international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

دور المستحدثات التكنولوجية في تدعيم التصوير الافتراضي وفعاليته في مجال التصوير المعماري

The Role of Technological Innovations in Supporting Virtual Photography and its Effectiveness in the Field of Architectural Photography

أ.د/ عاطف محمد نجيب المطيعي
أستاذ الفوتوغرافيا المتفرغ بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، dratefmoteay@yahoo.com
د/ مصطفى حسن كامل محمد
المدرس بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، mostafa_hassan@a-arts.helwan.edu.eg
آلاء خالد محمد توفيق قنديل
الباحثة بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، alaakandil521@gmail.com

ملخص البحث

تلعب تقنية التصوير الافتراضي، سواء من خلال التقاط الصور بزاوية ٣٦٠ درجة أو باستخدام الماسحات الضوئية التي تعتمد على أشعة الليزر، دوراً أساسياً في تمثيل المباني. تتيح هذه التقنيات إنتاج نماذج دقيقة ومحاكاة واقعية، مما يسهم في تحسين عمليات التصميم والبناء والإعلان والتسويق. بفضل هذه التقنيات المتطورة، أصبح بالإمكان إنتاج صور عالية الجودة بزاوية ٣٦٠ درجة وإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة للمباني، مما يمنح للمهندسين المعماريين القدرة على توفير بيئة تفاعلية مميزة لعملائهم لم تكن متاحة من قبل.
علاوة على ذلك، تساعد تقنية المسح بأشعة الليزر ثلاثية الأبعاد في توثيق وترميم المباني الأثرية قبل عمليات الترميم، حيث تُمكن المهندسون المعماريون من تحديد التغيرات التي طرأت عليها عبر السنين والاستفادة من نمذجة معلومات البناء BIM. كما قامت العديد من شركات البرمجيات بتطوير برامج معالجة الصور وإدخال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحقيق معالجات ذكية تساعد المهندسين المصممين بصورة احترافية.
تُسهم هذه التطورات في تقليل التكاليف وزيادة الكفاءة، بالإضافة إلى تحسين الجودة النهائية للصورة المنتجة، مما يعزز من قدرة المعماريين على تقديم حلول مبتكرة في فنهم المعماري. لذلك، يركز هذا البحث على استكشاف كيفية توظيف هذه التقنيات لتعزيز تصور التصميم الهندسي وتحقيق أفضل النتائج في المشاريع المعمارية. ويستعرض البحث الأنواع المختلفة للكاميرات ٣٦٠ درجة وبرامج المعالجة الخاصة بها، إلى جانب تقنية المسح بأشعة الليزر ثلاثي الأبعاد وآلية عمل الماسحات الضوئية وأحدث الأنواع للماسحات الضوئية المتاحة في الأسواق في الوقت الحالي.

كلمات دالة

التصوير الافتراضي، التصوير ٣٦٠ درجة، المسح بأشعة الليزر، تقنية Mega View، تقنية Pure Video، تقنية نقاط السحاب، تقنية Lidar، الهندسة العكسية.
Virtual Photography, 360 Degree Photography, Laser Scanning, Mega View Technology, Pure Video Technology, Cloud Points, Lidar Technology, Reverse Engineering

Paper received December 7, 2024, Accepted January 29, 2025, Published on line May 1, 2025

المقدمة Introduction

أصبحت التكنولوجيا المتقدمة بأشكالها المختلفة مطلباً أساسياً من مطالب العصر الذي نحياه اليوم، حيث يتوغل التقدم التكنولوجي في جميع المجالات دون استثناء. ويُعد الكومبيوتر أحد أبرز نتائج التقدم العلمي، مما جعل الإلمام بإمكاناته وتوظيفها في الفنون البصرية أحد الأساسيات الفنية في معظم الاتجاهات الفنية المعاصرة. إلى جانب ذلك، يشهد مجال الهندسة المعمارية تطوراً مستمراً، حيث يسعى المهندسون باستمرار إلى ابتكار طرق لعرض أفكارهم بشكل مثالي إلى المستخدمين. ويعد التصوير الافتراضي باستخدام كاميرات التصوير بزاوية ٣٦٠ درجة أو كاميرات الليزر Lidar من أبرز التقنيات الحديثة التي تطورت بشكل كبير وأحدثت ثورة في طرق عرض المباني والهياكل المعمارية. وتتيح هذه التقنيات للمستخدمين استكشاف التصميم من منظور الشخص الأول، مما يمنحهم إحساساً واقعياً بالمكان وكأنهم يعيشون التجربة الفعلية للمشروع.

مشكلة البحث Statement of the Problem

يعد التصوير بتقنيات الواقع الافتراضي أحد الركائز الأساسية للتطور التكنولوجي الهائل في العصر الحالي، حيث أصبح معتمداً عليه بشكل كبير في العديد من المجالات، بما في ذلك الهندسة المعمارية. وهذا ما يجعلنا أمام هذا السؤال الرئيس:

- ما دور المستحدثات التكنولوجية في تدعيم التصوير الافتراضي وفعاليته في مجال التصوير المعماري في عصرنا الراهن؟

تساؤلات البحث:

ينبثق من السؤال الرئيس بعض التساؤلات الأتية:

- ما هو التصوير الافتراضي؟
- ما هو التصوير ٣٦٠ درجة الموظف بالتصوير المعماري؟
- ما هي برامج معالجة الصور ٣٦٠ درجة ودورها في التصوير الافتراضي؟
- ما هو المسح بأشعة الليزر ثلاثية الأبعاد؟ ما هي أنواع الماسحات الضوئية؟ وما هو دورها في الصورة الافتراضية؟
- ما هو دور مستحدثات التقنيات السابق ذكرها لتوظيفها الأمثل بالتصوير المعماري الافتراضي؟

هدف البحث: Research Objectives

يهدف البحث إلى:

- تعريف المصورين بتقنية التصوير الافتراضي وتوظيفها في مجال التصوير المعماري.
- إطلاع المصورين المعماريين على المستحدثات التكنولوجية في هذا المجال وكيفية توظيفها
- زيادة الحصيلة المعرفية للمصورين من الأنواع المختلفة للكاميرات ٣٦٠ درجة وميزات كل منها.
- توضيح مفهوم المسح بأشعة الليزر ثلاثية الأبعاد وأحدث الأنواع في الماسحات الضوئية.

أهمية البحث: Research Significance

CITATION
Atef El-Moteay, et al (2025), The Role of Technological Innovations in Supporting Virtual Photography and its Effectiveness in the Field of Architectural Photography, International Design Journal, Vol. 15 No. 3, (May 2025) pp 67-78

تكمن أهمية البحث في توضيح إمكانات تقنية التصوير الافتراضي ودور تطبيقها بمجال التصوير المعماري الذي يعزز التصميم المعماري المرسوم على الورق بتحويله لصورة ثلاثية الأبعاد، تخدم جميع المجالات المرتبطة بهذا البناء من مهندسي التصميم، ومهندسي التنفيذ، ومصممي الحملات الدعائية والإعلانية المرتبطة بالمنشآت المعمارية بالمواقع.

فروض البحث: Research Hypothesis

يفترض البحث أن مستحدثات تقنية الواقع الافتراضي وتقنية المسح بأشعة الليزر ثلاثية الأبعاد تزيد من كفاءة المعالجات الجرافيكية للصور المنتجة وتتيح إنشاء بيئة افتراضية تفاعلية للمنشأة المعمارية تضاهي الواقع الفعلي، مما تزيد من فاعلية التصوير المعماري ووظائفه.

منهج البحث: Research Methodology

يسلك البحث المنهج الوصفي المسحي للمستحدثات التكنولوجية في عالم التصوير ودراسة توظيفها لرفع كفاءة الصورة المنتجة بالتصوير الافتراضي والموظفة في مجال التصوير المعماري.

متغيرات البحث:

- **المتغير المستقل:** المستحدثات التكنولوجية بمجال التصوير الفوتوغرافي الافتراضي.
- **المتغير التابع:** جودة تصميمات الصور الافتراضية ومضاهاتها بالواقع.

الإطار النظري: Theoretical Framework

١- التصوير الافتراضي Virtual Photography (VP)

تشتق كلمة "افتراضي" من الكلمة اللاتينية Virtus، والتي تعني "امتلاك الفضيلة أو السمة". بناءً على ذلك، عندما نشير إلى مكتب افتراضي، على سبيل المثال، فإننا نعني أن هذا الكائن يتميز بجميع الخصائص المتعارف عليها للمكتب، رغم أنه ليس مكتباً حقيقياً.

تعددت وجهات نظر الفلاسفة حول مدلول مفهوم "الافتراضي"، حيث عارض منظّر الثقافة الفرنسي بول فريليو[1] Paul Virilio استخدام مصطلح (الافتراضي) في كتابه الحرب والسينما، حيث ناقش الأنواع المختلفة من الحقيقة التي ظهرت منذ بداية الزمن، بينما اعتبر الفيلسوف الفرنسي جان بورديار[2] Jean Baudrillard أن مفهوم الافتراضي يتطابق مع مفهوم الحوسبة Computerized. على الجانب الآخر، رأي عالم الاجتماع الكندي روب شيلدز[3] Rob Shields، أن الافتراضي يقابله المادي، في حين نظر الفيلسوف الكندي بريان ماسومي[4] Brian Massumi إلى الافتراضي من منظور وجودي، باعتباره جزءاً من الاحتمالات الممكنة.

ورغم هذا التباين في الآراء، أجتمع هؤلاء الفلاسفة على أن الافتراضي ليس نقيضاً للواقع، ولا يتطابق معه كلياً، بل يتمتع بواقع خاص به. كما أكد الفيلسوف الفرنسي جيل دولوز[5] Gilles Deleuze في كتابه "الاختلاف والتكرار" على أن الافتراضي لا يعارض الواقع، لكنه يمتلك واقعية مكتملة بذاته. وفي السياق ذاته، أكد الفيلسوف الفرنسي بيير ليفي[6] Pierre Levy، أن الافتراضية لا تعني إلغاء الواقعية، بل تمثل تحولاً في الهوية ومركز الثقل الأنطولوجي[7] للكائن.

ختاماً، قدم الفيلسوف النيوزلندي جرانت تافينور[8] Grant Tavinor رؤية لحسم الجدل حول مفهوم الافتراضي موضحاً، "أن التركيز المفرط على التمييز بين الافتراضي والواقعي هو الخطأ الأساسي الذي نرتكبه عند محاولة فهم مفهوم الافتراضي، إذ يمكن لشيء افتراضي أن يكون واقعياً بالكامل، حيث يحتفظ بفعالية أو وظيفة الشيء الواقعي، مع تجسيدها في شكل غير مألوف أو غير تقليدي".

بناءً على ذلك، فأن التصوير الفوتوغرافي الافتراضي لا يعني أنه يفتقر إلى الواقعية؛ بل إن استمرارية وتطور شكل الواقع الافتراضي هي ما تمنحه طابعه الواقعي.

(Shobeiri and Westgeest, 2024, pp.13:18)

علي مدى القرنين الماضيين، اعتمد التصوير الفوتوغرافي التقليدي، سواء بالكاميرا أو بدون كاميرا، على التقاط الضوء المنعكس من الأشياء الحقيقية وتسجيلها على سطح حساس للضوء. وقد اعتُبرت الغرفة المظلمة التي اخترعها العالم العراقي الحسن بن الهيثم Hassan Ibn Al-Haytham كأداة للإدراك، محاكاة للرؤية البشرية. وفقاً لقاموس Merriam-Wester، تُعرف المحاكاة Simulation بأنها: "التمثيل المقلد لعمل نظام أو عملية من خلال نظام أو عملية أخرى".

وقد كان التصوير الفوتوغرافي يعتبر نوعاً من المحاكاة منذ اختراع الغرفة المظلمة وحتى ظهور تقنيات التصوير الرقمي الحديثة، حيث يحاكي الكومبيوتر عملية التصوير الفوتوغرافي التقليدي. وتعتمد خوارزميات الكاميرات الرقمية على تطوير التقنيات التي كانت موجودة بالفعل وتعزز من قدراتها، مضيفة قدرات جديدة مثل الكفاءة وسهولة التعديل وتحسين الجودة المنتجة.

بالإضافة إلى ذلك، سعت البرمجيات ثلاثية الأبعاد إلى إدخال العديد من التحسينات في أدواتها للوصول إلى الهدف الرئيس من الصور

---

(1) بول فريليو: فيلسوف ومنظر للثقافة بول فريليو، ولد في باريس عام ١٩٣٢، وقضي سنواته الأولي في فرنسا قبل أن تغادر أسرته إلى ميناء نانت سنة ١٩٣٩. تلقي تدريبه في مدرسة للمهن الفنية، وعمل رساماً ورافق الشهير ماتيس لفترة من الزمن وتزاملا كمجندين في الجيش الفرنسي وقت احتلاله للجزائر، ولكنه تخصص في الزجاج المعشق بالرصاص، واعتنق المسيحية. ودرس فن العمارة، وفي جامعة السوربون حضر محاضرات في فلسفة الظواهر للفيلسوف الفرنسي موريس ميرو. وفي عام ١٩٦٣، أصبح رئيساً ومحرراً لمجلة متخصصة في الهندسة المعمارية. تأثر فريليو بشكل كبير بعلم نفس الجشطلت، الذي انعكس تأثيره في العديد من مشاريعه المعمارية. اشتهر فريليو بكتاباته حول التكنولوجيا وتطورها وتأثير السرعة على الحياة المعاصرة وهو صاحب مصطلح (علم السرعة Dromology) ومصطلح (الحداثة الفائقة Hypermodernism)

(2) جان بورديار: الفيلسوف الفرنسي وعالم الاجتماع الذي ولد عام ١٩٢٩. ركز اهتماماته على الدراسات الثقافية، واشتهر بتحليلاته للإعلام والثقافة المعاصرة، إضافة إلى دراساته حول الاتصالات التكنولوجية. كما يعتبر أحد أبرز منظري مفهوم الواقعية الفائقة، الذي يعكس طبيعة الواقع الممزوج بالمحاكاة في العصر الحديث (الواقع المعزز).

(3) روبرت ماك آرثر شيلدز: هو عالم اجتماع ومنظر ثقافي كندي، ولد عام ١٩٦١ في مدينة تورنتو. هو أستاذ في جامعة ألبرتا، حيث يشغل منصب أستاذ كرسي هنري مارشال للأبحاث ورئيس تحرير مجلة Space and Culture، وهي مجلة دورية تستكشف الفضاءات الاجتماعية والثقافية. تناول في كتاباته موضوعات تتعلق بالتصورات الاجتماعية للمكان والزمان والفضاء، مثل كتابه Spatial Questions، الذي يبحث فيه عن كيفية فهم الفضاء كظاهرة ديناميكية وغير ملموسة.

(4) بريان ماسومي: عالم اجتماع وفيلسوف كندي ولد عام ١٩٥٦. قام بالعديد من الأبحاث في مجال الفن، والعمارة، والدراسات الثقافية والنظرية السياسية والفلسفة. وهو أستاذ متقاعد في قسم الاتصالات بجامعة مونتريال.

(5) جيل دولوز: فيلسوف فرنسي ولد عام ١٩٢٥، كتب في الفلسفة والأدب وصناعة الأفلام والفنون الجميلة من أوائل الخمسينيات حتى وفاته في عام ١٩٩٥. اشتهر بكتاباته في فلسفة الاختلاف والتكرار والنقد الثقافي، وقام بتطوير مفاهيم معقدة مثل الافتراضية والواقع.

(6) بيير ليفي: فيلسوف فرنسي ولد في تونس عام ١٩٥٦. درس تأثير الإنترنت على المجتمع وحصل على شهادة الماجستير في تاريخ العلوم من جامعة السوربون. كتب مقالات عن الآثار الثقافية للحوسبة، وهو أستاذ لمادة الذكاء الاجتماعي في جامعة أوتاوا. ومن أشهر كتاباته Becoming Virtual عام ١٩٩٨، الذي يتحدث فيه عن مفهوم الواقع الافتراضي.

(7) مركز الثقل الأنطولوجي: هو مفهوم فلسفي يستخدم لوصف النقطة المحورية التي تحدد طبيعة كائن ما، سواء كان ذلك الكائن مادياً أو افتراضياً. علي سبيل المثال، في الكائنات الافتراضية، ينظر إلى مركز الثقل الأنطولوجي لها على أنه النقطة التي تتحقق فيها واقعيتها، بغض النظر عن علاقتها بالأشياء المادية حولها.

(8) جرانت تافينور هو فيلسوف نيوزلندي تركز أبحاثه على التكنولوجيا الرقمية، بما في ذلك ألعاب الفيديو والواقع الافتراضي، واستكشاف أبعادها الفلسفية والجمالية والأخلاقية. ويعمل كمحاضر أول في الفلسفة بجامعة لينكولن في نيوزلندا.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

الرقمية، وهو الوصول إلى درجة عالية من الواقعية عبر المحاكاة، أي القدرة على إعادة بناء مبنى أو غرفة أو جسم بطريقة تجعل من الصعب التمييز بين الصور التي تم إنشاؤها بواسطة الكومبيوتر ومرجعها الحقيقي. وعلى هذا، يمكن القول إن التصوير الفوتوغرافي هو محاكاة للعالم الواقعي بطرق متعددة. Patey (2022, pp.20:22)

أما التصوير الفوتوغرافي الافتراضي، فيمثل تحولاً جذرياً، حيث جاء التصوير الفوتوغرافي الافتراضي من خلال التفعيل المستمر للبيانات المأخوذة من الواقع، حيث انبثق من عالم الألعاب الرقمية والمؤثرات البصرية والذكاء الاصطناعي. وأصبحت العديد من الشركات تعتمد عليه في عمليات التسويق للاستفادة من سرعته في تحقيق النتائج المطلوبة بجودة عالية.

مع مرور الوقت وتطور التقنيات التكنولوجية، لم تعد واقعية التصوير الافتراضي تعتمد على الارتباط الظاهري بالتصوير بالكاميرا أو بدونها. بل أصبح التطوير المستمر للواقع الافتراضي هو العنصر الأساسي الذي يشكل واقعية التصوير في الوقت الحالي. وبذلك، يعتبر التصوير الفوتوغرافي الافتراضي تصويراً حقيقاً، وأن الصور الافتراضية هي صور حقيقية.

(Shobeiri and Westgeest, 2024, pp.13:18)

وعلي هذا يمكن تعريف التصوير الافتراضي على أنه تقنية تتيح إنشاء صور ثلاثية الأبعاد بزاوية ٣٦٠ درجة، تُمكن المشاهد من التفاعل معها والتنقل بداخلها وكأنه موجود في بيئة حقيقية.

Pavlova (2021)

١-١ إنتاج صور الواقع الافتراضي Production of VR Images

تتعدد طرق إنتاج صور الواقع الافتراضي، التي تُعرف أيضاً بالصور التفاعلية Interactive Photography، وتشمل الصور البانورامية بزاوية ٣٦٠ درجة 360 Degree Photography أو الصور الكروية بزاوية ٣٦٠ درجة Spherical 360 Virtual Reality Photography. يمكن إنتاج هذه الصور باستخدام كاميرات ٣٦٠ درجة، أو من خلال استخدام كاميرات الليزر Lidar لإنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد.(Schneider (2024

١-٢ التصوير ٣٦٠ درجة 360 Degree Photography

يُعد التصوير بزاوية ٣٦٠ درجة من أكثر الأساليب التقنية إبداعاً وإثارة في عالم التصوير. يوفر هذا النوع رؤية شاملة بزاوية ٣٦٠ درجة للمشهد من جميع الاتجاهات، مما يسمح للمشاهدين بالتفاعل مع الصورة كأنهم يقفون في منتصفها. ويمكن للمستخدمين استكشاف الصورة عن طريق سحب الصورة أو إمالة هواتفهم. تستخدم هذه التقنية بشكل شائع لإنشاء جولات افتراضية تفاعلية، خاصة في مجال التسويق العقاري، حيث تعرض المباني بشكل واقعي وشامل.

١-٣ كاميرات ٣٦٠ درجة 360 Degree Cameras

هناك العديد من الكاميرات التي تنتج صوراً بزاوية ٣٦٠ درجة التي تتميز بالعديد من المواصفات المتقدمة التي تساعد في إنتاج صور عالية الجودة، ومن بين هذه الكاميرات:

١-٣-١ كاميرا Insta360 Pro 2

تعتبر كاميرا Insta360 Pro 2 واحدة من كاميرات الواقع الافتراضي الاحترافية، التي تتميز بقدرتها على التقاط لقطات ديناميكية مستقرة ثلاثية الأبعاد، جاهزة للمشاهدة على سماعة الواقع الافتراضي. تحتوي هذه الكاميرا على ست عدسات من نوع عين السمكة Fish eye Lens، حيث تمتلك كل عدسة مستشعراً خاصاً بها بفتحة عدسة f/2.4. بالإضافة إلى إمكانية التقاط فيديو مجسم ثلاثي الأبعاد Stereoscopic Video بدقة 8K. كما يمكن العرض بدقة 8K بشكل ثنائي الأبعاد 2D بمعدل ٦٠ إطاراً في الثانية، أو بشكل ثلاثي الأبعاد 3D بمعدل ٣٠ إطاراً في الثانية. والشكل رقم (١) يبين شكل هذه الكاميرا، والشكل رقم (٢أ) يوضح شكل الصورة عند التصوير على وضع ثنائي الأبعاد، بينما شكل رقم (٢ب) يوضح شكل الصورة عند الأبعاد الثلاثة.

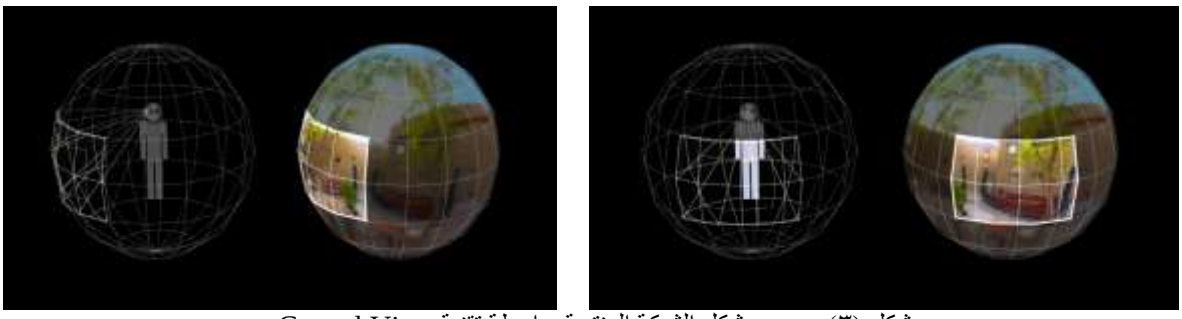
شكل (١): كاميرا Insta360 Pro 2.

شكل (٢أ): صورة كوبري بروكلين Brooklyn Bridge بدقة 8K-2D.

شكل (٢ب): صورة كوبري بروكلين Brooklyn Bridge بدقة 8K-3D.

واحدة من الميزات البارزة لهذه الكاميرا هي أنها لا تتطلب معالجة مقاطع الفيديو المنتجة عبر برنامج أدوبي بريمبير Adobe Premiere أو أي من برامج المعالجة الأخرى، حيث تتمتع بميزة Real-Time Stitch. كما تتضمن الكاميرا تقنية Crystal View التي تتيح عرض الفيديو بدقة 8K بجودة كاملة على شاشات الكومبيوتر أو الهواتف المحمولة. تعمل هذه التقنية على تحويل لقطات الكاميرا إلى كرة مجزأة، حيث عندما يقوم المشاهد بتشغيل الفيديو باستخدام هذه التقنية، يقوم الجهاز بعرض نفس المساحة التي ينظر إليها المشاهد. شكل رقم (٣) يوضح ذلك.

كما توفر الكاميرا إمكانية البث المباشر Live Streaming بدقة 4K و8K، بالإضافة إلى دعمها لتقنية المدي الديناميكي العالي HDR وإمكانية الالتقاط بصيغة I-Log في جميع الأوضاع. مما يتيح تطبيق المعالجات اللونية على اللقطات. (Insta360,2024)



شكل (٣): يوضح شكل الشبكة المنتجة بواسطة تقنية Crystal View.

١-٣-٢ ب. كاميرا Insta360 Titan

تعد كاميرا Insta360 Titan كاميرا VR أحادية الهيكل، قادرة على التقاط مقاطع فيديو بدقة 11K ثنائية الأبعاد ودقة 10K ثلاثية الأبعاد، بالإضافة إلى صور بزاوية ٣٦٠ درجة بدقة 11K. تحتوي الكاميرا على ثماني مستشعرات من نوع Micro Four Thirds بأبعاد 17.3mm x 13.0mm، مما يجعلها ذات مستشعرات كبيرة نسبياً مقارنة بكاميرات ٣٦٠ الأخرى، وتوفر نطاقاً ديناميكياً عالياً وجودة صور فائقة.

تتميز الكاميرا أيضاً بوجود ثماني عدسات عين سمكة، توفر مجال رؤية يصل إلى ٢٠٠ درجة وفتحة عدسة f/3.2. كما تتمتع بمدي حساسية يتراوح بين ISO 100-6400 وتقوم بإنتاج صور بعمق لوني 10-Bit.

بالإضافة إلى ذلك، تتميز الكاميرا بإمكانية دمج الصور داخل الكاميراTitan in-camera stitching، مما يتيح استخدام تقنية البث المباشر للواقع الافتراضي VR Live Streaming بدقة 4K بمعدل ٣٠ إطاراً في الثانية. يمكن أيضاً تحويل البث إلى برنامج Insta 360 8K Live لإمكانية البث المباشر بزاوية ٣٦٠ وبدقة 8K. يوضح شكل رقم (٤) شكل هذه الكاميرا. (Insta360, 2024)

شكل (٤): كاميرا Insta360 Titan.

١-٣-٣ كاميرا Insta360 Ace-Pro 2

تعتبر كاميرا Insta360 Ace-Pro 2 واحدة من أحدث كاميرات الهواه التي تلتقط صوراً ثلاثية الأبعاد، تم تطويرها بالتعاون بين شركة Insta360 وLeica. تتميز هذه الكاميرا بمستشعر بمقاس 1/1.3 بوصة، ودقة تصل إلى 8K بمعدل ٣٠ إطاراً في الثانية. وتوفر ١٣,٥ توقفاً من النطاق الديناميكي. وتتيح الالتقاط بتقنية المدي الديناميكي العالي النشط Active HDR بدقة 4K بمعدل ٦٠ إطاراً في الثانية، بالإضافة إلى إمكانية التقاط صور ثابتة بدقة ٥٠ ميجا بيكسل. والشكل رقم (٥) يوضح شكل هذه الكاميرا. تمتاز الكاميرا بعدسة بزاوية عريضة Wide angle lens توفر مجال رؤية أوسع ١٥٧ درجة وفتحة عدسة f/2.8، مما يسمح بمرور كمية أكبر من الضوء. وقد تم تصميم هذه العدسة من قبل شركة Leica، مما يعزز من جودة الصورة عن طريق تقليل التشوهات وجعل الحواف أكثر استقامة بفضل تقنية Mega View. والشكل رقم (٦) يبين إمكانية تقنية Mega View في تقليل تشوهات هذه الصورة.

شكل (٥): كاميرا Insta360 Ace-Pro 2.

شكل (٦): توضيح إمكانية تقنية Mega View في تقليل التشوهات في الصورة.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

تعتبر هذه الكاميرا أول كاميرا تزود بشريحة تصوير Pro Imaging، التي تساعد في تقليل الضوضاء Noise ومعالجة الصور بشكل أفضل. كما تحتوي على شريحة الذكاء الاصطناعي AI Chip بمقاس ٥ نانومتر، مما يُسهم في تحسين الأداء العام للكاميرا ومعالجة الصور التي تلتقطها. كما تُدعم الكاميرا أيضاً تقنية Pure Video، التي تحسن من جودة التصوير في ظروف الإضاءة المنخفضة من خلال تقليل الضوضاء وزيادة السطوع والتفاصيل في الصورة، مع الحفاظ علي دقة تصل إلى دقة 4K بمعدل ٦٠ إطاراً في الثانية. بالإضافة إلى ذلك، توفر الكاميرا مجموعة من ملفات تعريف الألوان من Leica، مما يعزز من جمال الألوان في كل لقطة. (Insta360, 2024)

١-٤ برامج معالجة الصور ٣٦٠ درجة 360 Degree Images Editing Software

بجانب التطور المستمر في مجال التصوير الرقمي وتقنياته، قامت العديد من شركات البرمجيات بتطوير برامج معالجة الصور وإدخال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحقيق معالجة احترافية. ورغم أن الكاميرات الحديثة توفر إمكانية الدمج التلقائي للصور، إلا أن المصورين يمكنهم أيضاً استخدام هذه البرامج لإجراء عمليات الدمج يدوياً. ومن بين هذه البرامج:

١-٤-١ برنامج 3D Vista

يعد برنامج 3D Vista إحدى برامج المعالجة المتخصصة في إنتاج أو معالجة الصور البانورامية بزاوية ٣٦٠ درجة أو دمج أكثر من صورة بانورامية بزاوية ٣٦٠ درجة معاً لإنشاء جولات افتراضية تفاعلية ثلاثية الأبعاد. يوفر البرنامج مجموعة متنوعة من الميزات المتقدمة، مثل النقاط الساخنة Hotspots التي تتيح التنقل بين مختلف البانوراميات أو الدخول إلى محتويات أو أماكن إضافية. ويوضح شكل رقم (٧) واجهه البرنامج.

شكل (٧): واجهه برنامج 3D Vista وتوضح نقاط Hotspots.

يدعم البرنامج إنشاء جولة ثلاثية الأبعاد تفاعلية بزاوية ٣٦٠ درجة مجسمة 360 Degree Stereo interactive 3D tour للمباني (https://www.3dvista.com/samples/new_york_loft.html) مما يوفر للمشاهد تجربة استكشاف شاملة وواقعية. كما يظهر في شكل رقم (٨). وعند التفاعل مع أي عنصر داخل المنزل، كما هو موضح في شكل رقم (٩)، يتم عرضه بشكل ثلاثي الأبعاد مع تقديم تفاصيل دقيقة تشمل أبعاده، ملامسه، وخصائصه المختلفة، مما يزيد من فهم التصميم ويوفر تجربة تفاعلية مميزة للمشاهد. كما موضح في شكل رقم (١٠). (3D Vista, 2024)

شكل (٨): يوضح إنشاء جولة افتراضية ثلاثية الأبعاد مجسمة لمنزل بمدينة نيويورك.

شكل (٩): يوضح طريقة التفاعل مع العناصر من خلال عرضها داخل علامة حمراء اللون.

شكل (١٠): يوضح اختيار العنصر وعرضه بشكل ثلاثي الأبعاد.

١-٤-٢ برنامج PTGui

يعد برنامج PTGui من أحد البرامج التي تستخدم لإنتاج الصور البانورامية الكروية ٣٦٠ درجة مع إمكانية إجراء كافة المعالجات بما في ذلك ضبط التعريض وتصحيح الألوان وزيادة التباين وتشبع الألوان على الصورة النهائية. يتم إدخال الصور من خلال شريط الأدوات في الجهة اليسرى من واجهه البرنامج من خلال خيار Source images. وبعد ذلك، يتم الضغط على Create Panorama لإنشاء البانوراما بزاوية ٣٦٠ درجة. تظهر بعدها نافذة لتحديد نقاط التحكم Control Points، وهي النقاط التي سيتم من خلالها لصق الصور معاً لضمان توافق الحدود بينهما. بعد إتمام هذه الخطوات، يقوم البرنامج بإنتاج الصورة البانورامية النهائية بجودة عالية. والشكل رقم (١١) يوضح ذلك. كما يوضح شكل رقم (١٢) واجهه معالجة الصور البانورامية في برنامج PTGui.

شكل (١١): يوضح خطوات إنتاج صورة بانورامية بزاوية ٣٦٠ درجة.

شكل (١٢): واجهه معالجة الصور البانورامية في برنامج PTGui.

يدعم برنامج PTGui العديد من الإسقاطات البانورامية، بما في ذلك الإسقاطات المستطيلة للصور البانورامية الكروية، والإسقاطات المستقيمة للمشاهد المعمارية ذات الخطوط المستقيمة، والإسقاطات المجسمة. بالإضافة إلى ذلك، يوفر البرنامج دعماً كاملاً لتقنية التصوير بالمدي الديناميكي العالي HDR، ويؤدي ذلك إلى الغاء الحاجة إلى استخدام برامج معالجة إضافية. يمكن استيراد الصور في برنامج PTGui Pro، حيث يقوم البرنامج بدمجها تلقائياً في صورة بانورامية بتقنية HDR. والشكل (١٣) يبين شكل الإسقاط المجسم باستخدام البرنامج. (PTGui, 2024)

شكل (١٣): الإسقاط المجسم باستخدام برنامج PTGui

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

يُعتبر برنامج 3D Vista من أحد البرامج الرائدة في إنشاء الجولات الافتراضية بتقنيات مبتكرة كما ذكرنا سابقاً، حيث يتميز بتصميم جولات افتراضية بزاوية ٣٦٠ درجة مع نقاط تفاعلية، تمكّن المستخدم التفاعل مع العناصر المحيطة واكتشاف خصائصها المختلفة بسهولة. كما يتميز البرنامج بواجهة مستخدم سهلة الاستخدام وأدوات تتيح إدخال صور متحركة، ومقاطع صوت، ونصوص، مما يزيد من جودة الجولات الافتراضية المنتجة من خلاله.

بينما يُركز برنامج PTGui على إنشاء الصور البانورامية باستخدام تقنية المدى الديناميكي العالي HDR، مع توفير خيارات لضبط نقاط التلاقي Control Points بدقة وجودة فائقة. يتيح البرنامج انتقالاً سلساً بين الصور البانورامية لنفس الموقع، مما يعزز التجربة البصرية ويضمن إنتاج صور بانورامية عالية الدقة.

٢.المسح بأشعة الليزر ثلاثي الأبعاد 3D Laser Scanning

٢-١ النظرية العلمية للماسح بأشعة الليزر.

يعد استخدام الماسحات الضوئية ثلاثية الأبعاد المعتمدة على أشعة الليزر من أكثر الأساليب دقة وفعالية للحصول على بيانات ثلاثية الأبعاد للنماذج المختلفة. وتوفر هذه البيانات مصدراً أساسياً لتحويل الأجسام الحقيقة إلى نسخ رقمية ثلاثية الأبعاد، التي يمكنها التقاط الهندسة المكانية. "الهندسة المكانية Spatial geometry: فرع من فروع الهندسة الذي يهتم بدراسة الأشكال والمجسمات في الفراغ ثلاثي الأبعاد، حيث يتناول خصائص الأجسام الهندسية مثل الطول والعرض والارتفاع والحجم والمساحة".

كما يمكن استخدام هذه النماذج الرقمية لإجراء التعديلات المطلوبة على الكومبيوتر. (Adnan, 2022)

تستخدم هذه التقنية لإنشاء نسخ رقمية ثلاثية الأبعاد للمباني والبيئات المختلفة، تعتمد على التقاط السطح وأبعاده باستخدام تقنيات ومعدات متقدمة، من بينها كاميرات الليدار Lidar Cameras التي يشير اسمها إلى Light Detection and Ranging، أي الكشف عن الضوء وتحديد المدي.

تعد تقنية المسح بأشعة الليزر واحدة من أحدث تقنيات الاستشعار عن بُعد Remote Sensing، حيث تستخدم لقياس المسافات بدقة عالية. يتم ذلك من خلال إطلاق نبضات ضوئية على شكل نبضات ليزر مكثفة تصل إلى ألاف النبضات في الثانية الواحدة، حيث تمتاز موجات شعاع الليزر بانتظام ترددها وتطابق طورها، مما يجعلها دقيقة وقادرة على الانتقال لمسافات طويلة دون تشتت.

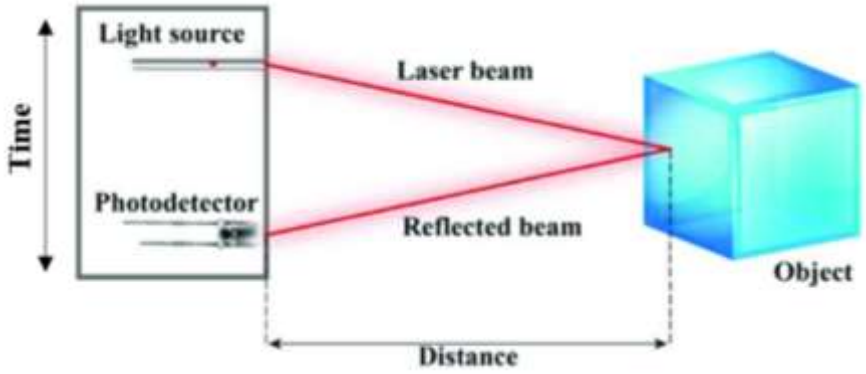
(GPRS, 2024)

عند اصطدم شعاع الليزر بالسطح، يتم انعكاس جزء من الشعاع نحو الماسح الذي يحتوي على مستشعر Sensor يلتقط هذا الانعكاس. كما يقوم الماسح بقياس زمن عودة النبضة المنعكسة من السطح، وبمعلومية سرعة الضوء التي تساوي حوالي ٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثانية، يتم قياس المسافات من خلال نظام قياس وقت الرحلة Time of Flight Measurement System (ToF) ويتم تطبيق المعادلة التالية:

$$D= CT/2$$

حيث يتم التعبير عن المسافة التي يقطعها ضوء الليزر برمز "D"، ويرمز "C" إلى سرعة الضوء ويتم التعبير عن زمن التعريض برمز "T". من خلال هذه المعادلة، يمكن تحديد المسافات بدقة. تُستخدم هذه التقنية بالتزامن مع البيانات الأخرى المسجلة بواسطة النظام المحمول جوًا مثل الأقمار الصناعية أو أنظمة التحديد الجغرافي GPS، مما يتيح إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة حول شكل المبني وخصائصه. وشكل رقم (١٤) يوضح ذلك.

(Noaa, 2024)



شكل (١٤): يوضح طريقة نظام قياس وقت الرحلة ToF

٢-٢ آليه عمل الماسحات الضوئية

تعمل الماسحات الضوئية على إصدار مجموعة من أشعة الليزر في نمط مسح واسع النطاق، حيث تقوم بمسح الأسطح المراد نمذجتها. وغالباً ما تكون هذه الأشعة غير مرئية للعين المجردة وتغطي مساحة كبيرة بسرعة عالية. وداخل الماسح، تعمل مرآه دوارة أو منشور على توجيه أشعة الليزر في اتجاهات متعددة لضمان تغطية شاملة للهدف.

عند اصطدام أشعة الليزر بالسطح، تنعكس مرة أخري إلى الماسح الضوئي الذي يقيس الزمن المستغرق لعودة الشعاع، وهي عملية تعرف بزمن الرحلة ToF. تتكرر هذه العملية ملايين المرات في الثانية، مما يسمح بجمع عدد هائل من قياسات المسافة بدقة.

يتم تسجيل كل قياس مسافة كنقطة في نظام إحداثيات ثلاثي الأبعاد 3D Coordinate System يسمي نظام سحابة النقاط Cloud Points. تمثل هذه النقاط هندسة سطح الكائن أو البيئة الممسوحة ضوئياً. وكلما ازداد عدد النقاط الملتقطة، أصبح التمثيل الرقمي للمساحة أكثر دقة وتفصيلاً، مما يتيح إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد يحاكي الواقع بدقة.

بعد ذلك، تستخدم برامج معالجة متخصصة لمعالجة بيانات سحابة النقاط للحصول على نموذج ثلاثي الأبعاد. تشمل هذه العملية معالجة البيانات وإزالة أي ضوضاء Noise أو عيوب في عملية المسح، تليها تعمل خوارزميات برامج المعالجة في تحويل سحابة النقاط إلى شبكة سطحية تمثل شكل المبني. وشكل رقم (١٥أ) يوضح شكل نقاط السحاب، بينما شكل رقم (١٥ب) يوضح تحويل نقاط السحاب إلى شبكة سطحية تمثل شكل المنطقة الممسوحة.

(3D Scantech, 2024)

شكل (١٥أ) يوضح شكل نقاط السحاب للمنطقة الممسوحة.

شكل رقم (١٥ب) يوضح تحويل نقاط السحاب إلى شبكة سطحية توضح شكل المنطقة الممسوحة.

٢-٣ أنواع المساحات الضوئية ثلاثية الأبعاد 3D Scanner Types:

٢-٣-١ ماسح ثلاثي الأبعاد Matterport Pro3

يعد هذا الجهاز ماسحاً ليزرياً مخصصاً لعمليات المسح للمساحات الداخلية والخارجية في المباني باستخدام تقنية Lidar، مما يتيح إجراء قياسات دقيقة في ظروف إضاءة متنوعة، بدءاً من الإضاءة الخافتة إلى ضوء الشمس. وهذه الميزة لم تكن متاحة سابقاً في الماسحات ثلاثية الأبعاد، التي كانت تقتصر على مسح المساحات الداخلية فقط. يأتي الماسح مزوداً بمستشعر بدقة ٢٠ ميجا بيكسل وعدسة تتكون من ١٢ عنصراً بصرياً تغطي زاوية واسعة للغاية، مما يساعد في إنتاج نسخة رقمية دقيقة للمبني بألوان زاهية من مسافة تصل إلى ١٠٠ متر وفي أقل من ٢٠ ثانية.

يوفر الماسح مجال رؤية يصل إلى ٣٦٠ درجة أفقياً و٢٩٥ درجة رأسياً، بالإضافة إلى إمكانية التقاط صور بدقة ١٣٤,٢ ميجا بيكسل، ويتميز بقدرته على التقاط ٥ تعريضات مختلفة لكل إطار باستخدام بتقنية HDR. والشكل رقم (١٦) يوضح شكل هذا الماسح. (Matterport, 2024)

شكل (١٦): ماسح Matterport Pro3 ثلاثي الأبعاد

٢-٣-٢ ماسح ثلاثي الأبعاد Leica BLK360

يعد Leica BLK360 ماسح ضوئي ليزري ثلاثي الأبعاد، مزوداً بنظام تصوير كروي Spherical Imaging System قادراً على التقاط الصور في غضون عشرين ثانية فقط. يحتوي الماسح على أربع كاميرات بدقة ١٣ ميجا بيكسل، مع دعم تقنية المدي الديناميكي العالي بخمس تعريضات لكل لقطة، مما يتيح التقاط أدق التفاصيل في ظروف الإضاءة المختلفة، وإنتاج صور عالية الجودة. والشكل رقم (١٧) يبين شكل هذا الماسح.

شكل (١٧): ماسح Leica BLK360

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

يتميز ماسح Leica BLK360 بنظام محاذاه المسح الضوئي Scan Alignment System (VIS)، الذي يقوم بدمج كل عملية مسح ضوئي مع التي تسبقها تلقائياً، مما يقلل من زمن المعالجة بشكل كبير. كما يعتمد على مستشعر Lidar لالتقاط سحابات النقاط Clouds Points بمعدل ٦٨٠،٠٠٠ نقطة في الثانية، لتقديم بيانات دقيقة وشاملة للمساحات الممسوحة. ويوضح شكل رقم (١٨) شكل غرفة ممسوحة بهذا الماسح. (Leica, 2024)

شكل (١٨): صورة لغرفة باستخدام ماسح Leica BLK360.

٢-٣-٣ ماسح ثلاثي الأبعاد Leica BLK2GO PULSE

يعتبر جهاز Lecia BLK2GO Pulse ماسحاً ضوئياً محمولاً باليد يقوم بالمسح من منظور الشخص الأول، مما يتيح له محاكاة مجال رؤية العين البشرية. يقوم الجهاز بنقل البيانات من أجهزة استشعار الماسح الضوئي إلى شاشة الهاتف المحمول على الفور ويمكن رؤيته من خلال تطبيق BLK Live App.

يوفر الجهاز نقاط سحب كاملة وملونة Colorized Clouds Points بمعدل ٤٢٠،٠٠٠ نقطة في الثانية، حيث تشير نقاط السحب إلى مجموعة النقاط التي تمثل السطح الخارجي لمبنى أو سطح أو بيئة معينة، كل نقطة في هذه السحابة تحمل إحداثيات ثلاثية الأبعاد (X,Y,Z) لتحديد موقعها في الفضاء، بينما تحتوي النقاط الملونة على المعلومات اللونية المتعلقة بهذه الأسطح أو البيئات. يتم نقل هذه البيانات إلى الهاتف المحمول أثناء المسح دون الحاجة إلى إجراء أي معالجات لاحقاً. ويبين شكل رقم (١٩) شكل هذا الماسح اليدوي. (Leica, 2024)

شكل (١٩): ماسح Leica BLK2GO Pulse

يتميز الماسح بوجود مستشعرين يوفران مجال رؤية يبلغ ٢١٠ درجة أفقياً و٨٥ درجة رأسياً، بمعدل إطارات يصل إلى ٥ إطارات في الثانية. بالإضافة إلى ذلك، يحتوي على كاميرا عالية الدقة توفر مجال رؤية ٩٠ درجة أفقياً و١٢٠ درجة رأسياً، بدقة ١٢ ميجا بيكسل. كما يضم الماسح ثلاث كاميرات في نظام الرؤية البانورامية، مما يوفر مجال رؤية يصل إلى ٣٠٠ درجة أفقياً و١٣٥ درجة رأسياً، بدقة ٤,٨ ميجا بيكسل. يعتبر هذا الماسح أداة مثالية لعمليات المسح للمساحات الداخلية، حيث يمكنه إجراء المسح في غضون ثوانٍ، وذلك اعتماداً على مساحة المنطقة الممسوحة، بالإضافة إلى إمكانية إنتاج صور تفاعلية ثلاثية الأبعاد. والشكل رقم (٢٠) يبين صورة ثلاثية الأبعاد تم عملها باستخدام هذا الماسح. (Leica, 2024)

شكل (٢٠): صور ثلاثية الأبعاد تم إنتاجها باستخدام ماسح Leica BLK2GO Pulse

٢-٤ استخدامات المسح بأشعة الليزر في العمارة Uses of Laser Scanning in Architecture

نتيجة التطور التقني والتكنولوجي في صناعة الماسحات الضوئية وبرمجيتها، أصبحت تُستخدم في العديد من المجالات، ومنها مجال الهندسة المعمارية، حيث استفاد منها المصورون والمهندسون المعماريون. ومن بين هذه الاستخدامات:

(Moreld Capnor, 2024)

1- تستخدم الماسحات الضوئية في الهندسة العكسية Reverse Engineering، مما يشير إلى قدرتها على إعادة إنتاج نسخ رقمية دقيقة وبجودة عالية من المباني والهياكل المعمارية.
والهندسة العكسية: هي عملية دراسة أو تحليل المباني أو الهياكل القائمة لفهم تصميمها وتقنياتها الإنشائية بهدف إعادة إنتاجها أو ترميمها أو تحسينها. وتستخدم تقنيات المسح ثلاثي الأبعاد لإنشاء نماذج رقمية دقيقة للمباني. تعتبر الهندسة العكسية أداة مهمة في الحفاظ على التراث المعماري.

2- يقوم الماسح الضوئي بجمع بيانات مفصلة لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة للمباني والبنية التحتية، مما يفيد المهندسين المعماريين في نمذجة معلومات البناء Building Information Modeling. فعلي سبيل المثال، ففي ماسحات Matterport، بعد إجراء عملية المسح، يمكن استيراد ملف BIM من برنامج Autodesk Revit إلى برمجيات Matterport، مما يسهل عملية المعالجة وعرض المعلومات. والشكل رقم (٢١) يوضح ذلك.

https://www.youtube.com/watch?v=072Ytc03tZY
(فيديو توضيحي لعملية استيراد ملف نمذجة معلومات البناء إلى برمجيات Matterport).

شكل (٢١): يوضح تحويل بيانات النقاط السحابية إلى نموذج BIM

3- يمكن استخدام الماسحات الضوئية في إنتاج بيئات واقع افتراضي، مما يساعد المعماريين في خلق تجارب تفاعلية مختلفة للمستخدمين.

4- تساهم الماسحات الضوئية في تحديد التغيرات التي طرأت على المباني، وخاصة المباني الأثرية عبر الزمن.

ثانياً: الإطار الميداني

تجربة عملية للتصوير "زاوية ٣٦٠ درجة"

أدوات التجربة:

- كاميرا Insta 360 X3 من شركة Matterport
- الإضاءة الصناعية المتوفرة بالمنزل

إجراءات التجربة:

تم تنفيذ هذا التطبيق باستخدام كاميرا Insta360 X3 من شركة Matterport، تحتوي الكاميرا على مستشعرين بحجم ١/٢ بوصة بدقة ٤٨ ميجا بيكسل من نوع Quad Bayer. تلتقط الكاميرا صوراً فوتوغرافية بدقة ٧٢ ميجا بيكسل، وهي أعلي دقة متاحة حالياً في كاميرات ٣٦٠ درجة.

تم وضع الكاميرا على طاولة موضوعة في منتصف المساحة المراد تصويرها بزاوية ٣٦٠ درجة، وهي غرفة معيشة متصلة بمطبخ مفتوح. باستخدام تطبيق Insta360 من خلال الهاتف المحمول، تم اختيار وضع التصوير بتقنية المدي الديناميكي العالي Pure Shot HDR. بعد التقاط الصور، تم إجراء بعض التعديلات باستخدام برنامج Insta360 Studio، حيث تم تحسين تشبع الألوان وزيادة التباين، لتكون هذه النتيجة النهائية للصورة. والشكل رقم (٢٢) يبين صورة تم التقاطها بهذه الكاميرا، والشكل رقم (٢٣) يوضح صورة بزاوية ٣٦٠ درجة كروية.

الملاحظة:

تُظهر الصورة الأولي (شكل رقم ٢٢) منظوراً بانورامياً بزاوية ٣٦٠ درجة، مما يعرض المساحة الكاملة لغرفة المعيشة والمطبخ ويبرز التصميم الجيد الذي يربط بينهما. يعطي هذا التكوين إحساساً بالاتساع، ولكن هناك بعض التشوهات في المنظور، خاصةً في الطاولة التي وُضعت عليها الكاميرا، وذلك بسبب نوع العدسة المستخدمة في الكاميرا. وتقل نسبة التشوه تدريجياً كلما زادت المسافة بين العناصر والكاميرا.

في الصورة الثانية (شكل رقم ٢٣) التُقطت بأسلوب العين الصغيرة "Little Planet"، الذي يتميز بتشوه واضح في جميع جوانب الصورة، وتظهر الخطوط المستقيمة بشكل مقوس مبالغ فيه. ومع ذلك، يُعد هذا الأسلوب خياراً جذاباً لعرض تفاصيل التصميم المعماري بطريقة مبتكرة.

شكل رقم (٢٢): صورة بزاوية ٣٦٠ درجة باستخدام كاميرا Insta360 X3

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

شكل رقم (٢٣): صورة بزاوية ٣٦٠ درجة كروية باستخدام كاميرا Insta360 X3

النتائج: Results

بعد الانتهاء من البحث، يمكن صياغة النتائج في هذه النقاط:

- يعد التصوير الافتراضي محاكاة حديثة لعملية التصوير الفوتوغرافي التقليدي باستخدام التقنيات المتقدمة في الكاميرات وبرمجيات الكومبيوتر، لإنتاج صور ذات جودة عالية تعكس جمال التصميمات المعمارية.
- يسهم التصوير بزاوية ٣٦٠ درجة في توليد محتوي بصري تفاعلي، مما يوفر تجربة فريدة للمستخدمين.
- يمكن دمج المسح بأشعة الليزر مع تقنيات الواقع الافتراضي لإنشاء جولات افتراضية تفاعلية للمباني، سواء كانت في مرحلة البناء أو مبنية بالفعل، كما يساعد في عملية الترميم والتوثيق للمباني التاريخية.
- دمج تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الماسحات الضوئية، مما يتيح إجراء تعديلات تلقائية على النماذج المعمارية الممسوحة.
- يدخل التصوير الافتراضي العمارة في عالم الفن الرقمي من خلال توفير تصوير ثلاثي الأبعاد للمباني، مع إبراز أدق التفاصيل في التصاميم المعمارية. كما يتيح إنشاء نماذج رقمية دقيقة تحاكي المشاريع قبل تنفيذها، مما يمنح المستخدمين تجربة تفاعلية وتصوراً واقعياً للشكل النهائي للمباني قبل البدء في عملية البناء.
- يُثري التصوير الافتراضي تجربة المشاهد من خلال خلق بيئة افتراضية تفاعلية ثلاثية الأبعاد تتيح التنقل بداخلها. كما يظهر المباني بأسلوب واقعي ومبتكر يلفت انتباه المشاهد وتبرز التفاصيل المعمارية بشكل جذاب.

التوصيات: Recommendation

- إعداد برامج دراسية متخصصة للطلاب تتضمن دراسة التصوير المعماري وتقنياته المختلفة، بما في ذلك، التصوير الافتراضي، وخاصة المسح ثلاثي الأبعاد بأشعة الليزر. والتركيز على دراسة استخدام المساحات الضوئية لإنتاج صور دقيقة ومفصلة للمباني والهياكل المعمارية.
- القيام بعمليات مسح ليزري ثلاثي الأبعاد بشكل دوري للمباني الأثرية للمساعدة في عملية ترميمها والحفاظ على شكلها الأصلي. تُعد مصر واحدة من أغني دول العالم المليئة بالمواقع الأثرية فائقة الأهمية، حيث تحتضن تراثاً فريداً من حقب زمنية متعددة. تُسهم هذه التقنيات الحديثة في توثيق هذه المواقع بدقة، مما يضمن حمايتها من عوامل التدهور ويوفر معلومات دقيقة للأجيال القادمة لتعزيز معرفتهم بالتراث الثقافي والحضاري لبلادهم.

المراجع: References

1- Adobe (2022) Virtual Photography: Picture perfect photos, no studio required. Retrieved in 1 October 2024. https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/virtual-photography.html
2- Patey, D. L. (2022) Photography in the virtual (Master's Thesis, University of OSLO, Department of Media and Communication).
3- Rose, C. (2016) Traditional Stills versus VR. Retrieved in 23 October 2024. https://www.dpreview.com/opinion/2358305211/travel-photography-stills-versus-vr-in-iceland/3
4- Schneider, V. (2015) Create Immersive Photo Experience with Google Photo Sphere. Retrieved in 25 October 2024. https://geojournalism.org/2015/02/create-immersive-photo-experiences-with-google-photo-sphere/
5- Shobeiri, A. and Westgeest, H. (2024) Virtual Photography. Transcript Verlag.
6- Chadha, T. (2024) The Significance of Virtual Reality in Architecture: An Immersive Evolution. Retrieved in 1 September 2024.https://www.cuubstudio.com/blog/the-significance-of-virtual-reality-in-architecture-an-immersive-evolution/#:~:text=Through%20VR%2C%20architects%20can%20navigate,and%20aesthetic%20considerations%20more%20effectively.
7- 3D Scantech (2024) Photogrammetry Vs laser Scanning. Retrieved in 26 October 2024. https://www.3d-scantech.com/photogrammetry-vs-laser-scanning/
8- Moreld Capnor (2024) Laser Scanning and its applications. Retrieved in 26 October 2024. https://www.capnor.com/en/blog/laser-scanning-what-is-it-and-what-are-its-applications
9- Insta360 (2024) Insta360 Ace-Pro 2. Retrieved in 24 October 2024. https://www.insta360.com/product/insta360-ace-pro2
10-PTGui (2024) PTGui. Retrieved in 14 August 2024. https://ptgui.com/.

11-3D Vista (2024) 3D Vista. Retrieved in 18 August 2024. https://www.3dvista.com/en/products/virtualtour

12-Insta360 (2024) Insta360 Pro 2. Retrieved in 23 October 2024. https://www.insta360.com/product/insta360-pro2/

13-Noaa (2024) What is lidar. Retrieved in 24 October 2024. https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html.

14-Insta360 (2024) Insta360 Titan. Retrieved in 25 October 2024. https://www.insta360.com/product/insta360-titan/

15-Matterport (2024) Matterport Pro3. Retrieved in 25 October 2024. https://matterport.com/pro3

16-Leica (2024) Leica BLK2GO PLUSE. Retrieved in 25 October 2024. https://shop.leica-geosystems.com/global/leica-blk/blk2go-pulse/tech-specs?srsltid=AfmBOopQp-8HPzgbNE41AePUsaFcijnaXLY5Xa-1nv7ETIBIzDmVjiVv

17-Leica (2024) Leica BLK360. Retrieved in 26 October 2024. https://shop.leica-geosystems.com/leica-blk/blk360/technology

18-GPRS (2024) 3D Laser Scanning. Retrieved in 14 December 2024. https://www.gp-radar.com/article/3d-laser-scanning-explained.

19- عدنان، م. (٢٠٢٢) التوثيق الثلاثي الأبعاد للتراث الثقافي باستخدام تقنية المسح الليزري الأرضي. المجلة العربية للنشر العلمي، العدد ٥.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.