Alexandria University

Faculty of Fine Arts

Décor Department – Interior Architecture

Smart Kinetic Design and Its Impact on The Formation of Multi-Purpose Spaces

" Applied Study in the Innovation and Entrepreneurship Centers on the Universitys Campus. "

Thesis For the Degree of Ph.D. In Fine Arts

Presented By the Researcher / Rowan Hossam El-Din Mahmoud Abdel Nabi

Décor Department – Interior Architecture Division

Under the Supervision of

Prof. Dr. Ahmed Foad Hassan Aly

Professor of Interior Architecture – Faculty of Fine Arts – Alexandria University.

Ass. Prof. Dr. Nermin Saad Fathallah

Ass. Professor of Interior Architecture – Faculty of Fine Arts

2024

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

In light of the state's development plans in the "**Information and Communication Technology**" sector for the "**2030**" axis, the trend has emerged towards constructing smart cities and institutions that rely on modern technologies. The technological advancement at the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, represented by the emergence of communication and information technologies, has significantly influenced lifestyle and how various activities are performed, leading to the rise of a new type of society. This society increasingly depends on knowledge and digital technologies, performing activities through virtual means instead of traditional ones, and is known as the knowledge society or the digital society.

This thesis explores the interaction between smart kinetic design and advanced architectural technologies, highlighting their impact on developing multi-purpose spaces. The study considers that implementing smart technologies within buildings contributes to sustainability and functional flexibility, particularly in innovation and entrepreneurship centers within smart universities. The research aims to present a smart architectural vision that adapts to users' changing and future needs.

These points were discussed through four chapters, where:

The **First Chapter**, entitled **"The Concept of Sustainable Kinetic Design and the Reciprocal Relationship between Kinetic Architecture and the Human Body"**, begins by defining the foundations and concepts related to kinetic design. Kinetic design is part of a broader system that includes smart architecture, interactive architecture, adaptive architecture, and at the forefront, responsive kinetic architecture.

All these concepts fall under contemporary architecture's attempts to achieve sustainability by improving the performance of buildings and their responsiveness to environmental and functional changes. The chapter presents various examples of kinetic architecture designed to achieve optimal building performance, both environmentally and functionally, by taking advantage of climate or usage changes. The chapter also delves into the history of kinetic architecture, tracing its development from ancient times to the modern era.

The chapter highlights iconic buildings such as the Colosseum, one of the oldest examples of kinetic architecture in ancient times. It then follows the transformations that architecture witnessed in the 20th century with the advent of interactive architecture and smart designs. The chapter also presents modern examples of kinetic architecture made possible by technological advancements, aiming to enhance user experience and improve buildings' functional and environmental efficiency.

Additionally, the chapter emphasizes the relationship between architecture and the human body, illustrating how kinetic architecture can interact with individuals' needs and respond to their daily movements and dynamics. It explores how the interactive forces of kinetic architecture affect users' experiences within interior spaces, explaining that motion in architecture relies on two primary factors: leveraging human perception of dynamics to give a sense of movement to buildings and depending on temporal coordinates rather than traditional design coordinates (X, Y, Z). The chapter also discusses the concept of time in design and its role in the evolution of kinetic

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

architecture, leading to new principles in this field. Finally, the chapter highlights the role kinetic architecture in achieving sustainability, presenting examples of buildings that dynamic motion to respond to environmental changes, improving their performance and reduc energy consumption.

The **Second Chapter**, titled **"Patterns and Applications of Smart Technology in Achiev Kinetic Design within Interior Spaces and the Building's External Structure"**, focuses various patterns of smart technology applications in kinetic architecture. It explains how mot can significantly impact both the external structure and the interior spaces of buildings.

The chapter is divided into sections that focus on applications of variable motion that direc interact with the building's structural system, such as sliding, folding, and magnifying, a explain the difference between methods of motion and the tools used to achieve them.

The chapter delves into motion through composition, a change that occurs in the same locati without significantly affecting the interior spaces, showcasing examples of how this type motion is achieved using smart technologies. It also discusses smart kinetic design and its role improving efficiency, showing how smart systems can guide motion inside buildings maximize their benefit, whether in terms of energy savings or achieving sustainability.

The chapter also examines the factors influencing the implementation of smart kinetic system such as environmental considerations related to selecting smart materials that contribute developing those systems and functional considerations related to improving buildi performance. It further discusses the costs associated with constructing and maintaining su buildings, demonstrating how these technologies can be expensive initially but ultimately lead cost reductions over the long term by improving the sustainability of the buildings and reduci the need for resources.

The second chapter concludes by presenting examples of smart kinetic design applications th directly impact interior spaces, such as moving floors that can be used to generate energy an movable ceilings that play a role in aesthetic formations or enhancing natural lighting within th building.

The **Third Chapter**, titled **"Studying the Design of Interior Spaces for Innovation an Entrepreneurship Centers in Smart Universities and the Role of Kinetic Architecture i Enhancing Their Ability to Become Multi-Purpose"**, focuses on applying kinetic design i innovation and entrepreneurship centers within smart universities. It begins by defining th concept of a smart campus and its role in providing an integrated educational environment tha supports innovation and entrepreneurship.

The chapter presents examples from international universities, such as the University o Birmingham in England and the University of Texas in the United States, illustrating how sma technologies have been integrated into the design of these universities to achieve flexibility using interior spaces.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

It also addresses the role of entrepreneurship in fostering innovation within the campus, emphasizing the importance of developing spaces that can adapt to the needs of entrepreneurs and students.

The chapter discusses the concept of multi-purpose design, which can transform interior spaces into multifunctional areas that respond to users' various needs. It illustrates how kinetic design can contribute to achieving this, allowing for diverse uses and promoting sustainability.

The chapter presents examples like the Oodi Central Library in Finland and the Melbourne School of Design in Australia, where kinetic design was used to achieve flexibility in interior space utilization. It explains how these examples serve as models for applying kinetic design in innovation and entrepreneurship centers.

Finally, the **Fourth Chapter**, titled **"Applying Kinetic Design Strategies in the Interior Spaces of the Innovation and Entrepreneurship Building at Alexandria National University as an Applied Space,"** provides a practical application of all the technologies and ideas discussed in the previous chapters. In this chapter:

The fourth chapter applies the theoretical concepts and technologies discussed in the earlier chapters to the Innovation and Entrepreneurship Building at Alexandria National University. It examines how kinetic design strategies are implemented in the building's interior spaces, emphasizing the role of multi-purpose spaces in providing an educational and practical environment that supports innovation and entrepreneurship.

The chapter highlights how smart technologies are used to facilitate the adaptation of interior spaces, allowing them to be adjusted to meet users' changing needs, whether for creating classrooms, meeting spaces, or business incubators. The chapter also discusses the significance of the building's location in the heart of New Alexandria City, making it suitable not only for academic use but also for hosting events and conferences.

The chapter demonstrates the building's role as a model for sustainable innovation centers, showing how the building can be repurposed in the future to meet changing needs due to its flexible and adaptable design, thus contributing to long-term sustainability.

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

ملخص الرسالة باللغة العربية. Thesis Abstract in Arabic.

في اطار خطة الدولة في مجالات التنمية في محور " **تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات لعام**" لعام " 2030 " ظهر الاتجاه نحو تعمير و انشاء مدن ذات مؤسسات ذكية تقوم علي الاعتماد علي التقنيات الحديثة حيث ان التطور التقني الذي ارفق نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين، والمتمثل بظهور تقنيات ، الاتصالات والمعلومات انعكس بشكل أساسي على شكل الحياة وعلى طريقة أداء الأنشطة المختلفة مؤديا ، إلى ظهور مجتمع من نمط جديد يعتمد اعتمادا متزايدا على المعرفة و التقنيات الرقمية، ويؤدي الأنشطة المختلفة من خلال الوسائل الافتراضية بدلا من الوسائل الاعتيادية يطلق عليه مجتمع المعرفة أو المجتمع الرقمي .

تستعرض هذه الرسالة أوجه التفاعل بين التصميم الحركي الذكي والتكنولوجيا المعمارية المتقدمة، مع تسليط الضوء على تأثيرهما في تطوير الحيزات متعددة الأغراض. تعتبر الدراسة أن تطبيق التقنيات الذكية داخل المباني يساهم في تحقيق الاستدامة والمرونة الوظيفية، خصوصًا في مراكز الابتكار وريادة الأعمال داخل الجامعات الذكية. ويهدف البحث إلى تقديم تصور معماري ذكي يمكن أن يتكيف مع احتياجات المستخدمين المتغيرة والمستقبلية.

وتم التطرق الي تلك النقاط من خلال ٤ فصول حيث:

جاء الفصل الأول بعنوان " **مفهوم التصميم الحركي المستدام والعلاقة المتبادلة بين العمارة الحركية وجسم الإنسان** " ليبدأ الفصل الأول بتحديد الأسس والمفاهيم المرتبطة بـالتصميم الحركي، حيث يتم تعريف **التصميم الحركي** كجزء من منظومة أوسع تشمل العمارة الذكية والعمارة التفاعلية والعمارة التكيفية، ويأتي على رأسها العمارة الحركية المستجيبة.
هذه المفاهيم جميعها تندرج تحت محاولات العمارة المعاصرة لتحقيق الاستدامة من خلال تحسين أداء المباني واستجابتها للمتغيرات البيئية والوظيفية. يتناول الفصل مجموعة من الأمثلة على العمارة الحركية التي صممت بهدف تحقيق أفضل أداء للمباني، سواء من الناحية البيئية أو الوظيفية، من خلال الاستفادة من التغيرات في المناخ أو الاستخدامات. يستعرض الفصل أيضًا تاريخ العمارة الحركية، موضحًا تطورها من العصور القديمة حتى العصر الحديث. كما تم تسليط الضوء على مباني شهيرة مثل الكولوسيوم الذي يعتبر أحد أقدم الأمثلة على العمارة الحركية في العصور القديمة، ومن ثم التحولات التي شهدتها العمارة في القرن العشرين مع ظهور **العمارة التفاعلية والتصميمات الذكية**. يعرض الفصل أيضًا أمثلة حديثة من العمارة الحركية التي ظهرت بفضل التقدم التكنولوجي، والتي تهدف إلى تحسين تجربة المستخدمين وتعزيز الكفاءة الوظيفية والبيئية للمباني.
كما يركز الفصل أيضًا على **العلاقة بين العمارة وجسم الإنسان**، موضحًا كيف يمكن للعمارة الحركية أن تتفاعل مع احتياجات الأفراد وتستجيب لحركاتهم وديناميكياتهم اليومية. ويتناول الفصل كيف تؤثر القوي التفاعلية للعمارة الحركية على تجربة المستخدمين داخل الحيزات الداخلية، موضحًا أن الحركة في العمارة تعتمد على عاملين رئيسيين: الاستفادة من الإدراك البشري للديناميكية في إعطاء روح الحركة للأبنية، والاعتماد على الإحداثيات الزمنية بدلاً من الإحداثيات التقليدية في التصميم (X، Y، Z). كما يناقش الفصل مفهوم الزمن في التصميم ودوره في تطور العمارة الحركية، مما أدى إلى ظهور مبادئ جديدة في هذا المجال. وبالنهاية، يسلط الفصل الضوء على دور العمارة الحركية في تحقيق الاستدامة، من خلال استعراض أمثلة لأبنية تستخدم الديناميكية الحركية للاستجابة للتغيرات البيئية، **مما يحسن أداءها الوظيفي ويقلل من استهلاك الطاقة**.

ثم جاء **الفصل الثاني** بعنوان " **أنماط وتطبيقات التكنولوجيا الذكية في إطار تحقيق التصميم الحركي بالحيزات الداخلية والهيكل الخارجي للمبنى** ".
يتناول الفصل الثاني الأنماط المختلفة لتطبيقات التكنولوجيا الذكية في العمارة الحركية، ويشرح كيف يمكن للحركة أن تحدث تأثيرًا كبيرًا في الهيكل الخارجي والحيزات الداخلية للمباني.
ينقسم الفصل إلى عدة أقسام تركز على **تطبيقات الحركة المتغيرة** التي تعتمد على تفاعل مباشر مع النظام الهيكلي للمبنى، مثل الانزلاق والطي والتكبير، ويشرح الفرق بين أساليب الحركة والوسائل المستخدمة لتحقيقها.
يتطرق الفصل إلى الحركة من خلال التكوين، وهي تغيير يحدث في نفس الموقع دون تأثير كبير على الحيزات الداخلية، مستعرضًا الأمثلة التي توضح كيفية تحقيق تلك الحركة عن طريق التقنيات الذكية. كما يناقش **التصميم الحركي الذكي** ودوره في تحسين الكفاءة، مستعرضًا كيف يمكن للأنظمة الذكية أن تتدخل في توجيه الحركة داخل المباني لتحقيق أقصى استفادة منها، سواء من حيث توفير الطاقة أو تحقيق الاستدامة. يستعرض الفصل أيضًا العوامل المؤثرة على تطبيق النظم الحركية الذكية، مثل الاعتبارات البيئية المرتبطة باختيار المواد الذكية التي تسهم في تطوير تلك الأنظمة، والاعتبارات الوظيفية المتعلقة بتحسين أداء المباني. كما

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Thesis Abstract in Arabic. ملخص الرسالة باللغة العربية.

يناقش التكاليف المرتبطة بإنشاء وصيانة تلك المباني، موضحًا كيف يمكن لتلك التقنيات أن تكون مكلفة في البداية لكنها تؤدي إلى تخفيض التكاليف على المدى الطويل من خلال تحسين استدامة المباني وتقليل الحاجة إلى الموارد.
يختتم الفصل الثاني بعرض أمثلة لتطبيقات التصميم الحركي الذكي التي تؤثر بشكل مباشر على الحيزات الداخلية، مثل الأرضيات المتحركة التي يمكن استخدامها لتوليد الطاقة، والأسقف القابلة للتحريك التي تلعب دورًا في التشكيلات الجمالية أو تحسين الإضاءة الطبيعية داخل المبنى.

ثم جاء الفصل الثالث تحت عنوان " دراسة تصميم الحيزات الداخلية لمراكز الابتكار وريادة الأعمال بالجامعات الذكية ودور العمارة الحركية في تعزيز قدرتها لتصبح متعددة الأغراض".
حيث يركز الفصل الثالث على تطبيق التصميم الحركي في **مراكز الابتكار وريادة الأعمال** داخل الجامعات الذكية. يبدأ بتعريف الحرم الجامعي الذكي ودوره في توفير بيئة تعليمية متكاملة تدعم الابتكار وريادة الأعمال.
يستعرض الفصل بعض الأمثلة من جامعات عالمية مثل جامعة بيرمنغهام في إنجلترا وجامعة تكساس في الولايات المتحدة، موضحًا كيف تم دمج التقنيات الذكية في تصميم تلك الجامعات لتحقيق مرونة في استخدام الحيزات الداخلية.
كما يتناول الفصل دور ريادة الأعمال في تعزيز الابتكار داخل الحرم الجامعي، مسلطًا الضوء على أهمية تطوير المساحات التي يمكن أن تتكيف مع احتياجات رواد الأعمال والطلاب.
يتم مناقشة مفهوم **التصميم متعدد الأغراض**، والذي يمكن أن يحول الحيزات الداخلية إلى مساحات متعددة الوظائف تستجيب لحاجات المستخدمين المختلفة.
يوضح الفصل كيف يمكن أن يساهم التصميم الحركي في تحقيق ذلك، مما يسمح بتنوع الاستخدامات وتحقيق الاستدامة. يقدم الفصل أمثلة مثل **مكتبة أودي المركزية في فنلندا وكلية ملبورن للتصميم في أستراليا**، حيث تم استخدام التصميم الحركي لتحقيق مرونة في استخدام الحيزات الداخلية. ويشرح الفصل كيف يمكن لتلك الأمثلة أن تكون نماذج يحتذى بها لتطبيق التصميم الحركي في مراكز الابتكار وريادة الأعمال.

وختاما جاء **الفصل الرابع** بعنوان " **تطبيق استراتيجيات التصميم الحركي بالحيزات الداخلية بمبنى الابتكار وريادة الأعمال للحرم الجامعي بجامعة الإسكندرية الأهلية كحيز تطبيقي** " ليكون توضيح للحيز التطبيقي لجميع التقنيات والأفكار السابقة التي تم التطرق لها في الثلا الفصول السابقة حيث انه :
في الفصل الرابع، يتم تطبيق الأفكار النظرية والتقنيات التي تمت مناقشتها في الفصول السابقة على **مبنى الابتكار وريادة الأعمال بجامعة الإسكندرية الأهلية**. يستعرض الفصل كيفية تطبيق استراتيجيات التصميم الحركي في الحيزات الداخلية لهذا المبنى، مع التركيز على دور الحيزات المتعددة الأغراض في توفير بيئة تعليمية وعملية ملائمة لدعم الابتكار وريادة الأعمال. يتم تسليط الضوء على كيفية استخدام التقنيات الذكية لتسهيل تكييف المساحات الداخلية، بحيث يمكن تعديلها لتتناسب مع الاحتياجات المتغيرة للمستخدمين، سواء كانت لتشكيل قاعات دراسية أو مساحات اجتماعات أو حاضنات أعمال. كما يناقش الفصل أهمية موقع المبنى في قلب مدينة الإسكندرية الجديدة، مما يجعله مناسبًا ليس فقط للاستخدام الأكاديمي، ولكن أيضًا لاستضافة الفعاليات والمؤتمرات.
يبرز الفصل دور المبنى كنموذج لمباني مراكز الابتكار المستدامة، موضحًا كيف يمكن إعادة توظيف المبنى مستقبلاً لتلبية حاجات متغيرة بفضل التصميم المرن والمتكيف، مما يساهم في تحقيق مبدأ الاستدامة على المدى الطويل.

واجمالا، تستكشف هذه الأطروحة إمكانات التصميم الحركي الذكي لإحداث ثورة في كيفية تشييد المباني واستخدامها. من خلال دمج التقنيات المتقدمة والعناصر المعمارية سريعة الاستجابة، يمكن جعل المساحات أكثر قابلية للتكيف واستدامة ومتعددة الوظائف ، لا سيما في مراكز الابتكار وريادة الأعمال. تعد حالة جامعة الإسكندرية الأهلية مثالا عمليا على كيفية تنفيذ هذه الأفكار في مشاريع العالم الحقيقي ، مما يوفر مخططا لمستقبل العمارة الذكية والحركية.

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner