

時系列データを用いた洞察問題解決における制約緩和過程の分析

Time Series Analysis about the Constraints Change-process of an Insight

和嶋 雄一郎[†], 中川 正宣[‡]
Yuichiro Wajima, Masanori Nakagawa

^{† ‡}東京工業大学大学院社会理工学研究科
Graduate School of Decision Science & Technology, Tokyo Institute of Technology
[†]wajima@nm.hum.titech.ac.jp, [‡]nakagawa@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

The solution of an insightful problem needs a drastic change from the "impasse" to the "insight" stage. In previous research, it is assumed that in this type of a problem, solvers encounter the impasse stage because of special "constraints" like common sense. However, constraints change-process was not analyzed in detail.

In this research, we clarified the detailed change-process of constraints from a time series analysis.

Keywords — Insight, Constraints, Time Series Analysis

1. はじめに

洞察とは問題解決中に手詰まり状態からひらめきが起り問題が解決される現象のことである。手詰まり状態は知識や常識などで構成される制約が原因となって引き起こされ、失敗からの学習することで制約の緩和していき、ひらめきが起ることが明らかにされている。この研究では、図形パズルを使用し、1 試行をピースの接続から分離までと定義し、試行の変化を分析し、制約の影響を受けた試行が徐々に減少していくことを示した [1] [2] [3]。

しかし、1 試行を 1 単位する分析方法では、1 試行にかかる時間が一定ではないため、経過時間による試行の変化の情報が失われてしまう。つまり、洞察問題解決中に起こっている試行の時系列な変化が詳細に検討されていない。

2. 目的

そこで本研究では、洞察問題解決時の経過時間と試行の変化を詳細に明らかにすることを目的とし、実験の様子を記録した動画データから、時間経過に基づく試行の変化を測定し分析を行う。

3. 方法

本研究で用いた課題は、三角形、小さい台形、大きい台形、くぼみのある五角形の 4 つのピースを組み合わせて、T の形を作る課題 (T パズル) である (図 1)。T パズルでは、初期の試行錯誤においてピースを縦横に配置してしまう制約があることが知られている。T パズルが解決された状態は、くぼみのある五角形を斜めに配置した状態である。したがって、ピースを縦横に配置する制約 (縦横置き) の制約は、T パズルの解決を妨害し、洞察を必要とする課題になっている。そこで、本研究では、これらの制約が顕著に影響する縦長のピース (大きい台形、くぼみのある五角形) の角度に着目して分析を行った。実験では被験者が T パズルを解決する様子をビデオで撮影した。動画データを処理するために、インテルが開発・公開している、C/C++ で動画を簡単に呼び出したり処理を加えたりすることができるフリーの画像処理用ライブラリ **OpenCV** を使用し、動画データ抽出プログラムを作成した。作成した動画データ抽出プログラムは、動画をフレームごとに表示し、表示されたフレーム上の点をマウスでクリックすると、そのピクセルの座標を記録する。このプログラムを利用し、フレームごとの各ピースのすべての頂点をマウスでクリックすることで各ピースの頂点の座標を記録させた。

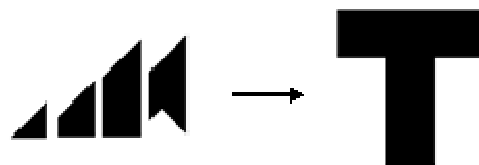


図 1. T パズル

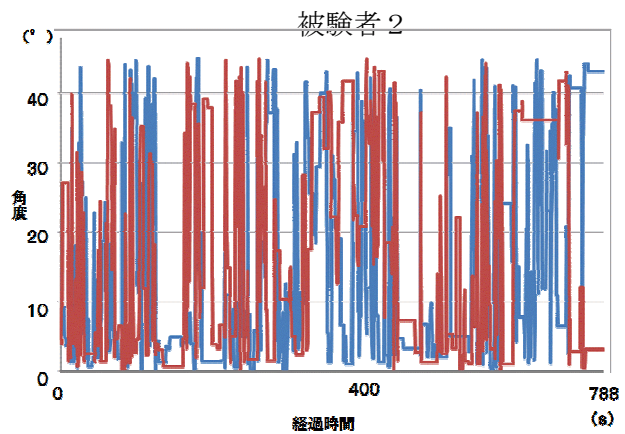
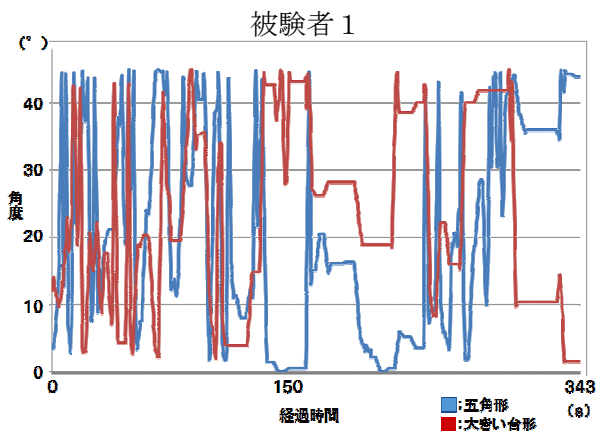


図 2. ピースの角度の時系列変化

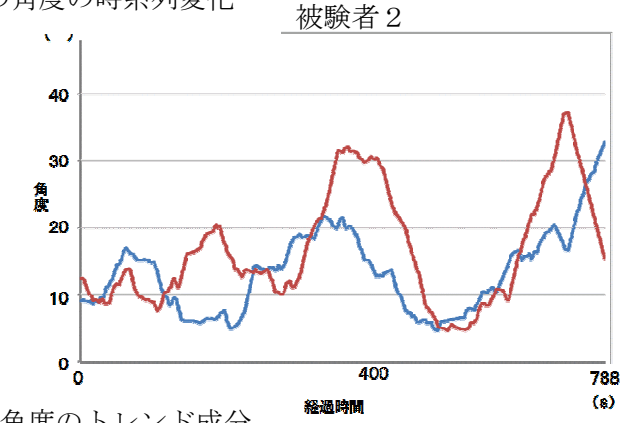
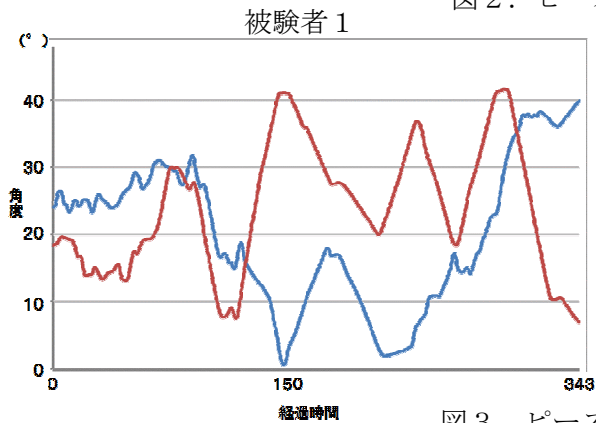


図 3. ピースの角度のトレンド成分

抽出された各頂点のデータから、各ピースの最も長い辺が水平の状態を角度 0° とし角度を算出したのち、算出された角度 x が 90° 以上の場合、 $x=180-x$ と変換した。さらに、変換された結果に対して、 45° 以上の場合には、 $x=90-x$ を行い、値が大きいほどピースが斜めになっているデータに変換した (図 2)。さらに、観測された時系列データを Y_t したとき、トレンド T_t と季節変動 St 、不規則変動 It を用いて、 $Y_t=T_t+St+It$ とし、移動平均を用いた季節調整法により T_t 、 St 、 It を推定した。

4. 結果

分析は、それぞれ 339 秒、788 秒で課題を解決した 2 名の被験者を対象として行った。トレンド T_t が、縦横置きの変化を表していると考えられる。大きい台形、くぼみのある五角形のトレンド成分を比較した結果、1.大きい台形の縦横置ききの制約が先に緩和している、2.大きい台形の縦横置ききの制約の緩和後に、くぼみのある五角形の制約が緩和している、といった傾向が見られた (図 3)。

5. 結論

この結果から、くぼみのある五角形の縦横置ききの制約は緩和されにくい、大きい台形の縦横置ききの制約の緩和が、くぼみのある五角形の制約の緩和を促している可能性が示唆された。今後、分析対象を増やし他の被験者でも本研究と同様の結果が得られるかを確認し、時系列データの視点から洞察の認知的メカニズムを明らかにしていく。

参考文献

- [1] 阿部 慶賀・中川 正宣, (2006) “洞察的問題解決過程における過去試行からの回避傾向が解決過程に及ぼす影響”, 認知科学, Vol. 13, pp. 187-204.
- [2] 鈴木 宏昭・開 一夫, (1997) “制約緩和プロセスとしての表現変換 -- 洞察プロセスの理論化へ向けて”, 日本認知科学会学習と対話研究会 学習と対話(Siglal 97-1), pp. 33-42.
- [3] 和嶋 雄一郎・阿部 慶賀・中川 正宣, (2008) “制約論を用いた洞察問題解決過程のカオスニューラルネットワークモデルの構築”, 認知科学, Vol. 15, pp. 644-659.