

複合作業に関する操作性評価モデル — D T M —

黒須 正明¹⁾ 斎藤 徹 上田 陽一 森田祥一郎²⁾

¹⁾ 日立製作所デザイン研究所

²⁾ ザナヴィインフォマティクス

車載情報システムのユーザインタフェースの使い勝手向上を図るために、その効率性を機器開発に先立って定量的に評価するモデル(DTM: Dual Task Model)を開発した。モデルは、機器操作における単位動作とその結合ルールとからなる。任意のシステムの評価に際しては、所定のベンチマーク課題に対する当該システムの操作手順を単位動作系列として表現し、その所要時間の総和として効率性の評価値を求める。モデルは、機器操作に集中できる駐車中(シングルタスク状況)と、機器操作と運転操作を往復する走行中ないし停止中(デュアルタスク状況)の双方を評価でき、その評価構造を視覚的に表現できることを特徴とする。実車走行実験による妥当性検証では、実測値との高い相関性が認められた。現在、画面構成との関連等について更に拡張を検討中である。

An Operation Evaluation Model for the Complex Task Situation —DTM—

Masaaki Kurosu ¹⁾ Tooru Saito Youichi Ueda Shouichiro Morita ²⁾

¹⁾ Design Center, Hitachi Ltd.

5-2-1 Minami-aoyama, Minato-ku, Tokyo 107 JAPAN

²⁾ XANAUI Informatics

2-4991 Hironodai, Zama-shi, Kanagawa-ken 228 JAPAN

An operation evaluation model named DTM or the dual task model was developed for the purpose of evaluating the user interface of the car navigation system. The model comprises of the unit operations and the combination rules. The measure of the evaluation is the total time required for the operations which is the sum of the sequence of the unit operations. The model can evaluate both the situations of the single task and the dual task and can express the operation structure visually. High degree of correspondence was found between the experimental values and the estimated values.

1. 緒言

車両を運転しながら現在位置や目的地を地図によって確認出来、さらに目的地への経路を誘導してくれる車載情報システムが徐々にその市場を形成しつつある。この種の機器は、駐車中はもちろん、一部の機能については運転中も操作が可能であり、万が一にも機器操作が運転操作に妨害的に働くことは許されない。その為には、第一義的に操作の効率性が高く、運転に余計な影響を及ぼさないことが望まれる。

このような背景に基づき、二つのタスクが競合する場面における操作性のモデルの開発内容について報告する。あわせて、モデルの今後の改善目標にも触れる。

2. 車載情報システムの操作性評価

2.1 使い勝手評価の方法

使い勝手という概念には、操作性や認知性など幾つかの下位概念があるが、従来の研究は主に操作性（効率性）を対象として行われてきた。

数多く提案されてきた操作性評価モデルには、モニター調査による主観評価的なものから、状態遷移図を使ったり [1] 手順のBNF記述を用いたり [2] して、定量的で一般的な記述を追及したアプローチもあるが、その中で代表的なものを取り上げるとすれば Card et. al. によるKLM (Keystroke Level Model) [3] ということになるだろう。

このモデルは、線形モデルを仮定しているという単純さにもかかわらず、かなり予測性が高いことから、操作性評価モデルの代表的地位を占めるに至り、その後の操作性評価モデルの開発に大きな影響を与えた [例えば4]。しかし、元来は画面エディタの操作性を評価する目的で開発されたものであり、作業の物理的環境や作業条件が異なる場合には、そのままの形で適用することが困難になるケースがある。今回開発したモデル：DTM (Dual Task Model) も基本的にはこのKLMに近い考え方をしているが、作業状況の違いから、別個のモデルを開発するに至ったものである。

2.2 車載情報システム

車載情報システムは、ユーザインタフェー

スとして、表示画面と操作ボタン類の他、タッチパネルを装備している。また機能としては、現在地表示や経路誘導などのナビゲーションの他、観光地やゴルフ場の案内情報といったCD-ROMベースのデータ検索機能があり、さらにCD、テープ、テレビ、ラジオといった従来のAV機能、エアコン関連の制御などを集中して行なう機器となっている。

またこの機器は、駐車中だけでなく、走行中にも一部の機能进行操作できる。経路誘導を行なわせるための目的地設定の作業などは、地図を見ながら目的地を探していくため、連続した対話操作が必要になり、当然運転中に行なうことはできないようになっている。しかし現在地確認やラジオのチューニングなどの負荷の軽い作業については、運転中に操作することも可能である。また、経路誘導中の運転方向の指示などの情報は、運転中に逐次システムからドライバーに対して与えられる。

2.3 車載情報システムの操作性評価

上記のような特長を持つ車載情報システムを評価するにおいては、KLMのような既存の評価モデルをそのままではあてはめることはできない。大きな相違点としては、

①運転操作と機器操作という異なる二つの操作を時分割的に行なわねばならない。

KLMでは機器操作だけを考慮すれば良かったが、車載情報システムではタスクが二つある点が事態を複雑にしている。また、ここで二つの操作については、運転操作が主で、機器操作が従という条件がある。自動車工業会では、この点に関し「一回の操作は2秒以内、全体の操作は3回以内（で運転操作に復帰できなければならない）」という形で制約条件を明示している。

②手の操作と目の操作の両方が重要であり、しかも両者は必ずしも同期して発生しない。

KLMでは、主に手の操作に関してモデル化を行っていた。目で表示画面を確認する操作は1.35秒の精神的準備時間の中に暗黙裡に含められていた。しかし、車載情報機器では運転操作においても機器操作においても目の操作が重要であり、しかもその非同期性を考慮しなければならない。

という点がある。これらの点を解決するため

に、KLMの考え方を参考にしつつも、独自のモデル構成を検討するに至った。

3. モデルの基本構造

3.1 名称

本モデルの内容は以下に詳述するが、その名称は2. 1でも触れたように、DTM (Dual Task Model) とした。その意味は、運転操作と機器操作という二種類のタスクを扱うという点と、手の操作と目の操作の両操作を独立に扱うという点にある。

3.2 評価基準

評価基準としてはKLMやその他の多くの操作性モデルと同じく、効率性を採用した。すなわち、一定の機能を実現するために、できるだけ短い時間で操作できれば良いということである。これは必ずしも操作ステップの数が少ないことを意味してはいない。

3.3 評価プロセス

モデルは、単位動作の所要時間と、単位動作を用いた操作全体の記述ルールとからなる。利用にあたっては、あらかじめ、当該機器が利用される典型的なシチュエーションをその頻度を考慮しながらとりあげ、ベンチマーク課題として用意しておく。

こうした準備が出来たところで、任意のシステムについて評価を行なう。まずシステムの外部仕様には機器構成、画面構成、操作手順、エラー処理などの内容が含まれる。また利用者の情報、すなわち年齢や機器利用に関する習熟度、および利用状況、すなわち走行中か駐車中かの別や道路状況、天候などの情報も明らかにしておく。

これらの情報に基づき、当該システムによって各ベンチマーク課題を遂行するための操作手順を明らかにし、それをモデルの単位動

作によって記述してゆく。

最後に各単位動作の所要時間を累積し、全体的所要時間を推定する。

3.4 モデル化の利点

こうしたモデルを利用すると、数値による客観的指標が得られることは勿論であるが、前項に述べたように、システムの外部仕様が明らかにされた段階で事前に評価を行なえるというメリットも大きい。

3.5 モデルの概念的な位置付け

本章の最後に、このモデルの概念的な位置付けについて触れておく。図1左側に示したように、人間がある作業を行なう場合には、精神的な状態によってその作業に供与される精神的な資源(メンタルリソース)の量が異なる。特に覚醒水準との関係によってその量は上に凸の曲線を描く。すなわち、覚醒水準が極端に低い状態、例えばまどろんだ状態では、作業に利用できるリソースの量は最小である。覚醒水準が高まるにつれ、利用できるリソースの量は多くなる。しかし、興奮しすぎると、適切な行動が取れなくなることによって作業に利用できる適正リソースの量は逆に減少すると考えられる。日常のあらゆる作業は、こうした特定の覚醒水準の下で行なわれており、その時のメンタルリソースの量が作業の質にかかわってくるといえる。

さて図1において、破線で描かれた覚醒水準の下で、L1なる量のリソースが利用可能とする。この時、運転操作とナビゲーションの機器操作とは、このL1というリソースを取り合うことになる。ここで、所定の機器操作を行なうのに必要な全体リソース(W)は、利用可能なリソース(L)の量と時間(T)との積により、

$$W = L \cdot T \quad (1)$$

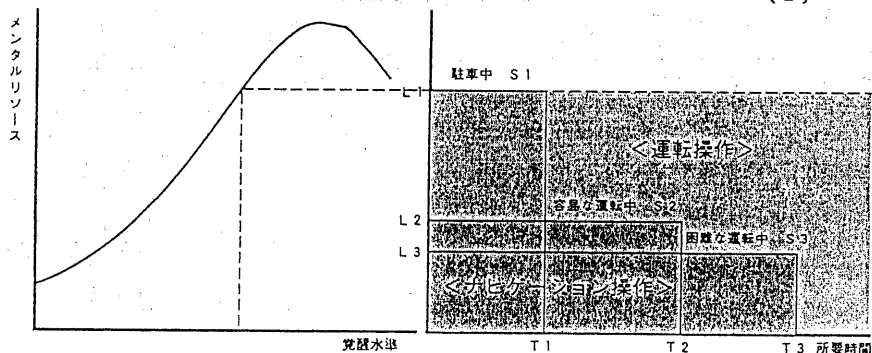


図1 競合する二種類のタスクの処理

とあらわされ、その総量は一定であると仮定される。すると、駐車中のように、運転操作に消費されるリソースが0の場合には $L=L_1$ となり、時間は最小の T_1 となる。運転中の場合は、運転の負担が軽い場合には、機器操作に L_2 、運転操作に L_1-L_2 のリソースが割り当てられ、時間は T_2 となる。しかし運転の負担が増すと、運転操作に L_1-L_3 ($>L_1-L_2$)のリソースが必要となり、機器操作は L_3 のリソースによって T_3 だけの時間を要することになる。

この概念モデルは事態を相当単純化しているが、競合する二つの作業をモデル化するにはあたっては、こうした前提を考えておくことが必要である。

4. モデルの構築

4.1 単位動作の抽出

DTMの基本要素は単位動作とその時間データである。我々は、まずナビゲーション機器を操作している時の単位動作にどのようなものがあるかを整理するために、机上でその概念整理を行なった。これは、目的地設定や現在地確認など機器の持つ機能をすべて列挙し、次いで各機能を遂行するために必要な動作、すなわち目をルームミラーに移動するとかジョイスティックを操作する等を列挙し、その結果得られた動作を、動作の主体によって分類したわけである。この段階では、動作のカテゴリーとして、目の移動、出力確認、手の移動、入力操作、媒体操作といったものを想定していた。したがって、この机上検討の段階で、すでに動作として目に関連するものと手に関連するものとの区別を予想していた。この他に運転には足に関連する動作が含まれるが、足は運転に専従しており、ナビゲーション機器の操作には関係しないため除外した。

こうした机上検討の妥当性をチェックし、併せてそれぞれの動作の所要時間を測定するために、実車走行実験を行なった。実験に際しては、車両にテレビカメラとビデオレコーダ、画面分割装置を持込み、運転時の状況を多面的に同時記録した。記録はビデオテープ

に録画した。テレビカメラは4台あり、運転者の顔面（運転者の視線方向をチェックする）、運転席全体（主に運転者の手の状態をチェックする）、機器画面（システムの状態をチェックすると共に、運転者の指先の動作をチェックする）、路面状況（路上や他車の状況、信号の状態をチェックする）をそれぞれ撮影する。これらの画像を画面分割装置を通してビデオに記録する。なお、その際、外部タイマの信号を画面に記録し、後の時間分析における手がかりとした。タイマの数値は1/100秒単位で記録されたが、もちろんビデオのフレーム数は30枚/秒であり、有効な数値は1/10秒である。測定精度が高いとはいえないが、こうした機器の操作や運転操作のオーダが1~2秒以上であることを考えると、それほど問題は無いと考えられる。

実験には被験者2名が参加し、①目的地設定（停止中）、②地図回転（停止中、走行中）、③スクロールによる目標物確認（停止中）、④CDの頭出し（停止中、走行中）、⑤ラジオ操作（停止中、走行中）の操作を一回ずつ行った。

データの解析に当たっては、ビデオを通常再生し、動作の分岐点を検出すると、コマ落としで前後に進め、ちょうど分岐点と考えられるコマを検出し、その時のタイマの画面記録を読み取る、というやり方を用いた。これを目と手の双方について独立に行ない、図2（走行中）に示すような形で記録した。記録用紙の各頁は、左半分が手の記録、右半分が目の記録になっており、それぞれ経過時間、動作内容、所要時間を記録してある。この用紙に記録していく段階で、上述の机上検討にて行なった単位動作カテゴリーの適切さを吟味し、必要以上に細かい動作カテゴリーは他の動作に統合する等の処置を行なった。

この実験データからは、二種類の情報を読

表1 単位動作とその所要時間（単位：秒）

動作種別			記号	所要時間	備考
手の動作	手の移動	往	Hn	0.019d	dは距離：cm
		復	Hd	0.016d	同上
	画面操作		O	0.6	
目の動作	視線移動		E	0.3	
		画面	Rn	0.5	走行中、停止中
				1.1	駐車中
		前方	Rd	0.8	走行中、停止中
				不要	駐車中
処理（システム応答）			S	0.1~数分	処理により異なる
表示			O	任意	次の処理終了まで
時間差	RnとHn		d1	0.8	
	OとS		d2	0.3	Oの真中で操作が完了

927 ラジオ 被験者 上田 JL

Σ	手動操作と制御動作	自動操作と制御(状態)
0.5		0.33 SW操作 前方～AV画面
1.0	4の移動	0.9 AV画面対視
1.5	11:12.7～15:54 SW	0.3 前方対視 AV画面～前方
2.0	SW上での停止状態	0.33 前方対視
2.5	3P1 3:52 SW	0.57 前方対視
2.84	4の移動 3:53 SW～15:12	0.34 自動操作 前方～AV画面
3.0		0.30 自動操作 前方～AV画面
3.5		0.60 AV画面対視
4.0	4の移動 15:12～15:12	0.27 前方対視 AV画面～前方
4.5		0.29 前方対視
4.8		0.49 自動操作 前方～AV画面

927 ラジオ 被験者 上田 JL

Σ	手動操作と制御動作	自動操作と制御(状態)
10.0	3P1 3:52 SW (11-5)	0.47 前方対視 AV画面～前方
10.5	SW上での停止状態	0.17 前方対視
11.0	4の移動 3:53 SW (11-7)～3:54 SW	0.27 自動操作 前方～AV画面
11.5	3P1 3:54 SW (11-7)	0.40 AV画面対視
12.0		0.33 前方対視 AV画面～前方
12.5	3P1 SW上での停止状態	0.17 前方対視
13.0		0.27 自動操作 前方～AV画面
13.5	4の移動 3:54 SW～3:55 SW (11-7)	1.30 AV画面対視
14.0		0.43 前方対視 AV画面～前方
14.5	4の移動 3:55 SW (11-7)	0.14 前方対視
15.0	4の移動 3:55 SW～15:12	0.37 自動操作 前方～AV画面
15.5		0.55 自動操作 前方～AV画面
16.0		0.73 AV画面対視

927 ラジオ 被験者 上田 JL

Σ	手動操作と制御動作	自動操作と制御(状態)
5.0		0.70 自動操作 前方～AV画面
5.5	4の移動 15:12～15:12	1.73 AV画面対視
6.0	4の移動 15:12～15:12 SW (11-7)	0.47 前方対視
6.5		0.27 前方対視 AV画面～前方
7.0	3P1 SW上での停止状態	0.40 前方対視
7.5		0.27 自動操作 前方～AV画面
8.0		0.44 AV画面対視
8.5	3P1 3:54 SW (11-7)	0.27 前方対視 AV画面～前方
9.0		0.37 前方対視
9.5	3P1 3:55 SW (11-7)	0.30 自動操作 前方～AV画面
10.0		0.27 自動操作 前方～AV画面

927 ラジオ 被験者 上田 JL

Σ	手動操作と制御動作	自動操作と制御(状態)
15.5	3P1 3:54 SW (11-7)	0.73 AV画面対視
16.0	4の移動 15:12～15:12 SW (11-7)	0.27 前方対視 AV画面～前方
16.5		2.0 前方対視
17.0		0.27 自動操作 前方～AV画面
17.5		0.44 AV画面対視
18.0		0.44 AV画面対視
18.5		0.37 自動操作 前方～AV画面
19.0		0.37 自動操作 前方～AV画面

図2 ビデオデータの解析結果例(走行中)

み取った。すなわち単位動作の所要時間と単位動作の単位動作間の遷移関係である。前者はモデルの時間予測の、後者はモデルの記述ルールの、それぞれベースとなるものである。図2からは、単位動作がある程度代表値で表現できそうな傾向を示していること、また特に目と手の動作の遷移の間には、一定のルールを見出せることが確認された。この結果は表1に示すような値または式として整理された。

まず手の動作に関しては、手の移動と画面（タッチパネル）での操作について、実験データを整理した。それぞれのデータは、概念的に原点を通ることが予想されるため、原点を含めて回帰式を算出した。往については記号としてH_n (Hand Motion to Navigation Device) を割当て、復については記号としてH_d (Hand Motion to Driving Device) を割当てたが、回帰式としてはそれぞれについて、

$$H_n = 0.019d \quad (2)$$

$$H_d = 0.016d \quad (3)$$

という一次式が得られた。ここでdは運転装置とナビゲーション機器との距離(cm)をあらわす。往と復とで若干の差が見られるため、H_nとH_dを区別している。また運転装置には様々なものがあり、距離の変化が大きいため、定数の形ではなく、式の形で表現している。ただし、今回のバージョンの中では代表的な位置からの距離を用い、定数に準じた扱いをしている。O (Operation) は画面操作の時間であり、これは実車走行実験での測定結果の平均値0.6秒を用いる。

目の動作については、視線の移動時間と注視時間とを単位動作として取り上げることにした。視線の移動時間はE (Eye Movement) という記号で表され、0.3秒という定数で扱うことにした。当初、移動角度の大小により変化することが予想されたが、結果的には必ずしも系統的な変位を示していない。この点については、時間のオーダが短いため、測定上の誤差が影響していることも考えられ、また、平均して絶対値が小さいため、直線回帰により厳密さを追究する実用的な意味が少ないともいえる。また、往と復との差も顕著ではないため、両者を区別することは特にし

なかった。

注視時間としては画面の注視 (R_n: Recognition to Navigation Device) と運転している前方の注視 (R_d: Recognition for Driving) とを区別した。画面注視時間は、測定データの分析により、走行中または停止中と、駐車中とで大きく異なることが確認された。走行中や信号での一時停止による停止中では、外部状況の変化に対する警戒が必要のため、平均して0.5秒程でしかないのに対し、駐車中はずっと注視しつづけることができる。ここで駐車中に対して1.1秒という値をあてはめたのは、画面から一応の情報を読み取るまでの時間の意味であり、実際には画面を注視しつづけることが可能である。前方注視時間は、0.8秒という値が得られたが、これは安全な状態での時間であり、最小時間ということができる。外部状況が厳しくなるにつれ、この時間は延長されることになる。なお、駐車中の前方注視時間は不必要なため、省略してある。

処理時間 (S: System) は処理の内容によって大きく変化する。単純な画面更新であればユーザにとって実質的には0秒とみなせるが、CD-ROM読出しのような処理が入ると数十秒を要することがしばしば発生する。その意味では、システムの性能に依存する変数であり、システムごとにその所要時間を取得しておくことが望ましいが、事前評価を行なう状況においては事前のデータ入手は容易ではない。そこで、今回は既存のシステムにおける該当処理時間をもって代用することにした。基本的にはシステム性能は改善される方向にあるので、こうした形で旧モデルの値を使うことは、Sの予測値の上限を示すことになるといえる。

表示時間 (D: Display) は当該処理が終了してから、次の処理が終了し、画面が更新されるまでの時間となる。したがって、この値はモデル上、特に重要性を持たない。

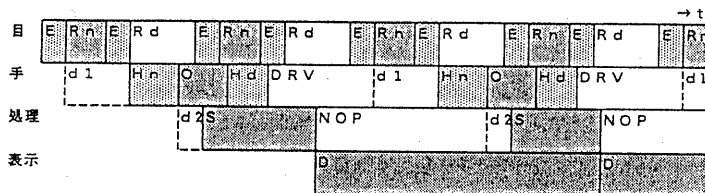
次に単位動作間の遷移関係については、二つの定数を設定した。一つはR_nとH_nのずれに関するもの(d1)であり、もう一つはOとSのずれに関するもの(d2)である。前者は、ナビゲーション機器の画面を見てから、手がナビゲーション機器へ移動を開始するまでの時間であるが、これは測定の結果、ほぼ一定に近く、その値が0.8秒前後であることが明らかとなった。また後者は、ナビ

ゲーショ機器の操作を開始してから実際に機器の処理が起動されるまでの時間差であり、0.3秒前後と比較的短時間ではあるが、やはりほぼコンスタントに遅れが発生していることがわかった。これらの遅移に関する時間差の定数は、DTMにおいて、目と手、手と処理という、異なる流れの間を関連づける役割を持っている。

4.2 モデルへの組込

前記の単位時間のパラメータを用い、DTMでは「目」「手」「処理」「表示」の四つの流れに関して並行した記述を行う。目の動作と手の動作を区別して扱うことは、図2等の内容から必要と考えられた。これらの四つの流れは、前述のd1とd2によって相互に関係づけられるが、当面この二つの値を定数として扱っても、操作の状況や処理の内容によりそれぞれの流れの内容が変化するために、モデルの記述力は影響を受けないものと考えられる。

次にモデルの具体的な構成手順について述べる。まず走行中または停止中、すなわちナビゲーション操作と運転操作の両方が関係するデュアルタスクの条件における場合を説明する。構成した結果は図3のようになる。なお、図中、濃い網かけ部はナビゲーション関連の部分、薄い網かけ部はナビゲーションと運転との間の動作の移動部分をそれぞれあらわす。また、NOPは該当処理がないことを、DRVは運転操作を行っていることをあらわす。



注記： □は運転関連、▨は移動関連、▩はナビ関連の操作
NOPは該当処理なし、DRVは運転操作

図3 DTMの基本構成(初心者、走行中または停止中)

一番最初のステップは、視線をナビゲーション機器の画面に移動する(E)ことから始まる。この段階で、ユーザはなんらかの意図を持っているものとする。次いでナビゲーション機器の画面を見て(Rn)、運転の方に目を戻す(E)。ただし、ナビゲーション機器の画面を見たことにより、自分の持つ意図

をどの様を実現すべきか、およびどの部分に手を伸ばして操作を行えば良いかを考え(d1)、手をナビゲーション機器の方に移動する(Hn)。その間、目は道路前方(または信号機の状態など)を注視し(Rd)、次いで次の眼球運動により、再びナビゲーション画面を見ようとする(E)。一方、手の方は、機器に到達しており、機器の操作を行う(O)。機器操作を開始してから、ごく短時間(その間に例えばスイッチがしきい値を越える)の時間遅れ(d2)の後に機器は処理(S)を開始する。目の方は、再びナビゲーション機器を見る(Rn)が、この段階ではまだ、自分の手が予定していた位置で機器を操作していたことを確認するのみである。次に目は再び移動し(E)、道路前方を注視する(Rd)。また、手の方は、機器操作を完了して、機器から離れ(Hd)、ハンドルやシフトレバー等の位置に戻って運転操作(DRV)に復帰する。ナビゲーション装置の処理(S)が完了すると、その結果が画面に表示される(D)。そして機器の方は、当該処理に関してはアイドル状態(NOP)に入る。ユーザの方は、前方注視(Rd)が一応完了すると、目を移動し(E)、再びナビゲーション機器を見る(Rn)。この時、機器は当該処理の結果を表示しており、ユーザはその内容を知り、次の処理を考えながら(d1)、目を再び前方に移動し(E)前方注視に戻る。手の方は続いて第二ステップの操作に入るため、再び機器の方に移動を開始する(Hn)。

DTMでは、このような形で、左上から右下へとナビゲーション機器関連の操作・処理が推移する。走行中は目は時分割的にしか機器を見る事が出来ないため、何回か機器を見て、たまたま処理が完了し、結果が表示されていることを確認したときに、次のステップに移行する。これが走行中または停止中におけるDTMの基本的な流れである。

次に駐車中、すなわちユーザは基本的にはナビゲーション機器の操作に集中できるシングルタスク的な状況でのDTM記述を説明する。構成した結果は図4のようになる。図中、

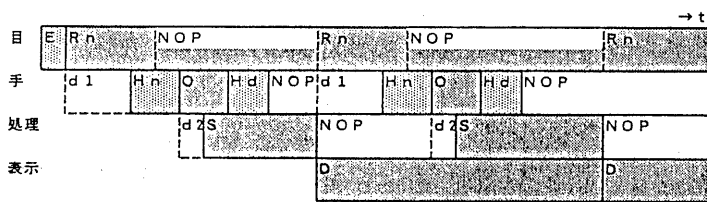


図4 DTMの基本構成(初心者、駐車中)

目の流れの中で半分網のかかったNOPは、特に前方を注視する必要がないため、見るとはなしにナビゲーション機器あたりを見ているといった状態を表している。

出発点は目のナビゲーション機器への移動(E)である。次いで、目がナビゲーション機器を注視し(Rn)、次の動作への準備を開始する(d1)という点は運転中と同じである。ただし、手がナビゲーション機器への移動を開始する(Hn)ころには、目は手の移動すべき目標位置を確認しおえているため、とりあえずNOPの状態に移行する。手の方はナビゲーション機器の操作(O)を行い、短時間の遅れ(d2)の後、機器は処理を開始する(S)。手の方は機器操作(O)を完了すると、再び元の位置に戻る(Hd)が、運転操作は行わないためNOPの状態に入る。機器の処理(S)が完了すると、結果が表示され(D)、機器はアイドル状態に入る(NOP)が、このシングルタスク的な状況では、目はNOPとはいえ、一応画面を見ているため、ほとんど時間遅れなしに、表示された結果(D)を認知する(Rn)。したがって第二ステップの操作は、この段階からスタートし、所定の時間差(d1)の後に手が移動を開始し(Hn)、機器操作(O)へと移行してゆく。

このようにシングルタスク的な状態では、結果の表示が、すぐに次の機器操作の為にスタートになるという点がデュアルタスク的な状態と大きく異なる点である。

実際のDTM分析ではこのような図的表現をとって効率が悪いいため、分析チャートを作成して利用している。このチャートは左半分に手の動作、右半分に目の動作が記入されるようになっており、それぞれ単位動作と所要時間が記入される。チャートの下部には集計欄があり、各単位動作ごとの出現頻度とその合計時間が記入され、全体の所要時間

が算出される。

5. 妥当性検討

DTM予測値の妥当性検証の一つとして、予測値と実測値の相関性のチェックを行った。タスクとしては目的地設定作業を用い、9つ

の目的地に対して7名の被験者により設定操作を行わせ、その値をDTMによる予測値と比較した(図5)。結果として、図のような線形の対応関係が認められた。

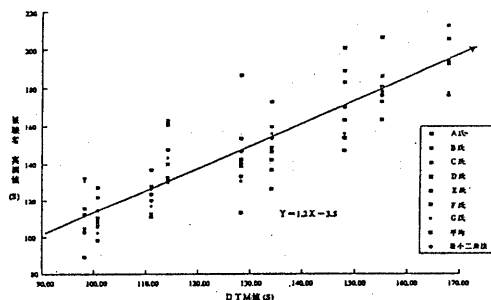


図5 DTMによる予測値と実測値の対応

6. 今後の課題

モデルの拡張として、次のようなパラメータの検討を計画している：①システム応答性の遅速との関連、②画面構成の善し悪しとの関連、③ユーザの習熟性との関連、④ユーザの年齢との関連、⑤運転状況との関連。

7. 参考文献

- [1] Kieras, D. "An approach to the formal analysis of user complexity" Int. J. Man-Machine Studies 1985
- [2] Reisner, P. "Use of Psychological experimentation as aid to development of query language" IEEE Trans. on Software Engineering SE-3, 218-229 1977
- [3] Card, S.K. et al. "The Psychology of Human-Computer Interaction" Lawrence Erlbaum Associations 1983
- [4] 中山剛、黒須正明「エディタ評価法の検討」 情報処理学会文書処理とヒューマンインタフェースシンポジウム p.35-41 1988