراسمات القلم

4. أجهزة إدخال الرسم التفاعلية

Interactive Input Devices تحتوي أجهزة الحاسوب الحديثة على عدة أنواع من أجهزة الإدخال التفاعلية مثل لوحة المفاتيح Keyboard، ولوحة الرسومات الرقمية Digitizer - Graphic Tablet والقلم الضوئي Light Pen، والفأرة Mouse، وكرة المسار Track Ball، والإدخال باللمس Touch Panel Screen. وغيرها. والآن سوف نوضح لك، عزيزي الدارس، كيفية عمل هذه الوحدات

1.4 لوحة المفاتيح Keyboard

تمتلك الحواسيب لوحات مفاتيح شبيهة بالالات الكاتبة العادية ولكنها أكثر تفصيلا وتستخدم لإدخال البيانات والرموز المتعلقة بالرسومات مثل إدخال إحداثيات الصور والخرائط والاختيار من القوائم Menu Selections الوحدة الأولى

27

2.4 لوحة الرسومات الرقمية

عبارة عن سطح أملس يرسم عليه المستخدم بإبرة خاصة، حيث إن اللوح حساس جدا لكل موقع تلمسه الإبرة فتنتج إشارات تربط الإحداثيات السينية والصادية بالنقاط وندخلها إلى الحاسوب وباستخدام لوحة الرسومات (الشكل (12))، يمكن تعقب صورة معينة وتحويلها إلى إحداثيات متسلسلة تظهر في الحاسوب على شكل مجموعة من النقاط المضغوطة. الشكل (12) لوحة الرسومات الرقمية

صفحة 28

3.4 القلم الضوئي Light Pen

عبارة عن قضيب حساس خفيف الوزن يحتوي على خلايا ضوئية في رأسه. ولمس هذا القضيب لشاشة العرض يحدث تيارا من الشحنات الكهربائية يستخدم في تعيين إحداثيات نقطة معينة وباستخدام القلم الضوئي (الشكل (13)) يمكن رسم أي صورة على الشاشة، ومن ثم تمثيلها رقميا وتخزينها في الحاسوب الشكل (13) القلم الضوئي

الوحدة الأولى

28

الفأرة The Mouse

يزداد استخدامها يوما بعد يوم بسبب سهولة استعمالها في مختلف أنظمة الحاسوب وتتكون الفأرة من علبة بلاستيكية صغيرة بعجلتين أو كرتين متدحرجتين، وهذه العجلات تنتج النبضات الإلكترونية عندما تتحرك الفأرة على سطح أملس. حيث أن حركة العجلات تتحول إلى إحداثيات سينية وصادية X - Y تخزن على شكل أرقام، وتستخدم الفأرة (شكل (14)) للتحكم المباشر في موقع مؤشر الشاشة Cursor، وهو عبارة عن نقطة مضيئة على الشاشة تشير إلى موقع معين عليها. وباستخدام الفأرة يستطيع المستخدم أن يتحكم بالمؤشر ويجعله يشير إلى رموز معينة تدل على الأعمال التي يمكن للبرنامج أن يقوم بها، والنظام الذي يستخدم الفأرة، يستخدم أيضا لوحة المفاتيح لإدخال نص معين، فأفارة طريقة مناسبة للإشارة إلى وظيفة أو نشاط معين، ضمن قائمة تظهر على الشاشة الشكل (14): الفأرة

5.4 كرة المسار Track Ball

تولد كرة المسار المعلومات نفسها التي تولدها الفأرة، كما تستخدم الدائرة نفسها المستخدمة في الفأرة. والاختلاف يكمن في أن كرة المسار تبقى في موضعها ثابتة حيث تتحرك أصابع المستخدم وتدحرج الكرة في الاتجاه المطلوب. وتأخذ كرة المسار حيزا أقل، وفي بعض الأحيان تكون جزءا من لوحة المفاتيح، كما هو الحال في الحاسوب المتنقل Portable Computer

6.4

الإدخال بلمس الشاشة Touch Panel Screen

يتم الإدخال بالضغط بصبغ اليد على شاشة خاصة حساسة للضغط ويصدر المستخدم تعليماته إلى الحاسوب لتنفيذ عملية معينة بلمس الشاشة فتتخذ التعليمية المطلوبة إذ إن شاشة اللمس تستطيع أن تحدد مكان اللمس ثم يتم إرسال هذه البيانات إلى الحاسوب، ومن ثم ينفذ العمل المطلوب. وبالرغم من حداثة شاشة اللمس إلا أنها أصبحت مستعملة في الأغراض التعليمية والعديد من أنظمة الحاسوب فما على المستخدم إلا أن يلمس بصبغه الشاشة وفق مطلبه، فيقوم الجهاز بتنفيذ المطلوب وبالتالي يقلل من استخدام لوحة المفاتيح، ومن الوقت

الوحدة الأولى 29 مقدمة في الرسم بالحاسوب

: المطلوب لتعلم تشغيل الحاسوب

ويستخدم هذا النوع من الشاشات في مراكز الصراف الآلي بمختلف أنواعها

7.4 مقيض اللعب Joystick

عبارة عن مقبض متصل بقاعدة الكترونية شكل (15) يمكن مسكه باليد لتحديد مسار المؤشر على الشاشة، و يمكن توفر بعض المفاتيح الإضافية لإدخال بيانات أو اختيار كائنات رسومية من الشاشة الشكل (15): مقبض اللعب

أسئلة التقويم الذاتي (4)
1- كيف يعمل القلم الضوئي؟
2- في أي الأجهزة تستخدم كرة المسار؟
3- عدد أجهزة إدخال الرسم المتفاعلة ؟
تدريب (3)
1- كيف تساعد لوحة المفاتيح على الرسم؟
2- ما الدور الرئيس للقارة؟
3- قارن بين كرة المسار والقارة
4- ما آلية عمل شاشة الإدخال باللمس ؟

الرحلة الأولى

30

. الربط بين الأجهزة والبرمجة وأنظمة الرسم القياسية

لا بد، عزيزي الدارس من وجود أوامر معينة و تعليمات تعطى للحاسوب للقيام بعمليات الرسم. وقد تم إحداث تطوير على لغات البرمجة التقليدية مثل لغة فورتران (FORTRAN) للقيام بعمليات الرسم. كذلك فإن كثيرا من لغات البرمجة تحتوي على وظائف Functions تستطيع رسم الأشكال البسيطة مثل الخطوط والدوائر والمستطيلات، ومثال على ذلك لغة بيسك BASIC. ولاستخدام بعض برمجيات الرسم، لا تحتاج إلى تعلم لغة برمجة معينة لإظهار الرسومات مثل أنظمة كاد (CAD)، والتي يتم فيها الرسم بشكل مباشر. إلا أن الشركات المهتمة بالرسم بالحاسوب أنتجت برمجيات قياسية خاصة بالرسم من شأنها تزويد المستخدمين بإمكانيات أكبر للتحكم بالرسومات. ومن هذه البرمجيات أنظمة &PHIGS

GKS، حيث تحتوي هذه الأنظمة على مجموعة من الوظائف Functions يتم استدعاؤها باستخدام لغات البرمجة المعروفة مثل فورتران (FORTRAN)، وباسكال (PASCAL)، ولغة سي (C) ويختلف نظام GKS عن نظام PHIGS بأنه (أي نظام GKS) يستطيع الرسم بعدين فقط، بينما يستطيع نظام PHIGS الرسم باستخدام ثلاثة أبعاد، وستقوم، عزيزي الدارس، بشرح بعض هذه الأنظمة في الوحدة السادسة من هذا المقرر. ؟

أسئلة التقويم الذاتي (5)
1- اذكر نوعين من أنواع البرمجيات الخاصة بالرسم
2- اذكر نظاما للرسم لا يحتاج لتعلم لغة برمجة
تدريب (4)
1- كيف يختلف نظام PHIGS عن نظام GKS ؟
2- قارن بين نظام CAD ونظام GKS

الوحدة الأولى

31

مقدمة في الرسم بالحاسوب

الخلاصة

- 1- لقد أصبح الرسم بالحاسوب ضرورة لا يمكن الاستغناء عنها في شتى تطبيقات علم الحاسوب. وأن التطور الكبير في تكنولوجيا الحاسوب ينبثق منه التطور في الرسم بالحاسوب فمثلا لم يكن الرسم بالحاسوب متطورا في بداياته لعدم وجود تكنولوجيا متطورة في تلك الأيام
- 2- من تطبيقات الرسم بالحاسوب المعروفة التصميم بواسطة الحاسوب و اظهار الرسومات، والتطبيقات الفنية، ومعالجة الصور وبناء النواق. هذه التطبيقات أصبحت جزءا لا يتجزأ من كثير من العلوم المختلفة
3. ومن أنظمة الحاسوب المختلفة شاشات العرض والطابعات والراسمات. وهذه الأنظمة تمثل تصميم الرسم بالحاسوب، وتعطي للقاري الخيارات الكثيرة البناء أنظمة الرسم بالحاسوب التي تلائم متطلباته
7. لمحة عن الوحدة الدراسية الثانية

بعد أن وضعنا أهمية الرسم بالحاسوب في الوحدة الأولى و أجهزة الإدخال والإخراج المستخدمة و كيفية عملها، سوف نتعلم كيف تتم عمليات الرسم البسيطة في الوحدة الثانية من خلال بناء خوارزميات رسم الخطوط والدوائر والأحرف و غيرها

8. إجابات التدريبات

تدريب (1)

1. في طريقة العرض باستخدام خطوط المسح يبدأ الرسم من أعلى الشاشة وينتهي عند نهايتها، بينما يبدأ الرسم عند أي نقطة في طريقة الرسم بالمتجهات
- 2- تعتمد إضاءة شاشات السائل البلوري على مادة السائل البلوري بينما تستخدم طبقات الزنك والمنغنيز للإضاءة في شاشات الإشعاع الإلكتروني

تدريب (2)

- الطابعات تستخدم الطرق أو تكنولوجيا الليزر، بينما تستخدم الراسمات الأقلام المحمولة
 - 2- المصفوفة النقطية تستخدم الضرب على الشريد الكربوني، بينما يتم نقش (رش) الحبر على ورقة الطباعة مباشرة في حالة طابعات النقش
 - 3- في حالة راسمات السرير، فإن الأقلام المحمولة هي التي تتحرك بينما ورق الطباعة هو الذي يتحرك في حالة راسمات الأسطوانة
- الرحلة الأولى

32

مقدمة في الرسم بالحاسوب

- تقوم الراسمات النفائة بتوزيع نقاط الحبر الملون على الورق بسرعة ودقة كبيرة، بينما |
- تقوم راسمات القلم بإظهار الصور بتحريك الأقلام على سطح الورقة وعادة ما تكون بطيئة

تدريب (3)

- 1- تستخدم لوحة المفاتيح في إدخال إحداثيات الصور والخرائط والاختيار من القوائم
- 2- تغيير موقع المؤشر
- 3- كرة المسار تبقى في موضعها ثابتة بينما الأصابع فقط تتحرك، ولكن الفأرة تتحرك بجميع الاتجاهات

- تستطيع شاشة اللمس أن تحدد مكان اللمس ثم يتم إرسال البيانات المواقع التي تم الضغط عليها إلى الحاسوب ليتم تخزينها ومعالجتها.

تدريب (4)

- 1- نظام GKS هو نظام ثنائي الأبعاد (D2)، بينما نظام PHIGS هو نظام ثلاثي الأبعاد

(D3)

2- في نظام CAD، لا تحتاج إلى تعلم لغة برمجة معينة، بينما تحتاج لتعلم البرمجة في

نظام GKS.

9. مسرد المصطلحات

- أجهزة إدخال الرسم التفاعلية - أجهزة الإدخال المنطقية - أجهزة الطباعة الورقية أجهزة العرض أجهزة عرض الرسومات - الاختيار (اختيار عنصر في الموقع) - الإدخال باللمس - أظهار المعلومات والرسومات Interactive Input Devices Logical Input Devices Paper Output Device Projectors Video Display Devices Selecting Touch Panel Screen Presentation of Graphics and Information Computer Games Direct-View Storage Tubes Refreshing (Cathode Ray-Tube (CRT . أنبوبة التخزين المباشر للصورة الانتعاش . أنبوبة أشعة المهبط

صفحة 33

أنظمة الإحداثيات - أنظمة الرسومات - أنظمة الوقت الحقيقي - الأيقونات - برمجة الكائنات الموجهة البرمجة الشيئية Object Oriented Programming . البقاء - بكسل تحديد الموقع التصميم . التطبيقات الفنية - تعرج الخط . التعليم والتدريب - التمثيل المرئي - توزيع جاوس (الإحصائي) . خطوط المسح . خطي . ذاكرة حيز الانعاش - رأس الطباعة - الراسمات - راسمات الأسطوانة - راسمات السرير المسطح - راسمات القلم - رجة (رمش) - الرسوم المتحركة . السيمة النسبية شاشات اللوح المسطح - شاشة الإشعاع الضوئي - شاشة البلازما - شاشة السائل البلوري الشاشة الفسفورية - شبكة التحكم - شبكة الظل Icons Real-Time System Graphics Systems Coordinates Systems Persistence Pixel Positioning Design Computer Art Jagged Line Education and Training Visualization Gaussian Distribution Raster -Scan Display Linear Refresh buffer Print Head Plotters Drum Plotters Flat Bed Plotters Pen Plotters Flicker Animation Aspect Ratio Flat-Liquid-Crystal Display (Plasma Display Panel (PDP (Panel Display Light-Emitting Diode (LED Phosphor-Coated Screen Control Grid Shadow-Mask Grid ((LCD

الوحدة الأولى

صفحة 34

مقدمة في الرسم بالحاسوب

شكل هندسي الصنف الأعلى الصنف الفرعي . ضبط الجودة - الطابعات - طابعات الليزر - طابعات المصفوفة النقطية . طابعات النفث الحبري - طريقة الامتصاص - طريقة الظل - العرض العشوائي (كما في ص 16) - الفأرة . القلم الضوئي - قاذف الإلكترونات - الكاميرا الرقمية الكثافة النقطية - كرة المسار - لغة النمذجة العالمية -Shape Super-Class Sub-Class Quality Assurance Printers Laser Printers Dot Matrix Printers Ink Jet Printers Beam-Penetration Shadow-Mask Random-Scan Display Mouse Light Pen Electron Gun Digital Menus Digitizer-Graphic (Camera Resolution Track Ball Universal Modeling Language (UML Tablet Keyboard Scanner Cursor Horizontal Retrace Vertical Retrace Triangle Outputs Square لوحة المفاتيح . المساح الضوئي - مؤشر الفأرة - المتابعة الأفقية . المتابعة العمودية مثلث - المخرجات - مربع - مسيطر الفيديو - معالج العرض - مقبض اللعب - معالجة الصور

35

الوحدة الأولى

مقدمة في الرسم بالحاسوب

Device Independent Normalized المستقل . نظام الإحداثيات السوي Frame Buffer Coordinates System World Coordinates System Cartesian Coordinates System User-Defined Coordinates Device- Dependent Coordinates . نظام الإحداثيات العالمي . نظام الإحداثيات الكارتيزي . نظام إحداثيات المستخدم . نظام الإحداثيات المعتمد على الجهاز System Deflection System Focusing System Graphical User Interface Windows Hierarchical Central Processing Unit Inheritance MultiMedia Functions - نظام الانعكاس - نظام التجميع - نظم المواجهة الرسومية - التوافق - هرفي - وحدة المعالجة المركزية - الوراثة - الوسائط المتعددة - وظائف

36

الوحدة الأولى

مقدمة في الرسم بالحاسوب

الوحدة الثانية

رسم الخطوط المختلفة وخوارزمياتها

. الخطوط المستقيمة والقطع المستقيمة

1.2 رسم النقاط على الشاشة

تتم عملية رسم النقطة على الشاشة بعملية تحويل إحداثيات النقطة في البرنامج إلى إحداثيات الشاشة ووضع قيمة 1 في البت المناسبة في المنطقة من الذاكرة المحجوزة للشاشة وبهذا يرسل شعاع إلى هذا المكان ليضيء الطبقة الفسفورية على الشاشة نقطة بعد الأخرى. وتسعى كل نقطة على الشاشة ب Pixel.

وتتم عملية رسم الخط المستقيم أو القطعة المستقيمة بتحديد نقطتي البداية والنهاية وتتم إضاءة جميع النقاط بينهما، وذلك بحساب إحداثيات هذه النقاط رياضيا ولكن نتيجة للتقريب في العمليات الحسابية، فإن هذا الخط المستقيم قد يظهر متعرجا وخاصة على الشاشات الأقل حساسية (كثافة) Resolution، وقد يظهر مستقيما على الشاشات الأكثر حساسية وهناك طرق عدة لتصويب الخط المتعرج على الشاشات الأقل حساسية

2.2 معادلات الخط المستقيم

كما تعرف، عزيزي الدارس، فإن النقطة تمثل بالزوج المرتب (x, y) في الإحداثيات الكارتيزية، إلا أن المستقيم يحتاج إلى نقطتين على الأقل لتحديده، فإذا كانت إحداثيات النقطتين هما، فإنه يعبر عن مسافة على نظام الإحداثيات.

• حساب تغير المسافة في نظام الإحداثيات Increments and Distance

في نظام إحداثيات تجانس الوحدات، يمكن حساب التغير في نظام الإحداثيات لكل من المحررين x , y ، ومن الحالات الخاصة، أن يحصل تغيير على قيم x دون حصول تغير على قيم y ، وبذلك فإن التغير في y هو صفر $y = 0$ أي أن الخط أفقي شكل (1)

شكل (1): تغير المسافة على محور x في نظام الإحداثيات (موجود في الكتاب ص 43)

43

أما إذا حصل تغير على قيم y دون حصول تغير على قيم x ، فإن الخط عمودي ويكون التغير في x هو صفر، أي أن دلتا $x = 0$ شكل (2)

شكل (2): تغير المسافة على محور وفي نظام الإحداثيات (موجود في الكتاب ص 44)

وإذا حصل التغير في المحورين x , y شكل (3)، فيمكن حساب التغير على محور x بدلالة إحداثيات نقاط البداية والنهاية لكل خط مستقيم شكل (3)

شكل (3): التغير على المحورين x , y (موجود في الكتاب ص 44)

صفحة 44

والتغير على محور y هو:

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 5 - 1 = 4$$

أما التغير الإجمالي على المحورين فيمكن إيجاده بحساب المسافة بين النقطتين (x_1, y_1) , (x_2, y_2)

$$D = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad (3)$$

يعرف هذا القانون بقانون فيثاغورس لحساب طول قطعة مستقيمة بدلالة نقطة البداية ونقطة النهاية، ويمكن كتابة المعادلة (3):

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad \text{يوضع فوق المعادلة نص}$$

ويمكن تحديد نقطة المنتصف (x_m, y_m) على الخط المستقيم، شكل (3)، كما يأتي:

$$(x_m, y_m) = \left[\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right] \quad (4)$$

ميل الخط المستقيم The Slope of a Straight Line يحسب ميل الخط المستقيم بقسمة قيم التغير في y وهو في قيم التغير في x

وهو مقدار التغير في x

ومعدل التغير ثابت للخط المستقيم مهما صغر أو كبر تباعد النقاط المحددة على الخط، طالما أنها على نفس الخط بشكل (4).

. شكل (4): ثبات معدل التغير بحيث (موجود في الكتاب ص 45)

$$m = \frac{\Delta x}{\Delta y} \text{ بحيث يحسب الميل:}$$

45

$$m = \frac{\Delta x}{\Delta y} \text{ وهو نفسه:}$$

$$m = \frac{\Delta x}{\Delta y} = m = \frac{\Delta x}{\Delta y} \text{ وبذلك يكون:}$$

أما الخط المستقيم يمكن أن يمثل بالمعادلة:

$$(6) \dots y = m \cdot x + b$$

فإذا أخذنا النقطتين (x_1, y_1) , (x_2, y_2) في مستوى معين، فإن m تعبر عن ميل الخط المستقيم على المحور الأفقي

$$(7) \dots m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

بينما b تمثل ب:

$$(8) \dots b = y_1 - m \cdot x_1$$

وهذه النقطة تشكل نقطة الالتقاء مع المحور y عندما تكون $x=0$ ، إن كثيرا من خوارزميات رسم الخطوط المستقيمة تعتمد على المعادلة (6) والاشتقاق المنبثقة عنها في 8.7

فمثلا، بدلالة الفترة x لا يمكن حساب التغير $\Delta x = x_2 - x_1$ لخط مستقيم، وكذلك بالنسبة للفترة y يمكن حساب التغير $\Delta y = y_2 - y_1$ وله ومن المعادلة 7 نشق

الاشتقاق موجود في الكتاب ص 46

فإننا نستنتج أن

$$(13) \dots \begin{cases} m = \frac{r}{s} \\ b = \frac{t}{s} \end{cases}$$

ولإيجاد نقطة تقاطع المستقيمين:

$$Y_i = m_1 X_i + b_1$$

$$Y_i = m_2 X_i + b_2$$

حل المعادلتين موجود في الكتاب ص 47

باستخدام صورة المعادلة (12)

أما بالنسبة لإيجاد بعد نقطة عن خط مستقيم معين، فإننا نستطيع ذلك بإيجاد طول القطعة المستقيمة العمودية على ذلك الخط المستقيم والتي بدايتها النقطة (المطلوب إيجاد بعدها) كما يلي لنفرض أن النقطة هي (x_0, y_0) وأن معادلة المستقيم:

$$rx + sy + t = 0$$

فإن معادلة العمود على هذا المستقيم والمار بالنقطة (x_0, y_0) هي

وحدة الثانية

47

$$(18) -sx + ry + (sx_0 - ry_0) = 0$$

وبعد ذلك تجد نقطة تقاطع المستقيم والعمود وهي

(معادلة 19 موجودة في الكتاب ص 48)

وأخيرا نوجد البعد بين النقطة (x_0, y_0) ونقطة التقاطع السابقة وهي:

(معادلة 20 موجودة في الكتاب ص 48)

والتي تكافي:

(معادلة 21 موجودة في الكتاب ص 48)

وهناك أيضا صورة أخرى مهمة للخط المستقيم تسمى البارومترية parametric حيث إن قيم x, y معرفة بدلالة المعامل ، وفي هذه الطريقة يتم تعيين نقاط القطعة المستقيمة والمحصورة بين نقطتين بتغيير قيمة المعامل u من صفر إلى واحد، وكل قيمة لهذا المعامل بين الصقر والواحد تعطي نقطة جديدة على هذه القطعة، وذلك حسب المعادلة التالية

(معادلة 22 موجودة في الكتاب ص 48)

وبدمج هاتين المعادلتين تحصل على المعادلة المتجهة

(معادلة 23 موجودة في الكتاب ص 48)

أسئلة التقويم الذاتي (1)

1- أحسب طول المستقيم a (أعلاه).

2- بين إذا كان المستقيمان ab متعامدين.

تدريب (1)

بين نقطة التقاطع بين المستقيم الذي الإحداثيات $(1,1)$ و (41) والمستقيم b ذي الإحداثيات $(2,0)$ و $(3,4)$

3.2 النقط والمتجهات Pixels and Vectors

كما بينا في بداية الوحدة، أن النقطة ترسم على الشاشة بوضع قيمة 1 في بت الإضاءة المقابل، ويمكن أيضا وضع قيمة في بيت اللون وتحديد الإحداثيات لتظهر على الشاشة وتسمى عملية رسم قطعة مستقيمة على الشاشة بتكوين المتجه Vector Generation.

48

وتبعا لهذه الطريقة، فإنه يتوجب علينا تحديد النقاط التي يجب إضاءتها. والمشكلة تكمن في تحديد هذه النقاط التي تقع على القطعة المستقيمة أو القريبة منها، كذلك في أن سماكة Thickness الخط قد تتغير مع تغيير ميل المستقيم، وهذا ما ستحاول الخوارزميات التالية حله

4.2 خوارزميات الخط المستقيم

سنعرض لك، عزيزي الدارس، خوارزميات رسم الخط المستقيم، حيث تشكل المعادلات المعروضة سابقا. القاعدة التي تبنى عليها كثير من خوارزميات الرسم لتحديد المسار الجيد للخط المستقيم، وتقريب الكثافة النقطية Pixels لرسم خطوط مثلى وأقل تعرجا إن أبسط طريقة لحساب مسار خط مستقيم وإيجاد النقاط الأقرب إليه هي باستخدام ميل الخط المستقيم (معادلة 5)، وإذا ما قمنا بزيادة قيم المحور X بوحدة كثافة نقطية واحدة، ثم حساب قيم y بزيادة متكررة لكل زيادة على X ممثلة بالرمز B لترتب المعادلة كما يلي:

$$Y_i = mX_i + b$$

من الملاحظ أن هذه الطريقة قليلة الكفاءة، وذلك بسبب الحاجة إلى إجراء عمليات ضرب وجمع وتقريب القيم التي قد تحتوي على أجزاء كسرية، والأفضل من ذلك أن نتخلص من الضرب حسب الاشتقاق التالي

(معادلة 24 موجودة في الكتاب ص 49)

وإذا كانت قيم التغير في X هي 1 أي أن $\Delta x = 1$ م فإن:

(معادلة 25 موجودة في الكتاب ص 49)

وبذلك فإن وحدة تغير في x تؤدي في m أن تغير y الآن يمكن تعميم هذه الخوارزمية بتحقيق زيادة متكررة لكل من قيم X , Y بمعرفة القيم السابقة ويتم إيجاد القيم اللاحقة، وتوجيه الشعاع إلى النقطة الأقرب إلى مسار الخط المستقيم حسب التعليمات التالية:

Drawpixell (Xi, Round (6)

حيث إن تقريب قيم لا سيكون الأقرب إلى مسار الخط كما في شكل (5)، علماً أن دالة التقريب في لغة C++ يمكن إدراجها كما يلي

(Round (Yi)=floor (0.5+ Yi)

فيمكنك استخدام أي منهما: الطرف الأيمن Floor أو الطرف الأيسر حسب ما يوفره لك المترجم الذي تستخدمه من خيارات، فعند استخدام Floor(num) سيتم تقريب الرقم إلى أكبر رقم صحيح، ولكن ليس أكبر من num، ومثال ذلك

49

Floor (8.2)fi 8.0

Floor (-8.8)fi -9.0

والبرنامج التالي يقوم برسم خط مستقيم تعتمد على التغير الحاصل على محور x وهو Δx وعلى محور y وهو Δy ، مع الأخذ بعين الاعتبار شرط أن الميل $1 \leq m \leq -1$ وكذلك

أن الرسم يبدأ من اليسار إلى اليمين على محور X

رموز:

- النقطة الأقرب إلى خط سير المستقيم (وهي مسار الشعاع المتأين).

O النقطة الأبعد عن خط سير المستقيم

شكل (5): تحديد مسار الخط المستقيم (موجود في الكتاب ص 50)

```

condition -1<=m12 //
condition x1 to left and interval x from x1 to X2 increment by one unit //
at a time
void line (int x1, int y1, int x2, int y2),
{ int x
float deltax x, deltax y, m
deltax y=y2-y1
deltax x = x2-x1
m=deltax y/deltax x
50
Y=y1;
For(x=x1;x<=x2;x++){
drawpixel (x(int) floor (y+0.5)); //floor => rounds num to the
longest integer not greater than num
y=y+m;

```

وتطوير رسم الخطوط المستقيمة وتحسينها

أشرنا سابقاً أن طريقة المسح النقطي Raster Scan مكونة من مجموعة من النقاط Pixels مرتبة بشكل مصفوفة على الشاشة، وكلما كانت الكثافة النقطية Resolution عالية كان الرسم أكثر دقة وإتقاناً.

تجدر الإشارة أن رسم الخطوط المستقيمة بطريقة المسح النقطي تكون متقنة للخطوط الأفقية والعمودية، وكذلك الخطوط بزاوية 45 أكثر من غيرها. وتمثل هذه الخطوط أبسط أنواع الخطوط الممكن رسمها، فالخط الأفقي يمكن رسمه بتثبيت قيمة المتغير y وتحقيق زيادة متكررة للمتغير x بمقدار وحدة رسم (كثافة نقطية) واحدة شكل (6)

شكل (6): رسم الخط الأفقي (موجود في الكتاب ص 51)

ولتبسيط الفكرة، يمكن برمجة إنتاج الخطوط المستقيمة التالية بطريقة بدائية، فالجزء التالي من برنامج الرسم يقوم برسم خط أفقي من $(x1,y1)$ إلى $(x2,y2)$ حيث ان $x1 \leq x2$ وان $y1=y2=y$ أي لا تعديل على قيم y

```
//draw horizontal line
```

```
x1=1;
```

```
x2=5;
```

```
y=2;
```

```
for(x=x1;x<=x2;x++)
```

51

حسب المترجم Drawpoint(x ,y);} //or use drawpixel

والقيم المتوقعة من هذا البرنامج هي: (موجودة في الكتاب ص 52)

ولرسم خط قطري بزاوية 45، أو بميلان يساوي $(1+)$ وعلى فرض إن السمة النسبية $= 1$ وهي نسبة الكثافة النقطية العمودية إلى الأفقية). هنا نحتاج إلى تحقيق زيادة مزدوجة بمقدار وحدة (كثافة نقطية واحدة لكل من (x,y) وجزء البرنامج التالي يرسم الخط القطري شكل (7):

```
void draw_diagonal (int x1, int y1, int x2, int y2)
```

```
{
```

```
//x1, y1 :starting point of the line and x2, y2: End point of the line
```

```
int x=x1;
```

```
int y=y2;
```

```
int l=0;
```

```
while(x+1 <=x2)
```

```
{
```

```
plotpixel(x+1, y+l, color);
```

```
l++;
```

```
} //end while
```

}//end draw_diagonal

شكل (7): رسم خط قطري (موجودة في الكتاب ص 52)

أما الخطوط الأخرى فقد تكون متعرجة Jagged Lines، وتحتاج لتفحص وتقريب بعض النقاط تتطابق مع مسار الخط المستقيم أو واقرب ما يكون التشكيل خط مستقيم كما بينا سابق شكل (5)، ولتشكل أكبر قدر ممكن من النقاط المشعة على مسار الخط المستقيم.

خوارزمية المحلل الرقمي المتغير Digital Differential Analyzer Algorithm

تعتمد هذه الخوارزمية على حساب التغير في أحد الإحداثيات أما Δx أو Δy واعتبار التغير على الإحداثي الآخر بخطوات ثابتة طول كل منهما وحدة واحدة إن هذه الطرق بسيطة، إلا أنها لا تعطي جميع حالات رسم الخط المستقيم، وإنما محددة بعدة شروط منها: أن ميلان الخط أقل من واحد ($m \leq 1$)، أما الحالة التي تكون فيها الخطوط ذات ميلان موجب وأكبر من واحد

(شكل 26 موجودة في الكتاب ص 53)

فلا بد من عكس الأدوار التي تلعبها كل من x, y ، وذلك أن زيادة بمقدار وحدة كثافة نقطية واحدة إلى y سيزيد على x بطريقة متكررة بمقدار

(شكل 27 موجودة في الكتاب ص 53)

أي أن الموقع التالي ل x هو:

(شكل 28 موجودة في الكتاب ص 53)

وهذه الطريقة أيضا مشروطة ببداية المعالجة من الجهة اليسرى عند رسم الخط المستقيم انتهاء بالجهة اليمنى.

أما في حالة تم عكس بداية المعالجة، لتبدأ من الجهة اليمنى بدلا من الجهة اليسرى، سيكون مقدار التغير في x هو $\Delta x = -1$ ، بنفس الطريقة السابقة، حيث يمكن إيجاد مقدار التغير المتكرر في y ، وأن القيمة اللاحقة ل y :

(شكل 29 موجودة في الكتاب ص 53)

وإذا كان الميلان موجبا وأكبر من واحد في حالة المعالجة العكسية، فإن التغير بقيمة y سيكون ($\Delta y = -1$)

ويكون مقدار التغير المتكرر في x للحصول على القيمة التالية من x هو:

(شكل 30 موجودة في الكتاب ص 53)

يمكن استخدام المعادلات لحساب موقع النقاط المطلوبة لرسم مستقيم ذي ميل سالب، إذا كانت القيمة المطلقة الميل أقل من واحد ونقطة البداية إلى اليسار، فإنه بدلالة التغير بقيم x ($\Delta x = 1$) تحسب قيمة y باستخدام (29)

53

أما في حالة كون الميل سالبا والقيمة المطلقة لذلك الميل أكبر من واحد، يستخدم معدل تغير y ($\Delta y = -1$) والمعادلة (30)، وفي حالات أخرى ربما نستخدم التغير في y والمعادلة ($\Delta y = 1$) (28).

والبرنامج التالي يلخص الخوارزمية السابقة، حيث يقرأ نقطتي مستقيم محدد $(x1, y1)$ ، $(x2, y2)$ ، ويتم حساب قيم التغير الأفقي $\Delta x = x2 - x1$ والتغير العمودي $\Delta y = y2 - y1$ وحساب قيمة الفرق المطلق الأكبر بينهما يحدد مقدار الموقع التالي (next pos)، ثم يدخل البرنامج في حلقة دور أن لإكمال باقي النقاط بمقدار قيمة (next pos).

```
void line DDA(int xa, int ya, int xb, int yb)
```

```
{int dx, dy, steps, k;
```

```
float xincrement, yincrement, x, y;
```

```
dx = xb-xa;
```

```
dy=yb-ya;
```

```
if( abs(dx) > abs(dy)) steps=abs(dx);
```

```
else steps=abs(dy);
```

```
xincrement=dx/steps;
```

```
yincrement=dy/steps;
```

```
X=xa;
```

```
y =ya;
```

```
plotpixel(int)floor(x), (int) floor(y), color);
```

```
for (k=1; k<=steps; k++)
```

```
{
```

```
x+=xincrement;
```

```

y+=yincrement;

plotpixel(int)floor(x), (int) floor(y), color);

} //for

} //dda

```

2. خوارزمية برزنهام Bresenham Algorithm

تعتمد خوارزمية برزنهام على حساب معدل التغير في أحد الإحداثيات بمقدار ± 1 أعلى ميلان الخط Slope، بينما الإحداثي الآخر قد يثبت أو يتغير بزيادة رتيبة، إذن فتعميم الزيادة (0) أو (1) اعتماداً على قيمة معامل الخط المحسوب في الخوارزمية، يحسب هذا اعتماد

54

الخطأ بناء على المساحة عمودية البعد عن المحور كفرق بين مسار الخط الصحيح (المفترض) ونقاط الخط الواقعية.

وفي أبسط نموذج تتم المعالجة بحيث يكفي تحديد إشارة الخطأ، ففي الربع الأول وعلى فرض أن المطلوب رسم خط مستقيم بميلان بين (0, 1) شكل (8).

شكل (8): رسم خط مستقيم ضمن ميلان محدد (موجود في الكتاب ص 55)

نلاحظ أنه إذا كان الخط المطلوب يمر بالنقطة (0,0) وميلانه يزيد عن $\frac{1}{2}$ فإنه يتقاطع مع $x=1$ وسيكون أقرب إلى النقطة $y=1$ أكثر منها إلى $y=0$ ، وبذلك فإن الخط يمثل بطريقة أفضل عند النقطة (1,1) أكثر منه إذا مر بالنقطة (1,0)، وإذا كان الميل أقل من $\frac{1}{2}$ فالعكس هو الصحيح، وعند الميل $\frac{1}{2}$ لا يوجد خيار مفضل، ويمكن تجهيز الخوارزمية لتأخذ (1,1).

تجدر الإشارة إلى أنه ليست الخطوط كلها التي يمكن أن تمر تماماً، في المفترضة شكل (9)

شكل (9): البعد عن نقاط المسح المفترضة للخط المستقيم. (موجود في الكتاب ص 55)

حيث نلاحظ أن الخط بميل $\frac{3}{8}$ ويمر بداية بالنقطة (0,0)، وثم لاحقاً يمر بين ثلاث نقاط، وحيث إن الخوارزمية تفحص إشارة الخط الافتراضي (سالبة أو موجبة) والذي حدد بداية ب $\frac{1}{2}$ كما في شكل (10)

55

شكل (10): رسم خط مستقيم مع فرضية الخط الموجب والسالب (موجود في الكتاب ص 56)

وهكذا، إذا كان الميل أكبر من أو يساوي $\frac{1}{2}$ ستكون النقطة التالية في الرسم (1,0) ويمكن تحديدها بإضافة الميل إلى حامل الخط.

$$e = e + m$$

حيث m تمثل الميل، وإذا عوضنا بقيمة بدائية للخط $e = \frac{1}{2}$

$$e = -\frac{1}{2} + \frac{3}{8} = -\frac{1}{8}$$

وبما أن الخط e سالب، فإن الخط المحسوب سيمر تحت منتصف نقطة الرسم وبذلك فإن نقطة الرسم الحقيقية على نفس المستوى الأفقي ستكون أفضل تقريب للمسار الخط ولن تزداد قيمة والعمودية مرة أخرى عند زيادة معامل الخط بمقدار الميلان

$$e = -\frac{1}{8} + \frac{3}{8} + \frac{1}{4}$$

في نقطة الرسم التالية (2,0)، نلاحظ أن e موجبة، ويدل ذلك على أن مسار الخط سيكون فوق منتصف النقطة، وسيكون التقريب الأفضل للنقطة الحقيقية إلى الاتجاه العمودي بموقع (2.1)، هنا ستزداد y قبل الاستمرار في حساب ما تبقى من نقاط لا بد من إعادة النظر بالقيمة المبدئية لمعامل الخط

$$e = \frac{1}{4} - 1 = -\frac{3}{4}$$

ويمكن تلخيص خوارزمية برزتهم لمسار الخط في الربع الأول حسب مخطط سير العمليات التالي

56

والمثال التالي يوضح نتائج حساب خوارزمية برزتهم على فرض استخدام النقطتين: (0,0) و (5,5) على الخط المستقيم كما في شكل (11). **(موجود في الكتاب ص 57)**

57

شكل (1): مثال لرسم خط حسب خوارزمية برزتهم **(موجود في الكتاب ص 57)**

إذا افترضنا القيمة البدائية هي (0,0) فإن:

$$x = 0, y = 0;$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 5$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 5$$

$$e=1-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$$

58

3. خوارزمية برزنهام ذات الرقم الصحيح Integer Bresenham's Algorithm

هناك نقاط ضعف في الخوارزمية المشروحة سابقة منها: استخدام أرقام كسرية وإجراء الحسابات عليها، بالإضافة إلى عمليات القسمة لحساب معامل الخط. وهذا يضعف برمجيات الرسوم الحاسوبية لحاجتها إلى سرعة معالجة كبيرة، نستطيع تسريع الخوارزمية باستخدام عمليات لأرقام صحيحة والتخلص من القسمة، وبما أن إشارة معامل الخط هي المهمة، فيمكن استعمال التحويل التالي:

$$E=e-2\Delta x \text{ او } e=e+2\Delta y$$

الإنتاج الخوارزمية ذات الرقم الصحيح، إذا فرضنا أنها تعمل على الربع الأول ضمن الشرط $0 \leq \Delta Y \leq \Delta X$ وأن الخط المطلوب رسمه له نهايتان $(X1, Y1)$ و $(X2, Y2)$ وهما ليستا متساويتين، وأن قيم المتغيرات أرقام صحيحة، فيمكن أن تنفذ حسب المخطط التالي:

59

يمكن تعميم الخوارزمية السابقة لإنتاج خوارزمية برزنهام العامة General Bresenham's Algorithm بحيث تشمل جميع حالات رسم الخط المستقيم شكل (12)

شكل (12): تعميم خوارزمية برزنهام (موجود في الكتاب ص 60)

وتكون زيادة x أو y بمقدار عدد صحيح $(+1)$ أو (-1) ، اعتماداً على منطقة مسار الخط المستقيم، الخوارزمية التالية توضح الخوارزمية العامة لبرزنهام، لنفرض أن نقطتي نهاية المستقيم هما: $(X1, Y1)$ و $(X2, Y2)$ وأنهما غير متساويتين.

60

يمكن حساب مسار الخط المستقيم في خوارزمية برزنهام بطريقة أخرى، ولتبسيط ذلك نفرض أن شرط الميل هو $|M| < 1$ بقيمة موجبة بعد حساب القيمة المطلقة أقل من واحد، فيمكن إجراء التالي:

1- أدخل نقطتي نهاية الخط ولتكن النقطة اليسرى بداية الخط هي $(X0, Y0)$.

2- ارسم النقطة $(X0, Y0)$.

3- قم بحساب $\Delta X, \Delta Y, 2\Delta X - 2\Delta Y$ وحساب القيمة المبدئية في الزيادة الأولى

لانتقال إلى الموقع التالي من بداية الرسم $P0=2\Delta Y - \Delta X$

61

4- أما النقاط اللاحقة للرسم على مسار الخط المستقيم (شكل 13)

شكل (13): مسار الخط المستقيم في خوارزمية برزنهام. (موجود في الكتاب ص 62)

لكل من X_k وبداية بقيمة $k=0$ ، افحص الشرط إذا كان معدل التغير المنظور $P_k < 0$ ، فالنقطة التالية للرسم ستكون منحازة لمحور x بزيادة (X_{k+1}, Y_k) ، والزيادة على p هي: $P_{k+1} = P_k + 2\Delta$

وعدا ذلك (إذا لم يتحقق الشرط فإن $p \geq 0$)
فالنقطة التالية للرسم ستكون بموقع (X_{k+1}, Y_{k+1})
والزيادة على P هي $P_{k+1} = P_k + 2\Delta y - 2x$

5- كرر النقطة الرابعة أعلاه بمقدار عدد مرات توازي عدد وحدات التغير في (Δx)

62

تدريب (2)
أ. اكتب جزءا من البرنامج يرسم خطا عموديا من النقطة (2.2) إلى (2.5)
ب. طبق خوارزمية DDA لإيجاد مواقع النقاط لرسم خط يبدأ بالنقطة (2.2) وينتهي بالنقطة (6,7)
تدريب (3)
تتبع خوارزمية برزنهام Bresenham لإيجاد مواقع النقاط لرسم خط يبدأ بالنقطة (10، 20) وينتهي بالنقطة (1830)
فيما يلي بعض الإجراءات الدوال البسيطة التي سيتم استخدامها في أماكن مختلفة البعض الخوارزميات:

الدالة `plotpixel` تستخدم لعرض أو تمثيل البكسل على شكل دائرة نصف قطرها `pixels10` ومركزها (y, x) ولونها يتم تحديده باستخدام المتغير `color`.

البكسل: هو عبارة عن نقطة مضيئة ومركزها (y, x) ، لسهولة المشاهدة عزيزي الدارس سنستخدم الدائرة لتمثيل البكسل.

```
void plotpixel (int x, int y, int color)
```

```
{//This procedure draw a filled circle at the coordinate x and y
```

```

setcolor(color);

sctfilstyle(SOLID FILL, color);

circle (x+10, y-10, 9); // center of the circle and radius

fillellipse (x+10, y-10, 9, 9);

```

تستخدم لإيجاد القيمة العظمى من بين قيمتين max الدالة

```

int max (int a, int b)

if (a> b) return a;

else return b;

```

الدالة swap تستخدم لتبديل قيمتين، لو فرضنا عزيزي الدارس أن قيمة a=3 وقيمة b=5 فإن قيمة a وقيمة b بعد استدعاء الدالة swap (a,b) تكون 5 و 3 على التوالي.

```

int swap (int &a, int&b)

int temp;

temp=a;

a=b;

b=temp;

return a, b;

```

خصائص الخط المستقيم

كما هو معروف لدينا جميعا عزيزي الدارس فإن الخط المستقيم يمكن تعريفه باستخدام المعادلة التالية:

(معادلة 31 موجودة في الكتاب ص 65)

أي أنه يمكن تحديد الإحداثيات للنقطة (x , y) بمعرفة قيمة x أو قيمة y، من ناحية أخرى يمكن تعريف الخط المستقيم على أنه الخط الواصل بين النقطة (x1,y1) والنقطة التي (x2,y2).

من الجدير بالذكر عزيزي الدارس أنه يوجد العديد من الخوارزميات التي تستخدم الأسلوب الثاني لرسم الخط المستقيم. تعتبر خوارزمية برزنهام من أشهر الخوارزميات التي تستخدم الأسلوب الثاني، في حين أنه يوجد خوارزميات أخرى تستخدم الأسلوب الأول أي تعتمد على قيمة a, b . من ناحية أخرى يمكن تحويل خوارزمية Bresenham لتعتمد قيمة a, b .

فيما يلي نعرض الدالة find coefficient لاستخدامها في إيجاد قيمة a, b, c اعتمادا على إحداثيات الخط المستقيم الواصل بين نقطة البداية (x_1, y_1) والنقطة النهاية (x_2, y_2) حيث انه يمكن احتساب هذه القيم (a, b, c) كما يلي:

(المعادلة 32 موجودة في الكتاب ص 65)

```
int find coefficient (int x1, int y1, int x2, int y2, int &a, int &b, int &c)
```

```
a=y1-y2;
```

```
b=x2-x1;
```

```
c=(-1) * (a*x1+b*y1)
```

```
return a, b, c;
```

```
}
```

فيما يلي عزيزي الدارس نعرض الدالة swap_and_fix_direction التي تستخدم لتحديد قيمة التغير (الزيادة) للمتغيرات xincrement و yincrement بمقدار (-1) أو $(+1)$ اعتمادا على منطقة مسار وميل الخط المستقيم كما هو موضح في الشكل (12) بالإضافة إلى تعديل قيمة (x, y) في حال أن زاوية الخط المستقيم < 45 درجة وذلك اعتمادا على قيمة a, b من معادلة الخط المستقيم (معادلة 31) مع الأخذ بعين الاعتبار أن النقطة (x, y) هي نقطة البداية لرسم الخط المستقيم

```
typedef char Boolean;
```

(كود البرمجة موجود في ص 66)

- الربط والجوار في ثنائي وثلاثي الأبعاد. Connectivity and adjacency of 2D and 3D

- نظام الإحداثيات Coordinate System:

في نظام الإحداثيات ذو البعدين يمكن في Raster Graphics تعريف النقطة (x, y) التي سيتم رسمها على الشاشة بالبكسل (البكسل: هو عبارة عن نقطة مضيئة في مكان ما على الشاشة) يمكن تمثيل البكسل بالمربع، ويمكن عزيزي الدارس استخدام أسلوب Centered

66

pixel أو Edge Pixel حيث تكون إحداثيات السريع كما يلي:

1. Centered Pixel: $[x - 0.5, x + 0.5] [y - 0.5, y + 0.5]$
2. Edge Pixel: $[x, x + 1] [y, y + 1]$

الشكل (14) يوضح التوعين السابقين:

(شكل 14) موجود في الكتاب ص 67)

في حين انه في نظام الاحداثيات ذو الابعاد الثلاثة يمكن في Raster Graphics تعرف النقطة (x, y, z) بال voxel (المكعب) الذي يكون احداثياته:

1. Centered Voxel: $[x - 0.5, x + 0.5] \times [y - 0.5, y + 0.5] \times [z - 0.5, z + 0.5]$
2. Edge Voxel: $(x, x + 1) [y, y + 1] \times [z, z + 1]$

التجاور Adjacency:

يمكن تصنيف التجاور للبكسل إلى نوعين كما هو موضح في شكل (15)

1. Adjacent-4 إذا كانا مشتركين في ضلع من الأضلاع
2. Adjacent-8 إذا كانا مشتركين في نقطة (زاوية).

67

(شكل 15) موجود في الكتاب ص 68)

من الواضح عزيزي الدارس أنه إذا كان اثنان من البكسل Adjacent-4 فإنهما Adjacent-8 أيضا بالإصقة أن 2 بكسل يطلق عليهما Strictly Adjacent-8 إذا كانا Adjacent-8 لكنهما ليس Adjacent-4

من ناحية أخرى فإنه يمكن تصنيف 2 voxel متجاورين إلى ثلاث أنواع كما هو موضح في شكل (16)

1. Adjacent-6 إذا كانا مشتركين في وجه من الأوجه
2. Adjacent-18 إذا كانا مشتركين في ضلع أو وجه من الأوجه
3. Adjacent-26 إذا كانا مشتركين في نقطة (زاوية) أو ضلع أو وجه

(شكل 16) موجود في الكتاب ص 68

من الواضح عزيزي الدارس أنه إذا كان اثنان من الـ voxel، 6-Adjacent فانهما 18-Adjacent و 26-Adjacent أيضاً بالإضافة إلى أن الـ voxel يطلق عليهما Strictly 26-Ajacent اذا كانا 26-Ajacent لكنهما ليس 6-Ajacent او 18-Ajacent

68

الربط Connectivity

(شكل 17) و (18) موجود في الكتاب ص 69

يمكن عزيزي الدارس تعريف الخط المتقطع (Discrete Line) في Raster Graphics أو Discrete Geometry على انه مجموعة من النقاط (البكسل)

$$\{(x,y) \mid \exists a, b, c, w \text{ such that } w \geq ax + by + c\}$$

$$w \in \mathbb{N} \text{ و } a, b, c \in \mathbb{Z}$$

\mathbb{N} : مجموعة الأعداد الطبيعية

\mathbb{Z} : مجموعة الأعداد الصحيحة

\mathbb{C} : Internal Translation لا تؤثر في شكل أو تركيب الخط

\mathbb{W} : Arithmetic Thickness تركيب الخط يعتمد اعتماد كلي على قيمة w .

خصائص الخطوط ثنائية البعد Properties of 2D Discrete Lines

وإذا كان هناك خطان مستقيمان فإنهما يكونان متكافئان إذا كانا متساويان في Internal Translation يمكن توضيح بعض الخصائص للخط المستقيم كما يلي Discrete Line ليس وحيد في مساره والنقاط المكونة له مقارنةً به مع الخط المستقيم.

69

يوجد أكثر من تمثيل واحد للخط المتقطع اعتماداً على اختيار النقطة الأقرب للخط المستقيم كما هو موضح في الشكل (19) (موجود في الكتاب ص 70)

شكل (19) توضيحي للخط المستقيم باستخدام خوارزمية برزنهام حيث ان الميل بين 0 و 1

من الشكل (19) يتضح لنا أن الخط في الربع الأول وبالتالي $X_1 < x_2$ و $Y_1 < y_2$ النقاط التي تنتمي للخط هي باللون الداكن في حين أن التي لا تنتمي باللون المضيء حيث أن النقطة التالية تنتمي للخط إذا كانت أقرب ما يكون الخط المستقيم، في هذا المثال تم اختيار النقطة الأقرب من بين $(X+1, Y)$ و $(X+1, Y+1)$.

2. شكل (تركيب) أو نوع الخط يعتمد على قيم المعاملات b , حيث أنها تحدد ميل الخط المستقيم بالإضافة إلى أن التغيير في قيمة c Interrial Translation لا يؤثر في شكل أو تركيبة الخط أي أن النقاط المكونة للخط ممكن أن يتم احتسابها بغض النظر عن قيمة c

من ناحية أخرى يمكن تصنيف الخط المستقيم إلى عدة أنواع اعتمادا على قيمة w حيث أن الخط المستقيم يكون

- **Disconnected** إذا كان $w < \max(|a|, |b|)$
- **8- Connected (Naïve)** إذا كان $w = \max(|a|, |b|)$
- **4- Connected (Standard)** إذا كان $w = |a| + |b|$
- ***-Connected** إذا كان $|a| + |b| > w > \max(|a|, |b|)$
- **Thick** إذا كان $w > |a| + |b|$

هناك العديد من الخوارزميات التي تستخدم معاملات دالة الخط المستقيم حيث يمكن

70

التعامل مع الخوارزمية مباشرة من خلال معادلة الخط المستقيم التي يمكن تمثيلها من خلال المعادلة (31)

حيث يتم الاعتماد على قيم (a, b, c) مباشرة أو يتم إيجاد قيم a, b, c وذلك من خلال معرفة نقطة البداية (x_1, y_1) والنهاية (x_2, y_2) ويمكن إيجاد قيمة a, b, c باستخدام x_1, y_1, x_2, y_2 كما تم توضيحه سابقا (معادلة 2) من الجدير بالذكر عزيزي الدارس أنه يمكن تعميم الخوارزمية الاستخدامها في كلتا الحالتين سواء باستخدام معاملات دالة الخط المستقيم أو نقطة البداية (x_1, y_1) والنهاية (x_2, y_2) . هذان الأسلوبان يمكن استخدامهما في جميع الخوارزميات التي سيتم ذكرها لاحقا سواء كانت (Naive, Stanlard, *-Connected, Thick line)

خوارزمية نيف Naive Line Algorithm

(خوارزمية نيف موجودة في الكتاب ص 71)

71

كما سبق ذكره عزيزي الدارس فإن خوارزمية Naive تستخدم قيمة w (Arithmetic Thickness) في تحديد النقاط المكونة للخط الناتج من الجدير بالذكر أن قوة وأهمية خوارزمية Naive تكمن في علم اعتمادها على الكسور أو عمليات الضرب أو القسمة التي تعتبر من نقاط الضعف للخوارزمية في حال تم استخدامها مما يجعل هذه الخوارزمية تعمل بكفاءة أكبر حيث أن برمجيات الرسم الحاسوب تحتاج إلى معالجة كبيرة.

فيما يلي عزيزي الدارس تعرض مجموعة من الأمثلة لرسم الخط باستخدام خوارزمية Nave مقارنة مع الخط المستقيم كما هو موضح في الأشكال التالية:

شكل (20) مثال لرسم خط احداثياته (3,4) و (9, 7) حسب خوارزمية Naive

شكل (21) مثال لرسم خط احداثياته (4, -3) و (97) حسب خوارزمية Naive

72

شكل (22): مثال لرسم خط احداثياته (3, -4) و (9, -7) حسب خوارزمية Naive

(موجود في الكتاب ص 73)

من الواضح لنا عزيزي الدارس من أستعراضنا لمجموعة الأمثلة السابقة (شكل 20، 21، 22) أن الخط الناتج باستخدام خوارزمية Naive هو Connected-8 أي أن البكسل (النقطة التي إحداثياتها x, y) ممكن أن يتحاور مع بكسل آخر سواء باشتراكه معه في الزاوية في الضلع كما تم توضيحه سابقا (شكل 15)

• خوارزمية ستاندارد Standard Line Algorithm

كما سبق ذكره عزيزي الدارس فإن خوارزمية Standard Line تستخدم قيمة $|a| + |b| = w$ في تحديد النقاط المكونة للخط الناتج بالإضافة إلى أنه كما سبق وأن ذكرنا في خوارزمية Naive فإن خوارزمية Standard لا تستخدم أي من عمليات الضرب أو القسمة مما يجعل هذه الخوارزمية تعمل بكفاءة أكبر حيث أن برمجيات الرسم الحاسوب تحتاج إلى معالجة كبيرة

Standard Line Algorithm

فيما يلي عزيزتي الدارس تعرض مجموعة من الأمثلة لرسم الخط باستخدام خوارزمية Standard مقارنة مع الخط المستقيم وسوف نقوم بعرض نفس مجموعة الأمثلة التي تم عرضها عند مناقشة خوارزمية Naive حتى يتسنى لنا إجراء المقارنة مع النقاط التي تم احتسابها باستخدام خوارزمية Naive

74

شكل (23): مثال لرسم خط احداثياته (3, 4) و (9, 7) حسب خوارزمية Standard

شكل (24): مثال لرسم خط احداثياته (-3, 4) و (-9, 7) حسب خوارزمية Standard

شكل (25): مثال لرسم خط احداثياته (3, -4) و (9, -7) حسب خوارزمية Standard

(شكل 23 و 24 و 25 موجود في الكتاب ص 75)

من الواضح لنا عزيزي الدارس من استعراضنا لمجموعة الأمثلة السابقة أن الخط الناتج باستخدام خوارزمية Standard هو Connected-4 أي أن البكسل (النقطة) ممكن أن يتجاوز مع بكسل آخر فقط بالاشتراك في الضلع كما تم توضيحه سابقا.

75

اما بالنسبة لخوارزمية Connected * التي تستخدم قيمة w فإن قيمة w يمكن اختيارها لتكون

$$|a| + |b| > w > \max(|a|, |b|)$$

أي أنه يمكن زيادة قيمة لتكون أكبر من القيمة العظمى ل $|a|$ و $|b|$ أو أقل من $|a| + |b|$ أي بعبارة أخرى كلما زادت قيمة w زادت عدد النقاط المكونة للخط الناتج بالإضافة إلى أنه كما سبق وأن ذكرنا عزيزي الدارس في خوارزمية Naive و Standard فإن خوارزمية Connected * لا تستخدم أي من عمليات الحرب أو القسمة مما يجعل هذه الخوارزمية تعمل بكفاءة أكبر حيث أن برمجيات الرسم بالحاسوب تحتاج إلى معالجة كبيرة فيما يلي تعرض خوارزمية Connected *

• خوارزمية ستار Connected Line Algorithm *

(خوارزمية ستار موجود في الكتاب ص 76 و 77)

76

شكل (26): مثال لرسم خط احداثياته (3, 4) و (9, 6) حسب خوارزمية Connectect *

• خوارزمية الخطوط العريضة Thick line Algorithm

في هذا الجزء عزيزي الدارس سوف نعرض خوارزمية Trace_1.Thick Line تستخدم لتتبع مقاطع Thick line بالإضافة إلى رسم النقاط المكونة للمقطع

```
void Trace_(int x, int y, int l, bool flag)
```

```
{
```

```
for (k=0; k<= l-1; k++)
```

```

if (!flag)
    plot_pixel(x+k,y,color);
else

```

77

كما اشرنا سابقا عزيزي الدارس فإن الخط يكون من نوع Thick

إذا كان: $w > |a| + |b|$

أي أنه كلما زادت قيمة w فإن (سمك) Thickness الخط يزداد، ويمكن استخدام الخوارزمية التالية لرسم Thick Line.

(خوارزمية الخطوط العريضة موجودة في الكتاب ص 78 و 79)

78

شكل (27) مثال لرسم خط احداثياته (3, 5) و (9, 7) حسب خوارزمية Thick Line من الأمثلة السابقة عزيزي الدارس يمكن استنتاج أن قيمة w تلعب دورا محوريا في تحديد شكل وتركيب الخط كما تم توضيحه سابقا.

79

• الخطوط ثلاثية الأبعاد Three Dimension Lines

في هذا الجزء عزيزي الدارس سنقوم بدراسة الأشكال ثلاثية الأبعاد لما لها أهمية كبيرة في مجالات عدة، حيث أنه في الكثير من الأحيان نحتاج إلى تمثيل البيانات باستخدام الأشكال ثلاثية الأبعاد وذلك بسبب العلاقة الوثيقة لهذا النوع من الأشكال مع تطبيقات مختلفة في جميع مناحي الحياة، لذلك سوف نخصص هذا الجزء عزيزي الدارس لدراسة خوارزميات الخطوط ثلاثية الأبعاد حيث أنه يمكن تصنيف الخطوط ثلاثية الأبعاد إلى ثلاثة أنواع وهي (-26 Connected, 18-Connected, 6-Connected)

من ناحية أخرى فإن النقطة في الأشكال ثلاثية البعد يمكن تصورها (تمثيلها على أنها Voxel (مكعب) مركزه $(x - 0.5, y - 0.5, z - 0.5)$ أو (x, y, z) كما تم توضيحه سابقا من الجدير بالذكر عزيزي الدارس أنه يمكن تعريف الخط من نوع ثلاثي الأبعاد على أنه

• مجموعة من ال Voxels

$$D(a, b, c, u, u', w, w') = \{(x, y, z) \in Z^3: 0 \leq cx - az + u < w \text{ and } 0 \leq bx - ay + u' < w'\}$$

حيث ان $w, w' \in N$ و $a, b, c, u, u' \in Z$

N: مجموعة الأعداد الطبيعية

Z: مجموعة الأعداد الصحيحة

Internal Translation u, u' : لا تؤثر في شكل أو تركيب الخط

Arithmetic Thickness W, W' : تركيب الخط يعتمد اعتماد كلي على قيمة w, w'

من الجدير بالذكر عزيزي الدارس بأن المعادلة الأولى في التعريف هي نفس المعادلة التي تم استخدامها في تعريف الخطوط ثنائية الأبعاد في نظام الإحداثيات Oxz بينما المعادلة الثانية فهي نفس المعادلة التي تم استخدامها في تعريف الخطوط ثنائية الأبعاد لكن في نظام الإحداثيات Oxy وبالتالي يمكن استنتاج أنه إذا كان قيمة $a = w = w'$ حيث أن $a = \max(a, b)$ فإن C) الخط الناتج (Connected - 26) و يمكن تسميته 3D Naive Line

خصائص الخطوط ثلاثية الأبعاد Properties of Three Dimensional Lines

يمكن تصنيف الخط المستقيم ثلاثي البعد إلى ثلاثة أنواع كما تم ذكره سابقا اعتمادا على قيمة W, W' حيث أن الخط المستقيم (w, w', u, u', c, b, a) حيث أن $a > b > c$ فإن الخط ثلاثي البعد يكون

- Disconnected إذا كان $w' < a$ أو $w < a$
- 6- Connected إذا كان $w \geq a + b, w \geq a + c$
- 18-Connected إذا كان $a \leq w' < a + b, b \leq w' < a + c, a \leq w < a + c$
- 26-Connected إذا كان $a \leq w' < a + b, a \leq w < a + c$

الإجراء التالي يتم استخدامه عزيزي الدارس لتخصيص القيم الابتدائية لمجموعة من 26-Connected, 18-Connected, 6-Connected بالإضافة إلى تحديد اتجاه الخط ثلاثي الأبعاد

Initialize_variables

(المقطع البرمجي موجود في الكتاب ص 81 و 82 و 83)

شكل (28): مثال لرسم خط ثلاثي الأبعاد (Connected-26) أحداثياته $A(-5, -2, 0)$ و $B(1, 5, 4)$ ، بعد معالجة وتحويل النقاط الناتجة من الخوارزمية إلى شكل المكعب ليتسنى عرضه باستخدام برنامج Win3D.

6- Connected Linc Algorithm

موجود في الكتاب

83

شكل (29) مثال لرسم خط ثلاثي الأبعاد (Connected-18) أحداثياته $A(-5, -2, 0)$ و $B(1, 5, 4)$ ، بعد معالجة وتحويل النقاط الناتجة من الخوارزمية إلى شكل المكعب ليتسنى عرضه باستخدام برنامج Win3D.

18-Connected Line Algorithm

موجود في الكتاب

84

شكل (29): مثال لرسم خط ثلاثي الأبعاد (Connected6) أحداثياته $A(-5, -2, 0)$ و $B(1, 5, 4)$ ، بعد معالجة وتحويل النقاط الناتجة من الخوارزمية إلى شكل المكعب ليتسنى عرضه باستخدام برنامج Win3D.

• ملء المنطقة المحجوزة Loading the Frame Buffer

وفي حالة الرسم على الشاشة بطريقة الخطوط الماسحة Raster Scan فإن الدالة.

85

putpixel، يجب أن تعمل على وضع 1 في البت المناسبة حسب الإحداثيات المناسبة في المنطقة المحجوزة. فمثلا لو كانت إحداثيات الشاشة تبدأ من النقطة $(0,0)$ وتنتهي عند النقطة $(Xmax, Ymax)$ ، فإن إحداثيات أي نقطة (x, y) سيكون عنوانها في ماسح الخطوط كما يلي:

$$addr(x, y) = addr(0,0) + y(Xmax + 1) + x$$

وفي حالة الخط المستقيم، يمكن تبسيط عملية الحساب هذه بالاستفادة من الزيادة الثابتة في الإحداثيات x, y وذلك بحساب القيمة معتمدا على القيمة السابقة بزيادتها. فمثلا من النقطة (x, y) ، فإن النقطة التالية يكون عنوانها في ماسح الخطوط هو إحدى الحالتين:

$$addr(x + 1, y) = addr(x, y) + 1$$

أو

$$\text{addr}(x + 1, y+1) = \text{addr}(x, y) + X \max + 2$$

وبنفس الطريقة يمكن حساب الإحداثيات الأخرى مما يزيد من كفاءة الخوارزمية

5.2 معالجة التشويه Antialiasing

في كل ما سبق من خوارزميات الخط المستقيم فإن الخطوط الناتجة بعد رسمها ستكون على هيئة سلم البناية (درج Stairstep). وهذا مرده لكون الخطوط والمضلعات عبارة عن خطوط رسم متصلة Continuous، بينما يستخدم للرسم بواسطة خطوط المسح التقطي خطوط منفصلة Discrete لاحظ شكل (30) وشكل (31)

شكل (30): الخط المستقيم ضمن المسار المقترض ونقاط المسار الحقيقي لاحظ أن التشويه يظهر جليا في رسم المضلعات والمساحات الملونة

شكل (31): التشويه في ملء المساحة

(شكل 30 و 31 موجود في الكتاب ص 86)

86

وقد يعالج هذا (اليس كليا) باستخدام شاشة أكثر حساسية، ولكن يمكن معالجة هذه الظاهرة بتغيير شدة إضاءة Intensity النقطة نسبة إلى حجم النقطة الداخلة في المساحة شكل (32)

شكل (32): معالجة التشويه بتعديل شدة الإضاءة نسبيا إلى الحجم الداخل من النقطة في المساحة المطلوب رسمها

شكل 32 موجود في الكتاب

ففي إحدى الطرق والتي تعتمد على نظرية العينات Sampling Theory والتي تطبق في أنظمة الرسم التي بها أكثر من كثافة واحدة وأن النقطة Pixel ستضيء مربع على الشاشة. وهنا يتم إعطاء أجزاء من النقطة كثافة معينة وإعطاء الأجزاء الأخرى كثافة أخرى، بحيث تصبح كل النقاط التي تشكل الخط لها كثافة واحدة كما في شكل (32)، حيث إن الأجزاء المظلمة بخطوط لها كثافة أعلى والأجزاء المنقطعة لها كثافة أقل

وهناك طريقة ثالثة وهي تعديل خوارزمية برزنهام وذلك بحساب قيم مساحة النقط داخل الرسم أو خارجه لخط مستقيم بميل $(0 \leq m \leq 1)$ ، إما أن نجد نقطة واحدة يقطعها الخط المستقيم شكل (33) أو نقطتين شكل (34).

شكل (33): حساب المساحة داخل الرسم لكل نقطة

شكل 33 موجود في الكتاب

87

شكل (34): قطع نقطتين

شكل 34 موجود في الكتاب

يمكن هنا إعادة استثمار خوارزمية برزنهايم مع حساب مساحة القطع الداخل في الرسم للحصول على شدة كثافة إضاءة متعددة للنقاط المطلوب رسمها شكل (35)

شكل (35): إعادة تشكيل شدة الإضاءة للنقاط

شكل 32 موجود في الكتاب

تعديل خوارزمية برزنهايم لمعالجة التشويه كما يبين مخطط سير العمليات التالي

88

مخطط سير عمليات لرسم خط مستقيم من (x_1, y_1) إلى (x_2, y_2) المتغير T هو رقم درجات شدة الإشعاع المنطلق.

89

وتظهر هذه المشكلة أيضا عند ما يكون هناك خطان أحدهما أفقي أو رأسي والآخر قطري. فالقطري أطول من الأفقي في حالة مثلث قائم الزاوية ب $\sqrt{2}$ مرة، ومع ذلك يرسم بنفس عدد النقاط على الشاشة شكل (36)، وبهذا سيظهر أقل إضاءة على الشاشة، وتعالج هذه الظاهرة بإعطاء الخط الأفقي شدة إضاءة أقل.

شكل (36): ظاهرة التشوه

شكل 36 موجود في الكتاب

وهناك طريقة أخرى لمعالجة هذه الظواهر تسمى مرحلية النقاط Pixel Phasing، والتي بها يتم تعديل شعاع الإلكترونات جزئيا، والذي سيضيء مجموعة النقاط. وبذلك تزداد بعض النقاط عن موضعها جزئيا بقدر قد يكون نصف أو ربع أو ثلاثة أرباع قطر النقطة

6.2 أوامر الرسم

ولبناء برنامج متكامل للرسم (Package)، يجب توفر مجموعة من الأوامر للمستخدم، ولكن بعض الأوامر يمكن دمجها مع بعضها البعض لتشكيل أمرا واحدا. فمثلا تعتبر النقطة قطعة

مستقيمة ولكنها قصيرة جدا، وحيث إنه قلما نحتاج لرسم نقطة منفصلة، فيمكن دمج الأمر مع أمر رسم المستقيم الذي قد يسمى:

Polyline (n , x , y)

حيث إن n هي عدد النقاط المراد رسمها:

وجمل البرنامج التالية:

x(1) = 120;

y(1) = 100;

polyline (1, x, y)

سترسم نقطة، حيث إن $x, y, n=1$ مصفوفتان أما الجمل التالية:

x(1) = 50

y(1) = 100

90

x(2) = 150

y(2) = 30

Polyline (2, X, Y)

سترسم قطعة مستقيمة حيث $n = 2$ ، وباستخدام نقطتي البداية والنهاية. وهناك أوامر أخرى مثل ملء المنطقة المغلقة بأشكال أو ألوان معينة. فالأمر التالي: Fillpoly (n, x, y)

يملا المنطقة بخطوط مستقيمة متعاقبة عددها $n-1$.

كثير من اللغات توفر أوامر مشابهة للقيام بعمليات رسم من خلال تعليمات الرسم، وأبسط الأمثلة لغة BASIC، فتعليمة رسم نقطة مثل:

10 PLOT 100,100

ترسم نقطة في موقع الإحداثيات $x=100$ ، وكذلك $y=100$ ، وتعليمية رسم الخط من النقطة 10,30 إلى النقطة 80,100، يمكن تنفيذها من خلال الذهاب إلى النقطة 10,30 ورسم تلك النقطة، ثم استخدام DRAW لرسم الخط شكل (37).

PLOT 10,30 10

DRAW 80,100 20

شكل (37): تنفيذ مثال أوامر الرسم السابقة حول مستقيم قطري.

ولرسم خط عمودي من النقطة 10,10 استعمل:

10 Plot 10,10

20 DRAW 0,90

أي أولاً ارسم النقطة (10,10)، ثم لا تغير على قيم x وإنما تتغير y من 10 إلى 100، أي بزيادة 90 كما في الشكل (38).

91

شكل (38): تنفيذ أوامر الرسم مثال خط مستقيم أفقي

شكل 38 موجود في الكتاب

ولرسم خط أفقي من النقطة 20, 20 إلى النقطة 80,20 أي بزيادة 60 استعمل

10 Plot 20, 20

20 DRAW 60,0

ويمكن استعمال أوامر الرسم الرسم دائرة كاملة، ومثال ذلك لرسم دائرة بإحداثيات المركز 50,50 وطول نصف القطر هو 40 كما في الشكل (39).

شكل (39): تنفيذ رسم دائرة

شكل 39 موجود في الكتاب

ولرسم جزء من دائرة يمكن استخدام وحدات القياس القطري Radius و $\pi = 3,14159$ ، حيث إن الدائرة الكاملة تحتاج إلى 2π من الوحدات القطرية، ومثال ذلك، الرسم نصف دائرة بشكل متكرر أولاً استخدم تحديد نقطة المركز عند 50, 50 شكل (40).

ثم اجعل الرسم على يمين نقطة المركز

92

شكل (40): رسم قطع دائرية.

شكل 40 موجود في الكتاب

7.2 رسم الحروف

ومن المعروف، عزيزي الدارس، أن الحروف تعرض على الشاشة في هيئة مربعات Grids أو مستطيلات تختلف أبعادها من شاشة إلى أخرى. فمثلاً، لو كانت أبعاد المربع هي 8 أي ثماني نقاط Pixels، فيمكن تمثيل الحرف A كما هو مبين في الشكل (41)، وتخزن قيم النقاط Pixels في المنطقة المحجوزة للعرض، وعند عرضها تظهر على الشاشة النقاط المضاء فقط، والتي تشكل حرف P. هذه الطريقة تسمى مصفوفة النقاط Dot - Matrix أو خريطة البتات Bitmap.

حيث تتم معالجة بيانات رقمية ثنائية Binary، ويدل الرقم (1) على وجود نقطة، والرقم (0) على عدم وجود النقطة ومجموع النقاط يشكل الحرف المطلوب رسمه، وإذا فرضنا والاون * هي نقطة الأصل في مصفوفة النقاط، فتكون النقاط الأخرى مرتبة في مواقع على بعد متسق عن نقطة الأصل، ويمكن حساب ومعالجة هذه المواقع شكل (42).

لرسم حرف P في الخوارزمية البسيطة التالية

/1mask insertion into the frame buffer determined by Xmin, Xmax,

Ymin, Ymax

for (int J=Ymin; J<=Ymax; J++)

for (int i= Xmin; K=Xmax; I++)

if (mask(I, J) !=0)

}

/*write mask (I, J) to the frame buffer at X,+I, Y,+J)*/

93

شكل (41): طباعة حرف P

شكل (42): حساب ومعالجة الحرف P

شكل 41 و 42 موجود في الكتاب

والطريقة الأخرى تسمى طريقة الضربات Stroke Method شكل (43)، والتي يتم بها رسم الحرف برسم مجموعة الخطوط التي تشكل الحرف ومثل هذه الطريقة تساعد على تكبير الحرف أو تصغيره

شكل (43): رسم حرف A

شكل 43 و 44 موجود في الكتاب

ومثال ذلك الأوامر التالية ترسم مجموعة الخطوط المكونة لحرف A شكل (44).

DRAWS (3,5)

MOVES (2, 3)

DRAWS (4, 3)

MORE (0,0)

DRAWS (6, 0)

شكل (44): رسم مجموعة الخطوط المكونة لحرف A

94

تدريب (4)

كيف يمكن تعديل الخوارزمية السابقة لإنتاج حرق غامق (عريض) Bold Face

8.2 الخطوط العريضة أو الداكنة Thick lines

إن طريقة الخطوط الماسحة Raster Displays تسمح برسم الخطوط العريضة وفي هذه الطريقة يتم تحديد حدود على جانبي الخط المستقيم، وإضاءة النقاط على الحدود وبما بين الحدود والخط الأصلي. ولتحديد الحدود يمكن استخدام إحدى خوارزميات الخطوط لتعمل على التوازي لكل حد. ولرسم خط عريض يصل بين النقطتين: $(x1, y1)$, $(x2, y2)$ ، وبعرض $2w$ ، فإن الحدين اللازمين سيكونان الواصلين بين النقطتين $(x1, y1 + Wy)$ ، $(x2, y2 + Wy)$ والنقطتين الأخرين $(x1, y1 - Wy)$ ، $(x2, y2 - Wy)$ ، كما هو مبين في شكل (45).

شكل (45): رسم الخطوط العريضة

شكل 45 موجود في الكتاب

ففي برمجة الرسم PHIGS يتوفر تعليمة لتحديد عرض الخط

(Set line width Scale Factor (Lw)

حيث Lw قيمة موجبة وتشير إلى عرض الخط النسبي، وتمثل القيمة (1) العرض القياسي المتعارف عليه، أما إذا تم تعديله إلى 2 فهو ضعف عرض الخط القياسي، تتوفر عدة طرق لتعريض الخط وذلك حسب برمجة الرسم المستخدمة، وحسب وضع الخط ودرجة الوحدة الثانية

ميلانه، ففي حالة الخط الأفقي أو شبه الأفقي حيث الميل $|m| < 1$ ، يتم التوسع بالنقاط العمودية لتعريض الخط شكل (46). مع الأخذ بعين الاعتبار درجة تعريض الخط ولنفتراض أنها اثنان.

شكل (46): درجة عرض الخط

أما الخط شبه العمودي حيث الميل $|m| > 1$ ، فيتم التوسع بالنقاط الأفقية لتعريض الخط شكل (47)، مع الأخذ بعين الاعتبار الدرجة المطلوبة لتعريض الخط ولنفتراض أنها اثنان.

شكل (47): عرض الخط يميل آخر.

شكل 46 و 47 موجود في الكتاب

الدوائر والقطع الناقص

عزيزي الدارس، سنعرض لك، بعض الأسس الرياضية لرسم الدوائر تمكنتك من تمثيل الدائرة بواسطة الدرجات Degrees، حيث تمثل الدائرة الكاملة شكل (48) بالدوران حول المركز بمقدار 360°.

شكل (48): رسم دائرة بمقدار 360 درجة

شكل 48 موجود في الكتاب

أو بطريقة أخرى، وهي استخدام معادلة الدائرة البارمترية والإحداثيات القطبية، حيث يمثل شكل (49) رسم دائرة بزوايا وحدات قطرية من صفر إلى $2\pi = 6,283186$

شكل (49): رسم دائرة بوحدات قطرية

شكل 49 موجود في الكتاب

ويتم رسم الدوائر (أو القطع الناقص) بدلالة إحداثيات المركز ونصف القطر (أو نصفي القطر الكبير والصغير)، ويمكن كتابة معادلة الدائرة بعدة صور منها: الكارتيزية أو القطبية فمعادلة الدائرية الكارتيزية هي:

$$(r) (X - X_c)^2 + (Y - Y_c)^2 = r^2$$

حيث إن إحداثيات المركز هي (X_c, Y_c) ونصف القطر r .

ويمكن استخدام هذه المعادلة لرسم الدائرة بإيجاد قيم y عند نقط x التي تزداد زيادة رتيبة بمقدار وحدة واحدة بين القيم $Xc-r$ و $Xc+r$ حسب المعادلة التالية:

$$(r^2) Y=Yc \pm ((r^2-(X-Xc)^2)^{\frac{1}{2}})$$

ولكن مثل هذه الطريقة تعطي دائرة غير منتظمة النقاط كما في شكل (50)، حيث إن نقاط المحيط تكون بعيدة عن بعضها. ويمكن تصحيح الوضع بأن تكون الزيادة الرتيبة الثابتة في اتجاه y عندما تصبح القيمة المطلقة لميل الدائرة أكبر من واحد. كل هذا سيأخذ جهداً ووقتاً كبيرين للحساب والتدقيق.

من الطرق التي يمكن بها تفادي عدم انتظام بعض النقاط عن بعضها البعض، استخدام الإحداثيات القطبية

ومعادلة الدائرة البارامترية في الإحداثيات القطبية هي:

شكل (50): رسم دائرة غير منتظمة النقاط.

شكل 50 موجود في الكتاب ص 98

• الرسم المتزايد التراكمي Increment Drawing

من المشاكل في طريقة الإحداثيات القطبية أن إعادة حساب $\sin(0)$ و $\cos(0)$ معقد ويستهلك الكثير من الوقت، ولتسريع ذلك والعمل على خوارزمية أكثر كفاءة، يمكن استخدام طريقة الرسم المتزايد التراكمي. وهي حساب النقاط التالية بناءً على النقاط المحسوبة الوحدة الثانية

98

سابقاً، وبذلك تحتاج القيمة الأولية فقط لمعادلات رسم الدائرة

خطوات الرسم المتزايد موجود في الكتاب ص 98

يمكن رسم الدائرة بطريقة أخرى، وهي رسم عدد كبير من الخطوط الصغيرة أو القطع المستقيمة Line Segments بين النقاط الممثلة للمحيط، وذلك بجعل عدد القطع المستقيمة من مضاعفات نصف القطر، ومثال ذلك دائرة مرسومة بثماني قطع مستقيمة شكل (51)

شكل (51): دائرة مكونة من قطع مستقيمة (موجود في الكتاب)

ولكن ماذا يحصل إذا تمت زيادة عدد القطع المستقيمة المكونة للدائرة؟ بالتأكيد سيؤدي ذلك إلى تكوين دائرة بمحيط أقرب إلى الانسيابي شكل (52)، والبرنامج التالي يبين الخطوات

99

اللازمة لرسم دائرة بعدد كبير من القطع المستقيمة قصيرة الطول تشكل محيط الدائرة. وتبدو انسيابية ومركز الدائرة هو (0,0)، وتعتمد على $(r \cos \theta, r \sin \theta)$ وبزيادة مضطردة للزاوية θ من 0 إلى 2π .

```
int main()

{float pi = 3.14;

float radius;

float theta = 0

float newpi=2x pi/100

float x, y,

cin >> radius;

x = radius;

y = 0.0;

moveto (x, y);

for (int i=1;i<=100; i++){

theta = theta + newpi;

x=radius * cos (theta);

y = radius * sin (theta);

drawlineto (x, y);

}

}
```

وإذا افترضنا أن هناك نقطة على محيط الدائرة $p(x, y)$ شكل (52)

شكل (52): زيادة عدد القطع المستقيمة نحصل على دائرة انسيابية

شكل 52 موجود في الكتاب

وفي حالة استخدام قيمة دائرية (Angular) ثابتة للزاوية 0، فإن الدائرة ستكون منتظمة ونقاطها متساوية الأبعاد. وفي حالة الرسم بالخطوط الماسحة، فيمكن استخدام الزيادة الثابتة $\frac{1}{R}$ التي تكافي الزيادة الرتبية بمقدار وحدة واحدة بين النقاط Pixels.

ولزيادة كفاءة مثل هذه الطرق لرسم الدائرة، يمكننا الاستفادة من التناظر في الدائرة كما في شكل (53) حيث أن نقاط أحد القطاعات التي تقع في أي ربع من السطح الكارتيبي وليكن الربع الأول، ولتكن النقطة (x, y) فيمكن إيجاد كل النقاط المناظرة لها في الأرباع الثلاثة الأخرى بتغيير الإشارات.

شكل (53): دائرة ذات ثمانية قطاعات (موجود في الكتاب)

وإذا واصلنا تقسيم قطاعات الدائرة إلى ثمانية قطاعات فسنحصل على تناظر لكل قطاعين متجاورين بحيز درجة 45 مئوية لكل منها شكل (53)، يمكن بكل سهولة كتابة برنامج فرعي (دالة Function) لرسم هذه النقاط، ولكنها لا تشكل دائرة كاملة، بل نقاط متقطعة

101

ولكن الرسم الدائرة باستخدام المعادلة (n^2) أو المعادلة (n^3) ، نحتاج إلى عمليات حسابية تستغرق وقتاً كبيراً، فمعادلة (n^2) بها عدد كبير من عمليات الضرب والجذر التربيعي، بينما معادلة (3) تحتاج إلى عمليات ضرب وحساب دوال مثلثية

ولذلك سنقدم لك، عزيزي الدارس، طريقة أكثر كفاءة مما سبق ذكره والتي تعتمد على الزيادة الثابتة الرتبية بمقدار وحدة واحدة في x ابتداء من الصفر حتى $x = y$ ، كذلك يمكننا فقط إيجاد نقاط (الدائرة)، وإيجاد باقي النقاط بالتناظر في حالة الخطوط الماسحة، أما في حالة الخطوط العشوائية فيجب إكمال الدورة كلها.

تشبه هذه الطريقة ما تم اتباعه في حالة الخط المستقيم، حيث إنها تعتمد على إيجاد أقرب النقاط للدائرة في أثناء التقدم بخطوات رتبية في اتجاه x من عند النقطة (x_1, y_1) فالنقطة التالية ستكون إما: $(x_1 + 1, y_1)$ ، أو $(x_1 + 1, y_1 - 1)$ كما في الشكل (54)

102

شكل (54): نقاط حول المحيط والفرق بينها.

(شكل 54 وشرح موجود في الكتاب ص 103)

• خوارزمية برزنهام للدائرة:

1. اختر أول قيمة للعرض $(0, r) = (x_1, y_1)$.

2- أحسب قيمة $P1 = 3 - r2$

فإذا كانت $p1 < 0$ ، فإن المكان التالي هو $(x1 + 1, y1)$ وإلا سيكون $(x+1, y-1)$

103

3. استمر في زيادة قيمة x بوحدة واحدة، وأحسبه عند كل منها قيمة والتالية من قيمتها السابقة
فيأخذ: فإذا كانت قيمة p السابقة سالبة ($P1 < 0$) فناخذ:

4. كرر الخطوه رقم (3) السابقة حتى تتساوى قيمتا x, y

أما البرنامج فهو: موجود في الكتاب

104

***خوارزمية دائرة النقطة الوسطى Midpoint Circle Algorithm**

تقوم هذه الخوارزمية برسم $\frac{1}{8}$ من الدائرة ثم ربع الدائرة الأول على نظام إحداثي ذي نقاط
صحيحة وليست كسرية، ويتم رسم كامل الدائرة بطريقة تناظر لباقي الأجزاء الأخرى $\frac{7}{8}$ من
الدائرة، وتحدد نقاط المحيط بحساب أقرب النقاط إلى الموقع الافتراضي للمحيط، لحساب بعد
النقطة عن مركز الدائرة، فإذا فرضنا مركز الدائرة $(0, 0)$ (x, y) ، فإن بعد المحيط على
محور x هو x ، وبعد المحيط على محور y هو y شكل (55).

شكل (55): بعد محيط دائرة عن محور x ومحور y

موجود في الكتاب

ولتطبيق طريقة النقطة الوسطى نستخدم المعادلة التالية

$$F_{\text{circle}}(x, y) = x^2 + y^2 - r^2$$

وأي نقطة (x, y) على حدود محيط الدائرة بنصف قطر تحقق:

$$F_{\text{circle}}(x, y) = 0$$

أي أن:

$$x^2 + y^2 - r^2 = 0$$

إذا كانت النقطة المرسومة داخل حيز محيط الدائرة، فإن ناتج المعادلة سالب، أما إذا كانت
النقطة خارج محيط الدائرة، فإن ناتج المعادلة موجب ويمثل بالمعادلة التالية

105

<0, if (x , y) is inside the circle boundry

f_{circle}(x,y)={0; if (x,y)on the circle boundry

> 0 , if (x,y) is outside the circle boundry

ستكون حسابات الخوارزمية ضرورية لتحديد نقطة الوسط باستخدام قيم معامل اتخاذ القرار حسب شكل (56).

شكل (56): تحديد نقاط وسطية بين نقاط حول المحيط.

موجود في الكتاب

هناك خياران، بعد رسم النقطة (98) فإما أن تكون النقطة التالية للمحيط هي

(X_{k+1}, Y_k) المشار لها بنجمة شكل (F)، أو النقطة (x +1, Y_k -1) المشار لها بمثلث،

ويتم حساب الحل الأفضل بتحديد الأقرب إلى المحيط باستخدام المعادلة:

$$F_{\text{circle}}(x, y) = x^2 + y^2 - r^2$$

حسب الخطوات التالية:

1- إدخال نصف قطر الدائرة r ومركزها (3) وإيجاد أول نقطة على المحيط

$$(x_0, y_0) = (0, r)$$

2- حساب أول قيمة معامل اتخاذ القرار الأول

$$P_0 = \frac{5}{4}r$$

3- لكل نقطة بموقع 8، بداية افترض k=0 نفذ الشرط التالي

$$\text{if } P_k < 0,$$

106

جعل النقطة التالية يبعد عن المركز (0 , 0) هي (X_{k+1}, y_x) وكذلك إيجاد

$$P_{k+1} = P_k + 2X_{k+1} + 1$$

عدا ذلك ستكون النقطة (X_{k+1}, Y_k -1)

وكذلك إيجاد P_{k+1}= P_x + 2X_{k+1} + 1 - 2Y_{k+1}

$$2X_{k+1} = 2k + 2 \text{ حيث:}$$

وكذلك: $2Xk+1= 2k + 2$

4. إيجاد القطع المتناظرة لأجزاء الدائرة المتبقية $\frac{7}{8}$ من الدائرة

5- تنفيذ رسم النقطة بحساب بعد النقطة (x, y) من المركز (Xc, Yc) بدلالة $x = x + xc$ و
 $y = y + yc$

6- قم بإعادة الخطوات 3 إلى 5 إلى أن تصل $x \geq y$

والبرنامج التالي ينفذ خوارزمية النقطة الوسطى لرسم الدائرة

موجود في الكتاب

107

*دالة Plot_circle_points

عزيزي الدارس، سنبدأ هذا الجزء بعرض الدالة Plot_circle_points التي تستخدم لرسم نقطة في الدائرة باستخدام Symmetry اعتماداً على معرفة نقطة واحدة في مقطع من المقاطع الثمانية للدائرة كما هو موضح في الشكل أدناه حيث أننا سنقوم برسم الدائرة بإيجاد النقاط المكونة للمنحنى في المقطع الأول:

```
void plot_circle_points(int x, int y, int color);  
{  
    plotpixel(x, y, color);  
    plotpixel(y, x, color);  
    plotpixel(y, -x, color);  
    plotpixel(x, -y, color);  
    plotpixel(-x, -y, color);  
    plotpixel(-y, , -x, color);  
    plotpixel(-y, x, color);  
    plotpixel(-x, y, color);  
}
```

شكل (57): قطاعات متماثلة للدائرة

• خوارزمية نيف Native Circle Algorithm

عزيري الدارس، في هذا الجزء، سندرس خوارزمية Naive Circle, Standard Circle بالإضافة Semi-Integer Circles

108

سنبدأ عزيري الدارس بدراسة خوارزمية Naive Circle التي تستخدم في رسم الدائرة. إن خوارزمية Naive تستخدم نفس فكرة خوارزمية Bresenham، أي بعبارة أخرى نقطة بداية الخوارزمية هي تماما كما هي في خوارزمية Bresenham، لكن بدلا من أن يختار النقطة التالية من بين نقطتين، كما تم توضيحه عند دراسة خوارزمية برزنهام فإن خوارزمية Naive تختار النقطة التالية من بين ثلاث نقاط مرشحة كما هو موضح في الشكل (58) إن أول من قدم خوارزمية Naive هو أندريس Andres

شكل (58): يوضح إختيار النقطة التالية في الدائرة من بين ثلاث نقاط على فرض أن النقطة الحالية هي $P(x, y)$

من ناحية أخرى يمكن تعريف Naive Circle على أنها مجموعة من النقاط (البكسل)

$$r \in N \text{ و } x, y \in Z \text{ حيث } \{(r+1)^2 \geq x^2 + y^2 \geq r^2 : \exists (x, y)\} = C(r)$$

N : مجموعة الأعداد الطبيعية

Z : مجموعة الأعداد الصحيحة

X, Y : مركز الدائرة

r : نصف القطر

عزيري الدارس، كما هو متبع في خوارزمية برزنهام فإن متغير اتخاذ القرار (Decision Variable) يستخدم في Naive Circle Algorithm للمساعدة في تجنب العديد من العمليات الحسابية التي تقلل من كفاءة الخوارزمية، من الجدير بالذكر أنه يمكن استخدام المعادلة المستخدمة في تعريف الدائرة وتطبيقها على الحالات الثلاث لإيجاد قيمة d^{**} (Decision variable) لكل حالة من الحالات الثلاث (شكل 58) حيث أن قيمة المتغير d^{**} تكون كما يلي

1. يتم اختيار (a) أي $(X+1, y)$ اذا كانت $d > 2x$
2. يتم اختيار (b) أي $(x+1, y-1)$ اذا كانت $d < 2(r+1-y)$
3. يتم اختيار (c) أي $(x, y-1)$ اذا كانت غير القيمة في 1 او 2

كود البرمجي موجود في الكتاب ص 110

شكل (59): مثال لرسم دائرة مركزها (2, 3) ونصف قطرها 7 حسب خوارزمية Naïve Circle

• الخوارزمية الحسابية Arithmetic Circle Algorithm

عزيزي الدارس، سندرس خوارزمية Arithmetic Circle التي تستخدم في رسم الدائرة. إن خوارزمية Arithmetic تستعمل نفس فكرة خوارزمية Bresenham، أي بعبارة أخرى نقطة بداية الخوارزمية هي تماماً كما هي في خوارزمية Bresenham، لكن بدلا من أن يختار النقطة القادمة من بين نقطتين، فإن خوارزمية Arithmetic تختار النقطة التالية من بين ثلاث نقاط مرشحة كما هو الحال في خوارزمية Naïve كما هو موضح في الشكل التالي (شكل 60).

شكل (60): يوضح اختيار النقطة التالية في الدائرة من بين ثلاث قيم على فرض أن النقطة الحالية $P(x, y)$

موجود في الكتاب

من ناحية أخرى يمكن تعريف Arithmetic Circle على أنها مجموعة من النقاط (البكسل)

$$C(r) = \{(x, y) \in \mathbb{Z}^2 : (r - \frac{1}{2})^2 \leq x^2 + y^2 < (r + \frac{1}{2})^2\} \text{ حيث } x, y \in \mathbb{Z} \text{ و } r \in \mathbb{N}$$

\mathbb{N} : مجموعة الأعداد الطبيعية،

\mathbb{Z} : مجموعة الأعداد الصحيحة

X, Y : مركز الدائرة

R : نصف القطر

من الملاحظ أنه يمكن إعادة كتابة المعادلة السابقة على النحو التالي

معادلة (33) موجود في الكتاب

بما أن مجال القيم عزيزي الدارس هو \mathbb{Z} (مجموعة الأعداد الصحيحة) فإنه يمكن تبسيط المعادلة (33) لتصبح

معادلة (34) موجود في كتاب

كما هو متبع عزيزي الدارس في خوارزمية Bresenham و Naive فإن متغير اتخاذ القرار "Decision Variable"

يستخدم في Arithmetic Circle Algorithm للمساعدة في تجنب العديد من عمليات الحسابية التي تقلل من كفاءة الخوارزمية يمكن بإجراء سلسلة من العمليات الحسابية لاشتقاق قيمة المتغير "d"، باستخدام المعادلة (33 أو 34) لقيم النقطة المرشحة للاختيار لتكون النقطة التالية (شكل 62) يمكن إيجاد قيمة ". حيث أن قيمة متغير اتخاذ القرار " تكون كما يلي

1. يتم اختيار (a) أي (X+1 , y) إذا كانت $d \geq 2x$
2. يتم اختيار (b) أي (x+1 , y-1) إذا كانت $d < 2(r - y)$
3. يتم اختيار (c) أي (x , y -1) إذا كانت غير القيمة في 1 أو 2

من الواضح لنا عزيزي الدارس بأن خوارزمية Arithmetic Circle تعتمد في اختيار النقطة التالية للرسم على المتغير "d" الذي يساعد في اختزال العديد من العمليات الحسابية التي من شأنها أن تقلل من كفاءة الخوارزمية

112

شكل (61): مثال لرسم دائرة مركزها (3, 2) ونصف قطرها 7 حسب خوارزمية Arithmetic Circle

113

• خوارزمية شبه الرقمي Semi- Integer Circle Algorithm

عزيزي الدارس سندرس خوارزمية Semi - Integer Circle التي تستخدم في رسم الدائرة. إن خوارزمية Semi Integer- Arithmetic Circle تقوم برسم الدائرة التي مركزها $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ وليس (0 , 0) كما هو متبع فيما سبق من الخوارزميات -Algorithm- Circle Naive (Circle Bresenham Circle) مما يعني أنه لن يكون باستطاعتنا استخدام نفس الأسلوب من التماثل (التناظر) المستخدم في الخوارزميات السابقة، من ناحية أخرى عزيزي الدارس فإن خوارزمية Semi- Integer Circle Algorithm تستخدم نفس الأسلوب المستخدم في Naive , Arithmetic وذلك في اختيار النقطة التالية، حيث أنه يتم اختيار

النقطة التالية من بين ثلاث خيارات اعتمادا على متغير اتخاذ القرار "d" كما هو موضح في الشكل التالي شكل 62:

شكل (62): يوضح تحديد النقطة التالية في الدائرة من بين ثلاث قيم على فرض أن النقطة الحالية هي $p(x, y)$

موجود في الكتاب ص 114

من ناحية أخرى يمكن تعريف Integer Circle -Semi على أنها مجموعة من النقاط (البكسل)

$$\{(x, y) \in \mathbb{Z}^2 : (x - 1/2)^2 + (y - 1/2)^2 < (r + 1/2)^2\} = C(r) \text{ حيث ان } r \in \mathbb{N} \text{ و } x, y \in \mathbb{Z}$$

\mathbb{N} : مجموعة الأعداد الطبيعية

\mathbb{Z} : مجموعة الأعداد الصحيحة

$(x - 1/2, y - 1/2)$: مركز الدائرة

r : نصف القطر

114

بإجراء سلسلة من العمليات الحسابية يمكن تبسيط وإعادة كتابة المعادلة الموجودة في التعريف لتصبح على النحو الآتي:

معادلة (35) موجودة في الكتاب

بما أن مجال القيم عزيزي الدارس هو 2 فإنه يمكن إعادة كتابة المعادلة 1 لتصبح

معادلة (36) موجودة في الكتاب

كما هو متبع عزيزي الدارس في خوارزمية Bresenham و Naive و Arithmetic فإن متغير اتخاذ القرار "d" (Decision Variable) يستخدم في Semi -Integer Circle - Arithmetic للمساعدة في تجنب العديد من عمليات الحسابية التي من شأنها أن تقلل من كفاءة

الخوارزمية. يمكن إجراء مجموعة من العمليات الحسابية في المعادلة (35 أو 36) القيم النقطة المرشحة اختيارها لتكون النقطة التالية وذلك باستخدام المعادلة (36) وتطبيقها على الحالات الثلاث (شكل 65) يمكن اشتقاق قيمة Decision variable حيث أن قيمة متغير اتخاذ القرار "d" تكون كما يلي:

1. يتم اختيار (a) أي $(x+1, y)$ إذا كانت $d > 2x$
2. يتم اختيار (b) أي $(x+1, y-1)$ إذا كانت $d \leq 2(r+1-y)$
3. يتم اختيار (c) أي $(x, y-1)$ إذا كانت غير القيمة في 1 أو 2

يجب أن ننوه عزيزي الدارس هنا أن هناك قيمة مشتركة في العلاقات السابقة، (1) (2) ألا وهي القيمة 2 وبالتالي يمكن حذف هذه القيمة في الخوارزمية لتجنب عملية الضرب مما سبق يتضح لنا عزيزي الدارس بأن خوارزمية Semi-Integer Circle تعتمد في اختيار النقطة التالية للرسم على المتغير "d"

Semi-Integer Circle Algorithm

115

المقطع البرمجي موجود في الكتاب ص 115 و 116

شكل (63): مثال لرسم دائرة مركزها (3, 2) ونصف قطرها 7 حسب خوارزمية Semi-integer Circle

116

القطع الناقص Ellipse

خوارزمية النقطة الوسطى لرسم الدائرة التي ذكرت سابقا يمكن استخدامها أيضا لرسم القطع الناقص بإجراء بعض التعديلات، فلو كان نصف القطر الكبير للقطع الناقص هو r_1 والصغير هو r_2 شكل (64) فإن معادلة القطع الناقص ستكون

$$(e1) \left(\frac{x-x_c}{r_1} \right)^2 + \left(\frac{y-y_c}{r_2} \right)^2 = 1$$

شكل (64): رسم القطع الناقص

موجود في الكتاب

ويمكن تعديل خوارزمية برزتهم لترسم القطع الناقص، ولكن باستخدام المعادلة (e1) بدلا من معادلة لدائرة الحساب العامل P

والفرق الوحيد في الخوارزمية هو في العامل p . فرسم القطع في أي موقع يحتاج إلى إضافة لكل من x, y

ويمكن استخدام نفس الأمر في برنامج الرسم Package لرسم دائرة أو قطاعا ناقصة بإعطائه نقطة المركز ونصف القطر

ففي حالة الدائرة يكون نصف القطر متساويين، وفي القطع الناقص مختلفين كما في الأمر التالي:

ellipse (xc,yc,r1,r2)

117

والمثال التالي يرسم الأشكال الموضحة في الشكل (65)، وذلك بتغيير قيمة للدائرة

موجود في الكتاب

شكل (65): أشكال هندسية ناتج تنفيذ البرنامج الملحق

المقطع البرمجي موجود في الكتاب ص 118 و 119

الأشكال البيضاوية

في هذا الجزء عزيزي الدارس سوف نعرض القطع الناقص (الشكل البيضاوي) Ellipse حيث أنه يمكن تعريف القطع الناقص الذي مركزه $(0,0)$ شكل (66) باستخدام المعادلة التالية شكل (66): القطع الناقص (الشكل البيضاوي) مركزه $(0,0)$

موجود في الكتاب

حيث أن $2a$ هو طول القطر الرئيسي الواقع على طول الإحداثي (المحور السيني) (x) في حين أن $2b$ هو طول القطر الرئيسي الواقع على طول الإحداثي (المحور) الصادي (y) . من ناحية أخرى عزيزي الدارس فإن أسلوب Midpoint (نقطة المنتصف) المستخدم في رسم الخطوط والدوائر يمكن استخدامه بشكل عام على الشكل البيضاوي ولتبسيط خوارزمية رسم القطع الناقص سنقوم بإيجاد ورسم النقاط الواقعة على المنحنى (القوس) في الربع الأول من القطع الناقص، حيث أنه يمكن إيجاد باقي النقاط الأخرى باستخدام التناظر كما هو موضح في الشكل التالي

119

شكل (67): استخدام التناظر (التمائل) لإيجاد النقاط الأخرى في القطاعات المتبقية من القطع الناقص بمعرفة النقطة (x,y) في الربع الأول.

من الجدير ذكره عزيزي الدارس أن القطع الناقص الذي يكون مركزه أي عدد صحيح يمكن أن يتم رسمه باستخدام نفس الخوارزمية وذلك بإجراء ترجمة (Translation) بسيطة وذلك

استنادا إلى خوارزمية Da Silva، التي تجمع التقنيات المستخدمة من قبل Van و Pitteway و Aken بالإضافة إلى Kappel مع وجود بعض الاختلافات الجزئية.

فيما يلي عزيزي الدارس، نعرض كيفية تحديد موقع النقطة في الربع الأول، حيث أنه يتم تقسيم الربع الأول إلى منطقتين اعتمادا على الميل كما هو موضح في الشكل التالي:

شكل (68): تقسيم الربع الأول في القطع الناقص إلى منطقتين بمتجه زاويته 45 درجة

موجود في الكتاب

120

إن تحديد هذه النقطة عملية معقدة أكثر من حالة الدائرة، من ناحية أخرى فإن المتجه العمودي على الزاوية (الميل) للنقطة P يطلق عليه Gradient كما هو موضح في الشكل السابق من الجدير بالذكر أن هذا المتجه (Gradient) يمكن تعريفه بالمعادلة التالية

معادلة (38) موجود في الكتاب

الحد الفاصل بين المنطقة الأولى والمنطقة الثانية هي النقطة التي ميل المنحنى فيها -1 وتلك النقطة تحدث عندما يكون ميل المتجه (Gradient) يساوي 1 وذلك عندما تكون مكونات الميل z , i متساويتان أي أن الإحداثي: i الواقع على المحور السيني X والإحداثي z الواقع على المحور الصادي y لا تكون متساوية بينما تكون قيمة أكبر من قيمة في المنطقة الأولى في حين تكون قيمة أكبر من قيمة في المنطقة الثانية، مما سبق يتضح لنا عزيزي الدارس أنه إذا كانت النقطة التالية تحقق العلاقة التالية:

فإننا ننتقل من المنطقة الأولى إلى المنطقة الثانية. كما هو متبع عزيزي الدارس في جميع الخوارزميات التي تعتمد أسلوب Midpoint فإن الخوارزمية تعتمد على مقارنة نقطتين (2pixels) ومعرفة أي منهما تقع داخل أو خارج القطع الناقص وأيهما أقرب إلى حدود القطع الناقص وذلك باستخدام المعادلة (38) التي تم استخدامها لتعريف القطع الناقص

على فرض أن النقطة (pixel) الحالية في المنطقة الأولى هي (Xp, Yp) فإن $d1$ يتم معرفته من خلال تطبيق المعادلة (33) على النقطة $(Xp + 1, Yp - 1/2)$ و بالتالي فإن Midpoint تكون بين E و SE كما هو موضح في الشكل (68). أما إذا كانت عزيزي الدارس النقطة (89) موجودة في المنطقة الثانية فإن $d2$ يمكن معرفته بتطبيق المعادلة (33) على النقطة $(Xp, Yp - 1 + 1/2)$ و بالتالي فإن Midpoint تكون بين S و SE كما هو موضح في الشكل (68).

من الواضح لنا عزيزي الدارس، في المنطقة الأولى أنه إذا تم اختيار النقطة E فإنه ثم التحرك على الإحداثي x بمقدار 1 (زيادة قيمة X) في حين أنه إذا تم اختيار SE يتم التحرك على

الإحداثي x بمقدار 1 والتحرك على الإحداثي لا بمقدار -1، في حين عزيزي الدارس يتم التحرك على الإحداثي y بمقدار -1 عند اختيار S بينما يتم التحرك على الإحداثي

121

X بمقدار 1 أو التحرك على الإحداثي Y بمقدار -1 عند اختيار النقطة SE في المنطقة الثانية على فرض أن القطر الرئيسي للقطع الناقص هو a و القطر الواقع على الإحداثي الصادي هو b فإن نقطة البداية للبدء برسم القطع الناقص هي $(0, b)$ وبالتالي يمكن إيجاد قيمة " $d1$ " الابتدائية بتطبيق المعادلة (38) على النقطة $(-1, b)$ كما يلي:

بعد أن استعرضنا آلية عمل الخوارزمية وكيفية تحديد النقاط وبعض خصائص القطع الناقص فيما يلي عزيزي الدارس تعرض خوارزمية Midpoint Ellipse، لكن دعنا في البداية تعرض الدالة `plot_ellipse points` والتي سيتم استخدامها في تحديد التقاط المتناظرة (المتماثلة) للقطع الناقص

شكل (69): 4 قطاعات متماثلة للقطع الناقص

موجود في الكتاب

122

123

تدريب (5)

أ- تتبع خوارزمية برزنهام Bresenham لرسم الدائرة لإيجاد مواقع نقاط الدائرة المرسومة من المركز $(0,0)$ ونصف قطرها $r = 8$ للأمن الأول من الدائرة.

ب. أكتب أو أمر رسم بلغة `C++` لرسم قطع نصف دائرية (ست قطع)، واجعل الرسم على يسار نقطة المركز.

4. الخلاصة

قدمنا لك، عزيزي الدارس، في هذه الوحدة الطرق المختلفة لرسم المستقيمات والمعادلات اللازمة لذلك مثل: المستقيمات المتعامدة ونقطة التقاطع، وطول قطعة مستقيمة كذلك قدمنا خوارزمية برزنهام لرسم الخط المستقيم. وبعد ذلك بينا كيف يحدث التشويه في رسم المستقيمات وكيفية معالجته. ثم قدمنا كيفية رسم الخطوط العريضة، وأخيرا قدمنا معادلة الدائرة والقطع الناقص وطريقة رسمها.

5. لمحة عن الوحدة الدراسية الثالثة

سنقدم لك عزيزي الدارس، في الوحدة التالية المضلعات وطريقة رسمها وطرق تحديد النقاط التي تقع داخلها، وذلك لإعطائها المواصفات الخاصة المطلوبة لتعبئة داخل المضلع باستخدام طريقة Scan line.

وبعد ذلك سندرس التشويه الذي يحصل في رسم حدود المنطقة، ومن ثم كيفية معالجته كذلك سنقدم لك طريقة تعبئة المنطقة بنماذج مختلفة.

124

7. مسرد المصطلحات

Bit: ثنائية

Package: حزمة

Resolution: حساسية

Line: خط

Raster: الخطوط الماسحة

Line Segments: خطوط مستقيمة

Circle: دائرة

Angular: دائري

Thick: عريض

Parameter: معامل

Polar: قطبي

Ellipse: قطع ناقص

Cartesian: كارتيزي

Intensity: كثافة

Vector: متجه

Antialiasing: معادلة التشويه

Frame Buffer: المنطقة المحجوزة

Slope: ميل

Pixel: نقطة

8. المراجع

1- Bhatia, Computer Graphics, ISBN: 8189866737, ISBN-13

I.K. International Publishing House, 2007 ,9788189866730

2- David, Rogers, Procedural Elements for Computer Graphics

.McGraw-Hill, 2nd Edition, 1997

3- Foley, Computer Graphics: Principles & Practice In C 2e, ISBN

.ISBN-13: 9788131705056, Dorling Kindersley, 2007 ,8131705056

4- Hearn, D; Computer Graphics C Version 2e, ISBN: 817758765X

.ISBN-13: 9788177587654, Dorling Kindersley, 2006

127

الوحدة الثالثة

المضلعات

2. مواصفات الخطوط المختلفة

لرسم الخطوط المستقيمة بمواصفات مختلفة، هناك أو امر خاصة في معظم لغات البرمجة يمكن للمبرمج استخدامها كنوع الخط، وعرضه، ولونه.

12 الأنواع المختلفة للخطوط المستقيمة

في لغة C و C++ وبرمجات PHIGS، يوجد على الأقل ثلاثة أنواع مختلفة من الخطوط وهي: المتصلة Solid، والمقطعة Dashed، والمنقطعة Dotted

متصلة

مقطعة

منقطعة

ويجب أن يحتوي نظام الرسم على برامج فرعية خاصة لتحديد نوع الخط المطلوب رسمة فمثلا الدالة

SetL inetype (1

تعمل على تحديد نوع الخط من خلال المعامل t . وهذه الدالة تعمل على تعديل طريقة رسم الخط. فإذا كان متصلا فلا حاجة لأي تعديل، وإذا كان متقطعا فتعمل على رسم مجموعة قصيرة من الخطوط على طول هذا الخط المستقيم ويترك بينها فراغات. أما المنقط فترسم مجموعة من النقاط على طول الخط بينها نقاط فارغة

عرض الخط:

ويمكن تمثيل الخط العريض برسم مجموعة من الخطوط المتوازية كما قدمنا في الوحدة السابقة، وقد يرسم الخط العريض باستبدال قلم الرسم. ويمكن وضع هذه المواصفات وتقديمها للنظام من خلال أمر خاص مثل:

Selinewidth (w)

حيث w المعامل الذي يحدد عرض الخط، فإذا كان $w > 1$ فالخط عريض، وإذا كان $w < 1$ فالخط رفيع.

لون الخط:

وقد يحتوي نظام الرسم معاملا Parameter ليحدد اللون أو الحساسية Intensity. يكون هذا المعامل في حد ذاته مؤشر Index الجدول الألوان. ويخزن هذا المعامل في المكان المناسب في المنطقة المحجوزة Frame Butler, ويعتمد عدد الألوان في الجهاز على عدد البنات المتوفرة لكل نقطة Pixel. ويمكن تحديد اللون المطلوب من خلال أمر مثل:

Setecolor (c)

135

حيث c هو المعامل الذي يحدد اللون المطلوب

ولرسم خط مستقيم من نقطة محددة بالموقع الحالي إلى نقطة أخرى:

```
moveto (100,1);
```

```
lincto (1,130);
```

ولرسم شكل باستخدام الخطوط المتقطعة ذات العرض المزدوج وباللون المقابل للمعامل 5 مثلا، فإن مجموعة الأوامر التالية ستقوم بذلك

```
SetLinetype (1);
```

SetLinewidth (2);

SetColor (5);

polyline (n, xl, y1);

حيث n هو عدد نقاط رؤوس المضلع، والتي تكون قد أعدت مسبقا وخزنت في مصفوفة أو جدول النقاط. حيث إن الرقم 1 في الأمر الأول يعني أن الخط متقطع، والرقم 2 في الأمر الثاني يمثل عرض الخط كثير من برمجيات الرسم ولغات البرمجة مثل C أو C++ توفر تعليمات خاصة للتحكم بمواصفات الخطوط Line Attributes، والمثال التالي يوضح استخدام بعض هذه الأوامر الرسم خط مستقيم متصل من نقطة (100, 1) إلى نقطة أخرى ذات الإحداثيات (1, 130) باستخدام اللون الأزرق (نو الرقم 1)، تنفذ التعليمات التالية

SelLinetype (SOLID); // or use 1

SetColor (BLUE); // or use 1

Maketo (100, 1);

Lineto (1, 130);

والأمر Linerel (5, 50); يرسم خط مستقيم يبعد من نقطة الموقع الحالي بمقدار $x=50$, $y=50$

أما الأمر Line (x, y, x^2, y^2) فيرسم خط من النقطة (x_1, x_2) الى (y_1, y_2) ومثال ذلك

Line (10, 10, 100, 100);

تدريب (1)

كيف ترسم خطا بغرض مصغر (نصف العرض العادي)؟

2.2 الألوان والحساسية Colors and Intensity

وتبعاً لخصوصية الجهاز المستخدم، فإن المبرمج يستطيع استخدام عدد من الألوان والحساسية من خلال استخدامه لرموز خاصة لكل لون أو للحساسية. هذه الرموز تبدأ من الصفر إلى أي عدد صحيح، وذلك يعتمد على النظام المستخدم، وكل رقم منها يحدد لونا ما كما في الجدول (1) الذي يبين ثمانية ألوان فقط لنظام ما.

هذه الرموز والقيم هي التي تحدد شدة انبعاث الشعاع الإلكتروني. فاللون الأبيض مثلا يظهر بانطلاق ثلاث اشعاعات (الأزرق والأخضر والأحمر). وتخزن هذه الرموز في المنطقة المحجوزة لتعطي اللون المطلوب للنقطة تدريب (2)

أ- اكتب برنامج بسيطة لرسم خطير: الأول متقطع بلون أزرق، والثاني متصل بلون أخضر، ذا كان المعامل (1) يرمز للخط المتصل، والمعامل (2) للخط المتقطع
ب- أكتب الأوامر اللازمة لرسم مربع مكون من أربعة خطوط من النوع المتصل مستخدماً اللون الأحمر، على أن يبدأ الرسم بالنقطة (10, 10) وطول ملع المربع 50.

137

أسئلة التقويم الذاتي (1)

ما البتات المخزنة لكل من الألوان الآتية:

1- الأزرق

2 الأخضر

3 الأصفر-

أما بالنسبة للحساسية، فعندما تكون الشاشة غير قابلة لعرض الألوان، فيمكن تمثيل ذلك باستخدام درجات حساسية مختلفة بدلاً من الألوان. الجدول (2) يبين الرموز المستخدمة ودرجات الحساسية التي تسمى درجات الرمادي Gray Scale.

جدول (2): رموز درجة اللون

موجود في الكتاب

138

3. تعبئة الأشكال Area Filling

ومن ميزات نظام الخطوط الماسحة Scan Lines سهولة تخزين وعرض الأشكال المعبأة بالألوان، أو بنماذج التظليل. فهي تخزن في المنطقة المحجوزة كألوان أو حساسية معينة، وهناك عدة طرق لعرض المناطق المملوءة على الشاشة. فإحدى الطرق يتم بها التعرف على حدود المنطقة لمعرفة النقاط التي تقع ضمن المنطقة. أما الطرق الأخرى فتبدأ من نقطة داخل المنطقة، وتبدأ بالتعبئة في اتجاه الحدود.

1.3 خوارزمية الخط الماسح Scanline Algorithm

وفي هذه الطريقة يستخدم الخط الماسح نقاط التقاطع بين حدود المنطقة والخط الماسح، ليتعرف على النقاط التي تقع داخل المنطقة. وتعطي هذه النقاط اللون أو الحساسية المطلوبة، شكل (1)،

وفي شكل (2) يقطع الخط الماسح الشكل في أربع نقاط. ويتم ترتيب هذه النقاط أزواجا من اليسار إلى اليمين، وتعبأ النقاط التي تقع بين تلك الأزواج وهي في هذا الشكل جزأين. شكل (2): ملء النقاط في داخل الشكل.

شكل (1): خوارزمية الخط الماسح والقطع عند الأطراف

موجود في الكتاب ص 139

ولكن عندما يتقاطع الخط الماسح مع نقطة من نقاط المضلع وتكون هذه النقطة شي رأس Vertex، بمعنى أنها في حد ذاتها نقطة تقاطع لخطين من خطوط المضلع، فكيف يتم تقسيم النقاط إلى أزواج؟ فعندما يمر الخط الماسح برأس من رؤوس المضلع يتم إضافة نقطتين بدلا من نقطة واحدة. ولتبسيط الفكرة يمكن رسم المضلع شكل (3) وتحديد جدول الأزواج المرتبة X_{min} , X_{max} النقاط التقاطع. كما في حالة الخط الماسح رقم 1 في شكل (4). فالخط الماسح يمر برأس أفي الشكل، وفي هذه الحالة هناك منطقتان: الأولى إلى يسار هذا الرأس م1، والأخرى إلى يمينه م2

139

شكل (3): الخطوط المساحة ونقاط التقاطع.

موجود في الكتاب ص 140

شكل (4): مثال آخر على تحديد نقاط تقاطع الخط الماسح

موجود في الكتاب ص 140

ولكن هناك مشكلة في حالة الخط الماسح 2. حيث يمر بالرأس ب وفي هذه الحالة يجب معرفة قيم y المتعاقبة للخطين هل تنقص أم تزداد باضطراد. فإذا كان الأمر كذلك يعتبر هذا الرأس (ب) نقطة واحدة فقط. أما في الحالة السابقة للرأس (أ) حيث يعتبر الرأس قيمة عظمى أو صغرى محلية، فيجب اعتباره نقطتين. ولكن الحسابات الكثيرة في هذه الطريقة تجعلها بطيئة، ويمكن جعلها أسرع باستخدام طريقة التوقع بأن خصائص الخط الماسح تشبه إلى حد ما الخط الماسح السابق. فيمكن حساب نقاط تقاطع الخط الماسح مع المضلع من نقاط تقاطع الخط الماسح السابق، بالاستفادة من أن الإحداثي الصادي للخط الماسح الحالي أصغر بوحدة واحدة مقارنة مع الخط الماسح السابق، مع الملاحظة أن رسم الخطوط المساحة يتم من أعلى إلى أسفل، فميل أضلاع المضلع في شكل (5) هو: (مع الملاحظة أن رسم الخطوط المساحة يتم من أعلى إلى أسفل):

140

وباستخدام معادلة (1) يمكننا إيجاد قيم x لنقطة التقاطع التالية من السابقة لها. وهكذا بمجرد حصولنا على أول نقطة تقاطع للخط الماسح مع الضلع، يمكن إيجاد قيم x لباقي نقاط

التقاطع باستخدام رقم 1

شكل (5): نقاط تقاطع مع مضلع نقاط من أعلى إلى أسفل.

أما إذا كان رسم الخطوط الماسحة من أسفل إلى أعلى كما في شكل (6)

موجود في الكتاب ص 141

شكل (6): نقاط تقاطع مع مضلع بنقاط من أسفل إلى أعلى

فميل أضلاع المضلع هو:

موجود في الكتاب ص 141

141

وفي معظم الأحيان فإن الخط الماسح يتقاطع مع بعض أضلاع المضلع لا جميعها، ولتفادي المزيد من عملية إيجاد نقط التقاطع غير الضرورية، يمكن تكوين قائمة (List) بأضلاع المضلع مرتبة تنازليا حسب أكبر قيمة y لكل ضلع، وشكل (7) يبين المضلع وقائمة الأضلاع مرتبة تبعا لذلك.

شكل (7): نقاط التقاطع الأساسية مع المضلع

موجود في الكتاب ص 142

والمؤشر بداية يشير إلى أول الأضلاع التي يمر بها الخط الماسح، والمؤشر نهاية يشير إلى آخر الأضلاع التي يمر بها الخط الماسح حسب ترتيب قيم y لها.

لاحظ أن باقي الأضلاع لا يمكن أن تتقاطع مع الخط الماسح. إن المؤشر أن بداية ونهاية يعرفان معا ما يسمى بالقائمة النشطة، وتتكون من مجموعة الأضلاع التي يتقاطع معها الخط الماسح

2.3 خوارزميات تعبئة داخل المضلع

والآن سنقدم لك، عزيزي الدارس، خوارزمية تستخدم الأفكار السابقة تعبئة داخل المضلع بلون ما. هذه الخوارزمية تستقبل مدخلات منها عند رؤوس المضلع وإحداثياتها مرتبة في اتجاه عقارب الساعة. بالإضافة إلى المصفوفة List وهي صفوف من السجلات Records، وكل سجل به معلومات عن كل ضلع منها؟ أعلى قيمة y لهذا الضلع، وطول هذا الضلع في اتجاه المحور الصادي، ومعكوس

142

الميل $\frac{1}{m}$ أما المتغير X_{int} فيحتوي في البداية الإحداثي السيني للرأس ذي أكبر قيمة y وتتغير قيمة X_{int} لتحتوي على الإحداثي السيني للضلع ذي أكبر قيمة y الذي يقطع الخط الماسح

توجد بعض الدوال المساعدة لهذه الخوارزمية. فالخوارزمية Sort- On- Bigger-y تكون جدول الأضلاع وترجع في العامل BottomScan قيمة y لأدنى رأس. ويعبأ المضلع من أعلى إلى أدنى رأس. أما الدالة Update- First- And- Last فتعدل المؤشرين First-s- Last,s اللذين يعرفان معا القائمة النشطة للخط الماسح الحالي. أما الدالة Process-x- Intersections فتحدد عدد نقاط التقاطع للخط الماسح أما تجميع نقاط التقاطع هذه في أزواج لتحديد النقاط الداخلة ورسم هذه النقاط، فتقوم بها الدالة Draw- Lines وبعد ذلك تنتج المصفوفة لتكون جاهزة للخط الماسح التالي:

المقطع البرمجي موجود في كتاب

143

وأول خوارزمية تقوم هذه الخوارزمية باستدعائها هي Sort- On- Bigger-y والتي تدخل المعلومات في القائمة sides. وكذلك نقاط الأطراف لكل ضلع ترسل للخوارزمية Put- Insides-list وفي هذه الخوارزمية يتم فحص فيما إذا كان هذا الضلع والضلع غير الأفقي الذي يليه لهما قيم لا تزداد أو تنقص باضطراد. فإذا كانت كذلك، فإن الضلع الذي تتعامل معه يتم تفصيله لضمان وحدانية نقطة التقاطع لهذا الخط الماسح

ففي شكل (8-1)، يزداد الإحداثي الصادي، ومن ثم فإن قيمة y النقطة النهائية أنقصت بمقدار 1، وفي شكل (8-ب) زيدت بمقدار 1، لأن الإحداثي الصادي للأضلاع ينقص باضطراد. وفي كلتا الحالتين فإننا نوجد قيمة x لهذه النقطة التي تم تعديل قيمة y لها

ويجب ملاحظة أن الأضلاع غير الأفقية Sides ويستخدم الترتيب المسمى Insertion Sort هي التي تدخل في

لوضع الضلع في مكانه المناسب داخل القائمة حسب أكبر قيمة لنقطتي النهاية لكل ضلع، وتخزن لكل ضلع أيضا المعلومات التالية: أكبر قيمة وما يقابلها في الإحداثي، والفرق بين قيمة لنقطتي النهاية، ومعكوس الميل

145

146

لكل خط ماسح، وبها يتم تحديث المؤشرين اللذين يشيران إلى بداية هذا الجزء ونهايته من القائمة التي يمر بها الخط الماسح الآن. وشكل (9) يبين مضلعا والقائمة المرتبة للأضلاع كذلك المؤشران اللذان يبقيان يشيران كما هو مبين في الشكل لكل الأضلاع المحصورة بين الخط الماسح الأعلى والخط الماسح، وبعد الانتهاء من معالجة الخط الماسح، يعاد تعريف القائمة لتشمل جزءا جديدا مبتدئا من الخط الماسح $i+1$. وبهذا يتم تعديل مؤشر النهاية ليشير إلى GA

ويبقى مؤشر البداية مكانه، لأن AB يقطع الخط الماسح $i + 1$ كذلك لم يعد المضلع FG ضمن المجموعة النشطة، ولكنه موجود داخلها فقط بحكم موقعه من القائمة

ويمكن جعل القائمة النشطة متلاصقة بإزاحة AB و BC و EF للأسفل خطوة واحد في القائمة. ولكن يمكن استخدام Delta-y ووضع قيمتها صفرا، لتبين أن الضلع لم بعد نشطا بدلا من عمليات الإزاحة. ويجب التنويه هنا أن Delta-y يحتوي في البداية على فرق الصادات لنقطتي النهاية للضلع، وبذلك فهي تحدد عدد مرات تقاطعها مع الخطوط الماسحة المتتالية لذلك فإن الأضلاع النشطة في القائمة هي الأضلاع التي لها $\Delta y > 0$ ومحصورة بين First-s و Last-s

شكل (9): مضلع بخطوط تقاطع وجدول النقاط مرئية الأزواج.

موجود في الكتاب ص 147

147

اما خوارزمية process-x-insertions فهي ترتيب الأضلاع النشطة ضمن القائمة حسب قيم x تصاعديا وذلك لتسهيل عملية تشكيل أزواج النقاط لتحديد المناطق التي تقع داخل المضلع.

الكود البرمجي موجود في الكتاب ص 148

بعد ذلك فالخوارزمية ddraw- lines يبدأ عملها بعد تحديد أزواج التقاط لتحديد النقاط الداخلية ووضع لونها باللون المطلوب

الكود البرمجي موجود في الكتاب ص 148 و 149

148

أما الخوارزمية الأخيرة وهي Update- Sides-List فهي لتحديث القائمة. فهنا يتم طرح واحد من Δy لأنك تعلم، عزيزي الدارس، أن الخطوط الماسحة تتحرك بخطوات ثابتة قدرها واحد. كذلك يتم تحديث قيم x وذلك بطرح X- Change- Per- Scan من X-int والان يمكنك، عزيزي الدارس، إعداد نموذج التعبئة بتعديل خوارزميات الخط الماسح، بحيث يتطابق النموذج مع هذه الخطوط. وبدءا من نقطة بداية معينة، ثم يتم تتبع النموذج أفقيا وعموديا، كما في شكل (10)

الكود البرمجي موجود في الكتاب ص 149 و 150

149

شكل (10): مثال إعداد نموذج التعبئة لمضلع

موجود في الكتاب

يتوفر في كثير من أنظمة برمجيات الرسم الجاهزة مجموعة من الأوامر المعدة مسبقاً تستخدم لرسم الأشكال وتعبئة الألوان كما في الجدول (3)

جدول (3): بعض أوامر رسم الأشكال.

الوصف	اسم الدالة
يعرف سلسلة من الخطوط المتصلة بعدد (n - 1) خط إحداثيات نهاية الخطوط تعرف في المصفوفة wcpts حسب نظام الإحداثيات العالمية	Polyline (wcpts)
يعرف مساحة مضلع قد تملأ بلون بدلالة مجموعة نقاط المضلع (رؤوس المضلع) المعرفة بالإحداثيات العالمية	fillArea (n , wc vertices)
يحول مصفوفة ألوان ذات سعة إلى شكل مستطيل بدلالة بعض نقاط الإحداثيات العالمية المخزنة في المصفوفة WCpt	CellArray (wcpts , m ,color Area)
يعرض النص المعروف بواسطة String بدلالة نقاط حسب نظام الإحداثيات العالمية والخصائص المعرفة في WCpt	Text (wcpt, string) الإحداثيات
عرض حرف بدلالة بعض نقاط الإحداثيات العالمية المخزنة في المصفوفة Wepts	Polymarker (n, wcpts)

150

بالإضافة إلى مجموعة أخرى من الأوامر مثل: Circle- ellipsc- fill circle fill ellipse

ومثال على استخدام هذه الأوامر، فالبرنامج التالي يقوم برسم مخطط (نوع خطي)

لبيانات شهرية على مدى سنة شكل (11)، وعلى فرض أن البيانات تتم قراءتها من ملف.

شكل (11): مخطط بيانات شهرية

موجود في الكتاب ص 151

151

المقطع البرمجي موجود في الكتاب ص 152

تدريب (3)

اكتب Procedure تحت اسم Barchart لتستخدم داخل البرنامج أعلاه، وتحل محل Procedure Line Chart لترسم نفس البيانات الشهرية السابقة، ولكن باستخدام الأعمدة كما يبين الشكل (12)

شكل (12): مخطط استخدام رسم الأعمدة

موجود في الكتاب ص 153

3.3 تصحيح التشويه في حدود المنطقة Antialiasing

وقد يحدث تشويه في حدود المنطقة كما هو في حالة الخط المستقيم في الوحدة السابقة ولتصحيح التشويه، فإذا كان الجهاز يسمح بتعديل موقع النقاط، فيمكن تسوية الخط ليصبح مستقيمة. أما إذا كان لا يسمح، فبتعديل حساسية (Intensity) النقاط لتتناسب مع الجزء من مساحة النقطة الذي يقع داخل المنطقة

ولحساب تلك النسبة فهناك عدة طرق، ففي إحدى الطرق تقسم المنطقة الكلية إلى أقسام أصغر، ثم يحسب عدد الأقسام الداخلة ضمن المنطقة. ففي شكل (13) كل نقطة Pixel بدلا من أن تكون 44x من المربعات قد أصبحت 8*8، وأصبحت الخطوط الخمسة الماسحة عشرة خطوط، وعندئذ تستخدم طريقة الخط الماسح لتحديد أي الأقسام الصغيرة تقع ضمن المنطقة

153

شكل (13): تقسيم المنطقة الكلية إلى مناطق أصغر.

موجود في الكتاب ص 154

ففي شكل (14) فإن خطين ماسحين قد حددا الأجزاء الثلاثة المرقمة والواقعة ضمن المنطقة، ومن ثم فإن حماسية النقطة تؤخذ بقيمة. وتعتمد دقة الحساسية في هذه الطريقة على عدد الأجزاء التي حسبت أنها تقع ضمن المنطقة.

شكل (14): تحديد المناطق الصغرى الداخلة في مسار الخط

موجود في الكتاب ص 154

وهناك طريقة أخرى لاحتساب تلك النسبة تعتمد على خوارزمية برزنهام السابقة، ففي هذه الخوارزمية يتم اختيار النقطة التالية بحساب أي من النقطتين القريبتين هي الأقرب الخط

المستقيم ويستخدم لذلك العامل p الذي يقيس البعد النسبي للنقطتين القريبتين من الخط المستقيم، ولكن بتعديل هذا العامل قليلا يمكننا معرفة نسبة مساحة النقطة التي تقع ضمن المنطقة

فلو أخذ مثال الخط $y=mx+b$ حيث $0 \leq m \leq 1$ في شكل (15)، فإن النقطة (x_1, y_1) قد رسمت. وأما النقطة التالية فتؤخذ الأقرب للخط عند $x = x_i + 1$ التي قد يكون إحداثيها الصادي هو y_i أو $y_i + 1$ ، ولحساب أيهما أقرب نستخدم المعادلة

154

وهذا يعطي البعد بين الإحداثي y على الخط وبين النقطة التي تقع في منتصف المسافة بين الإحداثيين y_i, y_{i+1} . فإذا كان هذا الفرق سالبا تؤخذ النقطة التي لها y وأما إن كان موجبا فتؤخذ ملا، ويمكن تعديل ذلك بحيث يعطي دائما قيمة موجبة محصورة بين الصفر والواحد كما يلي

$$(3) \quad p = [m(x, +1)+b]-(y, +0.5)+(1-m)$$

وبذلك تكون y_i هي الأقرب إذا كان $p < 1 - m$ وتكون $y_i + 1$ هي الأقرب إذا

شكل (15): تحديد النقاط الأقرب.

موجود في الكتاب ص 155

كذلك فإن هذا العامل p يستخدم لقياس الجزء من مساحة النقطة المتقاطع مع منطقة ما. ففي شكل (16) يمكن حساب الجزء من النقطة الواقع داخل حدود المنطقة بالمعادلة التالية:

شكل (16): تحديد الجزء الداخل ضمن حدود منطقة

موجود في الكتاب ص 155

155

ويجب ملاحظة أن معادلة (4) هي كالعامل في معادلة (3)، وبذلك فحساب p عند كل نقطة من النقاط المتعاقبة يمكننا تحديد نسبة ما تعطيه النقطة السابقة لتحديد درجة حساسيتها.

والآن يمكن دمج هذه الطريقة في خوارزمية الخط الماسح، وذلك بتعديل حساسية النقطة مع كل خط ماسح يقطع حدود المنطقة. كذلك يمكن تعديل العامل p بحيث يتعامل مع الميل السالب أو الميل الذي يكون أكبر من واحد. وبذلك نحصل على طريقة كفوءة لتصحيح التشويه عندما يمر ضلع واحد فقط بالنقطة ولكن عندما يمر أكثر من ضلع وذلك عند الرؤوس أو عندما يكون الشكل رقيقا كما في شكل (17)، فيمكننا استخدام طريقة أخرى مثل تجزئة مساحة النقطة

شكل (17): حالة الأشكال الرقيقة

موجود في الكتاب ص 156

ويمكن تطبيق طرق تصحيح التشويه المختلفة للمضلعات أو المناطق ذات المنحنيات باستخدام معادلة المنحنى، وتحديد موقع المنحنى بالنسبة لموقع النقطة

• خوارزمية Gupta Sproull

في هذا الجزء، عزيزي الدارس، نعرض خوارزمية Gupta- التي تستخدم في تصحيح ومعالجة التشويه الناتج في الخطوط المستقيمة. تستخدم خوارزمية - Gupta- Sproull نفس الأسلوب المستخدم في خوارزمية Bresenham في تحديد (اختيار) النقطة التالية (النقطة التي سيتم معالجتها) لإجراء عملية المسح وذلك من خلال تحديد درجة الحساسية Intensity (التفاوت).

عزيزي الدارس، سنقوم بعرض بعض العلاقات الرياضية والمتغيرات المستخدمة في الخوارزمية مباشرة دون الالتفات إلى كيفية الاشتقاق حيث أنه تم استخدامها في خوارزمية Bresenham بالإضافة إلى أنه يمكن الرجوع إلى Foley و Van Dar عند الحاجة فيما يلي عزيزي الدارس تعرض الخطوات الأساسية لخوارزمية Gupta- Sproull

1. استخدام خوارزمية Bresenham لتحديد E , NE كما هو موضح في الشكل (18)

156

شكل (18): إيجاد قيمة D (المسافة) باستخدام خوارزمية Midpoint

موجود في الكتاب ص 157

2. إيجاد قيمة المسافة D بين النقطة التي سيتم اختيارها والخط المستقيم.
3. مقارنة درجة الحساسية Intensity للنقطة مع المسافة D.
4. تكرار هذه العملية للنقطة أعلى وأسفل الخط $P(X, Y+1)$ و $P(X, Y-1)$

شكل (19): تحديد قيمة Dr أسفل وأعلى النقطة

موجود في الكتاب ص 157

يمكن عزيزي الدارس إجراء مجموعة من العمليات الحسابية لإيجاد قيمة DE للحالات السابقة حيث أن DE يمكن إيجادها باستخدام المعادلات التالية كما هو موضح في الشكل السابق (شكل 19):

157

شكل (20): تحديد قيمة DNE أسفل وأعلى النقطة

موجود في الكتاب ص 158

يمكن عزيزي الدارس إجراء مجموعة من العمليات الحسابية لإيجاد قيمة DNE للحالات السابقة حيث أن DNE يمكن إيجادها باستخدام المعادلات التالية

موجود في الكتاب ص 158

158

خوارزمية Gupta- Sproull

موجود في الكتاب ص 159 و 160

159

أسئلة التقويم الذاتي (2)

ما الطرق المستخدمة لتصحيح التشويه في حدود المنطقة Antialiasing

4.3 خوارزمية التعبئة من داخل حدود المنطقة

Boundary-Fill Algorithm

يمكن تعبئة المنطقة بطريقة غير طريقة الخطوط الماسحة. حيث يمكن البدء من نقطة داخل المنطقة وتلوين أو تغيير حساسية النقاط الداخلية وصولاً للحدود. ويستفاد من مثل هذه الطريقة في حالة الرسم التفاعلي، حيث يرسم المستخدم الشكل على لوح الرسم المتصل بالجهاز ويشير إلى نقطة داخلية ويختار لونا معيناً فتعبأ كل المنطقة وهناك طريقتان لتعبئة داخل المنطقة، مثلاً للوصول إلى تعبئة الشكل (21) بداية من نقطة في داخله: الطريقة الأولى تسمى الأربع - المتصلة Connected-4، والطريقة الثانية تسمى الثمان المتصلة Connected-8، ففي طريقة الأربع - المتصلة وبتدء من داخل

160

حدود منقطة الرسم، فإنه يتم فحص الأربع نقاط المجاورة في الاتجاهات: أعلى - أسفل - يمين - يسار كما في شكل (22). لتحديد فيما إذا كانت داخل المنطقة المراد تعبئتها.

وتستمر الخوارزمية في فحص النقاط المجاورة وتلوينها باللون المطلوب، مثلاً الأحمر، طالما لم يصل التلوين إلى المنطقة الحدودية أو الإطار حيث يكتشف الحد من خلال لونه المميز، هذا الإجراء يؤدي إلى تلوين كامل المنطقة بشكل تراكمي، وهذه الآلية يوضحها شكل (22)

أما الطريقة الثانية Connected-8 شكل (23)، فتستخدم لتعبئة الأشكال الأكثر تعقيدا، ويتم فحص النقاط الأربع وتعبئتها مثل الطريقة السابقة بالإضافة إلى النقاط القطرية، حيث أن الطريقة الأولى قد تعبأ مثل تلك الأشكال جزئيا. ففي شكل (24) تم تحديد نقطة البداية باستخدام الطريقة الأولى، ويستمر التلوين كما في شكل (25)، حيث يتضح عجز هذه الطريقة الأولى عن الاستمرار في ملء الشكل كاملا، وذلك بعدم قدرتها على ملء الاتجاهات القطرية، وعندها تستخدم الطريقة الثانية

شكل (24): تحديد نقطة البداية

شكل (25): استمرار التلوين

موجود في الكتاب ص 161

161

والخوارزمية التالية تمثل طريقة الأربع المتصلة

موجود في الكتاب ص 162

وتستخدم هذه الخوارزمية المكس stack بشكل كبير، ولزيادة الكفاءة يمكن إتباع طريقة الخط الماسح. فبدءا من نقطة البداية يمكن التقدم في اتجاه خط مستقيم إلى الحدود بدلا من الأربع المتصلة. وبعد ذلك تعبأ كل الخطوط السفلي ثم الخطوط العليا.

تدريب (4)

اكتب خوارزمية طريقة الأربع المتصلة السابقة باستخدام لغة C أو C++

5.3 التعبئة بالفيضان أو الطوفان Flood-Fill4

وفي هذه الطريقة تحدد نقطة داخلية ويعرف اللون أو الحساسية لها، والتي سيتم تغييرها إلى لون آخر أو حساسية أخرى. وتبدأ الخوارزمية بالبحث عن اللون الذي سيتم تغييره للنقاط الأخرى. ويمكن استخدام الأربع، أو الثمان المتصلة، أو الخط الماسح

162

خوارزمية FloodFill4

الكود البرمجي موجود في الكتاب ص 163

163

عزيزي الدارس، هنالك العديد من الخوارزميات التي يمكن استخدامها لتعبئة منطقة ما، سبق وأن درسنا خوارزمية الخطوط الماسحة و Boundary Fill فيما يلي عزيزي الدارس سوف نعرض خوارزمية Soft Fill التي تمكننا من تعبئة المنطقة ذات الحدود الغير منتظمة حافتها

تكون متعرجة) Soft Fill تم استخدامها وتطويرها من قبل العديد من الباحثين على رأسهم Fishkin و Barsky اللذان قاما بتطوير واستخدام تقنية Smith. تعتمد خوارزمية Soft Fill على فرضية أن المنطقة المراد تعبئتها معدة بلون ما Foreground Color مقابل لون الخلفية Background Color يمكن تقسيم هذه الفرضية إلى ثلاث فرضيات تعتمد عليها خوارزمية Soft Fill التي قام بتطويرها كل من Fishkin و Barsky:

1. إن المنطقة المراد تعبئتها معدة بلون (f) Foreground color مقابل لون الخلفية (C)

Background color كل نقطة Pixel في الصورة عبارة عن مجموعة مكونة من F و C كما هو موضح في المعادلة التالية حيث P هي Pixel و t ثابت

$$P = tF + (1-t)C \quad (5)$$

2. تستخدم خوارزمية Region Traversal بهدف الوصول لكل Pixel في المنطقة المحددة من الجدير بالذكر عزيزي الدارس أنه يمكن إضافة هذا الجزء ليكون كجزء من خوارزمية Soft Fill و بدلا من ذلك يمكن تحديد كل نقطة Pixel يتم زيارتها أو الوصول إليها بمؤشر (علامة) ما.

3. إن الألوان F و C معروفة لكنها مختلفة

فيما يلي عزيزي الدارس تعرض Pseudo code الخوارزمية Soft Fill، من الجدير بالذكر أن الخطوة الثانية لهذه الخوارزمية صعبة اعتمادا على قيمة RGB أي الألوان الثلاثة , Red , Green and Blue حيث يمكن كتابة $F = (FR, FG, FB)$ و بنفس الأسلوب

164

ل c و P حيث أن المعادلة (5) من الفرضية الأولى لثابت ما "t"، يمكن أن يتم إعادة كتابتها كما يلي:

$$Pr = tFR + (1 - t) CR$$

$$PG = tFG + (1 - t) CG$$

$$PB = tFB + (1 - t) CB$$

إذا كان FR تساوي CR يمكن إيجاد "t" باستخدام المعادلة الأولى أما إذا لم يكونا متساويان فيمكن استخدام المعادلة الثانية أو الثالثة

المقطع البرمجي موجود في الكتاب ص 165

6.3 أوامر تعبئة المنطقة Fill- Area Functions

ويمكن توفير بعض الأوامر للمستخدم لوضع المواصفات اللازمة للأشكال مثل: النوعية Style، أو اللون، أو النمادج، حيث إن النوعية تعني أن الشكل قد يكون فارغة أو منمذجا Patterned شكل (26).

شكل (26): نموذج تعبئة شكل

موجود في الكتاب ص 165

165

فمجموعة الأوامر تعب منطقة بالنموذج في شكل (26)

Set-fill-style (patterned);

Set-fill-pattern-index (2);

Fill-area (n , x , y)

كذلك يمكن توفير الخدمة التالية للمستخدم، وهي إمكانية تعبئة جدول النمادج التي يمكن للمستخدم استخدامها. فمثلا الأمر:

Set-Pattern (pi, nx, ny, cp)

حيث pi هو المؤشر في الجدول النموذج معين، و nx و ny يمثل عدد النقاط

الاتجاهين X و y. أما cp فهو عبارة عن مصفوفة ببعدين للون. فمثلا

في

cp [1,1] : = 4;

cp (2, 1) : = 0;

cp [1,2] := 0;

cp (2, 2) : = 4;

Set-Pattern (1, 2, 3, cp)

يعبئ المدخل الأول في الجدول (4) موجود في الكتاب ص 166

وعندما يستخدم النموذج الأول فإنه يعطي اللونين الأحمر والأسود للقطرين. كما أنه يجب أن يتواجد أمر لتحديد موقع النموذج داخل الشكل فالأمر Set- Pattern- Reference (xp , yup) يحدد موقع الركن السفلي من اليسار للنموذج. وبعد ذلك تستمر عملية ملء باقي الشكل.

كما أنه يتوجب أن يحتوي نظام الرسم على بعض أوامر الاستفسار، فمثلاً.

Inquire-Linetype (t);

تخزن نوع الخط في 1، أما

Inquire-Fill-Color-Index (x);

فتخزن لون التعبئة

كذلك قد يحتوي نظام الرسم على أوامر لوضع مواصفات كتابة الأحرف من حيث

لونها وحجمها وأتجاهها

تدريب (5)

قارة بين طريقة التعبئة من داخل حدود المنطقة Boundary- Fill وطريقة التعبئة بالفيضان

Flood- Fill

7.3 المواصفات المجمعة Bundled Attributes

عندما يكون النظام عامة على جهاز ذي وحدة عرض واحدة كالشاشة مثلاً، فإن مواصفات الرسم تكون موجهة في اتجاه خصائص الشاشة، ولكن قد يكون هناك أكثر من وحدة عرض. فمثلاً قد يكون هناك وحدة للعرض بطريقة الخطوط الماسحة، أو وحدة عرض بالطريقة العشوائية، أو طابعة للرسم، فتكون المواصفات غير مجمعة، وهنا يعرف جول يحتوي على مواصفات كل وحدة، ويعرف كل منخل في هذا الجدول ليختص بأحدى وحدات العرض. ويمكن تعبئة هذا الجدول بأوامر خاصة مثل:

Set-Color-Representation (ws, ci, r, g, b)

حيث WS تحدد أي جهاز سيستخدم لعرض الصورة، و CI هو رقم يعرف اللون، B, G, R هي قيم للألوان المطلوبة لهذا الرقم

4. الخلاصة

قدمنا لك، عزيزي الدارس، في هذه الوحدة رسم المضلعات بمواصفات مختلفة وقد تضمن ذلك أو التعرف على أنواع الخطوط مثل المتصلة والمقطعة والمنقطة، وتحديد عرض الخط ولون الخط مما يعطي معلومات إضافية للرسم، ثم تعرفنا على الألوان وحساسيتها، ويمكن تحديدها من خلال دمج الرموز المتوفرة في جدول (1)، كذلك قدمنا لك طرق التعبئة داخل المضلع

بالتظليل أو بالألوان أو بنماذج مختلفة، ومن أساسيتها أن تتعرف على حدود المنطقة المطلوب تعبئتها، وتحديد نقاط الحدود الحرجة من خلال خوارزمية الخط الماسح

كذلك قدمنا لك طريقة تصحيح التشويه في حدود المنطقة باستخدام محددات المناطق الداخلة بالرسم، والنقاط الداخلة وغير الداخلة في منطقة الرسم، ثم تعرفنا على خوارزمية التعبئة من داخل حدود المنطقة، وأهم ما يميزها وعيوبها. ثم تعرفنا على بعض أوامر وتعليمات الرسم الجاهزة مثل رسم منحنى واعمدة وغيره، وأخيرا كيفية التعامل فيما إذا كان هناك وحدات رسم مختلفة متصلة بالجهاز، ومن ثم توجيه الإخراج في اتجاه إحداها.

5. لمحة عن الوحدة الدراسية الرابعة

سنقدم لك، عزيزي الدارس، في الوحدة الرابعة طرق التحويلات في المستوى مثل: الإزاحة، والدوران، والتكبير أو التصغير، والانعكاس، والقص. وسنستخدم المصفوفات طريقة التمثيل مثل تلك التحويلات. وبعد ذلك سنقدم لك التحويلات المركبة وكيفية معالجة الأنماط داخل الشكل في أثناء تحويلها.

168

مسرد المصطلحات

Antialiasing: تصحيح التشويه

Filling: تعبئة

Boundary: حد

Intensity: حساسية (كثافة)

Scan line: الخط الماسح (الباحث)

Record: سجل

Parameter: معامل

Flood: فيضان - طوفان

Connected: متصل

Bundle: مجتمعة

Polygon: مضلع

Dashed: مقطع

Frame Buffer: المنطقة المحجوزة

Dotted: منقط

Pattern: نموذج

Bottom: نهاية

10. المراجع

- المراجع الأجنبية

1- Bhatia, Computer Graphics, ISBN: 8189866737, ISBN-13

I.K. International Publishing House, 2008 ,9788189866730

2- Hearn, D; Computer Graphics 2e ISBN: 8120309448, ISBN-13

.Prentice-hall, 2007 ,9788120309449

172

الوحدة الرابعة التحويلات في المستوى

2. التحويلات البسيطة Basic Transformations

تكمّن قوة معظم نظم الرسم الحديثة بقدرتها على إجراء التحويلات على الكائنات الرسومية Graphical Objects، حيث إنّ الأشكال ترسم بإحداثيات نقاطها، فإن التحويلات الهندسية تتم من خلال إيجاد الإحداثيات الجديدة الناتجة عن الإحداثيات السابقة، كما تتطلب عملية التغيير في الشكل من حيث حجمه أو تغيير موقعه أو اتجاهه

وسنقدم لك، عزيزي الدارس، ثلاثة تحويلات بسيطة، بعد ذلك التحويلات الأكثر تعقيدا باستخدام عدة تحويلات بسيطة

ومن التحويلات البسيطة إزاحة الشكل إلى موقع آخر Translation، بحيث أن نقطة مثل (x, y) من نقاط الشكل تصبح إحداثياتها (x', y') بعد إزاحة الشكل حيث:

$$X' = X + T_x, y' = y + T_y \quad (1)$$

حيث حدثت إزاحة للنقطة بمقدار في اتجاه محور السينات وبمقدار وفي اتجاه محور الصادات. ويمكن تمثيل هذه الإزاحة بالمتجه (77)، حيث إن أعداد حقيقية (سالبة أو موجبة أو صفر)

ويجب أخذ الاحتياط في حالة عرض الصور على الشاشة حيث إن إحداثيات الشاشة محدودة. فإذا كانت الإزاحة تزيد عن الحد الأقصى للشاشة، فقد يحصل خطأ في الصورة ويتم تقليمها أو قصها بحيث لا يظهر الجزء الذي إحداثياته زادت عن حد الشاشة الأقصى. وقد لا يحدث خطأ، بل إن الجزء من الصورة الذي زاد عن حد الشاشة سيعرض عند الطرف الآخر للشاشة. هذا ما يسمى بعملية اللف Wraparound كما في شكل (1)

شكل (1): حصول عملية اللف الوحدة الرابعة

موجود في الكتاب ص 179

179

ويمكن عمل تحويل آخر وهو التكبير أو التصغير Scaling. وهذا يتم بضرب إحداثيات النقطة بعامل S كما يلي:

$$x' = x.S, y' = y.Sy \quad (2)$$

إن معامل التكبير التصغير أو ما يطلق عليه تعديل القياس Scaling يغير في مساحة الشكل أو الكائن (Object) باتجاه محور السينات، بينما معامل التكبير / التصغير Sy يغير في قياس أو مساحة الكائن باتجاه محور الصادات، إن المتجه هو مصفوفة من نوع خاص يحتوي على صف واحد مثل $[X, Y]$ ، أو عمود واحد مثل $\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$ ، أما المصفوفة فهي ذات بعدين (صفوف وأعمدة).

فالمعادلة المبينة أعلاه (2) يمكن إعادة كتابتها باستخدام المصفوفات والمتجهات

$$(2.1) \begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sx & 0 \\ 0 & Sy \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

أو استخدام الطريقة الجبرية

$$P' = s.p$$

حيث أن s هي مصفوفة معامل التغير ذات الأبعاد 2×2 وبشكل عام فإن

$$P' = \begin{bmatrix} Sx & B \\ C & Sy \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = [(Sx X) + (B.Y), (C X) + (Sy.Y)]$$

أما القيم غير المتساوية لكل من S.S. فتؤدي إلى تعديل في الشكل والأبعاد غير متساو، وقد يستخدم هذا التحويل في بعض تطبيقات الصور، ومثال ذلك تحويل المربع التالي إلى مستطيل كما هو موضح في الشكل (2)، مفترضين أنه تم التعويض بمعامل $Sx=2$ ومعامل $Sy=1$

شكل (2): عملية تحويل المربع إلى مستطيل

من خلال عملية التحويل، تستطيع إجراء بعض التعديلات على قيم معاملات التكبير والتصغير بالإضافة إلى التحويل والإزاحة على موقع الكائن، فإذا كانت قيم معامل تعديل القياس أقل من واحد، فإنها تقترب بالكائن من إحداثيات المركز، أما القيمة أكبر من واحد فتؤدي إلى ابتعاد الكائن عن إحداثيات المركز

180

الشكل (3) يوضح خطأ مستقيماً تم تصغيره وتقريبه من إحداثيات المركز باستخدام المعاملات $Sx=0.5$ وكذلك $Sy=0.5$ فقد نقص كل من الطول والبعد عن المركز بمقدار النصف

شكل (3): عملية تصغير خط مستقيم

موجود في الكتاب ص 181

عزيزي الدارس، لمزيد من التوضيح لا بد من التركيز على بعض التحويلات الممكنة على إحداثيات نقطة ما، حيث يطلق على المصفوفة ذات القيم التالية

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

اسم المصفوفة المحايدة أو الهوية Identity Matrix، حيث إن قيم $Sx=Sy=1$ وهي $1=1$ ، وبذلك لا يوجد أي تحويل على إحداثيات النقطة، وتبقى النقطة في موقع (1,1) ولكن المصفوفة ذات القيم

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = [(AX + 0.Y), (0X + 1.Y)] = (AX, 1.Y)$$

لاحظ الإزاحة لها على محور x تم بمقدار ضرب A في x وهي (A.x)، ولا يوجد تعديل على قيم y لأنها (1.Y) كما يبين شكل (4)

181

شكل (4): إزاحة على محور X

موجود في الكتاب ص 182

شكل (5): إزاحة على محور Y

موجود في الكتاب ص 182

أما التحويل البسيط الثاني فهو الانعكاس Reflection، حيث إنه ضمن مصفوفة التحويل أو الإزاحة المعرفة سابقا

$$p' = pT = (x, y) \cdot \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

فإن الانعكاس يمكن أن يتشكل إذا كانت قيمة A أو D أو كليهما سالبة كما في المصفوفة

$$T = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

والممثلة بالشكل (6)

182

شكل (6): حالة الانعكاس على محور y

موجود في الكتاب ص 183

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

أما المصفوفة فتكون انعكاسا عموديا حول محور السينات كما في شكل (7)

شكل (7): حالة الانعكاس على محور X

موجود في الكتاب ص 183

فإذا كان $s > 1$ ، فإن التحويل يسمى تكبيرا، وإذا كان $s < 1$ فإنه تصغير. وفي حال كانت $s=1$ ، فإن الحجم لا يتغير، وعندما تكون Sx, Sy والهما نفس القيمة، فإن التحويل يحافظ على تناسب الشكل من حيث أبعاده، ويسمى تحويلا منتظمة

ويمكننا التحكم في تكبير الأشكال أو تصغيرها، وذلك باختيار موقع نقطة ارتكاز ثابتة يتم التحويل نسبة لها. فإذا كانت إحداثيات هذه النقطة (XF, YF) ، فإن معادلة (2) تصبح كما

موجود في الكتاب ص 184

أسئلة التقويم الذاتي (1)

- (1) أين تكمن قوة نظم الرسم الحديثة؟
- (2) اذكر عمليتين يمكن إجراؤهما على الكائنات الرسومية

تدريب (1)

إذا كانت إحداثيات المثلث ABC هي: $A(0, 0)$, $B(1, 1)$, $C(5, 2)$ الإحداثيات الجديدة للمثلث بعد تكبيره للضعف (مرتين) عن نقطة المركز $(0, 0)$

أما التحويل الثالث، فهو الدوران Rotation الذي يغير إحداثيات نقطة مثل (x, y) إلى إحداثياتها الجديدة (X', Y') بعد دوران الخط المستقيم الواصل بينها وبين مركز الدوران بزاوية معينة.

ففي شكل (8) دارت النقطة (x, y) بزاوية قدرها θ حول المركز لتصبح (X', Y') . وفي هذا الشكل كانت X, Y تميل على المحور السيني بزاوية قدرها θ ، وأصبحت بعد الدوران $\theta + \varphi$ وإذا كان بعد النقطة عن نقطة الارتكاز هو R ، فإن الموقع الجديد للنقطة هو X', Y' يحسب كما يلي

184

شكل (8): دوران لنقطة حول المركز.

موجود في الكتاب ص 185

وباستخدام قوانين حساب المثلثات فإن معادلة 5 تكافئ:

المعادلة موجود في الكتاب ص 185

وإذا كانت $\theta > 0$ ، فإن الدوران يكون عكس عقارب الساعة، وإذا كانت $\theta < 0$ فالدوران يكون مع عقارب الساعة.

أما إذا استخدم تمثيل المصفوفات، فيمكن كتابة معادلات الدوران بطريقة المصفوفة

$$P' = R.P$$

حيث إن مصفوفة الدوران

$$R = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

185

شكل (9): تدوير نقطة من موقع إحداثيات النقطة (x, y)

موجود في الكتاب ص 186

إلى الإحداثيات (x', y') بمقدار الزاوية وحول نقطة الارتكاز (x', y')

وإذا لم يكن الدوران حول نقطة المركز بل حول أي نقطة أخرى ولتكن شكل (9) فالمعادلة (8) تصبح

المعادلة موجود في الكتاب ص 186

وتسمى نقطة الدوران بنقطة الارتكاز (Pivot)، والتي قد تكون خارج الشكل المطلوب دورانه أو داخله. فإذا كانت خارج الشكل فجميع نقاط الشكل تدور حول هذه النقطة وفي نفس الاتجاه، أما إذا كانت داخله فإن الشكل يلتف (لق ذاتي) Spin ويدور حول نفسه.

وحيث إن معادلات الدوران تحتوي على الدوال المثلثية بالإضافة إلى العديد من العمليات الحسابية، فإن عملية حساب الإحداثيات تستغرق وقتا كبيرا، وهذا غير مناسب في حالة إدارة عدد كبير من النقاط أو دوران الجسم عدة دورانات متتالية

ويمكن استخدام عملية التقريب الرياضي وخاصة في حالة الدوال المثلثية في حالة الصور المتحركة. وفي حالة الزوايا الصغيرة، يمكن تقريب $\cos q$ بالقيمة 1 إذا كانت $q < 10^\circ$ ، $\sin q$ بقيمة الزاوية نفسها.

3. المصفوفات والإحداثيات المتجانسة

Matrices and Homogeneous Coordinates

قد تتطلب بعض التطبيقات، عزيزي الدارس، إجراء تحويل مركب، كان يدور الشكل وبعد ذلك يزاح إلى مكان آخر وغير ذلك مثل تلك التحويلات قد تجرى كتحويلات بسيطة متعاقبة ولكن من الكفاءة حساب نتيجة هذه التحويلات المتعاقبة جميعها، وإجراء هذه النتيجة على الشكل لتتم دفعة واحدة لذلك يمكن حساب نتيجة هذه التحويلات المتعاقبة من إحداثيات النقطة قبل التحويل باستخدام المصفوفات، حيث يمكن تمثيل كل تحويل بسيط على شكل مصفوفة

وسنستخدم هنا تمثيل المصفوفات على إحداثيات النقطة المتجانسة وهي الممثلة بالإحداثيين السيني والصادي للنقطة، بالإضافة إلى قيمة أخرى u سيتضح الهدف من وراء استخدامها في الوحدة الثامنة (التحويل في الفضاء) فمثلا، النقطة التي لها الإحداثيات (x, y) ستمثل بالمصفوفة

$$\begin{pmatrix} xh & yh & \omega \\ xh & -x & \omega \\ xh & -y & \omega \end{pmatrix} \quad (10)$$

حيث

وبذلك فإن تمثيل نظام الإحداثيات المعياري المتجانس للنقطة (x, y) هو $(x/\omega, y/\omega, 1)$ وحيث إن المعامل ω له قيمة غير الصفر تبعا لنوع التحويل. أما في حالة التحويل في بعدين، فإن $\omega = 1$ وبذلك فالنقطة (x, y) لها التمثيل المتجانس $[x \ y \ 1]$.

إن أهم أثر يقدمه نظام الإحداثيات المتجانسة هو توسيع نظام المصفوفات المستخدم في الإزاحات، أو التحويلات السابقة ذات البعد 2×2 إلى بعد جديد وهو المصفوفة ذات البعد 3×3 ، وذلك بسبب أن التمثيل المتجانس يتطلب ثلاثة صفوف من العناصر تمثل بمصفوفة

موجود في الكتاب ص 188

188

ولإضافة خاصية الإزاحة إلى هذه المصفوفة، يتم تعديل الصف الثالث وذلك بتحويله من $(0, 0)$ إلى $(1, Tx, Ty)$ والذي يوفر إزاحة خطية Linear Translation، وبذلك فإن المصفوفة العامة لهذه الصيغة هي:

$$T = \begin{bmatrix} A & B & 0 \\ C & D & 0 \\ Tx & Ty & 1 \end{bmatrix}$$

إن الصف الثالث يوفر إمكانية دمج عمليات الإزاحة والتكبير والتصغير (أو تعديل القياس) والدوران في عملية ضرب المصفوفات، بحيث أن أثر التحويلات على النقطة (x, y) يمكن تعريفه كما يلي:

$$(x', y', 1) = (x, y, 1)T$$

وبدلالة قيمة T السابقة يمكن إعادة كتابة المعادلة

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Ax + Cy + Tx \\ Bx + Dy + Ty \end{bmatrix}$$

وبالعودة إلى المصفوفة المحايدة (المصفوفة الهوية) بدلالة قيم (A, B, C) لتمثل $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

* الإزاحة / التحويل Translating

يمكن تمثيل التحويل الممثل في المعادلة (1) باستخدام ضرب المصفوفات كما يلي

المعادلة موجود في الكتاب ص 189

ويمكن اختصار الرموز في حالة التحويل بالمصفوفات من الرتبة 3×3 لعملية

الإزاحة بالمقادير Tx, Ty كما يلي

المعادلة موجود في الكتاب ص 189

أو بصيغة أكثر اختصاراً كما يلي

• التكبير / التصغير Scaling

وبالمثل فالتكبير أو التصغير يتم تمثيلهما كما يلي

المصفوفة موجود في الكتاب ص190

• الدوران Rotation

التحويل في نظام الإحداثيات المتجانس بزاوية مقدارها θ يمكن تعريفه بالمعادلة التالية

المصفوفة موجود في الكتاب ص190

ومعظم أنظمة الرسم تستخدم الإزاحة والدوران بالنسبة للمركز كما في معادلتني 14،18، وبهذا فإن الإزاحة والدوران بالنسبة لنقطة أخرى غير المركز تجري بعمليات متعاقبة ولكن في طريقة أخرى تمثل الإزاحة بدلالة المصفوفات بالنسبة إلى نقطة ثابتة، ومن ثم تمثل مصفوفة الدوران بالنسبة إلى نقطة الارتكاز

4. التحويلات المركبة Composite Transformations

تتم عملية التحويلات المركبة وذلك بعملية تركيب مصفوفات التحويلات أو ما يسمى بالوصل التعاقبي Concatenation

1.4 الإزاحة Translation

وهنا تتم عملية تركيب إزاحتين بتركيب مصفوفتي الإزاحتين لنتنتج مصفوفة نهائية تمثل النتيجة النهائية للإزاحتين معا فمثلا لو كانت الإزاحة الأولى $(Tx1, Ty1)$ والثانية $(Tx2, Ty2)$ فإن المصفوفة المركبة النهائية تنتج بجمع عمليتي الإزاحة من خلال ضرب المصفوفتين كما يلي:

المصفوفة موجود في الكتاب ص193

2.4 التكبير والتصغير /تغيير القياسات Scaling

ولتركيب عمليتي تكبير (أو تصغير) أو خليط بينهما، فإنها تمثل بضرب مصفوفتي تغيير القياس معا كما يلي:

المصفوفة موجود في الكتاب ص193

3.4 الدوران Rotation

عقد وعمليتي دوران متتالية على نقطة p ، تؤدي إلى التحول بموقع الإحداثيات ضمن المعادلة التالية

المعادلة موجود في الكتاب ص 194

ويضرب مصفوفتي الدوران، يتبين أن عمليات الدورات المتتابعة يمكن إجراؤها بطريقة الجمع والضرب، وبذلك فإن محصلة إحداثيات الدوران يمكن حسابها بمصفوفة الدوران المركبة التالية:

المعادلة موجود في الكتاب ص 194

194

5. التحويلات العامة

1.5 التكبير أو التصغير نسبة إلى نقطة ثابتة

وتتم مثل هذه العملية بتركيب التحويلين الإزاحة - التكبير، فمثلا لو أردنا تكبير الشكل في شكل (1-13) بالنسبة للنقطة، فإن العملية يمكن أن تتم بان يزاح الجسم بحيث تصبح النقطة هي المركز كما في شكل (13-ب)، وبعدها تتم عملية التكبير كما في شكل (13-ج)، وأخيرا تتم الإزاحة كما في شكل (13-د) لترجع النقطة إلى مكانها الأصلي

شكل (13): التكبير والتصغير إلى نقطة ثابتة

موجود في الكتاب ص 195

وتمثل هذه العملية المركبة بتركيب المصفوفات بالمعادلات التالية

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 195

2.5 الدوران حول نقطة ارتكاز

وتتم مثل تلك العملية بتركيب تحويلي الإزاحة والدوران. فأولا يتم إزاحة الجسم لتصبح نقطة الارتكاز في المركز، ومن ثم بدار الجسم بالمقدار المطلوب، وأخيرا يزاح الجسم لترجع نقطة الارتكاز إلى مكانها الأصلي. وتمثل هذه الإجراءات بالمعادلة التالية الوحدة الرابعة

195

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 196

3.5 التكبير في اتجاهات مختلفة

وتتم هذه العملية بتركيب التحويلين دوران - تكبير، فمثلا لو أردنا إجراء التكبير أو التصغير في الاتجاهين S_1 , S_2 كما في شكل (14) فإن ذلك يتم بدوران الجسم بحيث ينطبق الاتجاهان S_2 , S_1 مع المحور السيني والصادي على الترتيب، بعد ذلك يتم إجراء التكبير أو التصغير في الاتجاهين اللذين أصبحا ينطبقان مع المحورين. وأخيرا يدار الجسم ليرجع إلى ما كان عليه سابقا S

شكل (15): تركيب تحويلين دوران وتكبير.

موجود في الكتاب ص 196

196

أما المصفوفة الناتجة عن تركيب تلك التحويلات فهي

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 197

والمثال التالي في شكل (15) يبين عملية تحويل مربع إلى متوازي أضلاع، ففي الشكل "ب" تم إدارة الشكل 45 عكس عقارب الساعة ليصبح القطر الرئيسي منطبقا على محور الصادرات، وتم إجراء تكبير بمقدار الضعف ($S_2 = 2$) في اتجاه محور الصادرات، ولم يحصل تكبير أو تصغير في اتجاه محور السمينات ($S_1 = 1$) ، وبعد ذلك تم دوران الشكل عكسيا ليرجع إلى موقعه الأصلي

شكل (16): تحويل مربع إلى متوازي أضلاع

موجود في الكتاب ص 197

ومن الجدير بالذكر الأخذ في الاعتبار خصائص المصفوفات وعملياتها. ومن هذه الخواص:

(1) الخاصية التجميعية

وبهذا يعني أنه إذا ضربت المصفوفات الثلاثة A , B , C بأي من الثلاث طرق الآتية

$$AB.C = (AB). C = A. (B. C)$$

فتعطي نفس القيمة

(2) الخاصية الإبدالية

إن ضرب المصفوفات غير إبدالي عامة وبهذا فإن:

$$A.B \neq B.A$$

وبهذا فإن تركيب عدة تحويلات قد لا يعطي نفس النتيجة إذا اختلف ترتيب إجراءاتها فمثلا إذا تم إزاحة جسم ما ثم تمت إدارته قد لا تنتج النتيجة نفسها إذا أدير الجسم أولا وأجريت

الإزاحة لذلك عليك، عزيزي الدارس، أخذ الاحتياط في مثل هذه التطبيقات.

ولكن في بعض الحالات الخاصة، فإن أمر أو تحويل من النوع نفسه سينتج النتيجة نفسها فمثلاً تعاقب دور اثنين سيعطي النترمة نفسها ولا هم أي الدور الين ثم إحرازه أولاً.

4.5 معادلة التحويل العامة

ويمكن تمثيل أي تحويل في فضاء البعدين مكون من إزاحة وتكبير (أو تصغير) ودوران مستخدمين تمثيل المتجه العمودي بالمعادلة العامة التالية

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 198

العناصر الأربعة الممثلة ب RS_{ij} تمثل عمليات ضرب الدوران. تغير القياس في التحويل الذي يتضمن عمليتي الدوران وتعديل القياس. أما العناصر TR_{sx} , TR_{sy} فهي معاملات الإزاحة، وتتضمن مسافة الإزاحة، ونقطة الارتكاز، ونقطة ثابتة في نظام الإحداثيات بالإضافة إلى زاوية الدوران ومعامل تغيير القياس (تكبير أو تصغير)، وعلى سبيل المثال، إذا أردنا تغيير قياس كائن وتدويره حول نقطة الأصل (X_c, Y_c) وتمت إزاحته، فإن قيم المصفوفة المركبة ستكون

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 199

بالرغم من أن المعادلة (28) تحتاج إلى تسع عمليات ضرب وست عمليات جمع، إلا أن الحسابات المطلوبة حقيقةً للاحداثيات المحمولة المزاحة وهي:

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 199

وهذا يحتاج فقط إلى أربع عمليات ضرب وأربع للجمع، أما مصفوفة تحويل كائن صلب (ثابت الأبعاد والزوايا) فتتضمن عمليتي إزاحة وتدوير للكائن، وتسمى هذه العملية حركة الجسم الصلب

حيث يعبر العنصر R_{ij} عن عملية ضرب المعاملات الدوران، و العنصر Tr_x و Tr_y عن عمليات الإزاحة، ويفترض في هذا التحويل عدم تغير الزوايا والمسافات بين مواقع الإحداثيات خلال التحويل، ويمكن النظر إلى هذه المصفوفة في الجزء الأعلى من الصف الأول والثاني كمصفوفة فرعية، على أن كل صف منها يمثل المتجهات (R_{xx}, Y_{xy}) و (R_{yx}, Y_{yy}) تمثل وحدة رسم متجهي له وحدة طول واحدة

والمتجهات المتعامدة ناتج ضرب المتجهات فيها:

وبذلك إذا تم تدوير هذه المتجهات حسب المصفوفة الفرعية (R_{xx}, R_{xy}) سيتم تحويل ما تمثله بقيمة وحدة متجه طولي بالنسبة لمحور السينات، أما المصفوفة الفرعية للتدوير (R_{yx}, R_{yy}) وسيتم تحويل ما تمثله بقيمة وحدة متجه طولي بالنسبة لمحور الصادات كما يلي

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 200

والخوارزمية التالية تمثل التحويلات المركبة كما وردت في المرجع (1)، حيث يتم أولاً إنشاء المصفوفة الهوية ، وبعد ذلك يتم ضرب مصفوفة التحويل الأول المطلوب بها ثم يتم التحويل الثاني والثالث identity وهكذا

الكود البرمجي في الكتاب ص 200 و 201 و 202

200

6. تحويلات أخرى

ويمكن، عزيزي الدارس، إضافة بعض التحويلات البسيطة الأخرى إلى نظام الرسم الذي تكتبه. ومن هذه التحويلات:

1.6 الانعكاس Reflection

وفي هذا النوع من التحويلات يتم إنتاج صورة جديدة للجسم ناتجة عن انعكاس الجسم حول محور هذا المحور يمثل المرآة فانعكاسا حول محور السينات للمثلث في شكل (18)، يعطي المثلث المقلوب تحت محور السينات

شكل (18): انعكاس جسم حول محور X

موجود في الكتاب ص 203

في انعكاس من هذا النوع ينفذ بمصفوفة تثبت فيها قيم X بينما تعكس قيم لا حول ذلك المحور وقد تم هذا التحويل باستخدام مصفوفة التحويل التالية

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 203

أما الانعكاس حول محور الصادات فيمثله الشكل المنقط في شكل (19)، ومصفوفة التحويل المستخدمة لذلك هي

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 203

203

شكل (19): انعكاس جسم حول محور y

موجود في الكتاب ص 204

حيث تم تثبيت قيم y ، بينما تعكس قيم x حول ذلك المحور. ما سبق ذكره يمثل انعكاس صور المحاور الأصلية، أما الانعكاس حول الخط الممثل بالمعادلة $y = x$ فيمثله المثلث الداكن في شكل (20).

شكل (20): انعكاس مثلث حول الخط $y = x$

ومصفوفة التحويل لذلك هي:

موجود في الكتاب ص 204

أما الانعكاس الأخير فيمثل انعكاسا حول المحور $y = -x$

204

شكل (21): انعكاس مثلث حول الخط $y = -x$

وتمثله مصفوفة التحويلات التالية:

موجود في الكتاب ص 205

2.6 تحويل الجر أو القص Shear

وفي هذا النوع من التحويلات تتعامل مع الشكل وكأنه مكون من طبقات تتزحلق بعضها فوق بعض. وهناك نوعان من الزحف/التزحلق أو الجر: الأول قد يحدث باتجاه محور السينات، والثاني باتجاه محور الصادات. فمثلا الشكل (22) يمثل جرة في اتجاه محور السينات بمقدار يتناسب مع الإحداثي الصادي للنقاط. ففي هذا الشكل تمت إزاحة السطح العلوي في الاتجاه السيني بمقدار قدره 2

205

شكل (22): تمثيل عملية الزحف التزحلق.

موجود في الكتاب ص 206

ومصفوفة هذا التحويل هي كما يلي:

أن القيمة الموجبة للمعامل shy تؤدي إلى الزحف باتجاه اليمين على محور السينات، أما القيمة السالبة فتؤدي للزحف باتجاه اليسار على محور السينات، لاحظ أن الزحف تم بمقدار 2 إلى يمين محور السينات، حيث إن $shx = 2$ في شكل (22)، ويؤدي إلى تحريك الإحداثيات إلى مواقع جديدة

موجود في الكتاب ص 206

أما الجر في الاتجاه الصادي فتمثله المصفوفة
يمكن إنتاج مصفوفة جر باتجاه محور السينات بمقدار نسبي ذي علاقة مرجعية مع المحور

موجود في الكتاب ص 206

206

ومثال ذلك الشكل (23) بمقدار جر يساوي $\frac{1}{2}$ نسبة إلى الخط المرجعي $Y_{ref} = -1$

شكل (23): توضيح جر از حلقة مربع بمقدار $\frac{1}{2}$ نسبة إلى خط مرجعي.

موجود في الكتاب ص 207

3.6 التحويل النظير Inverse

ولعلك تعرف، عزيزي الدارس، أن المصفوفة النظيرة هي المصفوفة t^{-1} الناتجة من المصفوفة بعمليات رياضية سنقدمها لك بعد قليل. والمصفوفة T إذا ضربت في نظيرتها فإنها تعطي المصفوفة المحايدة وبذلك إذا كانت T تعني تحويلًا معينًا، فإن t^{-1} تعني إلغاء هذا التحويل، ومن ثم فإن t^{-1} لن تغير في الجسم شكلًا أو موقعًا أو اتجاهًا أو أي شيء وإذا كانت اتعني المصفوفة المحايدة فإن

$$t^{-1} = t^{-1} = I$$

ولإيجاد نظير مصفوفة ما، يجب أولاً إيجاد بما يسمى بالمحدد (Determinant (det

حيث إن M_{ij} هي المصفوفة الناتجة من T بحذف الصف i ، والعمود j . فمثلاً محدد مصفوفة 2×2

207

موجود في كتاب ص 208

208

معالجة الأنماط Patterns

عند إجراء تحويل ما على جسم ما، وكانت أوجهه مملوءة بأنماط معينة، فإن حساسية النقاط الجديدة هي نفسها حساسية النقاط قبل التحويل، شكل (24-أ). ولإيجاد حساسية النقاط الجديدة نستخدم جدول الحساسية للشكل قبل تحويله. فالنقطة $[x', y']$ ، المقابلة لنقطة $[x, y]$ بعد إجراء التحويل عليها T $[x', y'] = [x, y] T$

حيث T هو التحويل الذي تم إجراؤه، (شكل (23-ب)). ولإيجاد $[X, Y]$ من النقطة $[x', y']$ ، يجب إيجاد التحويل النظير أولاً.

شكل (24): حساسية النقاط في معالجة الأنماط

موجود في الكتاب

1.7 نظير تعديل القياس التكبير أو التصغير

أصبح معلوما لديك أن مصفوفة تعديل القياس (16) في نظام الإحداثيات

المتجانس ذي البعدين هي: $\begin{bmatrix} Sx & 0 \\ 0 & Sy \end{bmatrix}$ ، أما في نظام التحويل الثلاثي فهي:

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 209

209

2.7 نظير الدوران

تتذكر من المعادلات السابقة أن مصفوفة الدوران (19) باتجاه عقارب الساعة هي:

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 210

3.7 نظير الإزاحة

وتتذكر أيضا أن مصفوفة التحويل أو الإزاحة (12) هي:

المصفوفة موجودة في الكتاب ص 210

ومن الجدير بالذكر هنا أنه إذا كان تحويلا ما مركبا مثل:

$$H = S.R.T$$

بأن جري أولاً تكبير ثم دوران وأخيرا إزاحة ما فإن:

210

8. الخلاصة

قدمنا لك، عزيزي الدارس، في هذه الوحدة الطرق المختلفة للتحويلات البسيطة التي يمكن إجراؤها على الكائنات الرسومية وهي ثلاث تحويلات، إزاحة الكائن وتدويره أو لفة وتكبيره أو تصغيره أو سلسلة متعاقبة منها وهو ما يعرف بالتحويلات المركبة، حيث تم إيضاح طرق التمثيل الرياضية للنقاط والإحداثيات الداخلة في هذه العمليات، واستخدمنا لذلك المصفوفات المتجانسة لتسهيل عملية التحويلات وتطبيقها في المستقبل في حالة الأبعاد الثلاثة تم تطرقنا إلى

الانعكاس حول المحاور وبنفس الطريقة تم تمثيل ذلك بالمصفوفات المناسبة مع الأخذ بعين الاعتبار الإشارة السالبة التمثيل الانعكاس لكائن ما. كذلك قدمنا لك التحويلات العامة ومعادلتها العامة باستخدام المصفوفات والإحداثيات المتجانسة، حيث تمت إعادة تمثيل التكبير أو التصغير للأجسام نسبة إلى نقطة ثابتة وذلك بأن تتم إعادة ترتيب توجيه نقطة التكبير أو التصغير إلى المركز، وبعد الانتهاء تتم إعادة الكائن إلى مكانه الأصلي.

وأخيرا قدمنا لك بعض التحويلات الأخرى مثل الانعكاس، وهي أن يتم إنتاج صورة جديدة للجسم ناتجة من انعكاس الجسم/الكائن حول محور معين مثل المرآة، ثم تحويل الجزء أو الزحف وهو التعامل مع الكائن وكأنه مكون من طبقات تسير في اتجاه معين. ثم تحويل النظير وهو ناتج استخدام وتمثيل المصفوفة النظرية لمكونات وإحداثيات كائن أي عمل نظير الكائن أو جسم ما. وكذلك معالجة الأنماط وتحديد مستوى الحساسية الناتج من تلك الأنماط من خلال إجراء التحويلات السابقة على الكائنات.

9. لمحة عن الوحدة الدراسية الخامسة

في الوحدة الدراسية القادمة، سوف نتحدث، عزيزي الدارس، عن التحويلات بين الإحداثيات المختلفة، كذلك سوف نتطرق إلى التحويلات التي تتم على الصورة مثل نقل الصورة وتكبيرها وتصغيرها ودورانها. كما نوضح لك مفهوم النوافذ المتعددة

211

11. مسرد المصطلحات

Translation : إزاحة

Liner Translation : الإزاحة الخطية

Reflection : الانعكاس

Transformation : تحويل

Scaling : تكبير أو تصغير

Shear : القص

Wrap Around : لف

Spin : لف ذاتي

Homogeneous : متجانس

Composite : مركب

Matrix : مصفوفة

Inverse: النظير

Identity: الهوية

Concatenation: وصل متعاقب

12. المراجع

- المراجع الأجنبية

-1 Bhatia, Computer Graphics, ISBN: 8189866737, ISBN-13

I.K. International Publishing House, 2008 ,9788189866730

-2 Hearn, D; Computer Graphics 2e ISBN: 8120309448, ISBN-13

.Prentice-hall, 2007 ,9788120309449