

5. インタフェース評価手法

ユーザビリティ・エンジニアリング

5. インタフェース評価手法

1. 予測評価手法
2. 実験的評価手法
3. ユーザビリティ評価
4. 質問表、エラー分析、比較評価

1. 予測評価手法

熟練ユーザのコンピュータ操作行動を予測
8割から9割程度の時間精度

GOMSファミリー

- CMN-GOMS
- KLM
- NGOMSL
- CPM-GOMS

- John & Kieras, “The GOMS Family of Analysis Techniques: Tools for Design and Evaluation”, 1994
- Kieras, “A Guide to GOMS Model Usability Evaluation using NGOMSL”, 1996

Card, Moran, & Newell (1983)

『The Psychology of Human-Computer Interaction』

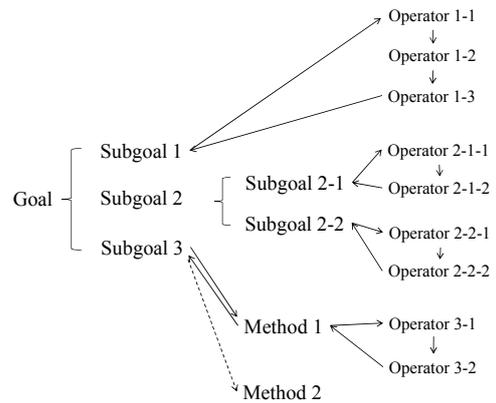
モデル・ヒューマン・プロセッサ

GOMS

Card, Moran, & Newell (1983)

GOMS

G oal(目標)	必要に応じてサブゴールに分割
O perator (基本操作)	行為(外的な行為、内的な行為)
M ethod (目標達成方法)	一連の基本動作(サブゴールとオペレータの系列)による目標達成方法
S election Rule (方法の選択規則)	目標達成方法が複数あるときの選択規則



Goal : 文書を編集する

- Goal : 編集一単位作業 (Unit Task)
(単位作業がなくなるまで繰り返す)
- • Goal : 単位作業の目標を得る
- • • 0 : 最終行の場合、次のページに進む
- • • 0 : 次の単位作業を取得する
- • Goal : 単位作業を実行
- • • Goal : 単語削除
- • • • [select : 削除キーMethodを使う
領域反転削除Methodを使う]
- • • • 0 : 編集結果を確認する

KLM (Keystroke-Level Model)

Card, Moran, & Newell (1980, 1983)

KLM-GOMS

オペレータは打鍵レベル

KLモデルのオペレータ内容と実行時間

オペレータ	内容	時間(秒)
K	キー/ボタンを押す	
	優れたタイピスト(90wpm)	0.12
	平均的なタイピスト(55wpm)	0.20
	普通人(40wpm)	0.28
	複雑なコードをタイプする	0.75
	キーボードに不慣れな人	1.20

(Card, Moran, & Newell, 1983)

KLモデルのオペレータ内容と実行時間

オペレータ	内容	時間(秒)
P	ディスプレイ上の目標をマウスでポイントする	1.10
	時間は目標までの距離、大きさに応じて、Fittsの法則にしたがって、0.8秒から1.5秒まで変化する。マウスのボタン押し時間は含まれない。	

(Card, Moran, & Newell, 1983)

KLモデルのオペレータ内容と実行時間

オペレータ	内容	時間(秒)
H	キーボードやマウスなどの定位 置に手を移動する	0.40
$D(n_p, l_p)$	n_p 本の線分で構成される全長 l_p cmの折れ線を描く	$0.9n_p +$ $0.16l_p$
M	心的準備	1.35
$R(t)$	システム応答	t
	コマンド毎による応答時間	

(Card, Moran, & Newell, 1983)

KLモデルの心的準備オペレータの挿入規則

- 規則0 すべてのKやPの前にMを仮に挿入する。
- 規則1 Mの後のオペレータがMの直前のオペレータから予測できるのであれば、Mを削除する。(MPMK→MPK)
- 規則2 MKの繰り返し認識単位を属するならば、最初のMだけを残し後は削除する。(よく知っている名前の入力等)
- 規則3 Kが冗長な区切りであれば、その前のMを削除する。(コマンド引数に続く空白区切り)
- 規則4 Kが一定の文字列を終了させるものである場合は、その直前のMを削除する。(Enter等)

(Card, Moran, & Newell, 1983)

KLモデルによるマーク削除メソッドの実行時間予測例

内容	オペレータ	
単語の先頭にカーソル移動	P	
マウスボタンをクリック	K	
単語の末尾にカーソル移動	P	
シフトキーを押しながら、 マウスボタンをクリック	K K	
心的準備	M	
削除キーを押す	K	

KLモデルによるマーク削除メソッドの実行時間予測例

内容	オペレータ	
(規則0) 心的準備	M	
単語の先頭にカーソル移動	P	
(規則0)	M	
マウスボタンをクリック	K	
(規則0)	M	
単語の末尾にカーソル移動	P	
(規則0)	M	
シフトキーを押しながら、 マウスボタンをクリック	K K	

内容	オペレータ	
心的準備	M	
削除キーを押す	K	
全予測時間		

KLモデルによるマーク削除メソッドの実行時間予測例

内容	オペレータ	時間(秒)
心的準備	M	1.35
単語の先頭にカーソル移動	P	1.10
(規則1)	(M)	
マウスボタンをクリック	K	0.20
(規則1)	(M)	
単語の末尾にカーソル移動	P	1.10
(規則1)	(M)	
シフトキーを押しながら、 マウスボタンをクリック	K K	0.28 0.20

内容	オペレータ	時間(秒)
心的準備	M	1.35
削除キーを押す	K	0.28
全予測時間		5.86

KLモデルによる「ユーザインタフェース」を太字に変換する場合の
実行時間予測例1(コントロールキー利用)

内容	オペレータ	時間(秒)
マウスに手を伸ばす	H	0.40
‘ユ’にマウスポインタ移動	P	1.10
(規則1)	(M)	
マウスボタンを押下	K	0.20
(規則1)	(M)	
‘ス’にマウスポインタ移動	P	1.10
(規則1)	(M)	
マウスボタンを開放する	K	0.20

小計3.00

内容	オペレータ	時間(秒)
(規則2)	(M)	
コントロールキーを押下する	P	0.28
(規則2)	(M)	
文字キー‘b’を押して開放する	K	0.28
(規則3)	(M)	
コントロールキーを開放する	P	0.28
全予測時間		3.84

マウスは右手、コントロールキーとbは左手で操作した場合

KLモデルによる「ユーザインタフェース」を太字に変換する場合の
実行時間予測例2(アイコン利用)

「ユーザインタフェース」をハイライトするまでは同じ。

内容	オペレータ	時間(秒)
太字のアイコンをマウスで指す	P	1.10
マウスボタンを押す	K	0.28
全予測時間		4.38

GOMSによる領域反転削除メソッドの実行時間予測例

内容	時間(秒)
Goal : 文書を編集する	
・ Goal : 編集—単位作業	
・ ・ Goal : 単位作業の目標を得る	
・ ・ ・ 0 : 最終行の場合、次のページに進む	
・ ・ ・ 0 : 次の単位作業を取得する	
・ ・ Goal : 単位作業を実行	
・ ・ ・ Goal : 単語削除 [Select:...]	
・ ・ ・ ・ 0 : 編集結果を確認する	1.20

Goal : 単語削除	
・ [Select : 削除キーMethodを使う	
・ 領域反転削除Methodを使う]	
Goal : 領域反転削除	
・ 0 : 単語の先頭位置にマウスを動かす	1.10
・ 0 : マウスボタンをクリック	0.20
・ 0 : 単語の末尾に移動する	1.10
・ 0 : シフトキーを押しながら、マウスをクリック	0.48
・ 0 : ハイライトを確認する	1.20
・ 0 : 削除キーを押す	0.28
	5.56

NGOMSL (Natural GOMS Language)

Kieras (1988)

NGOMSLによる領域反転削除メソッドの実行時間予測例

内容	時間(秒)
Goal: 「単語を削除する」ためのメソッド	
Step 1: サブゴール「テキストのハイライト」を達成	
Step 2: 削除キーを押す	0.28
Step 3: ゴールの達成により戻る	

内容	時間(秒)
Goal: 「テキストのハイライト」のためのメソッド	
Step 1: テキストの先頭位置を決定する	1.20
Step 2: マウスをテキストの先頭に移動する	1.10
Step 3: マウスボタンをクリックする	0.20
Step 4: テキストの末尾の位置を決定する(既知)	0.00
Step 5: マウスをテキストの末尾に移動する	1.10
Step 6: シフトキーを押しながら、マウスボタンをクリックする	0.28
Step 7: 正しくハイライトされていることを確認する	1.20
Step 8: ゴールの達成により戻る	

予測時間: $5.56 + 0.1 * 13 \text{ NGOMSL 記述数} = 6.86 \text{ 秒}$

NGOMSLの学習時間の予測

$$\text{学習時間} = \frac{17 \text{ 秒} \times \text{NGOMSL 記述数} + 7 \text{ 秒} \times \text{LTM チャンク数}}{\text{メソッド(手続き的記憶)の学習時間} \quad \text{宣言的記憶の学習時間}}$$

CPM-GOMSモデル(John, 1988)

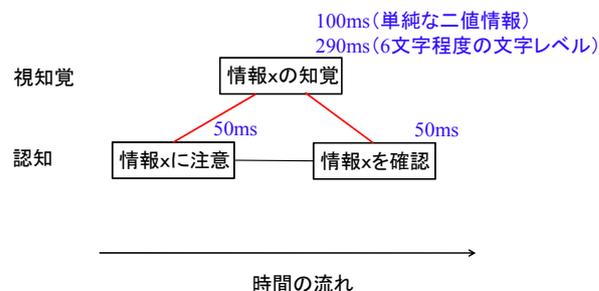
Critical Path Methods (限界経路法)

Cognitive-Perceptual-Motor

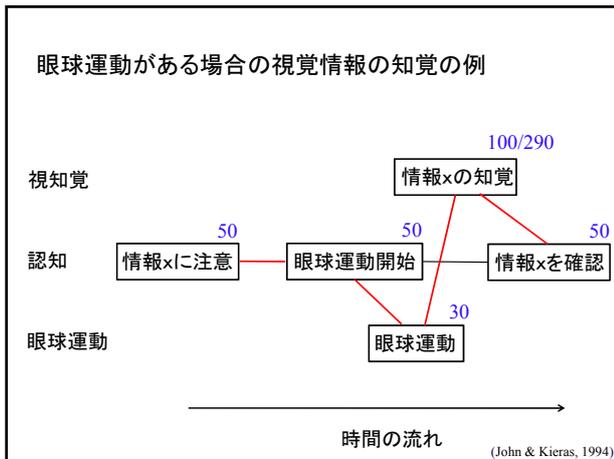
並列処理



眼球運動がない場合の視覚情報の知覚の例



(John & Kieras, 1994)



テキスト移動の例におけるGOMSファミリーの違い

秒

	CMN	KLM	NGOMSL	CPM
全体の学習時間	—	—	801.00	—
全体の実行時間	14.38	14.38	163.38	
領域反転の実行時間	4.23	4.23	6.18	2.21
領域反転の実行時間(Mのようなオペレータがない場合)	2.88	2.88	3.78	2.21
認知的なオーバーヘッド	—	—	0.90	1.10

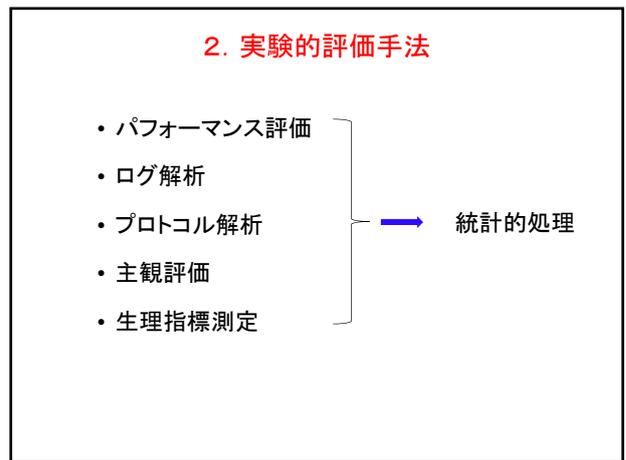
(John & Kieras, 1994)

テキスト移動に使われたオペレータ

秒

	CMN	KLM	NGOMSL	CPM
心的準備	1.35	—	—	0.10
位置決定	—	—	1.20	0.10
編集結果の確認	—	1.35	1.20	—
カーソル移動	1.10	1.10	1.10 フィッツの 法則	2.21 フィッツ の法則
マウスボタンクリック	0.20	0.20	0.20	0.25
シフトキーを押しながら、マウスボタンをクリック	0.48	0.48	0.48	0.25

(John & Kieras, 1994)



パフォーマンス評価

ISO92412-11

評価事項	評価の指標例
有効さ	ミスの数、作業の際の戸惑いの数、注意の程度
効率	単位時間当たりの作業量、単位作業の処理に要した時間、確認行為の数、動作の数、初心者が習熟するまでの時間
満足度	不満、いらいら、満足、注意の程度、負担の大きさ

- ログ解析
- キーボード、マウスの操作状況
 - 操作エラーの数
 - エラーの対処に要した時間
 - マニュアルやヘルプを読んでいた時間
 - 遂行時間(全体、プロセス毎)

(言語)プロトコル解析

- 発話プロトコル解析
- 発問プロトコル解析／コーチング法

プロトコル解析の手順

1. ラポールをとるように心がける。
2. 発話について教示をする。
3. 観察記録をとる。
4. 発話データを分析する。

プロトコル解析の利点

- 問題点の明確化
- ユーザーの心理把握
- 評価対象を限定しない
- ノウハウの蓄積

プロトコル解析の限界

- 実施と解析に時間がかかる
- ユーザーの個人差
- 手法に熟練が必要
- 主観が入りやすい

主観評価

- システム全体の満足度
- 画面情報のわかりやすさ
- 操作のわかりやすさ、効率

主観評価の方法

アンケート調査(質問紙)

- 自由記述式
- 選択式

主観評価の方法

一次元尺度構成法

- 評定尺度法
 - 単極尺度、両極尺度
 - 3件法、5件法、7件法
- 直接法
- 間接法

主観評価の方法

多次元尺度構成法

- 因子分析
- SD(Semantic Differential)法

生理的指標測定

- 脳波
- 調節近点
- 瞬目
- 瞳孔反応
- 眼球運動
- フリック
- 心電図(心拍)
- 血流量
- 皮膚電気活動
- 筋電

3. ユーザビリティ評価

インスペクション法

- ヒューリスティック法
- 認知的ウォークスルー法

アンケート調査(Web評価)

- WAMMI
- WUS

インスペクション法

- ヒューリスティック法
- 認知的ウォークスルー法

アンケート調査(Web評価)

- WAMMI
- WUS

ヒューリスティック法

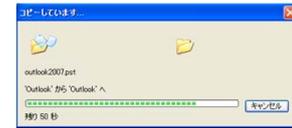
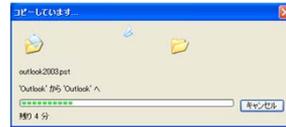
- Nielsen, 1994
- 経験則(ヒューリスティック)に照らして評価。
- さまざまな立場の経験豊かな者が評価。
- プロトタイプに対しても実施可能。
- 短期間で効率的に問題点を集めることができる。

ユーザビリティ・ヒューリスティックス10原則

1. システム状態の視認性を高める
2. 実環境にあったシステムを構築する
3. ユーザにコントロールの主導権と自由度を与える
4. 一貫性と標準化を保持する
5. エラーの発生を事前に防止する
6. 記憶しなくても、見ればわかるようなデザインを行う
7. 柔軟性と効率性を持たせる
8. 最小限で美しいデザインを施す
9. ユーザーによるエラー認識、診断、回復をサポートする
10. ヘルプとマニュアルを用意する

(http://www.usability.gr.jp/whatis/evaluation_method.html)

1. システム状態の視認性を高める



2. 実環境にあったシステムを構築する



5. エラーの発生を事前に防止する



6. 記憶しなくても、見ればわかるようなデザインを行う

ポップアップヘルプ



ヒューリスティックス評価の実際

- 設計者以外の5名程度の評価者
- いろいろな立場、経験の者
- 評価の対象を絞る
- 評価者は独自に評価する
- 評価にはあまり時間をかけない
ウェブの場合1ページあたり1時間程度(樽本)
- 評価者によるディスカッション

(ユーザビリティエンジニアリング)

認知的ウォークスルー法

- Polson, 1992
- 初心者ユーザを想定
- 問題解決をしながら目標を達成することをシミュレートする。

認知的ウォークスルー法の4つの分析視点

0. ユーザは目的がわかっているか。(目的)
1. ユーザが正しい操作が今おこなえる状態にあることがわかるか。(行為の手がかり)
2. ユーザが今、目的としている結果を得るための操作を理解しているか。(必要な行為)
3. ユーザが操作の結果が今、進展していることがわかるか。(フィードバック)

インスペクション法

- ヒューリスティック法
- 認知的ウォークスルー法

アンケート調査(Web評価)

- WAMMI
- WUS

WAMMI

- Web site Analysis and MeasureMent Inventory
- Kirakowski & Claridge
- <http://www.wammi.com/>

質問例

- このサイトには非常に興味をひかれる
- このサイトを動き回るのは大変だ
- このサイトで必要なものを見つけるのは簡単だ

5段階評価

(<http://www.wammi.com/samples/index.html>)

- 魅力度
 - 制御性
 - 効率性
 - 親切性
 - 学習性
- } 総合ユーザビリティ

(<http://www.wammi.com/report.html>)

WUS

- ウェブユーザビリティ評価スケール
- 富士通&イード
- ウェブサイトに対するユーザの主観的評価
- <http://www.iid.co.jp/usability.html>

- 操作のわかりやすさ
- 構成のわかりやすさ
- 見やすさ
- 反応のよさ
- 好感度
- 内容の信頼性
- 役立ち感

(http://www.iid.co.jp/case06_wus.html)

4. 質問表、エラー分析、比較評価

ウェブサイト制作チェックリスト

『WEBデザインユーザビリティ』池谷義紀

ユーザビリティの投資対効果

プロジェクト予算の10%をユーザビリティ活動に回すと
ユーザビリティは2倍になる(ニールセン)

ユーザビリティに関する有用サイト

U-site

<http://www.usability.gr.jp/index.html>

Usability First

<http://www.usabilityfirst.com/index.txl>