حلول وتطبيقات الإضاءة الذكية في العمارة والتصميم الداخلي

أ.د. مها محمدالحلبي

أستاذ التصميم الداخلي والأثاث

ورئيس قسم التصميم الداخلي والأثاث

بكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

د. سعادعبدالحليم محمود

دكتورة بإدارة البحوث

المجلس الأعلى للثقافة- وزارة الثقافة

الدارسة / أنسام العليمات

مصمم حر

ansam.alelamat@a-arts.helwan.edu.eg

ansamalelamat2@gmail.com

المستخلص:

تعد الإضاءة عنصر مهم في عملية الإدراك البصري لكل ما يحيط بنا ومن أهم العناصر في التصميم والعمارة إذ يتم من خلالها التعرف على باقي عناصر الفراغ، ومع تطور نشاطات الإنسان واختلاف نوعية الحياة ومواكبة التطورات أصبحت الإضاءة تشهد تطورات متلاحقة في عصر المعلومات والمعرفة، الإضاءة الذكية كانت موجودة منذ عقد أو أكثر، تسمح بتطبيق "توازن ثمين" للإضاءة في الموقع المطلوب عند الحاجة إليه وبالكمية الصحيحة فقط إذ تجعل الإضاءة الذكية البيئة آمنة للبشر في الليل مع تحسين جودة الحياة ليلًا ونهارًا مع تمكين وجود أكثر تناغم للتكنولوجيا والبشر والنباتات والحيوانات التي لا يمكن تحقيقها باستخدام التقنيات التقليدية.

وتأتي الحاجة لاستخدامها اليوم في كافة القطاعات لما لها أهمية كبيرة في تحسين الكفاءة والدقة وتعزيز الأداء الوظيفي والجمالي للفضاءات.

تاريخ استلام البحث: ١٢/ ٢٠٢٢/٤ تاريخ إجازة البحث: ٢٨/٥ /٢٠٢٢

يهدف البحث إلى تحسين تجربة المستخدم بنشر ثقافة الإحساس البصري بالإضاءة الذكية وتأثيرها الفعال عليه مما يعزز من رفاهية الإنسان وتكمن مشكلة البحث في قلة الاهتمام باستخدام الإضاءة الذكية والاستفادة منها لضرورة أهميتها في تحسين جودة التصميم وتقدير احتياجات المستخدمين في ظل مواكبة التطورات، كما يتناول البحث تسليط الضوء على تطبيقات الإضاءة الذكية في القطاعات ومدى الاستفادة منها.

الكلمات المفتاحية:

الإضاءة الذكية، تطبيقات الإضاءة الذكية، التكنولوجيا

تمهيد:

تعتبر الإضاءة من أهم عناصر التصميم وهي من أكثر العناصر المؤثرة فيه، فالإضاءة الاصطناعية رفيقًا دائمًا في الحياة اليومية الخاصة والعملية، مما يؤثر على الرؤية في المساحات الداخلية، والخارجية. ومع تقدم الإضاءة التي تشهد تطورات متلاحقة في عصر المعلومات والمعرفة، التي تعمل على تحسين الكفاءة والدقة والمنفعة الاقتصادية بتوليد كمية كبيرة من البيانات كما تقوم بتحليل المعلومات فتصبح من السهل اتخاذ القرارات الصحيحة وتنفيذ المهام بدقة وتعزيز سُبُل الابتكار لتحسين جودة العمليات وخفض التكاليف بالسيطرة على الطاقة الكهربائية والإنارة ضمن معايير الأداء الأفضل وتحسين استهلاك الطاقة وتحقيق كفاءة استخدامها ورفع جودة الإضاءة.

فأصبح استخدام الإنارة يتجاوز الضوء للتعبير عن المشاعر وإثارة المشاعر أو لخلق جو معين. ومن خلال الإضاءة يمكن استحضار حالة عاطفية تجعل البيئة آمنة ومريحة فتشعرنا بالاسترخاء. ويمكن أن تشعرنا بإحساس الهدوء ويمكن أن تشعرنا بالتوتر وعدم الراحة. إذ يمكن للإضاءة أن تخلق مجموعة متنوعة من الأجواء التي يمكن أن تؤثر على مشاعر الناس وقراراتهم، فهي تعمل على تغير ملامح المكان فيمكن أن توجه رؤيتنا وإدراكنا للفراغ وتنبهنا إلى تفاصيل محددة في المكان ويمكن أن تخفي تفاصيل أخرى.

مشكلة البحث:

قلة الاهتمام باستخام الإضاءة الذكية والاستفادة منها في ظل التطورات المتلاحقة في عصر المعلومات والمعرفة، لضرورة أهميتها في تحسين الكفاءة والدقة والمنفعة.

هدف البحث:

تحسين تجربة المستخدم بنشر ثقافة الإحساس البصري بالإضاءة الذكية وتأثيرها الفعال عليه مما يساهم بالمساعدة على تقدير رفاهية الإنسان ونوعية الحياة مع مواكبة التطورات.

أهمية البحث:

تحسين جودة الفراغات الداخلية باستخدام تطبيقات الإضاءة الذكية وانعكاس تأثيرها على تجربة المستخدم واستفادة المتاجر من خلال جذب جمهور مستهدف بتصميم يلبي الغرض الوظيفي والجمالي.

مجال البحث:

يأتي مجال البحث في ظل مواكبة التطور في مجال أنظمة الإضاءة الذكية وفي هذا المجال نلاحظ تطور هائل ومتزايد وبشكل مستمر.

منهج البحث:

المنهج الوصفي التحليلي وذلك من خلال دراسة وتحليل جماليات الإضاءة وأثرها الوظيفي والجمالي.

المقدمة

في السنوات الأخيرة وسعت الحلول التقنية الجديدة أنظمة الإضاءة التقليدية لتصبح "ذكية" فأصبحت تتوفر أنواع مختلفة من أنظمة الإضاءة الذكية، ونحن في زمن المعلومات فالمعلومات كنز إذ تم تحليلها واستخدامها لمصلحة المنشأة عن طريق الإضاءة الذكية، وخاصة في القطاع التجاري إذ يمكننا جمع معلومات قيمة لمختصين التسويق فأصبحت اليوم الإضاءة تتجاوز الضوء إذ يمكن للمصابيح داخل الفراغ التجاري أن تتفاعل مع عين المشاهد وحركته وتسجيل معلومات عن المتسوق ويحولها إلى تقارير بنوعية الناس المهتمة بالمنتج وتحديد إذا كانوا رجالًا أو نساءًا ومن أي فئة عمرية . وقد ركز الباحثون على تحليل قابليتها للاستخدام وكفاءتها في كافة القطاعات للحصول على كفاءة في حياة المستخدم.

وتأتي الحاجة لاستخدامها اليوم خاصة في كافة القطاعات وفي المدن الذكية من الأمور المهمه لمواكبة التطورات في مجال الإضاءة لأن من خلال الإضاءة وخاصة الذكية التي تزيد قيمة التصميم تعمل على رفع مستوى جودة التصميم سواء كان التصميم تقليدي أو معاصر أو تاريخي مع المحافظة على روح العصر القديم وإظهار هوية المكان.

حققت تقنيات الإضاءة تطورات كبيرة مع تحسين جودة LED وظهور أنظمة الإضاءة الذكية فمن المهم أن تتطور الإضاءة إلى إضاءة تتمحور حول الإنسان (HCL) تقدر رفاهية الإنسان ونوعية الحياة فأصبحت لا تقتصر على العوامل البيئية فقط مثل ضوء النهار والوقت والطقس ولكن أيضًا العوامل الشخصية مثل سلوك المستخدمين وصحتهم وعواطفهم ويجب أن توفر بيئة إضاءة محسّنة للمستخدم من حيث الجوانب المرئية والبيولوجية والعاطفية، فلكل مستخدم خصائص مختلفة، وظروف الإضاءة التي يشعر فيها كل شخص بالراحة والسعادة مختلفة، باستخدام البيانات المتعلقة بالخصائص الشخصية للمستخدمين، يمكننا توفير بيئة إضاءة مخصصة وتعزيز إرضاء المستخدمين فيمكن توفير بيئة إضاءة مخصصة تتماشى مع خصائص المستخدم من خلال الاستفادة من سجل حياة المستخدم من خلال انتشار الهواتف الذكية وتطوير الأجهزة وتقنية الاستشعار فيتم جمع المعلومات والتسجيل التلقائي (Tetervenoks et al., 2017).

الإضاءة الذكية:

تعريف الإضاءة الذكية

التفسير النموذجي للإضاءة الذكية هو نظام إضاءة يحتوي على كفاءة في استخدام الطاقة ببرامج تشغيل، وأجهزة استشعار الإضاءة الرقمية، وخوارزميات التحكم المتقدمة وواجهات اتصالات موحدة للتعاون والتفاعل في شبكة الإضاءة.

يُنظر إلى نظام الإضاءة الذكي على أنه نظام إضاءة قابل للتكيف بهدف تحسين الراحة البصرية وكفاءة الطاقة المتنوعة تتضمن تطبيقات أنظمة الإضاءة الذكية واجهات اتصال مختلفة وقدرات إضافية لتحسين البيئة المحيطة.

تتضمن أنظمة الإضاءة الأكثر تقدمًا ميزات إضافية تتجاوز التقليدية وترتبط هذه القدرات بميزات قابلة للضبط الطيفي والاتصالات البصرية وقدرات تحكم موسعة تفتح نموذجًا جديدًا مرتبطة بإمكانية التحكم في النظام عن بعد من الإنترنت وتحاكي أي طيف ضوئي يمكن تخيله في الوقت الفعلي.

تستخدم الإضاءة الذكية مستشعرات ولمبات ومحولات تدعم إنترنت الأشياء للسماح للمستخدمين بإدارة إضاءة منازلهم أو مكاتبهم باستخدام هواتفهم الذكية أو نظام إدارة المنزل الذكي فيمكن التحكم في حلول الإضاءة الذكية من خلال جهاز خارجي مثل الهاتف الذكي أو المساعد الذكي، أو ضبطه للعمل وفقًا لجدول زمني، أو تشغيله بواسطة الصوت أو الحركة.

فيما يتعلق بتقنيات الإضاءة، تستخدم مصابيح LED على نطاق واسع كمصادر إضاءة للإضاءة الخارجية والداخلية بسبب

- كفاءة الطاقة العالية
- العمر الطويل
- نظام الإضاءة الذكي يستخدم مصابيح LED كمصادر للضوء وأجهزة إرسال البيانات فيمكن أن يصبح مكونًا مهمًا للمدينة الذكية وحلاً احترافيًا للإضاءة ونقل البيانات مع استهلاك منخفض للطاقة.(Castro, et al. 2013)

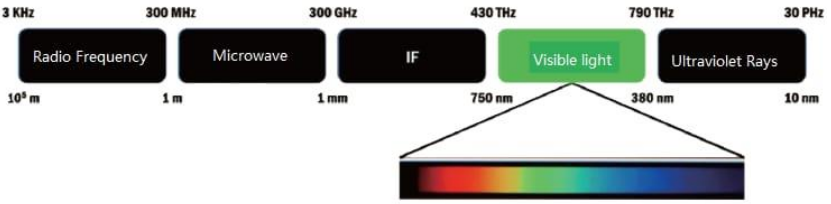
نظام الاتصالات للإضاءة الذكية visible light communication (VLC)

مع نمو إنترنت الأشياء والتطور السريع للذكاء الاصطناعي، تتجه البشرية نحو عصر ذكي يتميز بـ"الإدراك الشامل والترابط الشامل والذكاء الشامل". إن الحجم الكبير من البيانات التي تم إنشاؤها في العصر الذكي يضع طلبات متزايدة على أنظمة الاتصالات عالية السرعة وزمن وصول منخفض، مما يضع تقنية شبكة الوصول إلى الاتصالات التقليدية على المحك.

الاتصالات الضوئية المرئية (VLC) هي طريقة إتصال جديدة تم تصنيفها كواحدة من أفضل ٥٠ اختراعًا علميًا وتكنولوجيًا لمجلة تايم في العالم في عام 2011

اتصالات الضوء المرئي (VLC) هي طريقة لاسلكية تتيح نقل البيانات بسرعة عالية مع الضوء المرئي ويتم إرسال هذه البيانات عن طريق تعديل شدة الضوء المنبعث من مصدر الضوء فيتم

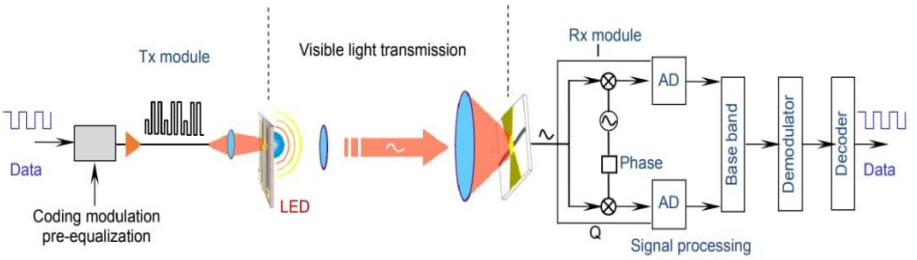
استقبال الإشارة بواسطة جهاز الثنائي الضوئي الذي يحول البيانات إلى نماذج يمكن قراءتها واستهلاكها بسهولة من قبل المستخدمين النهائيين.



شكل(١) يوضح أنظمة VLC تستخدم الجزء المرئي من الطيف

يندرج VLC ضمن فئة الإتصال اللاسلكي البصري - وهو مصطلح يستخدم لوصف جميع أشكال الإتصالات الخفيفة التي لا تستخدم الكابلات والوسائط المادية الأخرى.

هيكل نظام VLC الهيكل الأساسي لنظام اتصالات الضوء المرئي، والذي يتضمن نهاية بث إشارة الضوء المرئي.



شكل (٢) يوضح الرسم البياني قناة إرسال الإشارة ونهاية استقبال إشارة الضوء المرئي.

يتم تحويل الإشارة الثنائية الأصلية أولاً من خلال التشفير والتشكيل والمعادلة المسبقة، والمعالجة المسبقة الناتجة ثم يتم تحويل الإشارة إلى رقمية واستخدامها للتحكم في شدة الضوء لباعث الضوء (مثل LED)

مما يؤدي إلى تحويل الإشارات الكهربائية إلى إشارات ضوئية. تنتقل إشارة الضوء المرئي المعدلة عبر قنوات الفضاء المفتوحة مثل الغلاف الجوي أو المحيط للوصول إلى الضوء المرئي.
(Karlicek, et al. 2017)

مستقبل الإشارة تُستخدم أجهزة الكشف الضوئية، مثل رقم التعريف الشخصي للثنائي الضوئي وAPD الضوئي بشكل شائع للكشف عن النبضات الضوئية وتحويلها إلى إشارات كهربائية. تتم استعادة إشارة الإرسال الأصلية بعد استقبال التيار الكهربائي

بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن توفر إتصالات الضوء المرئي خدمات الشبكة والموقع في بعض المناطق الداخلية أو المغلقة الكبيرة، مثل مولات تجارية أو مستشفيات أو مؤسسات ضخمة وكذلك مناجم تحت الأرض. (Lian, et al.,2015)

شكل (٣) يوضح نظام التحكم في الإضاءةمن خلال الهاتف الذكي

استخدام الضوء المرئي في نقل البيانات في مناقشة الضوء، يعني هذا إعادة الطيف الكهرومغناطيسي بأكمله، والذي يشمل كل شيء من أشعة غاما إلى موجات الراديو، إذ يمكن رؤية جزء صغير فقط من الطيف الكهرومغناطيسي بأكمله بالعين البشرية، وهو ما يسمى على نحو ملائم بالضوء المرئي.

يحمل استخدام الضوء المرئي في نقل البيانات العديد من المزايا الرئيسية المختلفة عن التقنيات التي تستخدم التردد اللاسلكي. أكبر ميزة لها هي حجم طيف الضوء المرئي بأكمله، وهو أكبر بـ ١٠٠٠٠ مرة من طيف الراديو بأكمله، وهو أيضًا مزدحم للغاية بسبب الإفراط في استخدامه.

بصرف النظر عن حجم طيف الضوء المرئي، يسافر الضوء بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية، وهو أسرع بكثير من ٣٤٤ مترًا في الثانية التي تقطعها موجات الراديو في الهواء. هذا يعني أن الاتصال باستخدام الضوء يكون فوريًا تقريبًا، مما يجعل VLC أسرع وسيلة اتصال بين تلك المتاحة تجاريًا في السوق.

الإضاءة الذكية التي تعمل بإنترنت الأشياء:

تعريف إنترنت الأشياء هو: "شبكة مفتوحة وشاملة من الكائنات الذكية التي لديها القدرة على التنظيم التلقائي ومشاركة المعلومات والبيانات والموارد، والتفاعل والتصرف في مواجهة المواقف والتغيرات في البيئة

على مدى العقد الماضي، جذب مصطلح إنترنت الأشياء (IoT) الانتباه من خلال إبراز رؤية بنية تحتية عالمية للأشياء المادية المتصلة بالشبكة، مما يتيح الاتصال في أي وقت وفي أي مكان لأي شيء وليس فقط لأي شخص فيمكن اعتبار إنترنت الأشياء أيضًا بمثابة شبكة عالمية تسمح بالاتصال بين إنسان وإنسان ومن إنسان إلى أشياء ومن أشياء إلى أشياء، وهو أي شيء في العالم من خلال توفير هوية فريدة لكل كائن. (Song., et al. 2017)

تصف إنترنت الأشياء بأنه عالماً يمكن فيه توصيل أي شيء تقريباً والتواصل بطريقة ذكية لم يسبق لها مثيل.

تتزايد تطبيقات إنترنت الأشياء في مختلف نواحي الحياة، وأصبحت المؤسسات التي تبحث عن التميز والبقاء تسعى جاهدةً لمواكبة التطورات الحاصلة في إنترنت الأشياء، هذا الحال ينطبق كذلك على الإضاءة التي تشهد تطورات متلاحقة في عصر المعلومات والمعرفة، والتي تعمل على تحسين الكفاءة والدقة والمنفعة الاقتصادية بتوليد كمية كبيرة من البيانات كما تقوم بتحليل

المعلومات فتصبح من السهل اتخاذ القرارات الصحيحة وتنفيذ المهام بدقة وتعزيز سُبل الابتكار لتحسين جودة العمليات وخفض التكاليف بالسيطرة على الطاقة الكهربائية والإنارة ضمن معايير الأداء الأفضل وتحسين استهلاك الطاقة وتحقيق كفاءة استخدامها ، كما أن حاجات المستفيدين واهتماماتهم أصبحت متغيرة ومتجددة باستمرار فمعرفة جوانب العلاقة بين إنترنت الأشياء ونظم الإنارة الذكية، يساعد في فهم أكبر لمجالات الاستفادة من هذه التقنيات في تلبية احتياجات المستفيدين وتقديم خدمات تفاعلية وسريعة لهم، وسهولة تحكم المستخدم بها في جميع المنصات المطروحة بشكل فعال وسهل عن طريق التطبيقات في الأجهزة الذكية.

أهمية الإضاءة الذكية والاحتمالات الممكنة بعد تطبيقها

تتزايد تطبيقات إنترنت الأشياء في مختلف نواحي الحياة، وأصبحت المؤسسات التي تبحث عن التميز والبقاء تسعى جاهدةً لمواكبة التطورات الحاصلة في إنترنت الأشياء. هذا الحال ينطبق كذلك على الإضاءة التي تشهد تطورات متلاحقة في عصر المعلومات والمعرفة، والتي تعمل على تحسين الكفاءة والدقة والمنفعة الاقتصادية بتوليد كمية كبيرة من البيانات كما تقوم بتحليل المعلومات فتصبح من السهل إتخاذ القرارات الصحيحة وتنفيذ المهام بدقة وتعزيز سُبل الابتكار لتحسين جودة العمليات وخفض التكاليف بالسيطرة على الطاقة الكهربائية والإنارة ضمن معايير الأداء الأفضل وتحسين استهلاك الطاقة وتحقيق كفاءة استخدامها، كما أن حاجات المستفيدين واهتماماتهم أصبحت متغيرة ومتجددة باستمرار مما يساعد في فهم أكبر لمجالات الاستفادة من هذه التقنيات في تلبية احتياجات المستفيدين وتقديم خدمات تفاعلية وسريعة لهم، بالإضافة إلى سهولة تحكم المستخدم بها في جميع المنصات المطروحة بشكل فعال وسهل عن طريق التطبيقات في الأجهزة الذكية.(Site,2011)

يوجد للإضاءة الذكية تطبيقات عديدة في مختلف القطاعات

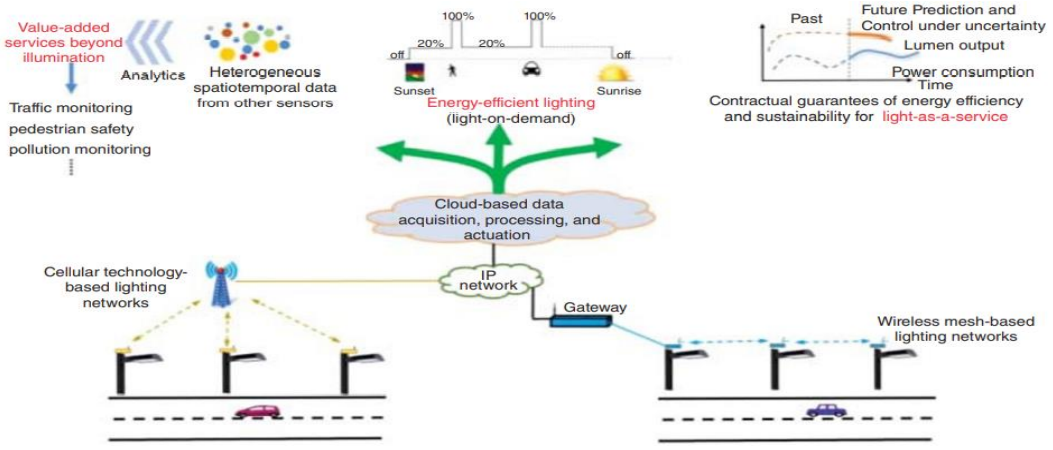
تطبيقات إنترنت الأشياء باستخدام إضاءة LED

توفير استهلاك الطاقة:

باستخدام حساسات الضوء وحساسات الحركة يمكن للمستخدم معرفة مدى الحاجة لاستخدام الإضاءة في المكان المتواجدة به، عن طريق تنبيهات تصل إليه عبر الإنترنت والتحكم بشدتها وتشغيلها في الوقت المطلوب عن طريق هذه المعلومات يمكننا معرفة الكيفية التي يتم فيها استخدام الإضاءة في المبنى والعمل على تحسينها ليتم استغلال الطاقة بأفضل صورة دون أي إسراف.

المدن الذكية:

تعد تقنية الإضاءة الذكية من أهم الفروع في المدن الذكية والتي يمكن استخدامها في العديد من الجوانب مثل البيئة الخارجية القابلة لتعتيم الإضاءة، وسلامة السيارات، والإضاءة الداخلية والاتصالات، وتحديد المواقع الذكية للإضاءة، ومن خلال تطبيق هذه التقنية يمكنها تحسين مستوى سلامة المواطنين وتجميل الأماكن العامة والتفاعل مع المواطنين وتحد من تكاليف الطاقة المهدرة.



شكل (٤) يوضح نظام الإضاءة الذكية في الهواء الطلق النموذجي

تتكون أنظمة الإضاءة الذكية في الهواء الطلق من الإضاءة العامة، وأجهزة الاستشعار اللاسلكية وشبكة الإنترنت والحوسبة السحابية وغيرها من التقنيات، بمساعدة شبكات الاستشعار، يمكن خفت الإضاءة العامة لتوفير الطاقة، فيحافظ النظام على الإضاءة عند مستوى منخفض إلى أن يتم الكشف عن حركة السيارة أو المشاة، عندما تكون المنطقة مشغولة، يمكن أن يخفت ضوء الشارع إلى مستوى أعلى لتلبية متطلبات الإضاءة والحفاظ على السلامة، ولحفظ الطاقة وإطالة عمر المصابيح، يقترح بعض الباحثين تحسينًا لخوارزمية لتقليل استهلاك الطاقة وزيادة عمر المصباح.

انخفض إجمالي استهلاك الطاقة بنسبة ٢٠٪، وتمت زيادة متوسط عمر المصباح بنسبة ١٠٠٪ في ١٢ ساعة عمل. ويساعد نظام الإضاءة الذكي الكشف عن المخاطر المحتملة مسبقًا وتقديم إنذارات مبكرة للسائق لذلك، يمكن تقليل احتمالية وقوع حوادث المرور..(**Mahoor**, et al. 2014)

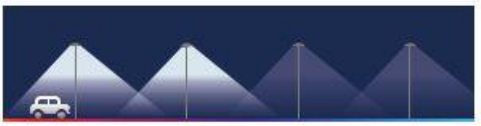
تكون المصابيح الذكية في المدن الذكية مزودة **بأجهزة استشعار ضوء النهار** ويمكن إدارتها عن طريق أجهزة الاستشعار الكهروضوئية التي تضيء وحدات الإنارة بالضبط عند الضوء الطبيعي مثل يوم غائم، نهار ... وذلك لتوفير الأمان والراحة في الأماكن العامة.

شكل (٥) يوضح حالات الطقس المرتبطة بنظام الإضاءة الذكية

وأجهزة استشعار الحركة في أماكن النشاط الليلي القليل، يمكن أن تكون الإضاءة خافتة إلى الحد الأدنى في معظم الوقت، ويمكن رفع مستويات الإضاءة بمجرد الحركة أو إذا تم الكشف عن مركبة تتحرك في المنطقة.

شكل (٦) يوضح مصابيح تخفض شدة الضوء حسب النشاط الليلي

أجهزة استشعار السرعة والاتجاه من ناحية أخرى، تعمل أجهزة استشعار السرعة والاتجاه مع منطقة كشف أوسع لتصنيف ما تم تحديده عنصر متحرك يتبع سرعته واتجاهه.



شكل (٧) يوضح مصابيح تحدد سرعة و اتجاه المركبات تتحكم في شدة الضوء

مثال على هذه المصابيح

شكل (٨) يوضح إضاءة ذكية تفاعلية مزودة بأجهزة استشعار للضوء والحركة

توفر هذه الإضاءة الأمان والراحة والشعور بالرفاهية وتمكن الأشخاص من الاستمتاع

في الأماكن العامة بالنهار والليل وهو حل متكامل وفعال من حيث التكلفة

ويتطلب صيانة منخفضة للغاية.

ما يميز هذه الإضاءة "الضوء فقط عند الضرورة"

لتكييف الإضاءة مع الاحتياجات الحقيقية، تكون هذه الإضاءة مزودة ومجهزة بأجهزة استشعار تقيس مستويات الضوء الطبيعي أو الحركة أو السرعة لتوفير الضوء الصحيح فقط عند الحاجة وما يكون مطلوب وتتيح هذه الميزة تجنب الإضاءة غير الضرورية لصالح توفير الطاقة.

تختلف شدة الإضاءة لهذا النوع من المصابيح باختلاف زوايا سقوط أشعة الشمس عليها أي أن أجهزة الاستشعار تعمل حسب الظروف المحيطة سواء من المناخ إذا كان (غائم، نهار..) وتعمل أجهزة الاستشعار داخل المصابيح أيضا على استشعار الحركة في الأماكن ذات النشاط الليلي القليل، يمكن أن تكون الإضاءة خافتة إلى الحد الأدنى معظم الوقت ويمكن رفع مستويات الإضاءة بمجرد الحركة أو إذا تم الكشف عن مركبة تتحرك في المنطقة.

- **تستهلك من** 20W to 55W

شكلها الخارجي وشدة الإضاءة التي تعطيها تريح العين ويمكن الاستفادة منها بأكثر من وظيفتها كمصباح إذ يمكن الاستفادة منها لشحن سيارات الكهرباء.

شكل (٩) يوضح إضاءة ذكية مزودة بوحدة شحن للسيارات الكهرباء

ويمكن تركيب كاميرات مراقبه في نفس وحدة الإنارة وهذا يساهم بالتقليل من الأعمدة الموجودة في المكان لتصبح المدينة أجمل، ويتضمن أيضا مكان لشحن الأجهزة النقالة ومكبرات صوت، ومزودة أيضا باتركم متصل مع الأجهزة الأمنية بحال كانت هناك حالة طارئة يمكن للشخص الضغط عليها وطلب المساعدة من خلالها

شكل (١٠) يوضح كاميرات مر اقبه في نفس وحدة الإنارة

بالتالي استخدام هذه الأنواع من المصابيح توفر عدة متطلبات في عمود واحد يقلل من المواد اللازمة في المساحات وتخفض نسبة الكربون.

وتؤدي إلى إنارة المكان بشكل عام بالطريقة الصحيحة لحاجتنا لها عن طرق المستشعرات التي تحلل ما يدور حولها وبالوقت المطلوب دون ضياع الجهد أو إهدار للطاقة وتحافظ على السلامة العامة مما يعكس ذلك تجربة مميزة للمستخدم(Schréder. 2021)

تطبيقات الإضاءة الذكية في المحلات التجارية: أصبح من الضروري التميز في إضاءة المتاجر ومطلبا أساسيا في كل مكان فلابد من تطوير أنظمة الإضاءة لتشمل هذا القطاع لما له من أهمية كبيرة على المستخدم، فيمكن إنشاء فراغات مذهلة ومرنة للبيع وخلق تجربة جديدة للمستخدم وتحديد سلوكيات محددة للمتسوقين من خلال استهداف مناطق محددة بالإضاءة واستخدام طبقات الضوء وتقديم عروض قائمة على المواقع للمتسوقين على هواتفهم الذكية عبر تطبيق المتجر مما يساهم في التسويق للمنتجات خدمتهم بشكل أفضل وربطها بتفاعل مباشر مع المتسوق.

ويمكن أيضا جذب العملاء من خلال الاستعانة بمناطق الإضاءة المرنة وواجهات العرض التي ستبقى عالقة في اذهانهم وستترك انطباعا دائما.

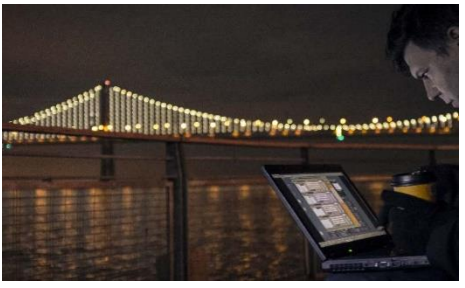
يتم تصميم التحكم في الإضاءة لهذا الغرض بشكل طبيعي بحيث لا يتمكن العملاء من ملاحظة التغييرات في مستويات الإضاءة فيمكن تصميم تعديلات الإضاءة عن قصد بحيث تكون ملحوظة وللتأثير على تجربة التسوق للعملاء وسلوكهم.

ويمكن التعامل مع الإضاءة من عدة وجهات نظر، كاستخدام الإضاءة لخلق جو جذاب في بيئة الفراغ التجاري، وبالتالي تخلق تجربة تؤثر بشكل إيجابي على مزاج العملاء وسلوكهم. ويرى العملاء أن أجواء بيئة البيع أقل توتراً وأكثر حيوية وتحفيزًا عندما يحتوي نمط الإضاءة المكانية في المتاجر على تباينات وتشويق، وهو شكل مرغوب وممتع بعكس الوهج، والسطوع الكلي. (Custers et al, 2010).

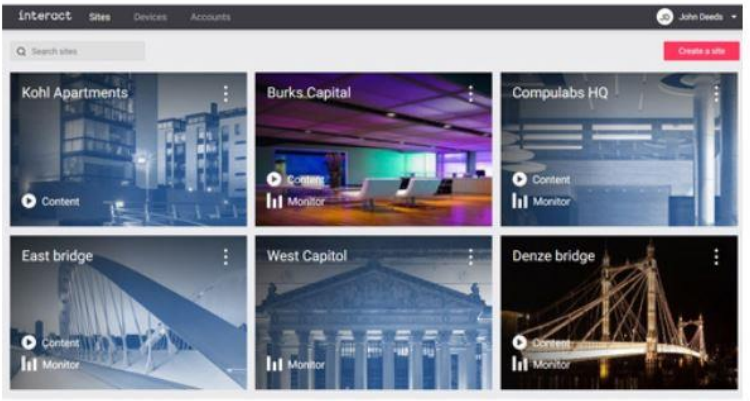
يمكن أيضًا استخدام الإضاءة المعمارية في اتصالات العلامة التجارية من خلال تطبيق إعدادات الإضاءة الذكية والديناميكية وسيناريوهات الإضاءة المختلفة، تستطيع المتاجر اليوم توفير محفزات بصرية متغيرة لتنشيط وزيادة تأثير العملاء على المتجر، وتوفر التغييرات الديناميكية في الضوء محفزات جذب الانتباه القوية. حتى الإشارات المحيطية للتغيرات الديناميكية للضوء تجذب اهتمامنا وتجعلنا نفحص سبب التغييرات التي تحدث.(Parsons, 2011)

تطبيقات الإضاءة الذكية على الواجهات والمعالم الأثرية في المدن:

من خلال الإضاءة يمكن أن نعزز شعور الفخر لدى سكان المدينة ونجذب السياح من خلال إضاءة واجهات المباني المميزة والمعالم الأثرية القديمة وخلق شعور جديد باحتفالات المدينة بالمناسبات الوطنية وغيرها فيمكن التحكم في الإضاءة الدينيماكية وادارتها وبرمجتها فأصبح من السهل تصميم العروض الضوئية وتشغيلها من أي مكان.



شكل (١١) يوضح إضاءة ذكية تفاعلية يمكن التحكم فيها من خلال جهاز الكمبيوتر (جسر سان فرانسيسكو)



شكل (١٢) يوضح برنامج التحكم في إدارة إضاءة المعالم والواجهات عن بعد للهو اتف الذكية والأجهزة اللوحية والكمبيوتر الشخصي

تطبيقات الإضاءة الذكية في المصانع:

في قطاع الصناعة تتمكن هذه التقنية من تحسين الكفاءة والإنتاجية والسلامة وإن مجموعة التطبيقات المعنية بإدارة الإضاءة والتطبيقات التشغيلية ذات القيمة المضافة تزيد من قيمة الإضاءة المتصلة من خلال الإحصاءات والبيانات التي توفرها، بينما تتيح إدارة الإضاءة المركزية تقليل نفقات التشغيل وتتبع مدى الامتثال ووضع خطط للصيانة والآن بعد هذه التقنية انتهى عهد التخمينات والبيانات غير المؤكدة، وبدأ عصر جديد تسوده قرارات مستنيرة قائمة على بيانات دقيقة مأخوذة في الوقت الحقيقي.

شكل (١٣) يوضح قبل وبعد استخدام المصابيح الذكية

مثال على هذه المصابيح

إضاءة صناعية أكثر أمانًا وذكاءً واستدامة تم استخدام مصابيح INDU BAY و INDU CONTILINE من شركة Schréder EXEDRA

شكل (١٤) يوضح وحدة إضاءة ذكية

وحدات الإنارة عالية الأداء توفر للعمال رؤية مثالية، مما يقلل من مخاطر الأخطاء والحوادث بنسبة ٦٠٪ مزودة بنظام تحكم ذكي وأجهزة استشعار وتعمل على تقليل تكاليف الطاقة بنسبة ٤٠٪

تحتاج المصانع وخصوصا ذات الإنتاج الدقيق الذي يحتوي على تجميع المنتج بشكل دقيق إلى شدة إضاءة عالية ومريحه للعين في نفس الوقت يوفر نظام الإضاءة هذا ٨ مصابيح INDU CONTILINE 1000لوكس مع تجانس ملحوظ يمكن الموظفون من الإحساس في الراحة البصرية.

ونظرًا لأن المصانع تكون مغلقة، والضوء الطبيعي هو الأفضل، فقد تم تركيب المستشعرات وتوصيلها بنظام التحكم في Phoenix لتكييف مستوى الإضاءة باستمرار وفقًا لضوء النهار في الخارج، مما يضمن ٥٠٠ لوكس في جميع الأوقات

توزع هذه الإضاءة بشكل مرتفع ويكون الضوء عموديا، مما يمكن العمال من قراءة الملصقات بوضوح والعمل بكفاءة، وتقليل الأخطاء وتعزيز رفاهية الموظفين.

تطبيقات الإضاءة الذكية في المنشآت الإدارية:

يمكن للإضاءة الذكية الآن دعم أداء الموظفين وخفض الوقت المُهدَر لمساعدة الموظفين في العثور على غرف اجتماعات متاحة أو مساحة عمل متوفرة وتمكينهم من تخصيص الإضاءة.

إضافة إلى ذلك يمكن استخدام بيانات الإشغال لمعرفة الأماكن والطريقة التي يفضّل الناس العمل بها واكتشاف إمكانات توفير الطاقة والمكان ومكاسب الكفاءة.

عن طريق تركيب مصابيح مزودة بالمستشعرات القائمة على تقنية إنترنت الأشياء وما يوفره من بيانات لزيادة كفاءة المبنى وتحقيق أقصى استفادة من المساحة المتوفرة لإنشاء مكتب ذكي مستدام.

من الممكن استغلال هذه التقنية بعدة طرق لخدمة المهام العملية وتنظيمها زيادة الإنتاجية فعلى سبيل المثال:

عند إضافة حساسات حركة لوحدات الإضاءة المتواجدة بغرف الاجتماعات يمكننا معرفة عما إذا كانت الغرفة محجوزة أو من الممكن استخدامها وربطها بالنظام المعلوماتي بالشركة.

وأيضا إنشاء بيئة مكتبية أفضل مع وضع جداول زمنية للإضاءة أو برامج تعتيم وتعزيز رفاه الموظفين من خلال دعم الإضاءة لتعبر عن شخصياتهم الفردية عبر تطبيق يمكن تثبيته على هواتفهم الذكية فيمكنهم استخدام أنماط مختلفة للإضاءة لمساعدتهم على التركيز والعصف الذهني.

تطبيقات الإضاءة الذكية في المنشآت التعليمية والمستشفيات:

الإضاءة وشدتها لها تأثير قوي على العملية التعليمية والحالة الذهنية للطلاب.

فالطلاب بالمرحلة الابتدائية يحتاجون إضاءة بلون ضوء النهار (Day Light) تساعدهم على النشاط والتفاعل بالطريقة المطلوبة والطلاب في المراحل الأعلى يفضلون الإضاءة الهادئة ذات اللون الأصفر الدافئ (Warm Wight) التي تساعدهم على التركيز واستيعاب المعلومات بوضوح بتطبيق تقنية إنترنت والأشياء عن طريق وحدات LED يمكننا التحكم بإضاءة الفصول الدراسية بناءا على الفئة العمرية والعملية التعليمية المستخدمة لهذه الفصول في وقت ومن موقع.

أما بالنسبة للمستشفيات للإضاءة الذكية دور مهم في مجال الرعاية الصحية حيث تعمل على تحسين تجربة المريض وقدرة الموظفين على توفير المستوى المطلوب من تحسين بيئة الرعاية وتقليل التكاليف من خلال توفير الطاقة، وتحسين الكفاءة التشغيلية، فيمكن للإضاءة الذكية تحسين الفراغ للاسترخاء وطمأنة المرضى من خلال محاكاة ضوء النهار الطبيعي لدعم نوم المرضى ومزاجهم وتعافيهم وتعزيز رفاهية وتركيز موظفي المنشأة وخلق بيئة ممتعة.

يمكن تقديم الضوء من أجل الصحة والرفاهية كنظام تحكم قابل للتطوير سلكي أو لاسلكي متصل بالشبكة والذي يدير تلقائيًا إيقاع ضوء النهار الديناميكي. يدعم النظام إيقاع الساعة البيولوجية للإنسان لتعزيز أنماط النوم الصحية وتحسين الرفاهية لكل من المرضى والموظفين.

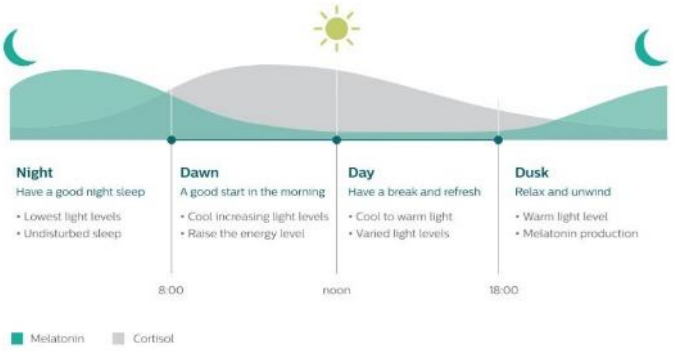
يمكن لمصابيح LED المتصلة السلكيةDALI) ، (PoEأو اللاسلكية (Zigbee) المزودة بتقنية Tunable Whiteأن توفر مستويات ونغمات من الضوء تحاكي الشعور بضوء النهار ودورات الإضاءة الطبيعية في غرفة المريض والممرات.

شكل (١٥) يوضح مصابيح LEDالذكية المزودة بتقنية Tunable White

لوحة التحكم في إضاءة الغرف

يمكن للعاملين سهولة مراقبة وإدارة إيقاع ضوء النهار لكل سري، أو تغيير وضع الإضاءة للغرفة، أو إطفاء كل الإضاءة تتوفر واجهات برمجة التطبيقات (API) لدمج وظيفة التحكم في الإضاءة في تطبيقات المستشفى المخصصة.

شكل (١٦) يوضح لوحة التحكم بإضاءة الغرف



شكل (١٧) يوضح تغير حالات الإضاءة حسب تغير الساعة في المستشفيات

يتم تنظيم ساعة الجسم وإيقاع الساعة البيولوجية من خلال الإشارات البيئية، حيث يعد الضوء أحد العوامل الأكثر التي يمكن أن يؤثر الوصول المحدود أو عدم الوصول إلى ضوء النهار الطبيعي في أماكن مثل غرف المستشفى حتى لفترات قصيرة من الوقت بشكل كبير على قدرة الجسم على الحفاظ على إيقاع بيولوجي صحي.

يمكن أن يؤدي استخدام الضوء بشكل فعال في مرافق الرعاية الصحية إلى دعم دورات النوم للمرضى وكذلك تحسين رضا المرضى والموظفين. فيزيد مع ضوء الصباح وينقص على مدار اليوم وتزيد مستويات الميلاتونين، وهو هرمون ينظم دورة النوم والاستيقاظ، قبل النوم عندما يحل الظلام وتنخفض مع اقتراب الصباح.

كبشر، يؤثر الضوء على صحتنا ورفاهيتنا أكثر بكثير مما ندركه أظهرت دراسة أن هناك علاقة واضحة وإيجابية بين تعريض المرضى للضوء الكافي أثناء النهار وبين صحتهم ورفاهيتهم، فتأثير الضوء على ساعتنا البيولوجية مهم أيضًا لأنه يؤثر على العديد من جوانب رفاهيتنا الجسدية والعاطفية. هذه الساعة البيولوجية ينظمها الضوء والظلام، ودورات الليل والنهار اليومية، والوقت الذي نقضيه نائمين ومستيقظين.

في مجتمعنا الحديث، نقضي الكثير من وقتنا في الداخل - في المنزل، أو في مدرسة، أو مكتب، أو متجر، أو مستشفى- وأولئك الذين يضطرون إلى البقاء في منازلهم لأجزاء كبيرة من وقتهم، مثل مرضى المستشفى، يمكن أن يكونوا معرضين بشكل خاص لخطر الإصابة من خلال التعرض

لضوء غير كاف خلال النهار لضبط ساعتهم البيولوجية بشكل صحيح. في الصباح، عندما تشرق الشمس وتزداد مستويات الضوء، نستيقظ ونصبح نشيطين ومنتبهين. في المساء، وعندما تغرب الشمس، نستريح ونسترخي ونستعد للنوم، فترتفع مستويات الهرمون في أجسامنا، وتنخفض مع دورات الضوء، وذلك نتيجة الكورتيزول، وهو هرمون الغدة الكظرية الذي يحافظ على الحياة ويسمى أيضًا "هرمون التوتر الطبيعي.(Philips Lighting Holding.2017)

أهداف تطبيقات الإضاءة الذكية

- **الهدف الأول** تعمل الإضاءة الذكية على تحسين حياة الناس من خلال الارتقاء بما هو عادي، وإضفاء الطابع والجمال والبهجة على المساحات، لإنشاء مساحات تضمن السلامة والراحة البصرية واحتياجات المستخدم.

من خلال إنشاء انظمة إضاءة مثالية لتحسين جودة الحياة ليلا ونهارا مع تمكين وجود أكثر تناغم للتكنولوجيا والبشر التي لا يمكن تحقيقها باستخدام التكنولوجيا التقليدية.
وتشمل التطبيقات المحتملة للإضاءة الذكية المتصلة بالإضاءة التي تركز على الإنسان، وأنظمة الاتصالات الضوئية والحلول الموحدة والقابلة للتشغيل البيني التي تعمل على شبكات إنترنت الأشياء، وأنظمة الإضاءة المتقدمة حيث تكون المكونات الطيفية المحددة ضرورية وتلعب دورًا مهمًا، ويمكن التحكم فيها في الوقت الفعلي.(Chew et al. 2017)

أهمية تصميم الإضاءة وتأثيرها على الرفاهية في العمران المبني لأنها تؤثر وتتأثر بالجوانب الجمالية للبيئة والراحة البصرية، والأداء البصري، وتأثيرات الضوء، والرؤية.

(Altomont et al. 2020)

تركز الإضاءة الذكية بشكل أساسي على النمذجة الحسابية والتحكم في استهلاك الطاقة المهدره فقد يكون الضوء المضاء في الفراغ غير المأهول مرتبطًا بأهداف سلوكية واجتماعية،

(Gerhardsson et al, 2020).

فتخدم الغرف غير المأهولة غرضًا مثل منع الانزعاج البصري والجمالي، وتوفير الأمان وتجعل الفراغ أكثر جاذبية، فمن المتوقع أن يرتفع استخدام المصابيح الذكية من ٢٪ في عام ٢٠٢٠ إلى ما يقرب من ٨٪ في عام ٢٠٢٥.(Soheilian et al. 2021)

وتأكد العديد من دراسات قبول المستخدم وأنه يجب دمج أنظمة التحكم في الإضاءة التلقائية مع مستوى معين من التحكم الشخصي، خاصةً إذا كان الهدف هو تحسين الحالة المزاجية للمستخدمين والرضا عن الإضاءة في البيئة الداخلية.(Newsham et aal. 2004)

وتوفير الظروف التي تزيد من الرؤية وتقليل الشعور بعدم الراحة، وتحقق خلق جو مناسب لمهام وأنشطة المستخدم المستمرة، بالإضافة إلى إمكانية تأثيرها على إيقاعات الساعة البيولوجية البشرية لتحسن الحالة المزاجية وتركيز للمستخدمين وتلبية الاحتياجات النفسية لهم، والتأثير على الأداء البصري، والمعرفي، والصحة الجسدية، والعقلية.

إن الإضاءة المثالية ستختلف بين المستخدمين، ولكنها ستختلف أيضًا مع المهام في متناول اليد والوقت من اليوم.

- **الهدف الثاني** هو تقليل استخدام الطاقة من أنظمة الإضاءة لطالما كان هذا جزءًا من تصميم أنظمة الإضاءة، بدءًا من استخدام مستشعر الوجود البسيط عندما يكون النظام أكثر وعياً بالوضع الحالي، يصبح التحكم في الإضاءة أكثر دقة وأكثر إرضاءً.

على سبيل المثال، يمكن اختيار ألوان مختلفة، ويمكن تخفيت أجزاء من الفراغ أو المبنى غير المستخدم دون أن يلاحظ المستخدم، ويمكن تعديل الإضاءة نحو نشاط الأشخاص في الغرفة ويمكن استخدام ضوء النهار بطرق مبتكرة، فيصبح تقليل استخدام الطاقة هدفًا رئيسا للنظام.

- **الهدف الثالث** يمكن للإضاءة الذكية أن تعيد الظلام إلى المناطق الأكثر هدوءًا. بدلاً من إيقاف تشغيل الإضاءة تمامًا، يتم عرض سلوك ذكي استجابة للنشاط في الشارع ويؤثر ذلك بشكل إيجابي على استخدام الطاقة وعلى الشعور بالأمان لدى الناس في الشارع.

(Varghese et al, 2015)

نتائج البحث:

- تساهم الإضاءة الذكية بنشر ثقافة الإحساس البصري وتأثيرها الفعال على المستخدمين.
- الإضاءة مؤثر بصري بإمكانات هائلة تحقق بيئة مرئية ومشوقة بكافة تطبيقاتها المختلفة.
- للإضاءة الذكية دوراً وظيفياً وجمالياً وتعبيرياً تؤثر على الفراغات وتخلق بيئة مريحة للمستخدمين.
- توفر الإضاءة الذكية بيئة محسنة من حيث الجوانب المرئية والبيولوجية والعاطفية من خلال تحديد مستوى إضاءة مثالي يتكيف مع حالة الاستخدام والمناطق المحيطة.

الخاتمة والتوصيات:

مع تسارع وتيرة التطور في تقنيات وتكنولوجيا المعلومات والتشارك المعرفي والزيادة الهائلة في كمية المعلومات المنتجة يوميًا في مختلف نواحي الحياة اليومية، أصبح لزامًا على الإضاءة ومنصات الإضاءة التي تساهم في تسهيل حياتنا ومواكبة هذه المتغيرات الحاصلة لكي تستطيع الاستمرار في أداء مهامها وخدماتها بفعالية.

حيث نجد أنه من خلال الإضاءة الذكية أصبح من السهولة إدارة وجمع الكيانات المادية والمعنوية الموجودة في كل مكان بحيث أن للإضاءة الدور الكبير في حياتنا وفي كل الأماكن التي نعيش فيها وأثبتت فعاليتها في الفترة الأخيرة، إذ أصبح الأمر لا يتوقف على أنها إضاءة فقط بل أصبحت بوجود المستشعرات داخلها تحدد ما نحتاجه وتحديد أدق التفاصيل وجمع معلومات عن المستخدمين والاستفادة من هذه المعلومات بتحسين ورفاه الإنسان والحفاظ على الطاقة بشكل كبير وبالنتيجة يصبح بإمكان هذه المنصات خدمة المستفيدين بطريقة تفاعلية وسريعة.

كذلك فإنه من خلال استخدام بعض المستشعرات أصبح بإمكان وحدات الإضاءة مراقبة الحركة والتحكم بشدة الضوء المناسبة للمكان.

أضف إلى ذلك، فإن اهتمام الإضاءة أصبح ضوء يتجاوز الضوء بإدارة ما يعرف بالبيانات الضخمة أو ما يعرف بالمعرفة بشكل عام من خلال الاهتمام بطرق توليد هذه المعرفة وتنظيمها وترتيبها، وإيجاد أفضل الوسائل لتسهيل عملية استفادة المستخدم من هذه البيانات بسلاسة ومرونة بين مختلف الوحدات والقطاعات.

وبالتالي فإن العمل بهذه المنظومة الذكية وجمع البيانات عن المستخدمين في كل القطاعات ومن ثم استثمارها من خلال الأجهزة الذكية وبرمجيات الذكاء الاصطناعي يساعد على اتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب أثناء تقديم الخدمة للمستفيد.

من خلال هذه المقاربات التحليلية حول مجالات الإفادة من أنظمة الإضاءة الذكية في تطبيقات منصات الإضاءة، فإن هذا البحث يوصي بالآتي:

• ضرروه أن نسعى للبحث أكثر في هذا المجال ونشره للاستفادة من هذه التطبيقات وتفعيلها وأن تستثمر في مجالات تطبيقات الإضاءة المتقدمة من أجل خدمة مستفيديها بشكل أفضل.

• إجراء دراسات ميدانية لاستكشاف جوانب الإفادة من تأثير الإضاءة الذكية على المستخدمين واقتراح مخططات بإعادة تطوير إضاءة الفراغات الداخلية والخارجية والنظر فيها بشكل آخر لمواكبة التطور.

• تشجيع الباحثين والمهتمين على المزيد من الدراسة والبحث والتطوير بخلق فراغات توفر الراحة البصرية تساهم في الرقي والسمو بالبيئة العمرانية.

المراجع

الكتب العلمية:

1. Karlicek, R., Sun, C. C., Zissis, G., & Ma, R. (Eds.). (2017). Handbook of advanced lighting technology. Cham, Switzerland: Springer
2. Song, H., Srinivasan, R., Sookoor, T., & Jeschke, S. (2017). Smart cities: foundations, principles, and applications. John Wiley & Sons.
3. Schréder S.A. 2021, (2021). Integrated lighting solutions, for safe, connected, pleasant, and sustainable environments, (334).

الأبحاث المنشورة:

1. Altomonte, S., Allen, J., Bluyssen, P. M., Brager, G., Heschong, L., Loder, A., ... & Wargocki, P. (2020). Ten questions concerning well-being in the built environment. Building and Environment, 180, 106949.
2. Castro, M., Jara, A. J., & Skarmeta, A. F. (2013, March). Smart lighting solutions for smart cities. In 2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (pp. 1374-1379). IEEE.
3. Chew, I., Karunatilaka, D., Tan, C. P., & Kalavally, V. (2017). Smart lighting: The way forward? Reviewing the past to shape the future. Energy and Buildings, 149, 180-191.

4. Custers, P. J., De Kort, Y. A. W., IJsselsteijn, W. A., & De Kruiff, M. E. (2010). Lighting in retail environments: Atmosphere perception in the real world. Lighting Research & Technology, 42(3), 331-343.

5. Gerhardsson, K. M., Laike, T., & Johansson, M. (2020). Leaving lights on–A conscious choice or wasted light? Use of indoor lighting in Swedish homes. Indoor and Built Environment, 1420326X20908644.

6. Lian, J., & Brandt-Pearce, M. (2015, June). Multiuser multidetector indoor visible light communication system. In *2015 Opto-Electronics and Communications Conference (OECC)* (pp. 1-3). IEEE.

7. **7** Mahoor, M., Najafaabadi, T. A., & Salmasi, F. R. (2014, May). A smart street lighting control system for optimization of energy consumption and lamp life. In 2014 22nd Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE) (pp. 1290-1294). IEEE.

8. Newsham, G., Veitch, J., Arsenault, C., & Duval, C. (2004, July). Effect of dimming control on office worker satisfaction and performance. In Proceedings of the IESNA annual conference (pp. 19-41).

9. Parsons, A. G. (2011). Atmosphere in fashion stores: do you need to change? Journal of fashion marketing and management: An international journal.

10. Site, H. (2011). Demonstration Assessment of Light-Emitting Diode (LED) Roadway Lighting.

11. Soheilian, M., Fischl, G., & Aries, M. (2021). Smart Lighting Application for Energy Saving and User Well-Being in the Residential Environment. Sustainability, 13(11), 6198

12. Tetervenoks, O., Suskis, P., & Stegura, J. (2017, November). Integration of microwave sensor into low-cost indoor LED lamp—Element of smart lighting system. In 2017 5th IEEE Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE) (pp. 1-4). IEEE.

13. Varghese, S. G., Kurian, C. P., & George, V. I. (2015, November). A study of communication protocols and wireless networking systems for lighting control application. In 2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA) (pp. 1301-1306). IEEE.

مواقع الإنترنت:

تاريخ الزيارة ٢٠٢٢/٤/١

1. https://library.schreder.com/view/619628704/
2. www.iguzzini.com
3. https://www.interact-lighting.com/ar-ae/what-is-interact
4. www.mea.lighting.philips.com

Smart lighting applications in architecture and interior design

Prof. Maha Mohamed Emam El Halaby
Professor of interior design and furniture and former head of the Department of Interior Design and Furniture atFaculty of Applied Arts - Helwan University

Dr. Souad Abel Haleem
The supreme council for culture, research department

Ansam Alelamat
Freelance Designer

Abstract:

Lighting is an important element in the process of visual perception of everything that surrounds us, and one of the most important elements in design and architecture, through which the rest of the elements of space are identified, and with the development of human activities and the difference in the quality of life and keeping pace with developments, lighting is witnessing successive developments in the age of information and knowledge, and the need comes To be used today in all sectors because of its great importance in improving efficiency and accuracy and enhancing the functional and aesthetic performance of spaces. Its importance in improving the quality of design and estimating the needs of users in light of developments. The research deals with shedding light on the applications of smart lighting in the sectors and the extent to which they are used.

Keywords:

Smart lighting, Smart lighting applications, Internet of things.