ملاءمة الخوارزميات الوراثية والأتمتة لاستخدامهما لاختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل مجموعات الهنكارات في جميع المواقع

د.م. حمزة علي* – د.م.غصون دنهش** – م.نسيب زعرور***

(الإيداع: 11 كانون الثاني 2024 ، القبول: 24 آذار 2024)

الملخص:

من المسائل المهمة في الإدارة الهندسية و التي تحتمل عدد كبير جداً من الحلول هي مسألة اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات (مثلاً ثلاث تصاميم معتمدة لثلاث هنكارات في الموقع الواحد) هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل و ذلك للحصول على أقل كلفة ممكنة للهنكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية.

تُعتبر نظرية الخوارزميات الوراثية من أفضل الطرق الرياضية التي تُستخدم لإيجاد الحل الأمثل للمسائل التي تحتمل عدد كبير جداً من الحلول. في هذا البحث سيتم مُلاءمة الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لكي تصبح قادرة على حل المسألة المذكورة أعلاه حيث يتم التعبير عن مكونات المسألة المطروحة بنموذج مناسب و سنبين خصائص الخوارزميات الوراثية و الأتمتة المستخدمة للتعامل مع هذه المسألة.

الكلمات المفتاحية: هنكار معدني ، خوارزميات وراثية ، أتمتة

* استاذ مساعد في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

** مدرس في قسم الهندسة الإنشائية بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

Fitting the Genetic Algorithms and Automation for use to selection of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of matching warehouse groups in all locations

Dr. Hamza Ali* – Dr. Ghosoun Danhash - Eng. Nassib Zaarour*****

(Received: 11 January 2024, Accepted: 24 March 2024)

ABSTRACT:

one of the important problems in engineering management that has a very big number of solutions is selecting designs of steel warehouses (that are capable to be disassembled and assembled) of mobile plant for buildings demolition resultants recycling in case that the group of adopted designs of warehouses (for example three adopted designs for three warehouses in a location) is the same in all locations that the mobile plant will locate in, In order to get the minimum cost of the warehouses in the conditions of steel element limitations.

The genetic algorithms theory is considered as one of the best mathematical methods which are used to find the optimum solution of problems that have a very big number of solutions. In this research we will fit genetic algorithms and automation to be capable of solving the problem mentioned above where the components of the problem are expressed by suitable model and we will show the properties of genetic algorithms and automation that was used to deal with this problem.

Keywords: steel warehouses, genetic algorithms, automation

***Assistant Professor in the Department of Engineering Management and Construction, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.**

****Lecturer in the Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.**

*****Graduate student (PhD) in the Department of Engineering and Construction Management, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.**

1: مقدمة:

ان اعادة التدوير هي من المجالات الحديثة الي دخلت حيز التنفيذ في مختلف المجالات نظراً لأهميتها الاقتصادية

ان استخدام نواتج هدم الابنية هو من المسائل شديدة الاهمية وخصوصاً عندما تكون كمية نواتج الهدم كبيرة

إن المعمل المؤقت لاعادة تدوير نواتج هدم الابنية ضمن هنكارات معدنية سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى

و توجد حاجة لاستخدام هنكارات معدنية مؤقتة في معمل اعادة التدوير و يتم تفكيك هذه الهنكارات و اعادة استخدام القطع المعدنية المفككة لتركيب هنكارات مؤقتة في معمل اعادة التدوير الجديد و ذلك ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة.

توجد دراسات سابقة لانشاء اطارات معدنية و جوائز شبكية معدنية بهدف امثلية تصميم العناصر المعدنية حيث درس (Hagishita et la, 2008) أمثلية اطار معدني بهدف الحصول الوزن الكلي الانشائي الأصغري باستخدام البحث المبعثر و قد عالج (Talaslioglu et la, 2010) أمثلية شبكة القضبان بهدف تصغير وزن شبكة القضبان و انتقالات عقدها وقد وصف (Yonekura et la, 2010) امثلية اطار ثنائي الابعاد بطريقة الفروع و القيود بحالة عدم التأكد من الحمولات. أكد (Walls et la, 2010) على وجود جهد حسابي كبير حيث استعمل طريقة الامثلية التكرارية للحصول على الكتلة الأصغرية لإطار متعدد الطوابق و قد استخدم (Patel et la, 2012) شبكات عصبية احتمالية لجائز شبكي لتصغير طاقة التشوهات و استخدم (Zegard et la, 2014) طريقة تقريبية للجائز الشبكي و لكنها لا تصلح إلا للجوائز الشبكية و هي تعالج تصغير وزن المعدن

نلاحظ إن الدراسات السابقة لم يتم فيها دراسة امثلية اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية التي سيتم تفكيكها واعادة تركيبها حيث أن معمل اعادة التدوير سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى

2: هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى مُلاءَمة الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لتصبح قادرة على اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل كلفة ممكنة للهنكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية و ذلك بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل . أي يتم اعتماد تصميم لكل هنكار من الهنكارات المطلوبة في الموقع الواحد فمثلاً لحالة وجود ثلاثة هنكارات في الموقع الواحد سيتم اعتماد تصميم لكل هنكار من هذه الهنكارات الثلاثة (أي سيكون لدينا ثلاثة تصاميم معتمدة و كل تصميم منها متعلق بهنكار من الهنكارات الثلاثة)

3: عرض المسألة المطروحة :

إن المسألة المطروحة هي: مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع و سنبينها كما يلي:

إن المعمل المؤقت لاعادة تدوير نواتج هدم الابنية يتضمن هنكارات معدنية (ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة) و هذا المعمل المؤقت سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى

إن موقع المعمل و تصميم الموقع في كل منطقة سيتوضع فيها المعمل هي من المعطيات و الهنكارات مكونة من جملة اطارات بوابية احادية الفتحة و ذات طابق واحد (طابق ارضي فقط بدون قبو) حيث يتغير طول المبنى بحسب عدد الاطارات البوابية المتتالية (لها نفس التباعد فيما بينها) و يمكن أن تصنف الهنكارات وظيفياً إلى:

هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين المنتجات الخرسانية و هنكارات معدنية تُستخدم كمساكن للعمال و هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين نواتج الهدم غير الخرسانية وهي (الحديد و الخشب و الزجاج) و تختلف المساحة

الافقية و الابعاد للهنكارات حسب وظيفة كل منها و قد لا تكون جميع هذه الأصناف مطلوبة للمعمل المتنقل و ذلك حسب خطة عمل المعمل المتنقل.

ان المساحة الافقية و مجال الابعاد للهنكار و(هل الهنكار مطلوب أم لا) لكل صنف من أصناف الهنكارات المعدنية و كذلك محدودية و خصائص العناصر المعدنية المتوفرة هي من المعطيات ولا توجد محدودية لعناصر الوصل و لعناصر التغطية للهنكارات.

المطلوب هو اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل كلفة ممكنة للهنكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية و ذلك بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل .

فإذا كان لدينا عدد n من الهنكارات في الموقع الواحد فعندئذ سيتم اعتماد تصميم لكل هنكار من هذه الهنكارات التي عددها n فإذا رمزنا بـ de_1 كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 1

و رمزنا بـ de_2 كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 2

و هكذا حتى الرمز de_k كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم k

وبالتالي سيكون لدينا مجموعة تصاميم معتمدة (de_1, de_2,……, de_k) في الموقع الواحد و كل تصميم منها متعلق بهنكار من الهنكارات التي عددها k و التصاميم المعتمدة (de_1, de_2,……, de_k) لمجموعة الهنكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل

تم تصنيف الادخالات (المعطيات) ضمن مجموعة من جداول البيانات و التي يتم الربط فيما بينها و من اهم هذه الجداول

3-1: جدول خصائص المقاطع fr_properties_of_sections:

و يحوي خصائص الفولاذ المتوفر لتنفيذ الهنكارات و يحوي الاعمدة التالية: ID و section_name و steel_grade و steel_table و section_type و profile_in_list و weight kg/m و count_of_lengths و مجموعات:

length و count و price_per_1_steel_section

الجدول رقم (1) : جدول خصائص المقاطع fr_properties_of_sections:

ID	section_name	steel_grade	steel_table	section_type	profile_in_list	weight kg/m	count_of_available_lengths	length	count	price_sp_per_1_steel_section	length	count	price_sp_per_1_steel_section
1	254x254_UC73	S275	UK5	UC	23	73.1	1	12	200	2632000			
2	203x203_UC46	S275	UK5	UC	28	46.1	1	18	250	2490000			
3	152x152_UC37	S275	UK5	UC	29	37	2	12	200	1332000	18	100	1998000
4	114.3X3.6_CHS	S275	UK5	CHS	21	3.09	1	12	250	112000			
5	139.7x5.0_CHS	S275	UK5	CHS	24	8.38	1	18	275	453000			
6	168.3x5.0 CHS	S275	UK5	CHS	28	9.83	1	12	250	354000			
7	168.3x10.0 CHS	S275	UK5	CHS	31	16.6	1	12	200	598000			
8	914x305_UB289	S275	UK5	UB	3	289	1	18	275	15606000			
9	838x292_UB176	S275	UK5	UB	9	176	1	12	250	6336000			
10	686x254_UB152	S275	UK5	UB	15	152	1	18	200	8208000			
11	457x191_UB98	S275	UK5	UB	30	98.3	1	18	275	5309000			

3-2: جدول الحالات للعناصر fr_cases_for_members:

و يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر المذكور في الجدول fr_properties_of_sections و يحوي هذا الجدول الأعمدة member_type وcount_of_cases و مجموعة section

الجدول رقم (2) : جدول الحالات للعناصر fr_cases_for_members:

member_type	count_of_cases	section	section	section	section
post	3	254x254_UC73	203x203_UC46	152x152_UC37	
roof_bracing	4	114.3X3.6_CHS	139.7x5.0_CHS	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS
longitudinal_bracing	4	114.3X3.6_CHS	139.7x5.0_CHS	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS
door	2	150x90_PFC24	125x65_PFC15		
column	4	914x305_UB289	838x292_UB176	686x254_UB152	457x191_UB98
rafter	4	914x305_UB289	838x292_UB176	686x254_UB152	457x191_UB98
purlin	4	172_Z_14	202_Z_15	232_Z_16	262_Z_16
rail	4	172_Z_14	202_Z_15	232_Z_16	262_Z_16

3–3: جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة :fr_cases_for_variable_data_of_design

ويحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية حيث يحوي الجدول الاعمدة : id و warehouse وvariable_data_of_design و count_of_cases و مجموعة value

الجدول رقم (3) : جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة fr_cases_for_variable_data_of_design:

id	ware-house	variable_data_of_design	count_of_cases	value	value	value	value
1	wa1	span_length__(m)	3	16	18	20	
2	wa1	no._of_frames	4	8	9	10	11
3	wa1	frame_centres__(m)	4	3.5	4	4.5	5
4	wa1	left_eaves_level__(m)	2	5	6		
5	wa 2	span_length__(m)	2	18	20		
6	wa 2	no._of_frames	4	8	9	10	11
7	wa 2	frame_centres__(m)	4	3.5	4	4.5	5
8	wa 2	left_eaves_level__(m)	1	6			
9	wa 3	span_length__(m)	1	20			
10	wa 3	no._of_frames	4	8	9	10	11
11	wa 3	frame_centres__(m)	4	3.5	4	4.5	5
12	wa 3	left_eaves_level__(m)	2	5	6		

3–4: جدول حدود نتائج التصميم : fr_limits_of_results_of_design:

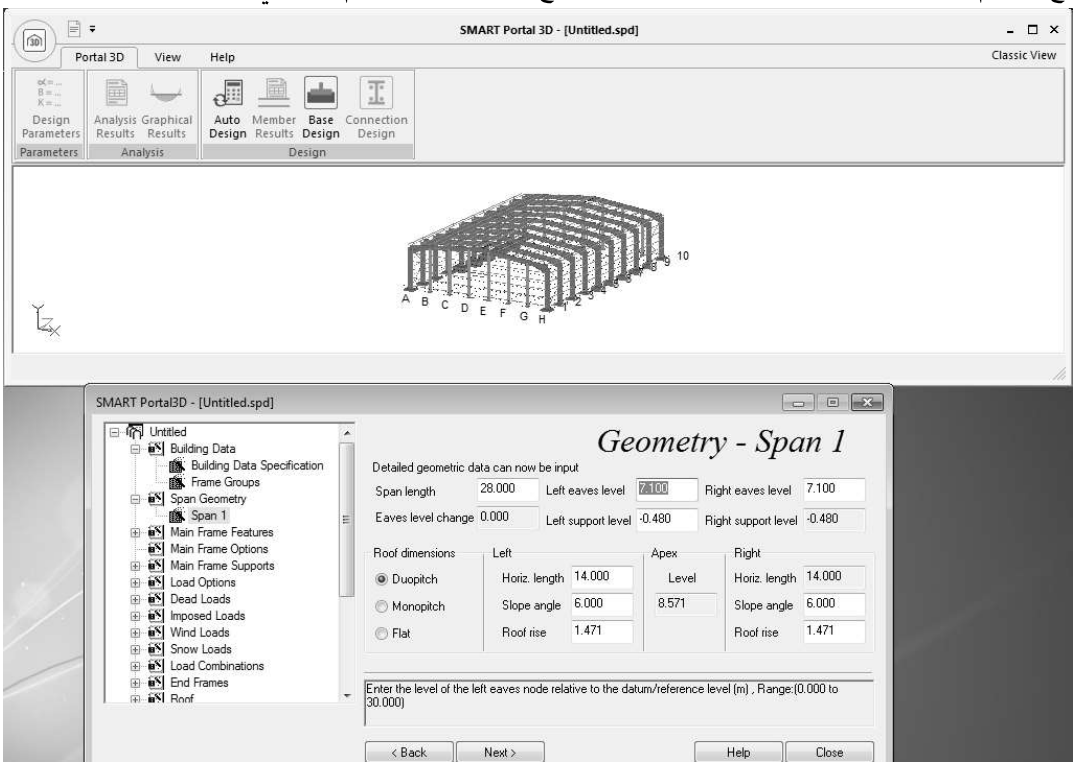
يتضمن هذا الجدول حدودا عليا و دنيا لمجموعة من الخصائص التصميمية الناتجة حيث تختلف هذه الحدود من هنكار لآخر و يحوي هذا الجدول الاعمدة: ID وwarehouse وresults_of_design و lower_limit و upper_limit .

الجدول رقم (4) : جدول حدود نتائج التصميم :fr_limits_of_results_of_design

ID	warehouse	results_of_design	lower _limit	upper _limit
1	wa1	total_length__(m)	30	100
2	wa1	total_area__(m^2)	480	3000
3	wa2	total_length__(m)	32	100
4	wa2	total_area__(m^2)	576	3200
5	wa3	total_length__(m)	30	110
6	wa3	total_area__(m^2)	600	3300

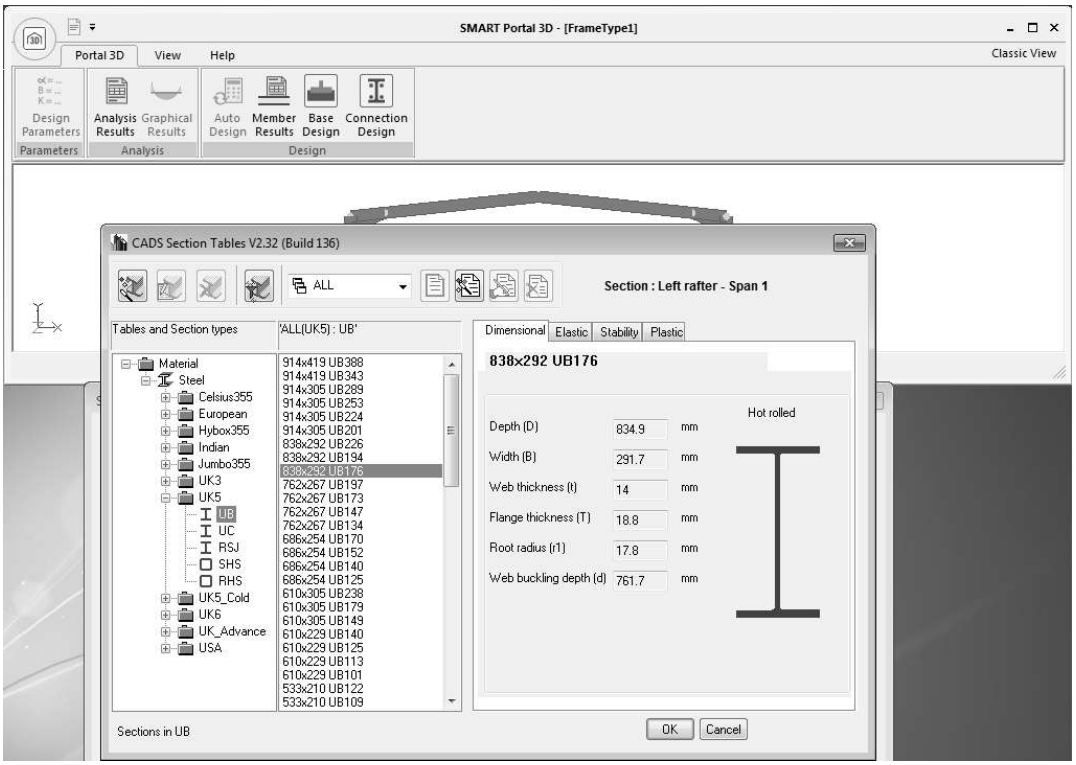
4: الأتمتة:

لاجراء هذا البحث توجب استخدام برنامج متخصص و متطور في مجال الهنكارات و بناءاً على ذلك فقد قمنا باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D و هو برنامج متخصص بالتصميم الانشائي للهنكارات.



الشكل رقم (1) : برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

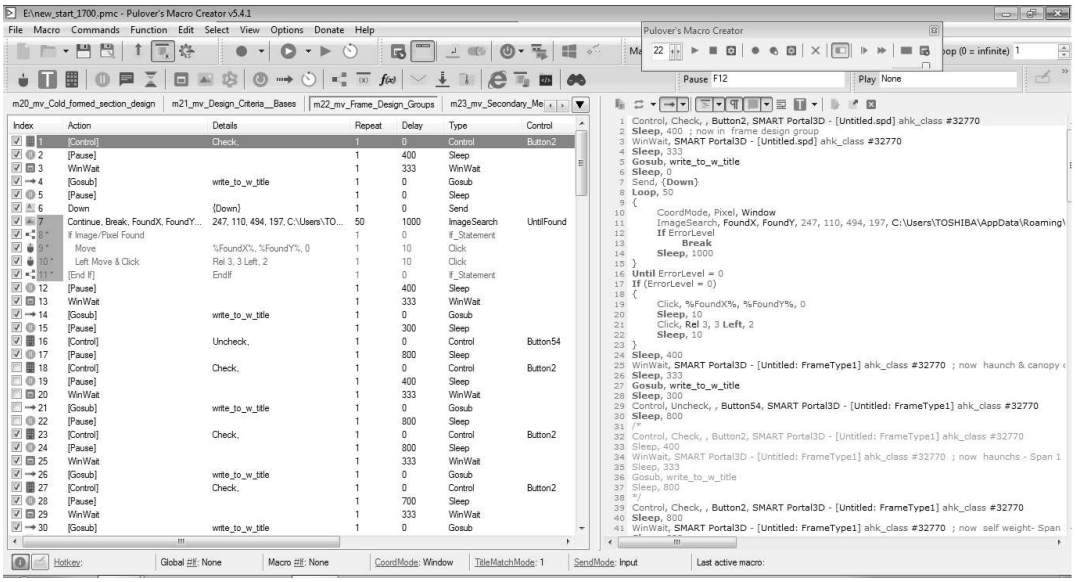
و للعمل ضمن هذا البرنامج يجب على المستخدم ادخال المعلومات ضمن مجموعة من النوافذ في البرنامج. إن الادخالات و المعالجة تستغرق وقتاً (عدة دقائق) حتى نتحقق في النهاية فيما إذا المدخلات تعطي هنكار مقبول انشائياً أم لا .



الشكل رقم (2) : نافذة اختيار المقاطع برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

و لأنه سيتم اجراء عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات ففي هذه الحالة لابد من اجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D و لكون هذا البرنامج مغلق و لايمكن أتمتته باستخدام (VBA: visual basic for applications) أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته (التحكم به خارجياً) باستخدام نظام أتمتة يستند على لغة AutoHotKey و هو : Pulover's Macro Creator حيث أن AutoHotKey هي لغة البرمجة مفتوحة المصدر و توفر إمكانيات أتمتة لا حدود لها تقريبا (Grigorian et la, 2020). باستخدام لغة البرمجة النصية هذه، يمكننا إنشاء إجراءات فرعية صغيرة من النوع "الماكرو"، والتي تحتوي على سلسلة من جميع العمليات المطلوبة لكل خطوة.قد يحتوي البرنامج النصي على مفاتيح التشغيل السريع (اختصارات أو مجموعة من مفاتيح بوظائف مختلفة: فتح أو حفظ أو طباعة ملف، وما إلى ذلك) أو محاكاة نقرات الماوس والتنقل من خلال القوائم، وما إلى ذلك. و من الممكن ادخال تعليمات للانتقال إلى سطر محدد من أجل تنفيذ إجراءات فرعية معينة. الإجراءات الفرعية التي يتم إنشاؤها باستخدام لغة AutoHotKey تقوم بتعيين / استرداد القيم (إلى / من) المتغيرات، ويمكن تشغيل الحلقات والتعامل مع النوافذ والمجلدات، فهو جيد جدًا بالتكامل مع مكتبات نظام ويندوز.

إن المحرك وراء AutoHotkey مثير للإعجاب فهو صغير الحجم وسريع ومستقر و لأنه لا يحتوي على واجهة مستخدم من أي نوع فقد قمنا باستخدام : Pulover's Macro Creator ذو الواجهة الودية و هو عبارة عن نظام أتمتة مجاني ومولد نصوص برمجية (Keeler, A. 2019) وهو يعتمد على لغة AutoHotkey ويوفر للمستخدمين وظائف أتمتة متعددة، بالإضافة إلى مسجل مدمج. و هو يعد مفيدًا جدًا كوسيلة لأتمتة المهام المختلفة حيث يمكنك إضافة ضغطات المفاتيح وإجراءات الماوس إلى البرامج النصية الخاصة بك و إدارة النوافذ وعناصر التحكم والملفات والسلاسل والبحث في الصور/وحدات البكسل وحتى إنشاء عبارات If/Else للتحكم في تدفق وحدات الماكرو



الشكل رقم (3) : نظام الأتمتة المُستخدَم: Pulover's Macro Creator

5: الخوارزميات الوراثية:

الخوارزميات (الخوارزميات) الوراثية Genetic Algorithms (GAs) هي إستراتيجية استكشافية عليا Metaheuristic تفيد لحل مسائل أمثلية صعبة و هي تتبع المبادئ الأساسية للتطور الحيوي.

إن مفهوم الخوارزمية الوراثية يتضمن المكونات الأساسية التالية (Gen et la, 2023) :

تابع المُلاءَمة The fitness function: يقيس جودة الحل ويتم ذلك عادةً في تعابير التابع الهدف الضمني و لكن قد يأخذ بالاعتبار أحياناً انتهاك القيود.

1. مؤثر التصالب The crossover operator: يعّرف كيفية إعادة تركيب حلين لتكوين حل جديد .
2. مؤثر الطفرة The mutation operator: يغير عشوائياً أجزاء "مورثات genes" حل موجود.
3. مؤثر الاختيار The selection operator : مسؤول عن تقرير أيّ الحلول جيدة بما فيه الكفاية لكي "تبقى حية" (و تنتج ذرّية في الجيل التالي) و أيّ الحلول ستحذف من المجتمع .

يجب عدم الخلط بين "مؤثر الاختيار" المذكور أعلاه و المستخدم لتكوين الجيل الجديد و بين "طريقة اختيار الآباء" والتي بواسطتها يتم تحديد الحلول التي ستستخدم في التصالب.

عموماً تحوي الخوارزميات الوراثية المكونين التاليين أيضاً (Gen et la, 2023) و هما التمثيل representation الذي يكوّن البنية الوراثية للفرد ويشفر الحلول لمسألة الأمثلية و إجراء فك التشفير decoding procedure وهو يلزم لحساب الحل الفعلي الذي يمثله الفرد.

في حين أن المكونات المذكورة أعلاه للخوارزمية الوراثية (GA) هي الأكثر أهمية فإنه توجد بضعة مكونات يمكن أن يتم إدخالها لخصائص مسألة معينة.

تبدأ الخوارزمية الوراثية بابتداء (initializing) مجتمع من الأفراد و بعد إنشاء المجتمع الابتدائي يتم اختيار الأفراد من المجتمع ثم تتزاوج لتشكل حلولاً جديدة ، تنفذ عملية التزاوج نموذجياً من خلال تركيب (أو تصالب crossover) المادة الوراثية من أبوين لتشكيل مادة وراثية لحل واحد أو حلين ، حيث يتم منح البيانات من جيل حلول إلى الجيل التالي. تُطبق الطفرة (mutation) العشوائية دورياً لتعزيز التنوع. أي أنه يتم إنتاج حلول جديدة من خلال تزاوج حلين موجودين (تصالب) و/أومن خلال تغيير حل موجود (طفرة).وبعد إنتاج حلول جديدة فإن الحلول الأكثر مُلاءَمةً تبقى حيةً و تصنع

الجيل التالي بينما تحذف الحلول الأخرى و هكذا ننتقل من جيل إلى جيل في الخوارزمية الوراثية. تقيس قيمة المُلاءَمة جودة الحل و تكون عادةً مستندة على قيمة التابع الهدف لمسألة الأمثلية المطلوب حلها (Lambora et la, 2019). توجد أشكال مختلفة ممكنة فمثلاً توجد خوارزميات اختيار متنوعة و كذلك يوجد تنوع واسع من طرق التزاوج حسب التمثيل (Gen et la, 2023).

6: إعداد الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لاستخدامهما للمسألة المطروحة:

يجب اختيار تمثيل مناسب للحلول عند اختيار الخوارزميات الوراثية لحل مسألة الأمثلية المطروحة وهي مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع.

6-1: تمثيل قائمة اختيارات:

الصبغيات المتعلقة بمجموعة الهنكارات تتكون من مجموعة اختيارات لمقاطع العناصر الانشائية و اختيارات لخصائص تصميمية (لا تتعلق بالعناصر الانشائية) والتي لها خيارات عديدة. حيث أن جدول الحالات للعناصر يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر و كذلك جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة الذي يحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية

يتم تمثيل الاختيار من خلال رقمه (ترتيبه) من ضمن محموعة الاختيارات فمثلاً في الجدول (3) للهنكار wa1 لدينا:

رقم الخيار لطول الفتحة = 16 متر هو 1

رقم الخيار لطول الفتحة = 18 متر هو 2

رقم الخيار لطول الفتحة = 20 متر هو 3

رقم الخيار لعدد الاطارات =8 هو 1

رقم الخيار لعدد الاطارات =9 هو 2

رقم الخيار لعدد الاطارات =10 هو 3

رقم الخيار لعدد الاطارات =11 هو 4

و هكذا لبقية المكونات و الهنكارات

فلأمثلة للجداول السابقة لاجل للهنكارات wa1,wa2,wa3 يجب ان يحوي الصبغي الواحد أرقام الاختيارات للمكونات المبينة في الشكل التالي:

الجدول رقم (5) : للمكونات التي يجب أن يحوي الصبغي أرقام الاختيارات لها لأمثلة الجداول السابقة

wa1										wa2										wa3									
section of member								value for variable_data of design			section of member							value for variable_data of design			section of member							value for variable_data of design		
post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres__(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres__(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres__(m)	left_eaves_level

كما يتبين من أمثلة الجداول السابقة يوجد عدد k من الهنكارات في الموقع الواحد و عددها k=3

كما يوجد عدد m من المكونات التي يجب وجود أرقام الاختيارات لها لكل هنكار في الصبغي و عددها m=12 وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات Gene) يساوي n = k.m و هي في أمثلة الجدول 2 و الجدول 3 تأخذ القيمة n = 3 x 12 = 36 أي أن عدد المورثات n = 36

مثلاً ليكن لدينا الصبغي التالي:

(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,4,2,1,3,4,1,3,2,4,1,1,3,2,1,3,2,1,2,4,1,3,4,1,4,3,2)

إن مكونات الصبغي هي ارقام الخيارات للمكونات و ذلك لجميع الهنكارات في الموقع الواحد و يتم من خلال الجدول 2 و الجدول 3 الحصول على القيم للمكونات التي تنتج عن ارقام الخيارات لهذا الصبغي.

	wa1											wa2											wa3										
	section of member								value for variable_data of design				section of member								value for variable_data of design				section of member								value for variable_data of design			
المكونات	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no._of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level
القيم	203x203_UC46	168.3x10.0 CHS	168.3x5.0 CHS	125x65 PFC15	838x292_UB176	457x191_UB98	172_Z_14	202_Z_15	20	9	5	6	254x254_UC73	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS	150x90 PFC24	686x254_UB152	838x292_UB176	262_Z_16	172_Z_14	18	10	4	6	152x152_UC37	139.7x5.0_CHS	114.3X3.6_CHS	125x65 PFC15	457x191_UB98	914x305_UB289	232_Z_16	262_Z_16	20	11	4.5	6
الصيغي	2	4	3	2	2	4	1	2	3	2	4	2	1	3	4	1	3	2	4	1	1	3	2	1	3	2	1	3	4	1	4	3	2			

الشكل رقم (4) : القيم للمكونات الناتجة عن ارقام الخيارات للصبغي المبين في المثال

6-2: استخدام الأتمتة لادخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات والحصول على مخرجات البرنامج:

بعد الحصول على القيم للمكونات الناتجة عن ارقام الخيارات للصبغي يقوم البرنامج الرئيسي المكتوب بلغة visual basic بإرسال هذه القيم بحيث يحصل عليها نظام الأتمتة Pulover's Macro Creator حيث يقوم نظام الأتمتة بإدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D لكل هنكار من الهنكارات كما يتم ادخال قيم الخصائص التصميمية ذات القيم الثابتة (التي لا تتغير قيمها) و التي تكون محددة مسبقاً حيث أن التغيرات تحدث فقط للخصائص التصميمية (المكونات) المتضمنة في الصبغي كما يقوم نظام الأتمتة بالتحقق للخصائص التصميمية الناتجة المبينة في جدول حدود نتائج التصميم حيث يجب أن تقع القيم ضمن الحدود العليا و الدنيا ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال المخرجات التي تم الحصول عليها من برنامج Smart Portal 3D وذلك لكل هنكار من الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الرئيسي و الذي يقوم بحساب تابع المُلاءَمة للصبغي و يتم بنفس الاسلوب حساب تابع المُلاءَمة لجميع الصبغيات (الأفراد) في مجتمع الخوارزميات الوراثية.

سنبين الآن خصائص الخوارزميات الوراثية المستندة على تمثيل قائمة اختيارات من خلال شرح خصائص الأفراد و التصالب والطفرة كما يلي:

6-3: الأفراد:

في الخوارزميات الوراثية يتكون المجتمع من مجموعة من الأفراد (الصبغيات) (Sohail et la, 2023) .

يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I من خلال سلسلة من قيم اختيارات ($I =(v_1^I ,..., v_n^I)$ و كما ذكرنا سابقاً فإن m هو عدد المكونات التي يجب وجود أرقام الاختيارات لها لكل هنكار في الصبغي و k هو عدد الهنكارات في الموقع الواحد وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $n = k.m$

6-4: التصالب:

من خلال تصالب فردين (اب و أم) يتم الحصول على فردي ذرية منهما (إبن و إبنة) (Gen et la, 2023)

سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F. سيتم حساب فردي ذرية منهما ، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة :

لتصالب نقطة واحدة نأخذ رقم عشوائي صحيح q حيث $1 \le q < n$. إن مواقع q الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $i = 1,...,n$ لدينا:

$$v_i^D = \begin{cases} v_i^M, \text{ if } i \in \{1,...,q\} \\ v_i^F \text{ , if } i \in \{q+1,...,n\} \end{cases}$$

فمن إجل $q = 10$ فإن هذا التعريف يوضح من خلال الأبوين:

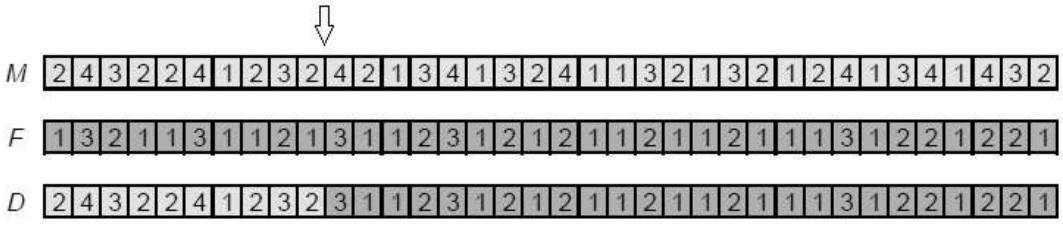
M =(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,4,2,1,3,4,1,3,2,4,1,1,3,2,1,3,2,1,2,4,1,3,4,1,4,3,2)

F =(1,3,2,1,1,3,1,1,2,1,3,1,1,2,3,1,2,1,2,1,1,2,1,1,2,1,1,2,1,1,1,3,1,2,2,1,2,2,1)

حيث نحصل على الابنة:

D =(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,3,1,1,2,3,1,2,1,2,1,1,2,1,1,2,1,1,2,1,1,1,3,1,2,2,1,2,2,1)

يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



الشكل رقم (5) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل قائمة اختيارات

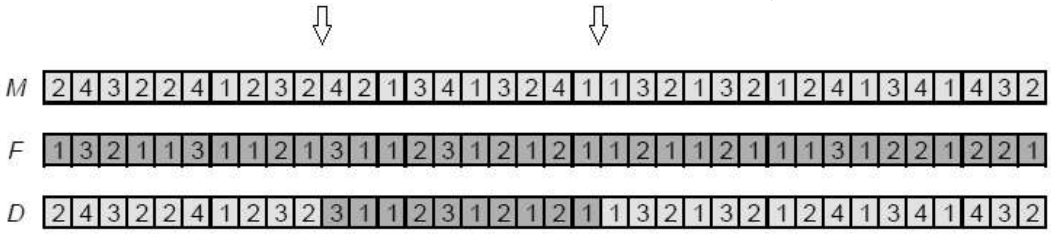
أما لتصالب نقطتين فإننا نأخذ رقمين عشوائيين q_1 و q_2 حيث $1 \le q_1 < q_2 \le n$ و لكل $i = 1,...,n$ لدينا:

$$v_i^D = \begin{cases} v_i^M, \text{ if } i \in \{1,...,q_1\} \\ v_i^F, \text{ if } i \in \{q_1+1,...,q_2\} \\ v_i^M, \text{ if } i \in \{q_2+1,...,n\}. \end{cases}$$

لنعود مرة أخرى الأبوين المذكورين أعلاه M وF ، لأجل $q_1 = 10$ و $q_2 = 20$ فإننا نحصل على الابنة :

D =(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,3,1,1,2,3,1,2,1,2,1, 1,3,2,1,3,2,1,2,4,1,3,4,1,4,3,2)

يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



الشكل رقم (6) : تصالب نقطتين لتمثيل قائمة اختيارات

للتصالب المنتظم : نأخذ سلسلة من الأرقام العشوائية $p_i \in \{0,1\}, \quad i = 1,...,n$ ثم نضع لكل $i = 1,...,n$:

$$v_i^D = \begin{cases} v_i^M \text{, if } p_i = 1 \\ v_i^F \text{ , otherwise} \end{cases}$$

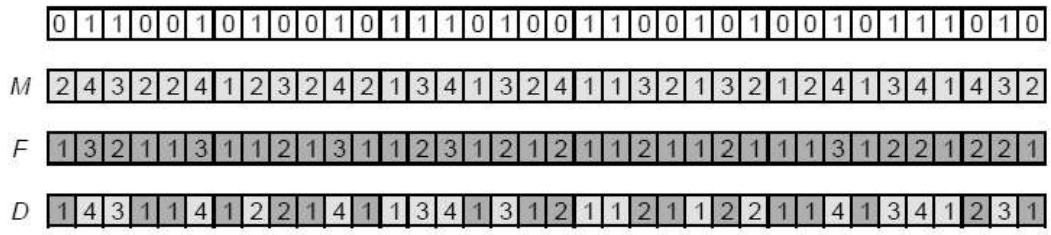
لأفراد المثال أعلاه M وF وسلسلة أرقام عشوائية :

0,1,1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,1,1,1,0,1,0,0,1,1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,1,1,1,0,1,0

فإننا نحصل على الابنة:

D=(1,4,3,1,1,4,1,2,2,1,4,1,1,3,4,1,3,1,2,1,1,2,1,1,2,2,1,1,4,1,3,4,1,2,3,1) .

يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



الشكل رقم (7) : التصالب المنتظم لتمثيل قائمة اختيارات

6-5: الطفرة:

إن مؤثر الطفرة قد يُنتج قائمة اختيارات لم تحدث في المجتمع من قبل (Gen et la, 2023).

تعرف الطفرة للتشفير المستند على قائمة اختيارات كما يلي: لنفرض إنه لدينا الفرد I، سنغير قائمة اختيارات له كما يلي: تؤخذ لكل $i = 1,...,n$ أرقام اختيارات جديدة باحتمال p_{mutation} .

6-6: النظام الأساسي للخوارزميات الوراثية:

إن أنظمة GA الأساسية التي يتم استعمالها و كذلك أنواع مؤثر الاختيار و طرق اختيار الآباء ليست محددة لتمثيل معين (Sohail et la, 2023) .

إن الأنظمة الأساسية للخوارزميات الوراثية عديدة و متنوعة و فيما يلي نبين نظاماً أساسياً للخوارزميات الوراثية يمكن استخدامه لحل المسألة المطروحة (Gen et la, 2023): يبدأ الـ GA بحساب مجتمع ابتدائي أي الجيل الأول. سنفترض أن الجيل الابتدائي يحوي *popsize* فرداً ، بعد حساب قيم المُلاءَمة للأفراد نطبق مؤثر التصالب لإنتاج أفراد جدد (أبناء) عددهم *popsize* فرداً جديداً ، ثم نطبق مؤثر الطفرة على البنى الوراثية للأبناء. بعد تحديد مُلاءَمة كل فرد (الأبناء) نقوم بإضافة الأبناء إلى المجتمع الحالي مما يقودنا إلى مجتمع بحجم $2 \cdot popsize$ ، نطبق أخيراً مؤثر الاختيار لتصغير المجتمع إلى حجمه السابق فنحصل على الجيل التالي . تتوقف الخوارزمية عندما يتم الوصول إلى عدد محدد مسبقاً من الأجيال أو عندما يتم الوصول إلى حد زمن معطى (Gen et la, 2023).

توجد مؤثرات عديدة اختيار تتبع لإستراتيجية البقاء للأصلح و سنبين منها المؤثرات التالية:

المؤثر الأول هو طريقة تصنيف الرتب: حيث نبقي أفضل الأفراد في المجتمع الحالي و نزيل بقية الأفراد من المجتمع (تُفك العُقَد (ties) كيفياً) (Lambora et la, 2019).أما النوع الثاني هو الاختيار النسبي: والذي يمكن أن يبدو كنسخة ذات صفة عشوائية من تقنية تصنيف الرتب الموصوفة سابقاً. حيث يحسب احتمال موت كل فرد من الأفراد وفقاً لقيم الملاءمة لهذه للأفراد و نستعيد الحجم الأصلي للمجتمع من خلال إزالة الأفراد من المجتمع بشكل متتابع إلى أن يبقى *popsize* فرداً (Lambora et la, 2019).أما النوع الثالث فهو الاختيار باستخدام تقنية المباراة توجد أكثر من شكل لتقنية المباراة و أهمها اختيار مباراة 2 (2-tournament selection) حيث يتنافس فردان تم اختيارهما عشوائياً I_1 ، I_2 على البقاء (المؤقت)، إذا كان الفرد I_1 ليس أفضل من الفرد I_2 فإنه عندئذ يموت و يُزال من المجتمع (تُفك العُقَد (ties) كيفياً) و يتم تكرار هذه العملية حتى يبقى *popsize* فرداً (Lambora et la, 2019).

يتم اختيار أزواج من أفراد المجتمع لمؤثر التصالب و توجد طرق عديدة لذلك و إن أكثر هذه الطرق استخداماً هي أن يقسم المجتمع عشوائياً إلى أزواج من الأفراد و نطبق مؤثر التصالب لكل زوج ناتج من الأفراد لإنتاج فردين جديدين (ابنين) (Sohail et la, 2023).

7: استخدام الخوارزميات الوراثية بواسطة البرنامج الحاسوبي الرئيسي:

قمنا ببرمجة البرنامج الرئيسي بلغة visual basic الذي يقوم بتطبيق الخوارزميات الوراثية بخصائصها المبينة في الفقرات السابقة حيث في كل جيل يقوم البرنامج بحساب قيمة تابع المُلاءَمة و التي تعبّر عن كلفة الهنكارات و ذلك لكل صبغي (فرد) من صبغيات (أفراد) مجتمع الخوارزميات الوراثية، حيث لكل صبغي (فرد) يقوم نظام الأتمتة بالحصول على قيم للمكونات الموجودة في البرنامج الرئيسي ثم إدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال مخرجات برنامج تصميم الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الأساسي.

يتم حساب قيم تابع المُلاءَمة لأفراد المجتمع جيلاً بعد جيل و تتحسن قيم تابع المُلاءَمة تدريجياً مع تتابع الأجيال. إن الأمثلية المطلوبة (تقليل التكلفة) يتم الوصول إليها حسب نظرية الخوارزميات الوراثية حيث نصل إلى حل أمثل أو حل قريب من الأمثل (Gen et la, 2023) وفقاً لهذه النظرية.

8: النتائج:

1. إن تمثيل قائمة اختيارات هو نوع تمثيل مناسب في الخوارزميات الوراثية التي يتم استخدامها لحل مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع.

2. لابد من اجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D لأنه يوجد عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات و كون هذا البرنامج مغلق و لايمكن أتمتته باستخدام (VBA: visual basic for applications) أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته باستخدام نظام أتمتة يستند على لغة AutoHotKey و هو : Pulover's Macro Creator و هذه طريقة تعتبر قوية جداً حيث تعتبر طريقة ممتازة لأتمتة البرامج المغلقة التي لا يمكن أتمتتها بالأدوات التقليدية مثل VBA أو غيرها.

3. تسمح لغة AutoHotKey و أنظمة الأتمتة المستندة عليها مثل Pulover's Macro Creator بالحصول على قيم متحولات موجودة في البرنامج الرئيسي ثم في النهاية إرسال النتائج بحيث يستطيع البرنامج الاساسي الحصول عليها و هذه تمثل قوة كبيرة في مجال البرمجة و الأتمتة حيث يقوم نظام الأتمتة بالحصول على قيم للمكونات الموجودة في البرنامج الرئيسي ثم إدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال مخرجات برنامج تصميم الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الاساسي.

4. تتعلق خصائص الأفراد و التصالب و الطفرة بنموذج تمثيل قائمة اختيارات المُستخدَم حيث يمكن استخدام عدة أنواع من مؤثرات التصالب وهي تصالب نقطة واحدة و تصالب نقطتين و التصالب المنتظم حيث أن هذه التصالبات لها قواعدها الخاصة بنموذج تمثيل قائمة اختيارات المُستخدَم.

المراجع العلمية:

1. Gen, M., & Lin, L., (2023). Genetic algorithms and their applications. In Springer handbook of engineering statistics. 2nd ed. London, Springer, pp. 635–674.

2. Lambora, A., Gupta, K., & Chopra, K., (2019). Genetic algorithm–A literature review. In 2019 international conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing. pp:380–384

3. Sohail, A., (2023). Genetic algorithms in the fields of artificial intelligence and data sciences. Annals of Data Science, 10:1007–1018.

4. Grigorian, A., Fang, P., Kirk, T., Efendizade, A., Jadidi, J., Sighary, M., & Cohen–Addad, D. I., (2020). Learning from gamers: integrating alternative input devices and AutoHotkey scripts to simplify repetitive tasks and improve workflow. Radiographics, 40, 141–150.

5. Keeler, A. (2019). Molecular orientation and reactions probed via SERS. PhD Thesis, University of Southampton, Faculty of Engineering and Physical Sciences, pp 44–57.

6. Hagishita, T., & Ohsaki, M., (2008). Optimal placement of braces for steel frames with semi–rigid joints by scatter search. Computers & Structures, 86:1983–1993.

7. Talaslioglu, T. (2010). Multi–Objective Design Optimization of Grillage Systems by Scatter Search Methodology. International journal of civil and structural engineering, 1(3): 477–495.

8. Yonekura, K., Kanno, Y., (2010). Global Optimization of Robust Truss Topology Via Mixed Integer Semidefinite Programming. Optimization in Engineering,11: 355–379.

9. Walls, R., Elvin, A., (2010). Optimizing Structures Subject to Multiple Deflection Constraints and Load Cases Using the Principle of Virtual Work. Journal of Structural Engineering,136: 1444-1452

10. Patel, J., Choi, S., (2012). "Classification approach for reliability-based topology optimization using probabilistic neural networks," Structural and Multidisciplinary Optimization, 45:529-543

11. Zegard, T., Paulino, G.H., (2014). GRAND - Ground structure based topology optimization for arbitrary 2D domains using MATLAB. Structural and Multidisciplinary Optimization, 50:861-882.