

# 操作の木構造を用いたメニューインタフェース評価法の提案

木村 朝子\*1 加藤 博一\*2 森内 正樹\*1 井口 征士\*1

## User Interface Consistency; Evaluation Method using Tree Structure for Menu Interface

Asako Kimura\*1, Hirokazu Kato\*2, Masaki Moriuchi\*1, Seiji Inokuchi\*1

**Abstract** - In this paper we propose an evaluation method that checks the inconsistency of menu operations for menu interfaces of electrical appliances. As electrical appliances have come to have too many functions, their User Interfaces have become more and more complicated. Since User Interfaces (remote control equipments) for electrical appliances are so designed and developed as to have a low cost, a cheap and simple usability evaluation method is necessary for them. Using a "Menu Operation Tree," our method enables not only the evaluator but also the developer to evaluate User Interface objectively and visually from the early stage of the development. This "Menu Operation Tree" includes the flow of operation, input device, operation characteristics and attributes, help message, and location of window mutation.

**Keywords** - Menu Interface Operation, Tree Structure, Consistency, Evaluation Method, Electrical Appliance

### 1. はじめに

多機能な家電製品が次々と開発される一方で、そのユーザインタフェース (UI) も非常に複雑になってきた。その結果、家電製品の機能を十分に使いこなせないユーザは益々増加している。今後、家電製品のネットワーク化 (コネクテッドホームなど)<sup>[1][4]</sup>が実現されれば、1台のコントローラから制御できる家電製品の機能は現在の何十倍となり、ユーザはこれまで以上に多機能なUIと対面することが予想される。そこで、このような多機能な家電UIのユーザビリティを向上させるための手法が求められている。

現在利用されている代表的なインタフェース評価法<sup>[5][6]</sup>には、ユーザテスト、インスペクション法<sup>[7][8]</sup>などがある。これらの手法は、それぞれ、実利用環境に即した問題点が抽出できる、より多くの問題点を抽出できるといった点で非常に優れているが、前者は評価に時間がかかる、開発プロセスの後半 (製品やプロトタイプ段階) にしか利用できない、後者は評価の際に専門家や3-5人の評価者を必要とするといった、コストパフォーマンス面での問題が残されている<sup>[9]</sup>。特に家電UIは、非常に低コストで開発されているため、開発者自身が簡単にユーザビリティを評価できる手法が必要となる。

そこで本論文では、開発者自身が仕様書の段階からUIを客観的に評価することができる、家電UIの操作方法に関する評価手法を提案する。本論文で想定する家電製品およびUIは、ビデオやテレビ、エアコンといった多機能な家電製品および、それらをテレビ画面やリモコン上の液晶画面を用いて、メニュー形式により操作するUIである。本手法は、

このような家電UIの構造を木構造表現を用いて形式的に記述することにより、UIの操作方法に関する一貫性を客観的・視覚的に評価することを可能とする。

本手法と同様、機器と利用者との対話のある側面に特定し形式的に記述することで、その一貫性や完全性などの評価を行う手法がいくつか提案されている<sup>[10][16]</sup>。これらの手法は評価対象・項目が限定されるという欠点をもつが、製品の開発プロセスの前半で利用でき、評価者ではなく設計者自身が評価できるという利点がある。同様に開発プロセスの前半に利用される設計手法として、デザインガイドやストーリーボードがある<sup>[17]</sup>。デザインガイドは基本操作方法、画面レイアウト、メッセージなどの詳細要素をルール化することで一貫性を保ちながら設計を行うことができ、ストーリーボードはアプリケーションの流れや画面の推移を視覚化することで一貫した機能構造設計を行うことができる。本手法は、このような設計段階で利用する手法の一つとして位置づけられる。

リモコンを用いたメニューインタフェース操作は、多機能な家電製品のUIでよく利用されている。Normanは、コンピュータにおけるメニューインタフェースのガイドラインとして、メニュー項目の構造化、言葉づかい、レイアウト及びデザイン、選択・入力などの操作方法、初心者・熟練者への対応、処理速度の考慮などをあげている<sup>[18]</sup>が、これらの内容は、対象を家電製品とした場合にも有効である。メニューインタフェースを使いやすくするための研究には、他にもメニューの木構造の最適な深さ広さといった形状を調査する研究<sup>[19][22]</sup>、メニュー画面のレイアウトを評価する研究<sup>[23]</sup>、メニューシステムを使用する際のユーザの認知的行動に基づきメニュー構造を変更するインタフェースの研究<sup>[24]</sup>などがあるが、操作方法に注目し、メニュー全体の操作方法を網羅的に評価する手法はまだ提案されていない。

\*1: 大阪大学大学院基礎工学研究科

\*2: 広島市立大学情報科学部情報機械システム工学研究科

\*1: Graduate School of Engineering Science, Osaka University

\*2: Department of Information Machines and Interfaces, Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

本手法ではメニュー操作の一貫性を評価するが、一口に一貫性といっても、これまで様々な側面からUIの一貫性について研究されてきている。一貫性があるから使いやすいインタフェースであるとは限らないが<sup>[9][25]</sup>、一貫性がない部分にユーザビリティに関する問題が多く含まれていることは確かである。例えば Reisner<sup>[10]</sup>は、語彙の一貫性と構造の一貫性、Payneら<sup>[26]</sup>は、意味の一貫性、意味と構文の整合性、構文の一貫性、語彙の一貫性の評価を試みている。また、Nasaによるガイドライン<sup>[27]</sup>、Mahajanら<sup>[11]</sup>、および岡田ら<sup>[12]</sup>は、GUIの画面、操作、応答の一貫性、守屋ら<sup>[13]</sup>は、対話型システムにおけるコマンド操作の一貫性を扱っている。本手法で評価するメニュー操作の一貫性については、次の章で詳しく説明する。

## 2. 家電UIのメニュー操作と一貫性

### 2.1 家電UIのメニュー操作

図1(a)は、ユーザと家電機器、インタフェースの関係を示している。例えば電源のオンオフのように、機器に与える命令が単純な場合、ユーザはインタフェースを介して機器と直接対話していると考えることができる(図1(b))。しかし、録画予約のように、1つの命令に開始・終了時間、チャンネルなど多くのパラメータの伴う場合には、各パラメータをインタフェースに入力する段階と、すべてのパラメータの入力後にそれらをまとめて機器に伝える段階とに分けることができる。パラメータをまとめて機器に伝える操作は、図1(b)により説明できる。しかし、各パラメータをインタフェースに入力(格納)する操作は、直ちに機器の状態に変化を与えるのではなく、インタフェースの状態のみに変化を与える、つまり、機器とは切り離された、インタフェース部分のみとの対話と考えられる(図1(c))。本論文では、図1(b)の操作を機能操作、図1(c)の操作をインタフェース操作と呼ぶ。

メニューインタフェースにおいては、メニュー項目を検索する操作などで、インタフェース操作が利用される。多機能かつ複雑な命令を実行できるメニューインタフェースでは、機能操作とインタフェース操作が混在するという特徴がある。

本論文ではこれら2種類の操作を含む、メニュー操作に関する以下の4つの一貫性に注目する。

- (1) インタフェース操作の一貫性
- (2) 機能操作の一貫性
- (3) 画面切替のタイミングの一貫性

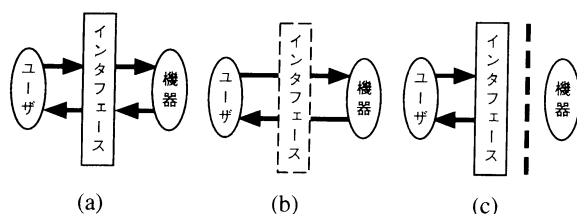


図1 ユーザ-インタフェース-機器の関係

Fig. 1 Relationship bwtween User, Interface and Machine

- (4) 指示の有無

### 2.2 メニュー操作の一貫性

#### 2.2.1 インタフェース操作の一貫性

機器に対する命令を伴わない操作における、操作方法と操作内容の一貫性。インタフェース操作の中で一貫性が欠けていると、ユーザの学習しなければならない操作数が増えたり、ユーザが他の操作方法と勘違いして操作するという問題が生じる。ユーザは、操作を繰り返すうちに経験的にそれらの操作方法を学習し操作方法に関するメンタルモデルを構築するので、新たなメニュー画面に直面したときに同じ操作方法を利用できないとユーザの学習負荷が不必要に大きくなる。操作内容と操作方法の間に良いアフォーダンスがあれば、アフォーダンスがない場合よりも学習量は減る<sup>[28]</sup>が、その場合でも操作方法の種類が少ない方が学習は容易であり、Reisnerは、良いデザインは第1に規則の数あるいは種類が最小となると述べている<sup>[10]</sup>。

#### 2.2.2 機能操作の一貫性

同じ機能を実現するときの、指示および操作方法の一貫性、および同じ指示、操作方法で実現される、機能の一貫性。機能的に同じことを実現するのに、場面によってその指示が異なると、ユーザはそれらが同じ機能であることを認識することが難しくなる。また、ある操作が既に行った操作と同じ機能を実現するものであると認識すると、ユーザは学習済みの操作方法を使おうとするので、それらが同じ入力デバイスで実現されていないとエラーの原因となってしまう。

#### 2.2.3 画面切替のタイミングの一貫性

メニュー項目を表示する画面切り替えのタイミングの一貫性。同じような2種類の項目を選択するとき、1つの項目を選択すると画面が切り替わるのに、もう1つの項目を選択すると画面が切り替わらなかったならば、ユーザは自分の操作は間違っていたのではないかと考えるかもしれない。

#### 2.2.4 指示の有無

操作方法に関する指示の有無、および一貫性。インタフェースを初めてもしくは、久しぶりに使うユーザにとって、画面上の指示は操作方法を知る上で大きな助けとなる。特にボタン数の多い家電リモコンでは、どのボタンを押せばよいのか分からなくなることが少なくなく、操作法に関する指示の有無・一貫性は非常に重要である。

## 3. メニュー操作の記述ルール

2.で述べた4つの一貫性を評価するために、メニュー操作を形式的に記述するルールを決定する。一般に木構造を用いたインタフェース評価方法には、全構造を一目で見渡すことができ、一貫性、完全性や、冗長性・曖昧さがないかなどを簡単に確認・解析することができるという特徴がある<sup>[9]</sup>ので、ここではメニュー操作の記述ルールを木構造を用いて表現する。

### 3.1 メニュー操作の木構造

メニュー操作の「流れ」と具体的な操作方法を木構造上に表現する。まず、メニュー選択項目の構造からメニュー項目の木構造を作ることができる(図2)。この木にメニュー選択項目の操作方法を記述することによって、操作の流れを構造化することができる。例えば図2の操1には項1.1-項1.3のメニュー選択項目を選ぶための操作方法が記述される。

本論文では、このような操作の流れを表現した木構造をメニュー操作木と呼ぶことにする。以後、論文中で木の構造を説明するために以下の用語を用いる。図2中の丸を節、節と節を結んでいる線を枝、枝の上方にある節を親節、下方にある節を子節とし、節の中でも子を持たない末端の節を端節、子を持つ節を内部節と呼ぶ。また、同じ親を持つ節を兄弟節、ある節の子節を根とする木を(もとの木の)部分木と呼ぶ<sup>[29]</sup>。

### 3.2 メニュー操作木に記述する内容

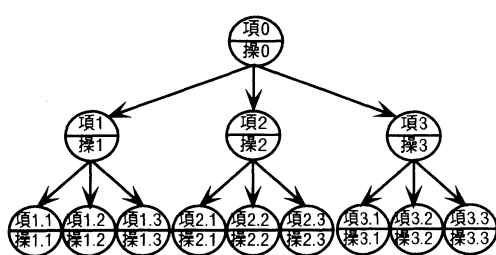
次に、木構造中に記述する操作方法について説明する。2.で述べた一貫性を抽出するために、木構造の各節にはメニュー操作に関する以下の6つの要素を記述する。

- ・ 操作の性質
- ・ 操作の属性
- ・ 操作に用いる入力デバイス(ボタンなど)
- ・ 操作の結果、機器本体で実行される機能
- ・ 画面書き換え
- ・ 画面上での操作法の指示

#### 3.2.1 操作の性質

家電UIにおけるメニュー操作は、その性質により以下の6つの操作に分類できる。

- (1) **項目指定**: メニュー選択項目の木構造を検索する(下



項: メニュー選択項目, 操: 操作方法

図2 メニュー操作木の構造

Fig.2 A Structure of Menu Operation Tree

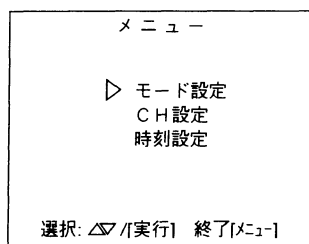


図3 項目指定の例

Fig.3 An Example of Menu Item Selection

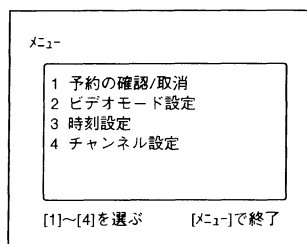


図4 図3と操作の属性が異なる例  
Fig.4 An Example of Operation with Different Attribute from Fig.3

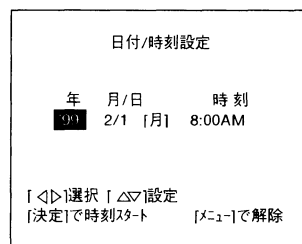


図5 項目指定操作の有効範囲  
Fig.5 Effective Layer of Menu Item Selection

向きにたどる)操作。図3のメニュー画面では、リモコン上の[△][▽]ボタンを押すことで、「モード設定」「CH設定」「時刻設定」の中から項目を1つの選択し、[実行]ボタンでその項目を確定する操作が項目指定にあたる。項目指定は項目の選択と確定の2つの操作から成る。

(2) **入力**: 入力は、設定項目や値・量を入力するための操作。入力は「数値入力」「アナログ量入力」「選択肢入力」の3つに分類できる。設定と確定の2つの操作から成る。

・ **数値入力**: 数値を数字ボタンから入力する、または連続的な数列(ex.1,2,3..)の中から目的の値を選択する操作。図5では、「年」「月/日」「時刻」それぞれを入力する操作が数値入力にあたる。

・ **アナログ量入力**: 音量やチャンネルの微調整のようなアナログ量を相対量として設定する操作。

・ **選択肢入力**: 目的の設定値を複数の選択肢の中から選択することにより設定する操作。

(3) **表示**: 何も操作を行わず、表示のみ行われる。

(4) **実行**: 特定の機能を実行するよう機器本体に命令を与える操作。確定操作により実現される。

(5) **上に戻る**: メニュー選択項目の木構造を上向きにたどる操作。1つ上の階層に戻るだけでなく、2, 3階層上に戻る場合もある。確定操作により実現される。

(6) **脱出**: メニュー選択木から脱出し、メニュー画面を終了する操作。上に戻る操作の特殊な場合にあたる。確定操作により実現される。

(1)(3)はインタフェース操作,(4)は機能操作にあたり,(2)(5)(6)にはインタフェース操作のものと機能操作のものの両方が存在する。木構造には各操作がこれらの6つのどれにあてはまるかを記述する。1つの節に2種類以上の操作方法が記述されることもある。項目指定と入力,実行,表示が1つの節に同時に記述されることはない。上に戻る・脱出は,1つの節に単独で記述されることはなく,項目指定,入力,実行,表示などと同じ節に記述する。実行と同じ節に記述される場合には,実行中,実行後に上に戻る・脱出操作を行うことができる場合もある。

#### 3.2.2 操作の属性

性質が同じ操作でもその実現方法は様々である。例えば図3で「モード設定」-「時刻設定」を選ぶ操作と,図4で「予約の確認/取消」-「チャンネル設定」を選ぶ操作はどちらも項目指定にあたるが,図3では[▽]ボタンを

押すことで三角マークが3つの項目を上から順番に選択し、[実行]ボタンを押すことでマークが指している項目に確定されるが、図4では各項目に割り振られた番号のボタンを押すことで選択・確定操作の両方が実現される。このような操作の実現方法を操作の属性と呼ぶ。操作の属性は、以下の4種類に分けることができる。

**自由**：個々の操作項目に対して専用のボタンが用意されている場合。項目指定や選択肢入力では、選択項目に番号を振り、その番号を数字ボタンで選択するタイプのもの(図4)や、2つの項目にそれぞれ[YES], [NO]など異なるボタンが用意されている場合。数値入力では、数字ボタンなどで設定値を直接入力・確定する場合。

**順序**：複数の項目を共通のボタンを用いて順に選択または設定させる場合。確定は別のボタンを使って行われる場合と、自動的に確定される場合がある。順序の属性には、順方向と逆方向があり、それぞれの属性について循環、自動の場合がある。属性が順序の場合、特に但し書きがなければ、始めは一番左の子節が選択されている。

- ・順方向：メニュー選択項目を木構造に対して右向きの順でたどる。
- ・逆方向：メニュー選択項目を木構造に対して左向きの順でたどる。
- ・循環：循環する場合は、メニュー選択項目を右向きにたどり、一番右の子節が選択されている状態でもう1つ右向きにたどると、一番左の子節が選択される。逆に循環しない場合は、もう1つ右にたどっても、一番右の子節が選択されたままで移動しない。
- ・自動：自動の場合は、子節の操作が終了すると自動的に1つ右の子節が選ばれ、全ての子節の操作が終了するまで順に自動選択が行われる。

**操作不要**：項目指定における操作の属性。親節で子節の選択・確定を行わなくても、子節自身の操作を行うことでその子節が選択・確定される。

**確定不要**：確定操作を行わなくても、親節の操作により実行・上に戻る・脱出が自動的に行われる場合。

メニュー操作木には、これらの操作の属性の中からの属性が使われているのかを選んで記述することとする。

### 3.2.3 操作に用いる入力デバイス

[メニュー]ボタンや[↑][↓]ボタンなど、項目の各種操作に用いられるボタン、スイッチやジョイスティックなどの名称を記述する。

### 3.2.4 機器本体で実行される機能

操作により機器本体でどのような機能が実行されるのかを記述する。例えば図5では、[決定]ボタンを押すと「時刻などユーザが入力した情報が機器本体に保存」され、[メニュー]ボタンを押すと「入力した情報を保存せずにキャンセル」という機能が実行される。ここでキャンセルと言った機能は、機器に対して保存機能

を行わない、即ち何も行わない機能であるが、同じ節に保存機能を持つ上に戻る・脱出の操作が存在する場合には、対となる機能操作として、機能を伴わない上に戻る・脱出の機能をキャンセルと呼ぶ。その他で機能を伴わない場合、この部分の記述は省略する。

### 3.2.5 画面書き換え

操作後の画面書き換えは、ユーザに操作結果のフィードバックを与えることができるという点で非常に重要である。しかし、現時点ではまだ画面書き換えに関する解析が不十分であるため、メニュー操作木にはメニュー画面全体の切り替え(画面切替)の有無についてのみ記述する。画面切替の記述は、親節での操作によりメニュー画面が切り換わる子節を◎で囲むことにより行う。

### 3.2.6 操作法の指示

画面上に操作方法の指示が表示されている場合は、その指示内容を記述する。図3ではメニュー画面の下部に記述されている「選択：△▽/[実行]」「終了[メニュー]」、図4では「[1]-[4]を選ぶ」「[メニュー]で終了」が操作の指示にあたる。指示のない場合は“なし”と記述する。

### 3.3 メニュー操作木の記述の簡略化

3.2で説明した内容をすべて木構造内に記述すると、メニュー操作木の記述は膨大となる。そこで、3.2.1で述べた6つの操作の性質ごとの操作方法を操作法定義欄に記述し(付録)メニュー操作木には定義欄のラベル番号を記述することにする。同じ操作方法が2つ以上ある場合、それらの操作には同じラベル番号を記述し、定義欄に同じ操作方法が記述されないようにする。定義欄を利用することにより、記述が簡略化され操作の一貫性や完全性を確認しやすくなる。

### 3.4 メニュー操作木の構築例

ここで説明したルールの表現力を確認するために、大手メーカー6社の既存ビデオデッキのメニュー操作をメニュー操作木として記述した。6社のメニュー操作木全てを論文中に記載することはスペース的に難しいので、そのうちの1機種のみメニュー操作木を付録に示し、全機種のメニュー操作木の全節数、項目選択・入力・実行・表示に分類された操作の数、操作木の深さの最大値と最小値、兄弟節の数の最大値と最小値を表1に示す。

今回は設計段階の仕様書が手に入らなかったため、製品段階のメニューインタフェースを解析することでメニュー操作木を構築した。そのためメニュー操作木の構

表1 6台のビデオにおけるメニュー操作木の構造特徴

Table 1 Structure feature of Menu Operation Tree in 6 VCRs

ビデオ機種	総節数	項目指定	入力			実行	表示	構造の深さ		兄弟節の数	
			数値	アナログ	選択肢			Max	Min	Max	Min
A	412	95	90	0	218	63	0	5	3	62	2
B	513	153	164	0	171	96	1	5	2	62	1
C	47	19	8	1	4	16	0	3	2	8	3
D	232	16	62	62	80	13	0	5	2	62	2
E	312	73	93	62	73	10	2	5	2	62	2
F	964	276	116	124	274	175	0	8	2	62	1

築に時間がかかったが、メニュー選択項目や操作方法が具体的に記述されている仕様書からメニュー操作木を作ることとは難しくないと考えられる。

4. メニュー操作における非一貫性の評価方法

4.1 インタフェース操作の非一貫性

操作法定義欄の中からインタフェース操作のみを抽出する。各操作の性質において、操作の属性と入力デバイスの組み合わせの種類が多い場合、インタフェース操作の実現方法に一貫性がないと考えられる。ただし操作の危険性・重要性といった特別な意味を伝えるために、操作方法をわざと変える場合もあるので、一貫性のない少数派として使われている操作方法については、その妥当性を調べる必要がある。

4.2 機能操作の非一貫性

操作法定義欄の中から機能操作のみを抽出する。同じ機能に対して、操作の性質、属性、入力デバイス、指示の組み合わせの種類が多い場合、機能操作の実現方法に一貫性がないと考えられる。また異なる機能に対して、同じ操作の性質、属性、入力デバイス、指示の組み合わせが利用されている場合は、同じ組み合わせを用いることの妥当性を確認する必要がある。特に、設定内容を保存する機能とキャンセルする機能のように、全く逆の性質を持つ機能の指示や入力デバイスが同じであることは、ユーザにとって非常に紛らわしい。

4.3 画面切替のタイミングの非一貫性

メニュー操作木における画面切替のタイミングは、5つのタイプに分けることができ(図6)、各タイプ毎にメニュー画面で扱う操作量や情報量などに特徴がある。

- (1)基本タイプ
  - (2)一括操作タイプ
  - (3)逐次シーケンスタイプ
  - (4)兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプ
  - (5)1メニュー画面で3階層以上の操作が含まれるタイプ
- メニュー操作木内にこれらのタイプが混在すると、操作量や情報量の偏りが生じるだけでなく、ユーザが操作の流れを学習することを難しくするという問題がある。この問題はメニュー操作木内での画面切替のタイプの分布を調べることにより確認することができる。

基本タイプ

1つの画面上で1階層分の操作のみ行う(図6(a))。このタイプでは、親節の操作を行う段階で、すべての子節の操作項目を見渡すことができるので次の目標を見つけることが簡単である。

一括操作タイプ

同じ画面上で親節と子節、2階層分の操作を行う(図6(b))。子

節の操作を行う段階でも兄弟節の操作項目・設定内容を見渡すことができるので、次の目標を見つけることが簡単である。また、画面切替のための時間や操作が少なくすむ。

逐次シーケンスタイプ

逐次シーケンスタイプは、メニュー操作木の中では図6(c)のタイプで、かつ親節に順序自動選択などの属性を使用することで、親節自体の画面が存在しない場合である。例えば図5は「年」「月/日」「時刻」を1画面で入力する一括操作タイプであるのに対して、図7(a)は「チャンネル」「終了時刻」などの項目をそれぞれ別々の画面で入力する逐次シーケンスタイプである。このタイプは1画面の中の操作対象の数が少なく、1画面あたりの操作量が少なくすむという利点がある。しかし、子節の操作を行っている時にその兄弟節の項目を確認せず、兄弟節がいくつあるのかが分からないため、ユーザは目標とする操作対象がその子節の中に存在するのか、どれくらいの量の操作を行うことでその操作対象にたどり着くことができるのか

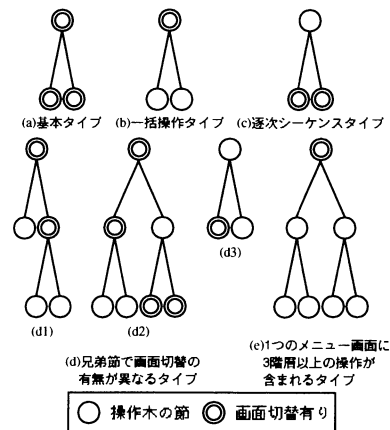
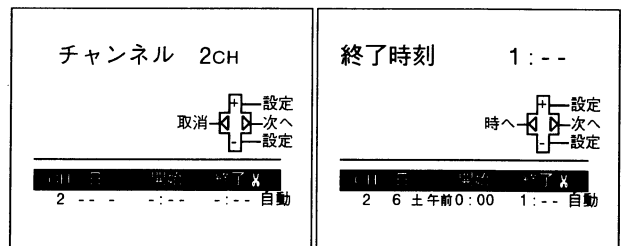
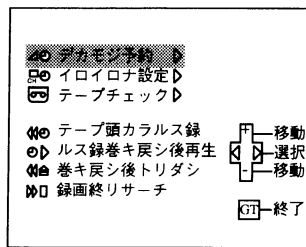


図6 画面切替のタイミングの5つのタイプ

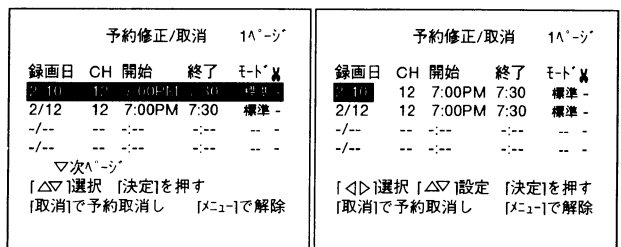
Fig.6 Five Types Positioning of Window Mutation



(a)逐次シーケンスタイプ



(b)兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプ



(c)1メニュー画面で3階層以上の操作が含まれるタイプ

図7 画面切替のタイミングの一貫性

Fig.7 Inconsistent Positioning of Window Mutation

という2つの側面から不安を抱くことになる。よって、子節がそれぞれ異なる目的で検索される場合にこのタイプの画面切替が用いられると問題となる。逆に子節の設定項目間に関連があり、すべての項目を設定する必要がある場合、子節の設定項目を別々に検索する必要はなく、逐次シーケンスタイプを用いることが有効となる。

#### 兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプ

このタイプには3種類ある。兄弟節に端節と内部節の両方が存在するタイプ(図6(d1))では、ユーザが端節を内部節と勘違いするというエラーを起こしやすく問題である。図7(b)では、上の3項目(「デカモジ予約」-「テープチェック」)を選ぶと項目指定、下の4項目(「テープ頭から・・・」-「録画終了サーチ」)を選ぶと実行であるが、下の項目を選んだときに何かが実行されるということが分かりにくい。

内部節の兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプ(図6(d2))は、一括操作タイプと逐次シーケンスタイプが兄弟節に共存するものである。このタイプでは、希にユーザが逐次シーケンスタイプを一括操作タイプであると誤認する場合があるので注意が必要である。

端節の兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプ(図6(d3))は、逐次シーケンスタイプの子節の画面切替を少なくしたものであり、構造上一貫性はないが、兄弟節すべてを設定する必要がある場合には有効である。このタイプは、逐次シーケンスタイプと一括操作タイプの双方の欠点を補うという利点がある。兄弟節の設定項目に時と分のように関係のある項目が存在する場合、それらを別々の画面ではなく1画面で操作することで、より多くの設定項目を1度に見渡すことができる。例えば図7(a)右のメニュー画面では、終了時刻の時と分の2つの数値入力が1画面で操作できるようにデザインされている。

#### 1メニュー画面で3階層以上の操作が含まれるタイプ

1つのメニュー画面で複数階層の操作を行うことにより、ユーザがより下の階層の項目まで一度に見渡すことができるという利点がある。しかし、メニュー画面には平面という二次元的な制約が存在するため、3階層以上の操作を1画面に詰め込むと、その階層が多いほど操作は複雑になるという問題がある。図7(c)は1画面に4つの階層が含まれている例である。最初の階層は、複数の予約内容の中から1つの予約を選ぶ項目指定、次に選んだ予約を「修正」するか「取消」するかを選ぶ項目指定、そして「修正」する場合は予約内容の中から「録画日」「CH」などを選ぶ項目指定、最後の階層が「録画日」などを入力する数値・選択入力である。

#### 4.4 指示の有無

指示の有無は、操作法定義欄で操作法の指示が「なし」と記述されている部分がないかどうかを調べることで確認することができる。

1つの操作を行うのに複数の方法が用意されている場

合には、そのうちの一種類の操作方法のみ表示することが一般的である。この場合は、必要な操作がすべて網羅されている方、近隣の操作方法との一貫性がある方を指示として出す必要がある。また、1つの操作に2種類以上の入力デバイスを必要とする場合に、必要な入力デバイスすべてに関する指示が行われていないことは問題である。

## 5. 評価結果

表1の機種A, Bについて、メニュー操作の非一貫性を評価した結果を示す。

### 5.1 インタフェース操作の一貫性

機種AとBの操作法定義欄から、インタフェース操作を抽出し、操作の属性と入力デバイスの組み合わせをまとめた結果を表2に示す。表2の操作数の列には、メニュー

表2 インタフェース操作の一貫性  
Table 2 Consistency of Interface Operation

#### (a)機種A

操作数	性質	属性	入力デバイス
(1)	3 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{V}[決定] 選択・確定{△}[決定]
(2)	1 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{V} 選択・確定{△}
(3)	64 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{V}[決定] 選択・確定{△}[決定]
(4)	1 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{D} 選択・確定{△}
(5)	9 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{D}[決定] 選択・確定{△}[決定]
(6)	1 項目指定	順序順方向自動	--
(7)	8 項目指定	自由	選択・確定{決定}
(8)	8 項目指定	選択不要	選択・確定2---
(9)	62 数値入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{D}[決定] 設定・確定{△}[決定]
(10)	28 数値入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{V}[決定] 設定・確定{△}[決定]
(11)	194 選択数入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{D}[決定] 設定・確定{△}[決定]
(12)	24 選択数入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{V}[決定] 設定・確定{△}[決定]
(13)	13 脱出	自由	確定{メニュー}
(14)	1 実行後脱出	確定不要	確定--
(15)	124 2つ上に戻る	自由	確定{△}
(16)	8 実行後上に戻る	確定不要	確定--

#### (b)機種B

操作数	性質	属性	入力デバイス
(1)	1 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{I} 選択・確定{+}
(2)	1 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{I-} 選択・確定{+}
(3)	2 項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{D}[決定] 選択{+}[決定]{D}
(4)	16 項目指定	順序順方向 順序逆方向	選択・確定{D}[決定] 選択・確定{△}
(5)	4 項目指定	順序順方向 順序逆方向	選択・確定{I}[決定] 選択・確定{△}[決定]
(6)	1 項目指定	順序順方向 順序逆方向	選択・確定{I}[決定] 選択・確定{△}[決定]
(7)	1 項目指定	順序順方向 順序逆方向	選択・確定2{CH-} 選択・確定2{CH+}
(8)	1 項目指定	順序順方向循環	選択・確定:AVセレクト
(9)	16 項目指定	自由	選択・確定{△}
(10)	16 項目指定	自由	選択・確定{D}
(11)	1 項目指定	自由	選択・確定2{H12}
(12)	1 項目指定	自由	選択・確定2{BS/UHF} *{I13I5I7I9}{I11I13I15}
(13)	1 項目指定	自由	選択・確定2{BS/UHF} *{BS/UHF}{I1I9}
(14)	91 項目指定	選択不要	選択・確定1---
(15)	1 表示	--	--
(16)	2 脱出	自由	確定{D}
(17)	616 脱出	自由	確定{GTメニュー}
(18)	161 脱出	自由	確定{Gコード予約}
(19)	7 脱出	自由	確定:8秒間放量
(20)	77 実行後脱出	確定不要	確定--
(21)	1 上に戻る	自由	確定{Gコード予約}
(22)	16 上に戻る	自由	確定{△}
(23)	16 上に戻る	自由	確定{D}
(24)	4 2つ上に戻る	自由	確定{Gコード予約}
(25)	17 実行後上に戻る	確定不要	確定--

操作木内の幾つの節にこの組み合わせが利用されているかを示す。機種Aは、項目指定操作で8種類、その他のインタフェース操作でそれぞれ2種類と少ない操作法の組み合わせにより構成されている。表2(a)より、機種Aでは項目指定の(2)-(5)、数値入力(9)(10)、選択肢入力(11)(12)で共通の属性、入力デバイスが利用されており、これらの操作が9割以上を占めていること、(6)(7)(8)はこの中で一貫性のない操作であることが分かる。一方表2(b)より、機種Bの項目指定は操作数が全体に分散していて操作方法に一貫性がない。特に(6)は、(5)の操作と非常に似ているが、属性が微妙に異なっており(逆方向で循環しない)問題である。また(7)(8)(11)-(13)の操作方法はそれぞれ1回づつしか使われていない。脱出では(16)(20)の5種類の操作方法が利用されているが、(17)-(19)の操作はそれぞれメニュー操作木の中の根の異なる操作木で使われており、その中では一貫性がある。脱出では(16)の操作方法があまり使われていない。

5.2 機能操作の一貫性

機種AとBの操作法定義欄から、機能操作を抽出し、機能、指示、入力デバイス、操作の属性の組み合わせをまとめた結果を表3に示す。表3(a)より、機種Aでは、設定の保存・キャンセルの機能が脱出・上に戻るという操作で実現されている。「設定変更のキャンセル」、「設定内容の消去」では指示と入力デバイス、「設定変更の保存」では入力デバイスがそれぞれ1種類の方法により実現されており一貫性がある。「設定変更の保存」の指示には、「[決定]で時刻スタート」と「[決定]を押す」の2種類がある。前者は操作の結果どのような命令が機器に送られるかが説明されているのに対して、後者は機能については説明され

表3 機能操作の一貫性

Table 3 Consistency of Operation with Machine Action

(a) 機種 A

操作数	機能	指示	入力デバイス	性質
(1)	12 兄弟節の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(2)	48 兄弟節の保存後の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(3)	3 子節の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(4)	8 子節の保存後の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(5)	248 兄弟節の保存後の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(6)	62 子節の保存後の設定変更キャンセル	{メニュー}で解除	確定{メニュー}	脱出
(7)	296 兄弟節の設定変更保存	{決定}を押す	確定{決定}	2つ上に戻る
(8)	8 兄弟節の設定変更保存	{決定}を押す	確定{決定}	脱出
(9)	3 子節の設定変更保存	{決定}で時刻スタート	確定{決定}	脱出
(10)	70 子節の設定変更保存	{決定}を押す	確定{決定}	上に戻る
(11)	2 子節の設定変更保存	{決定}を押す	確定{決定}	脱出
(12)	1 子節の設定変更保存	{決定}で時刻スタート	確定{決定}	脱出
(13)	1 設定の変更保存	{決定}を押す	確定{決定}	上に戻る
(14)	62 1.l.n.≠NULLのとき子節の設定内容消去	{取消}で予約取消	確定{取消}	実行
(15)	1 チャンネルを自動的に合わせる	--	確定--	実行

(b) 機種 B

操作数	機能	指示	入力デバイス	性質
(1)	1 設定の変更保存	なし	設定・確定{↑}{9}	数値入力
(2)	17 設定の変更保存	なし	設定・確定{オートカット}	選択肢入力
(3)	17 設定の変更保存	なし	設定・確定{標準/3倍}	選択肢入力
(4)	1 設定の変更保存	入力{↑}{9}	設定・確定{↑}{9}	数値入力
(5)	71 設定の変更保存	スキップ/停止	設定・確定{停止}	選択肢入力
(6)	6 設定の変更保存	{D>}選択 {D>}	設定・確定{D>} 設定・確定{D>}	選択肢入力
(7)	1 設定の変更保存	{D>}マイ週/マイ日	設定・確定{D>}	選択肢入力
(8)	162 設定の変更保存	{-}設定 {+}設定	設定・確定{-} 設定・確定{+}	数値入力
(9)	52 設定の変更保存	{-}設定 {+}設定	設定・確定{-} 設定・確定{+}	選択肢入力
(10)	1 設定の変更保存	{-}	設定・確定{-}	選択肢入力
(11)	6 設定の変更保存	{+/-}設定	設定・確定{-} 設定・確定{+}	選択肢入力
(12)	1 兄弟節の設定内容消去	{◀}取消	確定{◀}	実行
(13)	1 兄弟節の設定内容消去	--	確定--	実行
(14)	16 子節の設定内容消去	--	確定--	実行
(15)	71 自動設定開始	自動設定開始:一時停止	確定{一時停止}	実行
(16)	71 自動設定停止	自動設定停止:一時停止	確定{一時停止}	実行中上に戻る
(17)	71 自動設定停止	終了:GT	確定{GTメニュー}	実行中脱出
(18)	1 テープチェック開始	開始録画	確定{録画}	実行
(19)	1 →0.0000を開始	{◀D>}開始	確定{◀}	実行
(20)	1 →0.0000を開始	{◀D>}開始	確定{D>}	実行
(21)	1 テープの頭から留守録する	--	確定--	実行
(22)	1 留守録された部分まで巻き戻し後再生する	--	確定--	実行
(23)	1 巻き戻し後取り出す	--	確定--	実行
(24)	1 録画終了部分を探す	--	確定--	実行

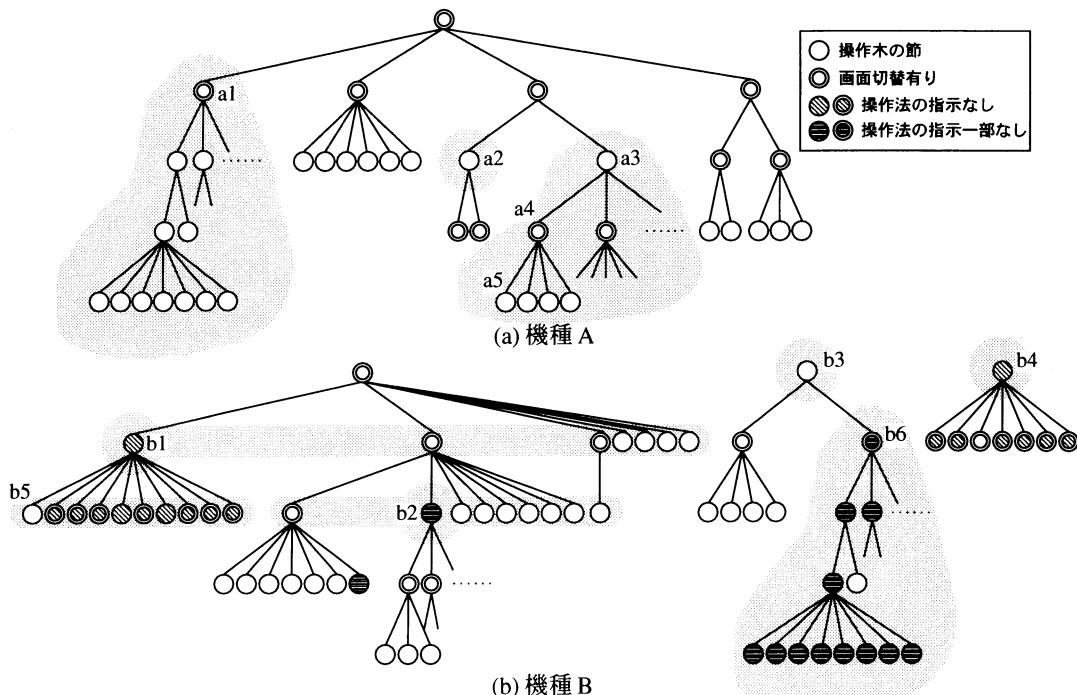


図8 メニュー操作木上での画面切替の分布と指示の有無  
Fig. 8 Location of Window Mutation and Lack of Help Message in the Menu Operation Trees

ていない。対照的な機能（設定変更のキャンセルと保存）に対しては、異なる操作方法が利用されており問題ない。一方表3(b)から、機種Bでは設定の保存を入力操作により実現することが徹底されていること、キャンセル機能が存在しないことが分かる。しかし、(1)-(11)の指示には操作の性質や入力デバイスに関する説明のみ行われており、機能に関する説明はないため、ユーザは設定の保存がいつ行われたのかを認識することが難しい。「設定内容を消去」する操作では、(13)(14)は属性が確定不要なので指示・入力デバイスが記入されていない。しかし、親節の項目指定操作では(12)と同じ指示と入力デバイスが使われているので一貫性があるといえる。

5.3 画面切替のタイミングの一貫性

機種AとBのメニュー操作木における画面切替の分布を図8に示す。図8(a)より、機種Aでは基本タイプと一括操作タイプが多く使われており、全体として一貫性があるが、節a1を根とする部分木が「3階層以上の操作が含まれるタイプ」、節a2とa3が「逐次シーケンスタイプ」であり、これらの節が全体の一貫性を崩している。節a1を根とする部分木は、4階層の操作を1つのメニュー画面で実現していることが分かる。節a2, a3の子節はどちらも項目間に関連があるが、a3の子節では必ずしもすべての兄弟節の項目を設定する必要はなく、さらにa4の兄弟節のメニュー画面（図9(a)）からは「ポジション」を変えることで画面及びメニュー操作木の節が移動するという構造が見えにくい。一方図8(b)より、機種Bは画面切替のタイミングに様々なタイプが存在し、全体として一貫性があまりないことが分かる。節b1, b2, b3, b4は逐次シーケンスタイプである。b1はすべての子節を設定することが必要なタイプであり、子節の操作項目の全てを早い段階でユーザに見せるために、メニュー画面の下部に兄弟節のすべての項目を表示するという工夫を行っている（図8(a)）。b2は、a3と同じタイプであり、同様の問題がある。b3, b4は子節の項目それぞれが異なる目的で検索されるものであり、レイアウトにも特に工夫がなく、逐次シーケンスタイプが使われていることは問題である。節b1, b2, b5の兄弟節は、兄弟節間で画面切替の有無が異なるタイプである。b1, b2の兄弟節は、兄弟節に端節と内部節の両方が存在するタイプのものにあたる。特にb5の兄弟節は実行と項目指定を同じ階層で操作しており、ユーザが間違えて操作した場合に問題である。また、節b6を根とする部分木は、a1と同様4階層の操作を1つのメニュー画面で実現している。

5.4 指示の有無

機種AとBのメニュー操作木の中で操作法の指示が“なし”と記述されている節を図8に示

す。図8の斜線で塗られているの丸は、その節に記述された操作の中に全く指示のないものがあつたことを示しており、横線で塗られている丸は、1つのことを実現するのに操作方法が2つ以上あるタイプで、画面上で片方の指示のみが記述されているものを示している。機種Aではすべての操作に対して指示が存在した。機種Bでは、いくつかの節で指示が全くないことが分かった。

6. 検討

3.で述べたルールは、設定および実行を主な操作対象とする機器の一般的特性を基に作られているため、多くの家電のメニューインタフェースに対して適用でき、多くの問題点をシステマティックに抽出できる。

本論文で評価しなかった操作方法に関する問題点として、UI上で使われている用語の問題がある。UIの使い易さを大きく左右する言葉の問題を客観的に評価することは一般に難しいとされているが、文法や語順などの客観的要素を導入することで言葉の問題の側面を評価することができる。例えば図9(a)の「[△▽]選択」と「[決定]を押す」という指示では、前者は“[△▽]ボタン”と“選択”という行為を記述しているのに対し、後者は“[決定]ボタン”を押すことによって実現される行為については記述されていない。図9(b)(c)のように、同じ行為を行うための操作でありながら“選択”（名詞）と“選ぶ”（動詞）という違う文法が使われていることや、“終了[決定]”と“[決定]を押して下さい”のように入力デバイスとその説明との語順が異なっていることもある。筆者らは、このような指示の言葉の文法や語順の一貫性に関する問題を、本論文で提案したメニュー操作木を用いて抽出することができるのではないかと考えている。また、その他の問題点として、ある操作がインタフェース操作であるか機能操作であるかをユーザが判断できるかどうかという問題がある。操作に機能が伴うかどうかをユーザに分かるようにしておくことは必要な課題であり、その評価は今後の重要な課題である。

今後の展開として、筆者らは本論文で提案した評価方法をコンピュータで取り扱える形に改良することにより、将来的には操作方法をデザインする際のツールとして利用することが考えられる。

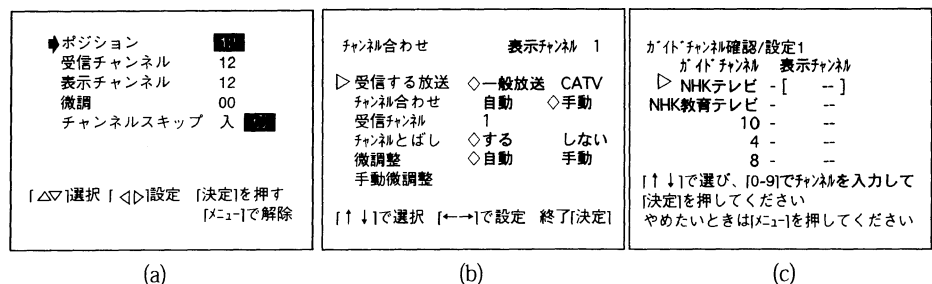


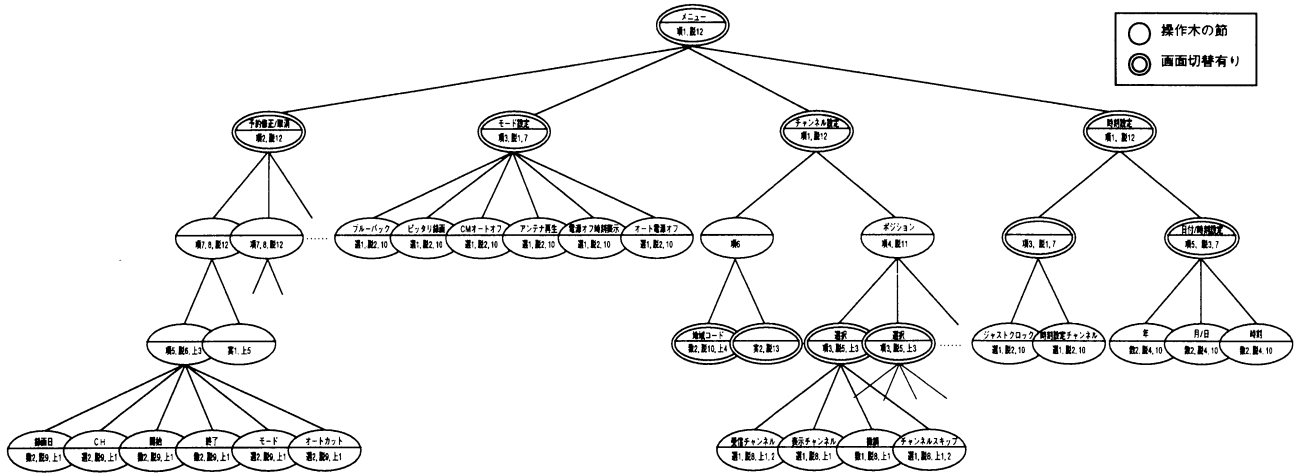
図9 言葉の問題を持つメニューの例

Fig.9 Example of Menu Interface including Terminology Problem



操作の木構造を用いたメニューインタフェース評価法の提案

付録 メニュー操作木と操作法定義欄 (機種 A)



ラベル	操作数	性質	属性	入力デバイス	指示	機能
項1	3	項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{▽}決定 選択・確定{△}決定	{△▽}で選択{決定}を押す {△▽}で選択{決定}を押す	
項2	1	項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{▽} 選択・確定{△}	{△▽}で選択 {△▽}で選択	
項3	64	項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{1▽} 選択・確定{1△}	{△▽}で選択 {△▽}で選択	
項4	1	項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{▷} 選択・確定{◁}	{◁▷}で設定 {◁▷}で設定	
項5	9	項目指定	順序順方向循環 順序逆方向循環	選択・確定{1▷} 選択・確定{1◁}	{◁▷}で選択 {◁▷}で選択	
項6	1	項目指定	順序順方向自動	--	--	
項7	8	項目指定	自由	選択・確定{決定}	{決定}を押す	
項8	8	項目指定	選択不要	選択・確定2--	--	
数1	62	数値入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{▷} 設定・確定{◁}	{◁▷}で設定 {◁▷}で設定	
数2	28	数値入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{▽} 設定・確定{△}	{△▽}で設定 {△▽}で設定	
選1	194	選択入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{▷} 設定・確定{◁}	{◁▷}で設定 {◁▷}で設定	
選2	24	選択入力	順序順方向循環 順序逆方向循環	設定・確定{▽} 設定・確定{△}	{△▽}で設定 {△▽}で設定	
実1	62	実行	自由	確定{取消}	{取消}で予約取消	1:1.n.1≠NULLのとき子節の設定内容消去
実2	1	実行	確定不要	確定--	--	チャンネルを自動的に合わせる
脱1	2	脱出	自由	確定{決定}	{決定}を押す	子節の設定変更保存
脱2	8	脱出	自由	確定{決定}	{決定}を押す	兄弟節の設定変更保存
脱3	1	脱出	自由	確定{決定}	{決定}で時刻スタート	子節の設定変更保存
脱4	3	脱出	自由	確定{決定}	{決定}で時刻スタート	兄弟節の設定変更保存
脱5	62	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	子節の保存後の設定変更キャンセル、選択されているメニュー項目を保存
脱6	8	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	子節の保存後の設定変更キャンセル
脱7	3	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	子節の設定変更キャンセル
脱8	248	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	兄弟節の保存後の設定変更キャンセル、選択されているメニュー項目を保存
脱9	48	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	兄弟節の保存後の設定変更キャンセル
脱10	12	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	兄弟節の設定変更キャンセル
脱11	1	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	選択されているメニュー項目を保存
脱12	12	脱出	自由	確定{メニュー}	{メニュー}で解除	
脱13	1	実行後脱出	確定不要	確定--	--	
上1	296	2つ上に戻る	自由	確定{決定}	{決定}を押す	兄弟節の設定変更保存
上2	124	2つ上に戻る	自由	確定{△}	{△▽}で選択	
上3	70	1上に戻る	自由	確定{決定}	{決定}を押す	子節の設定変更保存
上4	1	1上に戻る	自由	確定{決定}	{決定}を押す	設定変更保存
上5	8	実行後上に戻る	確定不要	確定--	--	

7. まとめ

家電製品にコンピュータが組み込まれ、ネットワークにつながる日は、もうすぐそこまで来ている。ネットワーク家電が普及し、ユーザがその利便性を享受するためには、まずユーザがそれらの機器を使いこなせなければならない。従来の家電製品を使いこなせないユーザも少なくない中、今後家電製品のインタフェース面からの改善は必要不可欠である。

本論文では、家電製品のメニューインタフェースの操作の一貫性に関する問題点を抽出するために、家電製品とユーザとの対話を操作という側面から木構造を用いて記述し、このメニュー操作木を用いて問題点を抽出する

方法を提案した。本手法は、リモコンを用いたメニュー操作における“一貫性の欠如が使いにくさの原因となる問題”をインタフェース操作と機能操作という2つの側面から抽出する点に特徴があり、設計早期段階での利用が有効である。

参考文献

- [1]特集「実像現わすコネクテッド・ホーム」；日経エレクトロニクス, no.718, 6.15, pp.131-152, (1998).
- [2]解説「HaviとJini, 家庭を舞台に激突」；日経エレクトロニクス, no.735, 1.25, pp.37-44, (1999).
- [3]解説「パソコン技術を融合させたデジタル家電に注目」；日経エレクトロニクス, no.736, 2.8, pp.41-45, (1999).
- [4]木村朝子, 加藤博一, 井口征士: 携帯端末からの家電製品制御

- とそのインタフェース;第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.321-326, (1997).
- [5]田村博編:ヒューマンインタフェース;オーム社(1998).
- [6]P. Jhonson: Human Computer Interaction -Psychology, Task Analysis and Software Engineering-; McGraw-Hill, (1992). ヒューマンインタフェースの設計方法:P. Johnson, 佐藤啓一, 宮井均, 須永剛司, 原田昭訳, マグロウヒル出版, (1994).
- [7]J. Nielsen: Usability Engineering; AP PROFESSIONAL, (1993).
- [8]P. J. Polson, C. Lewis, J. Rieaman and C. Wharton: Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interface; International Journal of Man-Machine Studies, 36, pp.741-773 (1993).
- [9]B. Shneiderman: Designing the User Interface 2nd edition; Addison-Wesley Publishing Co. Inc., (1992). 東基衛・井関治監訳: ユーザーインタフェースの設計-第2版-; 日経BP社(1995).
- [10]P. Reisner: Formal Grammar and Human Factors Design of an Interactive Graphics System; Tran. on Software Engineering, VOL. SE-7, NO.2, pp.229-240, (1981).
- [11]R. Mahajan and B. Shneiderman: Visual and Textual Consistency Checking Tools for Graphical User Interfaces; IEEE Tran. on Software Engineering, Vol.23, No.11, pp.722-735, (1997).
- [12]岡田英彦, 旭敏之: GUI画面の一貫性自動判定手法の提案; 第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.517-522, (1997).
- [13]守屋慎次, 中谷吉久: コマンド操作の一貫性と区分情報; 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.11, pp.1432-1444, (1991).
- [14]T. P. Moran: The Command Language Grammar: a representation for the user interface of interactive computer systems; Int. J. Man-Machine Studies, Vol15, pp3-50, (1981).
- [15]S. J. Payne: The structure of command languages: an experiment on task-action grammar; Int. J. Man-Machine Studies, 30, pp.213-234, (1989).
- [16]D. Kieras and P. J. Polson: An Approach to formal analysis of user complexity; International Journal of Man-Machine Studies, 22, pp.365-394 (1985).
- [17]日本人間工学・アーゴデザイン部会, スクリーンデザイン研究会編: GUIデザイン・ガイドブック; 海文堂(1995).
- [18]K. L. Norman, J. P. Chin: The effect of tree structure on search in a hierarchical menu selection system; Behaviour and Information Technology7, (1988). (査読者 1-5-3)
- [19]小松原明哲: 木構造型メニュー選択システムにおける“深さと広がり”と使いやすさの解析; 人間工学, Vol. 25, No. 5, pp.261-270, (1989).
- [20]J. I. Kiger: The Depth/Breadth Trade-off in the Design of Menu-driven User Interface; Int. J. Man-Machine Studies, 20, pp.201-213, (1984).
- [21]K. L. Norman: The effect of tree structure on search in a hierarchical menu selection system; Behavior and Information Technology, Vol. 7, No. 1, pp.51-65, (1988).
- [22]T. K. Landauer and D. W. Nachbar: Selection from alphabetic and numeric menu tree using a touch screen: Breadth, depth, and width; Proc. Human Factors in Computing Systems, pp.73-78, April, (1985).
- [23]R. C. Teitelbaum and R. Granda: The effects of positional constancy on searching menus for information; Proc. CHI '83, Human Factors in Computing Systems, Available from ACM, Baltimore, MD, 150-153, (1983).
- [24]石原克人, 山本栄, 小谷津孝明: メニュー選択におけるユーザのメンタルモデルと操作特性について; 第11回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.759-764, (1995).
- [25]J. Grudin: The Case Against use Interface Consistency; Communications of the ACM, Vol.32, No.10, pp.1164-1173, (1989).
- [26]S. J. Payne and T. R. Green: Task-action grammars: a model of mental representation of task languages; Human-Computer Interaction, 2(2), pp.93-133, (1986).
- [27]User-interface guidelines; NASA Goddard Space Flight Center, Jan., (1996) [http://groucho.gsfc.nasa.gov/Code\\_520/Code\\_522/Documents/UG\\_96/newfrontmatter.html](http://groucho.gsfc.nasa.gov/Code_520/Code_522/Documents/UG_96/newfrontmatter.html)
- [28]D. A. Norman: The Psychology of Everyday Things; Basic Books, New York, (1988). 野島久雄訳: 誰のためのデザイン? ; 新曜社, (1990).
- [29]近藤嘉雪: アルゴリズムとデータ構造; ソフトバンク(1992).

(1999年4月27日受付, 10月18日再受付)

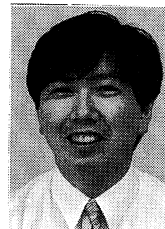
### 著者紹介

#### 木村 朝子 (学生会員)



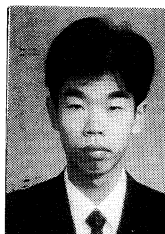
平成8年大阪大学基礎工学部システム工学科卒業。平成10年大阪大学大学院システム工学研究科修士課程了。現在, 同大学院博士課程在学中。ヒューマンインタフェース, インタフェースデザイン, 適応型インタフェースに興味を持つ。電気通信学会, 情報処理学会, ACM各学生会員。

#### 加藤 博一 (正会員)



昭和61年大阪大学基礎工学部制御工学科卒業。平成1年同大学助手。平成8年同大学システム工学科講師。平成11年広島市立大学情報科学部助教授。ヒューマンインタフェース, パターン認識, 画像処理の研究に従事。情報処理学会, 電気通信学会, 計測自動制御学会, ACM各会員。工学博士。

#### 森内 正樹



平成11年大阪大学基礎工学部システム工学科卒業。同年, JR西日本(株)入社, 現在に至る。在学中, ヒューマンインタフェース, 特にユーザビリティ評価の研究に従事。

#### 井口 征士 (正会員)



1962年大阪大学工学部電気工学科卒業。64年同大学院修士課程修了。65年同大学基礎工学部助手, 69年助教授, 1984年教授(現大学院基礎工学研究科システム人間系)。パターン計測, 画像処理, 感性情報処理の研究に従事。著書「三次元画像計測」, 「感性感性情報処理」など。電子情報通信学会, 計測計測自動制御学会, システム制御情報学会, IEEE Computer Society各会員。工学博士。