تعزيز دور المصمم الصناعي في تصميم المنتجات الذكية
Enhancing the Role of the Industrial Designer in Designing Smart Products

د/ مصطفى محمود شحاته محمود
مدرس بقسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – مصر، mostafamahmoudshehataa@gmail.com

ملخص البحث Abstract:
يتناول البحث كيفية تعزيز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية وذلك من خلال دراسة تطور المنتجات الرقمية وصولاً إلى المنتجات الذكية ومن ثم تحديد التقنيات التمكينية وموضوعات التصميم المرتبطة بالمنتجات الذكية وإدراجها ضمن الجوانب الداعمة للمصمم الصناعي في سبيل تعزيز دوره في تصميم تلك المنتجات، ولتحقيق ذلك جاء البحث على النحو التالي: **مدخل البحث،** وقد تضمن موضوع البحث ومشكلته الرئيسية التي تجلت في عدم وجود خطوط استراشدية لما يجب تطويره في مناهج تعليم التصميم بما يعزز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية، وهدفه المتمثل في تحقيق تلك الإعتبارات، وسؤاله و المتمثل في كيفية دعم دور التصميم الصناعي في بناء المنتجات الذكية، و أهميته، كما أشار المدخل إلى حدود الدراسة والمتمثلة في دراسة تطور المنتجات الرقمية وصولاً إلى المنتجات الذكية. **دراسة تطور المنتجات الرقمية،** حيث تم عرض تصنيفاً للمنتجات تبعاً لقدرتها على التعامل مع البيانات إلى منتجات تناظرية Analogue Products ، وأخرى رقمية digital Products ، ومن ثم دراسة التطورات المختلفة في خصائص وتقنيات المنتجات الرقمية مروراً بالمنتجات المتصلة connected Products ، والمنتجات المستجيبة Responsive Products ، والمنتجات الذكية Smart Products ، و المنتجات الذكية المتصلة Smart, Connected Products . **المناقشة،** حيث تم إجراء مقارنة بين الخصائص العامة والمكونات التقنية للأنواع الخمسة من المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات ومن ثم تحديد التقنيات التمكينية للمنتجات الذكية والتي أُعتبرت الخطوة الأولى في تعزيز دور التصميم الصناعي في بناء وتصميم المنتجات الذكية، أما الخطوة الثانية فتمثلت في استنباط أهم مجالات التصميم المرتبطة بالمنتجات الذكية، ودور كل مجال في دعم تصميم تلك المنتجات، حيث مثلت التقنيات التمكينة ومجالات التصميم معاً خطوطاً إرشادية (إعتبارات عامة) لما يجب تطويره في مناهج تعليم التصميم بما يعزز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية. **النتائج والتوصيات،** حيث تم مناقشة أهم النتائج والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال البحث، حيث شملت النتائج أهم التقنيات و مجالات التصميم المرتبطة بالمنتجات الذكية، كما شملت التوصيات بعض النقاط التي من شأنها تعزيز الدراسة مستقبلاً.

كلمات دالة Keywords:
تصميم صناعي
Industrial Design
المنتجات الذكية
Smart Products
المنتجات الذكية المتصلة
Connected Smart Products
المنتجات الرقمية
Digital Products
المنتجات المتصلة
Connected Products
المنتجات المستجيبة
Responsive Products

Paper received 7th April 2021, Accepted 5th June 2022, Published 1st of July 2022

مقدمة Introduction
للتصميم الصناعي جوهر ثابت فلطالما كان هذا الجوهر يتمثل في تلبية الاحتياجات، سواء احتياجات المصنّعين أو المستخدمين، وعلى الرغم من عدم وجود تعريف متماسك، ينص على أن "التصميم الصناعي يُمكن -على سبيل المثال- أن يُنظر إليه على أنه يخلق مقترحات ملموسة للمنفعة المتبادلة لكل من المستخدم والشركة المصنعة، كإنشاء حلول تصميم لسوق واسع من خلال دمج جوانب مثل الشكل وقابلية الاستخدام والتكنولوجيا والأعمال في كل متماسك، أو كإيجاد مشكلة وإيجاد معنى وتطوير شيء ما إلى حالة مفضلة، أو كمزيج من الصناعة ،و التفكير، و صياغة السياق والتخيل ". (Overbeeke and Hummels, 2013)
ففي الأيام الأولى للتصميم الصناعي كان على المنتجات عادةً أن تفي بالغرض الرئيسي منها لتصنيفها كمنتج جيد، فعلى سبيل المثال يجب أن يكون إبريق الشاي قادرًا على غلي الماء، ولديه القدرة على سكب الشاي في الكؤوس والحفاظ على الشاي دافئًا، أما اليوم فإننا نعيش في عصر المعلومات وأصبح تدفق البيانات والتكنولوجيا المتقدمة أكثر شيوعًا، وهو ما يتطلب الاستفادة من الكمية المتزايدة من المعلومات المتاحة في تصميم وتطوير المنتجات، وهنا تكمن مشكلة منتجات اليوم -التي تحاول الاستفادة من كل هذه المعلومات- في أنها عادةً ما تكون غير قادرة على فهم السياق، ومن ثم اتخاذ خيارات خاطئة إضافة إلى إعطاء المستخدم الكثير من المعلومات غير المهمة. (Mysen, 2013)
وعلى العكس من ذلك فإن المنتجات الذكية تجمع بين تقنيات الاستشعار والدلالات، (Sabou et al, 2009) بهدف تنقيح كل هذه المعلومات و وضعها معًا في سياق متكامل، وبالتالي قد تكون المنتجات قادرة على اتخاذ خيارات أكثر ذكاءً، فبالعودة إلى المثال السابق حيث يمكن لإبريق الشاي -على سبيل المثال- ان يصنع الشاي بمفرده، قبل أن يستيقظ المستخدم في الصباح مباشرة لأنه حصل على المعلومات من مستشعر الحركة في غرفة النوم التي استيقظ بها المستخدم للتو، ولديه القدرة على إيقاف نفسه لأنه أدرك أن المستخدم ذهب إلى العمل، (Mysen, 2013) ولذلك من السهل أدراك أن عملية تطوير المنتجات الذكية معقدة وتشمل العديد من الأرتباطات الأخرى التي يمكن تصورها مع المنتجات الأخرى.
و لهذا السبب يجب إعادة النظر في الطريقة التي يضع بها المصمم الصناعي تصوراته للمنتجات الذكية، فهي تختلف كلية عن غيرها من المنتجات، كما يجب التأكيد على ضرورة تحديد اسهامات المصمم الصناعي في تطوير وتصميم تلك المنتجات ومن ثم تعزيز دوره بها من خلال تزويده بالمعارف التصميمية والتقنية اللازمة لتحقيق ذلك.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

1.2. موضوع البحث Subject

التصميم، التقنية وإدارة المشروعات ثلاثة سياقات يمكن من خلالها دراسة المنتجات الذكية، وتختلف رؤى المجالات الثلاث تبعاً لتوجهاتها التقنية، وتتكامل تلك الرؤى لتحقيق فهم افضل لماهية المنتجات الذكية وفعل أفضل للصورة التي يجب أن تكون عليها، ولكل مجال من تلك المجالات أطار أو عدة أطر يمكن من خلالها رؤية المنتجات الذكية.

فرؤية التصميم للمنتجات الذكية: تركز على تصميم تلك المنتجات والتكامل بين شكل و وظيفة المنتج الذكي، وتصميم واجهة التفاعل بين الإنسان ونظام المنتج الذكي.

أما التقنية فلها أطاران يمكن النظر في طبيعة المنتجات الذكية من خلالهما وهما:

إنترنت الأشياء IOT: وتتركز الرؤية من خلاله على كيفيه اتصال المنتج الذكي بغيره من المنتجات الموجوده ضمن سياقه الذكي P2P واتصاله مع مقدمي الخدمات P2S عبر الإنترنت، والخدمات الأخرى المرتبطة به.

والذكاء المحيط - Ambient Intelligence – Ami : وتتركز الرؤية من خلاله على الذكاء الموجود في محيط المنتج الذكي والكائنات الموجودة به و التي لها قدرة على جمع البيانات و الاتصال و الحوسبة، بالاضافة إلى خصائص الذكاء الموجودة بالمنتج وغيره من المنتجات الموجوة في بيئته المحيطه. (Gutiérrez et al, 2013).

أما إدارة المشروعات فتنظر للمنتجات الذكية من خلاله إدارة دورة حياتها PLM، وفي هذا السياق تتركز الرؤية على دورة الحياة الكاملة للمنتج من مرحلة وضع التصورات الأولية للمنتج الذكي، ثم من خلال تصميمه وتصنيعه ،إلى عمليات طرحه بالاسواق وتقديمه للمستهلك والخدمات المصاحبة له ووصولاً إلى نهاية دورة حياته والتخلص منه.

ومما تقدم يمكن القول بإن التصميم بشكل عام والتصميم الصناعي بشكل خاص، هو أحد الركائز الاساسية في صياغة مفهوم و تجسيد تصور المنتج الذكي، لكن كيف؟ أو بمعني أوضح، ما الدور الذي يقدمه التصميم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية؟ فإجابة هذا التساؤل تكشف دور المصمم الصناعي في تطوير المنتجات الذكية، وتخبرنا إلى أي موضوعات التصميم يجب أن تتجه دراسته لتعزيز اسهاماته في تصميم وتطوير المنتجات الذكية، وتكشف التقنيات الداعمة لتصميم وبناء المنتجات الذكية والتي يجب على المصمم فهمها و ادراكها بغيه الاستفاده منها في تصميم وتطوير تلك النوعية من المنتجات الذكية.

1.3. مشكلة البحث Statement of the Problem

"لم يعد من الممكن تصميم المنتجات الذكية بشكل صحيح من قبل فرد واحد ، بغض النظر عن مدى موهبة هذا الشخص وتدريبه جيدًا، فالتصميم الجيد ينطوي على فريق متعدد التخصصات ". (Buurman, 1997).

ولذا فإن مشكلة البحث تنبع من ارتباط تصميم المنتجات الذكية بالعديد من المجالات، مما يجعل من الصعب على المصمم الصناعي ادراك دوره في عمليات التصميم والتطوير لتلك المنتجات بالاضافة لصعوبة توجيه تلك العمليات نظراً لافتقاره إلى المعرفة التصميمية والتقنية المرتبطة بها.

وهذا ما يستلزم بالضرورة اعادة النظر فيما يجب ادراجه ضمن مناهج اعداد المصمم الصناعي لتمكينه من الاسهام بشكل اكثر فاعلية في عمليات تصميم وتطوير المنتجات الذكية، ولتحقيق ذلك يجب تحديد الاعتبارات اللازمة لجوانب التطوير في عمليات تعليم التصميم في ضوء تلك المستجدات.

ولذا فإن مشكلة البحث تتجلي في عدم وجود خطوط استراشدية (إعتبارات عامة) لما يجب تطويره في مناهج تعليم التصميم بما يعزز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية.

1.4. هدف البحث Objectives

يهدف البحث لاستنباط مجموعة من الأعتبارات العامة أو الخطوط الاسترشادية للمعارف والمهارات التي يجب تضمينه ضمن مناهج تعليم التصميم الصناعي في ظل المستجدات التقنية والمعرفية المرتبطة بتصميم المنتجات الذكية ومابعدها، وبما يعزز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير تلك المنتجات.

1.5. سؤال البحث query

ما الذي يجب تضمينه ضمن مناهج تعليم التصميم لتعزيز مشاركة المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية ؟

1.6. منهجية البحث Research Methodology

ينتهج البحث المنهج الوصفى-التحليلي.

1.7. أهمية البحث Significance

تنبع أهمية البحث من :

- ضرورة تطوير مناهج تعليم التصميم الصناعي بما يواكب التغيرات المستمرة في طبيعة المنتجات.
- ضرورة النظر في طرق إعداد المصمم بوجه عام، وبشكل خاص مصممي المنتجات الذكية وذلك لما لها من أرتباطات تصميمية و تقنية تختلف بها عن غيرها من المنتجات.

1.8. حدود البحث Delimitations

للبحث حدود موضوعية تتمثل في دراسة التطور في طبيعة المنتجات الرقمية وصولاً إلى المنتجات الذكية من منظور التصميم الصناعي.

الاطار النظري Theoretical Framework

ثانياً : دراسة تطور المنتجات الرقمية

بالنظر إلى الطبيعة الهندسية لمنتجات التصميم الصناعي فمن الممكن تصنيفها تبعاً لتدفق البيانات إلى نوعين هما : (Porter and Millar, 1985)

- المنتجات التناظرية، وهي تشير إلى تلك المنتجات التي لا يمكنها التعامل مع البيانات، فهي لا تستطيع تخزين البيانات أو معالجتها أو الحصول عليها أو تبادلها، فهي تمتلك أنظمة أبسط في بنيتها العامة حيث تتضمن الحد الأدني من عناصر تشغيل المنتج وأداء وظيفته دون الحاجة للأحتفاظ بأية بيانات، وتمتاز تلك المنتجات ببساطة التركيب وسهولة التصميم.
- وعلى الجانب المقابل توجد المنتجات الرقمية، وهي تشير إلى تلك المنتجات التي تحتوي بشكل عام على وسائط تمكنها من التعامل مع البيانات، من عمليات حفظ و معالجة وتبادل للبيانات، و غالباً ما تتضمن تلك المنتجات برمجيات خاصة

تساهم في تحسين وظائفها الأساسية بالإضافة إلى وظائفها الأخرى والتي تعد كميزات تطورية للمنتج.

وتتنوع المنتجات الرقمية، حاملة معها العديد من الميزات الوظيفية التي أكتسبتها خلال مسيرتها التطورية، وتمثل تلك الميزات حدود التمييز بين درجات الترقي لتلك المنتجات، وبالنظر إلى طبيعة المنتجات الذكية بشكل عام وقدراتها على التعامل مع البيانات، (Porter and Millar, 1985) (Maass & Janzen, 2007) فمن الممكن القول بإن المنتجات الذكية هي مرحلة متطورة المنتجات الرقمية.

وقبل الشروع في دراسة واستكشاف ماهية المنتجات الذكية يجب أولاً تمييز المنتج الذكي عن اقرانه من المنتجات المستندة إلى تكنولوجيا المعلومات كتقنية رئيسية بها، وبالنظر في طبيعة تلك المنتجات وجد أنه يمكن تصنيفها على النحو التالي:

المنتجات الرقمية Digital Products : وأهم ما يميزها قدرتها على التعامل مع البيانات بعكس المنتجات التناظرية، وبنيتها التكنولوجية المعتمدة على الحد الأدني من مكونات بناء المنتج و وسيط رقمي (متحكم أو معالج) للتعامل مع البيانات بالاضافة لبعض الوظائف الأخرى، التي تتيحها البرمجيات البسيطة المزود بها عنصر التحكم.

المنتجات المتصلة Connected Products : ويميزها قدرتها على الإتصال عبر الشبكة وهي بشكل عام لا تؤدي وظيفة مباشرة بل يتم توزيع وظيفة تلك المنتجات بين مجموعة من الأجهزة، وتشتمل على الحد الأدني من عناصر بناء المنتج، و وسائط الإتصال عبر الشبكة.

المنتجات المستجيبة Responsive Products : وتمتاز بقدرتها على بناء نوعاً من الإستجابة والتفاعل الذكي مع المستخدم بالإضافة لإمكانية الإتصال، مع بعض الوظائف التي تعكس ذكاء المنتج، لكن ليست ذات قدرة على إتخاذ قرار، وتتكون البنية التقنية لتلك المنتجات من الحد الأدني من المكونات المادية اللازمة لأداء وظيفة المنتج بالإضافة لمجموعة من المستشعرات والمشغلات اللازمة لبناء تفاعل قوي مع المستخدم، وعناصر لتمكين المنتج من الإتصال عبر الشبكة.

المنتجات الذكية Smart Products : وتمتاز بقدرتها على التفكير و إتخاذ القرار، وذلك من خلال إتصالها بالمنتجات الآخرى الموجودة في محيطها الذكي، و امتلاكها إمكانات الذكاء الإصطناعي القوي، من خلال تزويدها بالمتحكمات اللازمة و البرمجيات القادرة على معالجة البيانات و إتخاذ القرار عند هذا المستوى.

(Raff, Wentzel & Obwegeser, 2020)

المنتجات الذكية-المتصلة Smart, Connected Products : وهي مرحلة متقدمة من المنتجات الذكية وتستمد ميزتها التطورية من قدرتها العالية على الإتصال.

وتتشارك الأنواع الخمسة السالف ذكرها، بعض الخصائص مثل قدرتها على التعامل مع البيانات، وفيما يلي عرضاً ملخصاً لتلك الأنواع الخمسة مع التركيز على المنتجات الذكية بإعتبارها المحور الرئيسي للدراسة.

2-1- المنتج الرقمي Digital Product

يعرف المنتج الرقمي بإنه منتج منفصل مجهز بأجهزة قادرة على معالجة المعلومات ودعم إدارة البيانات الأساسية عبر برنامج التشغيل الخاص به، و يختلف المنتج الرقمي في طبيعته عن المنتج التناظري في أنه يتم تمكينه بواسطة تكنولوجيا المعلومات، ولا تستطيع تلك المنتجات أداء وظيفتها التقليدية فحسب، بل يمكنها أيضًا معالجة البيانات، مما يتيح مجموعة متنوعة من القدرات الإضافية. (Porter and Millar, 1985)

فعلي سبيل المثال، تستطيع الكاميرا الرقمية التقاط الصور إضافة إلى إمكانية عرضها أو ترتيبها أو حذفها، وتعد الكاميرات الرقمية أو مشغلات MP3 أو أنظمة hi-fi أمثلة شائعة على النموذج الأصلي للمنتج الرقمي.

فالمنتج الرقمي يمثل المرحلة التطورية الأولى حيث يتم تعزيز المنتجات التناظرية بإمكانيات تكنولوجيا المعلومات، والتي تسمح للمنتجات بمتابعة العمليات الأساسية المكتوبة، وللمنتج الرقمي أربعة خصائص رئيسية Raff, Wentzel & Obwegeser, (2020) تتمثل فيما يلي :

- مزود بتكنولوجيا المعلومات IT equipped
- قادر علي تخزين البيانات Data Storage
- قادر على معالجة وتحليل البيانات Data Processing and Analysis
- قادر على الحصول على البيانات و نقلها Data provision and Transmission

وتتكون المنتجات الرقمية المتصلة من مكونين رئيسيين هما:

- المكونات المادية الأولية: وتشتمل على المشغلات الكهربائية والميكانيكية كالمنتج المعتاد.
- المكونات البرمجية الأولية: وتشمل البرمجيات و وحدة التحكم والتشغيل للوظائف الأساسية للمنتج.

2-2- المنتج المتصل Connected Product

تتمثل الميزة الأساسية للمنتج المتصل في مشاركة هوية رقمية مميزة (عنوان فريد) تسمح بالتعرف الفريد عند الاتصال بالشبكة مع أجهزة أخرى، (López et al, 2012) (Meyer et al, 2009) يتيح هذا التحديد الفريد إمكانية اكتشاف الأجهزة وتحديد موقعها وتتبعها تلقائيًا طوال فترة حياتها وأنشطتها.(González et al, 2017)

ويتم تزويد المنتج المتصل بوسائط الاتصال ويتم تمكينه بواسطة برامج الاتصال بحيث يمكنه الاتصال لاسلكيًا والتفاعل وخلق قيمة مع شبكة أكبر من الكيانات مثل إنترنت الأشياء، وتنتج القيمة الرئيسية للمنتج المتصل من إرسال البيانات واستلامها بالاقتران مع الأجهزة الأخرى، ويستطيع المنتج المتصل أن يكشف عن أعلى وظائفه من خلال تضمينه ضمن مجموعة من المنتجات، والتي تصنع معاً قيمة للمنتجات من خلال وظائفها المتعددة والموزعة، (Hoffman & Novak, 2018) ومن أمثلة تلك المنتجات زر Amazon Dash ، والذي يمثل نموذجاً أصلياً للمنتج المتصل.

ويمثل المنتج المتصل المرحلة التطورية الثانية من تطور المنتج، وله بعض الخصائص التي تشمل: Raff, Wentzel & (Obwegeser, 2020)

- الهوية الفريدة Unique identification
- الشبكات والاتصال Networking and Connectivity
- الاتصال وتبادل المعلومات Communication and information exchange

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- التفاعل والتعاون Interaction and Cooperation

2-3- المنتج المستجيب Responsive Product

يزود المنتج المستجيب بوسائط إتصال وأجهزة استشعار ومشغلات، مما يتيح له قدرات الاستشعار واكتساب الوعي بالإضافة إلى التفاعل مع إشارات الإدخال والتأقلم معها كما يمكنها التواصل مع الأجهزة الأخرى نظراً لامتلاكها وسائط الإتصال معها، و يتم تمكين المنتجات المستجيبة من خلال برامج معقدة تسمح لها بالعمل وفقًا لمنطق الاستشعار والاستجابة . Raff, Wentzel & (Obwegeser, 2020)

وترتبط المنتجات المستجيبة - بكيانات أخرى على الرغم من أن هذا ليس ضروريًا دائمًا لأداء وظائفها، وعند مقارنة المنتج المستجيب بالمنتج المتصل، فإننا نجد أن الوظيفة في المنتج المستجيب لم تعد موزعة فحسب، بل أصبحت أيضًا متأصلة وتقود مباشرةً إلى المنتج نفسه، ويلبي العديد من المنتجات المستجيبة متطلبات الأجهزة الأساسية وتحتوي على أجهزة مادية Hardware ضرورية للتقدم إلى المرحلة التطورية الأكثر تقدمًا، وهي مرحلة المنتج الذكي، ولكنها تفتقر إلى القدرات البرمجية المطلوبة، وبالتالي فإن المنتجات المستجيبة ليست ذات نهاية محددة عند التسليم فهي قد تتطور إلى مرحلة المنتج ذكي من خلال الترقيات الرقمية أو البرامج المختلفة في وقت لاحق من دورة حياتها. Ramaswamy &) Ozcan, 2018)

وللمنتج التفاعلي أربعة خصائص رئيسية تتمثل فيما يلي :

- الاستشعار Sensing
- الوعي بالسياق في الوقت الحقيقي Real-time context awareness
- التفاعلية و القدرة على التكيف Reactivity and Adaptability
- التشغيل الآلي Automated Actuation
- الوظيفية والتخصيص Functionality and customization

(Raff, Wentzel & Obwegeser, 2020)

2-4- المنتج الذكي Smart Product

من الصعب وضع تعريف محدد لمفهوم المنتج الذكي بشكل مستقل عن مفهوم البيئات الذكية، حيث يجب أن تؤخذ تعريفات البيئات الذكية في الاعتبار كمرجع أول، وذلك لوجوب النظر في مفهوم المنتجات الذكية في سياق بيئتها الاستخدامية، حيث تعرف -أي البيئات الذكية- بإنها عالم صغير حيث تعمل جميع أنواع الأجهزة الذكية باستمرار لجعل حياة السكان أكثر راحة، (Cook & Das, 2005 أو هي البيئة القادرة على اكتساب وتطبيق المعرفة حول البيئة والتكيف مع سكانها من أجل تحسين تجربتهم في تلك البيئة. (Cook & Das, 2005)

ومن هذا التعريف يضع ماكس مولهاوسر Max Mühlhäuser وآخرون تعريفاً لماهية المنتج الذكي على النحو التالي: "المنتج الذكي هو عبارة عن كيان (كائن ملموس أو برنامج أو خدمة) مصمم ومصنع للتضمين المنظم ذاتيًا في بيئات (ذكية) مختلفة خلال دورة حياته، مما يوفر بساطة وانفتاحًا محسنين من خلال تفاعل المستخدم مع المنتج p2u و تفاعل المنتج مع المنتج p2p محسّن عن طريق الوسائل الوعي بالسياق والوصف الذاتي الدلالي والسلوك الاستباقي والواجهات الطبيعية متعددة الوسائط وتخطيط الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي. " (Mühlhäuser, 2008) ، ويكشف هذا التعريف عن ثلاث فئات من المعرفة النشطة للمنتج ذكي وهي :

- معرفة المنتج عن نفسه، أي ميزاته ووظائفه ، والاعتماد عليه ، وتاريخه، إلخ.
- معرفة المنتج حول بيئاته المحتملة والفعلية، ولا سيما الاحتمالات المتصورة للتكيف والتعاون مع هذه البيئات ومكوناتها.
- معرفة المنتج حول مستخدميه، استنادًا إلى نماذج المستخدم التفصيلية التي تأخذ في الاعتبار معرفة المستخدم المتغيرة ديناميكيًا (التعلم / النسيان) وتميز فئات المستخدمين المختلفة التي تنعكس في دورة الحياة بالإضافة إلى كل مستخدم على حدة. Xiao &) Benbasat, 2007)

وكخطوة لتحسين التعريف المقدم من قبل مولهاوسر، قدم اتحاد المنتجات الذكية Smart Products Consortium التعريف التالي: "المنتج الذكي هو كائن مستقل مصمم للإندماج و التنظيم الذاتي في البيئات المختلفة خلال دورة حياته وهو ما يسمح له بالتفاعل الطبيعي بين المنتج والإنسان، فالمنتجات الذكية قادرة على الاقتراب من المستخدم بشكل استباقي pro-active باستخدام قدرات الاستشعار والإدخال والإخراج للبيئة، وبالتالي فهي ذاتية، وظرفية، وتدرك السياق، ويمكنها مشاركة المعرفة والوظائف ذات الصلة وتوزيعها بين العديد من المنتجات الذكية والتي تظهر بمرور الوقت". (Sabou et al, 2009)

وإيجازاً يمكن القول بإن المنتج الذكي هو جهاز قادر على التعلم والتوقع والعمل بشكل مستقل، وهو ناتج عن عملية دمج مجموعة كاملة من المنتجات المتفاعلة، وتعد السمة الرئيسية للمنتجات الذكية هو تضمنها على برامج الذكاء الاصطناعي القوية، وتتيح البرمجيات الخاصة بتلك المنتجات إمكانية الاتصال مع مجموعة كبيرة من المنتجات الموجودة ضمن بيئتها الذكية، وتستطيع تلك المنتجات التفاعل مع التغيرات البيئية بالإضافة إلى إنتاج الأنماط والتعليل والتعلم، Raff, Wentzel & (Obwegeser, 2020) فالقدرة على التفكير واتخاذ القرارات الخاصة هي جوهر ما يجعل المنتج ذكيًا (Kortuem et al, 2010) وفي هذا الصدد ،يرى لوبيز Lopez وآخرون. (2012) أن "الكائنات الذكية هي تلك الأشياء التي يمكنها اتخاذ قرارات بشأن نفسها وتفاعلاتها مع الكيانات الخارجية" . (López, 2012)

ويعد المنطق وصنع القرار أحد السمات الرئيسية للمنتجات الذكية وهما مرتبطان باستقلالية المنتج والإدارة الذاتية، ولذلك فإنه يوصف -أي المنتج الذكي- "بأنه لا يحتاج إلى تدخل بشري ولكنه بدلاً من ذلك يتولى المسؤولية بمفرده"، ففي حين أن المنتجات التفاعلية قد تعمل تلقائيًا على تشغيل مجموعات من الوظائف الحتمية، فإن المنتجات الذكية تتميز بمستويات ذكاء أعلى، مما يسمح لهم بالتعلم والتطور والعمل وفقًا لأهدافهم الخاصة، (Rijsdijk & Hultink, 2003)، ومن الناحية التقنية ، فمن الممكن تحقيق ذلك من خلال دمج الأشكال المتقدمة للذكاء الاصطناعي، أو ما يسمى بـ "الذكاء الإصطناعي القوي Powerful AI" (de Bellis & Johar, 2020) أو بتعبير أدق ، فإن الذكاء البديهي -الذي يتم تمكينه من خلال التعلم العميق

والشبكات العصبية الاصطناعية- قد يسمح للأجهزة بالتفكير بشكل إبداعي والتعلم بفعالية من المواقف الجديدة بالإضافة إلى التكيف واتخاذ إجراءات مستقلة مع تغير البيئة، (Huang, & Roland, 2018) ، و يسمح هذا الذكاء الاصطناعي القوي للمنتجات الذكية بالاستيعاب والتعلم بسرعة من مجموعات البيانات المتزايدة والمعقدة ، والتي من المحتمل أن تتجاوز أداء الذكاء البشري.

وتتشارك المنتجات الذكية في الفعل الاستباقي من خلال التحليلات التنبؤية، وهو ما يمكّن المنتج المضمن مع مجموعة المنتجات الذكية من التنبؤ بالأحداث ، (Hoffman & Novak, 2018) وهو ما لا يسمح لهم فقط بالرد، ولكن أيضًا الانخراط في السلوك الاستباقي . (Breuker et al, 2016)

وللمنتج الذكي مجموعة من الخصائص المميزة بإطار من ستة أبعاد عامة على النحو التالي:

(Bolton, 2019) (Maass & Andreas, 2006) (Maass & Janzen, 2007)

- الظرفية Situated : إدراك الظروف والمواقف المجتمعية.
- التخصصية Personalized : إعداد المنتج وفقًا لمتطلبات المشتري والمستهلك وتأثيره.
- القدرة على التكيف Adaptive : تغيير سلوك المنتج وفقًا لاستجابات ومهام المشتري والمستهلك.
- الفعل الاستباقي Pro-active : توقع خطط المستخدم ونواياه.
- الوعي التجاري Business-aware : النظر في القيود التجارية والقانونية.
- التشابك (قدرة الشبكة) Network capable : القدرة على الاتصال مع المنتجات الأخرى والترابط معها.

2-5- المنتج الذكي المتصل Smart, Connected Product

تشتمل المنتجات الذكية المتصلة على ثلاثة عناصر أساسية هي: المكونات المادية والمكونات "الذكية" ومكونات الاتصال، وتعمل المكونات الذكية على رفع قدرات وقيمة المكونات المادية، بينما تعمل مكونات الإتصال على تطوير قدرات وقيمة المكونات الذكية وتمكن بعضها من التواجد خارج الإطار المادي للمنتج نفسه.

(Raff, Wentzel & Obwegeser, 2020)
(Zheng, Wang & Chen, 2019)

- وتشتمل المكونات المادية على الأجزاء الميكانيكية والكهربائية للمنتج فهي تمثل المكونات الأولية للمنتج نفسه.
- بينما تتكون المكونات الذكية من أجهزة الاستشعار والمعالجات الدقيقة وتخزين البيانات وعناصر التحكم والبرامج ، وعادة ما تتضمن نظام تشغيل مضمنًا و واجهة مستخدم محسّنة.
- أما المكون الثالث فهو مكونات الاتصال وتشتمل على المنافذ والهوائيات والبروتوكولات التي تتيح التوصيلات السلكية أو اللاسلكية بالمنتج.(Harvard Business Review, 2022) (Zheng, Xu & Chen, 2020) ، ويأخذ الاتصال في تلك المنتجات ثلاثة أشكال يمكن أن تكون موجودة معًا:
  - واحد لواحد one to one : حيث يتصل منتج فردي بالمستخدم أو الشركة المصنعة أو منتج آخر من خلال منفذ أو واجهة أخرى.
  - واحد لأكثر one to many : حيث يرتبط النظام المركزي بشكل مستمر أو متقطع بالعديد من المنتجات في وقت واحد.
  - متعدد إلى متعدد many to many : حيث تتصل المنتجات المتعددة بالعديد من أنواع المنتجات الأخرى وغالبًا أيضًا بمصادر البيانات الخارجية.

ويخدم الاتصال في تلك المنتجات غرضان:

- أولهما: انه يسمح بتبادل المعلومات بين المنتج وبيئة التشغيل الخاصة به ، وصانعها، ومستخدميها، والمنتجات والأنظمة الأخرى.
- ثانيهم: أنه يتيح -أي الإتصال- إمكانية وجود بعض وظائف المنتج خارج الجهاز المادي، فيما يُعرف باسم سحابة المنتج product Cloud ، ولتحقيق مستويات عالية من الوظائف، فإن جميع أنواع الاتصال الثلاثة ضرورية. (Mohelska & Sokolova, 2016)

3- المناقشة Discussion

لقد أظهرت الدراسة السابقة العديد من مواطن التطور في طبيعة المنتجات الرقمية وصولاً إلى المنتجات الذكية-المتصلة، و يتجلى هذا التطور من خلال التغيرات في خصائص المنتج بما يعكس التقنيات التمكينية له، وبالرجوع إلى سؤال البحث، ما الذي يجب تضمينه ضمن مناهج تعليم التصميم لتعزيز مشاركة المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية ؟ فمن الممكن الإجابة على هذا التساؤل بتحديد التقنيات التمكينية ومجالات التصميم المرتبطة بتلك المنتجات والتي يجب المصمم الإلمام بها لتعزيز أسهاماته التصميمية في هذا المجال، والجدول (1) يوضح الخطوة الأولى لتحقيق ذلك، فهو يقدم مقارنة بين الأنواع الخمسة من المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات في ضوء الدراسة السالفة.

جدول (1) مقارنة بين الأنواع الخمسة من المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات من حيث خصائص ومكونات المنتج

أوجه المقارنة			المنتجات الرقمية		المنتجات المتصلة	المنتجات المستجيبة	المنتجات الذكية	المنتجات الذكية المتصلة
خصائص المنتج	وظائف المنتج	الوظيفة الرئيسية		تستطيع		موزعة	تستطيع	تستطيع
		الوظائف الثانوية		يوجد بعض منها			يوجد	يوجد
	التعامل مع البيانات	تخزين البيانات		تستطيع			تستطيع	تستطيع
		معالجة وتحليل البيانات		تستطيع			تستطيع	تستطيع

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

		الحصول على البيانات ونقلها	تستطيع		تستطيع	تستطيع	تستطيع	تستطيع
	معرفة المنتج	حول نفسه				يوجد	يوجد	يوجد
		حول بيئته				يوجد	يوجد	يوجد
		حول مستخدميه				ضعيف	يوجد	يوجد
	التفاعل	التفاعل مع المستخدم P2U	تستطيع			تستطيع	تستطيع	تستطيع
		التفاعل مع المنتجات الأخرى P2P				غير ملزم	تستطيع	تستطيع
		التفاعل مع مقدمي الخدمات P2S			تستطيع	غير ملزم	غير ملزم	تستطيع
	الذكاء	إدراك السياق				تستطيع	تستطيع	تستطيع
		التفكير المنطقي وصنع القرار				أولي	تستطيع	تستطيع
		التخصصية				تستطيع	تستطيع	تستطيع
		القدرة على التكيف				تستطيع	تستطيع	تستطيع
		التشغيل الألي				تستطيع	تستطيع	تستطيع
		الفعل الاستباقى					تستطيع	يوجد
		الوعي التجاري					يوجد	تستطيع
مكونات المنتج	المكونات الأولية	الأجزاء الكهربائية والميكانيكية المعتادة	توجد			توجد	توجد	توجد
	مكونات الذكاء	وحدة تحكم ومعالجة	أولية		يوجد	للتكيف مع احتياجات المستخدم	قوية	قوية بالإضافة للحوسبة السحابية
		البرمجيات	للتعامل مع البيانات		لنقل البيانات	ذكاء اصطناعي بسيط	ذكاء إصطناعي قوي	ذكاء إصطناعي قوي
		واجهة مستخدم	أولية			جيدة	جيدة	جيدة
		المستشعرات				يوجد	يوجد	يوجد
		المشغلات				توجد	توجد	توجد
	مكونات الإتصال	الاتصال المحلي				غير ملزم	يوجد	يوجد
		الاتصال عبر الشبكة			يوجد	غير ملزم	غير مباشر	يوجد

ومن الجدول السابق يمكن إستنباط التقنيات التمكينية للمنتجات الذكية، والتي تمثل أهم المجالات التقنية التي يجب على المصمم الصناعي الإلمام بها لتعزيز دوره في تصميم وبناء تلك المنتجات، فتلك التقنيات تمثل الجانب الأول من الخطوط الإسترشادية (الإعتبارات العامة) لتعزيز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطور المنتجات الذكية، وتشتمل تلك التقنيات على ما يلي:

- تكنولوجيا المعلومات والإتصال.
- وسائط التحكم والمعالجة والبرمجيات المرتبطة بها.
- المستشعرات والمشغلات وكيفية التحكم بها.
- تقنيات الاتصال المحلي.
- أنترنت الأشياء IOT.
- الذكاء الإصطناعي، وتحديداً تعلم الآلة والتعلم العميق والشبكات العصبية الاصطناعية.

لكن ما هي أوجه المشاركة التصميمية للمصمم الصناعي في تصميم المنتجات الذكية ؟ إن إجابة هذا التساؤل توضح مداخل تصميم المنتجات الذكية من منظور التصميم الصناعي، و هي تمثل المستوى الأعلى من المشاركة حيث توجد الطرق و الأساليب التي تقود لبناء التصميم، و بالرجوع إلى التطورات المختلفة في خصائص ومكونات المنتجات الرقمية وصولاً إلى المنتجات الذكية يمكن القول بإن المصمم الصناعي يمكنه المشاركة في بناء وتصميم المنتجات الذكية من خلال واحد أو أكثر من المداخل التالية:

- المدخل الأول: تصميم المنتج Product Design ، حيث يمكنه المساهمة في بناء شكل و وظيفة المنتج الذكي، فالمنتج الذكي يتضمن ثلاث أنواع من المكونات هي: المكونات الأولية والتي تعكس العناصر الميكانيكية والإلكترونية للمنتج ، والمكونات الذكية ومكونات الإتصال، ويمثل النوع الأول من المكونات العناصر الأساسية اللازمة لأداء وظيفة المنتج وهي تقع ضمن حدود المعرفة التقنية للمصمم الصناعي، ومن هذا المدخل يمكن للمصمم الصناعي المساهمة في تصميم المنتج

الذكي .

- المدخل الثاني : تصميم التفاعل Interaction Design ، تصنف تفاعلات المنتج مع المستخدم في مجال المنتجات الذكية إلى نوعين هما: التفاعلات البسيطة Simple Interactions وتمثل أنعكاس مباشر لفعل المستخدم ،والتفاعلات المعقدة Complex Interactions وهي تتضمن الموافقة على سلسلة من خيارات التشغيل و وظائف المنتج (Harvard Business Review, 2022) ، ومن هذا المدخل -أي تصميم التفاعل- يمكن للمصمم الصناعي المشاركة في تصميم المنتج الذكي عن طريق تصميم تفاعل المستخدم مع المنتج P2U.
- المدخل الثالث: تصميم واجهة المستخدم UI ، حيث يمكنه الإسهام في بناء واجهة التفاعل بين المستخدم والمنتج، فالمنتج الذكي يشتمل على ثلاث أنواع من التفاعلات هي: التفاعل بين المستخدم والمنتج P2U ، والتفاعل بين المنتج والمنتج P2P ، (Aitenbichler et al, 2007) والتفاعل بين المنتج ومقدمي الخدمات P2S ، و يتطلب كل نوع من الأنواع الثلاث واجه خاصة به لتحقيق التفاعل، ومن هذا المدخل يمكن إسهام المصمم الصناعي في تصميم واجهة المستخدم للمنتج الذكي. (Mühlhäuser, 2008)
- المدخل الرابع : خبرة المستخدم UX ، فالمنتج الذكي يمثل تجربة مستقلة ومختلفة عن غيره من المنتجات سواء المنتجات التناظرية أو المنتجات الرقمية، ومن الممكن إسهام المصمم الصناعي في تصميم المنتج الذكي من مدخل خبرة المستخدم.
- المدخل الخامس : تصميم الخدمة Service Design ، حيث ترتبط المنتجات الذكية بالخدمات المقدمة من قبل المصنع أو غيره من مقدمي الخدمات الخاصة بالمنتج الذكي، ومن الممكن إسهام المصمم الصناعي في تصميم المنتجات الذكية من مدخل تصميم خدمة المنتج الذكي.

فتلك المداخل الخمسة تمثل حدود المشاركة التصميمية للمصمم الصناعي في عمليات تصميم وتطوير المنتجات الذكية، والتي يجب إدراجها ضمن مناهج تعليم التصميم لتعزيز دور المصمم الصناعي في تصميم وتطوير تلك المنتجات، فهي بذلك تمثل الجانب الثاني من أعتبارات دعم دور المصمم في تصميم تلك المنتجات.

النتائج Results:

توصل البحث إلى النتائج التالية :

- تنقسم المنتجات تبعاً لتدفق البيانات بها إلى نوعين هما: المنتجات التناظرية Analogue Products ، والمنتجات الرقمية digital Products .
- اثرت التقنيات المختلفة على تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات بصورة رئيسية مما أدى إلى ظهور خمسة أنواع من تلك المنتجات لكل نوع منها سماته الخاصة والتي تشترك وتختلف في بعض الخصائص ،وتشمل تلك الأنواع :
  - المنتجات الرقمية Digital Products ، وهي المرحلة الأولى من تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات، وتقوم بإداء الوظيفة الرئيسية للمنتج بالإضافة إلى بعض الوظائف الأخرى الثانوية المرتبطة بالتعامل مع البيانات.
  - المنتجات المتصلة Connected Products ، وهي المرحلة الثانية من تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات، حيث يتم توزيع وظيفة المنتج بين عدة أجهزة، وأهم ما يميز تلك المنتجات هو الهوية الفريدة وقدرتها على الإتصال عبر الشبكة.
  - المنتجات المستجيبة Responsive Products ، وهي المرحلة الثالثة من تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات، وتمتاز تلك المنتجات بقدرتها على التفاعل والإستجابة السريعة للمستخدم بالإضافة لقدرتها على الإتصال والتي لا تعد ضرورية لأداء الوظيفة الرئيسية لها، ولتلك المنتجات نفس المكونات المادية للمنتجات الذكية، لكنها تفتقر إلى إمكانات الذكاء الإصطناعي القوي و أنماط التحليل و القدرة على اتخاذ القرار الموجودة في المنتجات الذكية.
  - المنتجات الذكية Smart Products ، وهي المرحلة الرابعة من تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات، وتمتاز بقدرتها على التفكير المنطقي والقدرة على إتخاذ القرار نظراً لإشتمالها على إمكانات الذكاء الإصطناعي القوي .
  - المنتجات الذكية المتصلة Smart, Connected Products ، وهي المرحلة الخامسة من تطور المنتجات المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات، والميزة الأهم لتلك المنتجات هو دعم قدرات الذكاء لها من خلال إمكانات الإتصال الخاصة بها و التي تمكن المنتج من أداء بعض وظائفه عن بعد ومن خلال معالجة المعلومات التي تتم من خلال الحوسبة السحابية.
- أمكن الإجابة على سؤال البحث، فتعزيز مشاركة المصمم الصناعي في تصميم وتطوير المنتجات الذكية يعتمد على نوعين من الاعتبارات العامة، وهما:
  - الإعتبارات التقنية والمرتبطة بمعرفة المصمم بالتقنيات التمكينية للمنتجات الذكية والتي تشمل :
    - تكنولوجيا المعلومات والإتصال.
    - وسائط التحكم والمعالجة والبرمجيات المرتبطة بها.
    - المستشعرات والمشغلات وكيفية التحكم بها.
    - تقنيات الاتصال المحلي.
    - إنترنت الأشياء IOT.
    - الذكاء الإصطناعي.
  - الإعتبارات التصميمية، و المرتبطة بإدراك المصمم لمداخل تصميم المنتجات الذكية من منظور التصميم الصناعي والتي تشمل :
    - تصميم المنتج Product Design ، حيث بناء شكل و وظيفة المنتج الذكي.
    - تصميم التفاعل Interaction Design حيث تصميم تفاعل المستخدم مع المنتج P2U.
    - تصميم واجهة المستخدم UI ، حيث يمكن بناء واجهة التفاعل بين المستخدم والمنتج الذكي.
    - خبرة المستخدم UX ، حيث يمكن تصميم تجربة الإستخدام للمنتج الذكي.
    - تصميم الخدمة Service Design ، حيث يمكن تصميم الخدمات المرتبطة بالمنتج الذكي.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

التوصيات Recommendations

يوصي البحث بما يلي :

- إعادة النظر في مناهج إعداد المصمم الصناعي بشكل عام، وخاصة فيما يتعلق بالجوانب التقنية و مجالات التصميم الداعمة لتصميم المنتجات الذكية.
- توجيه العديد من الأبحاث نحو المنتجات الذكية بشكل عام، و دور التصميم الصناعي في دعم تصميم وتطوير تلك المنتجات .
- دراسة العلاقة بين إنترنت الأشياء كتقنية داعمة لتطوير المنتجات و بين المنتجات الذكية كمجال للتصميم الصناعي.
- دراسة دور الذكاء الإصطناعي في ظهور وتطور المنتجات الذكية بوجه عام، وتأثير تقنياته المختلفة على خصائص المنتج الذكي.
- توجيه المزيد من الابحاث لاستكشاف الجوانب التقنية التمكينة للمنتجات الذكية ودورها في تحسين وتطوير تلك المنتجات، وكيفيه دمجها ضمن المعارف التقنية لمناهج التصميم الصناعي.

المراجع References

1. Aitenbichler, Erwin & Lyardet, Fernando & Austaller, Gerhard & Kangasharju, Jussi & Mühlhäuser, Max. (2007). Engineering intuitive and self-explanatory smart products. Proceedings of 22nd Annual ACM Symposium. Applied Computing. ACM Press, New York (2007). pp.1632-1637. 10.1145/1244002.1244348.
2. Bolton, Ruth. (2019). Innovating the Customer Experience. Parvatiyar, A. and Sisodia, R., In Handbook of advances in marketing in an era of disruptions: Essays in honour of Jagdish N. Sheth. New Delhi: Sage Publications India, 203–14.
3. Breuker, Dominic & Matzner, Martin & Delfmann, Patrick & Becker, Jörg. (2016). Comprehensible Predictive Models for Business Processes. MIS Quarterly. 40. 2016. 10.25300/MISQ/2016/40.4.10.
4. Cook, Diane & Das, Sajal. (2005). Smart Environments: Technology, Protocols and Applications. Wiley, Chichester. 10.1002/047168659X.
5. Das, Sajal & Cook, Diane. (2005). Designing Smart Environments: A Paradigm Based on Learning and Prediction. Mobile, Wireless, and Sensor Networks: Technology, Applications, and Future Directions. 80-90. 10.1007/11590316_11.
6. de Bellis, Emanuel & Johar, Gita. (2020). Autonomous Shopping Systems: Identifying and Overcoming Barriers to Consumer Adoption. Journal of Retailing. 96. 74-87. 10.1016/j.jretai.2019.12.004.
7. Den Buurman, Rudy. (1997). User-centred design of smart products. Ergonomics,. 40(10): p. 1159-1169, DOI: 10.1080/001401397187676
8. González García, Cristian & Meana-Llorián, Daniel & Pelayo García-Bustelo, B. & Cueva Lovelle, Juan. (2017). A review about Smart Objects, Sensors, and Actuators. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. 4. 7-10. 10.9781/ijimai.2017.431.
9. Hana Mohelska & Marcela Sokolova (2016) Smart, connected products change a company's business strategy orientation, Applied Economics, 48:47, 4502-4509, DOI: 10.1080/00036846.2016.1158924
10. Hoffman, Donna & Novak, Thomas. (2018). Consumer and Object Experience in the Internet of Things: An Assemblage Theory Approach. Journal of Consumer Research. 44. 1178-1204. 10.1093/jcr/ucx105.
11. Huang, Ming-Hui & Rust, Roland. (2018). Artificial Intelligence in Service. Journal of Service Research. 21. 109467051775245. 10.1177/1094670517752459.
12. Kortuem, Gerd & Kawsar, Fahim & Fitton, Daniel & Sundramoorthy, Vasughi. (2010). Smart Objects as Building Blocks for the Internet of Things. Internet Computing, IEEE. 14. 44 - 51. 10.1109/MIC.2009.143.
13. López, Tomás & Ranasinghe, Chey & Harrison, Mark & Mcfarlane, Duncan. (2012). Adding sense to the Internet of Things. Personal and Ubiquitous Computing - PUC. 16. 10.1007/s00779-011-0399-8.
14. Maass, Wolfgang & Filler, Andreas. (2006). Towards an Infrastructure for Semantically Annotated Physical Products. - Informatik. Lecture Notes in Informatics, vol. P-94, pp. 544–549. Springer, Berlin http://www.alexandria.unisg.ch/Publikationen/30085..
15. Maass, Wolfgang & Janzen, Sabine. (2007). Dynamic Product Interfaces: A Key Element for Ambient Shopping Environments.. - 20th Bled eConference "eMergence: Merging and Emerging Technologies, Processes, and Institutions". - Bled, Slovenia.
16. Meyer, Gerben & Främling, Kary & Holmström, Jan. (2009). Intelligent Products: A survey. Computers in Industry. 60. 137-148. 10.1016/j.compind.2008.12.005.
17. Mohelska, Hana & Sokolova, Marcela (2016) Smart, connected products change a company's business strategy orientation, Applied Economics, 48:47, 4502-4509, DOI: 10.1080/00036846.2016.1158924
18. Mühlhäuser, Max. (2008). Smart Products: An

19. Mysen, Andreas Greftegreff. (2013). Smart products - An introduction for design students. Article on NTNU. https://www.ntnu.no/documents/1040 1/1264433962/AndreasArtikkel.pdf/6 f72baa3-1100-4c8c-9a4b- 290a1b4809ec
20. Overbeeke, Kees and Hummels, Caroline. (2013). The Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Chapter 6: Industrial Design.Vol. 2nd Ed. 2013, Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation.
21. Porter, Micheal. and Millar, Victor (1985). How information gives you competitive advantage. Harvard Business Review 63: 149–60.
22. Raff, Stefan & Wentzel, Daniel & Obwegeser, Nikolaus. (2020). Smart Products: Conceptual Review, Synthesis, and Research Directions. Journal of Product Innovation Management. 37.10.1111/jpim.12544
23. Ramaswamy, Venkat & Ozcan, Kerimcan. (2018). Offerings as Digitalized Interactive Platforms: A Conceptual Framework and Implications. Journal of Marketing. 82. 10.1509/jm.15.0365.
24. Rijsdijk, Serge & Hultink, Erik. (2003). “Honey, Have You Seen Our Hamster?” Consumer Evaluations of Autonomous Domestic Products. Journal of Product Innovation Management. 20. 204 - 216. 10.1111/1540-5885.2003003.
25. Sabou, Marta & Kantorovitch, Julia & Nikolov, Andriy & Tokmakoff, Andrew & Zhou, Xiaoming & Motta, Enrico. (2009). Position paper on realizing smart products: challenges for Semantic Web technologies. Proceedings of the International Workshop on Semantic Sensor Networks 2009. 522.
26. TY - BOOK Gutiérrez, César & Garbajosa, Juan & Díaz, Jessica & Yague, Agustin. (2013). Providing a Consensus Definition for the Term "Smart Product". Proceedings of the International Symposium and Workshop on Engineering of Computer Based Systems. 203-211. 10.1109/ECBS.2013.26.
27. Unknown. (2022). The Right Self-Service Analytics Can Strengthen Every Decision Maker. Harvard Business Review. last Accessed: 20/4/2022, URL Address: https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition
28. Xiao, Bo & Benbasat, Izak. (2007). E-Commerce Product Recommendation Agents: Use, Characteristics, and Impact. MIS Quarterly. 31. 137-209. 10.2307/25148784.
29. Zheng, Pai & Wang, Zuoxu & Chen, Chun-Hsien. (2019). Industrial smart product-service systems solution design via hybrid concerns. Procedia CIRP. 83. 10.1016/j.procir.2019.02.129.
30. Zheng, Pai & Xu, Xun & Chen, Chun-Hsien. (2020). A Data-Driven Cyber-Physical Approach for Personalised Smart, Connected Product Co-Development in a Cloud-based Environment. Journal of Intelligent Manufacturing. 31. 10.1007/s10845-018-1430-y.

Introduction. in Constructing Ambient Intelligence, M. Mühlhäuser, A. Ferscha, and E. Aitenbichler, Editors. Springer. Berlin Heidelberg. p. 158-16. 11. 158-164. 10.1007/978-3-540-85379-4_20.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License