دراسة لتخطيط الفرونوى كنظام بنائي للتصميم الزخرفي

د / سارة مصطفى منصور الدبوسى

مدرس التصميم والزخرفة_ كلية التربية النوعية _ جامعة المنصورة

مقدمة البحث

إن دراسة النظم البنائية في الطبيعة من المصادر الخصبة والهامة في مجال التصميم الزخرفي ويعتبر نظام تخطيط الفرونوي من أحد الأنظمة الأكثر إنتشارا وظهورا في الطبيعة فهو يندرج ضمن النظام البنائي الشبكي و يظهر في الكثير من الاشكال في النبات والحيوان والجماد أيضا إلا أن نظام الفرونوي لم ينال الدراسة العلمية الكافية لقلة المراجع العربية في هذا الموضوع, فقد نري تخطيطات الفرونوي في تشققات الأرض وتفريعات ورق الشجر وأيضا في شبكات الشعيرات الدموية في الإنسان والحيوان كما تظهر في العديد من الظواهر الفزيائية كفقاقيع الصابون ... وتظهر بأشكال مختلفة ومتنوعة بين الإنتظام والعشوائية و تمكن المصمم من إنشاء شبكيات تكرارية ممتدة ويتوقف شكل الشبكة بإختلاف شكل خلية الفرونوي الداخلة في تركيبها . ويمكن إنشاء تخطيطات الفرونوي بواسطة الرسوم الجبرية البسيطة والمعقده أيضا , كما يمكن رسمها بواسطة برامج الحاسوب والتي تمكن المصمم الزخرفي من الوصول لحلول جديدة لتغطية المسطح الزخرفي .

كما يتيح البحث الفرصة لربط النظم البنائية في الطبيعة بعضها ببعض كربط نظام الفرونوي بنظام الفراكتل وإكتشاف ما بينهم من علاقات , ويتيح البحث أيضا تذوق بعض الشبكيات الموجودة في بعض الفنون التراثية من منظور تخطيطات الفرونوي .

مشكلة البحث

تتلخص مشكلة البحث فى الرد على التساؤل التالى :

- كيف يمكن إستخدام تخطيطات الفرنوي كنظام بنائي للتصميم الزخرفي؟

أهمية البحث

- ربط مجال التصميم الزخرفي بالمجلات الأخري (الرياضيات وعلوم الحاسوب) .
- الإستفادة من التحليلات الرياضية لبعض الظواهر المرئية في الطبيعة وتطبيقها في مجال التصميم.
- يساعد هذا المبحث على استحداث تصاميم زخرفية مبتكرة من خلال دراسة مخطط الفرنوي.
- ربط بعض الظواهر المرئية في الطبيعة ببعضها (الفراكتل والفرونوي) لإكتشاف مابينهم من علاقات شكليه تثري البحث الحالي .
- تذوق بعض الفنون الزخرفية التراثية من منظور الفرونوي .

أهداف البحث

- التعرف على نظم تخطيط الفرنوي من حيث (ماهيته– تواجده في الطبيعة– تطبيقاته في الحياه العمليه وفي مجال الفنون البصرية – كيف يمكن استحداث أنواع منه بواسطة علوم الحاسوب)
- تصنيف أنواع لمخطط الفرنوي من وجهه نظر الباحثة .
- كيف يمكن استحداث تصاميم زخرفية عن طريق استخدام مخطط الفرنوي.
- اكتشاف العلاقة بين الفنون الزخرفية التراثية ومخطط الفرونوي .
- اكتشاف العلاقة بين الفراكتل ومخطط الفرونوي

منهج البحث

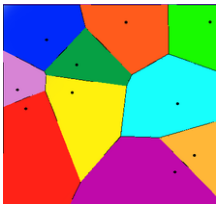
يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلي : فى وصف وتحليل أنواع تخطيطات الفرنوي .

كما يتبع البحث المنهج التجريبي : من خلال تجربة ذاتية تقوم بها الباحثة لإختبار صحة الفروض .

مصطلحات البحث

١- **الفرونوي (Voronoi)** .

في الرياضيات، رسم تخطيطي Voronoi هو وسيلة لتقسيم المساحة في عدد من المساحات الفرعية . تم تحديد مجموعة من النقاط (وتسمى البذور، ومواقع، أو المولدات) مسبقا ولكل نقطة سيكون هناك المنطقة المقابلة تتألف من جميع النقاط الأقرب لها من أى نقاط في أى منطقه أخري شكل (١) وتسمى المناطق الخلايا Voronoi. فمن المزدوج إلى تثليث ديلوناي.ومن اسمه بعد جورجي Voronoy، ويسمى أيضا التغطية بالفسيفساء Voronoi، والتحلل Voronoi، أو التغطية بالفسيفساء ديريتشليت (بعد بيتر غوستاف ليجون ديريتشليت). المخططات Voronoi يمكن العثور عليها في عدد كبير من المجالات في العلوم والتكنولوجيا، حتى في الفن، وأنها قد وجدت العديد من التطبيقات العملية والنظرية (وكبيديا)

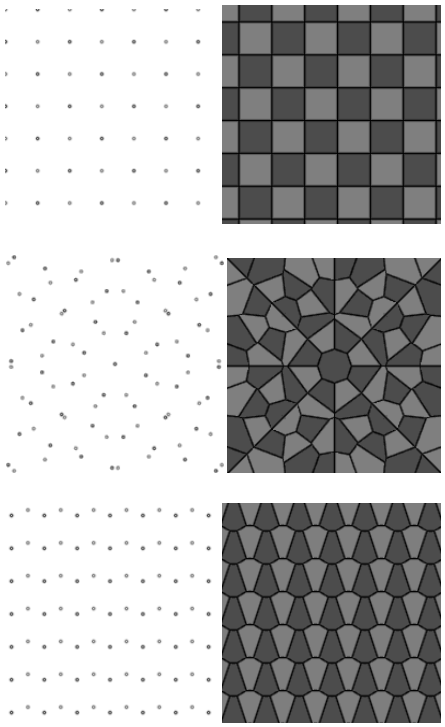


شكل (١)

خلايا الفرونوى (وكبيديا)

" مخطط فورونوي عادة عبارة عن مجموعة من النقاط. ومن خلال وضع مجموعة من النقاط داخل مساحه يمكنك تغطية تلك المساحه عن طريق التحكم في درجة تحدب خلية الفرونوي , مثال لذلك الشكل (٢) يتكون من مجموعة من النقاط والتي تم توصيلها ببعض لإغلاق مساحات

بينها مكونه خلايا الفرونوي, ويتطلب ذلك عدد من التطبيقات العملية ومعرفة جيده بالخوارزميات لإيجاد تخطيط الفرونوى من مجموعة من النقاط "(٤ : ٢٧٧,٢٨٣)



شكل (٢)

إختلاف شكل خلايا الفرونوي طبقا لإختلاف توزيع النقاط الموزعةعلي المسطح(٤ : ٢٨٠)

٢_ النظام البنائي(Structural system).

يعرف النظام بأنه " ترتيب العناصر في فترات زمنية , والعناصر إما زمانية أو مكانية , والنظام يرجع إلي الإيقاع الذي يوجد حينما يحاول الفنان أن يحقق الوحدة والإتزان في تصميماتة ويعبر الإيقاع عن الحركة ويتحقق عن طريق التكرار " (أرنست فيشر , ضرورة الفن , ترجمة أسعد حليم , الهيئة المصرية العامة للكتاب , مكتبة الأسرة ,١٩٩٨, ص١٦٠)

كما يعرف أنه " الكيان الكلي المتكامل المنظم أو المعقد الذي يضم تجميعا لأشياء أو أجزاء أو عناصر متداخلة تكون فيما بينها وحدة متكاملة يكون محصلتها النهائية بمثابة الناتج الذي يحققة النظام"(١: ٧٣).

وتوجد النظم البنائية في الطبيعة بأشكال مختلفة منها:

- النظم البنائية الإشعاعية
- نظم بنائية إنتشارية
- النظم البنائية الحلزونية
- _ النظم البنائية الشبكية

- نظم بنائية إيقاعية (رتيبة _ غيررتيبة _ متناقصة _متزايدة)
- النظم البنائية الدائرية

التعريف الإجرائي للنظم البنائية:

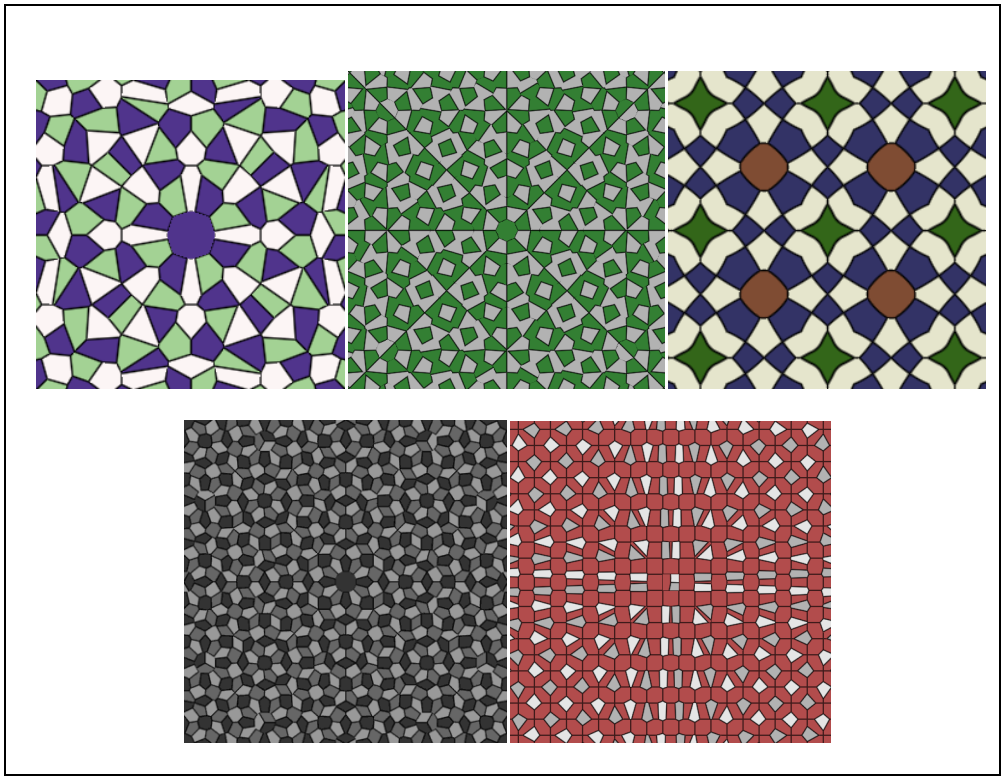
يعرف البحث الحالي النظام البنائي بأنه " الطريقة التكرارية التي تنتظم بواسطتها عناصر التصميم لتؤلف كل متكامل وتتحقق من خلالها القوانين الجمالية للتصميم" وتندرج تخطيطات الفرونوي ضمن النظم البنائية الشبكية .

الدراسات السابقة

١) دراسة : كريغ كابلان. مخططات الفرونوي والتصميم الزخرفي، أول ندوة السنوية للجمعية الدولية للفنون والرياضيات، والهندسة المعمارية. سان سباستيان، اسبانيا، ٧-١١ يونيو ١٩٩٩)

قامت هذه الدراسة بتطبيق مخطط الفرونوي لإنتاج تصاميم زخرفية جذابة بواسطه برنامج حاسوبي,حيث تم تطبيق البرنامج الذي يجعل مخطط فورونوي مجموعات من النقاط تغطي المساحه بشكل شيق. لكل زوج من الرسوم التوضيحية أدناه، الرسم على اليسار هو تخطيط يظهر مجموعة من النقاط المستخدمة لتوليد مسطح على اليمين. لاحظ أنه في كل حالة تم احداث شبكيات . وتختلف الشبكيات عن بعضها علي قدر إختلاف وضع النقاط حيث يتم توصيل النقاط ببعضها بناءا علي مدي قربهم من بعض ,ويتطلب ذلك حساب أكثر ذكاء للمسافات بين النقاط . ويركز البحث علي مميزات اثنين من مخطط فورونوي التي تجعل منها أدوات فنية مفيدة بشكل خاص ١) تحافظ علي التماثل عندما تستخدم لإنشاء تغطية شيقة للمسطح .٢) انشاء تغطيه للمسطح الزخرفي قابلة للتكرار المتوالد مع مراعات تغير اماكن النقاط والتي تخلق سلاسه ممكنه للرسوم العضوية المتحركة لتغطية المسطح. من خلال الرسم البياني ينتج مسطحات أعم .ويمكن أن تخلق بعض الصور الجميلة ومتنوعة وغالبا غير متوقعة .ويوضح شكل (٣) النماذج المفضلة .

وأفادت الدراسة موضوع البحث الحالي في التعرف علي كيفية تقسيم المسطحات إلي خلايا الفرونوي لتوليد تكرارات ممتدة للتصميم الزخرفي.



شكل (٣)
النماذج المفضله لشبكات الفرنونوي
(كريغ كابلان. مخططات الفرونوي والتصميم الزخرفي، أول ندوة السنوية للجمعية الدولية للفنون والرياضيات، والهندسة المعمارية. سان سباستيان، اسبانيا، ٧-١١ يونيو ١٩٩٩)

٢) ورقة عمل بعنوان "طريقة لابتكار صور فسيفساء عن طريق رسم بياني الفرونوي ", إعداد يوشينوريز. توشيوكي حاجه ,هنري يوهان,توموبوكي ,جامعة هوكايدو,جامعة طوكيو ,٢٠٠٢م

وتقترح هذه الورقة طريقة تقديم صورة غير واقعية وواقعيتها أن يخلق تأثير فني يسمى الموزاييك ,الطريقة المقترحة تقوم بتحويل الصور المقدمة من قبل المستخدم في صور الفسيفساء. ويقدم البحث طريقة تلقائية لتحويل الصور الي موزاييك باستخدام مخطط فورونوي .في مخطط بياني ينفذ ببرامج الحاسوب التي أصبحت أكثر شعبية ومعروفة لدي الجميع، حتي غير المتخصصين يمكنهم استخدام تطبيقات رسومات الحاسوب لخلق صور إصطناعية وبعض الصور التجارية . بعض من هذة التطبيقات تسمي تطبيقات(G) وتستخدم على نطاق واسع وتوفر هذه التطبيقات مجموعة متنوعة من الوظائف لخلق العديد من الآثار .واحد من الوظائف المتاحة تحويل الصور إلى صور الفسيفساء . في بعض البرامج يتم إنشاء الصور على غرار تصاميم الزجاج الملون (المعشق).

وتكمن اهمية البحث في تحويل الصورالي صور فسيفساء دون ان تفقد الصورة ملامحها كما كانت تحدث في السابق, أمثلة لذلك شكل (٤) .

شكل (٤)

تحويل الصور إالي فسيفساء بواسطة برامج الحاسوب (المرجع السابق)

٣) بحث بعنوان "من النظرية الأساسية في الجبر إلى الفن " للمؤلف: بولينوميجرافي , قسم علوم الحاسوب، جامعة روتجرز، مركز هيل، بوش الحرم الجامعي، ونيو برونزويك، الولايات المتحدة الأمريكية. .

يقدم المؤلف polynomiography، جسرا بين النظرية الأساسية في الجبر والفن. يوفر المؤلف أداة للفنانين لخلق صورة ثنائية البعد وتعتمد الصورة على حلول لمعادلة جبرية متعددة الحدود، ومختلف مخططات التلوين التفاعلية يتحكم فيها وظائف التكرار والعديد من المعالم الأخرى تحت سيطرة اختيار الفنان والإبداع. البرنامج يمكن أن يحجب كل من الرياضيات الأساسية، ويقدم أداة على سهله الاستخدام، ويتيح للفنان القدرات الفنية الانهائية.

٤) بحث بعنوان " توليد فركتلات من مخطط فورونوي".كين شيريف , قسم علوم الحاسب الآلي، ٥٧١ ايفانز هول، جامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا, الولايات المتحدة الأمريكية,Mar. 1993 .

وتصف هذه الورقة كيفية توليد أنماط كسورية من خلال إحداث متكرر لمخطط الفورونوي على مجموعة من النقاط. هذه الأنماط تشبه أشياء مثل عروق نبات وخرائط الطريق. من خلال تغيير درجة من تقسيم وتوزيع النقاط، ويمكن الحصول على أنماط الإنتاج المختلفة.

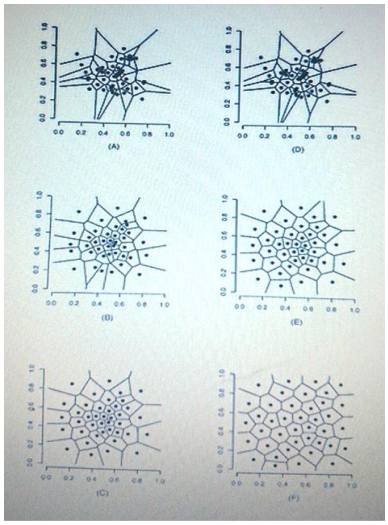
وأفادت الدراسة موضوع البحث الحالي في ربط التكرارات الفراتليه بنظام الفرونوي وإستحداث تطبيقها في التصميم .

٥) رسالة دكتوراة في الإحصاء بعنوان " تطبيقات لتحليلات الفرونوي عن طريق تحليل نقاط المسطح , جامعة كاليفورنيا ولوس أنجلوس ,٢٠٠٨

تقدم الدراسة تحليلات الفرونوي مفيدة في حل المشاكل التطبيقية والنظرية في مجالات تتراوح بين علم الفلك وعلم الأعصاب، وأنها أصبحت مفيدة على نحو متزايد في الإحصاءات المكانية .توفر هذه الأطروحة التطبيقات الجديدة، وأساليب، والموارد الحاسوبية المتعلقة بتحليلات الفرونوي يتم دراسة خصائص التوزيعية لخلايا الفرونوي الناجمة عن التغطية بالفسيفساء من الزلازل جنوب كاليفورنيا .يقدم هذا العمل أساليب جديدة للزلازل ، وأفادت الدراسة البحث الحالي في كيفية رسم خلايا الفرونوي.

٦) بحث بعنوان " إنشاء صور الزجاج الملون بإستخدام مخططات الفرونوي" للمؤلف ميشيل كورباج , (mgorbac1@cs.swarthmore.edu)

استخدم الباحث الرسم البياني لخلق صورة فلتر "الزجاج الملون" تم احتساب الرسم البياني من خلال استغلال العلاقة الثنائية مع تثليث ديلوناي وقد استخدم الرسم البياني لخلق صورة فلتر "الزجاج الملون" تم استغلال العلاقة الثنائية مع تثليث ديلوناي كما بشكل (٥)



شكل (٥)

رسوم بيانيه توضح كيف يمكن تقسيم السطح بواسة العلاقات الجبرية بين الفرونوي وتثليث ديلوناي لإنتاج تقسيمات تصلح لتنفيذها في رسوم الزجاج المعشق (المرجع السابق)

الإطار النظري

ينقسم الي ثلاث محاور

أولا : كيفية رسم خلايا الفرونوى .

ثانيا : تصنيف لأنواع مخططات الفرونوي في مجال التصميم.

ثالثا : تطبيقات استخدام مخطط الفرونوي في المجالات الأخري .

أولا : كيفية رسم خلايا الفرونوى .

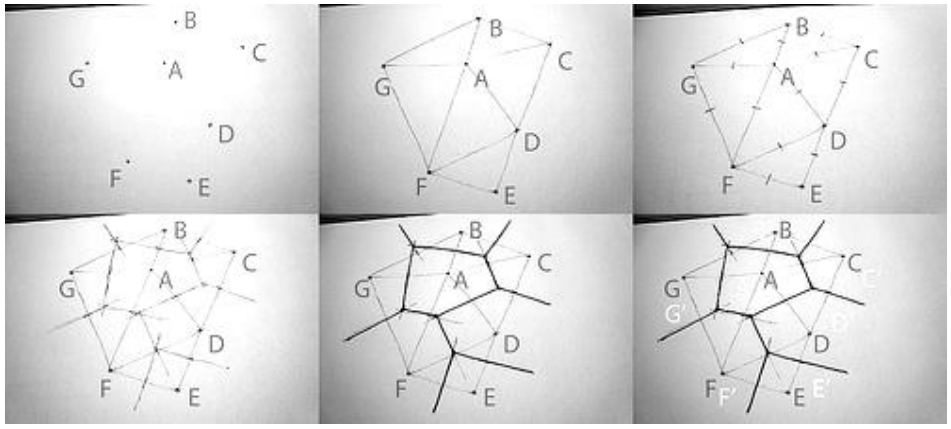
الخطوة الأولى : نرسم عدة نقاط عشوائية (A,B,C,D,G.F)

الخطوه الثانية : نختار أى نقطة فى المنتصف تقريبا ونوصلها خطيا بأقرب نقاط , ثم نقوم بتنصيف هذه الخطوط بخطوط عمودية .

الخطوة الثالثة : نوصل الخطوط العموديه ببعضها لتعطى أول خلية.

الخطوة الرابعة : نكمل بنفس الطريقه باقى النقاط لتعطى باقى الخلايا .

كما بشكل (٦) التالى .



شكل (٦)

طريقة رسم خلايا الفرونوي

(٧٠ :١١)

ثانيا : أنواع تخطيطات الفرونوى في مجال التصميم

١) فرونوي منتظم (الموجود في زخارف الفنون المختلفة) .

٢) فرنوي شبه منتظم (الفرونوى الناشئ عن الفراكتل)

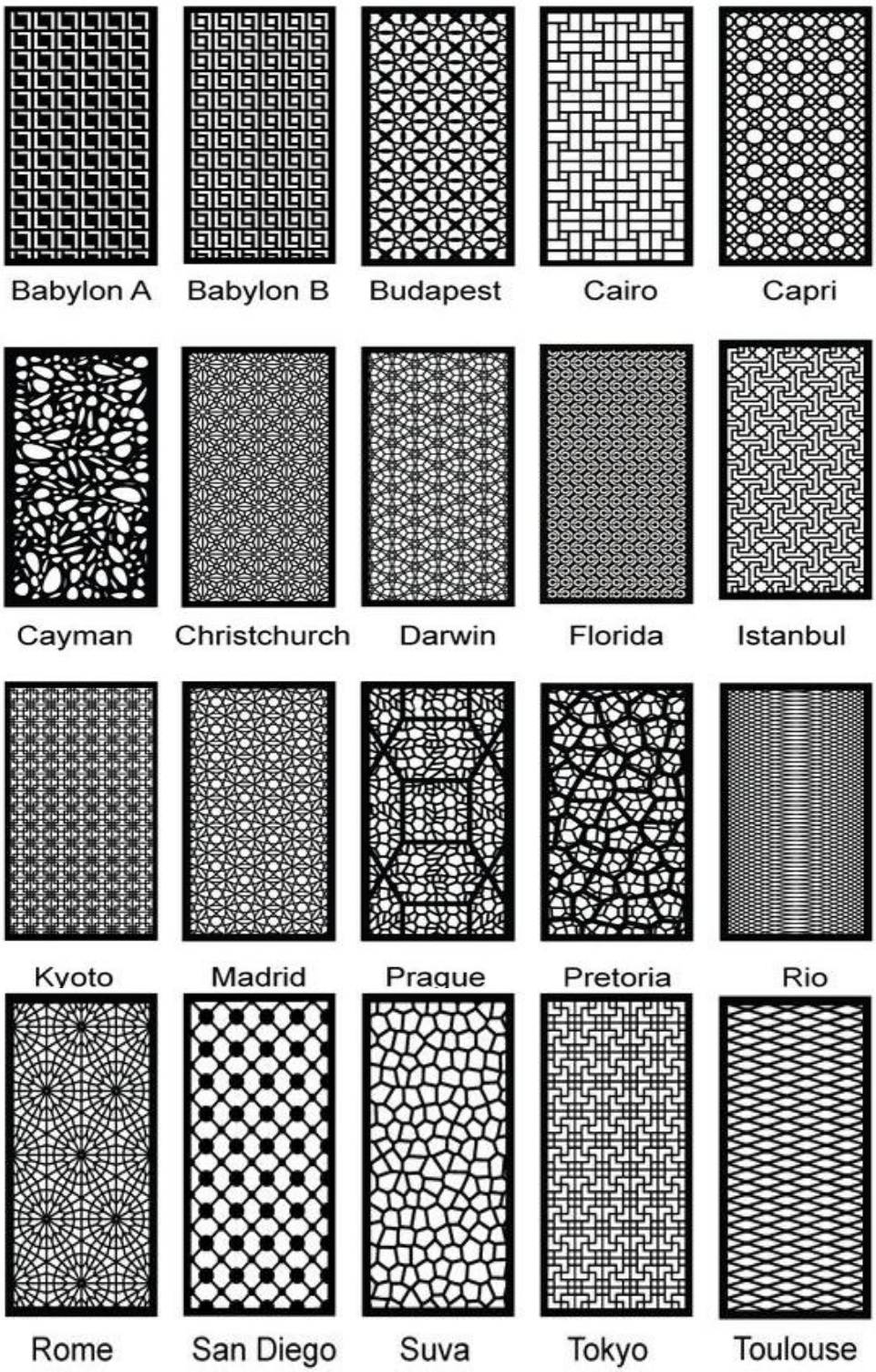
٣) فرونوي غير منتظم (الفرونوى فى الطبيعة)

أولا : فرونوي منتظم (الموجود في زخارف الفنون المختلفة) .

بعد قيام الباحثة بدراسة نظم تخطيط الفرونوي وكيفية رسمها بيانيا بالرسم الباشر أو عن طريق برامج الحاسوب , وكيف يمكن إعداد عدد لا نهائي من الرسوم الزخرفية المنفذه بهذا الأسلوب , إكتشفت الباحثة وجود تشابة وارتباط بين طريقة تصميم خلايا الفرنوي وطريقة تصميم بعض الزخارف لبعض الفنون كما بشكل (٧) والذي يوضح أنماط لبعض الزخارف من الفنون المختلفه للبلاد المختلفة وهي: (القاهرة , بابل , فلوريدا , اسطنبول , مدريد , طوكيو , سان ديجو , روما , فيينا , واشنطن) والتي تشترك في بنائها علي إعتمادها علي خلايا الفرنوي حيث تبدو كل المساحات والوحدات الزخرفية بأحجامها المختلفة في هيئة خلايا الفرنوي وإن لم يكن المصمم الزخرفي قاصدا إحداث تقسيم الفرونوي بعينه .

وقد لاحظت الباحثه إنتظام تقسيم المساحات الزخرفيه (خلايا الفرنوي) ألي حد كبير وإعتمادها علي التكرار بأنواعه لتكوين مساحات ممتدة , لذا تم تصنيف تلك الزخارف ضمن خلايا الفرنوي المنتظمة .

ويمكن للمصمم استحداث زخارف جديدة بواسطة تخطيطات الفرنوي المنتظم ومن السهل تصميمها بواسطة برامج الحاسوب لتنتج حلولا تصميمية غاية في التنوع والدقة والجمال .



شكل (٧)

- نظم شبكية للفنون المختلفه يتضح فيها خلايا الفرونوى(www.pinterest.com)

ثانيا : فرنوي شبه منتظم (الفرونوى الناشئ عن الفراكتل)

يختص الفراكتل بوصف خصائص الأشياء فى الطبيعة ولذلك فهى تهتم فى التحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاوله تفسيرها وفقا لخصائصها الفراكتلية ولذلك فإن هندسة الفراكتل ترتبط وبشكل كبير بالعالم المحيط بنا

يعرف الفراكتل فى القاموس الإلكترونى على أنه " نمط هندسى يتكرر على مقاييس تتزايد فى الصغروتؤدى إلى أشكال وأسطح غير منتظمة لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة الإقليدية "(٣ : ٢٩)

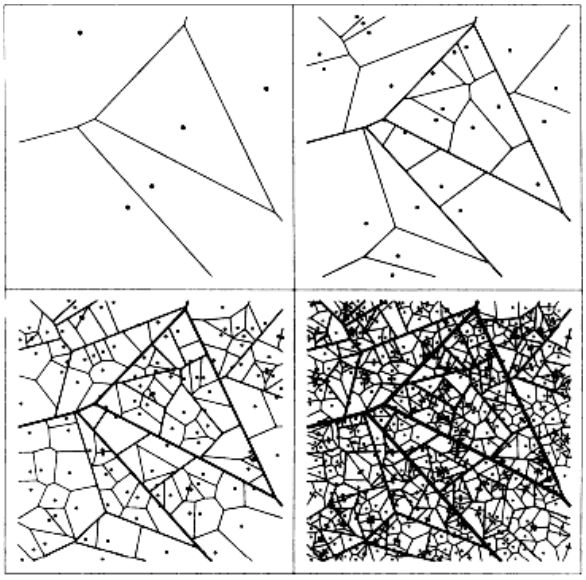
ويشترك الفرنوي والفراكتل في ما يلي :

- يختصا بوصف خصائص الأشياء فى الطبيعة ولذلك فهما يهتمان بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاوله تفسيرها وفقا لخصائصها الهندسية .
- كلا منهما عبارة عن كائن هندسي يتصف بالخشونة وعدم الانتظام على كل المقاييس، ولهذا يبدو في جوهره وكأنه 'مكسور' وقد يميل إالي الإنتظام شيئا ما الا انه يحافظ علي هيئتة الكسسورية .-
- يعتمد كلاهما علي تنوع حجم المساحات الداخله في تكوينها إلا أن تخطيط الفرنوي يمكن ان يصمم بمساحات ثابتة.
- يعتمد علي تكرار المساحات والوحدات لإنتاج أسطح ممتدة اذا أراد المصمم ذلك .

والكسيرية أو الفركتل . ببساطة، يمكن تعريف الفركتلات على أنها صور مقسمة إلى أجزاء، كل منها يبدو مماثلاً للأصل. تحتوي الفركتلات في طياتها معنى اللانهاية، ويبدي بعضها بنية تتصف بالتشابه الذاتي على كل المقاييس، ومختلف مستويات التكبير. في معظم الحالات، يمكن توليد الفركتل من خلال تكرار معين.....

كيف يمكن انشاء فراكتل بواسطة مخطط الفرنوي

" يتم إنشاء مخطط فورونوي من مجموعة من النقاط من خلال تقسيم المسطح الي مناطق، حيث تتكون كل منطقة من المناطق من النقاط الأقرب اليها.كما بالشكل (٨).



شكل (٨)

إنشاء مخطط فرونوي من عدة نقاط(١٦٥:٧)

أولا : إنشاء مخطط فورونوي من بعض النقاط .

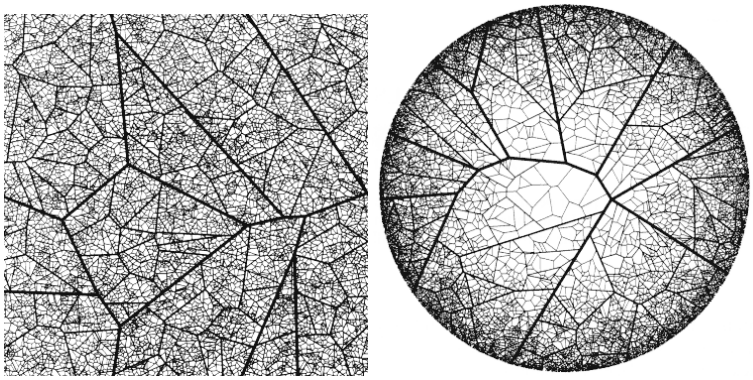
ثانيا : تكرار هذه العملية بنظام الفرونوي .

ثالثا : اعادة التقسيم مرة أخري في الساحات الناتجة من التقسيم السابق.

رابعا : تكرار العملية مرة أخري .

وتوضح الصورة التالية بنية تشبه أوراق التي يمكن إنشاؤها بواسطة هذه التقنية.

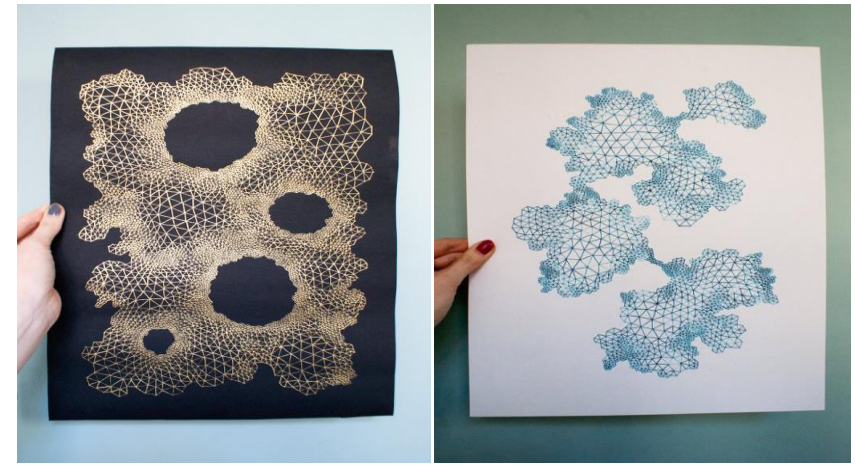
إذا تم توزيع النقاط في شكل دائرة، ومثل كسورية كما بشكل (٩) .



شكل (٩)

مخطط فرونوي في تكوين دائري (١٦٧:٧)

الصور التالية توضح انشاء التكرار الفراكتلي من مخططات الفرونوي .



حبر ذهبي علي ورق　　ألوان مائية علي ورق

شكل (١٠)

إنشاء فراكتل من تخطيط الفرونوي

للفنانة (Maren Bruin)

pachipachiworld.tumblr.com　　***deepchrome.deviantart.com***

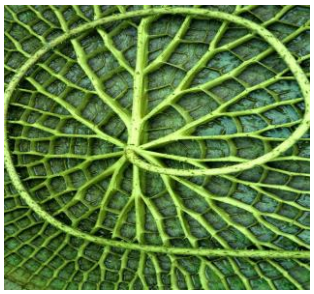
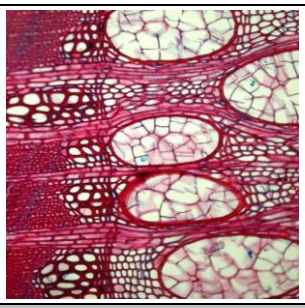
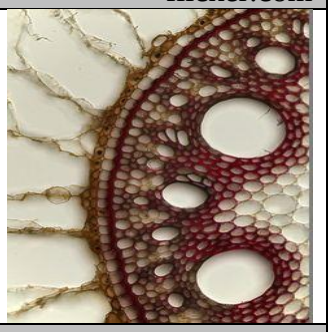
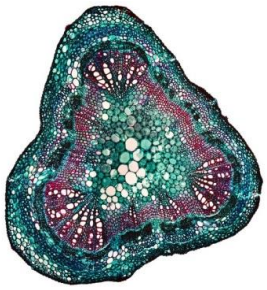
شكل (١١)

تصميم ببرامج الجرافيك

ثالثا : فرونوي غير منتظم (الفرونوى فى الطبيعة)

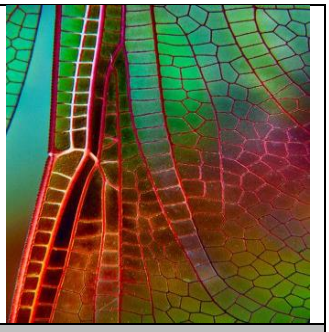
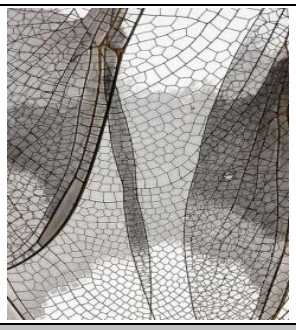
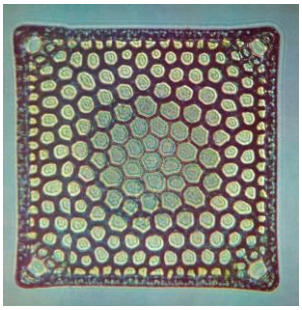
تعتبر الطبيعة مصدر خصب لأي فنان وأساس لإكتشاف العديد من الأنظمة الرياضية مثل مخطط الفرنوي والمتواجد بكثره في الأشياء والظواهر في الطبيعة " فمثلا الأوردة الدقيقة لجناح الياعسوب , شقوق الطين اليابس , النظام الإنشائي لورقة النبات , جميعهم يشتركون في نظم هندسية واحدة , ببساطه التقسيم السطحي لهم يبدو مقسم الي مضلعات محدبة قد تكون مفيدة لمرونة توزيع المواد الغذائية علي سطح ورقة النبات أو تكون نتيجة التوتر السطحي للورقة , دعنا نري مسطح ورقه النبات عباره عن مجموعة من النقاط المبعثرة ومهمتنا هي تقسيم السطح الي مجموعة من المضلعات المحدبة بحيث تنشي النقطه مضلع محدب , ثم يتم توصيل المضلعات ببعضها وينتج ما يطلق عليه مخطط الفرنوي "

(٦ :٢٦٤) ومن الأمثله المرئية لمخطط الفرنوي في الطبيعة شكل (١٢),(١٣).

		
نبات flicker.com	خلايا الطحالب الخضراء flicker.com	Tree of heaven section flicker.com
		
المقطع العرضي للجذر قصب السكر ecommercecosmos.com	فول الصويا الجذعية الصليب القسم تحت مجهر تصوير :كيفن راموس على Fivehundredpx	انسجة القطن pinterest.com

شكل (١٢)

مخطط الفرونوي في النبات

		
جناح الياعسوب ,تصوير Harold Davis	***جناح بعوضة*** parametricworld.tumblr.com	دياتومات تحت المجهر shapeshifting.tumblr.com

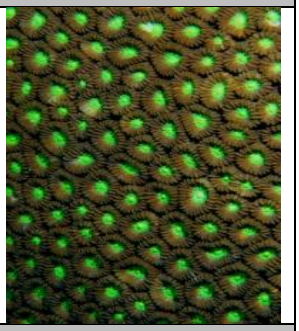



Image by JennyHuang	dailydoseofcolor.com	المقطع العرضي للخلايا. scientificamerican.com

شكل (١٣)

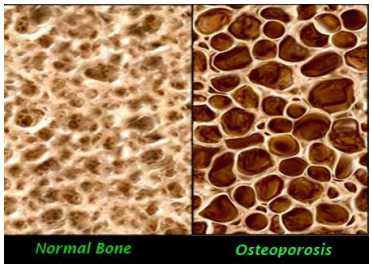
مخطط الفرونوي في الأنسجة المختلفة

من خلال العرض السابق نلاحظ ان خلايا الفرنوي الموجودة في الطبيعة تتسم بعدم الإنتظام والإختلاف الكبير في نظام التشكيل ومساحة الخلايا ولذا قام البحث الحالي بإدراجها ضمن النوع الثالث وهو الفرنوي الغير منتظم .

ثالثا : تطبيقات استخدام مخطط الفرونوي في المجلات الأخري .

- علوم طبيعية

في علم الأحياء، وتستخدم مخطط فورونوي في تصميم نموذج لعدد من الهياكل البيولوجية المختلفة، بما في ذلك الخلايا الانشائية المصغرة مثل العظام شكل (١٤).

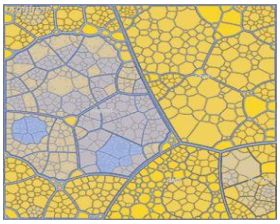


شكل (١٤)

(صورة مجهرية لخلايا العظام والتي تبدو مقسمة بنظام خلايا الفرونوي وتختلف مساحات الخلايا في الاتساع والضيق تبعا لمستوى هشاشة العظام حيث تظهر الصورة اليمني هشاشة العظام فنجد الخلايا واسعة ,بينما الصوره اليسري تظهر عظام طبيعية فنجد الخلايا مندمجة).

- في علم المياه. وتستخدم مخطط فورونوي لحساب معدلات سقوط الأمطار في منطقة ما، بناء على سلسلة من قياسات النقط في هذا المكان .
- في علم البيئة . وتستخدم مخطط فورونوي لدراسة أنماط نمو الغابات والغابات ، ويمكن أن تكون أيضا مفيدة في تطوير نماذج تنبؤية لحرائق الغابات.
- في الكيمياء الحسابية. وتستخدم خلايا الفرونوي يحددها مواقف نوى في جزيء لحساب رسوم الذرية . ويتم ذلك باستخدام الفرونوي لطريقة كثافة التشوه.
- في الفيزياء الفلكية .وتستخدم مخطط فورونوي لتوليد مناطق تجانس مكيفة من على الصور، مضيفا تدفقات إشارة على كل واحد .ويتمثل الهدف الرئيسي لهذه الإجراءات هو الحفاظ على نسبة ثابتة نسبيا الإشارة إلى الضوضاء على كل صورة.
- في ديناميات الموائع الحسابية، والتغطية بالفسيفساء Voronoi من مجموعة من النقاط يمكن استخدامها لتحديد المجالات الحسابية المستخدمة في الطرق حجم محدود، على سبيل المثال، كما هو الحال في رمز علم الكونيات.–
- في التشخيص الطبي، النماذج القائمة على الرسوم البيانية الفرونوي مثل أنسجة العضلات يمكن أن تستخدم لكشف الأمراض العصبية والعضلية.
- في علم الأوبئة، ومخطط فورونوي يمكن أن تستخدم لربط مصادر العدوى في الأوبئة .وقد تم تنفيذ أحد التطبيقات الأولى من مخطط فورونوي التي كتبها جون سنو لدراسة شارع واسع تفشي وباء الكوليرا ١٨٥٤ في سوهو، إنجلترا .وقال انه تبين الترابط بين المناطق السكنية على خريطة وسط لندن التي كان باستخدام مضخة مائية محددة من السكان، والمناطق مع معظم الوفيات الناجمة عن تفشي المرض.

- في الهندسة : في الفيزياء البوليمر، مخطط فورونوي يمكن استخدامها لتمثيل كميات مجانية من البوليمرات.
- في علم المواد. المواد المجهرية مثل الكريستالات في السبائك المعدنية وعادة ما يمثل باستخدام تحليل الفرنوي .في فيزياء الحالة الصلبة حيث يتم تحليلها مجهريا بتخطيط الفرنوي.
- في مجال الطيران. فرضيه مخطط فورونوي على مخططات التآمر المحيطية لتحديد أقرب مطار لتحويل في الطيران , كما تقدم طائرة من خلال خطة رحلة لها-.
- في التعدين. وتستخدم المضلعات الفرونوي لتقدير احتياطيات المواد الثمينة والمعادن، أو الموارد الأخرى .وتستخدم دراسة الآبار قبل دخول استكشافية على أنها مجموعة من النقاط في المضلعات الفرونوي



شكل (١٥)

خرائط التعدين

- علم الهندسة. في بناء هيكل بيانات لتحديد موقع نقطة ما, يمكن أن يبنى على أعلى من مخطط فورونوي من أجل الإجابة على الاستفسارات أقرب الجيران، حيث كان أحد يريد أن العثور على الكائن الأقرب إلى نقطة استفسار معين .أقرب الاستفسارات جارة لها العديد من التطبيقات .على سبيل المثال، يمكن للمرء أن تريد العثور على أقرب مستشفى، أو الكائن الأكثر مماثلة في قاعدة بيانات .تطبيق واسع هو تكميم ناقلات، وتستخدم عادة في ضغط البيانات وفي الهندسة يمكن أيضا استخدام مخطط فورونوي في العثور على أكبر دائرة فارغة وسط مجموعة من النقاط، وفي مضلع أرفق .مثلا لبناء سوبر ماركت الجديد قدر الإمكان من كل تلك القائمة.

ويضيف البحث الحالي تطبيق استخدام مخطط الفرونوي في مجال الفنون البصرية وبالتحديد في مجال التصاميم الزخرفيه حيث يمكن احداث انماط هندسية مختلفة محدثه ملامس خطية عديدة لاستحداث تصاميم جديدة .

التجربة الذاتية

قام البحث الحالى بإعداد تصاميم قائمة علي النظام البنائي الشبكي بإستلهام خلايا الفرونوي ونفذت بألوان جواش علي ورق.

أولا : التصميم الأول

شكل (١٦) التصميم الأول من إعداد الباحثة

إستلهمت الفكرة من خلايا الفرونوي الموجودة في الطبيعة (تشققات الأرض) والتي تتسم بالعشوائية, وإستخدمت درجات البني والأحمر الداكن المساحات لإحداث الإيقاع والتغيير في المجموعات اللونية لإحداث التباينات اللونية .

ثانيا: التصميم الثاني

شكل (١٧) التصميم الثاني من إعداد الباحثة

استلهمت الفكرة من خلايا الفرونوي المحدثة تكرارات فراكتلية ,في التصميم حيث تتكرر الوحداث من الصغر للكبر في نظام فراكتلي , تنوعت المجموعات اللونية بشكل يؤكد التكرار حيث تتجه الألوان الي الدرجات الفاتحه كلما زاد حجم خلية الفرونوي.

ثالثا : التصميم الثالث

شكل (١٨) التصميم الثالث من إعداد الباحثة

يتكون من خلايا فرونوى شبه دائرية متدرجة في الحجم ترتبط ببعضها بخطوط لتنشئ خلايا اخري بينيه , ثم تم تقسيم التصميم إلي شرائططوليا وإعاده ترتيب الشرائح مع أرضية مغايرة لونيا ثم إعادة ربطها بخلايا الفرونوي .

شكل (١٩) تحويرالتصميم الثالث من إعداد الباحثة

رابعا : التصميم الرابع

شكل (٢٠) التصميم الرابع من إعداد الباحثة

التصميم قائم علي شبكة خطيه من خلايا الفرونوي مصدرها منتصف التصميم تقريبا , وتذيد الخلايا اتساعا ويذداد حجمها كلما ابتعدت عن نقطه المركز , كما تنوعت المجاميع اللونية ما بين الدرجات الساخنة والباردة كما تزداد الألوان قتامة كلما اقتربنا من مركز الشبكية .

شكل(٢١) تحوير التصميم الرابع من إعداد الباحثة

رؤية جديدة للتصميم الرابع : تم تقسيم التصميم الي مساحات كل مساحة تشكل خلية فرونوي ثم إعادة وضعها عشوائيا علي أرضية أخري وتلوين المساحات البينية بخلايا فرونوي أخري تربط الخلايا الرئيسية السابقة.

خامسا : التصميم الخامس

شكل (٢٢) التصميم الخامس من إعداد الباحثة

إستلهم التصميم من خلايا الفرونوي الموجودة في الأنسجة النباتية والآدمية حيث اتسمت بتنوع الحجم والإتجاه , اعتمد التصميم علي الإتزان الوهمي وتنوع المجاميع اللونية الإ أن أغلبها يميل إلي الدرجات الفاتحة محل إستلهام التصميم .

النتائج والتوصيات

_ توصلت نتيجة البحث إلي إمكانية إستخدام مخطط الفرونوي كنظام بنائي للتصميم الزخرفي.

- كما توصي الباحثة بمحاولة البحث في قوانين الطبيعة التي تمكن المصمم من الحصول علي القوانين الجمالية التي تثري مجال التصميم الزخرفي .

المراجع

الكتب العربية

١- علي السلمي , إتجاهات جديدة في الفكر التعليمي , عالم الفكر , العدد الرابع.

الكتب المترجمة

٢- أرنست فيشر , ضرورة الفن , ترجمة أسعد حليم , الهيئة المصرية العامة للكتاب , مكتبة الأسرة ,١٩٩٨

الرسائل العربية

٣- سارة يوسف محمود صبحى , الإفادة من أسلوب الفراكتل كمدخل لصياغات تشكيلية للمشغولات الفنية , رساله دكتوراة , كلية التربية النوعية , جامعة المنصورة ٢٠١٠م

الكتب والرسائل الأجنبية

4_ Craig Kaplan," Phrases and decorative design". ISAMA '99, First Annual Symposium of the International Society of Arts and Mathematics, Architecture. San Sebastián, Spain, 7-11 June 1999.

5_ Christopher David Barr, PhD thesis entitled'' Applications of Voronoi Tessellations in Point Pattern Analysis" Philosophy in Statistics University of California and Los Angeles,2008.

6_ georg glaeser, Book of'' Nature and Figures Geometric photographs " , Institute of Art and Technology, University of Applied Arts Vienna Austria Printed in the printer ambra 2013

7_ Kim Sherriff, Research entitled "Generating Fractals from the Voronoy Plan'', Department of Computer Science, 571 Evans Hall, University of California, Berkeley, California, USA, March 1993

8_ Lars-Peter Fritzsche, Heino Hellwig, Stefan Hiller, Oliver Deussen, '' Interactive design of authentic looking mosaics using Voronoi"- structures Dresden University of Technology, Germany, University of Konstanz, Germany.

9_ Michael Gorbach , Research entitled '"Image Stained Glass using Voronoi Diagrams".

10_ polynomiography, Search title " From the basic theory of algebra to art "Department of Computer Science, Rutgers University, Hill Center, Bush Campus, New Brunswick, USA.

11_ steven fortune, - The Book of "The Francois and Delonay Triangulation" Bibliography bell, 600mountain avenue murray hill, usa

12_ Yoshinorez, Toshiyuki Haga, Henry Johann, Tomoyuki," Method for creating mosaic images by a fronware diagram'', Hokkaido University, Tokyo University, 2002-

المواقع الإلكترونية

- وكبيديا الموسوعة الحره
- www.pinterest.com

دراسة لتخطيط الفرونوى كنظام بنائي للتصميم الزخرفي

د / سارة مصطفى منصور الدبوسى

مدرس التصميم والزخرفة_ كلية التربية النوعية _ جامعة المنصورة

ملخص البحث

يعتبر مخطط الفورونوي من الأنظمه البنائيه الموجوده في الطبيعة كتشققات الأرض أو تفريعات ورقه الشجر والتي تفيد دراستها مجال التصميم الزخرفي ,وتتكون خلايا الفرونوي مجموعة من النقاط توضع في مساحة بتخطيط معين يعتمد علي قربها من بعضها في مجموعات ويتم توصيل تلك النقاط لإنتاج شبكه من الخلايا تشبه شبكة العنكبوت ويختلف شكل الشبكه بإختلاف عدد وأماكن وضع النقاط الداخلة في تكوينها. وقد استخدم مخطط الفورونوي على نطاق واسع في مجال الهندسة والتخصصات العلمية، ولكن إمكانية استخدامها لخلق تصميمات زخرفية مجردة غير مستكشفة إلى حد كبير , وتقدم تخطيطات الفرونوي بأنواعها (المنتظمة – شبة المنتظمة – غير المنتظمة) وسيلة جديده لتغطية المسطح الزخرفي عن طريق إحداث التكرار الممتد لخلايا الفرونوي , وتتيح دراسة تلك التخطيطات الي التعرف علي بعض الأنظمه البنائيه الموجوده في الطبيعه وربطها بأنظمه أخري كنظام الفراكتال , كما تتيح الدراسة إمكانية تذوق الفنون الزخرفية التراثيه من منظور تخطيط الفرونوي.

Abstract

The voronoi Planned is one of the structural systems found in nature, such as earth cracks or tree branches, which benefit the study of decorative design, voronoi cells consist of a number of points placed in a specific planning area, depending on their proximity to each other in groups. These points are connected to the production of a network of cells similar to the spider web. The shape of the web varies according to the number and places of the points in the composition, Layouts of all types (regular - semi-regular - irregular) provide a new way to cover the decorative surface by making extended stretches of the voronoi cells, The study of these plans allows to identify some of the structural systems found in nature and linking them with other systems such as fractal system. The study also allows the possibility of tasting the traditional decorative arts from the perspective of the voronoi Planned.