

氏 名	うすふばやる ならんちめぐ USUKHBAYAR NARANCHIMEG
本籍（国籍）	モンゴル国
学位の種類	博士(芸術工学)
学位記番号	理工博 第27号
学位授与年月日	令和6年 9月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当 課程博士
研究科及び専攻	理工学研究科デザイン・メディア工学専攻
学位論文 題目	Geometric Ornamentation for Self-Assembly Guidance in Planar Interlocking Joint System (二次元的インターロッキングジョイントシステム (PIJS) を持つ組立家具のユーザー自身による組み立てにおける幾何学的装飾の持つ影響について)
学位審査委員	主査 教授 田中 隆充 副査 教授 今野 晃市 副査 教授 藤本 忠博

論文内容の要旨

The ongoing trend of residing in compact living spaces has led to an increased popularity of interlocking joints as a viable solution for both structural design and aesthetic appeal. However, frequent assembly and disassembly can cause wear and tear, leading to an in-depth investigation aimed at overcoming obstacles to self-assembly. To tackle this challenge, a design principle inspired by a three-dimensional interlocking joint has been developed to improve the portability of furniture panels. Since non-professionals may be responsible for joint assembly, a user-friendly design is crucial.

This study presents a novel planar interlocking joint system (PIJS) for furniture panels, which utilizes geometric ornamentation. The integration of geometric ornamentation in complex joint assembly presents an opportunity to reinstate the popularity of ornamentation in contemporary times while also preserving its historical and aesthetic significance.

We have developed five prototypes by integrating the mortise and tenon joint with an interlocking joint and incorporating a geometric ornamentation guide. These prototypes employ two distinct geometrical shapes: Quadrangular shapes, including Prototypes A without geometrical ornamentation, and A₁ and A₂ with two-dimensional and three-dimensional geometrical ornamentation, respectively, and a Triangular shape, including

Prototypes B without geometrical ornamentation and B₁ with geometrical ornamentation. To test the effectiveness of geometrical ornamentation guidance in the self-assembly of PIJS prototypes, we conducted five experimental sessions at Iwate University involving 30 graduate students aged 18-35.

There were two types of experiments: (Case 1) using video recording and (Case 2) using a brain activity sensor. In Case 1, experiments 1, 2, and 3, participants were asked to create certain quadrangular shapes using Prototypes A, A₁, and A₂. During the process of assembly, the video was recorded to identify the assembly difficulties in quadrangular PIJS prototypes. The purpose of Case 1 was to investigate the number of errors, instances of disassembly, and the overall assembly time of the prototypes.

In Case 2, experiments 4 and 5 used Prototypes B and B₂. To achieve this, the participants were asked to assemble the prototypes freely and without restrictions. During the assembly process, each participant wore a brain activity sensor to identify the most challenging joint part of the PIJS prototype. The data collected from the brain activity sensor was used to analyze the assembly process.

Following the assembly process of each case, one-on-one interviews and questionnaire sessions were conducted with participants to validate the data collected from the video recording and brain activity sensor. The participants were asked to provide feedback on their experience after the assembly process, including any difficulties they faced while assembling the prototypes.

The experiment's results were analyzed using the Paired Samples T-Test method to compare the prototypes with and without geometrical ornamentation. The aim was to determine the effectiveness of the geometrical ornamentation in improving the assembly process. The analysis was carried out using statistical software to ensure accurate results.

Overall, the experiment provided valuable insights into the assembly process of the prototypes and how the process could be improved. The data collected from the brain activity sensor and the feedback provided by the participants during the interviews and questionnaire sessions helped to provide a comprehensive understanding of the assembly process.

The findings of the study suggest that the incorporation of ornamentation into a planar interlocking joint system can facilitate the identification of concealed holes and notches. Additionally, the study highlights the notion that ornamentation can serve not only as an element of aesthetic appeal but also as a useful prompt for self-assembly in the context of complex joint designs. The Planar Interlocking Joint System (PIJS) has been demonstrated to be advantageous in various domains, with particular relevance to the assembly of furniture. The present research provides valuable insights into the design of planar interlocking joint systems and its potential applications across a broad range of domains.

論文審査結果の要旨

本研究は、建築や家具の分野で部品同士を釘やネジ等を使用せずに互いに接合させる構造の造形要素を、ユーザ自身が組み立てる移動式住居へのデザインに応用するための基礎研究である。研究では「二次元的に構成された接合部品」と「幾何学的な装飾」で形成されたパズルを基軸に、造形物を組み立てる際の効率性やその過程でユーザが組み立ての手順をイメージするために必要な空間の認識のあり方について実験を通して考察・分析した結果を報告したものである。

現在、ユーザに可能な限り組み立ての負担を軽減させるために、釘やネジ等を使用せずに継手等で容易に組み立てる建築や家具が増加傾向にある。しかし、継手等の木材加工技術は職人から受け継いだものが多く形状が複雑である。したがって、ユーザ自身が組み立てる建築や家具製品に応用する場合、その形状はユーザが直感的に組み立て易い比較的単純な直面状で多くは構成されている。しかし、部品数が増加するとユーザは組み立て順序を間違えストレスが発生することが多々あり、場合によってはユーザが間違った方向に部品を引いたり、ねじったりすることで、破損させてしまうことも考えられる。本論文では、ユーザ自身が組み立てるゲルと呼ばれるモンゴルの移動式住居を事例に、ユーザが取扱説明書や組立図を読まずとも、接合部分に施され装飾された幾何学的な装飾を見ただけで、認知的な能力を刺激し、直感的に組み立てが出来るデザインに関する特徴を論じている。これまで部品同士を容易に接合するための研究は多々ある。しかし、装飾されたデザインが糸口となって組み立て易い接合部品を開発し、ユーザサイドからの認知的なアプローチでその効率性や検証を行った学術的な研究はない。

本論文の構成は以下のようなものである。

本論文の第1章は序論であり、本研究の背景と目的、及び本論文で多く用いる用語の定義について述べている。

第2章では、本研究と関連の深い先行研究を整理して述べている。特に、DIY と呼ばれるユーザ自身が組み立てる家具の需要や実際に販売されているプロダクトデザインのトレンド等の情報を調査し、さらに、部品同士を接合する継手等の方法に関する関連研究についても示している。

第3章では、前述した幾何学的な装飾に関する文化や歴史に関する調査についても論じている。さらに、実験で使うための幾何学的な装飾が施されている二次元的に構成された接合部品についても論述している。

第4章では、本研究における実験方法とその結果について述べている。実験の目的は、開発した二次元的に構成された接合部品に幾何学的な装飾があるパズルとそうでないパズルとでユーザが組み立てをする際の難易度を把握することである。実験用のパズルはレーザー加工で施され、厚さ 3.8 mm の合板で制作されている。実験は18才から35才まで40名の被験者に対して5回に渡って行っており、パズルを組み立てし、被験者が手順を間違えたエラーの数と組み立てに要した平均時間の比較をしている。さらに脳波測定器を装着し難易度の高い要素を実験で撮影された映像と照らし合わせて示している。

第5章では、第4章で示された調査を統計学的な分析を行いその結果を述べている。分析の結果、二次元的に構成された接合部品に幾何学的な装飾を組み込むと、各接合部の隠れた穴や切り込みの識別が容易になることが分かったと述べている。さらに、幾何学的な装飾は組み立て易さを支援する機能だけではなく、組み立て後の美的な魅力の要素があるため、家具やインテリアにも応用が出来ると論述している。

第6章は、結論であり、本論文をまとめるとともに、今後に残された課題について述べている。

以上、本論文は、組み立て式の移動式住居やプロダクトデザインを行う上で重要な要素ある、組み立てスピードを向上するための二次元的に構成された接合部品の設計を提示した。さらに、より組み立て効率を上げるための幾何学的な装飾のデザインを前述の開発した接合部品に施すことで、ユーザの組み立てる際の認知的な行動や効率性変化について分析した。これらの研究は建築分野や家具デザインに付加価値をもたらす有効な要因を明らかにしたものであり、組み立てを要する建築やプロダクトデザイン分野の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（芸術工学）の学位論文として合格と認める。

原著論文名（1編を記載）

Naranchimeg Usukhbayar, Peng Jiang, Takamitsu Tanaka: A Study on the Multiform Thin-structured Interlocking Joint Self-Assembly Adaptation with Geometrical Ornamentation, International Journal of Asia digital art and design, Volume 27, Issue 3, pp. 31-40, 2023年11月