

ISSN 2078-4775
DOI 10.29465/IJDMD

IJDMD



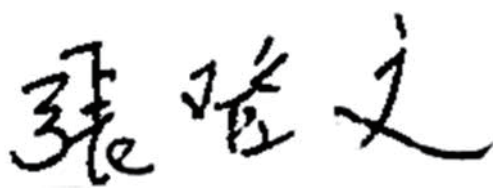
International Journal of Digital Media Design
Volume 15/ Number 2/ December 2023



理事長序

本期刊為今年發行之第十五卷第二期，共收錄一篇英文研究論文與四篇中文研究論文。首先，英文論文部份：「應用 Kano 模式探討不同休閒動機用戶對網路互動式才藝類直播之需求差異」，指出互動探究型用戶重視主播多種才藝與互動功能，強調個人特色、隨時回應關注回應，符合該集群特質；學習挑戰型用戶重視主播之專業度，同時對於能夠即興表演並展現個人特色相當重視，符合該集群偏向學習與挑戰特質；刺激避免型用戶重視療癒紓壓、幽默風趣以及使用戶心情愉悅的屬性品質，符合其刺激避免的休閒動機。第二篇為中文研究論文「虛擬實境輔助室內設計互動系統及學習成效研究」，實作一套互動設計系統輔助學習，在初步的草圖設計階段便能導入 VR 應用在輔助教學，此系統利用遊戲引擎設計 APP，可將 2D 繪圖直接轉換成 3D 並可進入 VR 環境體驗及修改內部空間的陳設與材質，另可產生 QRcode，透過互動桌辨識轉換成 3D。研究透過新手與熟手的實驗問卷分析，系統在設計輔助的學習成效上獲得一致的認同，尤其是新手認同度更高於熟手。第三篇為中文研究論文「因材網互動式學習模式融入數學學習扶助教學之研究」，探討於國小六年級「分數」之數學學習扶助課程，融入因材網互動式學習模式教學，對學生的學習感受與學生學習成效之影響。學生透過教師教學配合上機操作因材網的互動式學習模式，搭配數學學習態度問卷與分數單元前、後測，以探究學生使用因材網學習前後的差異，並搭配學生訪談，以深入瞭解互動式學習模式對學生的學習成效與學習感受之影響。第四篇為中文研究論文「基於虛實共存環境的空間認知模式探究：以建築系低年級設計課程的遠距教學環境建構為例」，通過空間認知能力的前後測答題成果、與使用者活動軌跡發現：使用 MR 技術有助於提高學生在 2D 和 3D 空間之間的認知轉換能力，並且有助於學生更好地理解空間中不同元素之間的互動關係。此外，在 MR 技術中適當引入與基本家具尺寸相仿的虛擬元件模塊，也可以幫助學生用堆疊的分式理解空間尺度。第五篇為中文研究論文「比較動畫與漫畫對於觀賞意象之研究：以「名偵探柯南」為例」。以「名偵探柯南」為樣本，擷取漫畫與動畫相同劇情之片段，依據其內容設計 12 題語意差異量表作為問卷調查之基礎。問卷受測者為 123 名大專院校設計系相關學生，受測者分為 A、B 兩組，A 組 48 人觀看動畫後接續觀看漫畫。B 組 75 人，分別測試，B1 只看動畫，B2 只看漫畫，觀賞完畢後各自填寫問卷。研究結果發現動畫在偏"正面"的語意態度上高於漫畫。A 組 12 題中僅有 1 題動畫與漫畫的意象看法不同，B 組有 5 題看法不同。無論 A 組或 B 組測試結果都呈現正相關，表示測試者對於動畫與漫畫的意象看法相似。

最後，感謝各方學術先進賜稿，提升了本刊研究內涵，以及協助審查的評閱委員們給予學術與實務專業協助，深化本刊學術與深度及創作專業。



理事長
張登文 2023. 12. 31

Foreword by the Chair

Volume 15, Number 2 of this journal comprises a selection of research papers, consisting of one original papers in English and four original papers in Chinese. Here is a concise overview of each paper: "Applying Kano model to explore the quality requirements of Live Streaming of artistic performance with various Leisure Motivation": This paper delves into the quality preferences of users watching live artistic performances through the application of the Kano model. It categorizes users into interactive exploratory, learning-challenging, and stimulus avoidance categories based on their leisure motivations. "Studying on the Design of Interactive System and Learning Effect of Virtual Reality Aided Interior Design": This research introduces an interactive design system in the context of virtual reality-assisted interior design. Through t-test analysis of experimental questionnaires, the study consistently recognizes the system's positive effect on learning outcomes, particularly benefiting novice learners. This outcome aligns with the system's intended purpose of expediting the learning process and enhancing spatial perception. "A Study on Integrating Interactive Learning Mode of Adaptive Learning into Math Remedial Instruction ": This study examines the application of interactive learning based on adaptive learning in remedial mathematics instruction, focusing on grade six students and the topic of fractions. The findings reveal that video and picture learning tips within the interactive adaptive learning mode contribute to improved learning outcomes for pupils. Additionally, interactions and learning tips in the interactive mode slightly influence student learning habits and enhance their learning outcomes. " An Investigation of the Spatial Cognitive Model Based on the Co-existing Environment: An Example for the Construction of a Distance Learning Environment in a Junior Architecture Department Design Course": This research consists of three components: (1) the development of four different types of spatial reasoning tests, (2) the creation of mixed reality (MR) experiences corresponding to each test, and (3) the exploration of immersive activities' impact on students' spatial cognition abilities. The findings indicate that within an MR environment, students engage actively in spatial reasoning activities, adjusting virtual objects while observing spatial layouts. Using "Detective Conan" as a sample, excerpts of scenes depicting the same storyline from both the manga and anime were captured. Based on their content, a 12-item semantic differential scale was designed as the foundation for a questionnaire survey. The research findings revealed that the anime exhibited a more "positive" semantic attitude compared to the manga. In Group A, comprising 12 questions, only 1 question showed a difference in the perception of images between the anime and manga, while in Group B, 5 questions exhibited differences in perception. Regardless of Group A or B, the test results showed a positive correlation, indicating that the respondents had similar perceptions of images in both the anime and manga.

The contributions of the expert reviewers are acknowledged and greatly appreciated for their significant contributions to the publication process.



Chairman *Teng-Wen Chang* 2023. 12. 31

Applying Kano model to explore the quality requirements of Live Streaming of artistic performance with various Leisure Motivation

Ning-Cai Chen¹, Chun-Chih Chen², Chia-Hui Huang³

¹Department of Performing Arts, Shu-Te University, cutemeyy0815@gmail.com (Corresponding Author)

²Department of Industrial Design National Kaohsiung Normal University, ccchen@nknku.edu.tw

³Department of Cultural and Creative Design Tung-fang Design University, 136216@mail.tku.edu.tw

Abstract

This study used the Kano model regression analysis to examine the degree of quality factors affecting the satisfaction of users of live streaming and to identify the attractiveness factors that influence users' preference for such content, in order to improve user satisfaction and meet appropriate consumer needs. The importance ranking of quality factors was found to be content > entertainment > uniqueness. The study also applied the leisure motivation theory model to investigate the differences in the classification of talent live streaming quality and user satisfaction evaluation among users with different leisure motivations. The results indicated that interactive exploratory users value the performers' multiple talents and interactive functions, emphasize personal characteristics and timely response to attention, which is in line with the characteristics of this group; learning-challenging users value the performers' professionalism, as well as the ability to improvise and display personal characteristics, in line with the group's preference for learning and challenging characteristics; stimulus avoidance users value the attribute qualities of healing and stress relief, humor and amusement, and pleasant mood, in line with their leisure motivation of stimulus avoidance.

Keywords: Live Streaming of artistic performance, Kano Model, Leisure Motivation Theory

1. Introduction

With the rapid development of digital technology and the fast pace of modern life, the amount of information received daily has increased dramatically, leading to increased life stress. Therefore, engaging in leisure activities during non-working hours is one of the ways for people to relieve stress and add interest to their lives. There are various types of leisure activities, and the Ministry of Education's "Leisure Education Implementation Plan" divides leisure activities into five categories: physical fitness, knowledge, entertainment, art, and service. Participating in music activities covers knowledge, entertainment, and art categories. According to the Ministry of Culture's (2020) statistics on cultural and artistic performances, the number of events for classical and traditional music, popular music, and rap reached as high as 7,566, second only to language and book categories. Among them, the number of personal performances in Taiwan or foreign cultural and artistic group activities is close to 220, indicating that performing

arts-related activities have great potential for development. Looking at the participation rate of the public in cultural and artistic activities, the participation rate in performing arts activities was 40% from 2018 to 2019, indicating that the public has a strong interest and willingness to participate in performing arts exhibitions.

A study indicates that in 2021, over 82% of global internet traffic was devoted to watching audiovisual programs (Yao-Guoqiang, 2021). The traditional way of watching and listening to programs, which creates celebrities and stars, lacks interaction and viewers can only regard idols as distant objects. However, live streaming breaks the limits of time and space, creating a mechanism for instant interaction with fans. Through chat rooms, fans can feel a sense of proximity to their idols, thereby enhancing their following. Compared to TV stars, internet celebrities and live streamers make people feel closer and more familiar. According to a survey by Creative Insight Market Research, the reasons why users watch live streams are entertainment, relaxation, and emotional

satisfaction, in addition to killing time and comforting themselves. Leisure and entertainment are also crucial factors. Nowadays, marketing tools have already followed changes in people's lifestyles

and communication technology (ICT), and live streaming has become a new corner of leisure and entertainment for people to visit and linger (Creative Insight Market Research, 2017).



Figure 1. The application of digital transformation models in performing arts to enter the live streaming industry
(Source: Central News Agency, 2020)

Iso-Ahola & Park (1989), believe that an individual's motivation for choosing leisure activities is influenced by their personal time, different growth backgrounds, and socialization processes, affecting their autonomous and more pleasant feelings towards themselves. Motivation also changes over time, and at times, an individual's past leisure activity experiences can influence unplanned leisure motivations and change the motivation for participating in a particular leisure activity. Mannell & Kleier (1997) argue that whether their needs are met will affect their leisure needs and motivations, thus affecting leisure behavior. This interactive effect creates a dynamic leisure satisfaction feedback model. To understand the feelings and satisfaction levels of the audience for talent-based live streaming in their leisure motivations and the possible benefits they may receive, a deeper investigation is necessary.

Due to the lack of literature related to the user experience and benefits of live streaming for talent-based performances in Taiwan, as well as the rapid development of online live streaming in recent years and its impact by the pandemic, online live streaming has become one of the industries that has developed rapidly. Facing the changing times and the needs of different users, the live streaming industry is the main driver for the creation of personalized program content quality. Therefore, this study focuses on the experiences and benefits of the public

participants in talent-based live streaming as a reference for the development and adjustment of different types of live streaming industries and practitioners. Through data analysis and literature review, Kano analysis results were used as the research basis, and evaluation categories were redefined based on the evaluation items, and an appropriate evaluation scale for different leisure motivation users participating in talent-based live streaming was developed to understand which factors can meet consumers' expectations, thereby attracting more potential consumers and injecting inspiration and guidance for emerging performance industries.

2. Literature Review

2.1 Live Streaming of artistic performance

With the advent of the era of self-media, online communities have become an indispensable element of modern life, and "live streaming with online interaction" has become increasingly popular in recent years during the self-media wave. Starting from sports events, game streaming, news broadcasting to now covering a diverse range of content, live streaming platforms have multiplied, including native streaming platforms and other social media platforms such as Instagram, Line, Facebook, etc., which have improved their capabilities to support live streaming. This allows users to watch

their desired live streaming programs on any device at any time. The following is a list of live streaming content categories.

Table 1. Description of Live Streaming types

Content type	Definition
Sports events	Various sports competitions, ball games, racing competitions, etc.
Gaming live streaming	Share game screen recording through mobile or computer and broadcast it live.
News reporting	Live coverage, or display of TV news content for public interaction and comments.
Lifestyle sharing	Daily events, including unboxing, cooking, makeup, pets, sponsored content, etc.
Talent performance	Showcase personal talents through the platform, mostly singing, dancing, instruments, magic, and variety shows.
E-commerce auctions	Merchants promote their products through the host and interact with the audience, increasing purchase intention.
Event promotion	For corporate events, such as product launches, allowing viewers to participate in the company's on-site activities.

Data source: Collected by this study.

In recent years, in response to the impact of the COVID-19 pandemic, performing groups both domestically and internationally have turned to online live streaming. However, most of the content consists of pre-recorded videos or tutorial videos without any interaction, similar to watching a documentary. Compared to other more interactive live streaming models, viewers are naturally less willing to pay for this type of content. Furthermore, for performing groups, online live streaming is

different from individuals using their phones to go live, as it requires funding, equipment, planning, and other aspects that are not any less than a live performance. Therefore, the concept of "non-interactive" live streaming and "growing followers" without community management faces many challenges, whether it is to alleviate the impact of the pandemic through live streaming or to generate profits through it. These challenges require further exploration.



Figure 2. Various types of live performance streaming.

Table 2. Related Literature on Live Streaming

Author	Title	Focus	Theory/Literature
Yang, Wan-Ling (2020)	An Evaluation of Short Video and Live Streaming on Social Media and Live Streaming Platforms: Behavior and Context	Descriptive Statistical Analysis Multivariate Treatment Effect Models	New Media and Social Video
Wang, Shu-Ho (2022)	The Influences of Live Streaming Concert Service Content, Publicity and Promotion Toward Ticket Purchase Intention	Survey Research Factor Analysis Descriptive Statistical Analysis One-way Analysis of Variance (ANOVA)	Online Live Concert Service Content Promotional Methods Purchase Intentions
Hsu, Tzu-Yun (2021)	Digital Generation—Exploration of Live Broadcasting and Internet Behavior	Descriptive Statistics Analysis of Variance	Satisfaction Theory Enrichment Theory Peer Effect Theory Diffusion Theory
CHEN, WEN-CHIH (2021)	Exploring the Factors Influenceing Consumer Engagement in Livestream Platform Type under the COVID-19 Pandemic	Structural Equation Models	Perceived Ease of Use Perceived Interactivity Perceived Value Consumer Participation

WANG, LING-YUN (2020)	University Students' Peceptions toward Live Streaming: the Relationship among Perceived Usefulness, Streamer Style and Audience Satisfaction	Data Analysis Method Perceived Usefulness Scale Satisfaction Scale Live Streamer Style Scale	Online Live Streaming Perceived Usefulness of Live Streaming Live Streamer Style Viewing Satisfaction
shih yahui (2022)	The study regarding the personality traits of online live-streaming, stickiness and donating	Descriptive Statistical Analysis Hypothesis Testing Analysis" Regression Analysis	Personality Traits Stickiness Tipping Behavior
TANG, YUNG-HSIAO (2021)	Live webcast under the COVID-19 epidemicApplication development discussion	Case Study Method	Overview of Live Streaming" Use of New Communication Technology" Satisfaction Research

content depth, unique talents, and performance style as angles for analysis, nor any that extracts the charismatic factors from successful cases for study.

Therefore, the focus of this study is mainly on the internet interactive live streaming platforms that have become popular since 2017. According to the study by Chen, N. C., Huang, J. H., Chen, J. Z., (2022)., In recent years, many well-known performing groups in Taiwan have joined the ecosystem of interactive live streaming, signing cooperation agreements with live streaming platforms through their management companies. They package amateur performers using the packaging techniques of celebrity artists according to their different colors and specialties, and observe daily data and analyze customer sources to understand consumer preferences. Based on widely popular topics or trends among consumers, they create content for future live streaming or live performances as a reference and have created many Performer live streamer with income exceeding tens of millions.

The related literature on interactive internet live streaming is organized as shown in Table 2. This research uses the following contents as the foundation for the strategy of digital transformation in the performance industry. Topics such as the fan economy, community management, and business models for platform marketing are now essential marketing focuses that cannot be ignored by various industries. However, most of these literature base their theories on emotional psychology, purchase intention, subscription motivation, and personality traits. They pay less attention to the impact of live stream content quality on user satisfaction, and how to enhance the factors of the live streamer's charm and professional value. Furthermore, there is no research that uses the live streamer's professionalism,



Figure 3. The accumulated revenue has exceeded 10 million Taiwan dollars
Data source: "Lan Live - " Zaya Live Streamer (search date: 20220430).

2.2 Leisure Motivation

Motivation is an internal process that causes an individual to engage in or maintain an activity, directing it towards a specific goal (Chun-hsing Chang, 1987; Loudo & Bitta, 1993). Leisure motivation can include intrinsic motivation, which refers to an individual's pursuit of leisure activities for their own enjoyment, creating psychological desires or needs that drive the individual's behavior, and extrinsic motivation, which is influenced by external factors or a quality that is attributable to others (Iso-Ahola, 1989; Losier & Bourqu, 1993). Forbes (2011) suggests that motivation is the primary factor that drives an individual's behavior, as thoughts can influence behavior. IsoAhola (1989) believes that motivation is influenced by an individual's time, different backgrounds, and socialization process, affecting an individual's choice of leisure activities for a more autonomous and enjoyable experience. Motivation also changes over time, and an individual's past leisure experiences can impact their unplanned leisure motivation and change their original motivation to participate in a particular leisure activity. Deci (1975) proposed the theory of intrinsic motivation, which promotes the continued occurrence of a behavior, providing a feeling of happiness for the individual. Iso-Ahola (1982) studied leisure motivation in social psychology and found that it often involves two behavioral characteristics: pursuit and avoidance. Pursuit refers

to an individual's pursuit of self-affirmation or self-fulfillment, such as seeking social recognition or seeking social interaction, while avoidance can be divided into individual and group levels, such as pursuing self-relaxation, avoiding personal setbacks, or avoiding contact with others.

Beard & Ragheb (1983) pointed out that the main motivation for participating in leisure activities is to release physical and mental stress, to achieve physical and mental comfort, and they developed a theoretical model of leisure motivation and compiled a leisure motivation scale. They believe that leisure motivation can be divided into four levels, including Intellectual, Social, Competence-Mastery, and Stimulus-Avoidance. The leisure motivation scale they proposed is the most complete in recent years and has good reliability, validity, and consistency through non-homogeneous group experiments. This scale is currently the most commonly used leisure motivation scale, and scholars at home and abroad have used this scale as the basis for research, and it has been supported in non-homogeneous, cultural empirical testing (Lounsbury & Polik, 1992; Munchua-Delisle & Reddon, 2005; Starzyk, Reddon & Friel, 2000). Therefore, this study also refers to the LAS scale established by Beard & Ragheb (1983), which includes the four dimensions of Intellectual, Entertainment, Competence-Mastery, and Stimulus-Avoidance, for further discussion and analysis. The study incorporates the definition of

leisure motivation proposed by Beard & Ragheb, as referenced by both domestic and foreign scholars in

recent years, and applies it to related research as summarized in Table 4.

Table 3. Definition and Measurement Items of Leisure Motivation

Dimension	Content	Question items
Intellectual Factor	Individuals engage in mental activities related to learning, exploration, discovery, creation, imagination, etc. according to their intellectual motivations.	<ol style="list-style-type: none"> 1. To learn about the things around oneself 2. To satisfy curiosity 3. To explore new ideas 4. To gain self-knowledge 5. To expand one's knowledge domain 6. To discover new things 7. To enhance creativity
Social Factor	Individuals engage in leisure activities for social reasons. This dimension includes two basic needs: the need to make friends and establish relationships, and the need to gain respect from others.	<ol style="list-style-type: none"> 1. For interacting with others 2. For finding companionship 3. For building friendships 4. For expressing one's thoughts, feelings, or talents to others 5. For showcasing one's abilities to others 6. For seeking a sense of belonging 7. For gaining respect from others
Competence/ Mastery Factor	Individuals engage in leisure activities for the purpose of challenging themselves, achieving mastery, competence, and competition.	<ol style="list-style-type: none"> 1. For the purpose of feeling pleasure or enjoyment. 2. For the purpose of improving work ability. 3. For the purpose of feeling more energetic. 4. For the purpose of developing skills and abilities. 5. For the purpose of maintaining physical and mental health. 6. Viewed as a challenge to one's own abilities.

Stimulus/ Avoidance Factor	Individuals avoid or escape from an overstimulating life. Some people need to avoid social contact, seek peace or tranquility, while others need to rest and relax themselves.	<ol style="list-style-type: none"> 1. For the purpose of being alone 2. For the purpose of providing physical relief 3. For the purpose of escaping from the fast-paced life 4. For the purpose of resting 5. For the purpose of reducing stress and tension 6. For the purpose of alleviating time pressure 7. For the purpose of slowing down the pace of life
-------------------------------	--	---

Source: This study is based on Beard & Ragheb (1983).

Table 4. Literature on leisure motivation by domestic and international scholars

Author	Leisure Motivation
Lin Yi-Jun (2021):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enhancing Intelligence 2. Establishing Social Connections 3. Stimulus Avoidance
Luo Hui-Mei (2021):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intellectual 2. Social 3. Challenge-Mastery 4. Stimulus-Avoidance
TuYue-Ying (2021):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Psychological Pleasure 2. Social Belonging 3. Physical Health
Cheng Yu-Ming (2020):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intellectual 2. Social 3. Challenge-Mastery 4. Stimulus-Avoidance
Nasra Shoka Kara, Kezia Herman Mkwizu (2020):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intellectual 2. Social 3. Challenge-Mastery 4. Stimulus-Avoidance

2.3 Kano Model

2.3.1 Concept of Kano Model

Kano Model was proposed by Noriaki Kano in

1995, who believed that people tend to focus more on the "physical aspect" of quality, while the related concept of quality in the "psychological aspect" and the One-dimensional of quality are more likely to be

overlooked. Therefore, Kano proposed a "two-dimensional quality model". As shown in Figure 4, the horizontal axis represents the degree of adequacy of "quality", and the vertical axis represents satisfaction. The five curves respectively represent the quality relationship of the "Kano

Quality Model". By judging the quality, one can better understand the relationship between various quality, performance, and satisfaction and develop important quality items that can effectively improve customer satisfaction. The segments are described in detail in Table 5.

Table 5. Kano Model Elements Definition Table

Quality Element	Definition
Must-be/Basic/Essential	When the quality element is sufficient, consumers feel it is a matter of course and do not feel particularly satisfied. However, if the quality element is insufficient, consumers will be dissatisfied.
One-dimensional/Performance	When this quality element is sufficient, consumers will feel satisfied and when it is insufficient, it will cause dissatisfaction. The level of satisfaction will increase or decrease with the degree of provision. Therefore, efforts should be made to provide this quality element as much as possible, so that the more sufficient the quality is, the more satisfied consumers will feel.
Attractive	Attractive quality can be used as a weapon for product differentiation. Attractive quality elements refer to the quality requirements that go beyond satisfying the basic needs of consumers, and when sufficient resources are still available to meet such quality requirements, providing such quality elements can exceed the expectations of consumers and greatly enhance their satisfaction.
Indifferent	A quality element that does not affect customer satisfaction, whether it is sufficient or insufficient, is a quality element that customers do not care about.
Reverse	When this quality element is sufficient, it will cause dissatisfaction instead of satisfaction to consumers. However, when this quality element is insufficient, it will cause satisfaction instead of dissatisfaction to consumers.

Source: Kano (1984)

Several scholars (Jane & Dominguez, 2003; Tan & Pawitra, 2001; Matzler & Hinterhuber, 1998; Vasilash, 1995) have explicitly stated the advantages of the Kano Model in the context of application development and design. These advantages include:

- (1) Allowing businesses to better understand the needs of their products or industries, and appropriately define the characteristics of consumer goods that will enhance user satisfaction, which can aid in the pre-development stage of product development.
- (2) Providing decision-makers with a set of measurement criteria for balancing design and prioritizing attributes that have the greatest potential to increase user satisfaction. This can be especially helpful for businesses facing limited

resources and technological limitations when it comes to satisfying quality requirements.

- (3) Identifying different needs from attractive, one-dimensional, and necessary qualities, in order to differentiate between different consumers and tailor their products to meet the specific needs of their customers. This can help improve overall satisfaction levels.
- (4) The Kano Model can help identify and satisfy attractive needs, which is a critical factor in outcompeting rivals in the industry chain, and can lead to differentiating product characteristics being developed into strategies.
- (5) The Kano Model is beneficial in establishing high-value prerequisites and importance rankings in the product development process, and can be

used to construct unique quality characteristics for user satisfaction. Over time, there is a chance that consumer goods or industrial services with attractive quality attributes can be developed into consumer goods or industrial services with necessary quality attributes (Shen, Tan & Xie, 2000). In the current competitive industry

environment, industries need to constantly develop novel products and innovative industrial services to attract consumers and expand the use of Kano model and quality function deployment (QFD), which can be used in conjunction with each other (Govers, 1996; Matzler & Hinterhuber, 1998).

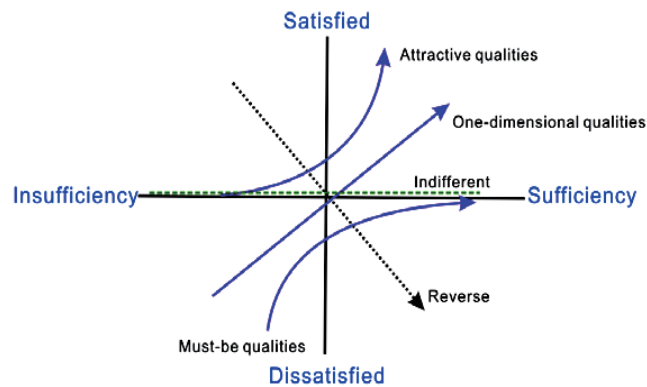


Figure 4. Relationship between quality performance and satisfaction in Kano Model
(Data source: Kano et al.,1984)

2.3.2 Kano Model Quality Attribute Assessment

To classify attributes into Kano types of quality, Ting and Chen developed a regression model to assess the impact of a quality attribute on customer satisfaction (Ting&Chen,2002). The common method of using "regression analysis" to determine "quality attributes" is to divide "quality" into "sufficient quality" and "insufficient quality" and correspond to the "regression equation" using "regression coefficients" and "significance" to determine "quality attributes." The "regression equation" is as follows (Ting & Chen, 2002):

$$P = C + \beta_1 \times K_n + \beta_2 \times K_p$$

In this "regression equation", P is "satisfaction", C is a constant term, K_n is the degree of "insufficient quality", K_p is the degree of "sufficient quality", and

β_1 and β_2 are their coefficients. In the questionnaire survey, K_n and K_p are usually scored within the range of -3 to +3, and P is also scored within the same range. In this "linear" regression equation, individual "quality evaluations" must be divided into K_n and K_p . When the value of "quality evaluation" is "positive" (e.g. 3), $K_n=0$ and $K_p=3$; when the value of "quality evaluation" is "negative" (e.g. -2), $K_n=-K_n=2$, and $K_p=0$. By the significant relationship between β_1 and β_2 , the "quality attributes" of each "quality" can be known. The relationship is shown in Table 6.

Table 6. Relationship between regression coefficient significance and quality attributes.

Quality Element	β_1 (backward) Sig.	β_2 (forward) Sig.	Remark
Attractive	n.s.		$\beta_1=0 ; \beta_2 > 0$
One-dimensional	*	*	$\beta_1 < 0 ; \beta_2 > 0$
Must-be	*	n.s.	$\beta_1 < 0 ; \beta_2 = 0$
Indifferent	n.s.	n.s.	$\beta_1=0 ; \beta_2=0$
Reverse	*	*	$\beta_1 > 0 ; \beta_2 < 0$

($p < .05$ indicates significance; n.s.: not significant; *: significant)

In this model, the meanings of β_1 and β_2 can be divided into several points:

- (1) Comparing the absolute values of β_1 and β_2 , the highest one indicates the greatest impact on "satisfaction".
- (2) From the positive or negative β_1 and β_2 , it can be determined whether there is a "positive" or "inverse" relationship between "quality" and "satisfaction". Usually, β_1 is negative and β_2 is positive, indicating a "positive" relationship between them. (Positive relationship: the stronger the "quality", the greater the "satisfaction"; inverse relationship: the stronger the "quality", the lower the "satisfaction").
- (3) The different sizes and meanings of β_1 and β_2 indicate an "asymmetric" relationship between the presence or absence of "quality" and its impact on "satisfaction". Based on the results of regression analysis, the significance of the regression coefficients β_1 and β_2 can be evaluated to classify quality. Table 6 lists the Kano quality classification criteria.

This study effectively classified the quality attributes of each experiential factor using the Kano model, which can help understand the differences between the "essential" and "degree" of different factors and the impact of each experiential factor on consumer satisfaction. The Kano quality model provides a set of classification methods that provide a new way to analyze during product design, development, or positioning, making control over "design quality" and "satisfaction" more precise. However, in the Kano quality judgment method, the reliability of the quality judgment decision matrix must be considered, so this study will adopt the judgment method of "regression analysis".

3. Research Design

The measurement tools used in the study include the "Design Quality Performance and Satisfaction Evaluation of Performance Live Streaming" and the "Leisure Motivation Scale" for users of Performance live streaming. Regarding the determination of the design quality of Live Streaming of Performance, the study first refers to relevant literature on the attractiveness and quality factors of online interactive Live Streaming of Performance (Chen, Huang, & Chen, 2022), further explores the literature, and continues to design questionnaire evaluation items. Three live streamers with more than five years of practical experience and two live streaming agency agents, managers, and art directors with more than five years of experience in live program design were then invited to conduct a focus group discussion, and 15 quality evaluation items were finally determined, as shown in Table 7.

Table 7. Quality factor analysis of Live Streaming of Performance

The evaluation scale uses a 5-point Likert scale, where the left side represents negative quality, -2 and -1 represent the degree of Feature Requirement Not Fulfilled; on the contrary, the right side represents positive quality, 2 and 1 represent the degree of Feature Requirement Fulfilled. The above 15 samples were evaluated accordingly. At the same time, the overall satisfaction of live streaming is also evaluated using a 5-point Likert scale, where 1 represents the lowest level of satisfaction and 5 represents the highest level of satisfaction. Regarding leisure motivation, the study refers to the Leisure Attitude Scale (LAS) constructed by Beard & Ragheb (1983), which is divided into four dimensions: intellectual, entertainment, competency mastery, and stimulation avoidance. This study uses 27 variables from the scale to interpret the leisure motivations of live streaming users, and the variable summary is shown in Table 13. The study uses a 5-point semantic differential scale for the questionnaire, in which the respondents themselves personally agree or disagree with each leisure motivation description item to measure their own leisure motivation characteristics. The study mainly explores the correlation between the design quality evaluation of Performance live streaming and the satisfaction of live streaming users. Therefore, the respondents are users who have watched Performance live streaming, a total of 127 (including 64 men and 64 women, and age distribution is between 12-39 years old).

4. Discussion

4.1 The Correlation between Quality Attributes Evaluation and Satisfaction of Live Streaming of Performance.

4.1.1 Factor analysis

First, the ratings of the 127 participants on each quality attribute were averaged, and factor analysis was performed using these average values. This study used Bartlett's test of sphericity and the measure of sampling adequacy (MSA) for factor analysis. The result of the Bartlett's test of sphericity reached a significant level ($P < .001$), and the MSA test showed a Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) coefficient of about 0.91, indicating good sample adequacy of measuring users' experience quality perception provided by social networking sites in this study. Based on principal component analysis, three factors were extracted with eigenvalues greater than 1. The factor loadings obtained after rotation using the varimax orthogonal rotation method are shown in Table 7.

Quality Attributes	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Q10 Performer live streamers demonstrate high levels of professionalism.	.811	.123	.237
Q11 Performer live streamers are multi-talented	.754	.161	.254
Q14 Live Streaming of Performance is therapeutic and stress-relieving.	.732	.380	.184
Q8 Performer live streamer is humorous and witty.	.596	.384	.182
Q6 Watching Live Streaming of Performance brings me joy.	.585	.551	.225
Q9 Live Streaming of Performance features improvisational performances.	.575	.280	.319
Q7 Live Streaming of Performance provides the latest trending information.	.563	.475	.268
Q4 Performer live streamer has an attractive appearance.	.120	.837	.252
Q12 Performer live streamers respond to fans' attention at any time.	.310	.757	.171
Q13 Live Streaming of Performance provides entertainment functions.	.385	.701	.281
Q15 Performer live streamer can provide on-demand programs.	.277	.619	.402
Q2 Live Streaming of Performance can accompany daily.	.583	.592	.122
Q1 Performer live streamers have unique personal styles.	.238	.192	.776
Q5 The visuals of Live Streaming of Performance have a sense of design.	.162	.361	.756
Q3 Memorable Live Streaming of Performance.	.429	.193	.736
Eigenvalue	4.05	3.65	2.48
Explained variance (%)	26.98	24.30	16.50
Cumulative explained variance (%)	26.98	51.28	67.78

The three factors obtained from factor analysis explain 26.98%, 24.30%, 16.50% of the variation, respectively, and the cumulative explained variance is 67.78%. Based on the adjective meanings of each factor, they were named as follows: the first factor primarily reflects the sensory needs of live streaming users, named as the Content factor; the second factor represents the social needs between users and Performer live streamers, named as the Entertainment factor; the third factor mainly reflects the demand for Performer live streamer's personal creativity and uniqueness, named as the Uniqueness factor.

To investigate the correlation between user

satisfaction with Live Streaming of Performance and factor scores, multiple linear regression analysis was conducted. Using the scores of the three factors as independent variables and the satisfaction rating as the dependent variable for 15 questionnaire items, a backward regression was performed to obtain the multiple regression equation for satisfaction and the three factors. The results are shown in Table 8. The coefficients for the Content factor (Factor 1), Entertainment factor (Factor 2), and Uniqueness factor (Factor 3) are 0.365, 0.197, and 0.200, respectively, and all have a positive effect on satisfaction. Specifically, the Content factor has a higher impact on user satisfaction compared to the other factors.

Table 8. Multiple linear regression analysis of factor scores and satisfaction.

Model	B	β	T-value	Sig.	Quality
Constant	4.375		69.440	.00	
Content	.280	.365	4.433	.00	O

Entertainment	.151	.197	2.386	.00	M
Uniqueness	.153	.200	2.424	.00	O

4.1.2 Kano Model of Quality

The study further investigates the impact of each quality item on satisfaction for Performer live streamers. The analysis method is based on Kano "regression analysis" (Ting & Chen, 2002). The regression analysis of each quality item refers to

Table 6, and judges the "Kano quality attribute" of each quality item based on whether β_1 , β_2 are significant and the positive or negative value of the number. Among them, M is "must-be quality", O is "one-dimensional quality", A is "attractive quality", I is "indifferent quality", and R is "reverse quality". The results are shown in the right column of Table 9.

Table 9. Kano quality classification results for the quality attributes of Live Streaming of Performance

Construct	Attributes	β_1	sig.	β_2	sig.	R2	Quality
Content	Q10	-.205	.059	.285	.004	.185	A
	Q11	-.232	.015	.212	.026	.140	O
	Q14	-.396	.000	.021	.833	.325	M
	Q8	-.271	.004	.255	.007	.203	O
	Q6	-.376	.000	.197	.030	.247	O
	Q9	-.401	.000	.237	.012	.165	O
	Q7	-.364	.000	.156	.108	.216	M
Entertainment	Q4	-.068	.543	.207	.044	.064	A
	Q12	-.222	.024	0.221	.025	.145	O
	Q13	-.365	.000	.137	.141	.195	M
	Q15	-.368	.000	.138	.147	.453	M
	Q2	-.342	.001	.0105	.294	.166	M
Uniqueness	Q1	-0.385	.000	.048	.645	.172	M
	Q5	-0.294	.002	.181	.044	.163	O
	Q3	-0.322	.001	.240	.010	.235	O

The results showed that the quality items of the Content factor (Factor 1), "Live Streaming of Performance is therapeutic and stress-relieving." and "Live Streaming of Performance provides the latest trending information." were classified as "Must-be quality," indicating that the designer must maintain a certain level of performance for these quality items, but increasing the standard cannot significantly improve the satisfaction of the live streaming users.

"Performer live streamers demonstrate high levels of professionalism." was classified as "Attractive quality," which explains that if a performer's talent is very professional, it can greatly improve satisfaction, but the absence of this quality item will not cause dissatisfaction among users. The quality attributes of the Content factor, such as "Performer live streamers are multi-talented," "Performer live streamer is humorous and witty," "Watching Live Streaming of

Performance brings me joy," and "Live Streaming of Performance features improvisational performances," were classified as "One-dimensional quality," indicating that the performance and satisfaction between positive quality attributes and users show a linear relationship. When positive quality attributes improve, user satisfaction will also increase. For the Entertainment factor (Factor 2), except for "Performer live streamers respond to fans' attention at any time." which was classified as "One-dimensional quality," and "Performer live streamer has an attractive appearance." classified as "Attractive quality," the rest were classified as "Must-be quality," including "Live Streaming of Performance provides entertainment functions," "Performer live streamer can provide on-demand programs," and "Live Streaming of Performance can accompany daily." That is, for live streaming users, the entertainment effect and daily companionship of Live Streaming of Performance are essential qualities that must be possessed, otherwise it may lead to reverse effects. However, the further improvement of these qualities cannot effectively increase consumer satisfaction. As mentioned earlier, these quality items have a more severe impact on low user satisfaction,

but have no significant effect on high user satisfaction. In terms of design management, this means that these quality items are basic and necessary characteristics, so design developers must maintain their level of performance and sufficiency without pursuing high levels and wasting development resources. In the Uniqueness factor (Factor 3), "The visuals of Live Streaming of Performance have a sense of design." and "Memorable Live Streaming of Performance." were classified as "One-dimensional quality," and "Performer live streamers have unique personal styles." was determined as "Must-be quality," indicating that user satisfaction with live streaming increases as the uniqueness of the performance improves.

Table 9 displays the Kano quality classification results of the quality items for each factor, which have similar trends. Therefore, this study further applies the Kano regression analysis model to explore the correlation between the three factors and satisfaction. Linear model analysis is performed with satisfaction as the dependent variable and factor scores as the independent variables. The results are shown in Table 10.

Table 10. Kano Model quality classification results of Live Streaming of Performance quality factors.

Affective factor		β_1	p	β_2	p	R2	Quality
Content	Factor 1	-.192	.030	.315	.000	.260	O
Entertainment	Factor 2	-.407	.000	.103	.228	.396	M
Uniqueness	Factor 3	-.182	.044	.190	.035	.173	O

The Content Factor (Factor 1) and Unique Factor (Factor 2) were classified as One-dimensional quality, while the Entertainment Factor was classified as Must-be quality. This analysis result is similar to the previous result, indicating that the quality requirements of direct-to-design for live streamers emphasize the emotional quality brought by live streaming, as well as the performance of the visual and sound design. Sufficient quality in these aspects can enhance user satisfaction. On the other hand, the Entertainment Factor is a Must-be quality that has a significant impact on satisfaction but only needs to meet the level of quality that users can accept, without over-supply or emphasis.

4.1.3 Experience attribute validation

To verify the correlation between different sensory attributes and user preference, a study was conducted by convening a panel of experts, including three live streamers with more than five years of experience, and two managers or art directors from live streaming agencies with more than five years of experience. The experts discussed and evaluated the relationship between sensory attributes and user preference based on the number of followers of the performers in Lan-Live Live Streaming of Performance, with a focus on instrument performance as the main area of expertise, as shown in Table 11.

Table 11. Performer live streamer (2022.07.08)

Liz , 430,000 followers	Kate , 210,000 followers	Zaya , 160,000 followers

Data source: Screenshots and data collected from Lang Live platform on 2022.07.08.

High follower count case: Liz, with 430,000 followers, has a significant relationship with the three major constructs in the Kano regression analysis. This includes factors such as "Performer live streamers have unique personal styles", "Live Streaming of Performance can accompany daily life", "Performer live streamers respond to fans' attention at any time", "Performer live streamer can provide on-demand programs", "Live Streaming of Performance provides entertainment functions", and other experiential factors that belong to the three major constructs. Therefore, Liz's live streaming as a Performer includes both the content and entertainment aspects. In addition, Liz's Performer live streaming also includes 14 other factors such as "Watching Live Streaming of Performance brings me joy", "Performer live streamer is humorous and witty", "Performer live streamers are multi-talented", and "Live Streaming of Performance provides the latest trending information", with a wide coverage as shown in Table 12.

Case study with medium level of followers: Kate, with 210,000 followers, includes experience factors such as "Live Streaming of Performance is

therapeutic and stress-relieving," "Performer live streamers respond to fans' attention at any time," "Performer live streamers demonstrate high levels of professionalism," "Performer live streamers are multi-talented," which belong to the content and uniqueness dimensions (One-dimensional). In addition, Kate includes 13 factors, as shown in Table 12.

Case study with low level of followers: Zaya, with 160,000 followers, includes experience factors such as "Performer live streamers demonstrate high levels of professionalism" and "Performer live streamers are multi-talented," which belong to the content dimension, but lacks many factors related to entertainment dimension, such as "Live Streaming of Performance can accompany daily," "Live Streaming of Performance provides entertainment functions," "Live Streaming of Performance is therapeutic and stress-relieving," and "Performer live streamers respond to fans' attention at any time," which are categorized as attractive and One-dimensional experience elements. In addition, Zaya includes 11 factors, as shown in Table 12.

Table 12. Performer live streamer (2022.11.05)

Evaluation criteria	High	Medium	Low
Case study			

		Liz 430,000 followers	Kate 210,000 followers	Zaya 160,000 followers
Expertise		Singing and dancing	Music performance	Variety show
Content	Q10	●	●	●
	Q1	●	●	●
	Q14	●	●	×
	Q8	●	×	●
	Q6	●	●	●
	Q9	●	●	●
	Q7	●	●	●
Entertainment	Q4	●	●	●
	Q12	●	●	×
	Q13	●	×	×
	Q15	●	●	●
	Q2	●	●	×
Uniqueness	Q1	●	●	●
	Q5	×	●	●
	Q3	●	●	●

4.2 Comparison of users with different leisure motives.

4.2.1 Factor analysis of leisure motives

A total of 27 questionnaire items were used for leisure motivation factor analysis. The overall data sample was found to be appropriate for factor analysis, with a KMO value of 0.93 and a Bartlett's test of sphericity p-value less than 0.001, indicating a significant level of correlation. In this study, principal component analysis was used to select factors. The number of factors was determined based on the criterion that eigenvalues were greater than 1, supplemented by scree plot judgment. Four common

factors were selected, which could explain about 70% of the total variance. To name and interpret the selected factors, the maximum variance axis method was used to rotate the factor axis. The choice of factor loadings after rotation was based on the suggestion by Hair et al. (1998), in which all variables with loadings greater than 0.5 were used to name the factor dimensions. Similarly, according to the Cronbach's alpha test results, all four leisure motivation factor dimensions had alpha values greater than 0.7, indicating that each variable within the four factors had stable consistency, reliability, and reference value. The loadings, eigenvalues, reliability, and component organization of each factor are shown in Table 13.

Table 13. Factor analysis of leisure motivation

FS	FC	OS	FL	EV	% of variance	Cumulative of %	α
Stimulus Avoidance	Reduce stress and tension	Stimulus Avoidance type	.871	6.337	63.373	63.373	0.902
	Escape from		.853				

	busy life						
	Reduce	tight					
	schedule						.850
	Slow down	life					
	pace						.844
	Provide physical						
	comfort						.813
	Seek solitude						.770
	Refresh myself						.709
	Promote						
	physical and						
	mental health						.767
	Provide a sense	Competence					
	of pleasure	Mastery type					.734
	Reduce stress						
	and tension						.729
Interactive Social	Building						
	friendship						.899
	Seeking						
	companionship						.894
	Sense of						
	belonging						.891
	Respect from	Interactive					
	others	Social type			4.516	75.273	75.273
	Generating						
	interactions						.839
	Expressing						
	thoughts and						.794
Competence Mastery	Improving work						
	ability						.923
	Challenging						
	oneself	Competence					.895
	Developing	Mastery type			4.414	73.568	73.568
	skills and						
	abilities						.878
	Demonstrating						
							.810

Growth Intelligence	one's talents					
	Understanding oneself better	Growth Intelligence type	.854			
	Enhancing creativity		.778			
	Discovering new things		.878			
	Exploring new ideas		.877			
	Satisfying curiosity	Growth Intelligence type	.782	2.679	66.964	66.964
	Expanding knowledge areas		.763			
	Learning about surrounding things		.726			0.789

The factor structure identified in this study is largely consistent with the leisure motivation scale proposed by Beard and Ragheb (1983), with only a few differences in categorization. The first factor includes all items from the "Stimulus Avoidance type" and three items from the "Competence Mastery type" that originally belonged to the "making me feel more energetic," "promoting physical and mental health," and "making me feel exhilarated" categories. The second factor, "Interactive Social type," includes all items, and the third factor includes all items from the "Competence Mastery type" and two items from the "Growth Intelligence type," "learning more about myself" and "enhancing creativity."

4.2.2 Leisure Motivation Cluster Analysis and Naming

In order to group participants based on their leisure motivations, hierarchical clustering analysis using Ward's method was employed. Hair et al. (1998) suggested that the percentage of change in the agglomeration coefficient, which produces a significant drop when changing the number of clusters, indicates the appropriate number of clusters. As the percentage significantly changed when agglomerating from four to three clusters (Table 14), the optimal number of clusters was determined to be three. Secondly, non-hierarchical clustering analysis using the K-means method was used to identify the

structure of each cluster. The clustering results showed that Cluster A included 61 individuals, Cluster B included 23 individuals, and Cluster C included 43 individuals.

In order to confirm whether the average vectors of the four factors among clusters are significantly different, a multivariate analysis of variance (MANOVA) was conducted, and the statistical value of the analysis reached a significant level of 0.05 (Sig. = 0.000), indicating that the leisure motivation factors of individuals in each cluster are significantly different. At the same time, according to the Scheffe multiple comparisons and the mean size in Table 14, each cluster can be appropriately named as follows: 1) Cluster A - Interactive Exploration Type: the leisure motivation of Cluster A has higher average scores in factors 2 and 4 than the other clusters, so it is named "Interactive Exploration Type"; 2) Cluster B - Learning Challenge Type: Cluster B has the highest score in factor 1, which is mainly composed of the original construct of "Growth Intelligence", and the secondary high score is in factor 3, with the highest average score among the three clusters, mainly composed of the original construct of "Competence Mastery", so it is named "Learning Challenge Type"; 3) Cluster C - Stimulus Avoidance Type: the personality trait of Cluster C has the highest average score in "Stimulus Avoidance", so this cluster is named "Stimulus Avoidance Type".

Table 14. Schéffe multiple comparisons for leisure motivation

Factor	A	B	C	<i>p</i>	Schéffe	M
Stimulus Avoidance	-0.28	-1.01	1.53	0.000	C>A,B	C>A>B
Interactive Social	1.82	-2.00	-2.24	0.000	A>B,C	A>B>C
Competence Mastery	-2.65	1.75	-1.08	0.021	B,C>A	B>C>A
Growth Intelligence	1.75	1.87	-2.36	0.012	B,A>C	B>A>C

To investigate whether users from different leisure motivation clusters have different needs and preferences for the quality attributes of Live Streaming of Performance, as well as whether there are differences in the correlation between the performance of quality attributes and overall satisfaction, this study further applied the Kano regression model for in-depth analysis. The average ratings of quality attributes for Live Streaming of Performance by the three user clusters were used as the independent variables, and satisfaction was used as the dependent variable in the regression analysis using Equation (1), as shown in Table 15.

The Kano quality classification results for the three player groups showed that, except for "Performer live streamer has a unique personality" being classified as a must-be quality, and "Impressive content" being classified as a one-dimensional quality, the results for other quality attributes were not the same. For example, the quality attribute "Can respond to fans' attention at any time" was classified as a must-be quality for Group A players, as indifferent quality for Group B, and as a one-dimensional quality for Group C. The study further compared the regression coefficients (β_i) of each quality attribute based on the results of Kano regression analysis.

Table 15. Kano model analysis results for leisure motivation clusters

Dimension	Attribute	A	B	C	All
Content	Q10	A	M	O	O
	Q11	O	I	I	O
	Q14	A	A	M	A
	Q8	A	A	M	A
	Q6	A	I	M	O
	Q9	I	M	O	O
	Q7	A	A	M	A
Entertainment	Q4	O	I	O	O
	Q12	M	I	O	M
	Q13	A	I	M	M
	Q15	A	A	O	O
	Q2	A	I	O	O
Uniqueness	Q1	M	M	M	M
	Q5	A	A	M	A
	Q3	O	O	O	O

To determine the differences in demand between different groups, the study introduced the concept of Kano-weight. The study hypothesized that both "satisfaction improvement" and "dissatisfaction avoidance" have equal importance in improving user satisfaction. By comparing the absolute values of the "negative quality regression coefficient" (β_1) and the

"positive quality regression coefficient" (β_2), the importance of each quality attribute is determined, indicating the impact of each quality attribute on user satisfaction. The study statistically analyzed the importance ranking of each group in different quality attributes, as shown in Table 16.

Table 16. Comparison of Kano-weight among leisure motivation clusters

Dimension	Attribute	A	Beta	B	Beta	C	Beta	All	Beta
Content	Q10	A	0.445	M	0.483	O	0.420	O	0.483
	Q11	O	0.436	I	0.419	I	0.278	O	0.416

	Q14	A	0.383	A	0.411	M	0.437	A	0.435
	Q8	A	0.432	A	0.413	M	0.598	A	0.386
	Q6	A	0.430	I	0.335	M	0.462	O	0.443
	Q9	I	0.363	M	0.465	O	0.302	O	0.448
	Q7	A	0.455	A	0.492	M	0.425	A	0.373
	Q4	O	0.446	I	0.363	O	0.356	O	0.359
	Q12	M	0.679	I	0.419	O	0.474	O	0.376
Entertainment	Q13	A	0.453	I	0.319	M	0.613	M	0.498
	Q15	A	0.571	A	0.436	O	0.421	O	0.409
	Q2	A	0.448	I	0.265	O	0.378	O	0.392
	Q1	M	0.489	M	0.499	M	0.566	M	0.499
Uniqueness	Q5	A	0.370	A	0.420	M	0.411	A	0.379
	Q3	O	0.520	O	0.385	O	0.749	O	0.431

As shown in Table 17, the authors listed the top 5 quality attributes in terms of importance for each cluster. For Cluster A, the important quality attributes are Q12, Q15, Q3, Q1, Q7, among which two are Must-be quality, two are Attractive quality, and one is One-dimensional quality. Therefore, it is necessary to ensure the Must-be quality requirements and pay attention to the Attractive quality needs for Cluster A, and consider whether the provision of One-dimensional quality is sufficient. For Cluster B, the important quality attributes are Q1, Q7, Q10, Q9, Q15, of which three are Must-be quality and two are Attractive quality. Therefore, it is necessary to ensure the Must-be quality requirements and improve the corresponding Attractive quality requirements for Cluster B. For Cluster C, the important quality attributes are Q3, Q13, Q8, Q1, Q12, of which three are Must-be quality and two are Attractive quality. Therefore, it is necessary to pay attention to the Attractive quality requirements for Cluster C, effectively improve the satisfaction of One-dimensional quality, and improve the corresponding design level.

The study reorganized the previous findings and sorted the quality attributes of each cluster according

to their importance from high to low, and compared the differences in quality attribute requirements among the clusters. The results are shown in Table 17. Cluster A (Interactive Exploratory type) values the quality attributes of the performer live streamer responding to attention and providing interactive functions as necessary, as well as emphasizing the performer live streamer's personal characteristics, which are indeed similar to the cluster's emphasis on interaction and exploration. Cluster B (Learning Challenge type) values the performer live streamer's professional expertise, and also values the ability to perform improvisation and provide a point-to-play function, which is in line with the cluster's tendency towards learning and self-challenge. Cluster C (Stimulus Avoidance type) values the quality attributes of the performer live streamer's impressive program, entertainment functions, humor, personal characteristics, and responding to fans at any time, which is in line with their leisure motivation of avoiding stimulation. Due to the differences in quality attribute requirements among the clusters, it can be concluded that there are also differences in satisfaction evaluations of the performer live streamer among the different clusters.

Table 17. Comparison of leisure motivation importance

A		B		C	
Attribute	Quality	Attribute	Quality	Attribute	Quality
Q12	M	Q1	M	Q3	O
Q15	A	Q7	A	Q13	M
Q3	O	Q10	M	Q8	M
Q1	M	Q9	M	Q1	M
Q7	A	Q15	A	Q12	O
Q13	A	Q11	I	Q6	M
Q2	A	Q12	I	Q14	M
Q4	O	Q5	A	Q7	M
Q10	A	Q8	A	Q15	O
Q11	O	Q14	A	Q10	O

Q8	A	Q3	O	Q5	M
Q6	A	Q4	I	Q2	O
Q14	A	Q6	I	Q4	O
Q5	A	Q13	I	Q9	O
Q9	I	Q2	I	Q11	I

5. Conclusion

The study and analysis results indicate that the 15 types of live streaming quality can be classified into different quality categories, indicating the existence of different (two-dimensional) correlation factors between quality content and satisfaction. Factor analysis divides the 15 Live Streaming of Performance quality attributes into Content, Entertainment, and Uniqueness, with a importance ranking of Content>Uniqueness>Entertainment. Content and Uniqueness are one-dimensional quality attributes, while Entertainment is a Must-be quality attribute.

This study utilized the Leisure Motivation Scale to categorize live streaming users into three groups: interactive-explorative, learning-challenging, and stimulus avoidance types. The Kano model was applied to analyze the importance of 15 quality attributes of Live Streaming of Performance, which were categorized into content, entertainment, and uniqueness, with content being the most important. The study found that users with different leisure motivations had different requirements for quality attributes. Cluster A emphasized interaction and exploration, while Cluster B valued professionalism and self-challenge, and Cluster C prioritized stress relief and amusement.

In this study, among the 127 participants, the most preferred Performance live streaming were Liz (71 times), Kate (39 times), and Zaya (17 times). As there were differences in the number of live streaming samples, this study did not compare the preferences for different types of talents. There is a research gap in investigating the differences in preferences among live streaming users for different Live Streaming of Performance. Further research can focus on studying different types of talents separately or increasing the sample size of live streaming users to improve the reliability and validity of the results. This can provide more effective basis for the design and improvement of Performance live streaming in the future.

References

Beard, J. G., & Ragheb, M. G. (1983). Measuring leisure motivation. *Journal of Leisure Research*, 15 (3), 219-228. DOI:10.1080/00222216.1983.11969557

Chen, C. C. (2012). Applying Kano Model to Explore the Quality Requirements of Game Players

with Various Personalities-A Role-Playing Game Case Study. *Journal of Business Design*, 16, 15-33. DOI: 10.29514/TJCD.201212.0002

Chen, N. C., Huang, J. H., Chen, J. Z., (2022). Exploring the Attractive Attributes of Live Streaming of Artistic Performance. 2022 International Conference on Management Engineering. *Software Engineering and Service Sciences*, 119-126. DOI:10.1109/ICMSS55574.2022.00026

Chen, W. C. (2021). *Exploring the Factors Influencing Consumer Engagement in Livestream Platform Type under the COVID-19 Pandemic*. DOI:10.1039/D1SC01741A

Deci, E. (1975). *Intrinsic Motivation*, NY: Plenum Press. DOI:10.1007/978-1-4613-4446-93

Forbes, D. L. (2011). Toward a unified model of human motivation. *American Psychology Association*, 15(2), 85-98. DOI: 10.1037/a0023483

Govers, C. M. P. (1996). What and how of quality function deployment (QFD). *International Journal of Production Economics*, 46-47, 575 - 585. DOI: 10.1016/0925-5273(95)00113-1

Gao, J. J. (1998). A three-factor model of leisure benefits. *Outdoor Recreation Research*, 11(1), 1-21. DOI: 10.6130/JORS.1998.11(1)

Guo, Y. J. (2019). *Information Dissemination and Participation Experience of Professional Webcasting*. DOI: 10.1049/inp.20070111

Genesis Intercity Market Research Consultant (2020). Taiwan live broadcast market: What do Taiwanese netizens watch live? "investigation. Retrieved December 02, 2020, Retrieved from https://www.ixresearch.com/news/news_07_06_17.

Heo, J. K., Yong, J. K. & Yan, J. Z. (2020). Sustainability of Live Video Streamer's Strategies: Live Streaming Video Platform and Audience's Social Capital in South Korea. *Sustainability*, 12(5), 2-13. DOI:10.3390/su12051969

Hsu, C. L., Judy, L. & Miao, Y. F. (2020). Why Are People Loyal to Live Stream Channels? The Perspectives of Uses and Gratifications and Media Richness Theories. *Cyberpsychology, Behavior, And Social Networking*, 23(5), 351-356. DOI: 10.1089/cyber.2019.0547

Hsu, T. Y. (2021). *Digital Generation—Exploration of Live Broadcasting and Internet Behavior*. Retrieved from <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=i dVYpg/record?r1=1&h1=5>

- Iso-Ahola, S. E. (1982). Toward a social psychological theory of tourism motivation: A rejoinder. *Annual of Tourism Research*, 9(2), 256-262. DOI: 10.1016/0160-7383(82)90049-4
- Iso-Ahola, S. E. (1997). A Psychological Analysis of Leisure and Health. *Work, Leisure and Well-being*, 131-144. DOI: 10.4324/9780203135174-16
- Jane, A. C., Dominguez, S. M. (2003). Citizens' role in health services: Satisfaction behavior: Kano's model. *Quality Management in Health Care*, 12(1), 64-71. DOI: 10.1097/00019514-200301000-00010
- Kano, N., Seraku, N., Takanashi, F. and Tsjui, S. (1984). Attractive Quality and Must-be Quality. *The Journal of Japanese Society for Quality Control*, 14(2), 39-48. DOI: 10.1002/chin.198443190
- Losier, G. F., & Bourque, P. E. (1993). A motivational model of leisure participation in the elderly. *Journal of Psychology*, 127(2), 153-171. DOI: 10.1080/00223980.1993.9915551
- Loudon, D. L. & Bitta, A. J. (1993). *Consumer behavior: Concepts and applications (4th)*. NY: McGraw-Hill. DOI: 10.2307/3151130
- Lounsbury, J. W., & Polik, J. R. (1992). Leisure needs and vacation satisfaction. *Leisure Sciences* 14 (2), 105-119. DOI:10.1080/01490409209513161
- Matzler, K., Hinterhuber, H. H. (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, 18(1), 25-38. DOI:10.1016/S0166-4972 (97)00072-2
- Mowen, J. C. & Spears, N. (1999). A Hierarchical model approach to understanding compulsive buying among college students. *Journal of Consumer Psychology*, 8(4), 407-430. DOI: 10.1111/j.1470-6431.2010.00923.x
- Nobuyuki, I. (2003). *Discontinuous Era (translated by Liu Jinxiu)*. Taiwan: Taipei: Shang Zhou Publishing. (originally published in 2002) ISBN: 9789861240893
- National Arts and Cultural Activities Information System Network (2020). Retrieved December 02, 2020. Retrieved December 02, 2020, retrieved from <https://event.moc.gov.tw/mp.asp?mp=1>
- Ryan, C., & Glendon, I. (1998). Application of leisure motivation scale to tourism. *Annals of Tourism Research*, 25(1), 169-184. DOI: 10.1016/S0160-7383(97)00066-2
- Shen, X. X., Tan, K. C., & Xie, M. (2000). An integrated approach to innovative product development using Kano's model and QFD. *European journal of innovation Management*, 3(2), 91-99. DOI: 10.1108/14601060010298435
- Starzyk, K. B., Reddon J. R., & Friel, J. P. (2000). Need structure, leisure motivation, and psychological adjustment young offenders and high school student. *Journal of Offender Rehabilitation*, 31(1-2), 163-174. DOI: 10.1300/J076v31n01_11
- Sireli, Y., Kauffmann P., & Ozan E. (2007). Integration of Kano's model into QFD for multiple product design. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(2), 380-390. DOI: 10.1109/TEM.2007.893990
- Sruoginis(2018). *Live Video Streaming—A Global Perspective*. Retrieved May 02, 2021. rom the World Wide Web: <http://www.iab.com/insights/live-video-streaming-2018>
- Shen, Q., Chen, J., Wu, S., He, J. (2021). Using the Kano quality model to explore the quality needs of players with different personality traits for multiplayer online battle arena mobile games. *Journal of Kansei*, 9(1), 29-51. Retrieved from <http://jokansei.twtik.org/index.php/jokansei/article/view/55>
- Tang, Y. H. (2021). Live webcast under the COVID-19 epidemic Application development discussion. Retrieved from <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswb.cgi/ccd=i dVYpg/record?r1=1&h1=1>
- Ting, S., Chen, C. (2002). The asymmetrical and non-linear effects of store quality attributes on customer satisfaction. *Total Quality Management* 13(4), 547-569. DOI: 10.1080/09544120220149331
- Twinc (2020). 2020 Taiwan Internet Report. Retrieved May 02, 2021. From <https://report.twinc.tw/2020/>
- Vasilash, G. S. (1995). Attractive quality: Getting it can help. *Production*, 107(1), 64-65. DOI: 10.1049/tpe.1985.0142
- Wang, S. H. (2022). The Influences of Live Streaming Concert Service Content, Publicity and Promotion Toward Ticket Purchase Intention. Retrieved from <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswb.cgi/ccd=i dVYpg/record?r1=1&h1=6>
- Yang, C. C. (2005). The Refined Kano's Model and Its Applications. *Total Quality Management*, 16(10): 1127- 1137. DOI: 10.1080/14783360500235850
- Yang, W. L. (2020). An Evaluation of Short Video and Live Streaming on Social Media and Live Streaming Platforms: Behavior and Context. Retrieved from <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswb.cgi/ccd=i dVYpg/record?r1=1&h1=8>
- Yao, K. Q. (2021). *Research on the Marketing Strategy of Live Stream Concert in the Post-pandemic Era*. (Master's thesis). Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/f464wt>

Appendix A

Survey Questionnaire on Quality Evaluation of Talent Live Streaming using Kano Model

Dear respondent,

This study aims to understand user appeal and preferences towards talent-oriented live streams (singing, singing with instruments, playing musical instruments, variety shows), as well as the satisfaction and importance performance of streamer quality. An evaluation of the test sample will be carried out. Thank you for taking time out of your busy schedule to complete this questionnaire.

This questionnaire is anonymous, and all data will only be used for academic research and will not be disclosed individually. Please feel free to fill in the answers. There are no standard answers for all questions, please respond according to your personal feelings and opinions. Thank you once again for your assistance and support!

I. Basic Information

Gender: ☐ Male (1) ☐ Female (2)

Age: ☐ Under 25 (1) ☐ 26-35 (2) ☐ 36-45 (3)

☐ 46 and above(4)

Daily live stream viewing: ☐ Less than 1 hour (1)

☐ 1-3 hours (2) ☐ 3-5 hours (3)

☐ Over 5 hours(4)

Most often viewed type: ☐ Singing(1)

☐ Singing with instrument(2)

☐ Playing instrument (3) ☐

Variety show (4) ☐ Other(5)

II. Quality Performance Evaluation of Talent Live Streaming

Please answer the following questions based on the live stream you watch the most.

After enjoying the first five live stream clips from the test sample via the link, press the back button on your phone to continue answering the questions.

Evaluation of Talent Live Streaming Quality

Strongly Agree 5, Agree 4, Neutral 3, Disagree 2, Strongly Disagree 1

Evaluation of Talent Live Streaming Quality	5	4	3	2	1
1. How do you feel when the talent live stream has "on-demand functionality"?					
2. How do you feel when the talent live stream displays "professional level"?					
3. How do you feel when the talent live stream includes "impromptu performances"?					
4. How do you feel when the talent live stream provides "latest popular information"?					
5. How do you feel when the talent live stream presenter is "physically appealing"?					
6. How do you feel when the talent live stream has "aesthetic visual design"?					
7. How do you feel when the talent live stream "responds to fans promptly"?					
8. How do you feel when the talent live stream is "daily companion"?					
9. How do you feel when the talent live stream presents "a variety of talent performances"?					
10. How do you feel when the talent live stream is "pleasing and uplifting"?					
11. How do you feel when the talent live stream has "entertainment functionality"?					

12. How do you feel when the talent live stream has "a sense of presence"?

13. How do you feel when the talent live stream is "humorous and interesting"?

14. How do you feel when the talent live stream displays "personal characteristics"?

15. How do you feel when the talent live stream gives "a sense of authenticity"?

16. I enjoy talent live streaming.

Appendix B

Leisure Motivation Survey Questionnaire

Dear respondent,

This is a questionnaire about "Leisure Motivation." The respondents must have experience in watching talent live streams, be 18 years old (inclusive) or above, and gender does not matter. It takes about 10 minutes to complete. Thank you for sparing the time to fill it out.

This questionnaire is answered anonymously. You can freely decide whether to fill out this research questionnaire, and you can also abandon it midway or choose not to submit after filling it out. However, the questionnaire is anonymous and uncoded. Once collected, individual respondents cannot be identified, and data cannot be withdrawn. The data obtained from this research will be processed anonymously and will only be used for this academic research. We will strictly adhere to and maintain your privacy. Thank you again for your assistance and support!

I. Basic Information

Gender: ☐ Male (1) ☐ Female (2)

Age: ☐ Under 25 (1) ☐ 26-35 (2) ☐ 36-45 (3)
☐ 46 and above (4)

Daily live stream viewing: ☐ Less than 1 hour (1)
☐ 1-3 hours (2) ☐ 3-5 hours (3)
☐ Over 5 hours (4)

Most often viewed type: ☐ Singing (1)
☐ Singing with instrument (2)
☐ Playing instrument (3)
☐ Variety show (4) ☐ Other (5)

II. Leisure Motivation Survey

(The evaluation uses a 5-point Likert scale, each question has 5 options, 1-5 points, check the degree of agreement/recognition of personal leisure motivation items, the higher the score, the more agreement/recognition.)

Leisure Motivation Items

Strongly Agree 5, Agree 4, Neutral 3, Disagree 2, Strongly Disagree 1.

Leisure Motivation	5	4	3	2	1
1. Out of curiosity about the things around me					
2. To satisfy my curiosity					
3. To explore novel concepts					
4. To understand myself better					
5. To expand my knowledge					
6. To discover new things					
7. To enhance my creativity					

-
8. To interact with people
 9. To seek companionship
 10. To build friendships with others
 11. To express my thoughts, feelings, and strengths to others
 12. To show my talents to others
 13. To feel a sense of belonging
 14. To gain respect from others
 15. To make me feel exhilarated
 16. To improve my work capabilities
 17. To make me more spirited
 18. To develop skills and abilities
 19. To keep myself physically and mentally healthy
 20. As a challenge to my abilities
 21. To enjoy solitude
 22. To allow my body to relax
 23. To escape the busy pace of life
 24. To rest
 25. To relieve stress and tension
 26. To lessen the sense of rush
 27. To slow down the pace of life
-

虛擬實境輔助室內設計互動系統及學習成效研究

張郁蘆^{1*}，許浩龍²，李柏穎³

^{1*}崑山科技大學空間設計系，jecho@mail.ksu.edu.tw（通訊作者）

²hlshu@mail.ksu.edu.tw

³dark75337@gmail.com

摘要

在傳統的室內設計教學上，初學者在學習過程中常遇到的主要問題，是無法掌握縮小比例的 2D 草圖或模型與真實空間尺度之間的關係。這是因為他們缺乏直接面對 1:1 空間尺度的經驗和知識，無法通過繪製縮小比例的圖來體驗和感知設計所呈現的空間感。傳統教學為解決這問題，往往要求學生花費時間製作大尺寸的模型或圖來表達設計的空間感。而這種設計方法需要經過漫長的反復嘗試，才能通過 2D 圖和模型來培養對空間尺度的感知能力。對此，本研究實作一套互動設計系統輔助學習，在初步的草圖設計階段便能導入 VR 應用在輔助教學，此系統利用遊戲引擎設計 APP，可將 2D 繪圖直接轉換成 3D 並可進入 VR 環境體驗及修改內部空間的陳設與材質，另可產生 QRcode，透過互動桌辨識轉換成 3D。研究透過新手與熟手的實驗問卷分析，系統在設計輔助的學習成效上獲得一致的認同，尤其是新手認同度更高於熟手。這結果符合本系統實作的預期目的，輔助設計新手學生縮短學習時間及有效地協助空間尺度的感知。

關鍵詞：空間尺度、虛擬實境、電腦輔助教學、設計草圖、學習成效。

Studying on the Design of Interactive System and Learning Effect of Virtual Reality Aided Interior Design

Yi-Li Chang^{1*}, Hao-Long Shu², Bo-Ying Li³

^{1*} Department of Spatial Design, Kun Shan University. jecho@mail.ksu.edu.tw (corresponding author)

² hlshu@mail.ksu.edu.tw

³ dark75337@gmail.com

ABSTRACT

In traditional interior design teaching, the problem often encountered by beginners in learning is that they do not know the real spatial scale relationship represented by the scaled down 2D sketch surface or model. The reason is that they lack the experience and knowledge to directly face the 1:1 spatial scale, and cannot experience and perceive the spatial feeling presented by the drawn design through drawing the space reduction drawing. In order to solve this problem, traditional teaching tends to require students to spend a lot of time making large-scale models or drawings to express the sense of space of the design, and such a design operation method must go through a long period of training and trial and error. Only gradually can the perception training of spatial scale be obtained through 2D drawings and models. Therefore, this research implemented an interactive design system. This system can be imported into VR application in the preliminary sketch design stage to assist in teaching. This system uses the game engine to design APP, which can directly convert 2D drawings into 3D and enter the VR environment experience and modify the furnishings and materials of the internal space. It can also generate QR code, converted into 3D through interactive table recognition. In this study, through the T-test analysis of the experimental questionnaire, the system has obtained consistent recognition of the learning effect of the design assistance, especially for novices than experienced hands. This result is in line with the expected purpose of the system implementation, helping design novice students to shorten the learning time and effectively construct the perception of spatial scale.

Keywords: Spatial Scale, Virtual Reality, Computer-Assisted Instruction, Design Sketch, Learning Outcomes.

1 緒論

空間設計是一門強調實際操作的學科，通常會採用專案及案例式教學法，引導學生將腦海中的想法通過手繪、電腦製圖及立體效果圖等方式將空間設計以平面、三維等方式表現出來，然後再綜合進行空間模型的製作以提升學生對空間想像的實踐力。因此在傳統教學現場，師生在圖紙上的描繪，包含尺度、空間分割以及註解等等，是討論過程中，老師與學生們分享自己的想法以及給予意見的常用工具。在傳統的空間設計教育中，紙筆及實體模型為討論過程中常用的工具。實體的模型難以在討論過程中即時進行修改，同時也必須透過想像才能體會到實際身處在空間中的感受，以及各家具物件排列後所產生的空間感。

空間設計課程的教學是整合不同知識的專業學習。長期以來，設計教學過程中在概念發展階段，手繪草圖對設計新手（大一、大二的學生）的訓練是重要的；相對於設計熟手（大三、大四的學生）則更傾向於以電腦繪圖為重（Islamoglu & Deger, 2015）。概念構想階段對於空間設計訓練過程的意義和影響都具有相當重要性。在此時做出正確的尺度比例決定，將有助於整個設計流程的順暢。在概念構想階段，常使用設計手繪草圖作為篩選構想的主要工具。清晰地呈現構想的草圖表達，有助於提高對構想的理解程度。而草圖構成的形狀、比例、透視、視角呈現及色彩表達都是與空間的尺度正相關的（Ching, 2023）。

所以在傳統的空間與室內設計教學上，通常是訓練學生使用紙筆或模型來將初步的設計概念演變為可度量化和具體化形式。然而，在學習過程中，新手初學者（大一、大二的學生）常面臨一主要問題，即不清楚縮小比例的 2D 圖或模型所代表的真實空間尺度關係。其中一個相當重要的原因是他們缺乏 1:1 真實空間尺度的經驗和知識，因此無法通過繪製縮小比例的圖來體驗和感知所繪製的設計所展現

的空間感受。因此在傳統的教學模式上，為了解決這個問題，大都要求學生花費許多時間去製作大尺度的模型或圖來傳達設計的空間感，以獲取更多資訊來判斷和解讀更多設計問題。然而，這種設計方法通常需要經過漫長的磨練和反復嘗試，才能逐漸通過 2D 圖和模型來獲取空間尺度的感知訓練。

但在空間與室內設計的教學現場上，新手學生他們對於真實空間的想像難以體會，而導致空間中物件、家具、色彩的規劃及分割後的空間感無法掌握。也由新手學生正處於學習的初階段，他們對於空間知識與空間感的想像力不足，因此在真實空間的尺度敏感度也相對薄弱，導致在構想階段所繪製的 2D 草圖，在室內空間的規劃、家具以及物件排列上，比例錯誤，不符合人因尺度。

因此，如何在現有的空間設計教學中運用沉浸式 VR，讓新手學生理解自己草圖階段的空間尺度之繪製問題，來提升學生對於草圖繪製時的空間比例、家具、尺度等整合後的人因敏感度，以增進學習效能，並優化空間設計的整體教學品質。若能在設計教學過程中，適時地透過沉浸式 VR 設備的技術來輔助設計學習的不同階段，讓學生能以 1:1 的真實比例觀看自己的室內空間設計、傢俱陳設以及室內材料色彩，並作材質與陳設的修改，應能有效提升學生對於 2D 圖面轉換成三度空間時的空間感知學習效果以及對於空間想像的訓練。（圖 1）

本研究技術實作開發一套虛擬實境輔助室內設計的互動系統，通過虛擬實境的體感模式提出一個全新的通用介面輸入架構，不僅加強互動設計，也導入了遊戲的概念增加 APP 介面的直覺性以及系統跨平台整合的特性。VR 體感互動學習的優點可增進學生在學習過程中對空間感知與空間尺度的設計理解。目前該系統已取得 2 項發明專利（I696085、I771924）及 1 項設計專利（D217264）。



圖 1. 評圖學生的實體模型透過 VR 評圖老師們表示更能掌握學生的設計問題(本研究整理)

系統的功能著重在初步設計時，能將手繪的設計草圖稿，透過拍照描繪，直接建立 3D 檔。同時，通過 1:1 虛擬實境環境系統，使設計初學者能夠直接感受空間的尺度，而不用花費太多時間去製作紙板模型或數位模型，並導入 VR 讓師生能以 1:1 的空間感受來討論空間設計的尺度，並進行設計修正，以縮短學習時間及有效地建構出空間尺度的知識與感知。而在學習成效上透過新手（大一、大二學生）與熟手（大三、大四學生）的問卷分析，探討該系統是否能縮短學習時間及有效地增進出空間尺度的知識與感知。

本互動系統是想利用 VR 直覺式的體驗及 1:1 空間導覽的虛擬實境，來建構輔助空間設計學習的即時輔助系統，以突破傳統既有空間設計教學的方式，讓學生在初步草圖設計階段，就能在空間中即時遊走進行空間尺度的感知，並進行開口、材質、物件及家具的選用評估，以輔助學生縮短在空間尺度、平面規劃及空間陳設的學習時間。研究利用虛擬實境的體感互動特性來進行設計輔助，期望突破既有設計教學的慣性，導入跨領域的創新設計工具及操作方式，建構一虛擬實境輔助室內設計的互動系統及設計流程。而研究的目的有二：(1). 有效提高學生的設計學習興趣、設計效率以及空間尺度的感知學習。(2). 在設計的草圖階段結合直覺式的設計媒材輔助，建立新的設計教學模式。

2 文獻回顧

文獻將從空間設計中尺度感知的重要性切入，透過空間設計中數位媒材以及虛擬實境的發展歷史，探討有關電腦輔助設計在學習的應用。其次將探討人機介面的設計重點以及互動性的重要性。最後是針對空間設計教學方法與本研究技術實作的相關參考文獻之回顧。

2.1 空間設計的尺度

空間以人為尺度的觀點，最早由 Vitruvius 在《建築十書》中提出了描述人體與建築比例的基本模型，從標準尺寸轉移到人體與空間的公約定數上。在文藝復興時期發展起來的“透視法的典範”通過數學描述將人體視為測量系統，將人的印象轉化為比例性的觀點。通過這種科學的研究方法，開創了文藝復興時期建築與美學的新發展 (Palumbo, 2000)。20 世紀，柯比意提出了“模矩” (Modulor) 的概念，他認為“模矩”實際上是關於人的尺寸與測量的概念，獲得數字價值。建築空間作為人的容器和延伸，是身體的重要延伸部分，因此通過使

用身體來感知是最適合、最直接的測量方法，使空間概念得以具體化。

所以，我們知道空間尺度的感知，是以自身為量測工具。但在傳統的空間設計教學上只能從自身的想像以及繪圖過程來感受設計者自己所描繪的空間大小與氛圍。因此，對於空間與室內設計的初學者往往是很難想像實際的真實空間感受。如何透過數位媒材的協助，讓初學者能在草圖階段即能夠了解自己設計的空間尺度大小關係，便成為重要的問題。

2.2 設計過程中從傳統到數位媒材的發展

在空間設計中，繪圖行為被認為是一種能夠激發和培養設計創造力的行為。在繪圖行為中，模糊而缺乏結構性的草圖與設計創造力的正相關 (Purcell & Gero, 1998; Verstijnen *et al.*, 1998)。在電腦出現之前的設計媒材，傳統尚主要是使用筆和紙來繪製的手繪草圖。

在電腦媒材介入設計之後，電腦輔助設計對整個設計過程產生了多方面的影響。在 90 年代，電腦已被確認為設計工具的一部分，並開始影響傳統設計，對設計師的思維過程產生影響。相關研究開始探討設計中電腦的角色以及未來的發展，尤其關注電腦在設計過程中提供的輔助作用 (Van Elsas & Vergeest, 1998)。Sasada (1999) 在實作研究中認為電腦是一種強大的媒介，在設計中有三個層次的應用。早期被視為設計展示的工具，因為運算速度慢，無法輔助設計決策，僅作為工具使用。後來成為設計過程的媒介，進入了設計思考的層面，設計師可以將電腦的運算能力直接應用於設計，並通過其在溝通、評估、展示等方面的角色幫助做出設計決策。近年已發展到介入概念階段，協助人類無法通過非電腦手段生成的設計構想，或者間接幫助設計師獲得構想，電腦的應用在設計中逐漸接近設計的核心。

另外，在 Van Elsas 和 Vergeest (1998) 的研究中，探討了電腦輔助概念設計系統 (computer aided conceptual design, CACD) 中早期階段使用電腦輔助設計的優勢。這些優勢包括：第一，能夠提升設計概念的品質；第二，允許快速生成替代方案；第三，提供更好的平台進行溝通與評估；第四，使用電腦輔助概念設計可以在早期的設計決策避免錯誤的代價等。相關研究主要集中在電腦系統的開發上，嘗試建立運算式繪圖環境，以實現數位運算與草圖的直接關聯，使設計師能在概念發展階段廣泛應用電腦進行草圖測試 (Gross, 1996)。

近來電腦科技迅速發展，尤其是虛擬實境（VR）的新技術更讓電腦繪圖技術達到前所未見地擬真。如何運用數位科技媒材來協助設計的創造力會是設計過程中的重點。因此，數位媒材對設計的影響必然會對設計創造力帶來變革。因為資訊科技的價值並非僅限於生產力，而是在於其創造力，以及它開創設計新局的潛力（Y. T. Liu, 2002）。

2.3 虛擬實境應用

虛擬實境（Virtual Reality, VR）一詞最早是 1970 年代於麻省理工學院出現。虛擬實境是通過電腦繪圖和影像合成技術，結合聲音處理，模擬構建的虛擬世界。在這個虛擬世界中，物體可以是人們熟悉的周圍事物，也可以是肉眼無法看見的，甚至是虛擬想像的空間。在虛擬實境系統的環境中，可以戴上頭盔顯示器，手控 3D 滑鼠或戴上感應手套等設備，在虛擬世界中自由地遊覽和探索，並且控制或觸碰物體。過程中，系統會根據你的動作，通過設備上的感測器接收資訊並傳遞到系統中進行計算處理，即時更新顯示或回應行為。因此，虛擬實境確實能夠讓人們完全沉浸在系統環境中，體驗身臨其境的感知。虛擬實境包含三大要素（Burdea & Coiffet, 2003）：(1)想像力（Imagination），是指知覺感受接受刺激後，通過神經傳遞至大腦，再借助過去的經驗形成幻覺。(2)融入性（Immersion），意味著人類利用知覺器官來全身心地感受整個虛擬實境，仿佛真實地置身其中。(3)互動性（Interaction），表示人與機器之間相互回饋的關係。

從功能特性的角度來看，虛擬實境可以被解釋為一個由立體電腦繪圖、音效和其他身體感知介面組成的模擬環境，旨在創造出一個極具逼真感的虛擬世界。在這個虛擬世界中，使用者能夠即時地與虛擬環境互動。所謂的即時互動意指電腦能夠實時感知和監測使用者在虛擬環境中的活動，並立即做出適當的反應和回饋。這種即時互動的能力帶來的是讓使用者感覺自己完全融入了模擬的虛擬環境之中。除了視覺之外，虛擬實境還能融入其他感知資訊，讓使用者能夠透過觸覺、嗅覺、聽覺等多種方式與虛擬環境進行互動。因此，我們可以將虛擬實境定義為一種高級的使用者介面，透過介面能將多種人類感知通道實現即時的模擬和互動能力（Mystakidis, 2022）。

目前，虛擬實境技術已廣泛應用於室內空間設計領域。與傳統的手繪圖相比，當代設計生產主要依賴於電腦技術，數位化設計在各個

設計階段得到廣泛應用。在設計過程中，進行空間視覺模擬，可以作為設計評估的參考。例如，在施工前進行的設計模擬可以提前發現問題並進行改進，減少試錯所帶來的成本。在設計階段，虛擬實境的空間模擬可以加強不同專業領域的緊密整合。同時，它也允許設計師、使用者或客戶自行操作電腦，自由地觀看設計成品的任何角度，甚至即時進行修改（圖 2）。



圖 2. VR 綠幕設備與空間 (本研究整理)

2.4 人機介面與電腦輔助設計

在 1963 年，Ivan Sutherland 提出了 Sketchpad 研究計畫，人機介面開始受到研究者的重視。對於電腦輔助設計（Computer-Aided Design）的研究也迅速增加，引發了對於輸入與顯示技術的重要性的探討（Baecker, 2014）。到了 1981 年，Xerox 推出了 Star Information System，建立了現代個人電腦的基本架構，包括處理器、顯示器、鍵盤以及指標控制裝置（滑鼠）。在這個時期，人機介面的關注點開始轉向如何理解顯示器背後的虛擬空間，引入了圖像指令、樹狀選單、視窗系統等概念。同時，這也奠定以使用者為中心、直覺化和視覺化操作等介面設計的重要原則，這些概念一直延續至今。

人機介面，又被稱為人機互動，是專注於開發使用者介面設計的領域。圖形介面具備直接操縱的特性，通過在屏幕上直接操作可見的物件，類似於人類肢體動作的方式，改變系統狀態。例如，通過滑鼠點擊和拖曳或者使用光筆在屏幕點擊，都屬於直接操縱的範疇。透過互動式的 3D 即時編輯介面，可以實現對新事物的學習和探索（Chien & Flemming, 2002）。

在 1962 年，Morton Heilig 提出一個有趣的觀念，sensorama 讓使用者透過影像、聲音和氣流的結合，體驗沉浸式（immersion）的感覺。隨著 90 年代 3D 技術的逐步成熟和投影設備的普及，研究者開始致力於視覺化塑造完整虛擬空間。在 1992 年的 SIGGRAPH 展示中，出現了"The Cave"，透過立體眼鏡和周圍的投影幕，觀眾能夠即時感受到立體空間，這

種沉浸式的感知成為探索虛擬空間的重要要素。隨著使用者中心的思想不斷發展，全虛擬環境硬體的操作介面變得多樣化，包括手部動態追蹤、眼部追蹤、手勢辨識、位置辨識等方向。這些不同的操作方式進一步分析了身體所能傳達的訊息 (LI *et al.*, 2019)。

隨著展示科技的飛快發展，虛擬實境軟體的開發與應用也得到了全面提升，同時運算位元組的擴充以及資料處理速度的提升，促成了互動式多媒體介面的崛起。這些進展有效地提供了人機介面的研發資訊，使得人體、介面、機器和程式語言之間的互動得以實現。從科技的角度來看，虛擬實境可以被視為一種「人類－電腦介面」的形式，它的特點在於環境的模擬。隨著數位時代的到來，多媒體互動人機介面工具已成為虛擬實境科技發展不可或缺的一部分。同時，在虛擬實境發展系統的設計方面，傳統的單向溝通和系統控制逐漸被雙向溝通和學習者主動控制學習情境所取代。此外，在資訊時代，數位資訊平台的持續發展和眾多軟硬體的不斷創新，使得電腦與多媒體的結合衍生出全新的「互動式虛擬實境」模擬環境 (圖 3)。



圖 3. 互動式虛擬場景之建構(本研究整理)

2.5 電腦輔助設計的互動式學習

互動科技中的「互動性」一直被認為是數位媒材的重要特質。透過電腦資訊介面呈現的互動科技，當參與者獲得指引訊息後，能夠與物體進行某種程度的心得交流，從而實現參與後的體驗和反饋 (陳永賢, 2005)。當我們面對機器時，不直接看使用說明書，使用者透過介面所透露的各種暗示和訊息以及倚靠與機器互動來瞭解如何操作，就是心智模型 (Norman, 1993)。而互動 (Interactive) 是指人與機器之間進行訊息交流、互相回應和反饋，以實現個別化和適應化的效果。Borsook 和 Higginbotham-Wheat (1991) 針對互動多媒體設計提出構成互動的六項要素如下：「立即回應 (immediacy of response)、非線性取用內容 (non-sequential access information)、可適應性 (adaptability)、回饋 (feedback)、選擇權 (option)、雙向溝通 (bi-directional

communication)。」

在電腦教學活動中，互動指的是學習者與電腦之間的相互作用關係，這關係涉及學習者是否能夠與所提供的環境融為一體。同時，教學系統還應能夠根據學習者不同的需求調整互動模式與建議。互動可分為三個層次 (Gao, 2003)：反應式 (reactive)、主動式 (proactive)、雙向式 (mutual)。在互動的 CMC (computer-mediated communication) 科技技術的機制下，虛擬實境在空間設計的數位輔助與應用，首先是透過虛擬實境的數位科技媒材來創造與設計可視覺化的新空間；第二是著重在虛擬實境媒體所創造的人機互動界面及其所呈現的視覺效果，來討論設計思維的呈現在虛擬空間與真實空間的差異；最後是透過基於遊戲的娛樂科技，展現了空間的多樣性，並創造一個新的設計取向與互動方式，來挑戰實體與虛擬空間中複雜的環境互動行為 (圖 4)。



圖 4. 互動式 3D 即時介面(本研究整理)

虛擬實境在空間設計的數位學習輔助和應用方面，逐步演變，從以往的傳統單向系統溝通和控制方式，轉向強調雙向交流，由使用者主動掌握情境的控制。隨著數位學習的興起，設計教學的數位系統整合已愈來愈重要。在相關的虛擬實境研究，許多學者認為虛擬實境在對學生學習能力的提升上具有潛力。多數學者認為虛擬實境可以作為輔助學生空間能力的學習工具，因此建議應用虛擬實境在教學上，讓學生探索空間概念。在此一趨勢下，如何設計一個具系統化的單一整合學習環境，讓學習者透過虛擬實境的輔助學習系統，達成設計教學的目標，已成為整個電腦輔助設計教學及學習活動的重點 (Colreavy-Donnelly *et al.*, 2022; Zou & Tsai, 2022)。

2.6 虛擬實境在空間設計的研究

虛擬實境在空間與室內設計上的應用，近

年由於 HTC 及其他廠商的相繼投入使得沉浸式 VR 的設備變得更可親近，而在應用層面也越廣。虛擬實境作為一種表達、溝通、互動的方式，早期的應用與研究以實體及虛體視覺化的模擬為主，作為設計的模擬與溝通，近期逐漸以跨領域及產業的應用為主。虛擬實境於空間設計產業相關應用的研究指出，透過虛擬實境的溝通模式，確實能明顯提升設計可行性、溝通效率和設計決策的優勢，尤其對「材料質感」、「色彩計畫」、「整體氛圍」等會有明顯的提升 (Juan, Chi & Chen, 2021)。而虛擬實境在模擬真實空間的導覽是能讓室內設計師與客戶之間更有效地進行溝通 (S. Liu *et al.*, 2021)。

近年相關研究中有 4 大方向，空間認知與尺度感、設計創造力、用戶的感官體驗以及商業上的應用。Banaei 等人的研究從建築和心理學的角度對不同空間再現形式的情感影響所進行的研究，顯示與刺激類型有關，使用了頭戴式虛擬現實 (HMD-VR) 裝置可增強使用者對空間的認知 (Banaei, Ahmadi, Gramann, & Hatami, 2020)。Zhang 等人提出以沉浸式 VR 研究可增進空間尺度感知 (SSP, Spatial Scale Perception) 的強度 (Zhang *et al.*, 2020)。Brusatin (2020) 則更大膽地在指出，設計師敘述 (繪製) 設計以使其變為現實，但設計中 VR (虛擬現實) 趨於主導 RR (真實現實)。Obeid 與 Demirkan (2020) 的研究指出沉浸式虛擬設計環境比非沉浸式虛擬設計環境更能促進參與者的設計過程創新，並提出虛擬實境可作為一種創造力支持工具，所以沉浸式 VR 不僅可以改善用戶空間意識，也減少了設計師重建和修改設計的時間。

2.7 空間設計的教學方法研究

設計行為是一種融合實用性、美感和創意等多元條件的綜合計畫。設計專業教育涵蓋廣泛領域，涉及多種學習領域。設計教學包含實作、思維培養、實務技能和創意發展等內容，其課程通常強調透過實際操作來累積經驗。設計工作坊及設計案例成為主要的教學形式。設計工作坊旨在培養學生的創造力、繪圖能力、問題解決能力、溝通技巧和規劃流程，使學生能以設計師的思維方式進行思考，並透過圖像、模型和視覺語彙來呈現和解決設計案中的問題。(游萬來、楊敏英、廖珮玲，2007)。

空間設計教育中，設計工作室被視為一種主要的教學方法。它是學生獲取知識、培養批

判性思維能力和增強創造力的地方，因此大都採師徒制 (Makki, Farooq & Alaskar, 2019)。空間設計教學內容及目標是要在設計課程中訓練學生經由設計實作來體驗與呈現空間；同時，在進行繪圖、模型製作以及研究討論分析的過程中，反覆運用不同的思考模式，以熟練的分析、推理和組織能力，結合設計價值觀和專業知識，完成作品。因此繪圖在空間設計中是基本的訓練與溝通的媒介方式，教學方法以學生為中心，教師主要以輔助教學的方式協助指導，透過小班式的教學在課堂改圖方式作為教學模式的活動之一。

基於學習理論的數位化教學方法中，虛擬實境是符合情境教學理論的。情境教學理論強調個體需要沉浸在知識的實際情境中，通過觀察、模仿和實際活動，才能真正理解知識和技能的意義。虛擬實境是最佳應用情境教學理論的工具。虛擬實境利用多媒體電腦技術模擬真實場景，結合互動式硬體設備，如頭戴式顯示器、立體眼鏡和感應手套等，讓參與者獲得身臨其境的感覺。它有影像式虛擬實境 (Imaged-based VR)、幾何式虛擬實境 (Graphic-based VR)、和混合式虛擬實境 (Hybrid VR) 三種方式，在學習的應用領域將越來越廣泛 (Bolshakova & Taratukhin, 2022; 施文玲，2007)。

傳統教學存在以下三個問題：首先，教師仍然採用傳統的教學方式，過於理論化，實踐性較差。其次，雖然教師使用了多媒體教學方法；但在展現抽象的三維空間方面存在困難。第三，在空間與室內設計教學過程中，缺乏對真實空間設計專案的實際操作。課堂模式通常是教師提供基地與案例資料，學生根據教師提供的資訊進行設計。因此，課堂上師生之間的設計溝通工具主要是手繪草圖和實體模型 (Orthel & Day, 2016)。這種教學方式缺乏學生對空間設計專案的實際體驗和人因尺度的掌握，導致新手學生在考慮實際室內空間時缺乏足夠的務實考量。

因此為了解決此一傳統空間及室內設計教學上的溝通工具及增進學生對於空間感知的掌握，有研究題出以虛擬實境技術運用在教學中，可促進教學觀念、教學內容、教學活動的改革。期望運用虛擬實境技術來創新教學方式，營造一種從以教師為中心轉變為以學生為中心的教學環境。並利用引入 VR 技術使學生的空間認知形式更具真實與動態性來變革教學內容。

表 1. 輔助設計繪圖軟體比較

軟體名稱	系統	功能	優點	備註
Sweet Home 3D	PC 平台 線上平台	室內空間的平面圖繪製	可看見當前空間尺寸、準確的尺寸標註、易閱讀之軟體介面、可匯入多樣化家具	無法自動解除繪製模式、繪製範圍有限、材質分類不足
Floorplanner	線上平台	室內空間平面圖繪製	自由繪製的空間、材質更換方便、家具可自由配置、軟體帶有對齊功能	部分家具、材質為付費使用
Homestyler	線上平台	室內空間平面圖繪製及 3D 空間觀看	軟體可進行詳細之牆體設定、介面會同步顯示 3D 空間狀況、可自有創作部分材質、不同視角的家具配置	大部分家具為付費使用、視角移動較為複雜
Planner 5D	行動載具 Android、IOS	室內平面圖繪製，3D 視角觀看	軟體可匯出 3D 效果圖，真實之家具模型，可參考之空間模板	繪製模式不夠直覺，大部分家具為付費使用
Magicplan	行動載具 Android、IOS	室內平面圖繪製，空間渲染圖匯出	可透過 AR 系統進行空間拍攝並建構平面圖	收費，部分家具或門窗無法放在對應材質上

資料來源：本研究整理

3 研究方法與步驟

研究方法如下，並採用 T 檢定統計來分析輔助設計學習的成效：

(1)「文獻研究分析」：從空間模擬、人機介面及互動學習的應用案例分析，了解電腦輔助設計對於空間設計教學、空間數位資訊及互動式的類型，以及在電腦輔助設計系統的設計過程中需要具備的技術特徵。

(2)「互動設計系統案例分析」：透過對於現有的電腦輔助設計繪圖軟體與平台技術、互動設計技術、數位媒材及互動教學研究進行工具案例分析，並配合系統分析的設計原則與功能需求，規劃出運用虛擬實境媒體所需的系統介面及操作流程。

(3)「問卷設計與統計分析」：本研究問卷採 5 分制，對象為空間設計系 1 到 4 年級學生，分成新手與熟手兩組。問卷設計涵蓋在使用互動系統後之空間尺度、空間感知、設計流程與設計學習的構面滿意度，並採用 SPSS 軟體透過獨立樣本 T 檢定進行資料分析。

研究假設有下列兩點：

(1).虛擬實境輔助設計系統可以有效地提升空間設計初學者（新手）在空間尺度的感知訓練。

(2).運用虛擬實境媒體在空間設計的輔助教學方式可以增進學生的學習效能。

3.1 互動設計系統案例分析

電腦輔助設計繪圖軟體如架構在 PC 系統的 Autocad、Sketchup、3DS MAX、Rhino 等，常以 2D 的圖面與 3D 模型繪製為主。近年有不少網路平台開發出線上的室內設計繪圖軟體，並擴及到手機與平板等行動載具來方便使用。這些軟體大多能透過線上網路平台進行使用而不必下載至電腦。

在科技的發展下，行動裝置的功能也更加廣泛，催生了可進行設計圖面繪製之 APP，研究分析 5 款輔助設計軟體在系統及功能（表 1）。前三款為 VR 作為學習的互動系統研發時所參考的平面繪圖相關軟體，皆可快速進行平面繪製並產生 3D 模型，讓使用者能便利進行修改。後兩款為行動載具上的 APP 軟體，透過行動載具方便進行設計討論，提供 VR 互動系統在介面設計的配置模式參考。在以上軟體的使用分析後，VR 互動系統的技術實作考慮以下 3 點：(1).在設計平面圖繪製軟體時應規劃固定之繪製流程，以便簡化繪圖的複雜程度。(2).規劃部分繪圖以外之功能：如 3D 視角觀看、圖面或視角透視的輸出、輔助繪製之網格、軟體使用說明等。(3).介面應使用圖示來指涉功能內容，讓使用者可以更便利的使用。

3.2 問卷設計

本研究問卷設計將探討在設計學習中有關空間尺度與空間感知的因子，並針對 VR 輔助空間學習與傳統教學以及在新手與熟手間

的差異來設計問卷的構面，問卷的測試對象為空間設計系大學生。研究問卷的設計分成四構面：空間尺度、空間感知、學習成效（設計流程與設計學習）與科技輔助（載具應用與雲端資料庫）。

在空間尺度中為了要了解 VR 是否能提升使用者對空間中物件在尺寸上的了解，因此透過尺度、距離、序列以及空間佈局來做設計因子的思考。在建築的空間尺度中因子關乎：平面佈局、尺寸控制、立體型態、次序、比例、方向對比、空間銜接尺度、距離、序列與空間佈局（Ching, 2023）。本研究重新整理如下表 2 說明。

表 2. 空間尺度因子

項目	因子	說明
尺度	大小	判斷空間中物件是否過大或過小
	尺寸	更為準確的判斷空間中物件的尺寸差異
	比例	物件比對後對於物件比例正確性的認知
距離	距離	對於整體空間方向的掌握
	間距	用於連接各個空間的過道
	相對位置	提升對整體空間在規劃上的掌控
序列	排序	使用者對於空間排列的相關知識
空間佈局	空間掌握	使用者對於不同視角的空間掌握

資料來源：本研究整理

針對空間感知能否透過 VR 的互動體驗來提升使用者在整體空間認知的能力，因此分別在方向性、靜態、動態、配置、真實性及關注度等方面來做設計因子的探索，以便於分析 VR 應用在室內設計的使用效益。在空間感知的文獻研究（林庭羽，2012），指出空間感知的因子關乎：方向性、靜態、動態、配置、真實性及關注度。本研究重新整理如下表 3 說明。

研究問卷的設計分成四構面共 39 題，問卷構面與題目如下（詳附錄二）：(1).空間尺度 9 題(A1-A9)；(2).空間感知 14 題(B1-B14)；(3).學習成效 11 題：分成兩面向，一為有關設計流程 4 題(C1-C4)，以及有關設計學習 7 題(D1-D7)；(4).科技輔助 5 題：分成載具應用 4 題(E1-E4)，以及雲端資料庫的應用 1 題(F1)。

（詳附錄一及附錄二）

表 3. 空間感知因子

項目	因子	說明
方向性	方向性	使用者在 2D 與 3D 間轉換後方向的判斷
	通透性	使用者對於空間中開口的掌握
	位置	對於空間中物件方向的掌握
靜態	靜態	空間中不會變化的物件
	質感	空間中色彩及材質的變化
	透視感	不同物件在空間中立體感的差異
動態	視角變化	在虛擬空間中不同視角的差異
	動線	空間中移動路線的變化
	場景變化	虛擬空間中景色的轉換
配置	配置	對於空間設計在配置上的知識
真實性	對比真實經驗	使用者在虛擬空間中所見與真實經驗的差異
關注度	專注性	在空間體驗時對於問題的敏感性

資料來源：本研究整理

3.3 實驗步驟

本次實驗共有 1-4 年級大學生，共 66 名協助進行測驗，分別為 38 名高年級學生（熟手）和 28 名低年級學生（新手），高年級學生具有獨立進行設計之相關經驗與 3D 繪圖能力；而 28 名低年級學生皆為具有空間設計相關基本知識之學生，皆擁有考取丙級手繪建築製圖及 2D 繪圖能力。實驗測試地點：本系 VR 實驗室_D3304；測試使用設備：MSI 筆記型電腦、HTC VIVE COSMOS、安裝 VRoom 之安卓平板；每次 1 人。實驗為掌握時間，受測者需挑選在 VRoom 系統中預先設定完成的 1 個公寓平面格局來進行設計編修與家具陳設（圖 5）。

測試過程如下：1.測試內容及目的簡介，約 5 分鐘；2.軟體操作與功能說明，約 5 分鐘；3.軟體實際測試，總共 30 分鐘，分為平板繪圖體驗、互動桌家具配置、虛擬實境場景沉浸式體驗與 VR 中進行編修，各項測試時間為 5-10 分鐘；4.學生體驗感受討論及學生問卷填寫，約 10 分鐘。

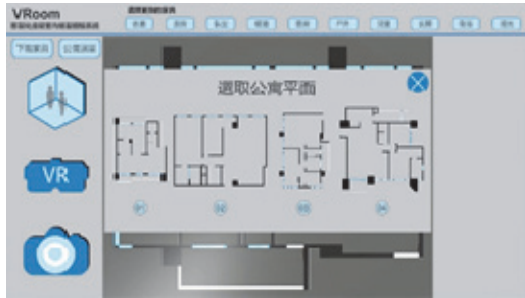


圖 5. 公寓平面的選取 (本研究整理)

4 VR 互動系統架構設計與功能

本研究的 VR 互動系統是做為輔助低年級室內設計教學的工具，讓初學者在完成平面格局的草圖設計後，開啟系統透過平板掃描草圖，並在系統中描繪完成 2D 平面格局完成數位化以及利用系統的資料庫進行家具的陳設。如此系統會自行產生 3D 空間，並可進行空間瀏覽，或透過虛擬實境設備在等 1:1 的空間中體驗並編修。新手學生透過虛擬空間的瀏覽能親身體驗草圖設計的空間尺度與感知。

在空間與室內設計教學上，為了要讓新手學生在草圖設計的階段就能有適當的數位輔助工具，來協助縮小草圖與正圖的空間尺度與比例的誤差，並培養學生對於 2D 圖面轉換成真實空間的想像力與感知力。因此，系統的特質是導入遊戲引擎（UNITY）及 APP 開發透過使用 VR 體驗式輔助設計系統（VRoom），使設計初學者能夠實際感受草圖設計方案在真實空間尺度和平面佈局中的關係，同時可以直觀地操作和即時修改草圖設計。

而 VRoom 作為輔助設計工具，其運用的限制、教學範圍及特質如下：

(1).其限制為針對低年級學生在繪製設計草圖階段時使用，以訓練空間感知與空間尺度，需有相對應的 VR 設備。

(2).教學範圍透過 VR 的應用除了輔助低年級學生的室內設計課程外，也可輔助基本圖學課程，協助學生進行空間或家具配置、色彩及材質選用來對繪圖空間進行空間尺度以及感受上的體驗。

4.1 VR 互動系統架構設計

本研究的 VR 互動應用是採直覺式室內配置設計，透過 Unity 遊戲引擎開發的輔助設計系統，特別是指一種將個人對於空間設計的想法融入於空間意象感知中的室內配置設計

系統及方法，搭配虛擬實境互動裝置提供使用者進入自己創造的場景並體驗，目前已取得 2 項發明專利及 1 項設計專利並獲得 2021 及 2022 年「台灣創新技術博覽會」兩屆的金牌。VR 的室內設計互動系統在原型發展的架構概念，分成 6 部分：平面繪圖、拍照上傳、校正、生成 3D 與 QRcode、VR 環境中的材質與家具選單以及 VR 環境中的編修功能，並先以 Unity 遊戲引擎設計後進行 APP 設計測試(如圖 6)。

VR 的 APP 互動系統可以經由將草圖拍照或直覺地利用 App 在平板載具上快速規劃室內空間的配置設計，包含家具陳設及材質指定，產出 3D 立體檔案以及平面圖，並衍生一 QRcode 圖型提供列印。在透過 QRcode 的辨識呼叫或直接讀取檔案，可在 PC 電腦端進行家具、材質的 2D 或 3D 編輯，或直接透過虛擬實境設備，在完全沉浸式地 3D 虛擬環境進行互動操作，除了能即時體驗空間外，也同時進行開口、材質及家具替換的編修功能。整體架構可分成四項，說明如下（圖 7）：

(1).系統架構：使用者透過平板載具或電腦端設計空間內容，透過網路上傳資料到雲端資料庫；而將上傳的空間設計資料，下載到 PC 電腦系統或平板載具上，系統會依照數位資料建置出 3D 房間，每個空間量體可以綁定一張圖卡，使用者可以將圖卡放在互動桌上組裝排列各種空間變化，並透過 CCD 辨識圖卡轉成所對應的數位空間資料，除了可進行 3D 空間的瀏覽外，同時可以使用 VR 設備連接 PC 的方式直接深入體驗空間內容並及時修改物件。

(2).硬體架構：分成設計操作端（平板或 PC 電腦），及設計體驗端（電腦+網路攝影機+VR 設備+互動圖卡方塊）。

(3).網路架構：分成區域網路，在互動桌電腦安裝伺服器軟體，透過 wifi 或是有線方式與平板連接，進行互動。公開網路，將資料庫放在雲端，不同使用單位在使用時先建立編號，平板在與該編號做綁定進行上傳，互動桌電腦只下載該編號的檔案。

(4).雲端資料庫架構：分成空間資料庫與家具資料庫，並對應到 QRcode 作為辨識數位資料方式。

VR 應用系統作為概念發想的輔助設計工具，在草圖階段便能協助空間感知與尺度的掌握以及材質與色彩的討論，而藉由 VR 全尺度的空間瀏覽，能輔助學生更清楚的瞭解空間、材質與家具尺度的關係，節省製作模型與 3D 繪

製的時間，協助縮短在進入設計定案前的時間，並提升設計新手的空間感知與學習成效。

互動系統的介面規劃如圖 8 所示，視覺化的空間編輯器做為繪製或修正草圖空間與擺放家具，完成後就可上傳至雲端。系統的主要

操作分為以下步驟：(1)設計房間尺寸與機能，(2)設定家具內容，(3).確認 3D 模型，(4)改變 IP 位址，(5)上傳資料。

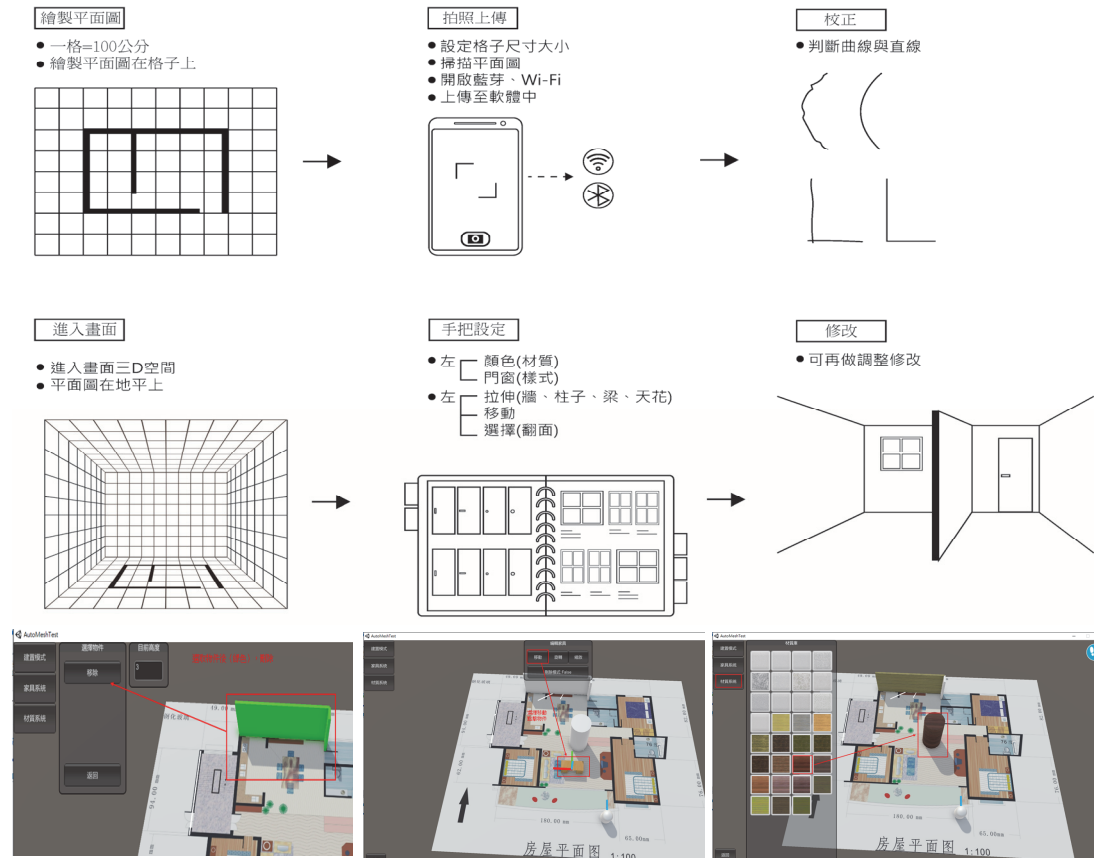


圖 6. 原型架構的概念圖及遊戲引擎設計 APP 測試(本研究整理)

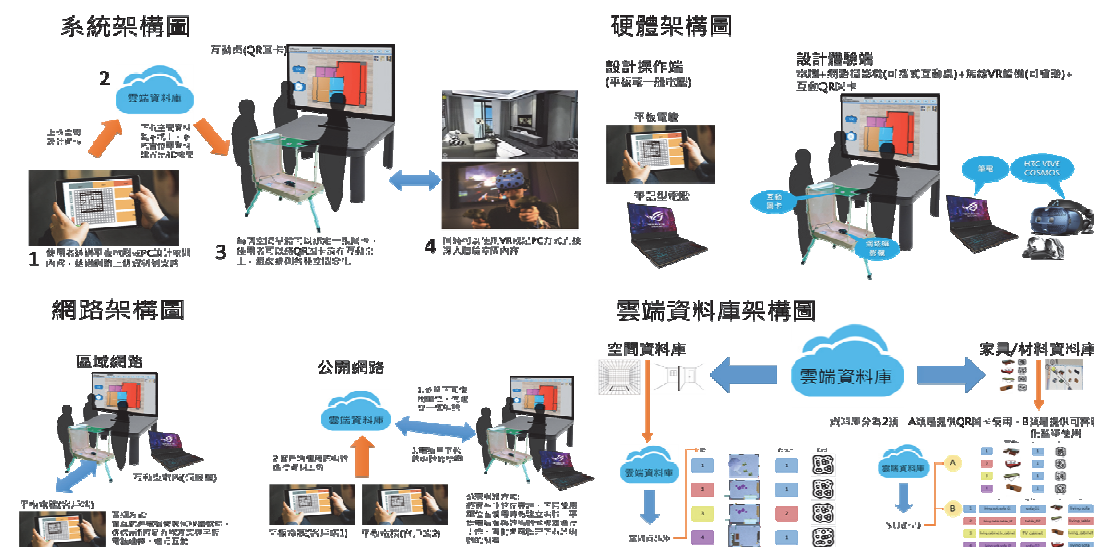


圖 7. VR 輔助設計系統架構圖(本研究整理)

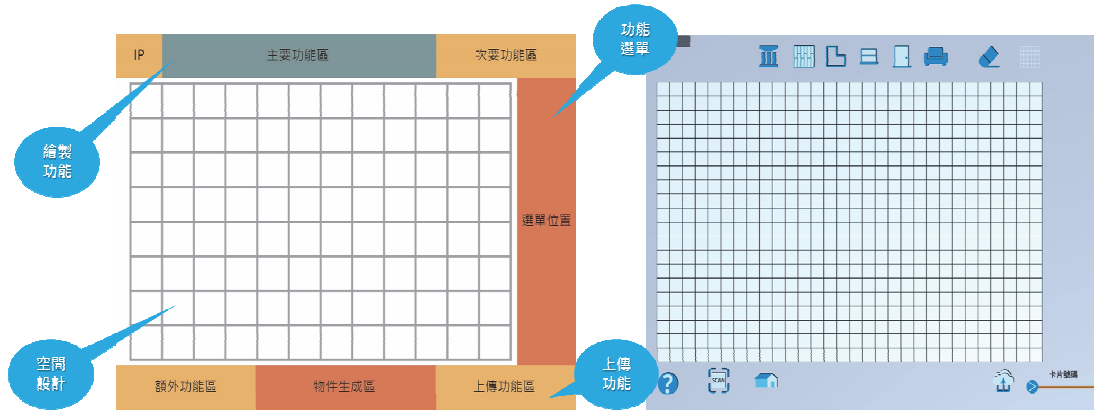


圖 8. 平板介面分區功能與視覺化編輯器畫面(本研究整理)

4.2 VR 輔助室內設計互動系統功能

VR 互動系統分成兩種硬體設備來操作：

(1). 平板或電腦，對該設備安裝設計好的視覺化編輯器，透過草圖拍照或直接在 APP 上繪製 2D 平面空間並加入家具與材質後可自動生成 3D 圖面資料，並進行設計編修，完成後可上傳至雲端資料庫。

(2). 第二是互動桌連接電腦端，會即時下載雲端上的資料，將房間資料轉化成 3D 模型空間，並透過房間 QRcode 編號與互動方塊做綁定，使用者只要拿著配對好的方塊圖卡，就可在互動桌上進行空間單元與物件的組合，電腦畫面可看到組合的 3D 空間結果，同時配戴 VR 顯示設備，可進行 VR 的空間互動體驗與編修。

APP 在軟體上分為平板載具、互動桌裝置、虛擬實境沉浸體驗 3 個面向，分別對應了平面繪圖、家具配置、空間體驗三個部分，各項硬體上的功能運用方式如下：

(1). 平板載具端：在整體操作上以平面圖繪製為主，並融入了 3D 瀏覽的功能。首先在繪製上依序從牆壁、柱子、地面、窗戶、門以及家具的順序來做操作；牆壁主要是透過使用者的手指在網格上拖曳來繪製；柱子、地面、門窗、家具則是在開啟選單後選擇要生成的家具並將其放置在目標地點，整體介面如下圖 9。在完成繪製後會，點選 3D 的功能來做空間的即時導覽觀看並了解整體空間，確認後透過上傳的功能將資料及圖面上傳至雲端如下圖 10。

(2). 互動桌裝置：主要的功能為家具的配置。透過與電腦連結後運用攝影機來做家具方塊 QRcode 的偵測，並立即顯示出對應的家具數位資料的模型，而在配置上的方式會透過移

動家具方塊來變更在空間中家具的位置，如下圖 11。

(3). 虛擬實境沉浸體驗：主要功能是進行 1:1 空間的沉浸式瀏覽體驗以及對家具、材質的編修，如下圖 12、13。

整體操作系統的功能包括空間編輯單元、雲端伺服器、互動桌、處理單元以及互動與虛擬實境介面。系統功能在於將空間草圖轉換為空間單元對應的 QRcode 圖卡，用以取代過去的空間設計實體模型，且透過互動及虛擬實境介面可即時顯示互動桌上之圖卡的空间配置，讓使用者穿戴虛擬實境裝置進入自己創造的場景中體驗。系統相關操作功能的詳細說明如下 5 點：

(1). 提供使用者藉由直接在空間編輯單元的編輯介面上，經由一編輯程式進行繪製及修正以形成該空間草圖；此外，該空間編輯單元更包括該掃描介面用以提供該外部空間圖的匯入。該空間編輯單元提供一個編輯介面方便使用者加入其個人想法及喜好於所要規劃的空間意象中，再者，利於後續的空間設置、調整、編輯、修正及規劃（圖 9）。

(2). 藉由該空間編輯單元與該雲端伺服器的連接，將上傳至該雲端伺服器的空間草圖轉換為空間單元，且於該室內配置資料庫中找與該空間單元個別對應的圖片資料以形成複數圖卡。如此，空間草圖以數位資料的格式存放於雲端伺服器，改變過去耗費多時以製作空間設計模型的型態（圖 10）。

(3). 藉由 QRcode 辨識圖卡的互動桌設備，提供一個空間內容重新配置的平台，用以設置、組合及排列各種空間變化等，該掃描器擷取該等圖卡且上傳至雲端伺服器。其中，藉由將空間草圖轉換為對應的空間單元，在形成對應的圖卡後，藉由自雲端伺服器下載圖卡且

印製，由圖卡的空間編輯意象取代過往的空間設計模型，使得空間的設計配置上增加可調整的彈性，以及增加個人化設計的豐富度（圖 11）。

(4).藉由該處理單元與雲端伺服器連接，該處理單元將圖片資料配置於一底模以形成一室內配置設計圖，利於後續使用者藉由互動及虛擬實境介面，進入並體驗自己創造的室內配置設計圖（圖 12）。

(5).藉由該互動及虛擬實境介面與處理單元的電腦連接，用於即時顯示該室內配置設計數位模型，以及提供使用者進入虛擬實境的一個介面（圖 13）。

VR 的互動操作與功能具有以下 3 特點：

(1).直覺性的操作：第一階段透過直覺 APP 介面操作，使用者可以清楚明確的建立空間配置與家具陳設規劃。

(2).即時空間體驗：當使用者結束第一階段的空間設計的繪圖與組合後，即可使用虛擬實境系統進行空間體驗，而且在 VR 體驗過程中也可以進行材質家具等替換即編修的功能，讓使用者自身的設計可以更完整。

(3).增進互動討論：藉由該系統的操作，能縮短學生與老師在討論設計上所耗費的大量時間，增進設計互動的參與可能性。

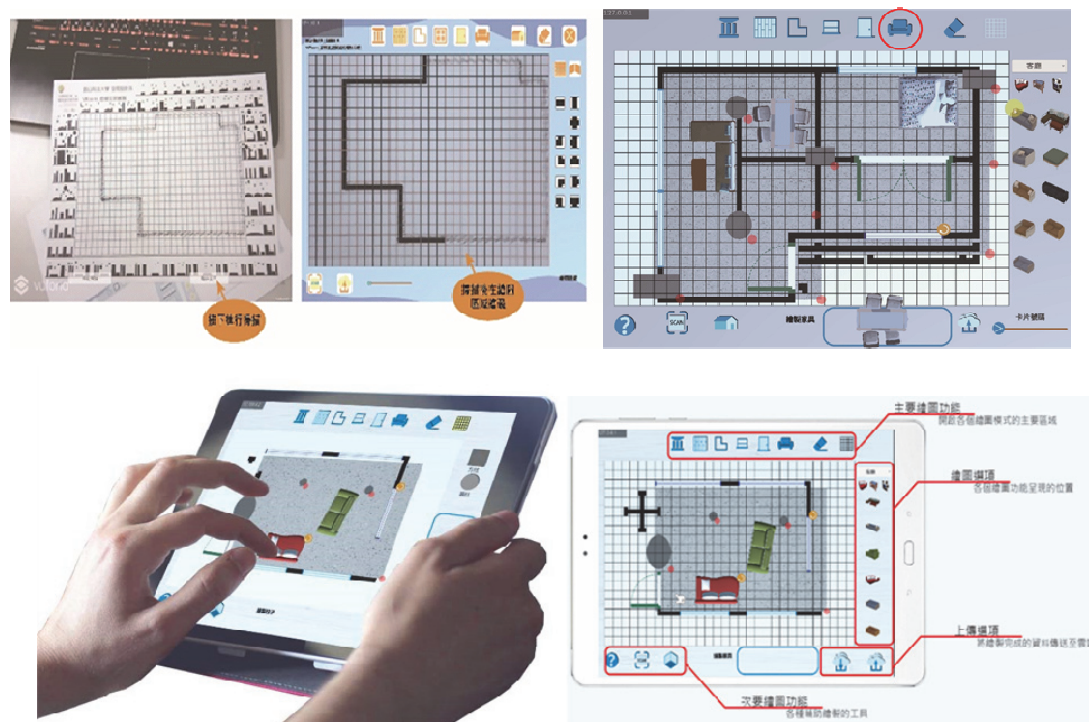


圖 9. 草圖掃描進入平板電腦描繪及進行家具規劃(本研究整理)

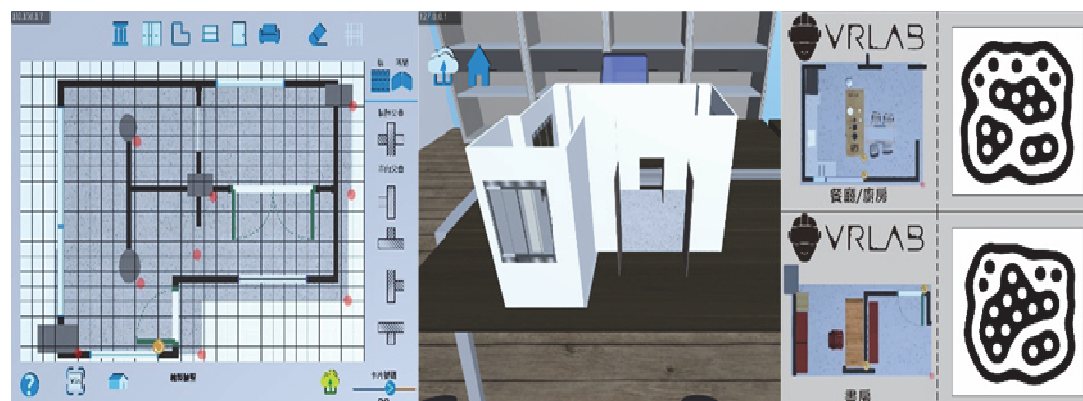


圖 10. 2D 空間資料編輯後自動生成 3D，在上傳雲端產生對應的 QR CORD(本研究整理)

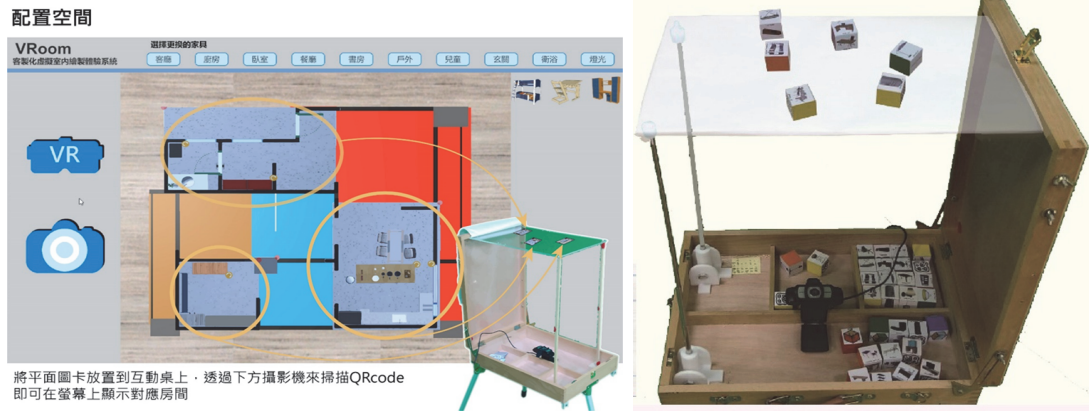


圖 11. 辨識圖卡的互動桌設備，可呼喚出對應的空間數位資料(本研究整理)

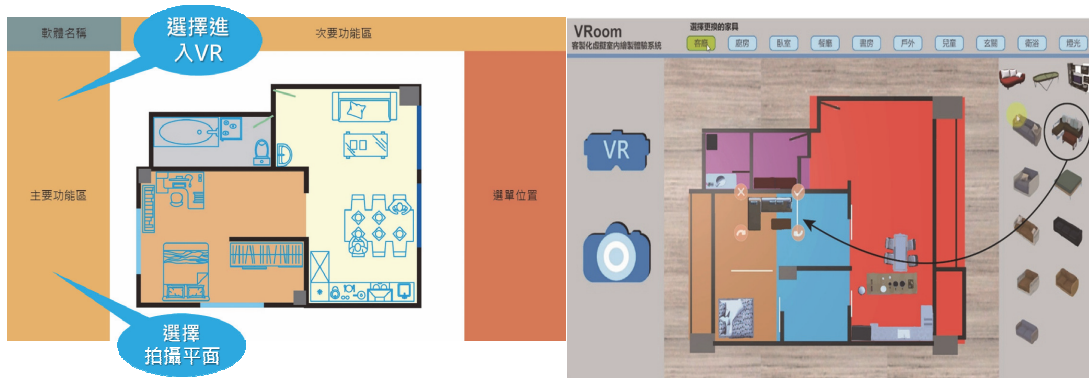


圖 12. 雲端資料庫的空間資料可再進行編修，並提供進入VR環境中觀看(本研究)



圖 13. 進入VR環境進行空間瀏覽、編修家具、材質、拍照與標註(本研究整理)

5 統計分析與結論

本研究利用 SPSS 進行獨立樣本 T 檢定分析，問卷對象共有 66 名空間設計相關背景學生，並分成新手與熟手兩組。本研究將分析統

計結果的平均值、顯著性 P 值、T 值及雙尾顯著性 P 值來進行分析說明。問卷四項構面的題目主要在瞭解 VR 互動系統應用於輔助設計學習的效益，以及在室內設計輔助教學的學習成效。本研究假設雙尾顯著性 P 值大於 0.05

時，表示高低年級的熟手受測者都認同题目的描述，反之則代表雙方在题目的認知上有所差異。

5.1 統計結果分析

本研究的問卷採李克特式五點量表(非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意)，問卷結果 Cronbach's α 值為 0.977，每一個題目與其他題目加總後的總分相關係數，最低為 0.525，全部皆高於 0.3，且平均項目變異值為 0.497 小於 1。低項目變異顯示受試者對於题目的回答相對一致。項目及整體統計量如表 4。

表 4. 項目統計量

	平均值	下限	上限	範圍	上限/下限	變異	項目數
項目平均值	4.066	3.803	4.197	0.394	1.104	0.007	39
項目變異	0.497	0.315	0.714	0.399	2.267	0.008	39

資料來源：本研究整理

問卷透過 SPSS 來進行資料分析，採用獨立樣本 T 檢定中 P 值及雙尾 P 值的差異顯著性來分析新手與熟手間的差異。整體而言，在項目統計量的平均值為 4.066，顯示整體受測者對四項構面的問題是肯定的。以下將分別就各構面來進行分析(詳附錄一：項目與整體統計量表，附錄二：構面的獨立樣本檢定表)：

(1).在空間尺度構面上，項目統計量的平均值為 4.07 (高年級 3.99，低年級 4.15)，在 T 檢定中 P 值及雙尾 P 值顯著性並無差異存在，顯示受測的新手與熟手都認為透過 VR 互動系統可以有效提升使用者的空間感知。另外，透過項目統計量可以發現相較於高年級的熟手學生，低年級的新手學生更認為 VR 互動系統可以有效的協助熟悉空間尺度的訓練。

(2).在空間感知構面上，項目統計量的平均值為 4.05 (高年級 3.91，低年級 4.19)，在 T 檢定中 P 值及雙尾 P 值顯著性的分析，存在對 B2、B4 及 B14 題目上的差異(表 5、6、7)。另外，透過項目統計量，可以發現相較於高年級的熟手學生，低年級的新手學生更認為 VR 體驗可以有效的協助熟悉空間感知。統計分析

的差異說明如下三點：

(a).「在 VR 中移動增進對通透性及窗戶開口的掌握」的差異顯示(表 5)，對高年級學生的成效有限。高年級的熟手學生認為在 VR 中移動不容易熟悉空間的通透性，空間中開口的方向也不容易瞭解，透過平面圖與 3D 的對應更能掌握空間特性。低年級的新手學生則認為在 VR 中移動能輕鬆的掌控空間的開口並體會到空間通透性的問題，進而更快速熟悉空間不同的型態。

表 5. 在 VR 中移動增進通透性及窗戶開口的掌握(B2)

年級	平均值	顯著性 P 值	T 值	雙尾顯著性 P 值
高年級	3.66	0.007<0.05	-2.641	0.010<0.05
低年級	4.11			

資料來源：本研究整理

(b).「VRoom 能協助了解自身與空間相對位置的掌控」的差異顯示(表 6)，多數學生認為 VRoom 能協助學習在空間中掌握相對位置，透過 2D、3D、VR 的模式來提升學生的感知能力。在雙尾 P 值的顯著性差異，顯示高年級學生在設計學習的 3D 繪圖經驗上較為豐富，因此認為透過不同視角對於感知能力的提升效果有限。但低年級新手學生則認為透過瞭解在空間中的位置能有效理解空間的狀況，進而掌握空間中的問題。

表 6. 能協助了解自身與空間相對位置的掌控

年級	平均值	顯著性 P 值	T 值	雙尾顯著性 P 值
高年級	3.84	0.304>0.05	-2.758	0.005<0.05
低年級	4.32			

資料來源：本研究整理

(c).「VRoom 能協助增進對於空間的感受及設計問題的敏感性」的差異顯示(表 7)，受測學生皆認為能增進感知及對設計問題的敏感性。但從統計量來看高年級學生不像低年級新手學生的高度認同。低年級學生則高度認同透過 VR 的互動體驗能有效增進空間感受

以及對設計問題的敏感性。而雙尾 P 值的顯著性差異，顯示高年級學生的設計經驗與知識較豐，比較能判斷設計繪圖的空間感與設計應考量事項。

表 7. 能協助增進對於空間的感受及設計問題的敏感性(B14)

年級	平均值	顯著性 P 值	T 值	雙尾顯著性 P 值
高年級	3.89	0.862>0.05	-2.125	0.036<0.05
低年級	4.25			

資料來源：本研究整理

(3).在學習成效構面上，項目統計量的平均值為 4.12（高年級 4.02，低年級 4.22），在 T 檢定中 P 值及雙尾 P 值顯著性的分析，存在對 D2 題目上雙尾 P 值的顯著差異（表 9）。另外，透過項目統計量，可以發現受測學生都有高度認同，但相較於高年級熟手學生，低年級的新手學生更認為 VR 互動系統可以有效的協助熟悉空間感知。D2 題目差異說明如下：「VRoom 能增進了前期草圖繪製的效率」的差異顯示（表 8），透過 VRoom 進行草圖繪製的效益會被學生的經驗所影響。雙尾 P 值的顯著性差異，顯示高年級學生認為運用手繪的繪製速度還是較快，但如果需要快速修改圖面或大量繪製時，VRoom 就能進行有效提升繪製效益。而低年級學生則高度認同應用 VRoom 進行草圖繪製可以顯著提升繪製效益，讓學生能夠在短時間內嘗試不同類型的圖面。

表 8. 增進了前期草圖繪製的效率(D2)

年級	平均值	顯著性 P 值	T 值	雙尾顯著性 P 值
高年級	3.89	0.312>0.05	-2.177	0.026<0.05
低年級	4.29			

資料來源：本研究整理

(4).在科技輔助構面上，項目統計量的平均值為 4.12（高年級 4.00，低年級 4.23），在 T 檢定中 P 值及雙尾 P 值顯著性的分析，存在對 E1 題目上的差異（表 9）。另外，透過項目統計量，可以發現受測學生對整體構面都有

高度認同；但相較於高年級的熟手學生，低年級的新手學生更認為，VR 的互動科技能有效來輔助設計。在構面的 E1 題目差異說明如下：「VRoom 能協助增進平面繪圖的學習」的差異顯示，高年級熟手學生因為設計能力的經驗、數位工具與 PC 載具使用的熟悉，因此對本研究實作的 VR 互動系統透過平板載具來進行平面繪製的學習，這一項認同度相對較低；但低年級學生則相對認同高。原因在於本系統並非 2D 平面繪圖軟體且為了互動性以平板載具為主，做為低年級學生在草圖設計過程中快速轉換 2D 到 3D、VR 的數位輔助工具。

表 9. 協助增進平面繪圖的學習(E1)

年級	平均值	顯著性 P 值	T 值	雙尾顯著性 P 值
高年級	3.82	0.037<0.05	-2.429	0.018<0.05
低年級	4.25			

資料來源：本研究整理

5.2 結論

本研究導入應用 VR 的輔助室內設計互動系統，讓開始學習設計的新手能夠直接感受到設計中真實空間尺度與空間佈局之間的關聯，並直覺地對設計進行操作。研究希望能在設計流程的草圖階段結合直覺式的設計媒材輔助，來有效提高學生的設計學習興趣、設計效率以及空間尺度的感知學習。因此研究假設 2 點：(1) 虛擬實境輔助設計系統可以有效地提升空間初學者在空間尺度的感知訓練。(2) 運用虛擬實境媒體在空間設計的輔助教學模式可以提高學生學習效率。

研究為了驗證以上假設，根據對設計新手與熟手的問卷統計分析及總合平均值（表 10），有以下 7 點統計上的結論：

(1).新手與熟手對於構面「學習成效」與「科技輔助」，在統計平均值不論高、低年級皆大於 4 分。因此可以得知對於學生來說透過 VR 作為輔助設計學習的效率是相對被肯定的，尤其對低年級的新手學生，透過 VR 及平板的工具來做學習的輔助能夠有效地協助學習效率，進而提升學生學習的意願，這也驗證研究假設：運用虛擬實境媒體在空間設計的輔助教學方式有助於增進學生的學習效率。

(2).在 VR 能協助「空間尺度」構面的認

同度上，低年級與高年級並無顯著性差異存在；且低年級學生的同意度都高於高年級學

生，皆有達 4 分以上。另在能增進對於空間尺寸的正确認知、增進 2D 平面與 3 度空間的認

表 10. 構面與年級的統計平均值

構面/年級	空間 尺度	空間 感知	學習成效		科技輔助	
			設計學習	設計流程	載具應用	雲端資料庫
高年級	3.99	3.91	4.01	4.03	4.00	4.00
低年級	4.15	4.19	4.23	4.21	4.25	4.21
構面平均	4.07	4.05	4.12	4.12	4.13	4.11

資料來源：本研究整理

知轉換及增進物件在空間中規劃的掌握這三題上，兩者皆有 4 分以上的認同。顯見 VR 能提供新手設計初學的空間尺度學習。

(3).在 VR 能協助「空間感知」構面的認同度上，存有 3 題的顯著性差異；且低年級學生的同意度都高於高年級學生，除對 D6（VRoom 能透過材質、色彩的可變性增進對空間的感知）為 3.93 分外，其餘皆有達 4 分以上。顯見 VR 能提供新手的設計初學在空間感受學習之重要性。上述兩點驗證研究假設，虛擬實境輔助設計系統可以有效地提升空間設計初學者（新手）在空間尺度的感知訓練。

(4).針對四構面的認同度上，新手學生皆有 4 分以上，而熟手學生由於 2D、3D 繪圖、設計知識與經驗具有較長時間的訓練，因此在「空間尺度」與「空間感知」的總和平均值較低，且未達 4 分。但對於是「科技輔助」否能提升「學習成效」是相對有較高的認同。這驗證研究假設，運用虛擬實境媒體在空間設計的輔助教學模式可以提高學生學習效率。

(5).針對四構面的認同度上，新手學生皆有 4 分以上，顯見 VR 作為學習的互動系統能為設計初學提供較大的輔助功能。這驗證研究假設，虛擬實境輔助設計系統可以有效地提升空間初學者在空間尺度的感知訓練。

(6).在傳統的空間設計教學，高年級的課程會導入高階的數位教學進行設計操作與檢討。而研究也顯示在空間尺度與空間感知構面上，相較於低年級學生，高年級學生的平均值都相對較低，這反映數位能力與設計應用的操作讓高年級學生能掌握設計中的空間尺度與感知；而低年級學生強調手繪，因此在 VR 的輔助下這兩項構面的平均值是高於高年級。

(7).新手與熟手學生在 VR 中的體驗能增進對通透性及開口的掌握（B2），兩者存有顯著性差異。空間的通透性及空間中開口位置的

掌控有助於使用者了解空間，而在 VR 中的體驗可以有效的提升掌控能力，統計分析顯示 P 值小於 0.05，代表高、低年級間對此有不同的看法，分別是前者認為在此系統 VR 中的體驗與現實依舊有所差異，而後者則認為 VR 可以更便於理解立體化空間與平面的差異。這也顯示高、低年級在數位課程訓練的差別，高年級學生俱備 3D 空間渲染能力，對於 VR 在空間的真實性相對要求高。

空間與室內設計課程的教學是整合不同知識的專業學習，長期以來，設計教學過程的三階段為概念構想、設計發展及方案提報。而概念構想階段對於空間設計訓練，過程的重要性和影響都非常顯著。在此時做出正確的尺度比例選擇，將會使整個設計過程更加順利。本研究實作的虛擬實境輔助設計系統有其限制，主要作為低年級空間設計教學在草圖階段的輔助工具。在傳統的教學中，大一、大二階段強調手繪技巧，會運用較多的草圖與概念實體模型，而 VR 在設計草圖階段的介入，研究結果顯示是可以提升新手學生在空間尺度及感知的訓練。

在未來的研究議題方向，首先可針對在傳統的設計流程中，應在那階段導入 VR，能有效縮短設計時程。其次，在低年級圖學、色彩或材料等基礎課程中，如何應用 VR 開發輔助學習的工具。最後在後疫情時代如何發展 VR 的多人連線輔助教學平台，解決遠距共作在設計學習與互動討論的問題。

誌謝

本研究為科技部計畫 MOST-110-2637-H-168-001 及 MOST-111-2637-H-168 -001 之部份研究成果，特此銘謝對本研究之補助。

參考文獻

施文玲 (2007)。以學習理論為基礎的數位化

教學策略。生活科技教育月刊 40(2), 32-41。

【Shi W.L. (2007). Digital Teaching Strategies Based on Learning Theory Life Technology Education Monthly 40(2), 32-41. (in Chinese)】
DOI: 10.6232/LTE.2007.40(2).10

陳永賢 (2005)。互動式媒體藝術創作觀念之探討。藝術學報：表演類 (革新版), 77, 51-66。【Chen Yongxian. (2005). A Study of Creative Concept in Interactive Media Art. Art Journal: Performance (Renovation Edition), 77, 51-66. (in Chinese)】
DOI:10.6793/JNTCA.200510.0007

游萬來、楊敏英、廖珮玲 (2007)。大學工業設計系學生的學習態度調查。設計學報, 12(2), 15-36。【You W.L., Yang M.Y., & Liao P.L. (2007). Survey of Industrial Design Students' Learning Attitudes. Journal of Design, 12(2), 15-36. (in Chinese)】
DOI:10.6381/JD.200706.0015

Borsook, T. K., & Higginbotham-Wheat, N. (1991). Interactivity: What Is It and What Can It Do for Computer-Based Instruction? *Educational Technology*, 31(10), 11-17. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/44425695>

Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual reality technology. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(6), 663-664. DOI:10.1162/105474603322955950

Chien, S. F., & Flemming, U. (2002). Design space navigation in generative design systems. *Automation in Construction*, 11(1), 1-22. DOI: 10.1016/S0926-5805(00)00084-4

Van Elsas, P. A., & Vergeest, J. S. M. (1998). New functionality for computer aided conceptual design: the displacement feature. *Design studies*, 19(1), 81-102. DOI:10.1016/S0142-694X(97)00016-1

Gao, T. (2003). The effects of different levels of interaction on the achievement and motivational perceptions of college students in a web-based learning environment. *Journal of Interactive Learning Research*, 14(4), 367-386. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/4062/>

Gross, M. D. (1996). The Electronic Cocktail napkin-a computational environment for working with design diagrams. *Design studies*, 17(1), 53-69. DOI:10.1016/0142-694X(95)00006-D

Juan, Y. K., Chi, H. Y., & Chen, H. H. (2021).

Virtual reality-based decision support model for interior design and decoration of an office building. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(1), 229-245. DOI:10.1108/ECAM-03-2019-0138

Banaei, M., Ahmadi, A., Gramann, K., & Hatami, J. (2020). Emotional evaluation of architectural interior forms based on personality differences using virtual reality. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 138-147. DOI:10.1016/j.foar.2019.07.005

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. DOI:10.3390/encyclopedia2010031

Obeid, S., & Demirkan, H. (2023). The influence of virtual reality on design process creativity in basic design studios. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 1841-1859. DOI:10.1080/10494820.2020.1858116

Orthel, B. D., & Day, J. K. (2016). Processing beyond drawing: A case study exploring ideation for teaching design. *SAGE*, 6(3). DOI:10.1177/2158244016663285

Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. *Design studies*, 19(4), 389-430. DOI:10.1016/S0142-694X(98)00015-5

Colreavy-Donnelly, S., Ryan, A., O'Connor S., Caraffini, F., Kuhn, S., & Hasshu, S. (2022). A Proposed VR Platform for Supporting Blended Learning Post COVID-19, *Education Sciences*, 12(7), 435. DOI:10.3390/educsci12070435

Verstijnen, I. M., Leeuwen, C. v., Goldschmidt, G., Hamel, R., & Hennessey, J. M. (1998). Sketching and creative discovery. *Design studies*, 19(4), 519-546. DOI: 10.1016/S0142-694X(98)00017-9

LI, Y., HUANG, J., TIAN, F., WANG, H. A., & DAI, G. Z. (2019). Gesture interaction in virtual reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(1), 84-112. DOI: 10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0006

Baecker, R. M. (2014). *Readings in Human-Computer Interaction: toward the year 2000*. Amsterdam: Elsevier Science. ISBN:0080515746.

Brusatin, M. (2020). Design Surrenders to Virtual Reality. In *Cultural, Theoretical, and*

Innovative Approaches to Contemporary Interior Design (pp. 308-314). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-2823-5.ch014

Ching, F. D. K. (2023). *Architecture: Form, Space, and Order*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons P&T. ISBN: 1119853370

Liu, Y. T. (2002). *Defining Digital Architecture: 2001 Far East International Digital Architectural Design Award Far Eastern International Digital Architectural Design Award*. Birkhäuser. ISBN: 3764368918

Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine*. Basic Books. ISBN: 9780201626957

Palumbo, M. L. (2000). *New Wombs: Electronic Bodies and Architectural Disorders*. birkhäuser. ISBN: 3-7643-6294-4

Zou, Z., & Tsai, S.C. (2022). *Exploration of Virtual Simulation Teaching Mode of Landscape Design with OBE Concept as Core in Post-pandemic Era*. Paper presented at the 2022 IEEE 5th Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI), 170-176. DOI: 10.1109/ECEI53102.2022.9829514

Bolshakova, Y., & Taratukhin, V. (2022). *Development of a Model of Design Thinking Hybrid Implementation in the Post-pandemic World*. Paper presented at the 2022 31st Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 21-29. DOI : 10.23919/FRUCT54823.2022.9770898

Islamoglu, O. S., & Deger, K. O. (2015). The location of computer aided drawing and hand drawing on design and presentation in the interior design education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 182, 607-612. DOI : 10.1016/j.sbspro.2015.04.792

Zhang, J., Piumsomboon, T., Dong, Z., Bai, X., Hoermann, S., & Lindeman, R. (2020). *Exploring Spatial Scale Perception in Immersive Virtual Reality for Risk Assessment in Interior Design*. In Proceedings of the extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems. Honolulu, HI, USA: ACM. DOI: 10.1145/3334480.3382876

Liu, S., Lu, Y., & Zhang, H. (2021). *Application of Virtual Reality Technology in Architectural Interior Design*. In: Sugumaran, V., Xu, Z., Zhou, H. (eds) Application of Intelligent Systems in Multi-modal Information Analytics. MMIA 2021. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1384, 529-534. Cham: Springer. DOI:10.1007/978-3-030-74811-1_77

Makki, A., Farooq, M., & Alaskar, N. (2019). *The Design Process in Interior Design Studio: Integrating Interdisciplinary Approach in Undergraduate Level for Improving Professional Practice*. In: Chung, W., Shin, C. (eds) Advances in Interdisciplinary Practice in Industrial Design. AHFE 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 790, 238-246. Cham: Springer. DOI:10.1007/978-3-319-94601-6_25

Sasada, T. (1999). *Computer graphic and design: presentation, design development, and conception*. Proceedings of the 4th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), 21-29. DOI: 10.52842/conf.caadria.1999.021

林庭羽 (2012)。初探參數化開口的空間感知 (碩士論文)。國立交通大學，新竹市。【Lin T.Y. (2012). *A Study of Parametric Opening for Space* (Master Thesis). National Chiao Tung University, Hsinchu City (in Chinese)】DOI: 10.6842/NCTU.2012.00829

附錄一、項目與整體統計量表

構面	題目	平均值	比例平均值(如果項目已刪除)	比例變異(如果項目已刪除)	更正後項目總計相關性	Cronbach's Alpha (如果項目已刪除)
空間尺寸	VRoom 能協助使用者正確區分不同物件的大小、尺寸	3.98	154.59	385.538	0.750	0.976
	VRoom 能增進對於空間尺寸的正確認知	4.12	154.45	385.329	0.678	0.977
	VRoom 能協助判斷空間中物件比例的正確性	4.00	154.58	384.617	0.671	0.977

間 尺 度	VRoom 能增進對於空間中距離感的掌握	3.97	154.61	383.596	0.669	0.977
	VRoom 能協助增進 2D 平面與 3 度空間的認知轉換	4.14	154.44	385.512	0.662	0.977
	2D 平面與 3 度空間的轉換增進對於尺寸的真實感受	4.05	154.53	382.253	0.747	0.976
	VRoom 能增進物件在空間中規劃的掌握	4.08	154.50	388.562	0.525	0.977
	VRoom 能透過不同形式的空間物件排列協助使用者提升對配置的知識	4.12	154.45	385.975	0.653	0.977
空 間 感 知	VRoom 能透過 2D、3D、VR 來增進使用者對空間規劃上尺度的掌握	4.06	154.52	385.177	0.675	0.977
	VRoom 能透過 2D 轉為 3D 的觀看增進了在 VR 中對方向性的掌控	4.06	154.52	385.792	0.759	0.976
	在 VR 中移動增進對通透性及窗戶開口的掌握	3.85	154.73	382.601	0.717	0.977
	VRoom 能增進對於空間中物件方位的掌握	4.02	154.56	386.189	0.723	0.977
	VRoom 能協助了解自身與空間相對位置的掌控	4.05	154.53	383.638	0.698	0.977
感 知	VRoom 在 VR 當中移動能增進對於深度、遠近、立體感及距離的判斷	3.95	154.62	379.931	0.785	0.976
	VRoom 能透過材質、色彩的可變性增進對空間的感知	3.80	154.77	381.348	0.670	0.977
	VRoom 能運用空間中物件的遠近來增進空間中所看見的透視感	4.05	154.53	383.422	0.752	0.976
	VRoom 能運用視角的變化來增進空間的沉浸感	4.08	154.50	382.531	0.718	0.976
	VRoom 能運用在 VR 中移動增進了空間的變化	4.12	154.45	382.929	0.859	0.976
學 習 成 效	VRoom 透過在 2D、3D 及 VR 中的景色變化來增進空間的感知	4.05	154.53	383.668	0.831	0.976
	VRoom 能增進對於空間配置相關知識的了解	4.15	154.42	382.740	0.783	0.976
	VRoom 透過 VR 能增進對空間理解的真實化	4.06	154.52	382.407	0.754	0.976
	VRoom 能增進對於 2D、3D 想像的真實化	4.14	154.44	384.496	0.700	0.977
	VRoom 能協助增進對於空間的感受及設計問題的敏感性	4.05	154.53	384.807	0.699	0.977
科 載 具 應 用 輔 助	VRoom 能協助縮短草圖想像轉化的時間	4.11	154.47	384.684	0.688	0.977
	VRoom 能協助快速擬定不同的設計方案	4.06	154.52	384.254	0.710	0.977
	VRoom 能協助縮短數位模型的製作	4.06	154.52	382.623	0.797	0.976
	VRoom 能協助建立草圖的 3D 模型	4.18	154.39	388.366	0.678	0.977
	VRoom 透過互動能增進使用者對於設計學習的興趣	4.08	154.50	380.377	0.733	0.976
習 成 效	VRoom 能增進了前期草圖繪製的效率	4.06	154.52	382.838	0.717	0.977
	VRoom 能增進空間設計知識的學習效益	4.09	154.48	383.177	0.730	0.976
	VRoom 能增進了圖面與空間轉化上的知識的學習效益	4.20	154.38	382.485	0.793	0.976
	VRoom 能透過材質、色彩的變化來提升學習空間感知的效益	4.05	154.53	383.607	0.678	0.977
	VRoom 能協助學生提升空間尺度在學習上的效益	4.06	154.52	380.315	0.806	0.976
科 載 具 應 用 輔 助	VRoom 能透過 VR 的空間變化來增進對於空間設計的學習樂趣	4.20	154.38	381.624	0.799	0.976
	VRoom 能協助增進平面繪圖的學習	4.00	154.58	384.433	0.622	0.977
	VRoom 能協助增進空間及家具配置方式的學習	4.17	154.41	386.307	0.639	0.977
	VRoom 能協助增進室內空間氛圍的學習	4.11	154.47	381.638	0.713	0.977
	VRoom 能協助增進空間尺度的掌握	4.15	154.42	387.848	0.725	0.977
助 端 資 料 庫	VRoom 透過資料庫能增進空間陳設的知識	4.09	154.48	386.654	0.727	0.976

資料來源：本研究整理

附錄二、構面的獨立樣本檢定表

構面	題目		變異數等式 的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定		
			F	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)
A1	VRoom 能協助使用者正確區分不同物件的大小、尺寸	採用相等變異數	1.822	0.182	-1.808	64	0.075
		不採用相等變異數			-1.874	63.657	0.066
A2	VRoom 能增進對於空間尺寸的正確認知	採用相等變異數	0.014	0.906	-1.684	64	0.097
		不採用相等變異數			-1.777	63.807	0.080
A3	VRoom 能協助判斷空間中物件比例的正確性	採用相等變異數	1.474	0.229	-1.387	64	0.170
		不採用相等變異數			-1.451	63.994	0.152
A4	VRoom 能增進對於空間中距離感的掌握	採用相等變異數	0.126	0.723	-0.928	64	0.357
		不採用相等變異數			-0.943	61.463	0.349
A5	VRoom 能協助增進 2D 平面與 3 度空間的認知轉換	採用相等變異數	0.008	0.931	-0.418	64	0.677
		不採用相等變異數			-0.424	60.815	0.673
A6	2D 平面與 3 度空間的轉換增進對於尺寸的真實感受	採用相等變異數	0.090	0.765	-0.926	64	0.358
		不採用相等變異數			-0.936	60.338	0.353
A7	VRoom 能增進物件在空間中規劃的掌握	採用相等變異數	0.001	0.975	-0.982	64	0.330
		不採用相等變異數			-1.024	63.921	0.310
A8	VRoom 能透過不同形式的空間物件排列協助使用者提升對配置的知識	採用相等變異數	0.058	0.810	-0.217	64	0.829
		不採用相等變異數			-0.221	61.545	0.826
A9	VRoom 能透過 2D、3D、VR 來增進使用者對空間規劃上尺度的掌握	採用相等變異數	0.280	0.599	-0.461	64	0.646
		不採用相等變異數			-0.474	62.927	0.637
B1	VRoom 能透過 2D 轉為 3D 的觀看增進了在 VR 中對方向性的掌控	採用相等變異數	0.284	0.596	-0.948	64	0.347
		不採用相等變異數			-0.954	59.601	0.344
B2	在 VR 中移動增進對通透性及窗戶開口的掌握	採用相等變異數	7.655	0.007	-2.503	64	0.015
		不採用相等變異數			-2.641	63.833	0.010
B3	VRoom 能增進對於空間中物件方位的掌握	採用相等變異數	0.355	0.553	-1.873	64	0.066
		不採用相等變異數			-1.922	62.741	0.059
B4	VRoom 能協助了解自身與空間相對位置的掌控	採用相等變異數	1.074	0.304	-2.758	64	0.008
		不採用相等變異數			-2.911	63.817	0.005
B5	VRoom 在 VR 當中移動能增進對於深度、遠近、立體感及距離的判斷	採用相等變異數	1.116	0.295	-1.724	64	0.090
		不採用相等變異數			-1.758	61.894	0.084
B6	VRoom 能透過材質、色彩的可變性增進對空間的感知	採用相等變異數	0.072	0.790	-1.036	64	0.304
		不採用相等變異數			-1.018	54.303	0.313
B7	VRoom 能運用空間中物件的遠近來增進空間中所看見的透視感	採用相等變異數	3.173	0.080	-1.735	64	0.088
		不採用相等變異數			-1.852	62.822	0.069
B8	VRoom 能運用視角的變化來增進空間的沉浸感	採用相等變異數	2.329	0.132	-1.294	64	0.200
		不採用相等變異數			-1.275	55.053	0.208
B9	VRoom 能運用在 VR 中移動增進了空間的變化	採用相等變異數	0.135	0.714	-1.885	64	0.064
		不採用相等變異數			-1.945	63.328	0.056
B10	VRoom 透過在 2D、3D 及 VR 中的景色變化來增進空間的感知	採用相等變異數	1.385	0.244	-1.100	64	0.275
		不採用相等變異數			-1.084	55.053	0.283
B11	VRoom 能增進對於空間配置相關知識的了解	採用相等變異數	0.205	0.652	-1.003	64	0.320
		不採用相等變異數			-0.997	56.985	0.323
B12	VRoom 透過 VR 能增進對	採用相等變異數	0.016	0.898	-1.144	64	0.257

	空間理解的真實化	不採用相等變異數			-1.143	58.027	0.258
B13	VRoom 能增進對於 2D、3D 想像的真實化	採用相等變異數	1.480	0.228	-1.136	64	0.260
		不採用相等變異數			-1.112	53.485	0.271
B14	VRoom 能協助增進對於空間的感受及設計問題的敏感性	採用相等變異數	0.031	0.862	-2.125	64	0.037
		不採用相等變異數			-2.147	60.345	0.036
C1	VRoom 能協助縮短草圖想像轉化的時間	採用相等變異數	0.001	0.975	-1.809	64	0.075
		不採用相等變異數			-1.873	63.564	0.066
C2	VRoom 能協助快速擬定不同的設計方案	採用相等變異數	0.884	0.351	-1.550	64	0.126
		不採用相等變異數			-1.553	58.768	0.126
C3	VRoom 能協助縮短數位模型的製作	採用相等變異數	0.148	0.702	-1.220	64	0.227
		不採用相等變異數			-1.250	62.527	0.216
C4	VRoom 能協助建立草圖的 3D 模型	採用相等變異數	0.597	0.442	-0.819	64	0.416
		不採用相等變異數			-0.817	57.894	0.417
D1	VRoom 透過互動能增進使用者對於設計學習的興趣	採用相等變異數	0.120	0.730	-0.884	64	0.380
		不採用相等變異數			-0.895	60.791	0.374
D2	VRoom 能增進了前期草圖繪製的效率	採用相等變異數	1.037	0.312	-2.177	64	0.033
		不採用相等變異數			-2.272	63.963	0.026
D3	VRoom 能增進空間設計知識的學習效益	採用相等變異數	0.099	0.754	-0.850	64	0.398
		不採用相等變異數			-0.866	61.676	0.390
D4	VRoom 能增進了圖面與空間轉化上的知識的學習效益	採用相等變異數	0.001	0.975	-0.175	64	0.862
		不採用相等變異數			-0.175	58.602	0.861
D5	VRoom 能透過材質、色彩的變化來提升學習空間感知的效益	採用相等變異數	2.870	0.095	-1.581	64	0.119
		不採用相等變異數			-1.645	63.849	0.105
D6	VRoom 能協助學生提升空間尺度在學習上的效益	採用相等變異數	0.076	0.784	-0.771	64	0.444
		不採用相等變異數			-0.796	63.406	0.429
D7	VRoom 能透過 VR 的空間變化來增進對於空間設計的學習樂趣	採用相等變異數	0.770	0.384	-0.521	64	0.604
		不採用相等變異數			-0.533	62.497	0.596
E1	VRoom 能協助增進平面繪圖的學習	採用相等變異數	4.514	0.037	-2.294	64	0.025
		不採用相等變異數			-2.429	63.606	0.018
E2	VRoom 能協助增進空間及家具配置方式的學習	採用相等變異數	0.474	0.494	-1.203	64	0.233
		不採用相等變異數			-1.218	60.686	0.228
E3	VRoom 能協助增進室內空間氛圍的學習	採用相等變異數	0.007	0.936	-1.282	64	0.205
		不採用相等變異數			-1.317	62.919	0.193
E4	VRoom 能協助增進空間尺度的掌握	採用相等變異數	0.108	0.743	-0.777	64	0.440
		不採用相等變異數			-0.801	63.153	0.426
F1	VRoom 透過資料庫能增進空間陳設的知識	採用相等變異數	3.139	0.081	-1.444	64	0.154

資料來源：本研究整理

因材網互動式學習模式融入數學學習扶助教學之研究

陳昱宏¹, 鄭宇哲^{2*}

¹ 臺北市立大學學習與媒材設計學系

^{2*} 桃園市大園區圳頭國小, ricky60604@gmail.com (通訊作者)

摘要

本研究旨在探討於國小六年級「分數」之數學學習扶助課程，融入因材網互動式學習模式教學，對學生的學習感受與學生學習成效之影響。由於國小高年級是建立抽象概念與複雜邏輯思考能力的階段，因此本研究之研究對象為桃園市某國小之 5 位數學學習扶助學生，教學內容包含國小五年級的分數乘除與六年級的分數兩步驟解題共 19 堂課。學生透過教師教學配合上機操作因材網的互動式學習模式，搭配數學學習態度問卷與分數單元前、後測，以探究學生使用因材網學習前後的差異，並搭配學生訪談，以深入瞭解互動式學習模式對學生的學習成效與學習感受之影響。本研究的發現如下：一、因材網互動式學習模式對學習扶助生的數學學習成效無顯著影響；但學習提示中以圖片及影音教學對學生的幫助最大；二、搭配因材網互動式學習模式，有助於改變學習扶助生在學習分數概念的學習習性。

關鍵詞：因材網、互動式學習、學習感受、學習成效

A Study on Integrating Interactive Learning Mode of Adaptive Learning into Math Remedial Instruction

Yu-Horng Chen¹, Yu-Che Cheng^{2*}

¹ Department of Learning and Materials Design, University of Taipei.

^{2*} Zun-Tou Elementary School, Taoyuan City. ricky60604@gmail.com (corresponding author)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of the application of the interactive learning based on the Adaptive Learning on the mathematics remedial teaching of 'fractions' in grade six to support their learning perception and learning outcome. The participants of this study are five pupils from one of the elementary schools in Taoyuan City. The teaching activities of this research include nineteen lessons about the fifth-grade fraction multiplication and division and the sixth-grade fraction two-step problem solving. The Mathematics Learning Attitude Questionnaire, pre-test, learning process and screen recording, post-test and interview are collected and record in order to investigate the pupils' learning process. The findings of this study are as follows: (1) The video and picture learning tips in the interactive learning mode of Adaptive Learning could help the pupils to improve their learning outcome. (2) The interaction and learning tips provided in interactive learning mode of Adaptive Learning affect student learning habits and increase their learning outcome slightly.

Keywords: Adaptive Learning, interactive learning, learning perception, learning outcome

1 研究背景

科技的進步改變生活型態，生活型態的改變亦調和出新興人類的社會文化與觀念。當代的學生自有記憶以來，就與高科技產品有深度的連結，耳濡目染下智慧型產品成了生活「理

所當然」的一環，顯著的喜好與生活型態差異。由於 COVID-19 的爆發，科技化教學在短時間裡普及，並朝向高頻率使用的高峰，讓教室的生態出現前所未有的改變。這種變化讓教師們見到了學生不同的一面，也許是好奇心使然，抑或是媒材生活化的貼近，原本本學習動

機低落、課堂參與度低落的孩子，開始嶄露頭角、發出閃耀的光芒。

研究者過去的教學經驗裡，印象最深的是學習成就低落的孩子參加的學習扶助計畫，計畫為定期追蹤學校班級中國語、數學及英文學習成就未達標準的學生，進行追蹤測驗並於課後進行學習扶助教學。希冀能協助學習扶助學生提升其學習成就，針對未建立完整理解或未能在課堂中學會的知識及概念，提供另外的機會，讓學生能為層層堆疊、環環相扣的知識，打下良好的基礎，進而能跟上學習進度，而非教室裡的客人。針對低成就的孩子，學校透過「國民小學及國民中學學習扶助方案科技化評量（PRIORI-tbt）」測驗結果，了解學生目前遇到的問題，讓教師能快速掌握學生目前欠缺的、沒學會的知識，希望能在有限的時間內改善學生學習問題。

考量資訊媒材的使用能提升學生學習動機，以及能及時解決學生遭遇的問題，研究者嘗試使用教育部正大力推動的因材網學習平臺。其中的互動式學習模式建置有數學題組，包含 AI 教師、AI 同儕能與學習者互動，藉由一來一往的對答，針對學生回答的癥結點作切入引導，給予提示後再讓學生回答。互動式學習模式中會有一位能與學生互動的 AI 教師提供相關建議，在學生回答錯誤時，結合資源整合、及時偵錯、給予提示（如圖 1）。這樣的學習模式，有利於授課教師無法抽身立即處理學生遭遇困難的情形，延續學生持續學習與成長的機會。綜合以上，本研究希冀應用因材網互動式學習模式，實施高年級數學科學習扶助學生教學，以探究因材網的學習模式對學生學習時之學習感受與學習成效之影響。

老師想用彩帶佈置教室，一條彩帶長 $1\frac{2}{3}$ 公尺。
如果老師買了 5 條，請問共有多少公尺？
（先列出你的算式）



圖 1. AI 教師引導解題步驟

1.1 研究目的

本研究藉由每學期國民小學及國民中學學習扶助方案科技化評量（PRIORI-tbt）篩選測驗，選出需進行學習扶助之六年級學生，以因材網互動式學習模式融入數學科學習扶助教學。同時，由於因材網互動式學習模式提供學生個別化學習路徑與互動回應的特點，給予

個別化的提示來引導學生。本研究欲探討上述特色是否可以減輕學習壓力與認知負荷？是否能讓學生有自己的思考時間完成數學學習？因此，本研究之研究目的如下：1. 探究因材網互動式學習模式對高年級數學學習扶助生學習成效之影響；2. 探究學生對因材網互動式學習模式之學習感受。

2 文獻探討

2.1 科技化媒材融入學習扶助

「教育優先區-學習輔導」與「攜手計畫-課後扶助」自 2013 年整合，並於 2019 年更名為「教育部國民及學前教育署補助辦理國民小學及國民中學學生學習扶助作業要點」（教育部，2017）。學習扶助之精神為透過標準化評量系統進行學生篩選、追蹤與成長測驗，藉此篩選出國語文、數學、英語文三大領域之低學習成就學生，並及時提供其教育學習之相關資源與機會，以減少學力落差，藉此提升學生學習效能，並落實教育機會均等之社會公平正義。

進行數學學習扶助時，常會遇到學生素質差異大、有限時間內能改善的問題較少（朱家儀、黃秀霜、陳惠萍，2013）、數學關鍵能力認知發展本位之精熟模式尚未能充分檢驗（洪碧霞、林素微，2017）、缺乏高階認知學習的應用及缺乏互動參與（陳麒、高台茜，2019）等問題。進行學習扶助之意義在落實教育機會均等（equality educational opportunity），運用不同的教學方式，輔導與協助學習進度落後、缺乏自信、學習動機低落之學生；但多數教師在規劃教學時，則會因教學時間有限、教育理念、依據學生差異設計教案等原因有所取捨。若教師於教學時僅使用單一或過於單一的教材，而教材和教學內容也未能吸引學生注意力或引起學習動機，將可能導致學生喪失興趣、無法建立穩固的知識基礎，進而影響日後學習與應用高階認知能力。

本研究使用因材網互動式學習模式作為融入學習扶助教學的工具，因其不同於傳統的紙本書寫練習，可依照知識深淺設計相關情境題，提供不同能力學習者脈絡化的學習內容。Mayer 等人（2007）也指出在設計學習內容時，若能加強其中重要的訊息，並減少顯示學習者不需要的訊息，將有效降低認知負荷、提高學習效果。學習扶助生的起點行為與能力不一，主導學習扶助教學的現場教師常難以弭平學生個別落差，同時實施有效教學。當低成就

學生遇到對低成就科目，學生原本就難以秉持好的專注力與耐心來應對問題，故教學現場時常要當下判斷實施「同時教學」或「個別指導」。

因材網的互動式學習模式則能在學生遇到困難的當下，以 AI 教師與 AI 同儕的輔助引導，讓學生能進行自主學習，透過學生提出的答案，當下由因材網給予回饋並引導學習，運用不同的學習提示，讓學生在來回修改答案的過程中學會數學概念。因材網的互動式學習模式可以針對不同程度的學生，給予個別需要的時間，讓學生確實聚焦在自己的回答上，有效減少學生起點行為不一的情況，因此適合作為搭配高年級數學學習扶助教學之科技化媒材，以改善學生學習之態度與興趣。

2.2 數學學習困境

20 世紀心理學家皮亞傑的認知發展理論（Cognitive-developmental theory），認為兒童隨年齡增長，會以不同的方式來認識世界，建構所需的知識，解決問題與適應環境（Lefa, 2014）。張春興（1991）指出兒童認知發展過程的四大核心：認知結構（cognitive structure）、基模（schema）、組織（organization）及適應（adaptation），透過接觸環境的過程不斷平衡與失衡，進而改變原有基模直到適應環境為止。根據皮亞傑的認知發展理論，可見對學童在 11 歲以上（小學高年級階段），才逐漸學會抽象思維及複雜的邏輯思考能力，並用於解決問題（Inhelder & Piaget, 1958）。小學高年級學生剛好處於這個年齡，對抽象概念與邏輯思考仍在學習與成長中，因此當遇到分數、未知數等抽象的數學概念，單純依靠反覆練習與嘗試，而沒有具體的操作或輔助，增進其對抽象概念的理解，將可能降低學生的學習意願。

Gardner（1999）與十二年國教之願景之一：適性揚材的基本主張為：1. 每人都具備八種智能，但強弱因人而異；2. 智能可以教導與發展；3. 智能可以相互流通，但幾乎從未獨立運作；4. 每項智能有多種表現方式；5. 智能不能只透過一種智能媒介充分發展或精確評估（張新仁，2003）。學生個別具備不同的優勢智能與弱勢智能，且無法以單一的測驗或媒介來評估學生的智能發展，而傳統的紙筆測驗與紙筆練習方式，僅能測得或訓練學生的部分智能。因此本研究嘗試以因材網互動式教學模式，藉由互動式學習的方式，依照學生不同學習程度給予提示，逐步深化學生的學習理解。

劉玉玲、薛岳（2013）指出自我概念較之數學學習策略對學業成就的影響更高，並提出在引導孩童學習數學時，應先提高他們對數學的自信，再教導數學學習策略。落後於其他學生的孩童，可能因為自我期許較低，進而延伸出無力感，也成為日後數學低成就、低動機的原因。因此學生在學習態度的差異，則影響日後學習時不同的學習動機與學習持續性。20 世紀後期，情境認知（Brown et al., 1989）開始被重視，認為學習知識應有社會脈絡，當教學場域提供的環境有限，可以藉由轉換場地或科技工具的配合，營造適合學習者的學習情境，透過改善學生參與感與環境互動的結合，提升學習者建構知識的可能。游自達（2019）指出透過深度的學習，有助於學習者覺察問題，進一步探究問題，並針對問題選擇適合的策略及進行相應之調整，而素養導向教學也應適時提供適合的學習鷹架策略，引導學生能自主思考、探究、理解知識後，再提出更深入的問題。結合知識結構與學習的情境與歷程，逐步引導學生、提升學習任務的難度與複雜度，以深化學生之學習。

John Sweller 認為較沉重的認知負荷（Cognitive Load）會對學習複雜教材、解決困難問題造成負面影響，每個人的負荷程度不同，但對學童及老年人則容易產生較高的認知負荷；因此若未能顧及學生的認知負荷狀況，當教學提供的訊息量高於學生之工作記憶負荷量，會導致其學習效能下降（Sweller, 1988 & 2010）。涂金堂（2012）亦指出若能瞭解大腦處理訊息之認知架構（cognitive architecture），教學者方能設計出符合學習者認知負荷的教材與學習活動。綜上所述，教育現場運用的學習教材，其難度對低學習能力者與學習進度落後者顯得較難，若教師沒有因學生學習需求調整其教學步調或調整教材，可能造成教學效果降低，也讓學生感到挫折（Dahloff, 1971; Lawrence-Brown, 2004; Oakes, 1985; Tomlinson et al., 2003）。

由於學習扶助學生對題目中的資訊整合與汲取有較大的困難，且容易放棄、挫折，若要求學生自行學習，則成效容易不彰。學習扶助生在數學學習上，不同的單元有不一樣的困難點需要學生克服，但其共通性為對於單一、重複性質的事物容易感到厭倦、乏力，故需要在學習時有人能陪伴或在其受挫時給予鼓勵與提示，讓其有足夠動力能繼續學習。運用多元的手法與媒材便有機會能達到此效果。

2.3 分數之學習

De Lange (2006) 繪製出數學素養結構樹狀圖(如圖 2)，從中可得知建構學生數學素養的基礎關鍵能力之一即為數與量的概念。教育部在九年一貫課綱數學領域的第三階段(五、六年級)的 25 個能力指標中，有 8 個和分數有關(教育部，2008)，可見數與量(N)的數學概念在小學學習階段中佔比很高。延伸至十二年國民基本教育的推行，從學習內容及分年雙向細目表中，也能清楚看到小學每個年級，都明確規劃了數與量的課題，而數與量的主題也超過另外三個種類：空間與形狀(S)、關係(R)、資料與不確定性(D)(教育部，2018)。由此可見數與量概念是部定國小學階段的重要課題，也是學習數學的重要基礎。

過去九年一貫課程綱要(教育部，2008)就指出，學生於國小畢業前要能精熟分數及四則運算，而在十二年國教新課綱(教育部，2018)實施後，學習分數基本概念的階段，也從小學三年級上學期，提早到小學二年級下學期(見表 1)，可見分數的抽象概念，需要學生提早學習，用更多時間建構。在所有的學習科目中，數學領域的學習概念有其獨有的前後連貫、相互影響的性質，若能在學習之初打下良好基礎，對日後的學習必有助益。

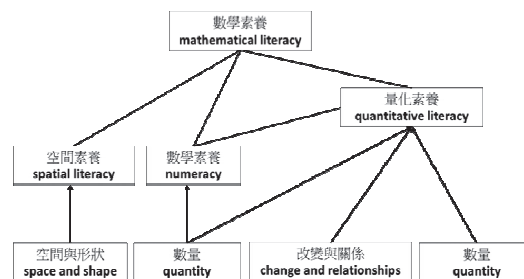


圖 2. De Lange 的數學素養結構圖

資料來源：De Lange, J. (2006). Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25, 15.

相關研究(呂玉琴，1991；楊瑞智，2000；Behr, Wachsmuth, Post & Lesh, 1984)指出，學生在解題時經常逃避使用分數，主因是學習分數概念時，對整數的想法干擾分數的學習。另外，分數的多重意義讓學生在學習過程更容易產生混淆；如同 Dickson, Brown 與 Gibson (1984)的研究指出，分數具有五種不同的意義：1. 用分數表示一個單位區域的子區域占有的量；2. 用分數表示離散物件組成的一集合中的子集合；3. 用分數表示數線上的點；4. 用分數做為除法運算的結果；5. 用分數表示兩集合或兩測量值之間大小比較的一種方法。

表 1. 十二年國教數學課綱小學各階段分數學習表現與學習內容

編碼	學習階段	學習表現	學習內容
n-I-6	一	認識單位分數	從等分配的活動(如摺紙)認識單部分為全部的「幾分之一」。知道日常語言「的一半」、「的二分之一」、「的四分之一」的溝通意義。在已等分割之格圖中，能說明一格為全部的「幾分之一」。
n-II-6	二	理解同分母分數的加、減、整數倍的意義、計算與應用。認識等值分數的意義，並應用於認識簡單異分母分數之比較與加減的意義	結合操作活動與整數經驗。簡單同分母分數比較、加、減的意義。牽涉之分數與運算結果皆不超過 2。以單位分數之點數為基礎，連結整數之比較、加、減。知道「和等於 1」的意義。
n-II-8	二	能在數線標示整數分數小數做比較與加減，理解整數、分數、小數都是數	認識數線，含報讀與標示。連結數序、長度、尺的經驗，理解在數線上做比較、加、減的意義。
n-III-4	三	理解約分、擴分、通分的意義，並應用於異分母分數的加減	用約分、擴分處理等值分數並做比較。用通分做異分母分數的加減。
n-III-5	三	理解整數相除的分數表示的意義	從分裝(測量)和平分的觀點，分別說明整數相除為分數之意義與合理性。
n-III-6	三	理解分數乘法和除法的意義、計算與應用	分數除以整數的意義。最後將問題轉化為乘以單位分數。

資料來源：教育部(2018)

同時也有研究(李國家、劉曼麗，2012；方文邦、劉曼麗，2013；劉祥通、周立勳，2001；李源順，2015；Taber，2007)指出，學生學習分數時常出現的迷思概念為：1. 受分子或分母影響作答與理解；2. 錯認單位量；3. 分

數的數值影響計算過程與結果。詹婉華、呂玉琴(2004)亦指出，學習等值分數時，學生若缺乏單位形成能力(unitize ability)、組合能力(assembly ability)、彈性思考能力(flexible thinking ability)、運作思考能力(operative thinking ability)之一，學童就會在學習等值

分數上遇到無法正確轉換、建立基礎概念的困難。

綜合上述，分數具備不同意義與多變的特性，教師在教學上若無法適切運用各種教材、教學法或學習輔助，讓學生持續保持學習興趣，並習得完整的概念，學生在未來面對分數問題多樣的呈現方式，將可能產生學習障礙或困擾。而張再明與陳政見（1998）指出應用多媒體的輔助，能透過生動的影像與聲音刺激人類多重感官，藉此引起學生的注意力、提高學習興趣，同時可以配合學生的程度進行適性學習。故本研究希望藉由因材網的互動式學習模式融入學習扶助教學，提供學生高年級分數一題一概念的學習方式，減少學生在理解分數概念上的混淆情況，進一步對低成就學生提供不同的學習提示作為學習刺激，以 AI 教師、AI 同儕的即時互動問答與適當提示，協助學生學習並聚焦學習重點。

3 研究設計與方法

3.1 研究設計

本研究的研究對象為學習扶助學生，學生人數有限，因此採個案研究。在實施因材網互動式學習模式教學前，先透過數學分數前測試卷及數學態度問卷，測試五位研究對象之分數概念程度，以及對分數的學習態度。隨後進行因材網互動式學習模式融入高年級數學學習扶助教學（如圖 3），藉由 AI 教師及 AI 同儕針對分數乘除及分數兩步驟解題，進行學生的個別化引導（如圖 4、5）。再透過數學分數後測試卷及數學學習態度問卷，比較學生學習動機與態度之前後差異。學生操作因材網期間，同時側錄及觀察五位個案學生的操作過程、紀錄學習行為。教學實驗期程為 19 次的因材網互動式學習模式上機學習，配合教師適時提供協助與在旁觀察，每次時間為課後 40 分鐘（共 760 分鐘），為期 2 個月，教學地點為該國小之電腦教室。

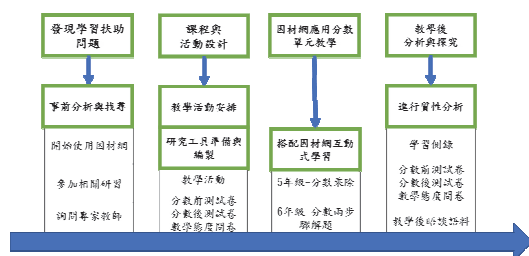


圖 3. 教學流程

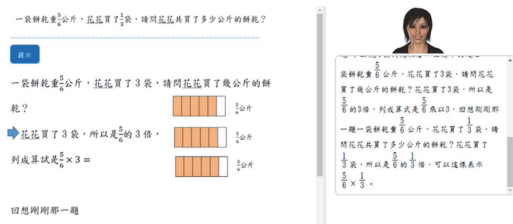


圖 4. AI 教師口頭與文字引導並圖示解題步驟

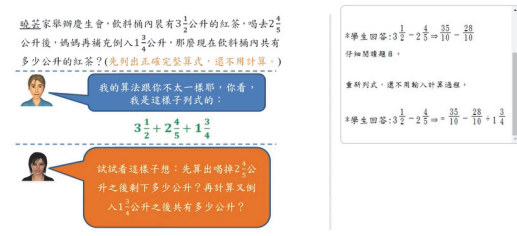


圖 5. AI 同儕提出想法與提供建議

3.2 研究對象

本研究之桃園市某公立國民小學，為一所小型學校，全校七班，總學生數不滿百人，需學習扶助之學生為五、六年級併班教學。本研究依據校內高年級數學學習扶助教學之規範，從高年級（五、六年級）中，篩選出需要學習扶助教學之六年級生為研究對象。研究對象與其數學分數的學習狀況，如表 2 所示。

研究對象在學習分數概念時，缺乏的主要觀念為異分母的比較與加減乘除，在計算後解決生活中問題的統整情境題之理解與計算皆尚未熟練，仍有進步空間。同時，透過學校於 2021 年 5 月施測的科技化評量篩選測驗（主要測驗五年級分數概念），可以發現雖然研究對象已經升上六年級，但對分數概念仍一知半解。而學校於 2021 年 12 月施測的成長測驗（針對六年級上學期所學的數學學習概念施測），則能夠發現超過半數的研究對象之分數概念，在深化學習與概念應用上，呈現退步現象。透過上述兩項測驗結果，評估研究對象需要進行學習扶助教學，重塑並強化分數概念。

3.3 研究工具

本研究使用之研究工具，第一部分為研究者由國民小學及國民中學學習扶助方案科技化評量（PRIORI-tbt）歷屆試題，考量本研究的研究對象為高年級的學習扶助生，因此擷取出與高年級分數相關之試題，並加入中年級分數基底概念相關試題，再邀集三位數學領域專家及資深數學教師進行兩次的題意、內容描述及選項設計的分析討論和編修，以確認研究者

篩選出之試題，是否涵蓋欲測驗之分數概念，同時考量學生的認知負荷，因此刪除內容敘述冗長的試題，且將題數訂在 20 題，最終產生本研究使用之前測及後測試卷，以檢核學生分數學習之學習成效。

第二部分為參考洪健益（2013）設計之數

學學習態度量表，修改為本研究之數學學習態度量表，採用李克特氏四點量表，共有 20 題（見表 3），分成「自我概念」、「學習慾望」、「學習習性」三大項度，各項度之 Cronbach's α 係數分別為.757、.714 及.809，具有良好穩定性與一致性，以探究學生之學習態度與學習感受。

表 2. 研究對象分數學習狀況

編號	性別	篩選測驗 答錯題數	成長測驗 答錯題數	分數 需補強概念
S1	男	2/4	2/4	1.能用通分作簡單異分母分數的比較與加減 2.能將分數標記在數線上。
S2	女	2/4	3/4	1.能用通分作簡單異分母分數的比較與加減 2.理解分數乘法的意義，熟練計算，解決生活問題。 3.能理解除數為整數的分數除法意義，解決生活問題。
S3	女	3/4	2/4	1.能用通分作簡單異分母分數的比較與加減 2.理解分數乘法的意義，熟練計算，解決生活問題。 3.能理解除數為整數的分數除法意義，解決生活問題。
S4	女	3/4	1/4	1.能用通分作簡單異分母分數的比較與加減 2.理解分數乘法的意義，熟練計算，解決生活問題。 3.能將分數標記在數線上。
S5	女	3/4	2/4	1.能用通分作簡單異分母分數的比較與加減 2.理解分數乘法的意義，熟練計算，解決生活問題。 3.能理解除數為整數的分數除法意義，解決生活問題。

資料來源：研究者整理

表 3. 數學學習態度問卷題目設計層面及內容

層面	題目內容
自我 概念 (7)	只要我努力，就可以得到不錯的數學成績。
	我比他人更快把數學觀念搞清楚。
	我覺得我很適合念數學這一科。
	我對自己的數學成績感到滿意。
	我覺得自己很認真在念數學。
	我覺得數學是一門實用的科目，對以後的生活很有幫助。
學習 慾望 (6)	我對數學感到很有興趣。
	我會把老師講解的數學觀念和題目抄下來。
	我平常會自動自發地研讀數學，不需要別人督促我。
	我會複習學校當天數學課教的課程內容。
	遇到解不出來的數學題目，我會請教老師或其他人。
	念數學時遇到不懂的地方，我會反覆多思考幾遍。
學習 習性 (7)	我會去訂正數學科的作業和考卷上的錯誤。
	不論我喜不喜歡數學科，我都會盡力爭取好成績。
	放學後，我會安排固定的時間念數學。
	每次考數學我都會設定想要考到的分數。
	已經安排好該念數學的時間裡，我就一定會念數學。
	每次考完數學，我都會檢討我的學習成效。
	算數學時，我會專心一致，心無旁騖。
	我每天都會念數學。

資料來源：研究者整理

第三部分為半結構訪談，訪談五位學生學習後之感受，藉此了解學生的學習狀況與學習感受變化，深入了解因材網互動式學習模式對學生學習的影響或幫助為何，並交叉驗證其他

研究工具獲得的結果。第四部份為上機操作的紀錄資料，因為無法取得因材網的後台數據供研究分析，因此以 ipad 紀錄學生的操作與學習行為，同時以螢幕錄影軟體 ActivePresenter

v7.5.5 紀錄，藉此觀察、檢視學生學習狀況，並對照訪談資料進行分析。本研究之研究工具與使用時機，整理如表 4。

表 4. 研究工具使用時機

研究工具	使用時機
數學學習態度問卷	操作因材網互動式學習前後
分數前測試卷	操作因材網互動式學習前
分數後測試卷	操作因材網互動式學習後
半結構訪談	操作因材網互動式學習後
ipad	操作因材網互動式學習模式過程
ActivePresenter v7.5.5	操作因材網互動式學習模式過程

資料來源：研究者整理

4 研究結果與討論

4.1 學習前表現

以學生在分數前測試卷之表現狀況(答對試題得 1 分，答錯得 0 分)，可以發現平均答對得分為 2.7 分，標準差為 1.3803 (見表 5)，顯示學生過半數都具備四、五年級的基本分數概念；但從學生答對總題數來看，可以看到學生個別的先備知識差異極大。

表 5. 分數前、後測試卷答題狀況比較表

學生 題號	S1		S2		S3		S4		S5		答對數	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5	5
2	×	○	○	○	○	○	×	○	×	○	2	5
3	×	○	○	×	○	○	×	○	×	○	2	4
4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5	5
5	○	○	○	○	○	×	○	×	○	○	5	5
6	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	3	5
7	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	3	4
8	×	○	○	○	○	○	×	×	×	○	2	4
9	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	4	5
10	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	3	4
11	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	3	2
12	×	○	○	○	○	×	×	○	×	○	2	4
13	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○	2	5
14	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	4	4
15	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○	2	4
16	○	×	×	×	×	×	×	×	○	×	2	5
17	×	○	×	×	○	×	×	×	×	×	1	1
18	×	○	×	×	○	×	×	○	×	○	1	3
19	×	○	×	×	×	○	×	○	×	○	0	4
20	○	×	○	×	×	○	×	×	○	×	3	1
答對總題數	11→18		14→14		15→13		8→10		6→14			
進步題數	7		0		-2		2		8			
前測平均數	2.7											
前測標準差	1.380											
後測平均數	3.95											
後測標準差	1.276											

備註：○ 代表答對 × 代表答錯

資料來源：研究者整理

試卷內容之第 1、4、8、9 為四年級之分數概念，學生過半數具備等值分數的轉換、分數數線等四、五年級的基本概念(1、4、5、8、9)。而從第 6、7、10、11、20 (為五、六年級的分數乘除題型) 可以發現 S1、S2 及 S3 三位答對試題較多、分數概念相對較完備。第 2、3、8、12、13、15、16、17、18、19 (為

概念較困難且搭配文字說明之分數兩步驟計算，包含有餘數之分數除法、異分母分數大小比較及異分母分數乘除)題普遍出現答對率未過半，這些題目為高年級綜合過去習得之分數概念與題意理解的問題解決題型。其中包含題目不是非常困難的計算，僅就列式與過程上的判別與偵錯(如第 15 至 20 題)，同樣發生學

生難以分辨差異，而感到困惑並出現答題錯誤的情況。

以數學學習態度問卷前測之表現狀況(見表 6)，可以發現學生在學習態度平均得分趨近中間值為 2.56 分 ($2.56 > 2.5$)，也是學習扶助學生常見的現象；但即便如此，最高分學生與最低分學生的平均分數仍有 0.6 分的差距。而在學習態度三大面向之自我概念、學習慾望與學習習性上的平均得分為 2.6、2.53 及 2.54。

4.2 學習過程表現

因材網互動式學習模式會因不同學習者、不同的回答，產生相異的學習與操作過

程。本研究歸納所蒐集之紀錄，發現在互動過程中，因材網互動式學習模式提供三種主要的提示方式與影片教學。

1. 語音提示的輔助與問題：起初每位學生因為新奇的教學方式，顯得格外專心，但對自己正在閱讀文字提示時，同時出現的 AI 同儕說話的聲音，有學生認為是一種學習干擾，反而無法專心(S1：老師她說的我有時候聽都沒聽懂就過去了。S4：就題目看不懂啊！小嘉好吵，我又不會他還一直吵。)；亦有學生表示 AI 教師與 AI 同儕呈現的風格與當天上課情緒的交叉影響，聽語音說話讓個案覺得很累(S4：好累喔今天！想到等等又要聽他們講話更累了！...很難懂啊！但我其實也沒有太認真聽，因為我很累！)。

表 6. 數學學習態度量表前、後測比較表

學生	S1		S2		S3		S4		S5		前測 平均 得分	後測 平均 得分	前、後測 各題平均 得分差異	向度前 後平均 差異	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後					
自我概念	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2.8	2.8	0	-0.15
	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2.6	2.4	-0.2	
	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2.2	2.2	0	
	4	3	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2.2	2	-0.2	
	5	3	2	1	2	3	2	3	3	3	3	2.6	2.4	-0.2	
	6	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2.8	2.6	-0.2	
	7	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3.0	2.8	0.2	
學習慾望	8	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2.2	2	-0.2	0
	9	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2.6	2.8	0.2	
	10	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2.6	2.4	-0.2	
	11	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2.4	2.4	0	
	12	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3.0	2.8	-0.2	
	13	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2.4	2.8	0.4	
學習習性	14	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2.8	2.8	0	0.06
	15	2	2	2	2	2	3	3	2	1	3	2.0	2.4	0.4	
	16	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2.8	2.6	-0.2	
	17	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2.4	2.4	0	
	18	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2.8	2.6	-0.2	
	19	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2.6	2.6	0	
	20	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	2.4	2.8	0.4	
	前測平均得分	2.55		2.2		2.8		2.75		2.5		2.56			
後測平均得分	2.35		2.05		2.6		2.85		2.8		2.53				
前、後測差異	-0.2		-0.15		-0.2		0.1		0.3		-0.03				

備註：數學學習態度作答 4：非常同意 3：同意 2：不同意 1：非常不同意
資料來源：研究者整理

2. 文字提示的輔助與問題：系統給予文字提示的算式與關鍵引導語句，往往能讓學生再次提筆計算或嘗試再思考，但每個人留下印象或能協助其理解題意的學習提示不盡相同(S2：比較喜歡文字的引導。因為比較習慣看紙本的考卷跟課本...有些算式不懂，但回答後還是會給正確的，我就能看懂。)；或是對於

文字每個學生的理解亦不相同，雖然文字能給予直接的引導，但學生能否看懂引導仍要從它對題目及分數的熟練來切入(S1：老師這題我的算式明明對，但它還是叫我再試試看...用去 1 又 2 分之一公升的白油漆是用減還是加...喔！它是叫我檢查算式的意思喔！)。

3. 圖片提示的輔助與問題：像分數這種較為抽象的概念，在學生初遇學習困難時，獲得具體化的引導或操作，能有效協助理解相關概念，而在因材網互動式教學高年級分數單元中，不會一開始就給予學生具體的圖片提示；但在系統從學生回答錯誤率變高時，就會給予圖片提示來提升學生對算式與文字提示的理解。過半數學生在理解分數遇到瓶頸時，圖片提示提供最多協助，讓學生能理解題意及算式，且當學生無法將文字轉化成符號，或無法理解異分母分數的乘除意義時，圖片提示可達到較好的效果（S2：圖片比較喜歡，感覺比較清楚。文字敘述文字很難理解，所以有時候就直接跳過了。S4：老師或小嘉有時候會給我圖片的提示跟算式，我就能看懂為什麼要這樣算，但前面我會很想趕快跳過。S5：圖片提示，我覺得最能讓我馬上知道要怎麼回答，雖然有時還是會看不懂，但後面的教學影片我都有看完喔！雖然我每次看完都很久，但我覺得會因為看完可以知道這一題在講什麼！）。

4. 影片教學的輔助與問題：影片教學出現的目的是將題目從理解到計算都詳細呈現一次，讓前面經過文字、具體圖片，仍對分數概念掌握不全，導致答題仍有問題時，進行完整的影片推播。因為影片放在最後，學生在前面在思考題目、思考問題時，已經產生些許的學習困難，最後要再看影片學一次時，有時會因時間太長（3-5 分鐘），或因看不太懂而不想再看（S3：因為影片太長，不想看完它，有時候我會直接跳過。S4：我試著看過，通常沒有那麼懂，所以我就跳過了。）；亦有學生會努力看完，看完後對影片教學產生較高的評價，認為能增進對題目與概念的理解（S1：有，因為呈現出就是這次題目的解法，我都會看完，只是有的時間很長，我沒有特別專心看前面的介紹，因為題目我懂。S5：我很喜歡這次的學習，雖然我看很慢，且網路又常常當掉，但我還是有盡量跟小嘉互動跟看完影片，感覺考試有變簡單... 圖片提示，我覺得最能讓我馬上知道要怎麼回答，雖然有時還是會看不懂，但後面的教學影片我都有看完喔！雖然我每次看完都很久，但我覺得會因為看完可以知道這一題在講什麼！）。

綜上實驗觀察發現個案學生在進行因材網操作的過程，會因為基礎與先備知識差異，遭遇不同挫折。答錯時，系統給予提示的方式，不一定能符合個別學習者的需求，若提示方式與學生的偏好符合，學生則會有意願繼續學習。從螢幕錄影與側錄紀錄中，也可見高年級數學學習扶助生遇到學習較困難的單元

時，學生會選擇各自偏好的學習提示進行學習。而在前述的訪談紀錄中，也能發現因材網互動式學習模式給予的提示內容，若符合學生的學習需求，學生會投入更長時間、有耐心持續學習，也能在最後影片教學中，學會原本不會的分數概念。此結果符合 Dahllöf (1971)、Lawrence-Brown (2004)、Oakes (1985)、Tomlinson et al. (2003) 之研究：因應學生個別學習需求，調整教學步調、提供適當因應方式，能提升教學效果，減少學生的挫折感。並且也如同朱家儀、黃秀霜、陳惠萍 (2013) 之研究結論，由於學習扶助生素質的差異大，因此透過解題提點、多元的師生互動方式，能讓學生願意持續投入學習。

4.3 學習後表現

學生學習前、後使用因材網互動式學習模式學習高年級分數概念之學習成效，雖然同為學習扶助學生，但普遍來說學生於分數學習之成效上從答題數來看出現進步居多。為求分析精確，再以無母數 Wilcoxon 符號等級檢定進行考驗，其學習扶助前後之結果如表 7 所示， $Z = -1.289$, $p = .197 > .05$ ，仍未達顯著水準，結果顯示因材網互動式學習模式對高年級數學學習扶助生改善學習之成效未達顯著進步。

表 7. 前、後測成績無母數 Wilcoxon 符號等級檢定

Z	自由度	顯著性 (雙尾)
-1.289	4	.197

資料來源：研究者整理

雖結果顯示學習成效未達顯著提升，但從學生的分數前、後測比較（見表 5），從答錯題號分析可以得知 S1、S4、S5 因為對分數概念不穩固，而 S2、S3 則是因為學習新知識尚未融會貫通，進而造成下一階段之學習問題。從分數前測答題狀況，可見原本分數概念基礎相對穩固有兩位學生（S2 與 S3），而剩下三位學生尚有缺漏或不足之概念，且從 15-20 題（六年級分數兩步驟與理解題意找出適合的答案），可發現學習扶助學生常見的問題：即便教過，但對學習過知識的理解不見得能達到熟稔。而在本研究融入因材網互動式學習模式的教學後，則能看到研究對象在原有的分數概念基礎上，強化基礎知識，多答對幾題。

從數學態度量表的前、後測比較（見表 6），從整體平均來看，研究對象在進行因材網互動式學習模式學習後，對數學感受的影響並沒有太大改變；但分為三大向度的前後平均分數比較，可發現學生整體在「自我概念」部分呈現降低的趨勢，而「學習慾望」呈現沒有

改變，而「學習習性」則呈現稍微上升。進一步檢視學習習性的問項細節，則可以看見學生自陳，未來將安排與規劃固定時間學習數學。顯示學生雖然對自己的分數概念沒有太多信心，但經過因材網互動式學習模式的教學，部分學生逐漸願意多花時間在思考與自主學習分數概念。在學生的個別訪談資料中，也能看到因材網互動式學習模式對研究對象的影響，由於學生個別的差異而有所不同。

綜上所述，因材網互動式學習模式的不同學習提示，對輔助學生學習的效果不盡相同；但其中確實有研究對象表示遇到分數概念或解題問題時，認為圖片提示能助其了解相關概念。因材網互動式學習模式的影片教學，位於教學的最後做為總結，因此經常被學生跳過；但教學過程中有看完影片的學生認為，影片教學能教會學生尚未釐清之分數問題。在分數單元的學習上，實施分數前測時，研究對象過半數無法理解的等值分數、真分數加減乘除、異分母的加減，以及部分的分數兩步驟理解與計算概念；而進行因材網互動式學習模式學習後，學生在前述的分數概念上有所改善。

學生的學習感受雖然因為因材網互動式學習模式操作的繁雜過程，也因為題意理解的個別差異問題，造成部分學生動機降低；但多數學生仍願意為了學好分數概念，願意花時間投入。多元媒材設計之狀況亦符合 Mayer 等人（2007）之研究結果，藉由提供符合學生個別需求之多媒體教材與提示，能降低外在認知負荷，提高學習效果。當學生專注於學習，配合多媒體的多元提示共同交互作用下，能幫助學習者逐步建構分數的概念。

5 結論與建議

5.1 結論

因材網互動式學習模式在學習扶助教學過程，可以針對不同學生的列式與作答，提供個別化、差異性的提示與引導，在相對易受挫折且學習專心度不佳的學習扶助生教學，讓學生能收到立即的回饋，且能依據提示與步驟，踏實地重複練習與思考教學概念。本研究之結論歸納如下：

1. 因材網互動式學習模式對高年級數學學習扶助生整體的學習成效無顯著影響；但在提供的學習提示中，以圖片提示及影音教學對學習扶助生的幫助最大

在本研究的教學輔導情境下，研究結果顯示因材網互動式學習模式無法顯著提升學生的學習成效；但也由訪談資料發現，對研究對象來說，圖像與影音媒材的提示相較於其他提示來得有效。學習扶助學生學習分數這樣抽象的概念時，有效的學習提示方式為提供具體化的視覺提示，輔助學生理解算式與題目內涵，同時讓學生有動力能持續做下去；但經過長時間學習後，才提供影音教學作為學習的結尾教學，反而會影響學習者的學習感受、降低學習成效。

2. 妥善規劃教學設計配合因材網互動式學習模式功能之運用，有助於改變學習扶助生在學習分數概念的學習習性

因材網的互動式學習模式能由 AI 教師、AI 同儕提供學生即時的教學回饋，讓學生能於學習時間內針對教學概念反覆思考與練習的機會。即便學生在學習過程中，仍存在個別的學習問題而影響其學習狀態；但由於互動式學習模式的 AI 教師、AI 同儕能提供確切的引導方向與即時和學生互動對話，因此在本研究的教學輔導情境中，能有助於改善學生的學習習性。根據學生個別的需求，透過 AI 教師、AI 同儕提供的提示，讓學生對學習數學的態度，轉變為安排與規劃時間學習數學。

由於學習扶助學生起點行為各有不同，就本研究之研究結果顯示，吸引學生注意力的媒材既非 AI 教師、AI 同儕的輔助，也非針對不同學生提供固定的提示方式，反而是能盡快協助學生解決當前遭遇問題的學習媒材或提示。總體而言，適合的學習提示對提升學習扶助學生分數概念之學習成就有正向的影響，除了強化其學習效能，也讓學生保持學習興趣、自主學習，故教師若能妥善運用因材網互動式學習模式，針對不同需求與偏好的學生，主動協助選擇並提供適合的學習提示，將有助於學生的學習發展。

5.2 建議

因材網互動式學習模式之學習成效的判斷，需要記錄相關數據資料供教學者檢核，但在教學時間、人手有限之現場情況，難以在多人、全班一致之狀況下實施，也違背互動式教學之個別化原則，故課程之融入有其操作上的限制。因此建議在多人、混齡之教學情境，應避免使用因材網互動式學習模式學習，避免造成學習反效果。

因材網互動式學習模式學習的操作過程中若閒置過久，畫面可能會無法跳轉，接著顯示後臺的程式碼，故在網頁與介面操作、執行穩定度上，仍有可進步空間。最後，考量教師在教學設計上的專業與規劃自由度，互動式學習模式未來能考慮納入教師在後臺編輯教學內容、教材的客製化功能，更能發揮教師專業，同時提供適合個別學生學習的教學內容。

參考文獻

方文邦、劉曼麗（2013）。對國小四年級數學低成就學童在分數學習的迷思概念／錯誤類型與其成因之探討。**科學教育月刊**，**358**，20-35。【Fang, W. P., & Liu, M. L. (2013). Investigating Fourth Grade Low-performing Students' Misconceptions of Fractions: The Cause of Error Patterns. *Science Education Monthly*, 358, 20-35. (in Chinese)】 DOI: 10.6216/SEM.201305_(358).0002

朱家儀、黃秀霜、陳惠萍（2013）。「攜手計畫課後扶助方案」補救教學方法之探究。**課程與教學季刊**，**16**(1)，93-114。【Chu, C. Y., Huang, H. S. & Chen, H. P. (2013). A Case Study of the Observation of Teaching Methods from 'After School Alternative Program'. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 16(1), 93-114. (in Chinese)】 DOI: 10.6384/CIQ.201301_16(1).0004

呂玉琴（1991）。分數概念：文獻探討。**臺北師範學報**，**4**，573-606。【Leu, Y. C. (1991). Fraction Concepts: Literature Review. *Journal of Taiwan Provincial Taipei Teachers College*, 4, 573-606.】

李國家、劉曼麗（2012）。探討國小五年級數學低成就學生在分數部分的迷思概念—以異分母分數的比較與加減為例。**科學教育月刊**，**354**，30-43。【Lee, K. C., & Liu, M. L. (2012). Investigating Fifth Grade Low-Performance Students' Misconceptions of Fractions: The Case of Comparison and Addition of Fractions with Unlike Denominators. *Science Education Monthly*, 354, 30-43. (in Chinese)】 DOI: 10.6216/SEM.201211_(354).0003

李源順（2015）。國小學生了解分數、小數乘除問題的多元途徑。**國教新知**，**62**(3)，3-11。【Lee, Y. S. (2015). The Multi-Approach Learning of Fraction and Decimal Integer Multiplication and Division for Primary Students. *The Elementary Education Journal*, 62(3), 3-11. (in Chinese)】 DOI:

10.6701/TEJ.201509_62(3).0001

涂金堂（2012）。應用認知負荷理論的數學解題教學實驗。**屏東教育大學學報-教育類**，**38**，227-256。【Tu, C. T. (2012). The Application of Cognitive Load Theory to Mathematical Problem-Solving Instruction. *Journal of National Pingtung University Education*, 38, 227-256. (in Chinese)】 Retrieved from <https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/JournalContentDetail?SysId=A12023939>

洪健益（2013）。國小中高年級生數學科學習態度與學習成就之相關研究（未出版之碩士論文）。國立臺中教育大學，臺中市。【Hung, C. Y. (2013). *The Relationship between Learning Attitudes and Learning Achievement of Fourth, Fifth and Sixth Graders in Mathematics* (Unpublished Master's Thesis). National Taichung University of Education, Taichung. (in Chinese)】 Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/sg4926>

洪碧霞、林素微（2017）。認知本位電腦化學習評量系統的應用效益與拓展方向：以攜手計畫課後扶助方案科技化評量系統為例。**測驗學刊**，**64**(4)，313-339。【Hung, P. H., & Lin, S. W. (2017). A Computerized Cognitively Based Learning Assessment System for the Students of After School Alternative Program of Taiwan. *Psychological Testing*, 64(4), 313-339. (in Chinese)】 Retrieved from <https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/JournalContentDetail?SysId=A18002741>

張再明、陳政見（1998）。特殊教育實施電腦輔助教學之相關問題探討。**嘉義師院學報**，**12**，73-93。【Chang, T. M., & Chen, C. C. (1998). Some Issues in Implementing Computer Assisted Instruction in Special Education. *Jiayi Shiyuan Xuebao*, 12, 73-93. (in Chinese)】 Retrieved from <https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/JournalContentDetail?SysId=A98026308>

張春興（1991）。**現代心理學**。臺北市：臺灣東華。【Chang, C. H. (1991). *Modern Psychology*. Taipei: Tunghua (in Chinese)】 ISBN/9576363799

張新仁（2003）。**學習與教學新趨勢**。臺北市：心理。【Chang, S. J. (2003). *Learning and Instruction Xinqushi*. Taipei: Psychological Publishing (in Chinese)】 ISBN/9577025730

教育部 (2008)。九年一貫數學學習領域課程綱要。臺北市：教育部。【Ministry of Education (2008). *Grade 1-9 Curriculum Guidelines: The Domain of Mathematics*. Taipei: Ministry of Education. (in Chinese)】 Retrieved from <https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=9&mid=248>

教育部 (2017)。教育部國民及學前教育署補助辦理國民小學及國民中學學生學習扶助作業注意事項。臺北市：教育部。【Ministry of Education (2017). *K-12 Education Administration, Ministry of Education Project for Implementation of Remedial Instruction Zuoye Zhuyi Shixiang*. Taipei: Ministry of Education. (in Chinese)】 Retrieved from <https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001664>

教育部 (2018)。十二年國民基本教育數學領域課程綱要。臺北市：教育部。【Ministry of Education (2018). *Curriculum Guidelines for the 12-Year Basic Education: The Domain of Mathematics*. Taipei: Ministry of Education. (in Chinese)】 Retrieved from <https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6349>

陳麒、高台茜 (2019)。翻轉教學應用於偏鄉網路課輔國小高年級數學之成效。《當代教育研究季刊》，27(2)，1-37。【Chen, Q., & Kao, T. C. (2019). Applying the Flipped Classroom Instructional Model to Rural Online Tutoring Program in Upper Elementary Mathematics. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 27(2), 1-37. (in Chinese)】 DOI: 10.6151/CERQ.201906_27(2).0001

游自達 (2019)。素養導向教學的實踐：深化學習的開展。《臺灣教育評論月刊》，8(10)，6-12。【Yiu, T. T. (2019). The Practice of Competency-Based Instruction: Development of Shen Hua Learning. *Taiwan Educational Review Monthly*, 8(10), 6-12. (in Chinese)】 Retrieved from <http://www.ater.org.tw/journal/article/8-10/topic/02.pdf>

楊瑞智 (2000)。探究師院生之分數基本概念及分數概念的課室教學。《臺北市立師範學院學報》，31，357-382。【Yang, R. T. (2000). Study of Student Teachers' Elementary Fraction Concept and Classroom Teaching of Fraction Concept. *Journal of Taipei Municipal Teachers College*, 31, 357-382. (in Chinese)】 Retrieved from

<https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/JournalContentDetail?SysId=A00008100>

詹婉華、呂玉琴 (2004)。國小高年級學童分數概念量表之設計研究。《科學教育學刊》，12(2)，241-263。【Chan, W. H., & Leu, Y. C. (2004). The Design of 'The Rating Scale of Fraction for 5th and 6th Graders'. *Chinese Journal of Science Education*, 12(2), 241-263. (in Chinese)】 DOI: 10.6173/CJSE.2004.1202.05

劉玉玲、薛岳 (2013)。國中生數學學業自我概念及數學學習策略與數學學業成就之研究－自我提升模式觀點。《課程與教學季刊》，16(1)，179-208。【Liu, Y. L., & Hsueh, Y. (2013). The Effects of Mathematics Self-concept and Learning Strategies on Academic Achievement: A Self-Enhancement Model. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 16(1), 179-208. (in Chinese)】 DOI: 10.6384/CIQ.201301_16(1).0008

劉祥通、周立勳 (2001)。發展國小教師數學教學之佈題能力－以分數乘除法教學為例。《科學教育學刊》，9(1)，15-34。【Liu, S. T., & Chou, L. S. (2001). Developing Elementary School Teachers' Problem-Posing Abilities: Examples of Teaching Multiplication and Division of Fractional Numbers. *Chinese Journal of Science Education*, 9(1), 15-34. (in Chinese)】 DOI: 10.6173/CJSE.2001.0901.02

Behr, M., Wachsmuth, I., Post, T., & Lesh, R. (1984). Order and Equivalence of Rational Number: A Clinical Teaching Experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(5), 323-341. DOI: 10.2307/748423

Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42. DOI: 10.3102/0013189X018001032

Dahllöf, U. (1971). *Ability Grouping, Content Validity, and Curriculum Process Analysis*. New York: Teachers College Press. DOI: 10.1016/0022-4405(71)90048-3

De Lange, J. (2006). Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25, 13-35. Retrieved from https://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/sympo_2006/lange.pdf

Dickson, L., Brown, M., & Gibson, O. (1984).

Children Learning Mathematics: A Teacher's Guide to Recent Research. Oxford: Alden Press. ISBN 978-0039104061

Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed : Multiple Intelligence for the 21st Century*. New York: Basic Books. ISBN 978-0465026111

Lawrence-Brown, D. (2004). Differentiated Instruction: Inclusive Strategies for Standards-based Learning that Benefit the Whole Class. *American Secondary Education*, 32(3), 34-62. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Differentiated-Instruction%3A-Inclusive-Strategies-Lawrence-Brown/4461039f277d9bfe3e0c489aabf6f55c6a687cf8>

Lefa B. (2014). The Piaget Theory of Cognitive Development: An Educational Implications. *Educational Psychology*, 1(9), 1-7. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/265916960_THE_PIAGET_THEORY_OF_COGNITIVE_DEVELOPMENT_AN_EDUCATIONAL_IMPLICATIONS

Mayer, R. E., DeLeeuw, K. E., & Ayres, P. (2007). Creating Retroactive and Proactive Interference in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 795-809. DOI: 10.1002/acp.1350

Oakes, J. (1985). *Keeping Track: How Schools Structure Inequality*. New Haven: Yale University Press. ISBN 978-0300108309

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books. DOI: 10.1037/10034-000

Sweller, J. (1988). Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. DOI: 10.1016/0364-0213(88)90023-7

Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. DOI: 10.1007/s10648-010-9128-5

Taber, S. B. (2007). Using Alice in Wonderland to Teach Multiplication of Fractions. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 12(5), 244-250. DOI: 10.5951/MTMS.12.5.0244

Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K.,

Conover, L. A., & Reynolds, T. (2003). Differentiating Instruction in Response to Student Readiness, Interest, and Learning Profile in Academically Diverse Classrooms: A Review of Literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2-3), 119-145. DOI: 10.1177/016235320302700203

基於虛實共存環境的空間認知模式探究：以建築系低年級設計課程的遠距教學環境建構為例

蕭吉甫¹，陳欣道²，柯純融³，張登文⁴

¹ 淡江大學建築學系助理教授，chifu_research@gmail.com(通訊作者)

² 淡江大學建築學系大專生，dao95099@gmail.com

³ 淡江大學建築學系副教授，146736@mail.tku.edu.tw

⁴ 國立雲林科技大學數位媒體設計系所教授，tengwen@yuntech.edu.tw

摘要

從 2019 年開始新型冠狀病毒(Covid-19)快速蔓延，導致大多數學校為了配合政府防疫政策將原本的實體教學模式改為遠距教學(Distant Learning)。對建築系工作室(Studio)教學模式，造成巨大的影響。因此，本研究以低年級設計課程學員為對象，通過前後測的方式，驗證虛實共存環境(Co-existing Environment)技術對於學員空間認知能力的影響。本研究分為 3 個部分：(1)基於傳統基本設計中的單元化形式操作題目，發展出「轉換認知」、「尺度推算」、「完整量體」、與「單元拆解」4 種不同的空間認知選擇測驗題庫；(2)對應於測驗題庫，規劃出「調整模型比例」、「改變模矩單元」、「模型間開闢」、「調整單元組織規則」等 4 種不同的數位孿生模型(Digital Twin Model)沉浸體驗；(3)基於建築系低年級學員在體驗混合實境(Mixed Reality)體驗的認知變化，探究學員在經歷過虛實共存活動後，對其空間認知能力之影響。本研究通過空間認知能力的前後測答題成果、與使用者活動軌跡發現：使用 MR 技術有助於提高學生在 2D 和 3D 空間之間的認知轉換能力，並且有助於學生更好地理解空間中不同元素之間的互動關係。此外，在 MR 技術中適當引入與基本家具尺寸相仿的虛擬元件模塊，也可以幫助學生用堆疊的分式理解空間尺度。

關鍵詞：遠距教學、虛實共存環境、空間認知、數位孿生模型、混合實境。

An Investigation of the Spatial Cognitive Model Based on the Co-existing Environment: An Example for the Construction of a Distance Learning Environment in a Junior Architecture Department Design Course

Chi-Fu Hsiao¹, Xing-Dao Chen², Chun-Hung Ko³, Teng-Wen Chang⁴

¹ Dept of Architecture, Tamkang University, Assistant Professor, chifu_research@gmail.com(Corresponding author)

² Dept of Architecture, Tamkang University, Undergraduate Student, dao95099@gmail.com

³ Dept of Architecture, Tamkang University, Associate Professor, 146736@mail.tku.edu.tw

⁴ Dept of Digital Media Design, National Yunlin University of Science and Technology, Professor, tengwen@yuntech.edu.tw

ABSTRACT

The rapid spread of the new coronavirus (covid-19) has impact on the studio teaching mode of architecture departments. This study was conducted to verify the impact of coexisting environment technology on the spatial reasoning ability of students through a pre- and post-test. This study includes 3 parts: (1) developing 4 different types of spatial reasoning test; (2) build MR experiences corresponding to each test; (3) explores the impact of immersive activities on students' spatial cognition abilities. The findings indicate that in a MR environment, students' spatial reasoning activities involve more than just static observation behaviors. They also consciously adjust virtual objects while observing the space. The study found that using of MR technology can improve students' ability to convert between 2D and 3D space and help students better understand the interaction between different elements in space. In addition, introducing virtual component modules, similar in size to basic furniture in MR technology can help students understand spatial scales using stacked fractions. These results were derived from the pre- and post-test results of spatial reasoning abilities and user activity trajectories.

Keywords: Distant Learning、Co-existing Environment、Spatial Reasoning、Digital Twin Model, Mixed Reality.

1 研究背景

在 2019 年新型冠狀病毒(Covid-19)流行初期，台灣是少數幾個學校正常運作的國家之一，為了確保學生和教職員工的安全，台灣教育部制定了應對 Covid-19 的一般指南。該指南規定了每所大學的工作組設置、一般衛生措施、通風和衛生原則、疑似病例報告流程、隔離措施、停課政策和補課方式(Cheng, Wang, Shen, & Chang, 2020)。而在 2021 年中旬 Covid-19 在台灣之疫情嚴峻升溫，全台疫情警戒提升至第三級，為遵守防疫規範大多數學校都採用了遠距教學方式，並將線上點名、屏幕講課和全班同步線上視頻討論等教學方法取代了傳統的實體上課。而隨著遠距教學環境的全面施行，則暴露出當前設計學院的工作室文化對於數位化工具的適應性不足(Wu, 2021)。

1.1 設計學院的工作室文化

工作室文化被建築學者視為建築教育的核心，它是與同學或老師進行設計討論過程裡重要的空間場域。Vowles 指出，建築系學生的學習，往往發生在相互討論之間，除了項專業者學習之外，與工作室中同儕互動的學生比獨立工作的學生更能茁壯成長(Vowles, Low, & Doron, 2012)。設計工作室既是一個學習環境，更是一個複雜的社會環境，學員即使在指定的課程時間之外，也可以在沒有老師在場的情況下與同學一起工作。

然而，自 2019 年疫情肆虐開始，傳統設計工作室被迫被線上教學取代；學生們只能在指定的時間內通過各種應用程序與設計導師保持聯繫，並在電腦螢幕上展示與討論他們自己已完成的作品，因此失去了在傳統工作室和同學們「邊做邊學」的學習方式，也無法了解其他同學們目前的設計進度。

Alnusairat 指出，線上教學除了失去和同儕間相互學習的機會外，和設計老師的學習也充滿了限制。雖然設計課程教師仍能通過各種策略將傳統媒材進行數位化、包括掃描草圖、對手工模型照相、或是用數位模型檢視，然而在線上教學中，大多數設計老師仍然只能使用螢幕和口頭講述與學員溝通，當反饋僅限於一種形式時，學生往往難以建構老師對抽象空間的描述(Alnusairat, Al Maani, & Al-Jokhadar, 2021)。這些線上教學產生出的問題包括，不熟悉的技術因素、同學間互相學習的喪失、有限制的教學模式、高度的電腦技術依賴、以及學生間良性競爭的削弱。

1.2 虛擬設計工作室

有鑑於此，虛擬設計工作室(Virtual Design Studio, VDS)的概念開始被應用在建築學院的設計教學現場中。Rodriguez 提出的 VDS 較為廣泛地指涉各種引入數位化工具的教學和學習形式。只要參與者的交流和合作是通過非同步數字工具進行調解，從而得以克服地理或空間障礙即可指稱知。(Rodriguez, Hudson, & Niblock, 2018)。

VDS 主要聚焦於學習時間的彈性與自由度，允許學生隨時進行隔離學習，並使用視頻會議和 Skype 和 Facebook 等社交網絡等互動技術與教師和同學交流。許多學校甚至將 VDS 的概念擴大到大部分的教學業務上，例如英國的開放式大學(Open University, OU)，便創建了整合性的線上工作室工具(Open Design Studio, ODS)，讓學生可以在上傳並在一個群組中與同儕和老師分享作品。在當前的技術環境底下，ODS 的主要功能是以視覺方式交流和共享數位作品，學生可以在查看其他學生的工作時產生內在的動機並達成自我技術的比較(Jones, Lotz, & Holden, 2021)。

1.3 空間認知與沉浸式環境

然而，對於設計學院，尤其是建築系而言，三維空間的設計討論，本就難以單純通過平立剖面圖面進行表達，往往需要通過實體模型的製作輔助，才能有效檢視學員對空間組織與構成方式的有效理解。尤其對低年級的設計學員而言，如何從平面的呈現上，評判學員是否對於三維空間組織的正確理解與認識，讓多數的設計老師仍傾向通過面對面的交流與模型輔助，協助確認設計學員對空間敏感度與操作技術的認知。

面對前述困難，Tang 提出混合實境(Mixed Reality, MR)與虛實共存(Co-existing Reality, XR)技術，能有效協助教師與學員進行空間認知與組織模式的交流。他指出，MR 將現實世界和虛擬世界融合到一個新的環境中，而 XR 技術則讓使用者與虛擬數位內容進行動態互動；Tang 認為將 MR 技術融入設計學習歷程，不但通過其沉浸式的環境帶給學生更高的參與度，更有效明瞭地進行教材傳達；而 XR 技術更能夠協助老師們在需要交流討論時，為學員帶來更真實直接的體驗反饋(Tang, Au, & Leung, 2018)。

因此，本研究擬探討後疫情時代下，應如何通過 MR 與 XR 技術應用，提供低年級的設計

學員更完善的 VDS 環境，探究如何通過線上教學模式，整合設計教學目標與數位工具。

2 文獻探討

2.1 空間認知教學與測驗方法

Tepavčević 探討了建築教育中製作過程對學生空間認知的影響，並分析了幾所澳大利亞和亞洲建築學校在教學中使用製作過程的方式。他認為，當代的建築設計思維模式一直在繪畫和製作、視覺和材料之間搖擺不定。在數位時代的教學法模型(Pedagogical Model)中，應拓展傳統的紙張導向設計思考(Paper-Based Design Thinking, PDT)模型，並進一步通過做中學(Learning by Making, LBM)模型引入先進的參數化設計方法和製造技術。Tepavčević 認為，強化數位實踐經驗與協作，不僅帶來新的設計思維模式，也有機會調和設計過程中真實與想像的雙重特質。(Tepavčević, 2017)。

Ramful 曾基於心理旋轉 (Mental Rotation)、空間定向 (Spatial Orientation)、空間視覺化 (Spatial Visualization) 發展出一個空間認知能力測試工具 (Spatial Reasoning Instrument, SRI)。他認為基於上述三項構面，能夠有效地測試學員在數學、科學、技術、工程等相關科目的空間操作和任務執行能力(Ramful, Lowrie, & Logan, 2017)。

此外，Cho 則是針對大一建築專業的學生使用包括：Torrance 創造性思維(Torrance Tests of Creative Thinking, TTCT)、心理旋轉、紙摺(Paper Folding)、建築空間能力(Architectural Spatial Ability Test, ASAT)、空間尺度認知、空間組織規則、物件空間想像(Object-Spatial Imagery Questionnaire, OSIQ)等綜合性測試測試，並將它們與設計工作室課程的最終成績進行比較。結果發現創造力、空間能力和視覺認知風格等觀察得分能力與工作室課程成績之間沒有相關性；但是，Cho 也指出一般空間能力確實和物件位移、空間模矩、卡扣空間想像、與單元組織規則等概念存在正相關(Cho, 2017)。

2.2 體驗式教學環境

工作室是建築教育的核心，Kurt 指出，建築課程以「邊做邊學為重點的設計工作室模式」為基礎，提供了合作、感受、建構主義、專注於問題的體驗式教學環境(Kurt, 2009)。工作室當中的學員除了進行學習之外，該場景中更涉及了無數的社交、再現、和體驗活動。因

此設計工作室的空間環境通常是為了支應交流、協作和分享。

Vyas 認為工作室環境是一種基於持續性對話、評論彼此工作而促進溝通技術的學習場域。設計者在工作室中存放的各種設計草圖、繪圖、故事板、拼貼畫、實體草模、環境地形、與大樣模型等不同的表現形式被附加到工作室空間中，這些製品的存在標誌著每位學員的價值感、恥辱感、公共可用性和知識地標，有助於支持設計學院之於教學環境所蘊含的溝通和協調意義(Vyas, van der Veer, & Nijholt, 2013)。

Sidawi 表示工作室內的交流和討論對於開發創新的設計方案有很大的幫助，因此學生待在學院工作的時間往往比宿舍還長。部分學生表示每當做完一個設計方案時，他們會將其展示給其他同學並得到反饋(Sidawi, 2012)。此外，Świeściak 也指出，學生喜歡在教師和同學的附近面對面討論新的設計替代方案，他們會提出問題、針對可能的問題展示動手解決方案、提供反饋並引發反思。根據學生的說法，親臨現場並獲得即時反饋也會影響他們在設計工作室期間的積極性和注意力水平(Komarzyńska-Świeściak, Adams, & Thomas, 2021)。作為一個互動空間，在參與者之間建立牢固的聯繫，學生們可以在此開展設計工作、與朋友交流、討論和分享。這些主要依賴於非結構化和短暫的活動的社會活動較能在線上環境中被體現出來(Ceylan, Şahin, Seçmen, Somer, & Süher, 2021)。

針對上述這些對面對面交流的依賴，都暗示著設計教育需要基於工作室場域中的練習，使得設計教育者很難將技術驅動的變革轉變為在線教學。

Gogu & Kumar 的研究表示，唯有學生參與度高且教師反饋即時，設計中的線上合作才有可能成功完成。以工作室為基礎的藝術、建築和設計教學的特點已被確定為支持互動、主動學習以及社會參與，同伴學習和小組討論是學習過程中不可或缺的一部分。當前的線上課堂雖然提供了隨時隨地教學和學習的便利，節省了時間和精力，但唯有通過具有回饋性的混合實境空間體驗，才有機會在缺失社交活動的沉浸式線上環境中，體現出設計與空間的認知與理解，進而有助於學生更好地參與課堂與空間認知的建構(Gogu & Kumar, 2021)。

2.3 混合實境(MR)

MR 結合了虛擬世界和真實世界，並創建了一種不同於傳統的環境體驗，使得虛擬對象和真實空間可以共存，並且即時相互作用(Wang & Dunston, 2008)。由於 MR 允許更程度的數位整合，因此得以作為一種具有回饋與真實空間疊合的嶄新教學環境。

Hosny 在其前瞻性的技術報告中曾指出，使用 MR 的優勢在於可以刺激視覺、聽覺、觸覺等感官，從而實現更有效的學習活動。結合真實和虛擬環境可以使學生更積極地參與學習過程，並且激發創造力。此外，MR 技術也可以有效用於增強合作任務，例如建築系學生可以同時查看現實環境，以及疊加在環境上的數位模型。此外，當團隊中的成員圍坐在桌子旁能夠同時看到彼此，而三維模型則漂浮在他們中間，這使得對話行為可以更接近真實的面對面合作，而不是盯著屏幕的討論(Hosny & Abdelmohsen, 2004)。

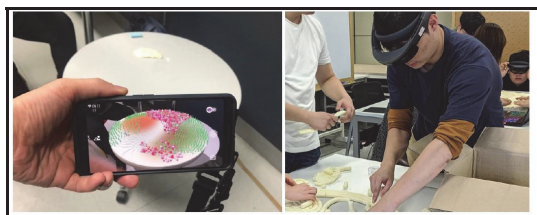


圖 1. MR 技術運用於景觀建築設計應用，資料來源：(Lee et al., 2021)

隨著數位技術的快速進步，Lee 將 MR 技術通過三維應用軟體的外掛套件 fologram 應用在景觀建築設計上。fologram 允許多個設備同時進行，Vermisso 指出這種同時檢視技術的重要性，在於當所有使用者們可以即時查看相同的模型時，能夠有效地在設計發展的交流討論上，為團隊成員帶來更多的參與度、並降低抽象、錯誤的討論目標(Vermisso, Thitisawat, Salazar, & Lamont, 2020)。

而 Emo 則進一步表示，當設計團隊的參與者都被分配頭像後，不但使討論過程可以更加生動，還可以讓學員與老師在演示期間更有參與感，並且沉浸在混合實境中交流與評論的氛圍中(Emo, Gerber, & Hölscher, 2021)。

此外，Lee 則指出通過穿戴/或手持式裝置、和三維應用軟體之間建立的數據連接，學習者能夠通過在物理材料和虛擬模型間的來回發展來檢驗設計成果。在成果討論的過程中，學員與教師必此之間不需要任何圖紙作為媒介，而是直接檢視立體模型並進行有效的修改

(Lee, Hahm, & Jung, 2021)。

2.4 虛實共存環境

除了與真實環境疊合的 MR 技術之外，虛實共存環境的開發，則是進一步加入互動回饋，為當代的建築學習環境提出了不同於傳統工作室的可能性：Sepasgozar 指出虛實共存在建築學習的應用，可能會改變基於實踐的課程之教育方法。通過在虛實共存環境中展示 MR 技術，能夠協助老師向初級的設計學員溝通空間組織的架構、描述空間氛圍，並根據沉浸式體驗快速建構出學員對空間環境溝通體系(Sepasgozar, 2020)。

通過在 MR 環境中加入數位孿生(Digital Twin, DT)的即時反饋機制，能夠更有效地實現世界與虛擬世界交互和融合的沉浸體驗(Chen, 2021)。DT 是多物理場、多尺度、超保真的模擬環境，通過架設感測器，以及隨處運算技術的整合應用，能夠即時將環境中的各項數據資料記錄下來成為數位孿生模型(Digital Twin Model, DTM) (Tao, Zhang, Liu, & Nee, 2019)。DTM 可以根據機能需求，應用於定義各種不同尺度、不同目的性空間的指涉，並將數字產品模型擴展到系統模型(Schleich, Anwer, Mathieu, & Wartzack, 2017)上。

Hsiao 的案例則演示出這種新形態的共存交互工作流程的可能應用策略，幫助設計師了解材料成分的變形狀態，並幫助工作人員達到預期的效果。此文獻提出了沉浸式交互環境的可能性和靈活性，這種基於團隊的製造方法可以幫助設計師在團隊中的工作，因為它縮小了虛擬與現實、反射與自動化以及人與機器之間的差距(Hsiao, Lee, Chen, & Chang, 2020)。

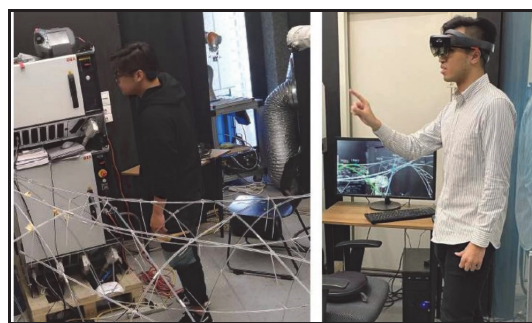


圖 2. 身體運動驅動機械手臂運動狀況，資料來源：(Hsiao et al., 2020)

結合 MR 與 DTM 技術，也可以稱之為延展實境(Extended Reality, XR)，協助將過去只存在於設計學員腦海中，尚未明確的物件，通過實體與虛擬世界透過數據即時傳輸，使其同步

存在於現實和虛擬世界。而教師引導者，則能夠通過觀察虛擬空間與學員間的互動，要求學員說明、標記自己對空間的認知內容，並通過虛實共存環境達成共識，協助教師理解學員對腦海中想像空間的可能樣態。Darwish 便指出，XR 的使用已經讓當代的建築教育得以開始朝向參與式方式進行學習。XR 允許學生在實際尺度上體驗他們的設計項目，並協助教育者更有效地確認學員的設計成果。Darwish 通過實驗的前後測結果，說明了在建築教育的早期設計工作室中實施 XR 技術及其對學生整體空間能力水平的影響的優勢 (Darwish, Kamel, & Assem, 2023)。

Chen 指出這種基於 DT 與 MR 的教學模式，可以模擬學生從課後自學、課內學習到課後復習的全過程。他指出，模擬結果可以引導教師從多個維度、多角度了解學生的學習過程，進而發現學生喜歡的學習方式、腦海中存在卻不知如何表達的問題 (Chen, 2021)。

2.5 小結

根據文獻回顧內容，本研究了解到後疫情時代下，工作室教學的新形態需求，包括有效的社交討論互動、多元的學習方式和即時的反饋等等。而在數位工具的文獻收集與理解後，基於 MR 技術(1)允許高程度的數位整合、(2)虛擬和真實可以共存且即時相互作用、(3)高同步的交流與評論，等等優勢，本研究認為 MR 技術適合作為新型態虛擬工作室之策略。為印證此論點，本研究將繼續以建築系低年級的設計發展與認知變化為例，實際測試與探討 MR 技術之應用對於設計學員空間認知能力之影響。

3 虛實共存環境的空間認知模式

3.1 研究對象

本次研究的對象為建築系一年級學生，以建築設計(一)課程中的「砌築：織理與物件」設計題目作為研究範圍。透過新型態虛擬教學模式，研究學生在空間體驗方式上的學習成效。

在此研究中，我們選擇低年級學生作為受試者，因為他們對於建築設計領域的操作與空間認知還不夠熟練。因此，對於新型態的空間體驗方式會較感興趣，進而影響其對空間尺度與空間感的認識，也可以更有效地判斷研究成效之差異。

如前所述，本研究以設計題目「砌築：織理與物件」為研究範圍，此設計題目要求學生在兩周內理解單元物的織理性與組構性，並以灌注體為操作單元，思考如何由已知單元堆疊產生具有連續性的整體型態，並且訓練學員能展現其組合形態特徵，進而達成空間之多變性練習。

- (1) 學習單元物體在不同比例(局部、全體)、不同角度(等角、消點)、不同面向(側視、上視、透視)轉換時的認知方法。
- (2) 針對建築的空間尺度與人體尺度概念，希望透過模矩單元之堆疊來讓學生辨識自身與空間的關係，並了解空間尺度推算的基本觀念。
- (3) 通過將完型量體進行拆解與拉開的設計操作動作，使學生了解單元量體間的卡扣關係，進而思考「實空間」與「虛空間」的對應邏輯。
- (4) 在學生理解單元間的組織邏輯與規則後，進一步探討當單元的數量與規則增加時，如何組構成連續的組織形態，並塑造出不同的空間型態。

3.2 研究流程與系統

在確認上述研究對象與目標課程後，本研究參考 Assessment Center、UKCAT 的空間認知與感知測試題庫 (Spatial Reasoning and Awareness Test) 進行研擬，通過測試-重測試法 (Test-Retest) 提供給 20 位建築系學員進行皮爾森積差相關係數 (Pearson product-moment correlation coefficient) 的信度測試值為 0.65 具高度一致性。

在測驗題與體驗內容的設計規劃上，本研究與建築設計(一)的指導老師討論教學目標，以在質性上確保其內容效度(Content Validity)與構念效度(Construct Validity)效度。並歸納出 20 題的單選選擇題題庫，每題皆有四個答案可供圈選。此外，基於教學內容與教學目標，20 題的題庫又可區分為四種題型，包括：(1) 轉換認知、(2) 尺度推測、(3) 量體完整性、以及(4) 單元拆解；分別對應虛實整合體驗操作中的四種互動操作：(1) 單元移動縮放、(2) 空間模矩尺度判斷、(3) 虛實量體卡扣空間、(4) 單元組織規則研擬四個項目。

最後，本研究藉由 fologram 技術作為虛實整合體驗的媒介，並通過不同的前後測驗題庫作為 MR 技術對空間認知能力影響的檢證回

測手段。在測驗成績與體驗紀錄的檢驗下，本研究能清楚釐清受試者在不同型態的空間認知有何差異與轉變。此外，本研究並通過學生反饋與觀看軌跡的資訊上，基於受試者客觀與主觀兩個層面分析探討，進而更全面地了解沉浸式體驗與空間感知的關聯性。

試驗活動於 3 公尺見方的圖書室空間當中執行。本試驗為質性調查，受試者一共 6 人，分為 2 組，每組 3 人。總體流程圖如下圖 3，受測者執行時間為 40 分鐘，包括：受試者進行前測試題 10 分鐘、做完前測後 20 分鐘為受試者使用 fologram 進行空間體驗、並於最後 10 分鐘提供受試者進行後測之測驗。

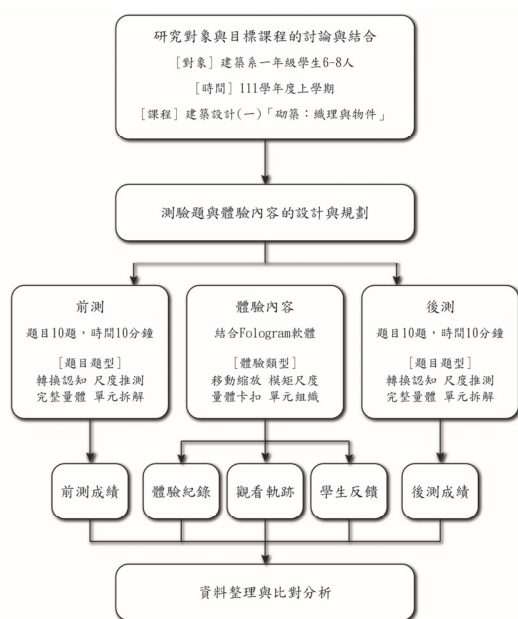


圖 3. 本研究流程圖，本研究整理

3.3 空間認知模式測試

本研究的測驗目的主要是瞭解學生對於空間思維和感知方面的能力，並透過答題的正確與否對比，更加直觀地比較空間能力的提升和改變。在題目類型的設計上，主要針對虛實共存環境的體驗內容進行設計，分類出以下四種題型：(1)轉換認知、(2)尺度推測、(3)完整量體、(4)單元拆解。

(1) 轉換認知：此題型聚焦於單一物體在透視圖、側視圖和俯視圖之間的切換。採用不規則的量體作為題目主體，讓受試者依據量體的缺角和空隙所呈現的線索判斷答案。透視圖有整體等角透視和局部消點透視兩種，檢驗受試者對於物體和環境的距離關係能力，以及在轉換「局部」和「整體」時的認知方法。

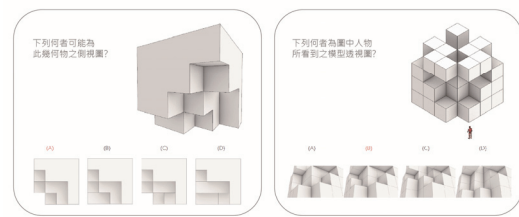


圖 4.「轉換認知」測驗題型，本研究整理

(2) 尺度推測：建築空間中尺度的認知是建築設計的基礎。此題型之目的在於檢驗受試者對於人體和家具的基本尺度了解，並通過小尺度參照物的累加和堆疊推算出大尺度的空間規模。



圖 5.「尺度推測」測驗題型，本研究整理

(3) 完整量體：此題型要求受試者思考當一個完整量體被拆分為兩塊不同的量體後，兩者之間存在的互補和卡扣關係。出題方式是通過其中一部分量體的幾何線索尋找另一部分量體，或者給予量體拉開後的裂縫空間讓受試者判斷兩者是否能組成一個完整的量體。

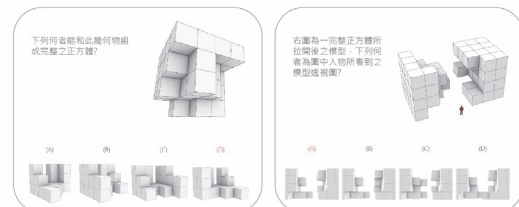


圖 6.「完整量體」測驗題型，本研究整理

(4) 單元拆解：此題型又分為兩種拆解方式，第一種是將聚合體拆解為單元體，第二種是將單元體拆解為展開圖。對於前者，受試者需要理清聚合體的組織邏輯，並對應單元體的組織可能性；對於後者，則需要檢驗受試者對於三維空間的假想能力，並需要清楚梳理每個面和折線的空間關係。

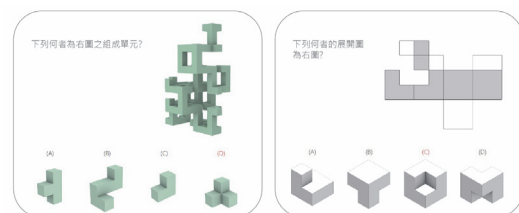


圖 7.「單元拆解」測驗題型，本研究整理

3.4 建構虛實共存的數位孿生場景

本研究使用 520cm x 490cm 大小的建築系圖書館空間進行測試。具體配置如下圖 8：將長形方桌椅 U 型排列，圍塑出中間的虛擬模型空間，並讓受測者受試者坐在圖中左方面對投影螢幕的位置。與此同時，虛擬模型定位點的 QR code 則是放置於桌面角落。

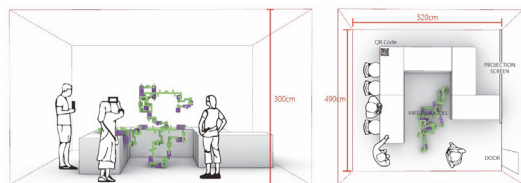


圖 8. 使用者與空間之相對關係圖，本研究整理

在完成前測後的 20 分鐘內，受試者會體驗虛擬空間。研究人員將 fologram 手機應用程式的連結投影到投影幕，並協助受試者瞭解初步的軟體操作方法和網路設置。在受試者通過與 wifi 連結後，可以將虛擬模型下載到移動裝置的數位孿生空間中，接著引導受試者移動到桌面上的 QR code 旁掃描定位點，以確保虛擬模型在實體空間中定位正確。以上流程將在四種不同的虛實干涉體驗中重複執行。

3.5 虛實共存空間體驗內容

在受測者成功定位模型位置後，研究人員先示範與指導參數的操作，並讓受試者自由走動與觀看虛擬空間與模型。每次體驗城市的内容約 5 分鐘，依序展示設計題目「砌築：織理與物件」中，四種主要的空間認知教學目標：(1) 單元移動縮放、(2) 空間模矩尺度判斷、(3) 虛實量體卡扣體驗、(4) 單元組織規則研擬。

- (1) 單元移動縮放：下圖 9 為體驗活動的執行示意圖。本體驗項目在互動操作上主要為體驗滑動、旋轉與縮放畫面中的虛擬模型，讓受試者先初步的熟悉數位工具的使用模式。操作介面中可調整的參數為模型的縮放比例，受試者除了能直觀的對模型任意放大縮小外，也能透過參數的調整來控制模型的精確比例。

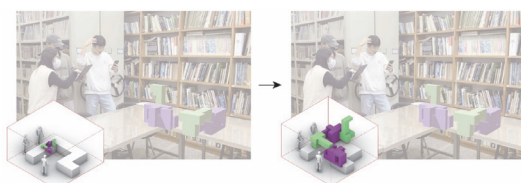


圖 9. 移動縮放的空間認知場景，本研究整理

本體驗以教學目標 1 為出發點，藉由在空

間中虛擬模型的自由操控與變換，讓受試者快速體驗物體在不同狀態下的認知方法。體驗中的目標模型，為研究課程中「砌築：織理與物件」的範例單元，其中兩種單元分別以兩種不同的方式組構在一起，因此受試者在體驗的過程中也能對其之後的設計發展產生不同的啟發性。

在與測驗題的對應上，本體驗與題型 1「轉換認知」相互關聯，題型 1 中物體不同視圖的轉換考題，可以透過虛擬模型的移動、旋轉與縮放，更直觀的讓受試者了解空間與模型的關聯概念。

- (2) 空間模矩尺度判斷：本體驗示意圖如下圖 10，主要藉由調整模矩單元的數量參數，讓單元從測試空間的角落開始堆疊與增殖。本例主要使用邊長為 50 公分的正方體單元，其增殖規則，會優先沿著空間的邊緣生長，接著再隨機由起始角落向外蔓延直到佈滿整個測試空間。而單元間皆為通過碰撞規則定義限制銜接方式，不會產生卡扣與重疊的情況。

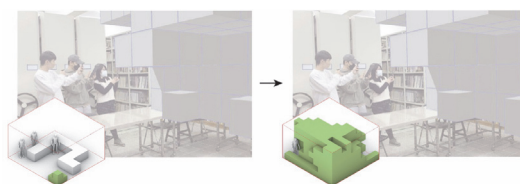


圖 10. 模矩尺度的空間認知場景，本研究整理

本體驗以教學目標 2 為出發點，透過模矩單元疊加並填滿整個空間，讓受試者了解到空間的疊加性與分割性，並且可以透過小的物件尺度去推算大的空間尺度，進一步辨識人體尺度與空間尺度之關聯。

在與測驗題的對應上本體驗與題型 2「尺度推測」相互關聯，利用虛擬模型的量變操作，可以啟發受試者對於空間尺度的推算概念。

- (3) 虛實量體卡扣空間：本體驗為第 3 項體驗活動，其設置如下圖 11 所示，主要針對一完整量體被拆解拉開後所產生的空間關係做體驗。體驗上可調整的數值有(1)X 軸方向之位移量、(2)Y 軸方向之位移量、(3)縮放比例等三項參數，經由 X、Y 軸的位移控制可決定量體的完整與分裂程度，並透過縮放比的調整，能與測試場域產生新的空間關係。

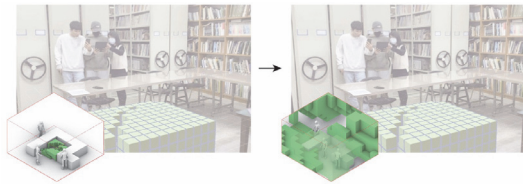


圖 11. 量體卡扣的空間認知場景，本研究整理

本體驗以教學目標 3 為出發點，通過將虛擬完型量體的拉開，使學生了解單元量體間的卡扣關係，接著將模型尺度放大並疊合到測試空間中，讓受試者能穿梭與體驗模型拉開後的裂縫空間，進而用身體尺度去感受實與虛的空間對應關係。

在與測驗題的對應上本體驗與題型 3「完整量體」相互關聯，題型中檢驗的量體互補關係，可以透過實際的拉開虛擬模型來探討；而題型中要求判斷答案的裂縫空間，也可以透過尺度的縮放來檢視學習。

- (4) 單元組織規則研擬：本體驗包含三項調整參數，分別為：(1)單元數量、(2)模型尺度、(3)組織模式、以及重置規則。主要延續體驗 1 的範例單元作為體驗中的目標模型。通過不同組構規則模式的切換，來產生複雜的組構樣態，並讓受測者通過參數變化與虛擬模型的預判過程，思考規則與

組織模式的可能關聯性如下圖 12。

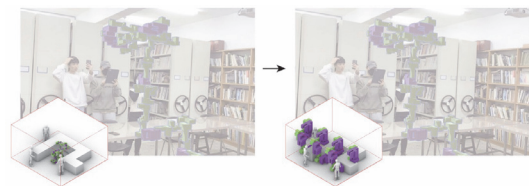


圖 12. 複合組織的空間認知場景，本研究整理

本體驗之構想以建築設計題目「砌築：織理與物件」最後的成品在思考上有相同的關聯性。首先在「組織模式」為體驗 1 之邏輯規則模式時，受試者可以了解到組織規則與整體樣態之間的關係，並且在規則限制下單元會以相同的迴圈邏輯持續生長；而在「組織模式」為隨機運算模式時，則可以透過不規則的組織樣態來啟發受試者對於其設計題目之想像。當小尺度的單元操作理解後，可以調整「模型尺度」的參數值讓單元聚合物放大到空間尺度，進而了解不同樣態的聚合物會塑造出何種不同的空間型態。在與測驗題的對應上本體驗與題型 4「單元拆解」相互關聯，題型中檢驗受試者對於單元間的組構與相對關係，可透過觀察虛擬模型的數量生長過程來了解與學習。

表 1. 本研究受測者前後測答題成果

受測者	轉換認知		尺度推測		完整量體		單元拆解		答對題數	
	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測
學生A	75%	100%	50%	50%	100%	100%	50%	50%	70%	80%
學生B	75%	50%	0%	50%	100%	100%	50%	0%	40%	50%
學生C	75%	25%	100%	50%	100%	0%	50%	0%	60%	20%
學生D	50%	100%	100%	0%	100%	100%	50%	100%	70%	80%
學生E	100%	75%	50%	0%	100%	100%	100%	100%	90%	70%
學生F	50%	75%	50%	50%	50%	100%	0%	50%	40%	70%
學生G	100%	100%	0%	100%	100%	50%	50%	100%	70%	90%
學生H	75%	75%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	80%	90%
學生I	75%	50%	50%	100%	100%	50%	100%	50%	80%	70%
學生J	50%	50%	50%	100%	50%	50%	100%	100%	60%	70%
學生K	50%	75%	0%	100%	50%	50%	100%	50%	50%	70%
學生L	75%	100%	50%	0%	100%	75%	50%	100%	60%	80%

本研究整理

4 成果整理與分析

本研究記錄了 12 位受試者在實驗過程中的答題結果，並按照題目類型進行整理，如上表 1。其中每次測驗皆包含 10 道題目。在這 10 道題目中，除了「轉換認知」類型的題目有 4 道之外，其餘題目均為 2 道。

根據上表所整理的前後測答題結果，可以發現扣除掉極端值學生丙之外的學生，普遍在後測的答對題數上比起前測皆有一定的進步。而學生 C 在後測答題時，其錯誤率相較於前測異常的高，本研究欲在後續與各員進一步進行回饋討論時，該員也表現出消極性的態度。因此，本研究在表 2 的比較表單中，加入了前後測的平均值、標準差、變異數、以及成對雙樣

本 t 檢驗 (paired t-test)後得出的 p 值(p-value)。

縱觀兩次答題結果，除了「完整量體」項目外，後測的平均得分，皆比前測要高。此外，在排除極端值後，本研究發現到前後測平均分數差表現出顯著的提升；此外，全局答對率的 p 值落在 0.04，可以看出受測者在通過 MR 技術介入前後認知能力測試結果，表現出較佳的前後相關性。本研究基於設計題目「砌築：織理與物件」中的「轉換認知」、「尺度推測」、「完整量體」、與「單元拆解」等題型相對應體驗項目上的前後測表現，臚列學員樣本在認知能力上的改變與推論如下：

- (1) 「轉換認知」題型中的「單元移動縮放」體驗，同時也是受測同學首次嘗試並學習適應 MR 技術的階段。根據前後測平均值的變化以及較低的 p 值數據，本研究推測沉浸體驗中，使用者通過控制並觀察虛擬模型彼此交互影響的過程，能夠有效地對低年級學員在 2 維 3 維度空間認知轉換能力上取得一定程度的提升作用。
- (2) 在本研究的 4 類空間題型項目中，「尺度推測」類型在前後測間的進步幅度最大，

本研究推測通過沉浸體驗，學員們能夠開始理解用模矩單元的堆疊，進行空間尺度計算的感知方法。然而，本類型項目的答對比例也同時也是所有題型中最低的，顯見低年級學員對於空間中各種家具或身體的基本尺度仍欠缺有系統組織的資料。

- (3) 「完整量體」題型中，學員的前後測表現出差異不大，此外其平均得分更為 4 類型中最高的，顯示出學員本身對於完整量體間，相互互補的關係，原先即擁有較佳的感知能力。在相對應的體驗例中，主要是通過 MR 模型量體間凹凸的關聯線索，理解實空間與虛空間的對應關係。
- (4) 「單元拆解」題型，對應到「組織規則研擬」體驗，則是基於教學目標，期待受測同學開始思考使用參數化規則發展聚合性空間設計方法的概念。
- (5) 在前述兩者「完整量體」、與「單元拆解」題型項目中，其 p 值均大於 0.5，本研究推測受測者在這兩個體驗階段，花費更多時間在習慣操作方法，與重構新的空間認知與設計策略，故並未在前後測的答題中顯現出受沉浸式體驗的明顯影響。

表 2. 本研究受測者前後測之比較分析答題成果

分析項目	轉換認知	尺度推測	完整量體	單元拆解	答對題數
前測平均值	71%	50%	83%	67%	64%
後測平均值	73%	58%	73%	67%	70%
前測標準差	17.2%	35%	23.6%	31.2%	15%
後測標準差	23.8%	40%	31.4%	37.3%	18.3%
前測變異數	3%	12.5%	5.6%	9.7%	2.2%
後測變異數	5.7%	16%	9.9%	13.9%	3.3%
p值	0.809	0.658	0.408	1	0.33
排除學員C作為極端值的狀況					
前測平均值	70%	45%	82%	68%	65%
後測平均值	77%	59%	80%	73%	75%
前測標準差	17.9%	33.4%	24.1%	32.1%	15.6%
後測標準差	19.8%	41.7%	23.4%	32.8%	10.8%
前測變異數	3.2%	11.2%	5.8%	10.3%	2.4%
後測變異數	3.9%	17.4%	5.5%	10.8%	1.2%
p值	0.391	0.493	0.821	0.724	0.041

本研究整理

4.1 空間認知測驗侷限與修正

在整個試驗活動完成後，本研究依據測

驗題的討論、出題、測驗與反饋等各階段中，所產生的問題與可改進的部分做梳理，並整理如下：

- (1) 在「轉換認知」題型中，色調為灰階的模型在明暗的差別上較為不明顯，使受試者在閱題與判斷上略為吃力。題目中 45 度等角透視的模型會造成物件前後疊加的觀看錯覺，導致受試者對於題目的誤解與判斷上的困難。
- (2) 在「尺度推測」題型中，參照物與題目答案之比例若相差太多，會使受試者累加時所產生的誤差太大，造成答案判斷的偏差與錯誤。
- (3) 在「完整量體」題型中，量體的格線在消點透視的變形下部分會較為模糊，使受試者在答題上較為困難。
- (4) 在「單元拆解」題型中，展開圖僅使用白與灰兩種色調表示，讓受試者在假想空間摺疊中需花較多時間思索與判斷。

本研究測驗題部分的樣本數為前後各 10 題，在答題數據取樣的數目上略為缺少，因此在研究成果的收集與分析上會較為侷限。

4.2 虛實共存體驗建構策略

在體驗活動的設計、體驗與反饋階段中，本研究將遇到的問題與可改進的部分依序列出，並整理如下：

- (1) 在「單元移動縮放」體驗中，範例單元的初始狀態為相互卡扣在一起，受試者可以透過拉開單元來了解模型的卡扣方式。但虛擬模型彼此間並沒有碰撞參數，因此很常造成模型的形體重疊，並無法呈現真實物體間的摩擦與碰撞反饋。
- (2) 在「虛實量體卡扣空間」體驗中，由於測試空間書櫃與桌面上有些許雜物，讓體驗時的虛擬模型在空間的尺度疊合上，產生視覺上的偏移與誤差。
- (3) 在「量體卡扣」體驗中，當模型尺度放大並疊合到空間中時，模型的外圍部分會超出整個測試空間的邊緣，因而造成體驗上的不協調感。
- (4) 在「單元組織規則研擬」體驗中，雖可透過體驗內容發現單元組織的眾多可能性，但虛擬模型間並未考慮實際的物理特性，因此呈現的許多聚合型態無法在現實生活中實踐，使得受試者在體驗與設計題目中產生落差。而單元量體在數量增加生長後，有時會與測試空間的桌椅雜物重

疊，造成視覺上的偏差。

- (5) 此外在環境設置階段中，若同時有三台以上的行動裝置連接 fologram 體驗內容時，軟體就會產生延遲與當機的情況。而在空間的設置上，定位 QR code 的位置距離虛擬模型區域稍遠，讓受試者在體驗上的動線略為不流暢。

4.3 空間認知活動受沉浸體驗影響關聯性

本研究在執行過程中，發現到在虛實共存與互動技術反饋的沉浸體驗環境下，空間認知活動不只是靜態的觀賞行為，而是一段動態變化與調整的過程。得利於數位技術，本研究使用 fologram 將行動裝置的運行軌跡記錄下來，並表現為行為意圖與距離熱圖，進一步分析在沉浸式體驗中，受測者的行為活動如何與注意力焦點相互影響，如圖 13。



圖 13. (左)學生沉浸式體驗實況、(右)裝置軌跡紀錄狀況，本研究整理

- (1) 單元移動縮放：本體驗模式將定位 QR Code 置於空間平面的西北方，因此所有體驗的觀看軌跡皆以定位 QR Code 附近為出發點，加上體驗空間中桌子的排列位置對於受試者的移動有阻擋效果，因此在觀看軌跡的分布上會集中於測試空間的西側座位區，如下圖 14(左)。
行為意圖：模型的觀看軌跡路徑多分布於空間西側，其主要原因為在「移動縮放」體驗中通過各種滑動、旋轉與縮放虛擬模型的手勢即可改變空間體驗，讓受測者習慣於定點觀察空間與模型的變化關係。
距離熱圖：此體驗之距離熱圖中一半以上的觀看點皆呈現黃紅色，說明受試者在體驗時大部分皆以近距離式的方式來觀看模型，以便探討與操作單元量體型態上的移動與變化。

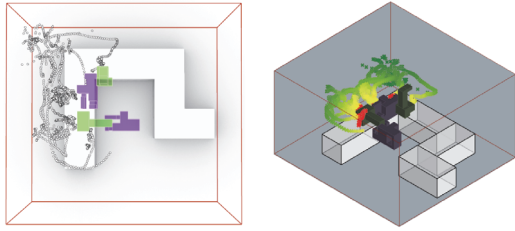


圖 14、(左)單元移動縮放體驗活動軌跡、(右)模型空間與受測者距離關係熱圖，本研究整理

- (2) 空間模矩尺度判斷：本體驗模式的觀看軌跡點多為小群體分布，且彼此間無連續點相連。這說明受試者在觀看此體驗內容時，多以相同的面向和角度觀察虛擬模型的變化，如下圖 15。

行為意圖：軌跡分布中位於桌子的外圈部分為掃描定位 QR Code 後的體驗出發點，而內圈部分則為受試者欲更接近模型位置所移動到的定點。受試者多藉由從更高的觀看角度俯視拍攝模型的生長變化。距離熱圖：本體驗內容主要讓受試者透過模矩單元的堆疊去比較空間家具與尺度之間的關係，軌跡點的颜色皆為表示與模型距離較遠的綠色，契合上述所說受試者主要探討模型與空間之整體關係，受測者在體驗沉浸空間時會與模型保持一定距離再做觀看。

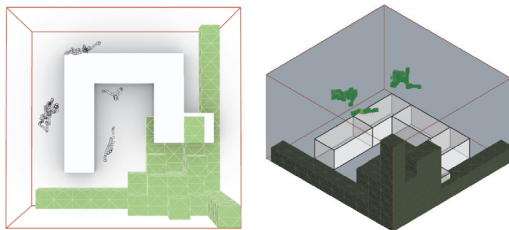


圖 15、(左)空間模矩尺度體驗軌跡、(右)模型空間與受測者距離關係熱圖，本研究整理

- (3) 虛實量體卡扣：此體驗中模型在最小尺度時已填滿桌子所圍塑出的內圈空間，所以受試者在掃描完定位 QR Code 後不需往內移動便可觀察到模型的整體變化，如下圖 16。

行為意圖：軌跡點分布位置類似於第一例「移動縮放」，兩者皆集中在有定位 QR Code 的西側空間，而在垂直向度上「量體卡扣」的軌跡點掠過了四項體驗中最高的紀錄位置，說明當虛擬模型尺度放大並疊合到空間中時，觀看軌跡紀錄仍然維持在座位區範圍而沒有向外延伸。

距離熱圖：此體驗主要協助受測者在面對卡接的量體被拉開後，所產生的空間關係做探討，當模型在拉開的過程中受試者往往嘗試從較高的角度來觀看模型的裂縫空間，並且，受試者與模型的距離會隨著模型放大而接近甚至重疊，造成圖中觀看軌跡多為表現為近距離的紅色與黃色。

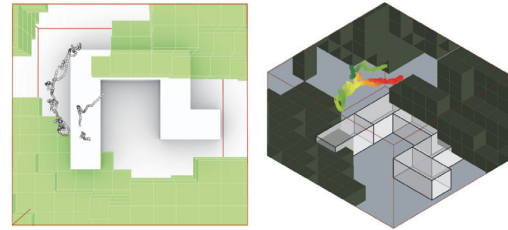


圖 16、(左)虛實量體卡扣空間體驗軌跡、(右)模型空間與受測者距離關係熱圖，本研究整理

- (4) 單元組織規則研擬：本體驗項目的紀錄軌跡分布範圍為四項體驗中最廣，並且穿梭於虛擬模型的四面八方，表示受試者在體驗時有依據虛擬模型的參數變化，頻繁地調整觀看位置與觀看角度，下圖 17。

行為意圖：觀看軌跡的紀錄掠過大範圍的空間面積並且彼此相連，說明受試者在測試空間中有較大的活動範圍和移動距離，同時也表示他們在不同的位置中會轉變不同的觀看角度來閱讀模型。

距離熱圖：此體驗透過組織邏輯的調整而產生不同單元在空間中的聚合樣態，受試者會開始依照聚合物的不同型態移動到不同的位置角度觀看理解，其中觀看軌跡點綠色與黃紅色的比例分布約各佔一半，推斷受試者在體驗中採用了多樣的觀看距離和視角，其中包括近距離觀察單元間的組織關係，以及嘗試從較遠的距離來探討整體聚合物的型態特性。

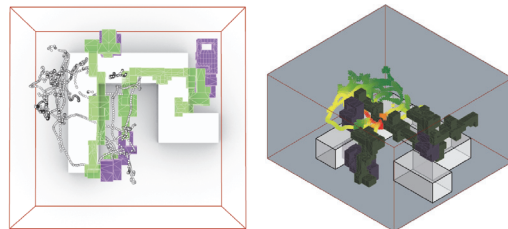


圖 17、(左)單元組織規則研擬體驗軌跡、(右)模型空間與受測者距離關係熱圖，本研究整理

表 3. 本研究成果

測驗題型	MR體驗活動內容	前後測答對率變化	教學目標
轉換認知	改變觀察位置 參數調整模型比例	70% -> 77%	學習理解觀察者在不同比例、不同視角、與不同距離面對空間對象時的認知差異。
尺度推測	改變觀察位置 改變模矩單元數量	45% -> 59%	基於對環境中模矩單元既有尺寸的理解，讓學生通過參照物與空間的堆疊關係來推算空間尺度。
完整量體	改變觀察位置 改變完整模型間開闔距離	82% -> 80%	利用完整量體進行拆解、拉扯的抽象動作，使學員思考「實空間」與「虛空間」的對應邏輯。
單元拆解	改變觀察位置 參數調整單元組織規則	68% -> 73%	基於量體組織邏輯，進一步探討當單元的數量與規則增加時，如何組構成連續的組織形體。

本研究整理

5 結論

本研究基於低年級設計課程題目「砌築：織理與物件」的設計教學目標，發展輔助學員的虛實共存體驗，以供未來建築設計課程參考。本研究規劃出「調整模型比例」、「改變模矩單元」、「完整模型間開闔」、「調整單元組織規則」等四種不同的沉浸式體驗，分別對應「轉換認知」、「尺度推算」、「完整量體」與「單元拆解」不同的空間認知測驗題之檢驗，來探討大一受試者在經歷過虛實共存活動後，對其空間認知能力建構之影響，如表 3 所示。在執行過程中，本研究發現到在虛實共存與互動技術反饋的沉浸體驗環境下，空間認知活動不只是靜態的觀賞行為，而是一段動態變化與調整的過程。以下，本研究臚列解析學員樣本在各題型中，體驗學習過程與認知能力上的變化發現：

- (1) 「轉換認知」項目：受測同學能夠通過本項目相應的體驗流程嘗試並學習適應 MR 技術。通過前後測的數據顯示，在使用者控制、觀察並體驗沉浸式空間模型的過程後，能夠一定程度地提升學員在 2 維與 3 維空間的認知轉換能力。另外，藉由使用者軌跡紀錄則發現，學員在之後的體驗中都會自主改變位置，並配合參數調整模型比例；一邊變化自身與模型之間的尺度關係，一邊不斷重構自身與環境的關係。

- (2) 「尺度推測」項目：表現出最低的答對率，而在沉浸體驗後，則是在答對比率上取得最顯著的提升。本研究認為，對低年級的學生而言，沉浸式體驗可以有效協助學員理解：通過模矩單元的堆疊，協助計算空間尺度的空間認知方法。然而，即便在理解觀察環境的方法之後，仍然需要學員們對空間中的各種元素（門、窗、家具）進行基本尺度資料的建構。另一方面，也有受測者表示，測驗題目與體驗內容本身受到透視效果的影響，難以抽象地在腦海中虛擬地用堆疊方式建構空間尺度。在教學者不能即時親身提供協助的教學場景中，可以進一步思考加入一些基本家具元件的模塊，以輔助應用於空間尺度認知的教學。

- (3) 「完整量體」題型項目：學員的前後測結果，表現出低年級學員對於完整量體間互補關係擁有較佳的掌握與理解能力。然而，通過軌跡紀錄顯示，在相對應的沉浸體驗過程中，學員的觀察行為往往侷限在觀察「物件」的方法來進行：學員會爬到高處，由上方檢視量體間開闔的關係，而非低下身體，將自身置於量體間的縫隙「空間」進行觀察。建議未來的相關研究者，可以在加入使用者的視角分享介面，以利教學者通過共享畫面，引導學員們嘗試使用不同角度進行沉浸式空間的體驗。

- (4) 「單元拆解」題型項目所對應的「組織規則研擬」體驗，主要是基於教學目標，期待受測同學開始思考使用參數化規則發展聚合性空間設計方法的概念。此體驗的活動軌跡分布最廣，除了近距離觀察單元間的組織關係外，也積極嘗試從較遠的距離來探討多個單元組織變化與空間共存時，各種空間體驗的可能性。

誌謝

本研究感謝「科技部大專學生研究計畫」支持，淡江大學建築系一年級工作室的配合，並向本文匿名審查委員致上謝意。

參考文獻

- Alnusairat, S., Al Maani, D., & Al-Jokhadar, A. (2021). Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: the case of Jordan universities. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 15(1), 219-236. DOI:10.1108/ARCH-09-2020-0195
- Ceylan, S., Şahin, P., Seçmen, S., Somer, M. E., & Süher, K. H. (2021). An evaluation of online architectural design studios during COVID-19 outbreak. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 15(1), 203-218. DOI:10.1108/ARCH-10-2020-0230
- Chen, X. (2021, 17-21 Aug. 2021). *Research on the Reform of Hybrid Teaching Mode Based on Digital Twin*. Paper presented at the 2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). DOI:10.1109/ICCSE51940.2021.9569412
- Cheng, S. Y., Wang, C. J., Shen, A. C., & Chang, S. C. (2020). How to Safely Reopen Colleges and Universities During COVID-19: Experiences From Taiwan. *Ann Intern Med*, 173(8), 638-641. DOI:10.7326/m20-2927
- Cho, J. Y. (2017). An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 67-78. DOI:10.1016/j.tsc.2016.11.006
- Darwish, M., Kamel, S., & Assem, A. (2023). Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(6), 102104. DOI:10.1016/j.asej.2022.102104
- Emo, B., Gerber, A., & Hölscher, C. (2021). *User-centred spatial thinking in architectural design with mixed reality*. Paper presented at the 39th eCAADe Conference, Novi Sad, Serbia, 8-10 September 2021. DOI:10.52842/conf.ecaade.2021.2.115
- Gogu, C. V., & Kumar, J. (2021, 2021//). *Social Connectedness in Online Versus Face-to-Face Design Education: A Comparative Study in India*. Paper presented at the Design for Tomorrow—Volume 2, Singapore. DOI:10.1007/978-981-16-0119-4_33
- Hosny, S., & Abdelmohsen, S. (2004). Integrating Intelligent Mixed Reality in Architectural Education: A Theoretical Model. *Al Azhar University Engineering Journal*, 557-568. ISSN:1687-8418
- Hsiao, C.-F., Lee, C.-H., Chen, C.-Y., & Chang, T.-W. (2020). *A Co-existing Interactive Approach to Digital Fabrication Workflow*. Paper presented at the Proceedings of CAADRIA2020, Bangkok, Thailand. DOI:10.52842/conf.caadria.2020.1.105
- Jones, D., Lotz, N., & Holden, G. (2021). A longitudinal study of virtual design studio (VDS) use in STEM distance design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(4), 839-865. DOI:10.1007/s10798-020-09576-z
- Komarzyńska-Świeściak, E., Adams, B., & Thomas, L. (2021). Transition from Physical Design Studio to Emergency Virtual Design Studio. Available Teaching and Learning Methods and Tools—A Case Study. *Buildings*, 11(7). DOI:10.3390/buildings11070312
- Kurt, S. (2009). An analytic study on the traditional studio environments and the use of the constructivist studio in the architectural design education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 401-408. DOI:10.1016/j.sbspro.2009.01.072
- Lee, Y., Hahm, S., & Jung, J. (2021). Holographic construction of generative landscape design using augmented reality technology. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 212-218. DOI:10.14627/537705018
- Ramful, A., Lowrie, T., & Logan, T. (2017). Measurement of Spatial Ability: Construction and Validation of the Spatial Reasoning

- Instrument for Middle School Students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(7), 709-727. DOI:10.1177/0734282916659207
- Rodriguez, C., Hudson, R., & Niblock, C. (2018). Collaborative learning in architectural education: Benefits of combining conventional studio, virtual design studio and live projects. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 337-353. DOI:10.1111/bjet.12535
- Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L., & Wartack, S. (2017). Shaping the digital twin for design and production engineering. *CIRP Annals*, 66(1), 141-144. DOI:10.1016/j.cirp.2017.04.040
- Sepasgozar, S. M. E. (2020). Digital Twin and Web-Based Virtual Gaming Technologies for Online Education: A Case of Construction Management and Engineering. *Applied Sciences*, 10(13). DOI:10.3390/app10134678
- Sidawi, B. (2012). The Impact of Social Interaction and Communications on Innovation in the Architectural Design Studio. *Buildings*, 2(3), 203-217. DOI:10.3390/buildings2030203
- Tang, Y. M., Au, K. M., & Leung, Y. (2018). Comprehending products with mixed reality: Geometric relationships and creativity. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 1847979018809599. DOI:10.1177/1847979018809599
- Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital Twin in Industry: State-of-the-Art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4), 2405-2415. DOI:10.1109/TII.2018.2873186
- Tepavčević, B. (2017). Design thinking models for architectural education. *The Journal of Public Space*, 2(3), 67-72. DOI:10.5204/jps.v2i3.115
- Vermisso, E., Thitisawat, M., Salazar, R., & Lamont, M. (2020). Immersive Environments for Persistent Modelling and Generative Design Strategies in an Informal Settlement. In (pp. 766-778). DOI:10.1007/978-3-030-29829-6_59
- Vowles, H., Low, J., & Doron, H. R. (2012). Investigating Architecture Studio Culture in the UK: A Progress Report. *Journal for Education in the Built Environment*, 7(2), 26-49. DOI:10.11120/jebe.2012.07020026
- Vyas, D., van der Veer, G., & Nijholt, A. (2013). Creative practices in the design studio culture: collaboration and communication. *Cognition, Technology & Work*, 15(4), 415-443. DOI:10.1007/s10111-012-0232-9
- Wang, X. & Dunston, P. S. (2008). User perspectives on mixed reality tabletop visualization for face-to-face collaborative design review. *Automation in Construction*, 17(4), 399-412. DOI:10.1016/j.autcon.2007.07.002
- Wu, S. Y. (2021). How Teachers Conduct Online Teaching During the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Taiwan. *Frontiers in Education*, 6. DOI:10.3389/feduc.2021.675434

比較動畫與漫畫對於觀賞意象之研究：以「名偵探柯南」為例

林峰正¹, 陳俊宏²

¹ 亞洲大學數位媒體設計學系博士生, fc2nice@yahoo.com (通訊作者)

² 亞洲大學數位媒體設計學系講座教授, chenjh@asia.edu.tw

摘要

本研究主要目的是比較觀眾/讀者在觀賞動畫與漫畫的意象感受, 希望藉此研究能更深入了解這兩種傳播媒材的獨特性。本研究以暢銷動漫「名偵探柯南」為樣本, 擷取漫畫與動畫相同劇情之片段, 依據其內容設計 12 題語意差異量表作為問卷調查之基礎。問卷受測者為 123 名大專院校設計系相關學生, 受測者分為 A、B 兩組, A 組 48 人觀看動畫後接續觀看漫畫。B 組 75 人, 分別測試, B1 只看動畫, B2 只看漫畫, 觀賞完畢後各自填寫問卷。研究結果發現(一)動畫在偏"正面"的語意態度上高於漫畫。(二)A 組 12 題中僅有 1 題動畫與漫畫的意象看法不同, B 組有 5 題看法不同。(三)無論 A 組或 B 組測試結果都呈現正相關, 表示測試者對於動畫與漫畫的意象看法相似。(四)利用因素分析法將動畫與漫畫的觀賞意象歸納成三種因素: 1. 「評價」-感官經驗的滿足 2. 「力量」-投入的心理感覺 3. 「行動」-動態的娛樂效果。總結來說, 比較原作動畫與漫畫, 動畫表現形式可加強觀眾"正向"的意象感受, 但兩者觀看意象的感受差異不大。

關鍵詞：動畫、漫畫、符號學、語意差異分析法

Perceptual Experiences of Comic and Animation: A Comparative Case Study of "The Detective Conan"

Feng-Cheng Lin¹, Jun-Hong Chen²

¹ PhD student in the Department of Digital Media Design, Asia University, fc2nice@yahoo.com (Corresponding author)

² Chair Professor in the Department of Digital Media Design, Asia University, chenjh@asia.edu.tw

ABSTRACT

The main objective of this study is to compare the audience's perceptual experiences when watching animation and reading comic. The popular anime series "Detective Conan" was selected as the sample, and segments with the same plot were extracted from both the comic and the animation. A 12-item Semantic Differential scale was designed based on the content and used as the basis for the questionnaire survey. The survey was conducted among 123 college students majoring in design-related fields. The participants were divided into group A (participated animation test followed comic test) and B (participated animation and comic test separately). The research findings revealed the following: (1) The animation received higher scores in terms of "positive" semantic attitudes compared to the comic. (2) In Group A, only one item out of the 12 items exhibited different perceptions between the animation and the comic, while in Group B, five items showed different perceptions. (3) Pearson correlation coefficient tests showed that there was a positive correlation between image perceptions towards animation and comics. (4) Utilizing factor analysis, this study categorized the perceptual experience of the animation and the comic into three factors: 1. Satisfaction of sensory experience, 2. Psychological involvement, and 3. Dynamic entertainment effects. In conclusion, when comparing the original animation and comic, the animation form enhances the audience's "positive" perceptual experiences. However, the differences between the two media are not significant.

Keywords: Animation, Comics, Manga, Semiotics, Semantic Differential

1 緒論

動畫與漫畫作為當代流行的視覺娛樂媒體，兩者都有廣大的愛好者，這兩類類型創作最終呈現的方式，一個動態，一個靜態，明顯不同，但是創作的過程中卻有非常相近的脈絡。從希臘羅馬時代的陶壺與壁畫，到日本的浮世繪都是漫畫的雛形。19 世紀末電影業的興起帶動動畫技術的發展，近幾年動畫產業快速成長敘事媒材多元化，對於較受歡迎的漫畫，出版社、動畫公司和製片廠通常會意識到其商業契機，試圖尋找合作夥伴，利用原作漫畫改編成動畫創造更多附加價值，其中主要的商機包括：**1. 展現更豐富的影音效果**：透過動態畫面和聲音效果等方式更生動地呈現漫畫中的場景和故事。**2. 擴大商業價值**：為原作帶來更多商業價值，例如開發或授權相關周邊產品、NFT、遊戲、虛擬偶像等等，因此為資方帶來更多的收益。**3. 為漫畫帶來新的讀者**：吸引那些原本對漫畫不感興趣的觀眾，為原作帶來新的讀者。有人說動畫是加強版的漫畫，但事實上動畫卻沒有取代漫畫，反而各自發展出特色。漫畫學者 Roger Sabin 認為漫畫有它自己的美學，有屬於自己的語言、文法、句法及標點符號。它不是文學與藝術混和的新產物，而是自成一格的媒體（Sabin，2013）。在日本與美國，動畫與漫畫的銷售金額也都逐年成長，這兩種媒體給觀眾（讀者）不同的滿足感，也各有支持族群。

由原著漫畫改編動畫通常沿用相同的劇情、角色、場景設定，有時甚至分鏡與構圖也大量仿照原創。較為明顯不同的部分在於動畫加入動態畫面、聲音，而角色與場景的設計只微幅修改以保持其正當性。觀眾對於這些視覺風格的改變有不同的喜好，這也間接影響票房銷售。雖然使用愈多的媒介來表現，能接觸更廣大的閱聽人，但並非所有媒介都適合互相轉換、結合，若是以不適合的媒介形式呈現，只會阻礙閱聽人愉悅感（郭玲瑜，2015）。要創造新鮮感同時也討好這些傳統的追隨者，對於改編動畫的創作者來說是一大挑戰。

以往動漫畫的相關研究常以既有的心理、語言、文學或哲學相關的理論去分析特定的動畫或漫畫，如「當代藝術中的動漫符號學研究－以陳怡潔的《圈圈島》為例」（彭靖婷，2020）、「以符號學觀點分析動畫角色圖像的象徵性」（陳伯拯，2005），兩研究都以符號學為基礎，對於動畫與漫畫內容提供有趣的觀點與分析。筆者認為有關動漫畫相關的學術研究，也需要由觀賞者的立場出發，讓觀賞者成為影評，定義創作者所給的資訊，以不同層面

分析動漫畫最豐富及迷人的精髓。法國哲學家 Roland Barthes 在 1967 年發表的論述「作者已死」提到：當作品完成後，創作者本身已無作用。他認為讀者應該以「評註」的方式給予作品新意義，及形成新的創造性文本（Barthes，2016）。本研究希望能以觀眾的角度去發現動畫與漫畫有趣的地方，從觀看/閱讀行為中瞭解這兩類媒體的共同與獨特魅力。

在此研究前，筆者曾以「鬼滅之刃劇場版-無限列車篇」為樣本，對在學大學生進行觀看經驗與喜好度的基礎調查（靜態畫面比較），結果動畫版的觀看意象“正向”反應大幅度超越漫畫版。考慮以不同主題類型（非動作取向）是否會影響觀看意象，本研究以另一暢銷漫畫與改編動畫影集「名偵探柯南」為測試樣本，比較同劇情之動態與靜態畫面，探討動畫與漫畫在意象傳達的差異以及這些差異對觀眾喜好度的影響。希望藉由此研究可以進一步瞭解這兩類視覺藝術如何在這個數位洪流的時代展現其獨特迷人之處，提供動畫與漫畫工作者具有學術依據的建議，並啟發新型態數位媒體的想像。

1.1 研究目的

1. 探索原創漫畫與改編動畫在觀看意象的差異
2. 探索原創漫畫與改編動畫在觀看意象所產生的共同構面
3. 比較觀看經驗是否互相影響：動畫/漫畫同時觀看與動畫/漫畫分開觀看

1.2 研究範圍與限制

定義樣本形式與內容：如緒論所提，動漫發展脈絡來自圖像藝術，因此不同文化對於動漫有不同的展現型式與用詞。在日本以原著漫畫(Manga)衍生相關的動畫稱為(Anime)，在美國連環漫畫普遍稱(Comic)，動畫影片或電影稱(Animation Film)，帶有童趣或較為簡化的動畫稱(Cartoon)，在歐洲漫畫則可能以插畫或故事繪本呈現。本研究以比較傳播形式為主，簡單定義動畫和漫畫為動態與靜態形式。內容應該盡量排除不同故事、角色、場景等其他干擾因素，故本研究樣本限制劇情改編幅度不大的原創漫畫與改編動畫，而且擷取樣本限制為相同故事的同一片段。與原創視覺風格差異太大的改編創作如偏寫實 3D 特效動畫較不適用本研究樣本。

樣本觀賞(閱讀)方式：傳統漫畫型態為印刷書籍，但為了能順利進行網路問卷調查，本研究將測試樣本部分掃描轉存單頁 PDF 圖片檔案供測試者下載觀看，一頁一畫面的漫畫樣本主要考量較接近讀者觀看紙本漫畫自由翻頁的習慣，以及圖片清晰度，這也迎合未來許多漫畫採取數位出版的趨勢。雖然本研究的測試樣本盡量模擬印刷書籍的閱讀習慣，但印刷書籍與數位載具的閱讀行為還是存在本質上的差異。此差異是否會影響觀賞意象，將在未來研究。影片樣本的播放主要受到播放硬體的限制，如影音設備的差異。依本研究需求，播放硬體的差異性較不重要。

受測者與樣本的熟悉度：動畫與漫畫的消費年齡層廣泛，研究設計需一併考量受測者年齡層與測試樣本的熟悉度，本研究受測者為3所大學設計相關科系在學學生。以暢銷原作漫畫與動畫「名偵探柯南」為測試樣本，普遍適合測試者的成長背景。從1994年發行截至2023年止「名偵探柯南」總發行量超過2億5000萬本，成為日本第五暢銷的漫畫系列作品，也是日本電視動畫最長青的影集（Nekokuma, 2023）。

改編動畫的製作品質與成本考量：改編動畫通常由原作及所有者授權委外動畫公司進行加工製作，動畫公司會依照上映方式(如電視或電影)、製作時間與經費，與委託單位討論後，決定製作品質細緻度。若以製作成本為篩選樣本的考量，漫畫對應電視版本動畫比較合適，但並不是每部暢銷漫畫都有電視版本動畫，只能選劇場版為樣本，劇場版的動畫品質通常比電視版本高，所以比較基礎較不客觀。

2 文獻探討

2.1 漫畫的視覺元素

漫畫是由圖像與文字組成的構圖，再經由分格框排序所演繹的視覺傳達語言。人類接收訊息的方式，是從接收圖像後再經過概念式簡化成訊息後來理解的，這樣可讓圖像辨識上更便於理解。而繪畫中的單純化即是利用此特點來發揮的，透過把物象的形、色等要素，用主觀的態度予以省略、簡化而成單純的要求（施智仁，2008）。漫畫主要視覺元素分為：圖像設計、漫畫符號、對話框及分隔框。

圖像設計：一般的製作大致上可歸類為：角色造型、角色演出(肢體動作及表情)、背景、道具、光影、鏡位使用等類別。創作者依據個別的意念將圖像及線條進行擬真誇大而

後簡化，產生獨特風格的漫畫圖像。

漫畫符號：漫畫符號主要被用來迅速、有效的傳達訊息，美國人稱之為「特殊效果」，日本漫畫家則稱之「漫符」，最早將漫畫符號系統化的是日本漫畫家手塚治虫，是從卡通動畫分鏡的動態腳本暗示線轉型而來（鄭俊皇，2006）。心理學家內藤誼人指出，美國芝加哥大學曾經做過的研究：該學校對大約40份來的具聲光效果的廣告宣傳片進行了其中效果音大量的分析，在實驗組當中有一半的廣告是採用了配合當中影像內容的生動音效，並增添不少聲音內容；而對照組的廣告則僅使用了旁白。實驗的結果證實，在實驗組中在適當時機內加入音效的廣告對參與實驗的受試者來說是較具情感效果並能吸引注意力（圖1）（AlexNeo, 2012；ペンダコ, 2012）。



圖1. 漫畫擬音特效的範例（資料來源：JOJO的奇妙冒險）

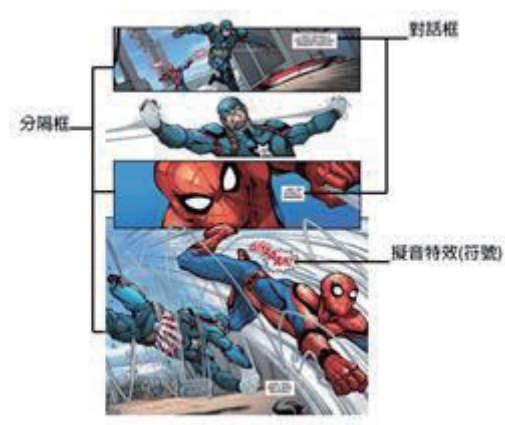


圖2. 分格框、對話框、動畫符號運用範例(本研究整理自：Spider-Man: Homecoming Prelude #2, Marvel)

對話框：對話框是用來放置人物的對白，不同的形狀的對話框能突顯語氣的起伏變化。除此之外，對話框也可用來表示人物角色的想法及感覺(圖 1)，不同題材的漫畫也會有不同的呈現風格，但某些特定的語氣已經有約定成俗的表現方式，如：人物大聲喊叫時，常會使用尖刺放射狀的對話框，強調巨大的音量與刺耳的感覺(朱善傑，2004)。

分格框：漫畫的敘事分格稱為分格框，是漫畫式圖像與故事敘事構成的重要元素，漫畫家透過分割的畫面，如同電影、動畫般在分割的空間裡一格一格的展現劇情(圖 2)，也讓讀者能循著分割的畫面去瞭解畫面視覺導向、劇情節奏與閱讀順序，並經由聯結、推理以及視覺經驗補充而達到視覺閱讀的快感(施智仁，2008)。

2.2 動畫的視覺元素

動畫(Animation)以簡單的辭意解釋及利用會動的連續圖畫讓觀眾產生影像的幻覺。「動畫是個用來形容一個範圍很廣大的實作方式(practices)，只要它運用了動態產生的幻覺(illusion of motion)，連續播放成為「動態圖像」(motion picture)，都可以動畫一詞來涵蓋。」(Furniss, 2016)。這種幻覺又稱為「視覺暫留」(Persistence of vision)，是動畫創作的基本概念。

早期迪士尼動畫師想盡辦法讓卡通角色擁有電影演員的戲劇張力，但是因為受限於當時的媒材與技術，動畫無法傳達電影演員許多細膩的演出。因此當時動畫師研究演員複雜的肢體動作與情緒變化，萃取其中之菁華，化繁為簡，然後再加以誇大。事實證明，誇大的卡通表現手法可以讓觀眾產生共鳴，而這種作法到目前還繼續被複製及沿用於動畫及漫畫製作，動畫因為善用動態輔助因此強化這些誇張的印象，這也是動畫創作比寫實攝影更可以發揮想像力的部分。

對觀賞者來說動畫跟其他藝術創作的本質類似，目的是情感連結(Thomas、Johnston, 1995)，動畫是超越語言的心靈溝通，動畫是奇幻魔術。Frank Thomas 與 Ollie Johnston 在 Animation: The Illusion of Life 一書中將動畫表演的基礎原理歸納成 12 法則：壓縮與伸展(Squash and Stretch)、預備動作(Anticipation)、佈局演出(Staging)、持續動作與姿勢定位(Straight Ahead Action and Pose to Pose)、跟隨與重疊動作(Follow Through and Overlapping Action)、起始與結

束動作(Slow In and Slow Out)、弧形動作(Arcs)、次要動作(Secondary Action)、時間(Timing)、誇張性(Exaggeration)、紮實的描繪(Solid Drawing)、吸引力(Appeal)。如(圖 3)。



圖 3. 動畫 12 法則運用之範例(資料來源: The Animator's Survival Kit 動漫基礎技法)

2.3 動漫的符號學

漫畫學者 Scott McCloud 指出社會經常會發明新的符號，動漫藝術家亦然，而符號需要我們(讀者)的參與才能擁有生命(McCloud, 1993)。這也反應了美國哲學家皮爾斯所相信的「意義不存在於符號的原始感知裡，而存在於對此感知的詮釋以及隨此感知而來的行動中」(Peirce, 1974)。

動畫與漫畫在表現技法有許多共通本質，兩種媒體都是以簡化、誇張與變形的視覺設計與寫實的攝影有所區分，目的在於詮釋創作者特殊的心境與感受。每位創作者對於這三種技巧的拿捏有不同程度的偏好，但是基本設計都是運用此範疇(朱善傑、鍾世凱，2004)：

1. **簡化：**人物細節的省略、表情元素的省略與符號化 2. **誇張：**造型上的誇張、情緒表現上的誇張、動作上的誇張 3. **變形：**強調力量與運動慣性、情緒戲劇效果、異種融合，如(圖 4)。



圖 4. 動畫與漫畫常用的表現技法：簡化、誇張與變形的範例(資料來源：城市獵人漫畫)

漫畫的符號如擬態字與心理符號等等，都是漫畫作者為了讓讀者能夠理解角色抽象的情緒與心裡感覺，所創造出來的圖形，對於肢體動作極度簡化的有限動畫與日式動畫來說，這是不可或缺的表達方式。漫畫符號的運

用可分為六種類型：1. 情緒輔助 2. 提示輔助 3. 動作輔助 4. 畫面動態輔助 5. 力量輔助 6. 感知詮釋輔助。

漫畫中將抽象事物具像化的符號語言，動畫也依然在沿用。如聽覺、觸覺、視覺、嗅覺與味覺等抽象的感覺，自身文化對於抽象事物的文學詮釋、主觀的情緒形容，經由具像物體的象徵與繪畫的比喻加上讀者的自我詮釋，可以使觀眾經由視覺產生共同經驗的認同感。

漫畫語言使用在動畫中，可以增加劇情的詮釋效果，減少漫畫或動畫因圖像簡化與動作簡化所產生的觀眾解讀與詮釋困難。情緒輔助與提示輔助類型的符號，可以增加動畫的趣味性；動作輔助與動態輔助等特殊效果，可以營造動感，讓畫面不再是凝結的瞬間，也使空間得以延伸，不單是平面的靜止。感知詮釋輔助類型的漫符，可以讓觀眾從角色表情、肢體動作與背景音樂之外，獲得理解角色感受的管道。而力量輔助類型的符號，則是可以讓觀眾用眼睛去感受力量，更可以使配合動作的效果音有著力量的質感，如(圖 5)。

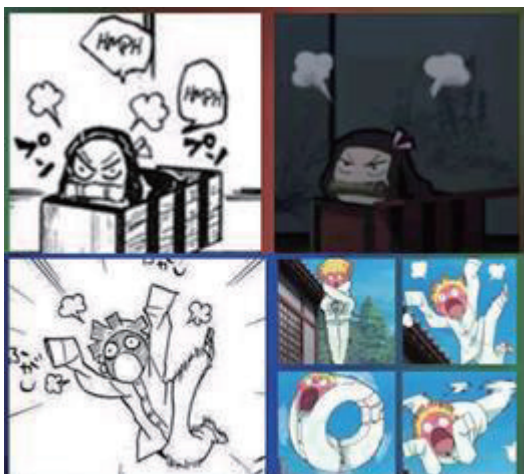


圖 5. 比較原創動漫符號的運用，左漫畫，右動畫。(資料來源：鬼滅之刃)

2.4 比較動畫與漫畫對於時間與空間的呈現

電影與平面傳播最明顯的差異是在於對於時間與空間的詮釋。電影中時間是隨著鏡頭不斷流逝的，透過鏡頭可以鉅細靡遺地看到動作發生的過程，圖 6「鏡頭 A」的最後一格畫面接到「鏡頭 B」的最開頭畫面，這樣鏡頭間的連接是有時間上必然的連接性。但是在漫畫中，漫畫家並不會把一個動作每個細微的變化都畫下來，只會從「鏡頭 A1 至 A5」中間抽取出最有代表性的一格畫面代表這個鏡頭要表達的意思，因此漫畫的分鏡框格與框格（鏡

頭與鏡頭）之間，在時間上是沒有必然的連續性。電影中要表達一個動作大約需要 25 個靜止畫面，但漫畫卻只需要從眾多的靜止畫面中挑選出最有代表性的一格就好，因此可以說漫畫就是電影的濃縮（袁建滔，1992）。

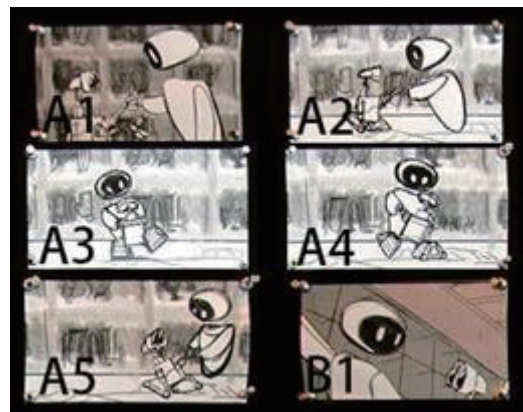


圖 6. 比較動漫的時空表現(資料來源: The Art of WALL-E)

雖然到了現今的技術，電影一秒可以用 60 格來拍攝，但是漫畫依然是類似取其中一格代表性的畫面來呈現，通常是一個連續動作中最有張力的一瞬間，或是角色的動作和相互關係最容易理解的一幕。表 1 歸納漫畫與動畫在形式表現的差異，整理自(張又心，2011；塚本博義，2007)。

表 1. 電影動畫與漫畫的分鏡比較

	動畫	漫畫
畫面	一定的尺寸：將鏡頭編輯、串連起來表現故事情節。	不規則尺寸：以頁為單位，將場景框串連起來表現故事情節。
時空	通過放映的時間來體現時間的流動；通過畫面的跳躍、連接表現空間的轉換。	通過場景框的大小和切分形狀來表現時間的長短、場景的跨越和時空的轉換。
台詞	藉助出場人物的語言來表現故事情節；藉助聲音的音調來表現人物的感情。	通過改變台詞框的形狀和使用描述性文字表現人物說話的語氣。
聲音	與影像同時播放，通過調節音調、音量、節奏以表現聲音的質感。	通過描述性文字表現出聲音的音調、音量、節奏、質感等。

2.5 以修辭法解讀漫畫之創作與閱讀行為

為了瞭解觀賞漫畫的行為及反應，並試圖定義漫畫創作與閱讀的傳達關係，漫畫學者 Randy Duncan 以修辭法(Rhetorical Act)將漫畫創作定義為內在編碼，而解讀漫畫為外在解碼。內在編碼過程為概念濃縮(Encapsulation)->編排->構圖。外在解碼過程為閱讀->認知反應與情感反應->想法 / 故事(Duncan, 2000)。

內在編碼 1 - 概念濃縮(Encapsulation)：漫畫創作最難以捉摸的技巧在於巧妙融合圖像與語彙，並成功地傳達給讀者。字幕或對話框能跟圖像同時或非同時出現，編輯要考量一段文字所適合的閱讀時間，太長的文字敘述因為沒有相對應的視覺提示而導致無法展現戲劇張力。漫畫學者 Reinhold Reitberger 與 Wolfgang Fuchs 提出關於漫畫文字編輯的看法：「最重要的原則就是把文字放在圖像分格框裡面」，冗長的對話常以多重分格框對應，以保持動態的張力 (Reitberger、Fuchs, 1972)。創作漫畫是一種濃縮意義的過程，而閱讀漫畫則是增加意義的過程，在概念濃縮的階段包含時間及文字與視覺都經過選擇性的組合，在符號學裡稱為「典範」(paradigm)，即具有象徵意義的選擇。

內在編碼 2 - 編排：作者需要考量如何編排分格框才能完整傳達敘事意涵，並將讀者置入到意識時間裡。漫畫編排使用符號學中的「構句法項」(syntagm)編排分格框，編排的 3 種形式：1)空間組合，處理分格框位置與大小。2)序列組合，處理劇情的描述。3)並置組合，考慮到分格框的前後對應關係。

內在編碼 3 - 構圖：分格框的構圖與攝影構圖原理有許多相似之處，大致可分成 8 個面向來探討：1)鏡頭距離 2)鏡頭的角度 3)鏡頭的位移 4)聲音視覺化 5)對話與視覺融合 6)繪畫風格 7)場景與裝飾 8)燈光設計。

外在解碼 1 - 閱讀漫畫：任何形式的溝通最終都是由接收者定義。閱讀漫畫與創作漫畫的元素類似，只是順序相反。閱讀者是否能從分散的資訊中重整完整意涵，是漫畫溝通是否成功的重要評估要素，這也考驗創作與編輯方式。相較起傳統印刷的思維，漫畫模糊了圖像與文字的界線。同一頁面裡，圖像化文字與繪畫同時被閱讀者詮釋成單一意涵，閱讀漫畫演變成另一類的文學素養。Ronald Schmitt 提到：「當你不用平常的從左到右、從上到下閱讀，而是隨機地亂看，文字與圖像跳著看，你

所解讀的含意也隨時在改變，這是讀取資訊的新方式」(Schmitt, 1992)。McCloud 在 Understanding Comics 一書中說：「文字與圖像在漫畫的組合就像它們在跳舞一樣」，閱讀漫畫是一種非線性的過程，最終產生無限的想像空間 (McCloud, 1993)。電影剪接技法「蒙太奇」也有相似的理論。

外在解碼 2 - 認知反應與情感反應：一般而言，情感反應來自於觀看分格框內圖文的構圖，而認知反應則與分格框的編排方式有關，然而讀者在處理這兩種反應時也會互相影響。讀者對於故事的理解來自對於整體分格框內容組成的認知，但是最終對於故事的想法來自於感覺和深層意涵。

外在解碼 3 - 想法 / 故事：最高層級的解碼是讀者可以解讀各自分格框，串連成完整連續性故事。這過程讀者不僅要知道發生了什麼，而且經由自我的心理反射，定義深層意涵。

如 McCloud 所言：「我們意圖定義漫畫的行為是一個不斷進行的過程，短時間內不會結束」(McCloud, 1993)。本研究不會以特定的詞彙去定義漫畫。但若將漫畫的視覺元素以修辭學的觀點來分析，可將閱讀的心理層面分成「情感反應」與「認知反應」，這兩項目存在交互作用的關係(如表 2)。

表 2. 漫畫視覺元素與修辭學解碼之相互關係

視覺元素	內容傳達與目的	修辭學解碼(閱讀)
圖像造型	演出、角色造型、鏡位使用、燈光氣氛、背景設計等。	
符號	擬音字、情緒效果	情感反應
文字	對話框與視覺融合	
構圖	內容組合與理解	
分格框	定義故事意涵	認知反應

2.6 小結

觀眾(讀者)對於漫畫與動畫採取不同的互動方式，動畫是被動輸入訊息，觀看電影動畫時，情感與認知反應同時發生，感知體驗不斷被新的訊息覆蓋，各種剪接與特效精準而有效率地傳達創作者想要觀眾接收的訊息，但同時也剝奪觀眾自由想像的空間。漫畫跟動畫一

樣是經由創作者精細的編排而產生，但它的訊息傳達仰賴創作者與讀者互動的默契，這可能導致創作初始意義有不同的解讀，但這也是漫畫獨有的親密感(Intimacy)。很多理論想要定義或說明什麼是漫畫，不過到最後都不能很精準地去歸類它，漫畫可說是視覺傳達的新句法。雖然任何藝術形式都很難藉用理論去完整建構，但嘗試將它理論化是必要的，如果沒有詞彙可以解釋漫畫的元素或設計，要正確的解讀漫畫或圖像文學幾乎不可能。但是如果漫畫被特定的詞彙限制，那我們可能失去更多的解讀空間。

本研究從文獻整理中，試圖瞭解漫畫與動畫視覺元素的組成、它們各自呈現的視覺符號、兩者在時間空間表現的異同，以及針對漫畫特殊的創作/閱讀行為進行探討，這些資料將做為設計本研究語意差異量表的基礎。

3 研究設計

3.1 研究方法

本研究使用語意差異分析法(Semantic Differential Technique) 尋找本研究設定的三項目的：(一)探索原創漫畫與改編動畫在觀看意象的差異、(二)探索原創漫畫與改編動畫在觀看意象所產生的共同構面、(三)比較測試環境的差異：動畫/漫畫同時觀看與動畫/漫畫分開觀看。

語意差異量尺是由美國心理學者 Charles E. Osgood 於 1957 年開發出的「語意心理」研究法(Osgood, 1964)，可稱為語意微分法或差異法，在社會學、社會心理學和心理學研究中，語意差異量表被廣泛用於文化的比較研究，個人及群體間差異的比較研究，以及人們對周圍環境或事物的態度、看法的研究等等。受測者在意義對立的成對形容詞所構成的量尺上，對事物或概念進行評量，以瞭解其意義及其份量(陳俊宏, 1988)。量尺的選擇應該盡可能包括 Osgood 所謂的語義空間中的三個主要維度：(一)評價(evaluation)：泛指對某種事物的價值予以評定的歷程、(二)力量(potency)：指將來有機會學習或接受訓練時可能達到的程度、(三)行動(activity)：個體對於各種活動的參與性。

本研究希望藉由語意差異分析法試圖了解觀眾/讀者在觀賞動畫與漫畫的意象感受，哪些意象看法有差異，又有哪些相似，以及動畫與漫畫在觀賞意象是否有共同概念(構面)，以及這些概念對於觀看動畫與漫畫有甚

麼影響。希望藉由這些基礎研究能更了解動漫的觀看/閱讀行為，協助後續動漫理論與應用層面相關的研究。

3.2 語意差異量表設計

量表設計採用問卷調查法，研究樣本為暢銷動漫「名偵探柯南」。漫畫部分擷取劇情高潮橋段，第 1 卷，第 4 章「第六根煙燭」(87-103 頁)，頁面經掃描後儲存為 13 份 PDF 圖片檔案，確保閱覽順暢。動畫樣本為電視版本「名偵探柯南」第二集「社長千金綁架事件」，擷取與漫畫相同劇情之片段(1 分 49 秒)，儲存為 Youtube 影音串流格式以方便線上問卷使用。

語意差異量尺的建立：問卷中事實問題部份為性別與觀看經驗，觀看經驗分為：看過漫畫，看過動畫，動畫漫畫都有看過，動畫漫畫都沒看過，4 個單選題。

態度問題部分，本研究希望以簡單易懂的詞彙，讓一般觀賞者以最直覺的方式，判斷觀看意象的差異性。態度問項首先以「Duncan 的修辭學理論」為基礎(如表 2)，分析樣本內容中隱含的「情感反應」與「認知反應」，將劇情發展初步歸納，再以文獻分析法觀察與定義樣本中動畫與漫畫所出現的共同視覺符號。語意差異詞彙使用部份，在本研究之前曾進行前置研究，以探討原作漫畫改編動畫為主題，使用半開放式訪談 2 位資深動漫工作者(10 年經驗以上)，2 位大專院校動畫科系教師(10 年經驗以上)，1 位資深動漫迷(10 年經驗以上)，訪談內容以紮根理論的開放性編碼初步建立 54 組範疇，經參考 Osgood 的「語意心理」研究法與文獻探討之動漫符號後，從原範疇中篩選出 12 組語意差異詞彙作為觀看意象的調查問項(表 3)(表 4)。問卷以李克特七點量表(Likert scale)編制，1 與 7 代表意象對立端，4 則代表無意見(附錄)。

表 3. Osgood 語意維度與本研究語意差異詞彙

語意維度	對立形容詞
評價	粗糙的/細膩的、醜陋的/美麗的、樸素的/華麗的、模糊的/清晰的
力量	被動的/期待的、緩和的/緊張的、空虛的/滿足的、傳統的/創新的
行動	分心的/投入的、無趣的/迷人的、呆板的/活潑的、不順的/流暢的

表4. 以動漫符號學和漫畫修辭學為理論基礎所擬定的語意差異形容詞

漫畫樣本	動畫樣本 (擷取對應劇情畫面)	情感反應	認知反應	動漫符號	對立形容詞
		柯南與 狗合作 找到綁 匪與人 質的地 點	智慧與 勇氣的 展現	情緒 輔助 提示 輔助	無趣/ 迷人 、 分心/ 投入 、 粗糙/ 細膩 、 傳統/ 創新
		柯南成 功找到 人質並 試圖拯 救	反攻號 角響起	動作 輔助 畫面 動態 輔助	被動/ 期待 、 不順/ 流暢 、 空虛/ 滿足 、 樸素/ 華麗
		柯南無 法擊敗 體型高 大的綁 匪	陷入困 境	力量 輔助 感知 詮釋 輔助	緩和/ 緊張 、 醜陋/ 美麗 、 模糊/ 清晰 、 呆板/ 活潑

3.3 研究對象

本研究的初始對象只有 **A 組**，為亞洲大學數位媒體設計系的同班同學 48 人，**採取動畫、漫畫兩版本都看**。後來為了進一步探討不同的研究方法「異時異地隔離觀察」，所以另外成立 **B 組** 在不同學校分開測試，試圖了解觀賞經驗是否影響其意象判斷。**B 組** 分成 **B1** 與 **B2** 兩小組，**B1 只看動畫**，為中國科技大學視覺傳達設計系同班同學 33 人。**B2 只看漫畫**，為銘傳大學數位媒體設計系同班同學 42 人。

3.4 實施過程與步驟

問卷擬定完成後，因為疫情關係，採 Google 線上表單進行，共有 A、B1、B2 三份問卷(附錄)，全部匿名填答。A 組的問卷包含動畫與漫畫兩部份，A 組測試者在課堂首先觀看動畫後填寫動畫部份的問卷，接續觀看漫畫後填寫漫畫部份的問卷，待所有問卷繳交後即關閉線上表單，結束 A 組資料蒐集。B 組則分為 B1 動畫、B2 漫畫兩小組分別在不同學校，不同時間進行測試。B1 在課堂進行，測試者只觀賞動畫，觀看完畢後填寫問卷，待所有問卷繳交後即關閉線上表單。B2 在課堂進行，測試者僅觀賞漫畫，觀看完畢後填寫問卷，待所有問卷繳交後即關閉線上表單，結束 B 組資料蒐集。

3.5 資料處理

資料處理分成三部分，皆以 SPSS 統計軟體進行資料分析。首先進行問卷調查的信度檢定，並呈現描述性統計。推論統計分 3 部分：第 1 部分以 T 檢定檢視 A 組與 B 組對於動畫與漫畫的意象看法是否有差異。第 2 部分以 Pearson 相關係數分析 A 組對於動畫與漫畫意象的相關性，與 B 組對於動畫與漫畫意象的相關性。第 3 部分以因素分析試圖將問卷回答之意象問題化繁為簡，轉換成共同構面。

4 結果分析

4.1 觀賞意象差異性分析

這部分使用語意差異表設計 12 個 7 點量尺檢視測試者對於觀看柯南動畫與漫畫是否在意象有所差異。若以各題的平均值來看，A 組(同時同地)12 題中有 9 題，受測者對於漫畫的好感(正向回覆)大於動畫，但 B 組(異時異地)平均值全部 12 題都是動畫的”正向”好感

大於漫畫。

經過獨立樣本 T 檢定分析發現，在 A 組測試中，只有 1 題，1)粗糙 vs 細膩，整體的看法上漫畫較為細膩，並有達到差異顯著水準 ($p \leq 0.05$)(表 5)。在 B 組測試中發現，有 5 題在整體看法上動畫比漫畫看法偏”正向”，並有達到差異顯著水準 ($p \leq 0.05$)。分別是：6)呆板的 vs 活潑的、9)不順的 vs 流暢的、10)傳統的 vs 創新的、11)樸素的 vs 華麗的、12)空虛的 vs 滿足的(表 6)。由上述數據顯示，B 組對於動畫版本比較有好感，但整體無論在 A 組或 B 組測試條件下，本研究的受測者對於柯南動畫與漫畫的觀賞意象並沒有太大差異。

問卷調查結果之可信度以 Cronbach's Alpha 檢定，結果顯示 A 組為 .948、B 組為 .897，表示兩組的問卷調查結果都具有高可信度。

4.2 語意差異折線圖(SD Profile)

這部分利用語意差異量表，每題所取得的平均數(M)，繪製成語意差異折線圖(SD Profile)(圖 7)。將 A 組動畫/漫畫，B 組動畫/漫畫，四組資料所產生的語意差異折線圖重疊在 12 題 7 點尺度量表上，觀察的整體意象結構，提出兩項分析：

1. 動畫與漫畫的折線重疊比例高，表示動畫與漫畫的意象相似，輔佐下一小節相關性分析結果之推論。
2. A 組曲線的離散程度比 B 組曲線緩和，這也呼應由 T 檢定所得到的結果：A 組測試只有 1 題看法不同，B 組測試有 5 題看法不同。由此推論若使用 A 組以同時測試方式，測試者容易受到既有觀賞經驗的影響，比較不容易判斷動畫與漫畫之間的意象差異。

4.3 意象相關性分析

這部分沿用相同語意差異表 12 個題目，7 點量尺，檢視受測者對於動畫與漫畫的看法是否相似。經由擷取 12 個題之平均數，再由 Pearson 相關係數(Pearson correlation coefficient)檢定發現，無論 A 組或 B 組測試結果，整體意象均呈現正相關，(表 7、表 8)。此項分析顯示受測者對於動畫與漫畫的看法相似。

表 5. 語意差異量表 - A 組(以同時同地測試)各題之平均數、標準差與 T 檢定

	動畫/漫畫	個數	平均數	標準差	檢定值F	t值	顯著性p
1)粗糙的vs細膩的	動畫	48	4.73	1.395	2.082	-2.130	.036*
	漫畫	48	5.29	1.184			
2)醜陋的vs美麗的	動畫	48	4.81	1.045	.000	-1.244	.217
	漫畫	48	5.08	1.088			
3)分心的vs投入的	動畫	48	5.48	1.091	2.222	.683	.496
	漫畫	48	5.31	1.291			
4)無趣的vs迷人的	動畫	48	5.21	1.352	.803	-.246	.806
	漫畫	48	5.27	1.125			
5)被動的vs期待的	動畫	48	5.17	1.464	.400	-.223	.824
	漫畫	48	5.23	1.276			
6)呆板的vs活潑的	動畫	48	5.04	1.237	.251	-.244	.808
	漫畫	48	5.10	1.276			
7)緩和的vs緊張的	動畫	48	5.27	1.267	.718	.220	.826
	漫畫	48	5.21	1.501			
8)模糊的vs清晰的	動畫	48	4.75	1.391	.311	-1.941	.055
	漫畫	48	5.27	1.233			
9)不順的vs流暢的	動畫	48	5.06	1.192	.169	-.505	.615
	漫畫	48	5.19	1.232			
10)傳統的vs創新的	動畫	48	4.40	1.621	.302	.505	.615
	漫畫	48	4.23	1.614			
11)樸素的vs華麗的	動畫	48	4.17	1.326	.141	-1.475	.144
	漫畫	48	4.56	1.303			
12)空虛的vs滿足的	動畫	48	5.10	1.309	.391	-.630	.530
	漫畫	48	5.27	1.284			

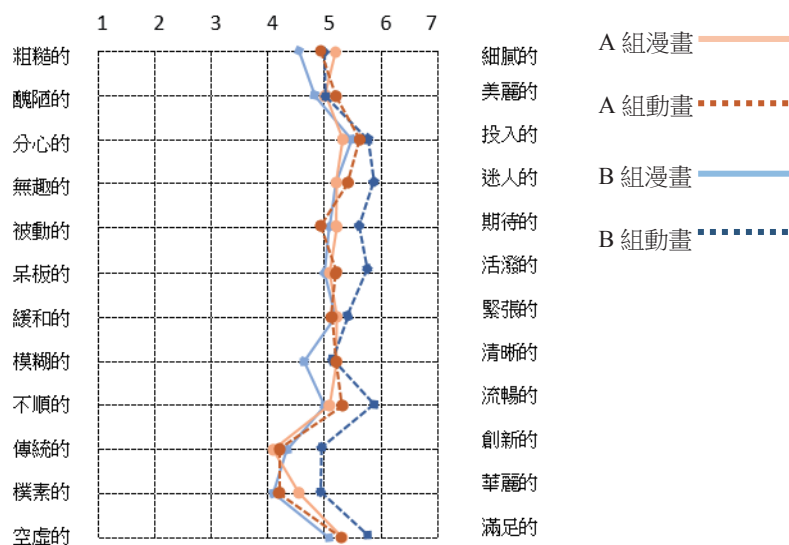


圖 7. 語意差異折線圖(SD Profile)

表 6. 語意差異量表 – B 組(以異時異地測試)各題之平均數、標準差與 T 檢定

	動畫/漫畫	個數	平均數	標準差	檢定值F	t值	顯著性p
1)粗糙的vs細膩的	動畫	33	5.15	1.544	1.319	.680	.499
	漫畫	42	4.93	1.295			
2)醜陋的vs美麗的	動畫	33	5.15	1.302	.129	.192	.848
	漫畫	42	5.10	1.226			
3)分心的vs投入的	動畫	33	5.88	1.244	.003	1.508	.136
	漫畫	42	5.45	1.194			
4)無趣的vs迷人的	動畫	33	5.94	1.029	4.820	1.933	.057
	漫畫	42	5.43	1.213			
5)被動的vs期待的	動畫	33	5.70	1.262	.697	1.212	.230
	漫畫	42	5.31	1.456			
6)呆板的vs活潑的	動畫	33	5.82	1.158	.003	3.021	.003*
	漫畫	42	4.95	1.287			
7)緩和的vs緊張的	動畫	33	5.58	1.696	.229	.920	.361
	漫畫	42	5.24	1.478			
8)模糊的vs清晰的	動畫	33	5.24	1.678	2.660	.286	.775
	漫畫	42	5.14	1.336			
9)不順的vs流暢的	動畫	33	5.91	1.128	.000	2.325	.023*
	漫畫	42	5.31	1.093			
10)傳統的vs創新的	動畫	33	5.03	1.879	.222	2.142	.036*
	漫畫	42	4.19	1.518			
11)樸素的vs華麗的	動畫	33	5.03	1.649	1.960	2.325	.023*
	漫畫	42	4.24	1.303			
12)空虛的vs滿足的	動畫	33	5.88	1.364	.611	2.280	.026*
	漫畫	42	5.21	1.159			

表 7. A 組-整體意象相關係數

	動畫	漫畫
動畫	Pearson 相關	1
	顯著性 (雙尾)	.774**
漫畫	Pearson 相關	.774**
	顯著性 (雙尾)	.003
個數	12	12

**. 在顯著水準為0.01時 (雙尾), 相關顯著。

表 8. B 組-整體意象相關係數

	動畫	漫畫
動畫	Pearson 相關	1
	顯著性 (雙尾)	.758**
漫畫	Pearson 相關	.758**
	顯著性 (雙尾)	.004
個數	12	12

**. 在顯著水準為0.01時 (雙尾), 相關顯著。

進一步分析發現，A 組的相關係數為.774 ($P \leq 0.01$)，B 組相關係數為.758 ($P \leq 0.01$)。A 組相關係數比 B 組高，這表示相較於 B 組，在 A 組測試的環境中，先觀看動畫樣本再接續閱讀漫畫樣本，測試者受到既有觀賞經驗的影響，意象感受比較容易受到牽制，而影響其判斷。

4.4 因素分析

因素分析部分，經由縮減資料量，萃取主要成分，試圖將意象轉化成構面。資料經由主成分分析，再經 Varimax 轉軸，所得到的成分矩陣表發現，在 A 組的測試中，只有萃取一個成分，故無法進行因素分析。在 B 組的部份，本研究進行分析時先將 B 組「動畫」與「漫畫」分別進行因素分析，但是結果大同小異，所以採取合併進行。經參考 Osgood 的「語意空間」將 12 個意象題目歸納成三個共同因素(表 9)：

表9. B組因素分析之轉軸後的成份矩陣

	元件		
	1	2	3
1)粗糙vs細膩	.888	.171	
2)醜陋vs美麗	.767	.384	
11)樸素vs華麗	.750		.310
8)模糊vs清晰	.698	.359	
12)空虛vs滿足	.493	.481	.403
5)被動vs期待	.111	.806	.257
3)分心vs投入	.386	.763	
4)無趣vs迷人	.288	.716	.311
6)呆板vs活潑	.102	.324	.791
10)傳統vs創新	.554	-.122	.734
7)緩和vs緊張		.472	.615
9)不順vs流暢	.354	.466	.516
轉軸平方和 h^2	3.362	2.845	2.248
解釋量%	28.0	23.7	18.7
總解釋量%	70.4		

1. 由因素負荷量高至低排序:1)粗糙的 vs 細膩的、2)醜陋的 vs 美麗的、11)樸素的 vs 華麗的、8)模糊的 vs 清晰的、12)空虛的 vs 滿足的，共 5 個量尺，整體意象都與視覺與聽覺感官，即時的滿足感有關，因此將此因素命名「感官經驗的滿

足」。

2. 由因素負荷量高至低排序: 5)被動的 vs 期待的、3)分心的 vs 投入的、4)無趣的 vs 迷人的，共 3 個題目，這些意象反映這部影片對於測試者的專注力影響，因此將此因素命名「投入的心理感覺」。
3. 由因素負荷量高至低排序: 6)呆板的 vs 活潑的、10)傳統的 vs 創新的、7)緩和的 vs 緊張的、9)不順的 vs 流暢的，共 4 個題目反映觀看過程中所體驗到的「動態的娛樂效果」。

對照文獻探討 2-5 以修辭學解讀漫畫，此文獻將圖像設計、對話框、構圖、漫畫符號歸納於「情感反應」，與本研究因素分析所得到的語意空間第一項「感官經驗的滿足」與第三項「動態的娛樂效果」的構面相似。語意空間第二項「投入的心理感覺」裡面的 3 個項目：5)被動的 vs 期待的、3)分心的 vs 投入的、4)無趣的 vs 迷人的，這些量尺的定義比較抽象，相關感受必需經過讀者本身把所有的視覺元素整合理解後才能產生評價，這種「認知反應」與 Barthes 的符號學「隱含意」(Connotation)有相似性質 (Fiske, 1993) 都具象徵意義，需依賴讀者/觀眾本身的經驗而有不同的解讀。

5 綜合結論

1. 本研究主要探討改編動畫與原著漫畫在觀看意象上的異同。研究樣本以「名偵探柯南」原著漫畫與改編動畫為例，設計 12 個語意差異分析量尺。研究結果發現 A 組(動漫都有看)測試結果發現，只有 1 題在看法上出現差異，B 組(B1 只看動畫/B2 只看漫畫)測試結果發現有 5 題有差異。進一步檢定動畫與漫畫的相關係數，無論動畫與漫畫的觀看意象都呈現正相關。綜合上述兩項研究結果判斷，相較原創漫畫，整體上觀眾(讀者)對於改編動畫比較有好感，但兩者在意象感受相近。

B 組受測者在題目 6)呆板的 vs 活潑的、9)不順的 vs 流暢的、10)傳統的 vs 創新的、11)樸素的 vs 華麗的、12)空虛的 vs 滿足的，對於動畫的好感大於漫畫，這 5 題裡面有 4 題在本研究歸納為「感官經驗的滿足」與「動態的娛樂效果」因素。相較漫畫版本，動畫確實提供更多感官刺激，這是此媒材的特性。觀看動畫時，興奮與刺激感強烈卻短暫，且思緒不斷被覆蓋，與觀眾「投入的心理感覺」不一定有直接關聯。漫畫依賴與讀者互動，它喚起讀者

的經驗價值，讀者藉此產生各自的想像空間，產生與漫畫獨特的親密感(Intimacy)，這是動畫難以複製的互動模式。因此，動畫可以利用本身影音效果與科技加強感官刺激吸引觀眾，但漫畫能藉由創作者與讀者之間的默契培養，產生更多詮釋空間，以多樣的意識形態長久存在。

A 組受測者在題目 1)粗糙 vs 細膩，認為漫畫版本表現較為細膩，這部份與先前研究「以鬼滅之刃劇場版-無限列車篇為例：比較動畫與漫畫的喜好度」，第一題的結果一樣，也是漫畫好感大於動畫。綜合上述兩案例，推論可能原因為觀看經驗會影響觀看意象判斷：當受測者在漫畫與動畫都有觀看的條件下，漫畫簡單線條加上誇大的視覺符號，初期讓受測者印象深刻，但因為受測者已知樣本的敘事模式，所以導致隨後的意象判斷較為一致，同理也可以解釋為什麼 B 組分開測試時，因為無先前觀看經驗，意象感受差距較大。

2. 為了瞭解觀眾/讀者觀看動畫與漫畫時的有那些意象屬於共同概念，本研究以因素分析法試圖將觀看意象轉換構面，結果發現綜合 B 組動畫與漫畫的 12 個意象問題之數據，可以將整體意象轉換成 3 個共同構面，對照 Osgood 的語意差異分析法，將構面(一) 感官經驗的滿足歸納於「評價」的範疇、構面(二) 投入的心理感覺歸納於「力量」的範疇、構面(三) 動態的娛樂效果歸納於「行動」的範疇。雖然這是動畫與漫畫共同的意象構面，但這當中還是有它們獨特之處。改編動畫可以彌補原作漫畫所不能展現的動態效果，尤其是科幻或動作取向的題材，利用電腦動畫可以讓編劇及導演盡情地「娛樂」觀眾。漫畫無法像動畫為讀者提供直接的「感官」刺激，但是擁有漫畫對於每位讀者來說，都是獨一無二的精神伴侶，它以簡單的視覺符號與讀者產生強大的共鳴，讓讀者可以「投入」比真實更美好的虛擬世界，筆者認為與漫畫特殊的互動行為模式將成為未來媒體的新型態典範。

3. 檢視動畫與漫畫的意象相關性發現，A 組以同時同地測試的結果，其相關係數與顯著性皆大於 B 組異時異地測試的結果。表示以同時同地測試，受測者會受到既有觀賞經驗的影響判斷。這部份雖然目前沒有特定的理論可以驗證觀看經驗的先後順序對漫畫和動畫觀看意象的影響，然而經由參考跨媒體研究 (Transmedia Studies) 或許可以提供一些理論框架和觀點來解釋觀看經驗的先後順序可能會對個人對於敘事形式和媒體特性的理解和期待產生影響。如 5.1 所言，以本研究 A 組先

觀看動畫再繼續觀看漫畫為例，受測者在觀看漫畫之前就以動畫的敘事方式理解故事內容，因此即使漫畫無影音效果輔助，但其觀看意象的感受與動畫相似。因此本研究建議，在進行比較媒體相關實驗時，若樣本內容相似，宜分開測試，但受測者年齡與背景需統合。

6 後續研究建議

1. 本研究是一個探索性的前置研究，試圖以觀賞者的角度了解原作漫畫與改編動畫的差異與相似之處。建議後續的研究可以基於本研究繼續探討原作漫畫與改編動畫的應用層面，進一步瞭解兩媒體的轉換模式。跨媒體研究的領域非常廣泛，小範圍從終端的使用者或創作者的角度切入，如本研究。大到社會學、心理學、市場行銷以及其他領域，都與這兩媒體的演變息息相關。我們處在媒體多元化演變的時代，從多層面探索跨媒體議題非常有趣也值得研究。

2. 觀賞者與創作者對於作品內容有不同的詮釋，本研究以觀賞者的角度探討作品的意象，希望未來研究能以創作者的角度探討創作過程的思考與行動。若結合本研究，能更進一步理解創作者與觀賞者之間的互動關聯。

3. 不同故事題材例如動作/科幻、愛情/文藝、推理/懸疑等，在不同媒介包含小說，會展現其獨特的魅力。近幾年有許多作品嘗試將傳播內容與形式做不同的組合。如果新型態創作打破傳統的思維，能帶給觀眾怎樣的觀賞意象？未來新型態媒體更加多元，將需要更多相關研究來協助創造吸引人的內容。

參考文獻

朱善傑、鍾世凱 (2004)。動畫中漫畫表現形式研究-以漫畫造型與漫畫符號為中心。*藝術學報* (75)，頁 121-142。Jhu, S. J., Jhong, S. K., (2004). Study of the Comics on Animation-Using the Cartoon Style and the Comics Symbols as the Key. *Journal of National Taiwan College of Arts*, 75, 121-142. DOI:10.6793/JNTCA.200412.0121 [In Chinese, semantic translation]

吳佩芬 (2002)。3D 動畫中美式卡通角色運動視覺語言之時間元素建構—以分析「玩具總動員」動畫電影為例。國立臺灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所，新北市。Wu, P. F., (2002). The Timing Principle Construction in 3D Cartoon Character Animation Visual Language — A Study Exemplified by *Toy Story*.

Department of Multimedia Animation Art, National Taiwan University of Arts, New Taipei City. <https://hdl.handle.net/11296/2n5a5y> [In Chinese, semantic translation]

郭玲瑜 (2015)。從日本動漫的跨媒體發展來看文本/媒介的互涉—以《名偵探柯南》為例。文化研究季刊 (152), 頁 21-31。Guo, L. Y., (2002). Interrelation between Content and Medium from the Perspective of Cross-Media Development in Japanese Anime: A Case Study of "Detective Conan". *Cultural Studies Quarterly*, 152, 21-31. <https://www.csat.org.tw/Journal.aspx?ek=63> [In Chinese, semantic translation]

施智仁 (2008)。漫畫式圖像在視覺藝術表現上之創作。國立臺灣師範大學設計研究所，台北市。Shih, J. R., (2008). Comic-like graphics of Creative Work on Visual Arts Presentation. Department of Design, National Taiwan Normal University, Taipei. <https://hdl.handle.net/11296/nzsgvw> [In Chinese, semantic translation]

袁建滔 (1992)。新漫畫語言。台北市：尖端出版。Yuan, J. T., (1992). *New Comic Language*. Taipei : SSP. ISBN:9577120873 [In Chinese, semantic translation]

張又心 (2011)。連環漫畫頁面切割形式與時間表現的關係。國立臺灣師範大學設計研究所，台北市。Jhang, Y. S., (2011). The Correlation between Manga Layout and Representation of Time. Department of Design, National Taiwan Normal University, Taipei. <https://hdl.handle.net/11296/65aw2d> [In Chinese, semantic translation]

陳伯拯 (2005)。以符號學觀點分析動畫角色圖像的象徵性。中原大學商業設計研究所，桃園縣。Lin, P.C., (2005). An Analysis of Symbolism in Animation Character Graphics with a Semiotic Approach. Department of Commercial Design, Chung Yuan Christian University, Taoyuan City. DOI: 10.6840/cycu200500513 [In Chinese, semantic translation]

陳俊宏 (1988)。色彩嗜好與色彩意象之調查分析：為商業設計之色彩計劃而做的研究。台北市：藝風堂。Chen, J. H., (1988). *A Survey of Color Preferences and Color Imagery : A Study for Color Scheme in Commercial Design*. Taipei : Yi Fong Tang publisher. <https://books.google.com.tw/books?id=-3c9kgE>

ACAAJ [In Chinese, semantic translation]

彭靖婷 (2020)。當代藝術中的動漫符號學研究—以陳怡潔的《圈圈島》為例。議藝份子 (34), 頁 107-126。Peng, J. P., (2020). Semiotics Research of Anime in Contemporary Art – The Case Study of “Circle Island” by Agi Chen. *Art Symposium*, 34, 107-126. DOI:10.29627/AS [In Chinese, semantic translation]

塚本博義 (2007)。漫画バイブル。東京都：マール社。ISBN:4837305180

Barthes, R. (2016). The death of the author. In *Readings in the Theory of Religion* (pp. 141-145). Abingdon: Routledge. DOI:10.4324/9781315475615-17

Duncan, R. (2000). Toward a theory of comic book communication. In *Academic forum* (Vol. 17, No. 1951, pp. 71-88). Arkadelphia: Henderson State University. https://www.hsu.edu/uploads/pages/1999-0aftoward_a_theory_of_comic_book_communication.pdf

Fiske, J. (1993). Introduction to communication studies. In: University of Toronto Press. DOI:10.22230/cjc.1993v18n1a730

Furniss, M. (2016). *A new history of animation*. New York: Thames & Hudson. DOI: 10.2307/j.ctt2005zgm.14

McCloud, S. (1993). *Understanding comics: The invisible art*. Northampton: Kitchen Sink Press. DOI:10.1109/tcp.1998.661632

Nekokuma (2023)。【2023 年最新】漫画売上ランキング！累計発行部数の歴代 TOP100 を紹介。Retrieved from <https://nekokuma.com/113131/>

Neo, A. (2012)。心理學對漫畫擬聲擬態語的效果考察 想撼動人心必須從耳眼雙方圍攻，**aniarc news**。取自 <https://pansci.asia/archives/18746>

Osgood, C. E. (1964). Semantic differential technique in the comparative study of cultures. *American anthropologist*, 66(3), 171-200. DOI:10.1525/aa.1964.66.3.02a00880

Peirce, C. S. (1974). *Collected papers of charles sanders peirce* (Vol. 5). Cambridge: Harvard University Press. DOI:10.1086/346736

Reitberger, R., & Fuchs, W. J. (1972). *Comics: Anatomy of a mass medium*. Boston: Little Brown. DOI:10.2307/1572929

Sabin, R. (2013). *Adult comics*. Abingdon: Routledge. DOI:10.4324/9781315888880

Schmitt, R. (1992). Deconstructive Comics. *The Journal of Popular Culture*, 25(4), 153-162. DOI:10.1111/j.0022-3840.1992.00153.x

Thomas, F., & Johnston, O. (1995). *The illusion of life : Disney animation*: 1st Hyperion ed. New York: Hyperion. ISBN:0786860707

ペンダコ. (2012). マンガで使われる「シーン」や「ガーン」など擬音語・擬態語の効果とは？. *Mynavi News*. Retrieved from <https://news.mynavi.jp/article/20120617-a016/>

附錄

Google Forms 網路問卷調查連結網址:

A 組 (動畫 / 漫畫) 以 同時 同 地 測 試 :
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd_C_Rvlxrxdp33Aglws0q_jCsKzT5qkDPqo3zRjbUyqjOZgA/viewform

B 組 (動 畫) 以 異 時 異 地 測 試 :
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdt_hHrqNx9smfp81XuVKqxGBWGX7JrYNUA9pWiqqRDOhMNQmw/viewform

B 組 (漫 畫) 以 異 時 異 地 測 試 :
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFwOWJVEiJ2UCMuVoUoRCE8crEvu9sVspcvTDUIOxGJtl19g/closedform>

台灣數位媒體設計學會 入會申請書

會員類別	<input type="checkbox"/> 個人會員	會員證編號		(二吋脫帽彩色照片)
	<input type="checkbox"/> 學生會員	由本會填寫		
	<input type="checkbox"/> 團體會員	入會日期		
	<input type="checkbox"/> 榮譽會員	由本會填寫		
中文姓名		英文姓名	性別	出生日期
			<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	年 月 日
學歷			身分證字號	
經歷				
現職				
專長			可以提供團體之服務：	
戶籍住址				
通訊住址	<input type="checkbox"/> 同戶籍住址			
電話		E-MAIL		介紹人
手機				
傳真				
中華民國 年 月 日 申請人： (簽章)				
審查日期	經過 年 月 日 第 屆 次理事會議審查：			
審查結果	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過 原因：			

敬啟者 您好：

■ 加入台灣數位媒體設計學會之會員享有以下權益：

1. 參加學會每年所舉辦之「數位媒體設計國際研討會」，教師報名優惠價 800 元。
2. 研討會論文刊登優惠，並擇優錄取至國際數位媒體設計學報（IJDM D）。
3. 參加「台灣數位媒體設計獎」競賽報名優惠。
4. 發表國際數位媒體設計學報（IJDM D）刊登優惠（經審核錄取後，需額外繳交刊登費 NTD 5000 元，會員減免 NTD 2,000 元）。
5. 與國內及國際媒體設計相關領域同好，相互交流的管道與機會。

■ 台灣數位媒體設計學會繳費資訊如下：

1. 個人會員：常年會費 NTD 2,000 元
2. 團體會員：常年會費 NTD 10,000 元
3. 學生會員：常年會費 NTD 800 元

■ 請將會費繳交匯款至下列帳戶：

戶 名： 台灣數位媒體設計學會
帳 號： 03 1001 12305 8（台灣銀行斗六分行）
銀行代號： 004

■ 並煩請填妥入會資料，連同收據郵寄或 E-mail 至秘書處，以利資料建檔。

（註：經科技部人文司確認，凡學術性社團、學會會員入會費或繳費收據，可以科技部相關計畫中之業務費雜支項下核銷）

秘書處相關資訊：

地 址： 64002 雲林縣斗六市大學路 3 段 123 號(自 2019 年起)
國立雲林科技大學 | 設計學研究所
傳 真： 886-5-531-2169
學會信箱： dmd@dmd.org.tw（郵寄入會申請書）
網 址： <http://www.dmd.org.tw/>
聯 絡 人： 周玄祥秘書長 886-985683029

再次感謝您的加入，請讓台灣數位媒體設計學會繼續為您服務。

台灣數位媒體設計學會 敬上

《IJDMD 國際數位媒體設計學刊》訂閱表格

致：編輯委員會

地 址：臺灣數位媒體設計學會

64002 雲林縣斗六市大學路 3 段 123 號(自 2019 年起)

Taiwan Association of Digital Media Design

123 University Road, Section 3, Douliou, Yunlin 64002, Taiwan, R.O.C

傳 真：+886-(0) 5-531-2234

姓名(單位承辦人)：_____ Name(英文)：_____

機構名稱：_____

郵寄地址：_____

聯絡電話(Offile)：_____ 傳真號碼：_____

電子郵箱：_____

2016 年訂閱價目表(每年二期)		
<input type="checkbox"/> 機構訂閱	台灣地區	台幣\$2400(含郵資)
	世界其他地區	美元\$80(含郵資)
<input type="checkbox"/> 個人訂閱	台灣地區	台幣\$600(含郵資)
	世界其他地區	美元\$20(含郵資)

- 學會會員繳交該年度會費，即可免費獲得每期學刊

☐茲訂閱《IJDMD 國際數位媒體設計學刊》，由第_____期開始，為期_____年。

☐補購單本期刊，第_____期(若兩期以上以請列明期數)共計_____期。

付款辦法：

專戶資料如下：臺灣銀行 斗六分行

戶名：台灣數位媒體設計學會 帳號：03 1001 12305 8 銀行代號：004

匯款後，請黏貼匯款單據影本於下列方格後傳真，傳真電話：05-531-2234。

(匯款單粘貼處)



International Journal of Digital Media Design

Author Guidelines

International Journal of Design invites contributions of three types:

1. **Original Articles**
2. **State-of-the-art Reviews**
3. **Design Case Studies**
4. **Art Work Papers**

Preparing for submission

Submission of a manuscript implies that the paper has been neither submitted to, nor published in any other journal, in the same or similar form, in English or in any other language. Manuscripts previously published in a workshop, symposium, or conference can be submitted for consideration provided that the authors inform the editorial office at the time of submission, and that the manuscripts have undergone substantial revision.

Double-blind Review

To facilitate the journal's double-blind peer review process, authors should make efforts to ensure that information about the authors' identities do not appear anywhere in the manuscript. If an author is cited, "Author" and year used in the bibliography and footnotes, instead of author's name, paper title, etc. The author's name should also be removed from the document's Properties, which in Microsoft Word is found in the File menu.

Format

The preferred format is Portable Document Format (.pdf), Microsoft Word documents (.doc, .rtf) are also acceptable. Manuscript should be created with minimum formatting.

Language

Manuscripts must be in English. Both English and American spellings are acceptable. Authors fluent in another language are encouraged to provide, in addition to the full manuscript, a title page and an abstract in another language.

Peer Review Process

All manuscripts submitted to International Journal of Digital Media Design are peer-reviewed according to the following procedure:

Initial review: The Editor-in-Chief evaluates all manuscripts to determine if a manuscript is appropriate for consideration by International Journal of Digital Media Design. Manuscripts that do not meet the minimum criteria are returned to the authors within one week of receipt. This is in the best interest of the authors who could then decide to fix the problem or to submit the manuscript to a more appropriate venue, avoiding delay caused by a lengthy review process that would nonetheless lead to rejection.

Peer review: Manuscripts passing the initial review are assigned to a Guest Editor, who selects several referees based on their expertise in the particular field. A manuscript is reviewed by at least two referees under a double-blind peer review process, where both the referees and the authors are kept anonymous. Referees are asked to evaluate the manuscript based on its originality, soundness of methodology, impact to design research, and relevance to design practices. To facilitate timely publication, referees are asked to complete their reviews within one month. After collecting the referees' reports, the Guest Editor makes a recommendation on the acceptability of the manuscript to the Editor-in-Chief.

Recommendation: Based on the referees' comments and the Guest Editor's recommendation, the Editor-in-Chief makes a final decision on the acceptability of the manuscript, and communicates to the authors the decisions, along with referees' reports. The final decision can be "accept as is", "minor revision", "major revision", or "reject". A revised manuscript should be re-submitted within six months of the decision. It will usually be returned to the original referees for evaluation.

Manuscript Submission

Authors are invited to submit their manuscripts. For further information, please contact dmd@dmd.org.tw

International Journal of Digital Media Design

《IJDMMD 國際媒體數位設計學刊》徵稿訊息

第 16 卷第 1 期徵稿 (Call for papers)

本學會出版之 International Journal of Digital Media Design 《IJDMMD 國際數位媒體設計學刊》徵稿，稿件以隨到隨審為原則，敬請鼓勵踴躍投稿。

- 一、2021 年 IJDMMD 國際數位媒體設計學刊經科技部期刊評比通過藝術學第二級期刊(Taiwan Humanities Citation Index，簡稱 THCI 核心期刊)，收錄於「臺灣人文及社會科學期刊評比暨核心期刊」名單。投稿稿件採國內、外專業學者雙盲審查制(Double-blind Review)，中英文稿件皆可投稿。凡有關數位媒體設計之科技、理論、技術、文化、教學研究、藝術創作論述等相關議題論文，皆歡迎賜稿。
- 二、敬請 貴單位惠予轉知所屬相關單位；投稿相關規定及格式請參考臺灣數位媒體設計學會網站 <http://www.dmd.org.tw>。
- 三、投稿採隨到隨審，經雙匿名審查通過後，需繳交刊登費 5,000 元。
- 四、若加入本學會個人會員，繳交之 5,000 元則包含當年度入會費 2,000 元與刊登費 3,000 元。
- 五、請填妥會員入會申請表，連同收據郵寄或 E-mail 至秘書處，以利資料建檔。

第 16 卷第 1 期(2024) 執行編輯鄭永熏教授。

E-mail: jamesyscheng@gmail.com

IJDMD (International Journal of Digital Media Design)

International Journal of Digital Media Design, Vol. 16 No. 1 Call for papers

Papers will follow the principle of review right away after receiving. All papers welcome.

I. IJDMD is the international journal of the Tier 2 journal in the Arts by the Taiwan Humanities Citation Index (THCI Core) Journals Evaluation of Ministry of Science and Technology during 2018 to 2020. With Double-blind Review from globe professionals, article is available for Chinese and English papers. Welcome all papers in relation to digital media design from science, technology, theory and culture, education and arts creation.

II. Please let your department deliver this messages to all your related department. All the submission format information is available on the official website of Taiwan Association of Digital Media Design (<http://www.dmd.org.tw>).

III. Papers will follow the principle of review right away after receiving, and charges NT\$5000 for the publication fee after passing through double-blind reviews.

IV. If you have the membership of Taiwan Association of Digital Media Design, the NT\$5000 publication fee is included member fee NT \$2000 and publication fee NT\$3000.

V. Please make sure to fill all blanks in our membership application form, mail or e-mail and the application form and payment receipt to our secretariat to set up your personal file.

Vol.16, No. 1 (2024) Executive Editor, Prof. Yung-Hsun Cheng.

E-mail: jamesyscheng@gmail.com

Article Title - Manuscript Template for the IJDMD (November 2022)

ABSTRACT (in 12pt Times New Roman, Boldface, Aligned Text Left)

The abstract should contain no more than 300 words. The techniques used and the most important results should be indicated in the abstract. Use the word ABSTRACT as the title, single-spaced and paragraph spacing before 6pt and paragraph spacing after 6pt. The ABSTRACT is to be in 10pt Times New Roman and aligned Text Left.

Keywords: 3 to 6 keywords or phrases in alphabetical order, separated by commas. For example: Interaction Design, Navigation, Virtual Museum. The KEYWORDS is to be in 10pt Times New Roman and aligned Text Left.

1. Introduction

These guidelines include complete descriptions of the fonts, spacing, and related information for producing your submission.

- (1) Paper Size: A4
- (2) Margins:
 - Top: 3.17 cm
 - Bottom: 3.17 cm
 - Left: 2.54 cm
 - Right: 2.54 cm
 - Header: 1.5 cm
 - Footer: 1.75 cm

1.1 Article Title

The Article Title should be in 16pt Arial, boldface, centered, single-spaced and paragraph spacing before 12pt, paragraph spacing after 6pt.

1.2 Authors, Affiliation and E-mail

The Authors name should be in 12pt Arial, boldface, aligned text left. The Affiliation and E-mail address should be in 7pt Arial, aligned text left. The Authors, Affiliation and E-mail should be in single-spaced and paragraph spacing before 0pt, paragraph spacing after 0pt.

1.3 Main Text

Type your Main Text in 10 pt Times New Roman and justified, single-spaced and paragraph spacing after 6pt and paragraph spacing before 6pt. Please do not place any additional blank line between paragraphs.

First-order Headings: For example, "**1. Heading**", should be in 12pt Times New Roman, boldface, initially capitalized.

Second-order Headings: For example, "**1.1 Heading**", should be 12pt Times New Roman, boldface, initially capitalized.

Third-order Headings: For example, "**1.1.1 Heading**", should be 10pt Times New Roman, initially capitalized.

1.4 Figures and Tables

All figures and tables should have caption. Figure and table captions should be in 9pt Times New Roman. Initially capitalized only the first word of each figure caption and table title. Figures and tables must be numbered separately. For example "Figure 1. Text here", "Table 1. Text here". Figure captions should be centered below the figures. An example is shown in Figure 1. Table captions should be centered above the tables. An example is shown in Table 1.

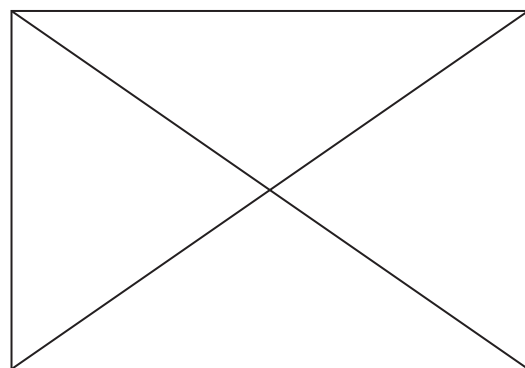


Figure 1. Times New Roman, 9pt, Centered,
Boldface

Table 1. Times New Roman, 9pt, Centered, Boldface

[illegible]

1.5 Large Figures and Tables

Large figures and tables may span across both columns and should be positioned at the tops and bottoms of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Avoid placing figures and tables before their first mention in the text. An example of Large Figure is shown in Figure 2 and an example of Large Table is shown in Table 2.

2. IJDMD

The International Journal of Digital Media Design (IJDMDD) is a double-blind reviewed, open-access journal devoted to publishing research papers in all fields of digital design. The IJDMDD is published annually every December and offers electronic version that is

available at <http://tadmd.asia.edu.tw/b07.htm>.

2.1 Focus and Scope

The IJDMMD features reports of original research from all disciplines within digital design and also facilitates the discovery of the connections between papers whether within or between disciplines. The IJDMMD invites papers on a wide range of topics, including the following:

- Animation and Game Design
- Multimedia Design
- Digital Media Design
- Digital Art Design
- Computer Applications in Design
- Interface Design
- Visual Communication Design
- Architectural Design
- Urban Design
- Design Strategy and Management
- Design Theories and Methodologies
- Other Digital Design related fields

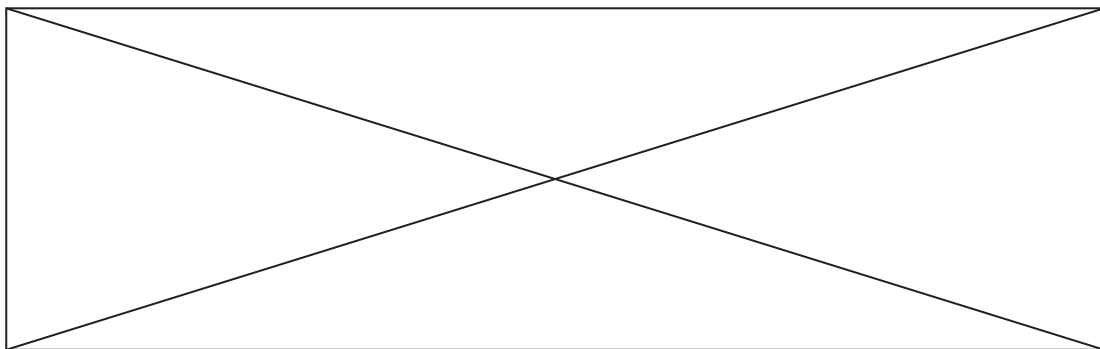


Figure 2. Times New Roman, 9pt, Centered, Boldface

Table 2. Times New Roman, 9pt, Centered, Boldface

2.2 Double-blind Review

The IJDMD uses a double blind review format. Authors are anonymous to reviewers and reviewers are anonymous to authors. To facilitate the double-blind review process, authors should make efforts to ensure that self-identification information should not appear anywhere in the manuscript.

3. Note, References and Appendix

The layout and arrangement of the Note, References and Appendix, please refer to the following instructions.

Acknowledgments

Acknowledgement of people who contributed to the work and financial supports from government agencies or other sponsors is listed before the Note and References sections. The authors' information should be kept anonymous for the double-blind review process.

Note

Each reference is aligned to left and right. Moreover, the authors are encouraged to provide the DOI number for journal papers, and the ISBN number or website for books, seminar proceedings, and dissertations.

References

IJDMD uses APA style. APA 6th Edition is preferred. The following instructions will provide general formatting guidelines.

Chen, C.-w., You, M., Liu, H., & Lin, H. (2006). A usability evaluation of web map interface. In E. Koningsveld (Ed.), *Proceedings of the 16th World Congress of the International Ergonomics Association* [CD ROM]. New York: Elsevier Science. ISBN xxxxxxxxxxxx

Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Digital Media Design*, 1(1), 57-66. DOI: xxxxxxxxxxxxxxxx

Khalid, H. M. (2001). Can customer needs express affective design? In M. G. Helander, H. M. Khalid, & T. M. Po (Eds.), *Proceeding of Affective Human Factors Design* (pp. 190-198). London: Asean Academic Press. ISBN xxxxxxxxxxxx

Lin, R. T. (2006). 訴說故事，營造情境--文化創意設計的情境故事[Scenario and story-telling approach in cross cultural design]. *藝術欣賞*, 2(5), 4-10. DOI: xxxxxxxxxxxxxxxx

Make sure that the format of the reference list is in accordance with the APA styles. The references must be listed alphabetically. References should be in 10pt Times New Roman, justified.

Wundt, W. (1905). *Fundamentals of psychology* (7th ed.). Leipzig: Engelman. ISBN xxxxxxxxxxxx

Appendix

If you want to present additional data to the readers, such as questionnaires, please arrange it at the end of your manuscript.

論文標題 - 國際數位媒體設計學刊範本檔案 (2022年11月)

摘要 (字型請使用新細明體，12pt，粗體，靠左對齊。)

中文摘要以不超過 500 字為原則，內容應包含研究目的、方法、結果與結論。全部以一段式呈現，中文字型為新細明體，英文字型為 Times New Roman，10 pt，左右對齊。行距使用單行間距，與前段距離為 0.5 行，與後段距離為 0.5 行。

關鍵詞：3~6 詞，以頓號（、）隔開。新細明體，10 pt，靠左對齊。

Article Title - Manuscript Template for the IJDMD (August 2013)

ABSTRACT (in 12pt Times New Roman, Boldface, Aligned Text Left)

The abstract should contain no more than 300 words. The techniques used and the most important results should be indicated in the abstract. Use the word ABSTRACT as the title, single-spaced and paragraph spacing before 6pt and paragraph spacing after 6pt. The ABSTRACT is to be in 10pt Times New Roman and aligned Text Left.

Keywords: 3 to 6 keywords or phrases in alphabetical order, separated by commas. For example: Interaction Design, Navigation, Virtual Museum. The KEYWORDS is to be in 10pt Times New Roman and aligned Text Left.

1 版面大小與版面邊界

文章格式請以 A4 紙格式撰寫，距離上、下方邊界各 2.54 cm，左、右邊界各 3.17cm。與頁首緣距離設定，頁首 1.5cm 頁尾 1.75cm。論文標題與摘要以一欄方式撰寫。

文章內文全文分為兩欄，兩欄之欄寬 17.78 字元，兩欄之間距為 2 字元。

1.1 中、英文論文標題

中文論文標題，字型為標楷體，20pt，粗體，靠左對齊；英文論文標題，字型為 Arial，16pt，粗體，靠左對齊。中、英文論文標題之行距為單行間距，與前段距離為 1 行，與後段距離為 0.5 行。

1.2 作者、校名系所單位與 Email

作者姓名、校名系所單位、e-mail 信箱，中文字型為標楷體，英文字型為 Arial，靠左對齊。

作者姓名，12pt，粗體。校名系所單位、e-mail 信箱之文字，7pt。行距使用單行間距，與前段距離 0 行，與後段距離 0 行。不同單位須標示 1/2/3...，不同作者同一單位，該單位列一次。

1.3 內文標題與文字

全文內文，中文字型為新細明體，英文字型為 Times New Roman，10pt，左右對齊。行距使用單行間距，與前段距離 0.5 行，與後段距

離 0.5 行。段落之間請不要空行。

全文標題，中文字型為新細明體，英文字型為 Times New Roman。內文主標題文字，12pt，粗體，靠左對齊。第二層標題文字，12pt，粗體，靠左對齊。第三層標題文字，10pt，靠左對齊。

若需使用條列式的敘述，以 1.、2.、3.…為章，以 2.1、2.2…為節，以 2.1.1、2.1.2…為小節來標示。小節以下依(1)、(2)、(3)…及(a)、(b)、(c)…等層級標示之。

1.4 圖與表

圖表資料來源必須清楚標示出圖表的詳細出處（包含書本、期刊中的頁碼）。

圖表說明文字，中文字型為新細明體，英文字型為 Times New Roman，9pt，粗體。表之標題附於表上，靠左對齊，圖之標題附於圖下，置中。圖、表格外框線寬 1，內框線寬 1/2。

圖表編號皆以圖 1、圖 2、表 1、表 2…等阿拉伯數字標示。圖表的格式請參考圖 1 與表 1 所示。

1.5 跨欄圖表

請使用接續本頁的分節符號設定為一欄。同時請將跨欄圖表置於一頁之最前（或最後）。跨欄圖表的格式請參考圖 2 與表 2 所示。

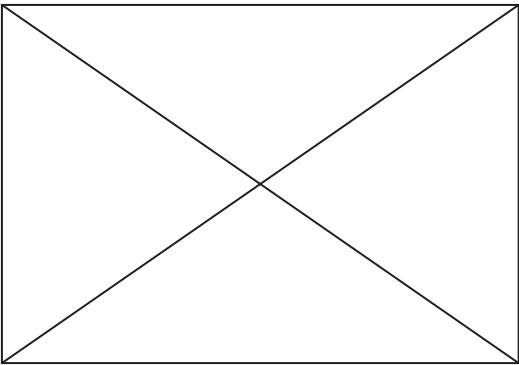


圖 1. 說明須置於圖的下方，9pt，置中，粗體

表 1. 說明須置於表的上方，9pt，靠左，粗體

資料來源：陳忠正、王年燦（2007）。台灣動畫電影產業之國際競爭力研究初探。藝術論文集刊，8，51-69。

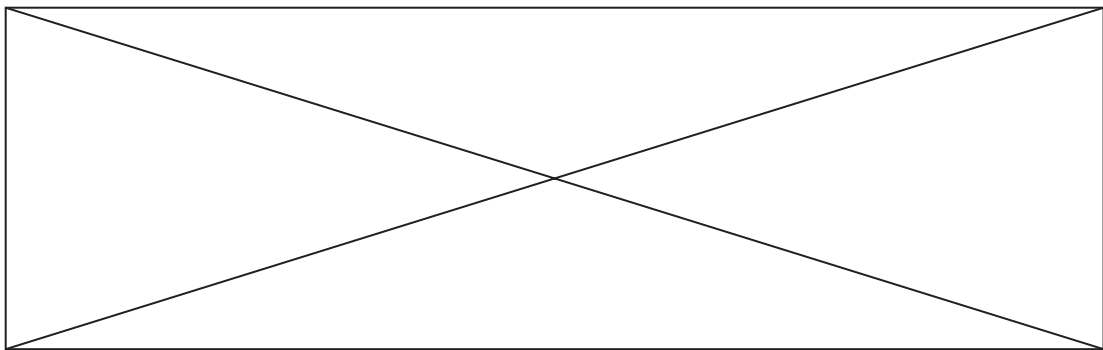


圖 2. 說明須置於圖的下方，9pt，置中，粗體

表 2. 說明須置於表的上方，9pt，靠左，粗體

資料來源：陳忠正、王年燦（2007）。台灣動畫電影產業之國際競爭力研究初探。藝術論文集刊，8，51-69。

2 出版頻率

IJDMD 國際數位媒體設計學刊每年出版一期，於十二月出版。通過審查之論文，將於編輯排版後，線上刊出<http://tadmd.asia.edu.tw/b07.htm>。

2.1 投稿規範

本學會出版之 International Journal of Digital Media Design《IJDMD 國際數位媒體設計學刊》即日起開始徵稿，稿件以隨到隨審為原則，敬請鼓勵踴躍投稿。自第 5 期起中英文皆可投稿。凡有關數位媒體設計之科技、理論、技術、文化等相關議題論文，皆歡迎賜稿，以光篇幅。

2.2 雙匿名審查

IJDMD 國際數位媒體設計學刊屬國際性專業學術期刊，以國內、外專業學者雙匿名審查制(Double-blind Review)。稿件中請不要出現作者相關資訊的文字。

3 文獻標註

IJDMD 國際數位媒體設計學刊採用的，是美國心理學會(APA)第六版的格式，請各位作者參考該格式標註文獻。

誌謝

請將您的誌謝辭置於註釋之前。

註釋

註釋資料之引用，請參考美國心理學會(APA)第六版的格式。請在內文中需備註處編碼，並將註釋依編號謄寫於此（置於參考文獻之前）。字級大小 9pt，左右對齊。

參考文獻

參考文獻(References)資料之引用，請參考美國心理學會(APA)第六版的格式。中英文文獻並存時，請依先中文再英文的順序排列。字級大小 10pt，左右對齊。期刊論文請提供 DOI(大寫)編號，書名、研討會論文集、學位論文請提供 ISBN 編號或網址。

1. 期刊

陳忠正、王年燦（2007）。台灣動畫電影產業之國際競爭力研究初探。藝術論文集刊，8，51-69。ISBN/ 9599030274808 【Chen, J. J. & Wang N. T. (2007). A pilot study on the international Competitiveness of Taiwan's animation film industry, *Collected Papers on Arts Research*, 8, 51-69. (in Chinese)】

Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Digital Media Design*, 1(1), 57-66. DOI: xxxxxxxxxxxxxxxxx

2. 書籍

林文達（2002）。教育行政學。臺北市：三民。【Lin, W. D. (2002). *Educational administration*. Taipei city: Sanmin. (in Chinese)】ISBN: 9789571403311

Wundt, W. (1905). *Fundamentals of psychology* (7th ed.). Leipzig: Engelman. ISBN xxxxxxxx

3. 研討會文章

林倩妏、王年燦（2007年12月），創造力教學-用動畫說故事，2007數位媒體設計國際研討會，雲林科技大學。【Lin, C. W. & Wang, N. T. (2007 Dec.). Creativity teaching - story telling with animation, 2007 International Conference

論文標題

of Digital Media Design, Yunlin University of Science and Technology. (in Chinese)】 ISBN xxxxxxxxx

Ching, G. (2012, December). Learning in a social network environment, *2012 10th International Conference of Asia Digital Art and Design Association & 6th International Conference of Taiwan Association of Digital Media Design*, Asia University. ISBN xxxxxxxx

4. 學位論文

劉佳旻（2011）。國文科多媒體教學對國中資源班學習障礙學生教學成效之研究（碩士論文）。取自<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=YLtjFr/record?r1=2&h1=1>

【Liu, C. M. (2011). *Research on the teaching effect of Chinese multimedia teaching on students with learning disabilities in secondary school resource classes*. Retrieved from <http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=YLtjFr/record?r1=2&h1=1> (in Chinese)】

附錄

請將其他參考資料（如：問卷、逐字稿）置於參考文獻之後。

Contents

International Journal of Digital Media Design/ Volume 15/ Number 2/ December 2023

研究論文

- Applying Kano model to explore the quality requirements of Live Streaming of artistic performance with various Leisure Motivation | Ning-Cai Chen | Chun-Chih Chen | Chia-Hui Huang | 1
-
- 虛擬實境輔助室內設計互動系統及學習成效研究 | 張郁麗 | 許浩龍 | 李柏穎 | 27
-
- 因材網互動式學習模式融入數學學習扶助教學之研究 | 陳昱宏 | 鄭宇哲 | 49
-
- 基於虛實共存環境的空間認知模式探究：以建築系低年級設計課程的遠距教學環境建構為例 | 蕭吉甫 | 陳欣道 | 柯純融 | 張登文 | 63
-
- 比較動畫與漫畫對於觀賞意象之研究：以「名偵探柯南」為例 | 林峰正 | 陳俊宏 | 77
-

Executive Editor

Yung-Hsun Cheng
(Chienkuo Technology University)

Assistant Editor

Shyh-Bao Chiang
(National Yunlin University of Science and Technology)

Layout Assistant

Hsuan-Hsiang Chou
(Ling-Tung University)

Kuan-Chen Chen
(National Yunlin University of Science and Technology)

Publisher Information

Published in Taiwan
by Taiwan Association of Digital Media Design
Address: #123 University Road, Section 3,
Douliou, Yunlin 64002, Taiwan
Fax: +886-5-531-2234
Website: www.dmd.org.tw
E-mail: dmd@dmd.org.tw
ISSN 2078-4775
©by International Journal of Digital Media Design.
All rights reserved. No part of this publication may
be reproduced or transmitted in any form or by
any means without written permission from the publisher

Subscription: NT\$ 2,400 per year



Editor-in-Chief

Teng-Wen Chang
(National Yunlin University of Science and Technology)

Editorial Board

Jun-Hong Chen
(Asia University)

Kuo-Kuang Fan
(National Yunlin University of Science and Technology)

Chao-Ming Wang
(National Yunlin University of Science and Technology)

Chun-Cheng Hsu
(National Yang Ming Chiao Tung University)

Chung-Ho Su
(Shu-Te University)

Lai-Chung Lee
(Minghsin University of Science and Technology)

Siu-Tsen Shen
(National Formosa University)

Rung-Huei Liang
(National Taiwan University of Science and Technology)

Sheng-Fen Chien
(National Cheng Kung University)

Yih-Shyuan Chen
(National Pingtung University)