عملية التصميم الصناعي في ضوء الذكاء الاصطناعي

Industrial design process in view of artificial intelligence

م. د/ مجدولين السيد حسانين

مدرس بقسم التصميم الصناعي - كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها

Dr. Magdoline ElSayed Hassaneen

Lecturer at Industrial Design Department -Faculty of Applied Arts – Benha University

maggii27@yahoo.com

ملخص البحث:

في ظل الثورة الصناعية الرابعة والتي غيّرت ملامح العالم، اقتحم تخصص الذكاء الاصطناعي عدة مجالات منها إدارة الموارد البشرية، والتجارة الإلكترونية، والتصنيع، والسيارات ذاتية القيادة وغيرها من المجالات الآخرى. حيث أصبح جزء من حياتنا اليومية من خلال تعاملنا مع هواتفنا المحمولة، وقيادة سياراتنا، وتصنيع واستخدام كثير من الأجهزة، وأيضاً بناء واستخدام منازلنا الذكية، وذلك بإضافة إلى مصممو الإعلانات والمعماريون الذين استعانوا به في أداء عملهم. مما يدل على انتشار استخدام الذكاء الاصطناعي، ويُنبئ بزيادة هذا الانتشار في المستقبل القريب.

كافة العلوم التطبيقية قيد التطوير المستمر، وذلك نظراً للتطور الذي يشهده العالم في كافة مجالات الحياة والتي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على تلك العلوم. ولا سيما مجال التصميم الصناعي والمرتبط ارتباطاً وثيقاً بكثير من مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي؛ الأمر الذي دفع متخصصي التصميم الصناعي إلى دراسته وتتبع تطوره؛ وذلك سعياً لاتقان تصميم المنتجات التي تعتمد عليه في تشغيلها واستخدامها.

وبدراسة الذكاء الاصطناعي وأنماطه، واجراءات عمله واتخاذه للقرارات، والتنبوء بالنتائج والتطورات المرتبطة بالبيانات والأحداث المعروضه عليه؛ اتضح أنه قد يُساهم بدور فعّال في ممارسة أغلب مراحل عملية التصميم الصناعي.

اتبع البحث المنهج الاستدلالي، حيث توصل إلى تقنين دور الذكاء الاصطناعي في إعادة صياغة وممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي. وذلك من خلال وضع تصور مُقترح لنظام ذكاء إصطناعي يُعتبر بمثابة مساعد للمصمم الصناعي في تأدية عمله، يعتمد في المقام الأول على تطبيق أنماط الذكاء الإصطناعي المختلفة- تِبعاً لأهدافها وقدراتها- في ممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي.

الكلمات الاسترشادية:

الذكاء الإصطناعي، التصميم الصناعي، التعلم الآلي

Abstract:

In view of the fourth industrial revolution that changed the features of the world, the field of artificial intelligence penetrated several fields, including human resource management, e-commerce, manufacturing, self-driving cars, and many others. As it became part of our daily life through dealing with our mobile phones, driving our cars, manufacturing and using many devices, and also building and using our smart homes, in addition to advertising designers and architects who used it in performing their work. This indicates the spread of the use of artificial intelligence, and predicts an increase in this spread in the near future.

All applied sciences are under continuous development, due to the development that the world is witnessing in all areas of life that directly and indirectly affect those sciences. In particular, the field of industrial design, which is closely related to many areas of application of artificial

intelligence; Which prompted industrial design professionals to study and track its development; This is in order to perfect the design of the products that depend on it in its operation and use.
By studying artificial intelligence and its patterns, its working procedures and making decisions, and predicting the results and developments related to the data and events presented to it; It turns out that it can play an active role in most stages of the industrial design process.
The research followed the inferential approach, as it reached to codify the role of artificial intelligence in reformulating and practicing the stages of the industrial design process. And that is through developing a proposed concept for an artificial intelligence system that is considered as an assistant to the industrial designer in performing his work, based primarily on the application of different types of artificial intelligence - depending on its objectives and capabilities - in practicing the stages of the industrial design process.

Keywords:
Artificial Intelligence ، Industrial Design ، Machine Learning.

المقدمة:
نظرا للتطور الهائل في مجالات البرمجيات والالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات، وما أحدثوه من تطور في كافة مجالات الحياة ، بدءً من علوم الفضاء ومروراً بمجالات التصنيع ومراقبة الجودة ، ووصولاً إلى الهواتف المحمولة ، فقد ظهر أيضاً نتيجة ذلك التطور مجال الذكاء الإصطناعي ؛ والذي أحدث بدوره طفرة حقيقية في مجالات عديدة من أهمها الرعاية الصحية ، والقيادة الذاتية للمركبات ، ووسائل التواصل الإجتماعي ، والصناعة ، وغير ذلك من مجالات . الأمر الذي دفع كثير من التخصصات المختلفة إلى محاولة الاستفادة من تقنياته لإثراء عملهم، ولمواكبة التطور والتقدم الحاليين.

مشكلة البحث:
في ظل الثورة الصناعية الرابعة والتي غيّرت ملامح العالم، والتطور المشهود في مجالات البرمجيات والالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات؛ لقد اقتحم تخصص الذكاء الاصطناعي عدة مجالات منها الصناعة والطب والفضاء وغيرهم، حيث ظهر للعالم السيارات ذاتية القيادة والمنازل الذكية والروبوتات المتعددة الإمكانيات والتخصصات، وكثير من التطبيقات الأخرى.

كما بدأ مصممو الإعلانات والمعماريون الاستعانة بالذكاء الاصطناعي في أداء عملهم؛ الأمر الذي يدعونا نحن المصممين الصناعيين إلى دراسة كيفية الاستفادة منه في تحسين أداء عملنا ونتائجه، ليس فقط مواكبة لركب التقدم، وإنما أيضاً سعياً للارتقاء بتخصصنا؛ ووصولاً لتقديم منتجات تُلبي طموحات البشرية بعد تحقيق كل احتياجاتها .

أهمية البحث:
تتمثل أهمية البحث في وضع رؤية واضحة للاستفادة من تخصص الذكاء الاصطناعي في ممارسة عملية التصميم الصناعي؛ مما يوفّر الكثير من الوقت والجهد ويضمن اتمام العملية بأقصى كفاءة ممكنة، والوصول لأفضل النتائج وتقديم تصميمات مبتكرة لمنتجات ذات قيمة مرتفعة تخدم البشرية وتلبي احتياجاتها المتغيرة باستمرار.

هدف البحث:
يهدف البحث إلى تقنين دور الذكاء الاصطناعي في إعادة صياغة وممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي.

منهج البحث:

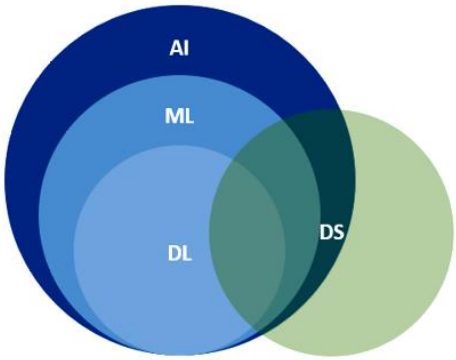
يتبع البحث المنهج الاستدلالي.

الإطار النظري:

أولاً: الذكاء الإصطناعي Artificial Intelligence (AI):

1-بعض التعريفات والمفاهيم الهامة في مجال الذكاء الإصطناعي: شكل (1)

أ- الذكاء الإصطناعي Artificial Intelligence:



شكل (1) علاقة الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق وعلوم البيانات ببعضها البعض
https://www.abrisconsult.com/artificial-intelligence-and-data-science/

- يعرّف أندرياس كابلان Andreas Kaplan ومايكل هاينلين Michael Haenleinالذكاء الاصطناعي بأنه قدرة نظام معين على تحليل بيانات خارجية واستنباط قواعد معرفية جديدة منها، وتكييف هذه القواعد واستخدامها لتحقيق أهداف ومهام جديدة.
- ظهر الذكاء الإصطناعي في خمسينات القرن الماضي، حيث يُعتبر فرع من علوم البيانات Data Science
- يهدف إلى بناء آلات قادرة على التفكير مثل البشر، بداية من العبارات البسيطة ووصولاً إلى النماذج المعقدة.
- يستخدم المنطق وشجرة القرار Decision tree للوصول إلى النتائج.

ب- التعلم الآلي Machine Learning:

- يهدف إلى منح الآلات القدرة على "التعلم"؛ وبالتالي تحسين أداءها ذاتياً. ويتحقق ذلك من خلال استخدام خوارزميات يمكنها أن تكتشف الأنماط، وتولد الأفكار انطلاقاً من البيانات التي تُعرض عليها، لتطبيقها على عمليات اتخاذ القرارات والتنبؤات المستقبلية وحل المشكلات دون برمجتها.
- هو فرع ضمن مجالات الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات، وظهر في ستينات القرن الماضي.

ج- التعلم العميق Deep Learning:

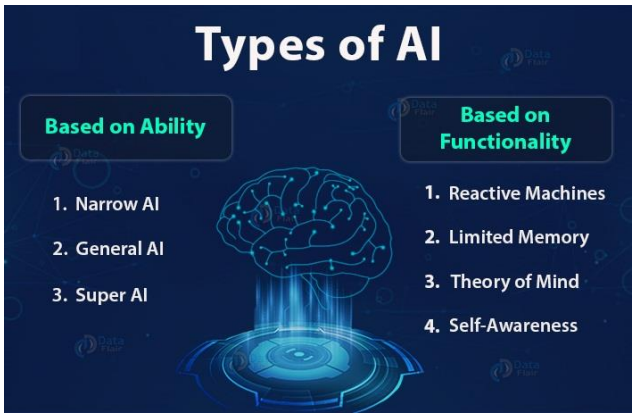
- التعلم العميق مجموعة جزئية من التعلم الآلي ، حيث أنه الفرع الأكثر تطوراً في الذكاء الاصطناعي ، والمعني بتمكين الآلات من التعلم والتفكير مثل الإنسان .
- ويتطلب التعلم العميق بنية معقدة تحاكي الشبكات العصبية للدماغ البشرية، وذلك بهدف فهم الأنماط، حتى مع وجود عناصر تشويش، وتفاصيل مفقودة.
- وقد ظهر التعلم العميق في سبعينات القرن الماضي.

د- علوم البيانات Data Science:

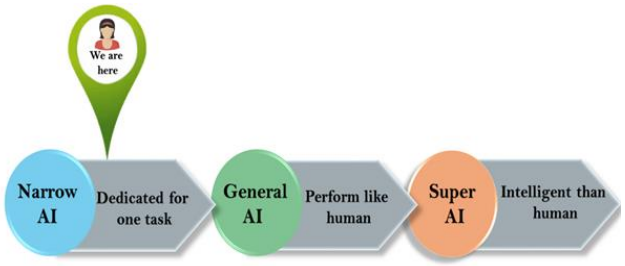
- الهدف الأساسي لعلوم البيانات هو الحصول على نتائج جديدة من البيانات المتوفرة. ويعتمد مجال علوم البيانات على أدلة تحليلية صارمة، ويتعامل مع البيانات المنظمة وغير المنظمة.
- إن كل شيء مرتبط باختيار البيانات وإعدادها وتحليلها يتعلق بعلوم البيانات.
- يتيح لنا مجال علوم البيانات العثور على المعنى والمعلومات المطلوبة من كميات كبيرة من البيانات. نظرًا لوجود الكثير من البيانات الأولية المخزنة في مستودعات البيانات، والتي تساعد في تعلم الكثير عن طريق معالجتها.

2-أنواع الذكاء الاصطناعي Types of AI: شكل (2)

يتم تصنيف الذكاء الاصطناعي تِبعاً لما يتمتع به من قدرات. شكل (3)، وأيضاً تِبعاً للوظائف التي يؤديها ، وفيما يلي عرض لأنواعه المختلفة .



شكل (2) أنواع الذكاء الاصطناعي
https://data-flair.training/blogs/ai-and-machine-learning/



شكل (3) أنواع الذكاء الاصطناعي تبعاً لقدراتها
https://www.javatpoint.com/types-of-artificial-intelligence

أ- تبعاً لما يتمتع به الذكاء الإصطناعي من قدرات:

(1) الذكاء الاصطناعي المحدود أو الضعيف Narrow AI: وهو أحد أنواع الذكاء الاصطناعي التي تؤدي مهام مُحددة وواضحة، مثل السيارات ذاتيّة القيادة، وبرامج التعرُف على الكلام أو الصور، ولعبة الشطرنج الموجودة على أجهزة الحاسب وغيرها، ويُعتبر هو النوع الأكثر شيوعاً وتوفراً من أنواع الذكاء الإصطناعي في وقتنا الحالي.

(2) الذكاء الاصطناعي العام General AI: وهو ذلك النوع الذي يَعمل بقدرة مشابهة لقدرة الإنسان، حيث يُمكّن الآلة من التفكير والتخطيط بشكل ذاتي مشابهاً لتفكير البشر، إلا أنه لا يوجد أيّ أمثلة عمليّة على هذا النوع، وإنما كل ما يتوفر هو دراسات بحثيّة تحتاج إلى الكثير من الجهد لتطويرها وتنفيذها على أرض الواقع، وتعتبر طريقة الشبكة العصبيّة الاصطناعيّة Artificial Neural Networ من طرق دراسة الذكاء الاصطناعي العام، إذ تُعنى بإنتاج نظام شبكات عصبيّة للآلة مُشابهاً لتلك التي يحتوي عليها الجسم البشري.

(3) الذكاء الاصطناعي الفائق Super AI: وهو ذلك النوع الذي قد يفوق مستوى الذكاء البشري، ويؤدي المهام بشكل أفضل من الإنسان المُتخصص وذو الخبرة، وذلك النوع يتميز بالقدرة على التعلُم، والتواصل التلقائي، وإصدار الأحكام، إلا أنه لا يزال الذكاء الاصطناعي الفائق افتراضياً ليس له وجود في عصرنا الحالي.

ب- تبعاً للوظائف التي يؤديها الذكاء الإصطناعي:

(1) الآلات التفاعليّة Reactive Machines : إن الذكاء الاصطناعي الخاص بالآلات التفاعليّة هو أبسط أنواع الذكاء الاصطناعي ؛ حيث أنه يفتقر إلى القدرة على التعلُم من التجارب والخبرات السابقة لتطوير الأعمال المستقبليّة ، فهو يتفاعل مع التجارب الحاليّة لإخراجها بأفضل شكل مُمكن ، ومن أمثلة هذا النوع أجهزة Deep Blue التي تطورتها شركة IBM، ونظام Alpha Go التابع لشركة جوجل .

(2) الذاكرة المحدودة Limited Memory : تتمكن آلات الذكاء الإصطناعي ذات الذاكرة المحدودة من تخزين الخبرات السابقة أو بعض البيانات لفترة قصيرة من الزمن . ويُعد نظام القيادة الذاتيّة واحد من أفضل الأمثلة على أنظمة

الذاكرة المحدودة ، حيث تتمكن هذه السيارات معرفة وتخزين سرعة السيارات القريبة ، ومسافة بعد السيارة عن السيارات الأخرى ، والحد الأقصى للسرعة ، وغيرها من البيانات اللازمة لقيادة على الطريق .

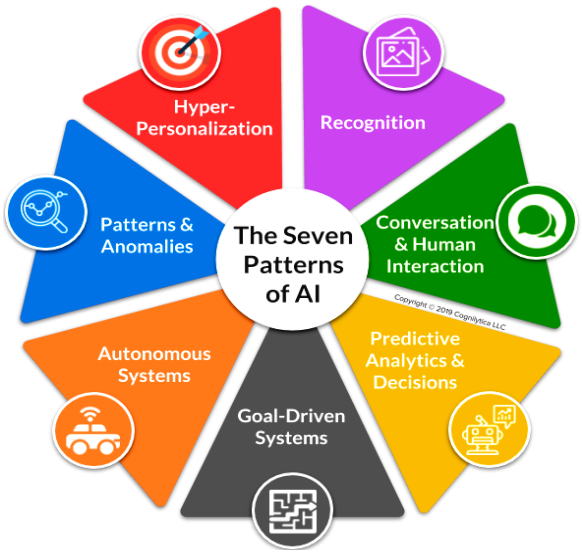
(3) نظريّة العقل Theory of Mind: هو ذلك النوع المعني بفهم الآلة للمشاعر الإنسانيّة والمعتقدات، والتفاعل اجتماعياً مع البشر، والجدير بالذكر أنه لم تظهر تطبيقات عمليّة لذلك النوع من الذكاء الاصطناعي إلى الآن.

(4) الإدراك الذّاتي Self-Awareness: من التوقعات المستقبلية التي يصبو إليها علم الذكاء الاصطناعي، أن يتكون لدى الآلات وعي ذاتي ومشاعر خاصة، الأمر الذي سيجعلها أكثر ذكاءً من البشر، ولكن لا يزال هذا المفهوم غير موجود على أرض الواقع.

3-أنماط الذكاء الاصطناعي Patterns of AI:

يوجد سبعة أنماط فقط للذكاء الإصطناعي تتكرر في مجموعات مختلفة في جميع أنظمته، حيث تستخدم بعض حالات الاستخدام نمطًا واحدًا لتطبيقها بينما يجمع البعض الآخر القليل منها معًا.

من خلال فهم الأنماط السبعة للذكاء الإصطناعي وكيفية تطبيقها؛ نتمكن من تحقيق الأهداف النهائية المرغوبة لأنظمة الذكاء الاصطناعي وأنظمة التعلم الآلي. شكل (4).



شكل (4) أنماط الذكاء الاصطناعي
https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/09/17/the-seven-patterns-of-ai/#164cdcfe12d0

أ- نمط إضفاء الطابع الشخصي: التعامل مع كل عميل بشكل شخصي:

The Hyperpersonalization Pattern: Treat each customer as an individual:

يتم تعريف نمط إضفاء الطابع الشخصي على أنه استخدام التعلم الآلي لتطوير ملف تعريف لكل فرد، ومن ثَم جعل هذا الملف الشخصي يتعلم ويتطور مع مرور الوقت لمجموعة متنوعة من الأغراض بما في ذلك عرض المحتوى ذي الصلة، والتوصية بالمنتجات ذات الصلة، وتقديم توصيات مخصصة وما إلى ذلك. الهدف من هذا النمط هو معاملة كل فرد كفرد مستقل.

تتضمن تطبيقات نمط إضفاء الطابع الشخصي إنشاء توصيات محددة بناءً على أنماط التصفح وعمليات البحث التي يقوم بها الشخص. تستخدم حاليًا شركة Netflix تقنية من هذا النوع للمساعدة في اقتراح العروض والأفلام للمشاهدين بناءً على اختياراتهم الشخصية المفضلة. ذلك بالإضافة إلى Starbucks الذي يستخدم إضفاء الطابع الشخصي للتواصل مع قاعدة عملائه.

لا يقتصر تطبيق نمط إضفاء الطابع الشخصي على مجال التسويق فقط. وإنما تم تطبيقه في مجالات أخرى مثل التمويل والرعاية الصحية وتطبيقات اللياقة.

ب- نمط الأنظمة الذاتية: تقليل الحاجة إلى العمل اليدوي:

Autonomous systems Pattern: Reducing the need for manual labor:

الأنظمة الذاتية هي برامج وأجهزة وأنظمة مادية وافتراضية قادرة على إنجاز المهام، والتفاعل مع بيئتها المحيطة، والوصول إلى الهدف بأقل مشاركة بشرية.

هدف نمط الأنظمة الذاتية هو تقليل الاحتياج للعامل البشري في انجاز المهام والأهداف المعنية. ويتطلب ذلك تطبيق عملية التعلم الآلي التي تحقق إدراك البيئة المحيطة بشكل ذاتي، والتنبؤ بالسلوك المستقبلي للعناصر الخارجية، والتخطيط لكيفية التعامل مع هذه المتغييرات.

وتعتبر الروبوتات التعاونية تطبيق من تطبيقات الأنظمة الذاتية، وذلك لأنها تهدف إلى العمل بشكل ذاتي ومستقل عن البشر على الرغم من وجوده في البيئة المحيطة بها. كما تشمل تطبيقات نمط الأنظمة الذاتية السيارات والقوارب والقطارات والطائرات وغيرهم.

ج- التحليلات التنبؤية ودعم القرار Predictive Analytics & Decision Support:

نمط التحليلات التنبؤية ودعم القرار قائم على استخدام التعلم الآلي وغيره من الأساليب المعرفية لفهم كيفية مساعدة السلوكيات السابقة أو الحالية في التنبؤ بالنتائج المستقبلية أو مساعدة البشر على اتخاذ قرارات بشأن النتائج المستقبلية بناءً على هذه الأنماط. الهدف من هذا النمط هو مساعدة البشر على اتخاذ قرارات أفضل.

تتضمن بعض استخدامات هذا النمط البحث المساعد والاسترجاع، والتنبؤ ببعض القيم المستقبلية للبيانات، والتنبؤ بالسلوك، والتنبؤ بالفشل، وحل المشكلات، وتحديد واختيار الأنسب، وتحديد التطابقات في البيانات، وأنشطة التحسين، وإعطاء المشورة، والتنقل الذكي.

يساعد التعلم الآلي على اتخاذ القرار، والتكيف بمرور الوقت لتقديم نتائج أفضل.

بينما يعتمد نمط الأنظمة الذاتية على الآلات في اتمام العمليات وصنع القرار، فإن هذا النمط يعتمد على الإنسان في إتخاذ القرار ولكنه يقدم له المساعدة لاتخاذ القرار الأفضل. وهذا ما نسميه الذكاء المعزز Augmented Intelligence حيث لا يحل محل الإنسان ولكنه يساعده فقط على أداء عمله بشكل أفضل.

والجدير بالذكر أنه يمكن إجراء تحليلات تنبؤية بدون ذكاء اصطناعي، كتلك التي تتم باستخدام إحصائيات مباشرة. ولكن نوع التحليلات التنبؤية الذي نحن بصدده يعتبر تكيُّفي حيث يكون التعلم الآلي ضروريًا لتحسين القدرة التنبؤية وصنع القرار بمرور الوقت.

د- نمط المحادثة: الآلات التي يمكنها التواصل كما يفعل البشر:

The Conversational Pattern: Machines that can communicate as humans do:

يُعرَّف نمط المحادثة والتفاعل على أنه تفاعل الآلات والبشر مع بعضهم البعض من خلال أشكال المحادثة والتفاعل عبر مجموعة متنوعة من الأساليب بما في ذلك الصوت والنص والأشكال التوضيحية والصور. وهذا يتضمن التفاعل من الآلة إلى الإنسان ، ومن الإنسان إلى الآلة ، والتفاعل بين الإنسان والآلة ذهاباً وإياباً.

الهدف الأساسي لهذا النمط هو تمكين الآلات من التفاعل مع البشر بالطريقة التي يتفاعل بها البشر مع بعضهم البعض.

تتضمن تطبيقات هذا النمط برامج الدردشة الآلية ، والمساعدين الصوتيين ، وإنشاء المحتوى عبر مجموعة متنوعة من النماذج بما في ذلك الصور ، والنص ، والصوت ، والفيديو ، والمشاعر ، وتحليل الحالة المزاجية ، والترجمة الآلية ، التي تستخدم آلة لتسهيل التواصل بين البشر. ولقد أثبت التعلم الآلي كفاءته في تفسير وإنشاء الكلام والصور والنص.

ه-تحديد القيم النمطية والغير نمطية Identifying Patterns and anomalies:

التعلم الآلي جيد جدا في تحديد وإيجاد القيم النمطية والغير نمطية. يعد "نمط مطابقة الأنماط" The pattern-matching pattern أحد الأساليب المتكررة لمشاريع الذكاء الاصطناعي التي تم تطبيقها على مدى واسعًا ومتزايدًا.

نمط تحديد القيم النمطية والغير نمطية للذكاء الاصطناعي قائم على استخدام التعلم الآلي والأساليب المعرفية الأخرى لإدراك الأنماط في البيانات من عدمها. والهدف من هذا النمط هو العثور على ما يتناسب مع البيانات الحالية وما لا يناسبها.

يتم استخدام هذا النمط على نطاق واسع للعثور على الأختلافات الواضحة في البيانات وتحديد ما يبدو خارج عن المألوف. ومن أمثلة ذلك الكشف عن الاحتيال وتحليل المخاطر، واكتشاف القيم النمطية بين البيانات وإبراز الرؤى، والكشف التلقائي عن الأخطاء أو التصحيح، والمراقبة الذكية، والعثور على مجموعات مخفية من البيانات، والعثور على أفضل التطابقات لبيانات محددة، والنص التنبئي، والتطبيقات المماثلة.

إن الآلات لها القدرة على أخذ الكثير من البيانات وتحليلها للعثور على القيم النمطية، أفضل بكثير من البشر ويمكنهم القيام بذلك بشكل أسرع أيضًا.

و- نمط الإدراك The Recognition Pattern:

أحد التطورات الكبيرة في التعلم الآلي هو استخدام التعلم العميق لتحسين دقة المهام المتعلقة بالإدراك أو التعرف على الأشياء. حيث يتم تعريف نمط الإدراك على أنه استخدام التعلم الآلي وغيره من الأساليب المعرفية لتحديد الأشياء المعنية داخل الصورة أو الفيديوهات أو الصوت أو النص أو البيانات الأخرى غير المهيكلة. الهدف من هذا النمط هو جعل الآلات تحدد الأشياء وتفهمها، والمتواجدة ضمن محتوى غير منظم.

ومن أمثلة تطبيقات نمط الإدراك التعرف على الصور والأشياء، التعرف على الوجه، والتعرف على الصوت، واكتشاف العناصر، وكتابة اليد، والتعرف على النص، واكتشاف الإيماءات، وتحديد ما يحدث داخل جزء من المحتوى.

يُعد الإدراك نمطًا متطورًا جدًا، وهو من أكثر أنماط الذكاء الاصطناعي استخدامًا واعتمادًا على نطاق واسع. حيث هناك العديد من الشركات تستثمر في أنظمة الإدراك. تركز إحدى أكبر شركات الذكاء الاصطناعي Sensetime على تطبيقات التعرف على الوجه، وتستثمر الحكومة الصينية بشكل كبير في استخدام هذا النمط وتبنِّيه.

ز- نمط الأنظمة التي تتبع الهدف:The Goal-Driven Systems Pattern

أثبتت الآلات أنها بارعة في تعلم قواعد الألعاب. فقد اتقنت الآلات في الماضي الشطرنج وإيجاد حلول للمتاهات. بينما من خلال قوة التعلم المعزز reinforcement learning والقدرات الحسابية الأكثر تقدمًا، أصبحت الأجهزة قادرة على الفوز في Go، والألعاب متعددة اللاعبين مثل DoTA، والألعاب الأكثر تعقيدًا.

تم إنشاء برامج تمكنت من هزيمة اللاعبين البشريين منها Alpha Go وAlpha Zero بواسطة قسم DeepMind من Google بموجب نظرية مفادها أنه بتتبع الأهداف، يمكن لأجهزة الكمبيوتر تعلم أي شيء من خلال اللعب.

الألعاب ليست هي التطبيق الوحيد للأنظمة التي تتبع الأهداف. بفضل قوة التعلم المعزز وتقنيات التعلم الآلي الأخرى، يمكن للمؤسسات تطبيق التعلم الآلي والأساليب المعرفية الأخرى لمنح أنظمتها القدرة على التعلم من خلال التجربة والخطأ؛ الأمر الذي يُمكِّن النظام من إيجاد الحل الأمثل لمشكلة ما.

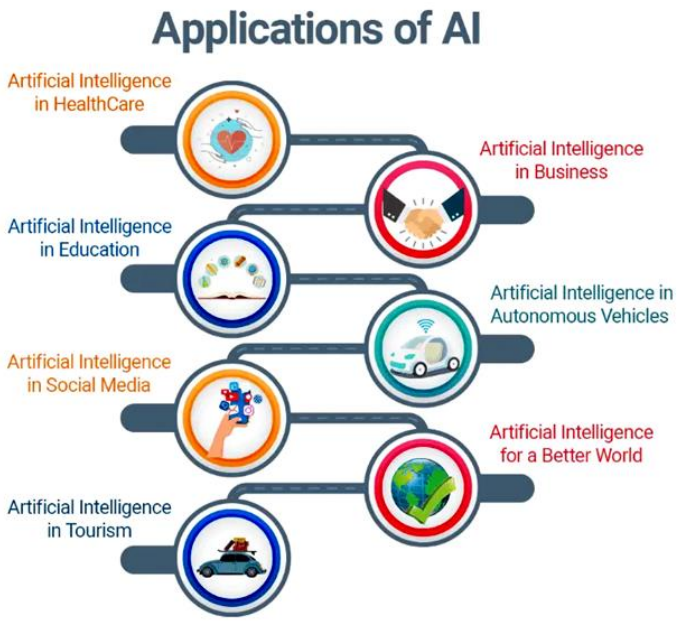
ومن تطبيقات نمط الأنظمة التي تعتمد على الهدف محاكاة السيناريو، واللعب، وتحسين الموارد، وحل المشكلات المتكررة، وتقديم عروض أسعار، والمزادات في الوقت الفعلي. في حين أن نمط الأنظمة التي تعتمد على الهدف لم يتم تنفيذها على نطاق واسع حتى الآن مثل بعض الأنماط الأخرى، إلا أنها تنتشر سريعًا.

• دمج انماط متعددة في مشروع واحد:

تحدد الأنماط المذكورة أعلاه أهدافًا مختلفة لاستخدام الذكاء الاصطناعي، ولكن يمكن لأي مشروع أن يحتوي على واحد أو أكثر من هذه الأنماط. حيث تجمع معظم التطبيقات المتقدمة للذكاء الاصطناعي بين الأنماط معًا لتحقيق النتيجة المرجوه. الجدير بالذكر هو أهمية تحديد الأنماط التي يتم استخدامها تحديداً صحيحاً، لأن الأنماط ستحدد كيفية تشغيل وإدارة المشروع لتحقيق تلك الأهداف.

4-تطبيقات الذكاء الاصطناعي Applications of AI:

هناك العديد من التطبيقات للذكاء الإصطناعي، وهي كالتالي: شكل (5)



شكل (5) تطبيقات الذكاء الاصطناعي

https://360digitmg.com/application-of-artificial-intelligence

أ- مجال الرعاية الصحية HealthCare:

يعمل الذكاء الاصطناعي كمساعد رعاية صحية. حيث يمكن تدريبه على اقتراح أدوية للمشاكل الطبية البسيطة، مثل الحمى والصداع والقيء، وما إلى ذلك؛ مما يُتيح الوقت للأطباء المحترفين للتركيز على المهام الأكثر أهمية؛ كما يؤدي ذلك أيضًا إلى تقليل التكاليف وزيادة الكفاءة.

يعتمد أخصائوا الأمراض على الذكاء الإصطناعي في تحليل عينات الأنسجة؛ مما يجعل التشخيص أكثر دقة. ويتم استخدامه على نطاق واسع في الأبحاث مثل نمذجة الحمض النووي، والتي تتطلب تحليل الكثير من البيانات. وبالفعل ساعد الذكاء الإصطناعي في الكشف عن العديد من الألغاز المحيطة بالحمض النووي.

ب- مجال الأعمال Business:

تعتمد الأعمال الاستثمارية على الذكاء الاصطناعي في إعداد التقارير ومعالجة كميات هائلة من البيانات. كما يساعد الشركات على اتخاذ قرارات العمل. ويُستخدم الذكاء الإصطناعي في برامج الدردشة الآلية، وروبوتات الدردشة التي ترد على أكثر من عميل في الوقت ذاته، كما يُستخدم في الأتمتة لجعل العمليات الصناعية أكثر سلاسة، ويساعد في توفير المواد الخام، والتنبُّؤ بحجم المبيعات ، وإرشادات السوق ، فعلى سبيل المثال لا الحصر ، تستخدم شركة تسلا الذكاء الاصطناعي في بناء السيارات ، حيث يتم استخدام الروبوتات الضخمة بدلاً من البشر ، مما يزيد من سرعة الإنتاج ويقلل من الأخطاء .

ج- مجال التعليم Education:

يساعد الذكاء الإصطناعي في عمليات التصنيف ومراجعة النسخ وإدراك الأخطاء في وقت أقل بكثير من الإنسان، وأيضاً بكفاءة أكبر. حيث أنه بواسطة نظام التعلم الآلي يمكن التحقق من أسئلة الاختيار من متعدد وملء الفراغات في لمح البصر؛ لتصبح عملية الفحص سريعة وسهلة ومتقنة. وذلك بالإضافة إلى استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين التعلم.

د-السيارات ذاتية القيادة Autonomous Vehicles:

لقد أحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في صناعة السيارات الذاتية القيادة، حيث يعتمد على جمع معلومات مختلفة من البيئة المحيطة بالسيارة، ويقوم بمعالجتها لتشكيل رؤى واتخاذ قرار، مثل توجيه السيارة تلقائيًا نحو محطة بنزين عندما يكون الوقود منخفضًا، أو تعديل الرحلة تلقائيًا وفقًا لظروف حركة المرور، وغير ذلك من قرارات.

ه-وسائل التواصل الاجتماعي Social Media:

إن الذكاء الاصطناعي يُحدِث ثورة في تقنيات التواصل الإجتماعي، فهو يتحكم في كل شئ ويتتبع كامل عمليات البحث على الويب، والتفاعلات، والسلوك، وغير ذلك، فكلما زادت مدة زيارة الإنسان لهذه المواقع، كلما زادت مدة تحليل الذكاء الإصطناعي لبياناته.

و- من أجل عالم أفضل For a better world:

إن الذكاء الاصطناعي يتمكن من فهم أخطائه، ومن ثَم اتخاذ مسار جديد للعمل المستقبلي يتلافى فيه تلك الأخطاء. كما أنه يساعد في الكشف عن الاحتيال، وفي المراقبة الأمنية، والتحكم في حركة المرور.

تستخدم شركات مثل Microsoft الذكاء الاصطناعي في رسم خريطة للعالم؛ مما يساعد في فهم توزيع الأراضي والممتلكات بشكل أفضل. كما يمكن استخدامه لوضع خطط أفضل للقضاء على الفقر.

وأيضاً يُستخدم الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالطقس الذي ينقذ ملايين الأرواح من أمواج المد والأعاصير.

كما تستخدم وكالة ناسا الذكاء الاصطناعي في البحث عن حياة على كواكب أخرى، حيث تتمكن الأجهزة التي يرسلونها والمعروفة باسم Rovers من استكشاف تضاريس المريخ بتفاصيلٍ ودّقةٍ أكبر، والكشف عن العناصر الموجودة في الكوكب لتحديد إمكانية الحياة عليه.

ز- السياحة Tourism:

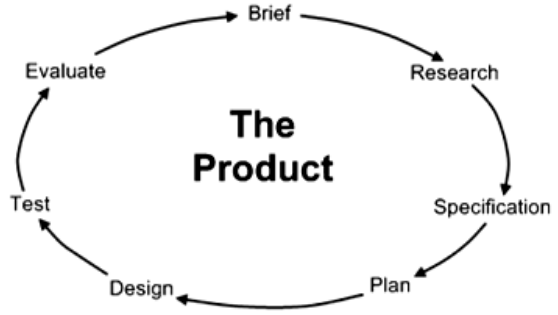
يستخدم الذكاء الاصطناعي التحليل التنبُئي وتتبع الأنماط للتنبؤ بالأسعار، وإرسال تنبيهات للعملاء عندما يحين الوقت المناسب لشراء تذاكر الطيران أوحجز الفنادق.

ثانياً: عملية التصميم الصناعي Industrial Design Process:

إن عملية التصميم الصناعي ثرية بالمعلومات والتفاصيل التي لا حصر لها، ولكننا سنكتفي بعرض مراحلها، وذلك نظراً لأهمية تلك المراحل لموضوع البحث.

- **مراحل عملية التصميم الصناعي Industrial Design Process Stages:**

تتكون مراحل عملية التصميم الصناعي أو تصميم المنتج قبل إصداره للسوق من سبعة مراحل رئيسية، وهي كالتالي: شكل (6).



شكل (6) مراحل عملية التصميم الصناعي
https://purpleunicornn.wordpress.com/2014/11/30/the-product-design-cycle/

1- موجز مشروع التصميم (تحديد الهدف) Brief:
يتم خلال هذه المرحلة اكتشاف المشكلة والتي تعتبر بمثابة الهدف الرئيسي لإجراء عملية التصميم. ومن ثَم إدراك جوانبها واقتراح أفكار مبدئية لحلها.

2- البحث والاستقصاء Research:
يتم خلال هذه المرحلة البحث في الأسواق عن المنتجات ذات الصلة والمشابهة للمنتج قيد عملية التصميم، لدراستها وتحليلها، وذلك للاستفادة منها في عملية التصميم.

3- متطلبات التصميم Specification:
يتم خلال هذه المرحلة وضع المتطلبات الخاصة بالتصميم؛ والتي تساعد على تحويل المنتج إلى حقيقة.

4- التخطيط Plan:
يتم في هذه المرحلة عمل مخطط موجز لما يجب أن يكون عليه المنتج لأداء وظيفته ولإمكانية استخدامه.

5- التصميم Design:
يتم في هذه المرحلة وضع أفكار التصميم، إلى أن يتم الوصول إلى أفكار تفصيلية للمنتج تحقق الهدف المرجو منه.

6- الاختبار Test:
يتم خلال هذه المرحلة بناء نموذج أولي للأفكار، وذلك لفحصها للتأكد من أنها تؤدي الوظيفة المنشودة، وتصلح للاستخدام الآمن.

7- التقييم Evaluate:
يتم خلال هذه المرحلة تقييم المنتج تجارياً، وتقييم سعره المقترح، والتأكد من أنه يحقق الهدف الأساسي من عملية التصميم الجارية.

موضوع البحث Statement of the study:

على الرغم من اقتحام تخصص الذكاء الإصطناعي للعديد من المجالات، وتقديمه لحلول من شأنِها تغيير وجه الحياة، واستبدال البشر بالآلات، وفي ذات الوقت الوصول لأفضل النتائج، كما هو الحال في أتمتة التصنيع، وبعض طرق التعليم، ووسائل التواصل الإجتماعي، إلا أنه لا يزال هناك كثير من المهام لم يستطع الذكاء الإصطناعي السيطرة عليها: وعلى رأسها الإبداع، هذا الذي يتفرّد به الإنسان.

لقد أُجريت عدة دراسات في ذلك الشأن، وكان مُفادها أنه بحلول عام 2037 سيتم استبدال 47% من المهام التي يُنجزها البشر بالآلات، غير أن المبدعون ليسوا من هؤلاء، فقد كانت نسبة احتمال استبدالهم بالروبوتات هي 8.2% فقط.

وعلى الرغم من ذلك إلا أن بعض التخصصات الإبداعية قد استعانت بالفعل بتقنيات الذكاء الإصطناعي في إنجاز بعض من مهامِها الإعتيادية المتكررة. مثل المعماريون، ومصممي الإعلانات.

وبالمثل يستطيع المصممون الصناعيون الاستفادة من تقنيات الذكاء الإصطناعي في تسهيل عملهم، وإنجاز المهام الغير إبداعية فيه بمساعدة تلك التقنيات، وذلك لتوفير الوقت والجهد لإتمام العمليات الإبداعية من ابتكار وتطوير بالكفاءة المطلوبة.

نتائج البحث Results of the study:

تم تقنين دور الذكاء الإصطناعي في إعادة صياغة وممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي، وذلك من خلال بناء نظام ذكاء إصطناعي يساعد المصمم في إتمام مراحل عملية التصميم بنفس الكفاءة المعهودة، أو أكثر، مع توفير الوقت والجهد والمال.

حيث يصلح تطبيق ذلك النظام في عمليات تصميم مختلفة لمنتجات من نفس العائلة، كما أنه يتميز بالتعلم المستمر، مما يجعله يتطور ذاتياً ويُحسّن من أداءه؛ وبالتالي نتائجه؛ الأمر الذي يجعله مواكباً للتطور باستمرار.

والجدير بالذكر أنه يجب أن يُشارك المصمم الصناعي كعضو في فريق بناء ذلك النظام باعتباره خبير المجال المعني.

وفيما يلي عرض لذلك التصور المُقترح لتوضيح كيفية الاستفادة من تقنيات الذكاء الإصطناعي في اتمام مراحل عملية التصميم الصناعي:

مراحل عملية التصميم الصناعي في ضوء الذكاء الإصطناعي:

1- موجز مشروع التصميم (تحديد الهدف) Brief:

- تفاصيل المرحلة: الهدف من هذه المرحلة هو تحديد وإدراك المشكلة محل الدراسة؛ ومن ثَم اختيار المنتج الذي سوف يتم ابتكاره أو تطويره لحل تلك المشكلة. ولإتمام ذلك بنجاح يجب تجميع أكبر قدر من المعلومات عن رغبات العملاء، والمنتجات المنافسة، والاتجاهات الحديثة في المجال، والتكنولوجيا المتوفرة، والأسواق الواعدة، وأيضاً الوقوف على استراتيجية الشركة، والموارد المتاحة لديها.
- دور الذكاء الإصطناعي: يستطيع الذكاء الإصطناعي توفير المساعدة لإتمام تلك المرحلة بمجهود ووقت أقل، وذلك بالاستعانة بمجموعه من أنماطه يتم دمجها معاً لتُنتج نظام ذكاء إصطناعي فعّال، وتلك الأنماط هي:
  - إضفاء الطابع الشخصي The Hyperpersonalization Pattern: حيث يوفر معلومات وافية عن الأسواق المعنية، والمنتجات المنافسة، والتكنولوجيا المتاحة، ورغبات العملاء.
  - تحديد القيم النمطية والغير نمطية Predictive Analytics & Decision Support: والذي يوفّر البحث عن مراجع ذات صلة بالعملية القائمة، كما أنه يحدد الأنماط المتكررة في المنتجات المتوفرة في الأسواق؛ ومن ثَم يساعد في تحديد المشكلة المتكررة بها، وأيضاً يُدرك تكرار الاستعلام عن منتج يؤدي وظيفة محددة؛ مما يوضح الاحتياج لتوافر ذلك المنتج.
  - التحليلات التنبؤية ودعم القرار Identifying Patterns and anomalies: يساعد هذا النمط في ترشيح أفضل قرار لاختيار المنتج الذي سيتم ابتكاره أو تطويره، كما أنه يساعد في التنبؤ بحجم المبيعات.
  - الإدراك The Recognition Pattern: والذي يوفر معلومات محددة عن إمكانيات المؤسسة ومواردها المتاحة، كما أنه يوفر كافة المعلومات عن الحلول المطروحة للمشكلة محل الدراسة.

2- البحث والاستقصاء Research:

- **تفاصيل المرحلة:** يتم خلال هذه المرحلة البحث في الأسواق عن المنتجات ذات الصلة والمشابهة للمنتج قيد عملية التصميم، للإلتزام بحقوق الملكية الفكرية للآخرين. وأيضًا لدراسة وتحليل المنتجات المشابهة للاستفادة منها في عملية التصميم.
- **دور الذكاء الإصطناعي:** باستخدام مجموعة من أنماط الذكاء الإصطناعي المدمجة سوياً يمكن إتمام تلك المرحلة بمجهود ووقت أقل، وتلك الأنماط هي:
  - **إضفاء الطابع الشخصي The Hyperpersonalization Pattern:** والذي يوفر معلومات عن فئة المستخدمين المستهدفة، والتي يتم تحديد مواصفاتها من قِبل فريق العمل، فيوضح ذلك النمط ما يفضلونه المستخدمين من منتجات وتصميمات وتكنولوجيا وأسعار وألوان، وغير ذلك من معلومات.
  - **تحديد القيم النمطية والغير نمطية Predictive Analytics & Decision Support:** الذي يوفّر البحث عن مراجع ذات صلة بعملية التصميم القائمة، كما أنه يحدد الأنماط المتكررة في المنتجات المنافسة، مثل الألوان، وخطوط التصميم، والتكنولوجيا المستخدمة، وغير ذلك من سمات متكررة.

○ **الإدراك The Recognition Pattern:** حيث يوفر معلومات وافية عن المنتجات المشابهة وأجزاءها، وخامتها، وأسعارها، والتكنولوجيا المستخدمة بها، وألوانها المتاحة، أجزاءها المعيبة إن وجدت، وغير ذلك من مواصفات.

3- متطلبات التصميم Specification:

● تفاصيل المرحلة: يتم خلال هذه المرحلة تحليل المعلومات المتاحة، ووضع المتطلبات الخاصة بالتصميم؛ والتي تساعد على تحويل المنتج إلى حقيقة. وهي المتطلبات الوظيفية، والاستخدامية، والاجنوميكية، والإنتاجية، والبيئية، واقتصادية، والجمالية.

● دور الذكاء الإصطناعي: يتم خلال هذه المرحلة الاعتماد على مجموعة أنماط ذكاء إصطناعي مدمجة سوياً لاتمام أنشطة المرحلة بأقل وقت وجهد، وأفضل كفاءة ممكنة، وتعتبر المعلومات المستخلصة من المرحلتين السابقتين هي مدخلات تلك المرحلة، والأنماط المستخدمة هي:

○ تحديد القيم النمطية والغير نمطية Predictive Analytics & Decision Support: وهو الذي يحدد الأنماط المتكررة في نتائج المرحلتين السابقتين، حيث يكتشف تكرار العناصر في المنتجات المشابهة ورغبات المستخدمين؛ وبناء على ذلك التكرار وتوافقه مع العلوم الأساسية المعنية بالمنتج محل التصميم؛ يتم وضع متطلبات التصميم.

○ التحليلات التنبؤية ودعم القرار Identifying Patterns and anomalies: يساعد هذا النمط في ترشيح أفضل القرارات من بين المعلومات المتاحة من المرحلتين السابقتين لإختيار وتحديد متطلبات التصميم.

○ الإدراك The Recognition Pattern: والذي يوّفر الشكل القياسي لمتطلبات التصميم الذي يتم بناء المتطلبات على أساسه.

4- التخطيط Plan:

● تفاصيل المرحلة: يتم في هذه المرحلة عمل مخطط Outline موجز لما يجب أن يكون عليه المنتج لأداء وظيفته ولإمكانية استخدامه.

● دور الذكاء الإصطناعي: يتم خلال هذه المرحلة الاعتماد على نمطين من أنماط الذكاء الإصطناعي مدمجين سوياً لاتمام أنشطة المرحلة بأقل وقت وجهد وأفضل كفاءة ممكنة، وتلك الأنماط هي:

○ نمط الأنظمة التي تتبع الهدف:The Goal-Driven Systems Pattern يساعد هذا النمط في التأكد من أن المخطط المقترح يحقق الهدف المطلوب.

○ الإدراك The Recognition Pattern: والذي يوّفر كل البيانات والمعلومات المطلوبة لإنشاء مخطط موجز عن المنتج وكيفية اداءه لوظيفته، وأيضاً كيفية استخدامه.

5- التصميم Design:

● تفاصيل المرحلة: يتم في هذه المرحلة وضع أفكار التصميم وتطويرها، إلى أن يتم الوصول إلى أفكار تفصيلية للمنتج تحقق الهدف المرجو منه، واتمام مستندات التصميم لها.

● دور الذكاء الإصطناعي: يستطيع الذكاء الإصطناعي توفير المساعدة لإتمام تلك المرحلة بمجهود ووقت أقل، وذلك بالاستعانة بمجموعه من أنماطه يتم دمجها معاً لتُنتج نظام ذكاء إصطناعي فعّال، وتلك الأنماط هي:

○ نمط الأنظمة التي تتبع الهدف:The Goal-Driven Systems Pattern حيث يساعد هذا النمط في التأكد من أن الأفكار المقترحة تحقق الهدف المطلوب، وأيضاً في حالة التصميم التفاعلي يساعد في التحقق من فاعلية سيناريو الاستخدام.

- الإدراك The Recognition Pattern: يساعد هذا النمط عند اتمام مستندات التصميم في إدراك التفاصيل المشابهة في قاعدة البيانات والاستعانة بها.
- نمط الأنظمة الذاتية Autonomous systems Pattern: تساعد الأنظمة الذاتية في إنهاء مستندات التصميم، والتي تبدأ برسومات يدوية وبيانات وبعض الرسومات الهندسية البسيطة، فتحولها الأنظمة الذاتية إلى مستندات تصميم كاملة منسقة تصلح لبناء نموذج أولي.

6- الاختبار Test:

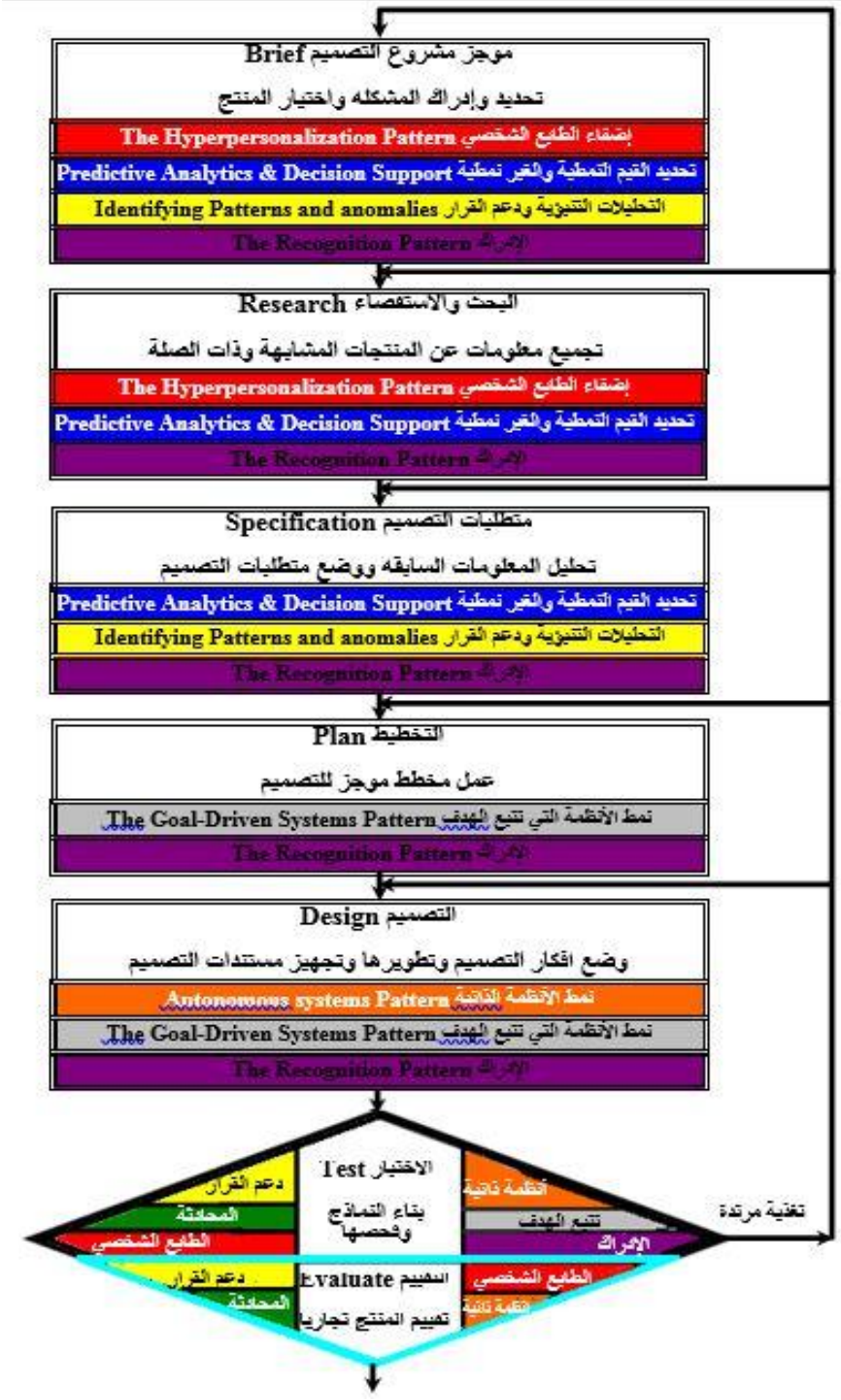
- تفاصيل المرحلة: يتم خلال هذه المرحلة بناء نماذج أولية للأفكار، وذلك لفحصها للتأكد من أنها تؤدي الوظيفة المنشودة، وتصلح للاستخدام الآمن من خلال عرضها على عينة من المستخدمين.
- دور الذكاء الإصطناعي: يستطيع الذكاء الإصطناعي توفير المساعدة لإتمام تلك المرحلة بمجهود ووقت أقل، وذلك بالاستعانة بمجموعه من أنماطه يتم دمجها معاً لتُنتج نظام ذكاء إصطناعي فعّال، وتلك الأنماط هي:
- نمط الأنظمة الذاتية Autonomous systems Pattern: يساعد هذا النمط في تحويل مستندات التصميم إلى نماذج أولية لمجموعة الأفكار المُختارة، كما أنه يساعد في إجراء اختبارات على هذه النماذج بتقنية الواقع الإفتراضي، والتعرف على أوجه القصور وأهم المميزات بها.
- نمط الأنظمة التي تتبع الهدف:The Goal-Driven Systems Pattern والتي تتأكد من أن النماذج الأولية تحقق الهدف المرجومنها بنجاح. وفي حالة كَون المنتج من منتجات التصميم التفاعلي تتأكد من صحة سيناريو الاستخدام.
- نمط المحادثة :The Conversational Pattern يساعد هذا النمط في بناء برنامج دردشة للتفاعل مع المستخدمين ومعرفة آراءهم حول النماذج الأولية، وأيضاً إدراك مشاعرهم نحو تجارب الاستخدام.
- إضفاء الطابع الشخصي The Hyperpersonalization Pattern: يساعد هذا النمط في اكتشاف أنماط الاستخدام أثناء عملية الاختبار؛ مما يُعطي رؤية واضحة عما يفضله المستخدمون، وما يرفضونَه أثناء التجربة الاستخدامية.
- التحليلات التنبؤية ودعم القرار Identifying Patterns and anomalies: يساعد هذا النمط في تحليل كل المعلومات المتاحة عن تجربة استخدام النماذج الأولية للأفكار الواعدة ويوصي بأفضل فكرة من بينهم، ويتنبئ بنسبة نجاحها.
- الإدراك The Recognition Pattern: وهو يساعد في إدارك نمط الاستخدام أثناء عملية الاختبار؛ مما يوضح إذا كانت النماذج وبالتالي الأفكار في حاجة إلى تطوير أم لا.

7- التقييم Evaluate:

- تفاصيل المرحلة: يتم خلال هذه المرحلة تقييم المنتج تجارياً، وتقييم سعره المقترح، والتأكد من أنه يحقق الهدف الأساسي من عملية التصميم الجارية.
- دور الذكاء الإصطناعي: باستخدام مجموعة من أنماط الذكاء الإصطناعي المدمجة سوياً يمكن إتمام تلك المرحلة بمجهود ووقت أقل، وتلك الأنماط هي:
- إضفاء الطابع الشخصي The Hyperpersonalization Pattern: يحدد هذا النمط الانطباع الذي يكّونه المستخدمون عن المنتج.
- نمط المحادثة :The Conversational Pattern يساعد هذا النمط في بناء برنامج دردشة للتفاعل مع المستهلكين والمستخدمين ومعرفة آراءهم حول المنتج بكافة مواصفاته، ومن ضمنها سعره المقترح.

- التحليلات التنبؤية ودعم القرار Identifying Patterns and anomalies: يساعد هذا النمط في تحليل آراء المستهلكين والمستخدمين، واقتراح السعر الأنسب للمنتج، والتنبؤ بحجم المبيعات، وأيضاً التنبؤ بنسبة نجاح المنتج في السوق.
- نمط الأنظمة الذاتية Autonomous systems Pattern: يساعد هذا النمط في تغيير لغة التواصل مع المنتج ومرفقاته من كتالوجات وغيره، وذلك تِبعاً للدولة الموجَّه إليها أو المصمم من أجلها.

ويوضح الشكل (7) استخدام أنماط الذكاء الإصطناعي في ممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي



الشكل (7)أنماط الذكاء الإصطناعي المستخدمة في ممارسة مراحل عملية التصميم الصناعي

التوصيـات Recommendations:

يوصي البحث بما يلي:

1- ضرورة الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في ممارسة عملية التصميم الصناعي.

2- ضرورة بناء استراتيجية متكاملة للاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في ممارسة عملية التصميم الصناعي، وذلك من خلال أبحاث متعددة مُكملة لبعضها البعض تتناول كل التفاصيل المعنية.

3- ضرورة متابعة وتطوير عملية التصميم الصناعي معرفياً ومهارياً لمواكبة المستجدات المستمرة في التخصصات المعنية المختلفة، والاستفادة منها أيضاً.

4- ضرورة تعميم ثقافة استخدام الذكاء الاصطناعي كمساعد في عملية التصميم الصناعي بين طلاب وممارسي التخصص.

المراجع References

أولاً : المراجع العربية :

1- الدوريات العلمية:

(1) حسانين، مجدولين السيد. "التصميم الصناعي في ضوء التصميم المتكامل". مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية 16 (2019): ص-ص: 369 – 383.

Hassaneen, Magdoline Elsayed "Al-tasmem al-senaay fi doa al-tasmem al-motkamel". Magalet Al Emara w Al Fenoun w Al Elom Al Insania 16 (2019): MN p 369 to 383.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Books:

(2) Chandra, Vinod. & Hareendran, Anand. Artificial Intelligence and Machine Learning. Delhi: PHI Learning private limited, 2014.

(3) Mehrotra, Dheeraj. Basics of Artificial Intelligence & Machine Learning. Chennai: Notion Press, 2019.

2- Periodicals:

(4) Georgescu, Serban. "Application of artificial intelligence technology in product design". Fujitsu scientific & technical journal 53 4 (July 2017): 43-51

3- Websites :

(5) Białek, Bartek. "Artificial Intelligence Disrupts UX and Product Design Like No Other Industry". https://www.netguru.com. https://www.netguru.com/blog/artificial-intelligence-disrupts-ux-and-product-design-like-no-other-industry (accessed May 19, 2020).

(6) Casey, Kevin. "How to staff an AI team: 11 key roles". https://enterprisersproject.com. https://enterprisersproject.com/article/2019/6/how-staff-ai-team-11-key-roles (accessed July 31, 2020).

(7) Data Flair Team. "AI and Machine Learning – Know the core aspects of the deadly duo". https://data-flair.training. https://data-flair.training/blogs/ai-and-machine-learning/ (accessed July 27, 2020).

(8) D. Maria. "What's the Difference Between AI, Machine Learning and Data Science?". https://www.cleveroad.com. https://www.cleveroad.com/blog/data-science-vs-machine-learning-vs-ai (accessed July 16, 2020).

(9) Javat Point. "Types of Artificial Intelligence". https://www.javatpoint.com. https://www.javatpoint.com/types-of-artificial-intelligence (accessed July 27, 2020).
(10) Kumar, Bharani. "AI Applications Assisting Specialists to Increase Their Efficiency". https://360digitmg.com. https://360digitmg.com/application-of-artificial-intelligence (accessed July 27, 2020).
(11) Lateef, Zulaikha. "Most Frequently Asked Artificial Intelligence Interview Questions". https://www.edureka.co. https://www.edureka.co/blog/interview-questions/artificial-intelligence-interview-questions/ (accessed July 16, 2020).
Magora. "Hype technology: artificial intelligence vs machine learning vs deep learning". https://magora-systems.com. https://magora-systems.com/artificial-intelligence-vs-machine-learning-vs-deep-learning/ (accessed July 9, 2020).
(12) Philips, Miklos. "The Present and Future of AI in Design (with Infographic)" https://www.toptal.com. https://www.toptal.com/designers/product-design/infographic-ai-in-design (accessed May 19, 2020).
(13) Purpleunicornn. "The Product Design Cycle". https://purpleunicornn.wordpress.com. https://purpleunicornn.wordpress.com/2014/11/30/the-product-design-cycle/ (accessed July 31, 2020).
(14) Walch, Kathleen. "The Seven Patterns Of AI". https://www.forbes.com. https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/09/17/the-seven-patterns-of-ai/#3650828412d0 (accessed July 16, 2020).