問題解決におけるTUIを使用した際の影響の検証

○清 夏実（東京都市大学大学院工学研究科）

岡 誠（東京都市大学知識工学部） 森 博彦（東京都市大学知識工学部）

Verification of impact with GUI for problem solving

Natsumi SEI (Tokyo City University Graduate Division, Graduate School of Engineering),

Makoto OKA (Tokyo City University, Faculty of knowledge engineering),

Hirohiko MORI (Tokyo City University, Faculty of knowledge engineering)

1. 背景

問題解決を行う際にコンピュータを使う場面が増えている。また、Tangible User Interface(TUI)の研究もされている。TUIは情報を物体として表現し、物体を直接操作することでコンピュータを制御出来る。直接操作が可能のため子供にも扱えるという利点が注目されている。

2. 関連研究

TUIの商品にTV地球儀[1]がある。TV地球儀は実際の地球儀とTVを繋げて地理を学ぶことが出来る。また、藤田ら[2]はロボットプログラミングを学習するためにTUIを使用した。しかし、TUIを問題解決に使用した際の影響の研究はあまり行われていない。

3. 研究目的

問題解決においてTUIを使用した際の影響を検証する。影響は「TUIを使用することによって変化する振る舞いや考え方の違い」とした。

伊藤ら[3]は問題解決にTUIとGUIを使用した時の違いを検証した。しかし、違いを見つけることは出来なかった。これは動作など外から見える振る舞いのみに注目をしたためと考える。そのため本研究は振る舞いと内面を見ていくことで違いを検証する。

4. インタフェースの比較実験

TUIの影響を知るために、GUIを統制群として実験を行う。被験者はTUI3人、GUI3人の計6人の論理回路を学習していない学生とした。実験は週に1回の実験を6回行った。1回の実験は6問を解き終えるか、1時間を越えた時点で終了とする。

論理回路を学習するシステムを使用し、被験者に課題を解いてもらう。課題は6×8の盤面に論理記号をはめることで回路図(以下、図)を作成する。図は真理値表(以下、表)を見て作成する。TUIはブロックを直接手で触り、GUIはPCの画面を見ながらマウスで操作する。実験中、被験者に考えていることを話してもらい、それらの発話から被験者の内面を分析す

る。

清ら[4]はHollnagel [5]の状況決定制御モデルを問題解決に適応させたモデルを提案した。それを基にモード分けを行い、TUIの影響を検証した。

5. 実験結果・考察

実験の合計時間は19時間であった。実験中の動画に発言や行動のタグ付けを行い、プロトコル分析を行った。

実験の時間経過によって解き方が3段階に分かれていた。実験初期は例題を見ながら解き方を模索した。実験中期は頭の中で考えて解き、システムを答え合わせの為に使っていた。ここまではTUI・GUI共に似かよった解き方を行っていた。後期になるとTUI・GUI共に難易度の低い問題に対しては中期のように頭の中で考えて解いていた。難易度の高い問題になるとTUIの被験者は頭の中で考えることを止め、TUIのシステムを使って考えていくという解き方になった。GUIは難易度の高い問題に対しても中期のような頭の中で考えるような解き方を続けていた。今回は違いが表れた実験後期に注目をして分析を行う。

表6.1・6.2は清の提案モデルに基づいて分析した結果から特徴的な一連の部分抜き出したものである。どちらも実験後期の難易度の高い問題を解いている。

表6.1は実験後期のGUIを操作した結果の抜粋である。No.1は戦略的モードから始まっている。No.2は、間違いに気が付きサブゴールを立てるために戦術的モードで考えようとしている。その後も戦術的モードに留まりながら解いている。

表6.2はTUIの実験後期である。No.1は戦術的モードから始まっている。No.2は間違いに気が付き楽観的モードに移行した。しかし、サブゴールを立てられなくなった。そのため、試しにオブジェクトをはめてヒントを探すような行動の探索的モードになった。

表 6.1 GUI・状況決定制御モデル分析結果(被験者 B 第 3 回 4 問目)

No.	開始	行動	認知的行為の分析	モード
1	0:07	オブジェクトを移動	問題を見た際に論理記号判断し, ゴールが見えている	戦略
2	0:28	オブジェクトを移動	間違いを修正するために新しいサブゴールを立てる	戦術
3	0:52	動作確認	今のサブゴールを止め, 新しいサブゴールを立てようとする	戦術
4	1:02	論理記号を外す	間違いを認識し, 異なるサブゴールを立てる	戦術
5	1:11	オブジェクトを移動	論理記号を判断し, サブゴールを立てている	戦術

表 6.2 TUI・状況決定制御モデル分析結果(被験者 D 第 5 回 6 問目)

No.	開始	行動	認知的行為の分析	モード
1	5:06	動作確認	サブゴールの部分があっているか確認する	戦術
2	5:24	論理記号の移動	サブゴールの為にどんな行為をしているかわかっていない	楽観
3	5:51	論理記号の移動	どんな結果になるか論理記号をはめる	探査
4	8:54	論理記号の移動	どんな結果になるか論理記号をはめる	探査
5	9:11	オブジェクトを移動	サブゴールの為に行動を起こす	戦術
6	9:36	オブジェクトを移動	全体をイメージして回路図を作成する	戦略

その後、探査的モードに留まりサブゴールを立てるためにヒントを探した。見つけたヒントを手掛かりに戦術的モードに戻り、戦略的モードで解くことが出来た。

このように、TUIは難易度の高い問題において解き方が変わった。初めはTUIの被験者は戦術的モードで解こうとするが、サブゴールを作成できなくなると探査的モードに移行した。探査的モードでサブゴールを作るためのヒントをTUIのシステムを使いながら探していった。これは被験者がTUIのシステムをサブゴール作成のためのヒントを探すために使っていたためと考える。これはTUIの被験者がブロックを直接操作するため、動かしやすく、両手でブロックを持ちながら比べるなどTUIのシステムならではの行動をしていたためである。ブロックを両手で持ち、動かしやすいため試しに行うということがしやすくなったと考える。試しに様々な図を作成し正解に近いものを見つけたという解き方になっている。つまり、TUIはヒューリスティックのような解き方になると考える。GUIはこのような解き方になることは少なかった。

6. 結論

TUIを使用した際の影響をGUIと比較し検証した。

TUIは論理的な解き方をしていたが、システムを使っていくうちに試しに行うことでヒントを見つける解き方に变化した。TUIは簡単な問題は戦略的に解くことが出来る。しかし難易度の高い問題になると基本的には戦術的に問題に取り組もうとするが、探査的モードになることもあることが

わかった。探査的になることで試しに解いていきヒントを見つける解き方をしていた。つまり、TUIはヒューリスティックのような考え方を行う傾向が見られた。よってTUIのシステムを使いヒントを探すように柔軟な解き方をすることが出来るのがTUIを使用した際の影響だと考える。

7. 今後の課題

今回は論理回路を課題としたが、答えがないような問題ではどのような結果になるか検討したい。

参考文献

- 1) <http://epoch.jp/gt/tvglobe/> : エポック社
- 2) 藤田 智樹他: “テーブルトップ環境における新しいロボットプログラミング手法の提案”, 情報処理学会, Vol. 53, No3, pp. 1101-1109, Mar. 2012
- 3) 伊藤 大介他: “論理回路学習を用いたGUI・TUIの特性の検証”, 情報処理学会第76回全国大会講演論文集, pp. 415-416, 2014.
- 4) 清 夏実他: “状況決定制御モデルの問題解決への応用”, 情報処理学会, HCI-165, pp1-6, 2015
- 5) Erik Hollnagel: Human Reliability Analysis: Context and Control, Academic Press, 1994