

省スペースで多次元の操作を実現する小型入力デバイス：

TTダイヤルの有効性の検証

徳永 達哉*¹ 佐藤 大輔*¹ 古田 一義*¹

Evaluation of TT-Dial: A space saving multi-dimensional input device

Tokunaga Tatsuya*¹, Sato Daisuke*¹ and Furuta Kazuyoshi*¹

Abstract - To evaluate usability of TT-Dial which enables to multi-axes control by one dial device, a user test has conducted. The test compares TT-Dial and general four-way arrow buttoned device by doing a timer recording task on a CATV set-top box simulator.

A GUI idea which supports mapping of each part of dial against specific pain on the screen seems to have some advantages. TT-Dial also have an advantage of changing mode operation.

Additionally, we got some useful ideas. For example taking advantage of users' mental models or metaphors will make system's usability better.

Keywords : TT-Dial, Input Device, Usability, User-testing, Evaluation, NEM,

1. 背景

筆者らは、多機能化が著しい情報機器などにおける新しい入力デバイスとして、省スペースで多次元の操作を実現する小型入力デバイス：TTダイヤルを提案した。(徳永他,2000)¹⁾

当デバイスは、ジョグダイヤルの持つ正・負方向への効率的な移動量入力に着目し、ジョグダイヤルで問題となる2次元以上の情報への適用を可能にする改良により、新しい操作デバイスの創出を試みたものである。

具体的には、TTダイヤルでは複数に分割された領域のどの部分を操作したかを検知することにより、単一のダイヤルデバイスに複数のチャンネルを持たせ、複数の次元に対しての入力操作を可能にするものである。(図1)

また、ダイヤル上の操作部位とその操作方向を画面上の操作対象と対応付けるために、デバイスとマッチしたGUI設計を行うことも提案している。

以前の提案では、試作機によって操作性向上の可能性の提示と開発者による評価を行ったが、今回、一般被験者を対象としたユーザーテストを行ない、その結果について報告する。

2. 目的

一般被験者を対象としてTTダイヤルについてのユーザーテストを行い、その有効性を評価する。

現在の情報機器等で一般的に普及していると考えられる十字キーとの操作比較を行い、入力操作の効率や、入力ミスの発生などの操作特性を分析する。

また、一般のユーザがTTダイヤルによる操作を受け入れる可能性を評価する。TTダイヤルでは複数のモードを同時に操作できることを特徴としているが、このことが一般的な十字キーなどによるモーダルな操作に比べて、ユーザーに負荷を求めるとはならないかという、仮説に対

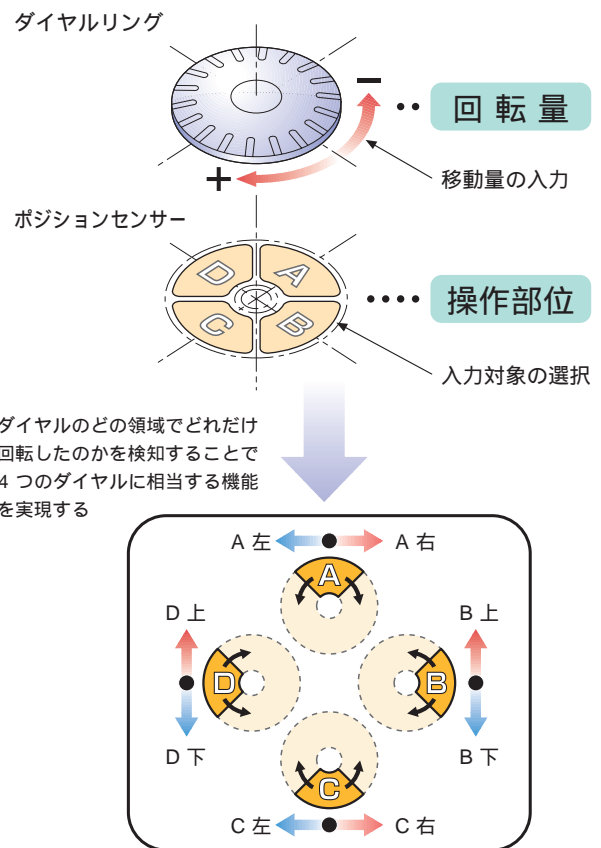


図1 TTダイヤルの構造と概念
Fig.1 Notion of TT-Dial.

しても考察する。

更に、前回の試作機の評価で問題点として挙げられた、ダイヤル上の操作位置と画面上の操作対象の関わりにくさの改善として、操作対象表示を追加した新型のGUIについても、その効果を評価する。

その他、構造的な問題点や、操作の際の問題点等を抽出することで今後のデバイス改良や、TTダイヤルに適したGUI設計の考察などに役立てることを目的とする。

*1: 株式会社ノーバス

*1: NOVAS Inc.

3. 実験方法

CATVの番組選択画面を参考にしたシミュレータを用いたユーザーテストを行なう。

実験室内にTVに見立てたCRTモニタを設置し、CATVの番組選択画面を想定した操作対象画面を表示し、これを試作リモコンにより操作する。

操作対象画面は現在各放送機関や映像機器メーカーから発表されているサンプル画面を参考に、標準的と想定される番組選択画面を作成する。これをもとに試作リモコンにて操作可能なシミュレータを作成し、2タイプの試作リモコンによる操作時間の計測を行なう。(図2)

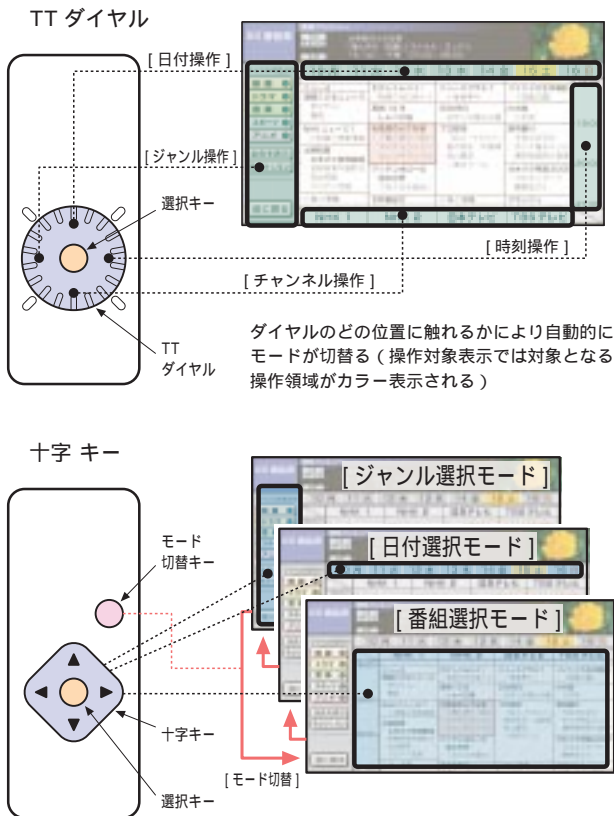


図2 試作リモコンと操作対象画面
Fig.2 Input Device and GUI.

TTダイヤルについては、リモコンのダイヤル上の操作位置と画面内の操作対象の関係を示すための、操作対象表示を追加した新型のGUIを用意し、同機能を持たない従来型のGUIの場合と比較計測する。

実験に使用するデバイスとGUIは以下の3通りとなる。実験順は統制をとる。

- A: TTダイヤル(新型のGUI)
- B: TTダイヤル(従来型のGUI)
- C: 十字キータイプ

A~Cのそれぞれに対して以下の3種類のタスクを順に行なう。操作の手順(シナリオ)は事前に説明する。

- タスク1: 画面内でのフォーカス移動
- タスク2: 画面外へのフォーカス移動
- タスク3: モード切替えを伴うフォーカス移動
(日付決定 ジャンル表示 番組選択)

実験内容の記録として、操作時のリモコン接点の信号を時間軸でトレースし、全入力信号の種別と各々の入力時間を操作ログとして記録する。

計測したログをもとに、操作遂行時間比較およびNEM (Novice-Expert Method)²⁾による操作性評価を行なう。

更に、被験者が試作リモコンを操作してタスクを実行する様子をビデオ撮影により記録する。

ログのチェックとビデオ画像確認をもとにミス操作を抽出し、そのミスの内容と回数を確認する。

一般被験者は20~30歳代の男女9名を対象とする。

また、TTダイヤルの操作に習熟した開発者も同実験を行い、NEMにおけるエキスパートの操作測定を行う。

今回、実験用に試作したTTダイヤルではジョグ(回転)信号の出力に問題があり、カーソル移動の効率については正しく評価できなかった。このため、ビデオ画像を確認し、トラブルによる実験中断があったと判断された計測値は無効とした。その他、中断に至らない場合でも、明らかに大きい計測値は平均集計から除外した。

また、有効とした計測値においても、操作時間が余計にかかっているものが含まれることを断っておきたい。

4. 実験結果と考察

4-1 操作時間計測

NEMによる比較グラフを別図に示す。(図3)

グラフの横軸にはタスク1~3の遂行ステップを配置し、各ステップ間の経過時間を縦軸に、一般被験者とエキスパートの計測値(平均値)を折れ線グラフに示した。

上記の2つのグラフ間の数値比率を棒グラフとして示した。十字キータイプ・TTダイヤルともに、多くの操作でのNE比は2~3倍となっている。

(1) カーソル移動操作

2種類のTTダイヤルと十字キーのグラフ間で顕著な違いが見られるのは移動操作時間(移動完了)である。

TTダイヤルでは新旧のGUIともに、一般被験者の移動操作に多くの時間がかかっている。

この傾向はエキスパートにおいても同様であるため、移動操作時間に当たる項目のNE比はTTダイヤルと十字キーどちらにも大きな差は見られない。

ただし、今回の実験に用いたTTダイヤル試作機に不具合があったことや、十字キーが現在の情報機器等で一般的に普及しており一般被験者が十字キーの操作に慣れていると考えられることを考慮する必要がある。

このため、移動操作時間については、今後のユーザーテストにより再度確認する必要があると考える。

(2) モード切替え操作

一般被験者とエキスパートの間に大きなNE比が見られたのは、タスク3におけるモード切替え操作(番組選択)で、TTダイヤルの場合、従来型のGUIで12.5倍、新型のGUIで11.4倍、十字キータイプでは7.7倍のNE比が見られた。他にタスク3の第1押下のモード切替え操作(日付選択)などでも4倍以上のNE比が見られた。

TTダイヤル、十字キーといったデバイスの違いを問わず、モード切替え操作についてのNE比が他の操作のNE

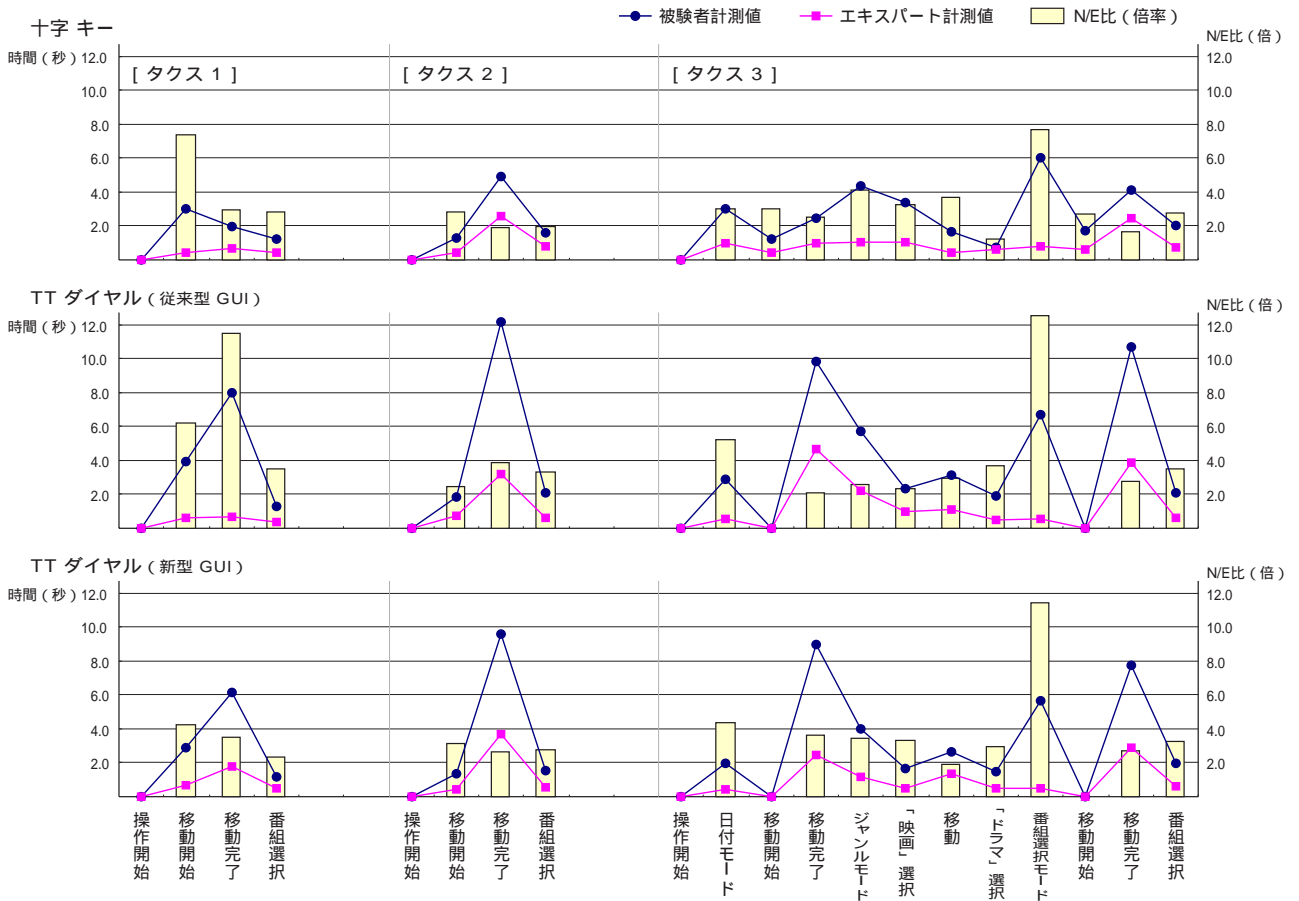


図3 計測結果のNEMグラフ
Fig.3 NEM Graph of Measured Data.

比に比べて大きくなっており、モード切替えは一般被験者への負荷が大きい操作であったことが分かる。

一方、モード切替えに付随する操作時間を比較考察すると、TTダイヤルはモード選択(ダイヤルの上下左右部分の押下)とフォーカス移動操作(ダイヤルの回転)が同時に開始されるため、この2操作を合わせた比較においては、TTダイヤルの方が短い時間で遂行できている。

この点においてはTTダイヤルに操作上の優位性が見受けられる。(図4)

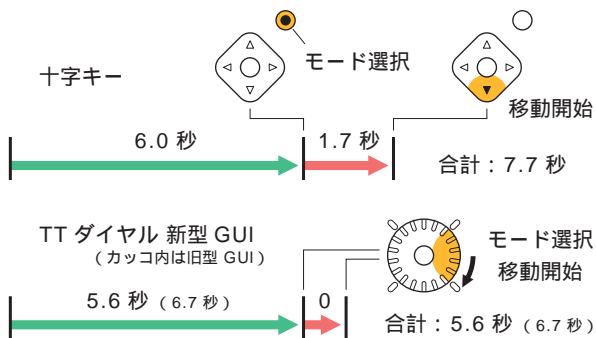


図4 モード切替え操作時間
(「番組選択モード」への切替、一般被験者の平均)
Fig.4 Required Time of Mode Change.

4-2 タスク遂行時間

一般被験者によるタスク毎の操作時間の平均値を別表に示す。(表1)

表1 一般被験者のタスク遂行時間(平均)
Table 1 Required Time of Tasks.

	十字キー	TTダイヤル	
		(従来型 GUI)	(新型 GUI)
タスク 1	6.2	13.2	10.2
タスク 2	7.8	16.1	12.4
タスク 3	30.7	46.2	36.0

(1) タスク遂行時間

タスク1・2においては、十字キータイプの方がTTダイヤルより短時間でタスクが遂行されている。(t<0.05)

一方、タスク3では両者の遂行時間に明確な差は観察されなかった。(t>0.05)

タスク1・2においてはフォーカスの移動操作が主体となっており、TTダイヤル試作機による操作ではより多くの時間がかかっているためと想定される。

一方、モード切替等の操作が加わるタスク3においては、モード切替におけるTTダイヤルの利点が働いたため、デバイスの違いによる遂行時間の明確な差は出なかったものと推測される。

(2) TTダイヤルの新旧のGUIの比較

TTダイヤルの新旧のGUI間の計測値には、統計的に明確な差は見られなかった。

しかし、遂行時間の平均値の比較では、操作対象表示のある新型のGUIの方が、2割程度短時間でタスク遂行されており、操作性の改善の可能性は見受けられる。

表 2 ミス操作回数
Table 2 Frequency of Operation Error.

	十字キー	TT ダイアル	
		(従来型 GUI)	(新型 GUI)
移動キーの押し過ぎ ^{*1}	1	8	8
入力方向の操作ミス	2	6	3
操作するキーの間違い	0	1	1
計測無効 ^{*2}	0	5	2

各 72 件のタスクにおけるミス発生件数
(個々のデバイスについて全タスクで、8つの移動シーン×9人)
^{*1} 移動時のキー押し過ぎでのターゲット通過、TT dial では回し過ぎ
^{*2} 実験機材のトラブル等による、無効と判断した計測件数

4-3 ミス操作

実験の際に確認されたミス操作を別表に示す。(表 2)

(1) 移動キーの押し過ぎ

カーソル移動の際などの、連続押下操作に起因すると想定される押し過ぎによる目標点通過は、十字キータイプで1件、TTダイアルでは回し過ぎによる目標点通過が新旧のGUIで各8件と多く観察された。

今回の実験で用いたデバイスが不完全だったため、これがジョグダイヤル特有の傾向かについては、今後のユーザーテストにより再確認する必要があると考える。

(2) 操作方向の入力ミス

カーソル移動の際の移動方向入力のミスは、十字キータイプで2件、TTダイアルでは従来型のGUIで6件、操作対象表示が搭載された新型のGUIで3件観察された。

テスト後の被験者への質問によって、TTダイアルにおける移動方向入力には、2つの異なるメンタルモデルが存在することが分かった。(図5)

TTダイアルではダイヤル下部(C領域)を使用した操作の際、ダイヤル下部を右(反時計回り)に動かすことで右方向のフォーカス移動を得るように考えられている。

しかし、回転式のダイヤルの一般的な概念では時計回りが正方向となるため、左端にあるフォーカスを右方向に動かそうと考えた際に、ダイヤル下部を左に回してしまい、ミス操作を起こしてしまうと考えられる。

同様の逆転関係になる、ダイヤル右側(上下方向の移動を割当てている部位)でもミス操作が観察された。

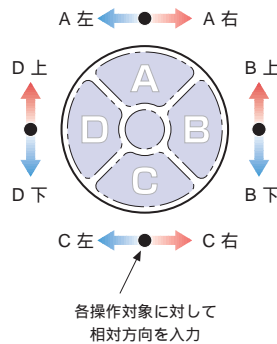
(3) 操作するキーの間違い

TTダイアルでは、チャンネル切替操作(ダイヤル下部を操作する)を行おうとしたが、間違っ日付部分(ダイヤル上部)を操作してしまうといった、操作するキー(ダイヤル上の操作部位)の間違いが新旧のGUIで各1件観察された。

この件についても、テスト後に被験者に質問したところ、「新聞等のテレビ欄ではテレビ局名が上に書かれているので、反射的にダイヤル上部を操作してしまった」という内容の回答が得られた。

今回使用したCATVの番組選択画面のシミュレータでは、TTダイアルの各領域に操作対象を割付けるため、ダイヤル上部(A領域)を日付、ダイヤル下部(C領域)をチャンネル操作としていたが、これが被験者の持つ新聞のテレビ欄や、テレビ番組雑誌の番組表のメタファーと一致していなかったことに原因があると想定される。

TT ダイアルの
操作割付けと操作方向



一般的な回転ダイヤル
における回転方向の概念

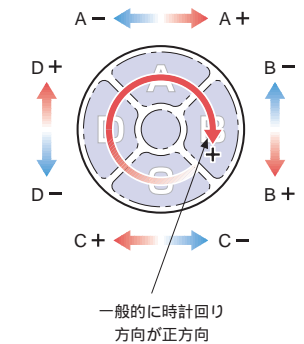


図 5 TT ダイアルと一般的な回転ダイヤル
Fig.5 TT-Dial and Common Dial Device.

5. まとめ

今回のユーザーテストで得られた結果を以下に記す。

- (1) TTダイアルと十字キーの移動操作時間比較については、デバイスの精度を上げたうえで、今後のユーザーテストで再確認する必要がある。
- (2) 日付、ジャンル、番組選択などのモード切替操作は、いずれのデバイスでも時間がかかっており、ユーザーへの負荷が大きい操作だと考えられる。
- (3) TTダイアルはモード選択(ダイヤルの対象領域の押下)とフォーカス移動操作(ダイヤルの回転)が同時に開始されるため、操作時間を短縮できる。
- (4) TTダイアルでは、初心者ユーザーに対してはGUIを利用した操作対象表示の効果が期待できる。
- (5) TTダイアルの回し過ぎによる目標点通過が多発した件も(1)と同様に再確認する必要がある。
- (6) TTダイアルは既存のダイヤルデバイスと混同されることが想定され、使用者のメンタルモデルによっては、入力方向の間違いを誘発する可能性がある。
- (7) TTダイアルの各領域への操作対象の割当ての際には、(新聞などの)一般的なメタファーをうまく利用することで操作性を改善できる可能性がある。

今回のテストはごく基礎的なタスクの範囲で行ったが、今後はデバイス及びGUIの改良等を行い、より実際の使用状況に近いユーザーテストを行なっていきたい。

参考文献

- [1] 徳永, 鱗原, 佐藤: 省スペースで多次元の操作を実現する小型デバイス: TTダイアルの提案, シンポジウム「カーナビ・携帯電話の利用性と人間工学」論文集(2000)
- [2] 鱗原, 古田, 田中, 黒須: 設計者と初心者ユーザの操作時間比較によるユーザビリティ評価手法, ヒューマンインタフェースシンポジウム '99論文集(1999)