

2014/12/01

担当：栗田

Mental Models of a Cellular Phone Menu. Comparing Older and Younger Novice Users

Martina Ziefle and Susanne Bay

S.Brewster and M.Dunlop(Eds.):MobileHCI 2004, LNCS 3160, pp. 25-37, 2004.

#### Abstract

- ユーザの年齢の違いによる、携帯電話のメニューのメンタルモデルとパフォーマンスの相互関係について検討
- 心的表象は、card-sorting 課題を用いて評価
- 高齢者の参加者(50-64 歳)は、課題を解く正しい心的表象を持っていなかった、数人はメニューの階層構造に気付いていない者もいた
- 若者の参加者(20-32 歳)は、まずまず正しいメンタルモデルを持っていた
- メニューのメンタルマップが正しいほど、機器を使うパフォーマンスが良い
- メニューの階層構造の気づきが、携帯電話を適切に使う上で重要

#### 1. Introduction

- 複雑な階層のメニュー構造をもつ機器を使うとき情報処理を行うために基礎的な能力がいくつか必要
- 記憶能力 (memory ability)
  - 高齢者の記憶能力の減少は、よく知られている問題で、同時に情報処理の速さも衰える(Birren,J.E.,Fisher,L.M. 1995)  
また、情報処理のための資源も減少する(Salthouse,T.A.,Prill,K.A. 1988)
  - メニューの中の機能や位置を覚えておかなければならないので、小さな画面の機器を使う際に重要
  - 記憶能力が高いほど、携帯電話を使うパフォーマンスが良い(Bay,S.,Ziefle,M. 2003)
- 空間能力 (spatial ability)
  - 寿命に近づくにつれ衰える。19-27 歳と 66-77 歳を比較した研究では、96%の心的回転能力が減少した(Ceerella,J.Poon,L.W. 1981)
  - ツリー構造で構成されている携帯電話のメニューの使用には、空間能力が重要な役割を果たしている可能性がある。メニューの機能は様々なレベルで構成されているため、適切なメニューの使用には空間可視化能力が必要である。
  - 階層的に並んだファイルから情報を効率的に探すのに空間的能力は重要。(Vicente,K.J.ら 2003)
  - 全体のメニュー構造が明白でない携帯電話において、ユーザは機能进行操作することを通し、構造の心的表象を構築するので、空間能力が重要かもしれない。
  - 高齢者は携帯電話のユーザインタフェースで操作するとき困難を経験した

(Bay,S.,Ziefle,M 2003)

- 携帯電話の操作を自然環境に例えると 3 種類の知識が重要
  - Landmark knowledge
    - ✓ ルートの中の目立った特徴の知識
  - Procedural knowledge(or route knowledge)
    - ✓ ある点から別の点への移動に必要な一連のつながりの知識
  - Survey knowledge
    - ✓ 情報の全体構造や、その環境における位置やルートの概観の知識
- 高齢者は若者に比べ、空間知識にとって重要な 3 つの種類の知識を獲得するのが困難かどうかについて調査する。
- 研究目的
  - 4 つの共通した課題を経た後、ノービスユーザの若者と高齢者の携帯電話のメニューの階層構造のメンタルモデルを調査する

## 2. Method

- 参加者
  - 大学生 16 人 (20-32 歳)、高齢者 (50-64 歳)
- 携帯電話でよく使う機能に相当する 4 つの課題を行った。
  - 電話帳の中の誰かに電話する
  - 電話帳の中の誰かにテキストメッセージを送る
  - 電話する際、自分の電話番号を表示させないように設定する
  - 電話帳に登録する
- 操作ログをとるため、タッチスクリーンのパーソナルコンピュータ上で Nokia3210、C35i のシュミレータで行った[Figure1,left]
  - シュミレータにすることで、画面やボタンを大きくし、メニューの読みやすさや下位の微細運動能力の点で高齢者の不利にならないようにしている
  - 2 つのシュミレータは同等のサイズ
  - 3 つのメニュー項目が画面上に同時に見ることができる
  - 課題ごとの制限時間 10 分
  - それぞれグループ半分の 8 人が Nokia3210、半分が SiemensC35i を使用
- 課題の前にアンケートを実施
  - 年齢、職業、いくつかの技術機器 (よく使い、使いこなせるもの) 経験
  - 32 人中 21 人携帯を所有していない
  - 所有している 11 人のうち、1 人だけが、電話帳とテキストメッセージを送る
  - 残りの 10 人、電話のみの使用

- アンケートは実験の機器に慣れさせるためタッチスクリーンで出題
- 4つの課題の取り組み後、参加者は体験した、携帯電話の使用の容易さ、メニュー機能の理解と携帯電話のボタンの困難さについて聞かれた
- 携帯電話のメニューの心的表象が **card sorting** 課題で評価された[Figure1,right]
  - 全体のメニュー構造は複雑なので、自分の電話番号が隠れている設定のメニューのブランチの部分だけ課題として出題
  - それぞれメニューの機能が書かれた 22 枚のカードをテーブルにばらばらに広げた
  - 22 枚のカードは、2 つの機器の中の階層のファーストレベルと電話番号を伝えないうようにする設定のブランチの項目に対応
  - 参加者は、メニューでどのように見たかを思い出してテーブルの上のカードを並び替える、わからない時は、最も理にかなうように並び替える
  - 並び替えた後、並べた構造を説明してもらう
  - 実際の構造 (Nokia3210) [Figure2]



Fig. 1. Left: Participant solving the phone task on a computer simulated cellular phone; right: participant arranging the menu functions in the card sorting task

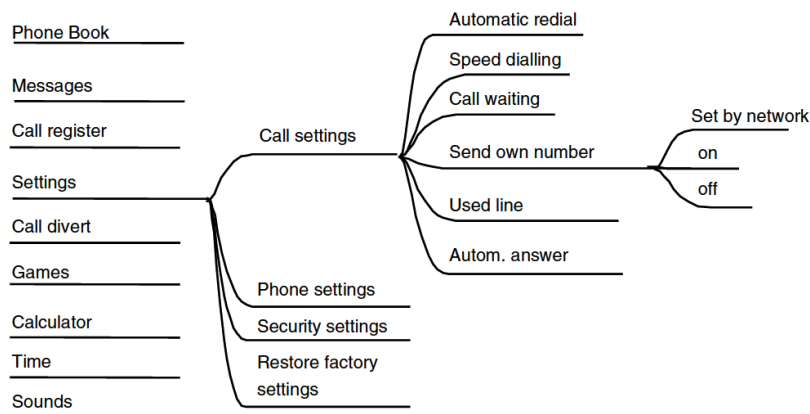


Fig. 2. Menu branch of the Nokia 3210 as example of the structure to be laid in the card sorting task

### 3. Results

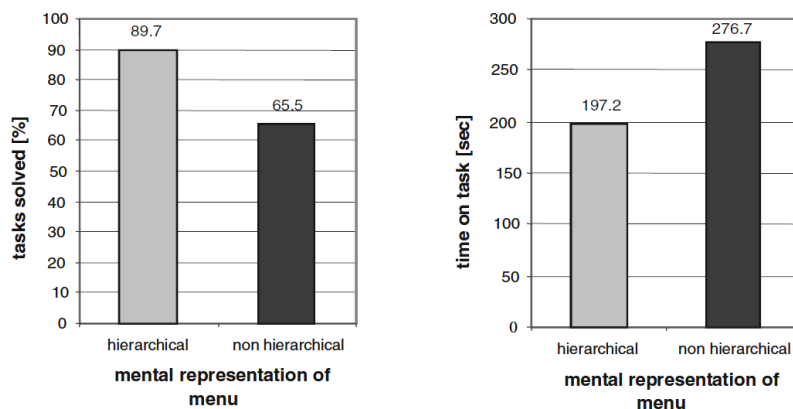
#### ◇ 3.1 Survey Knowledge

- 高齢者のうち 4 人が階層構造にカードを並べなかった
  - 1 人…3 つの集団に分けた（集団間の関係なし）
    - ✓ 画面に見えているメニュー機能をそのまま写した（常に 3 つの項目が表示）
  - 2 人…カードの意味とメニューの機能がイメージできず、全く考えなしに並べた
  - 1 人…それぞれの機能に特定のキーを割り与えれば、最も簡単と説明
- 若者は全員が階層構造にカードを並べた（Table1）

**Table 1.** Number of users who laid a hierarchical and a non hierarchical menu structure in the card sorting task

	Mental representation of cellular phone menu	
	hierarchical	non hierarchical
20-32 years ( <i>N</i> = 16)	16	0
50-64 years ( <i>N</i> = 16)	12	4

- 高齢者(16 人)の階層構造にカードを並べた者と並べなかった者で分析
  - 階層構造に並べた者（12 人）の課題の解決率…平均 80.2%(3.2/4 問)
  - 階層構造に並べなかった者（4 人）の課題の解決率…平均 65.6%(2.6/4 問)
  - 両者の間に有意な差  $t(14)=2.43$ ;  $p<.05$
- 全体(32 人)の階層構造にカードを並べたものと並べなかった者で分析
  - 階層構造に並べた者（28 人）の課題の解決率…平均 89.7%(3.6/4 問)
  - 階層構造に並べなかった者（4 人）の課題の解決率…平均 65.6%(2.6/4 問)
  - 両者の間に有意な差  $t(30)=3.96$ ;  $p<.001$ [Figure3,left]
  - 階層構造の気付きは課題を解く時間にも影響、ただし有意差なし[Figure3,right]



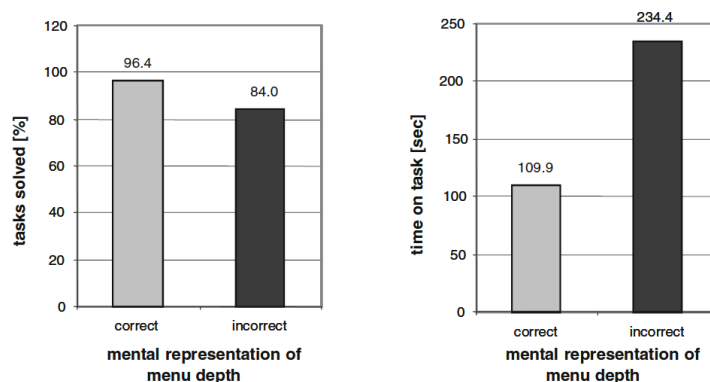
**Fig. 3.** Performance using the cellular phone depending on a hierarchical mental representation of its menu; *N*=32 participants (16 between 20 and 32, 16 between 50 and 64 years)

- メニューの **survey knowledge** (=メニュー構造の心的表象の正確さ) は、参加者が並べたカードの階層の深さの数にも表れている
  - 本来の階層の深さ 4
  - 深さ 4—高齢者…1 人、若者…6 人[Table2]

**Table 2.** Number of users who laid 0 to 5 levels in the card sorting task

	Number of levels in the mental representation of the menu				
	0-1 level	2 levels	3 levels	4 levels	5 levels
20-32 years ( <i>N</i> = 16)	0	3	5	6	2
50-64 years ( <i>N</i> = 16)	4	9	1	1	1

- 正しい深さ 4 の者(7 人)とそれ以外の深さ者(25 人)で課題を解くパフォーマンスを比較 [Figure4]
  - 課題の解決率
    - ✓ 深さ 4 の者…96.4%、それ以外の深さの者…84% ( $t(30)=2.24;p<.05$ )
  - 課題にかかった時間
    - ✓ 深さ 4 の者…109.9sec、それ以外の深さの者…234.4sec ( $t(30)=2.95;p<.01$ )



**Fig. 4.** Performance depending on the correct mental representation of the cellular phone menu's depth; *N*=32 participants (16 between 20 and 32, 16 between 50 and 64 years)

- 階層の深さの正しいメンタルマップを持つ 1 人の高齢者について
  - 課題の解決率
    - ✓ 正しい階層の深さの 1 人…100%、 高齢者残り(15 人)…75% ( $t(14)=2.29;p<.05$ )
  - 課題にかかった時間
    - ✓ 正しい階層の深さの 1 人…140.5sec 高齢者残り(15 人)…281.1sec ( $t(14)=1.7;p=.1$ ) 約 2 倍の違い
  - 若者のパフォーマンス(平均 96.9%、142.1sec)にも対抗

- 高齢者は、一般的に階層が浅い（平均 2.1 levels）、若者（平均 3.4 levels）
- 階層の深さ 3,4,5 の者(16 人,内高齢者 3 人)と階層の深さが 2 以下の者(16 人,階層構造でない者も含む)で比較
  - 課題の解決率
    - ✓ 深さ 3,4,5 の者…94.5%、深さ 2 以下の者…78.9% ( $t(30)=3.84;p<.01$ )
  - 課題にかかった時間
    - ✓ 深さ 3,4,5 の者…167.4sec、深さ 2 以下の者…246.9% ( $t(30)=2.15;p<.05$ )
  - 自分の電話番号が隠れている課題(最も難しく,カードソートに関係ある課題)の正解数
    - ✓ 深さ 3,4,5 の者…13 人が正解,深さ 2 以下の者…5 人が正解( $t(30)=3.20;p<.01$ )
- 高齢者は若者より、メニューの理解がより浅いだけでなく、時として心的表象さえないなど携帯電話のメニューの **survey knowledge** が低かった。
- 低いメンタルモデルは操作のパフォーマンスの低さと関係づけて考えられる。

#### ☆ 3.2 Route Knowledge

- メニューの中の“Setting”から”on”の携帯番号が隠れている機能への正しいルート（4 層）を正確に構成したのは若者の 2 人だけ[Table3]
  - 2 人課題の解決率…100%、それ以外の者…85.8% ( $t(29)=5.61;p<.001$ )
- 4 層のうち 3 層以上正しく構成できた者 12 人（内高齢者 2 人）とそれ以外の者(0~2 層)の人の比較
  - 課題の解決率
    - ✓ 3 層以上…95.8%、2 層以下…81.3% ( $t(30)=3.33;p<.01$ )
  - 課題にかかった時間
    - ✓ 3 層以上…139.8sec、2 層以下…247.6sec ( $t(30)=3.0;p<.01$ ) [Figure5]
- 携帯メニューのパスの **route knowledge** は、若者より高齢者のメンタルモデルの方が、確かに表象が低かった。ルートの表象がよいと、短い時間で携帯電話の課題を解く能力の向上に作用するという理由で、高齢者の低いパフォーマンスを説明できるかもしれない。

Table 3. Number of users who laid the correct route in the card sorting task

	Correct mappings in the mental representation of the route				
	0	1	2	3	4
20-32 years ( $N = 16$ )	0	1	5	8	2
50-64 years ( $N = 16$ )	6	4	4	2	0

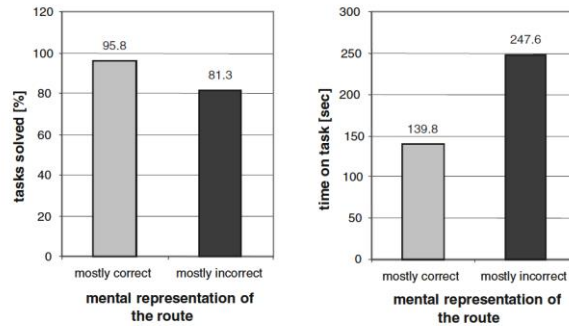


Fig. 5. Performance of users depending on their route knowledge:  $N = 32$  participants (16 between 20 and 32, 16 between 50 and 64 years)

### ◇ 3.3 Landmark Knowledge

- ここでの定義
  - カードソート課題で正しくマッピングした総数=各層の項目と一致して配置した機能の数
- 高齢者…4.5/22 cards を正しく配置、若者…11.4 cards ( $t(30)=5.8; p<.001$ )
- 相関関係[Figure6]
  - 正しく配置した機能の数と課題の解決率  $r=.78(p<.001)$
  - 正しく配置した機能の数と課題にかかった時間  $r=-.65(p<.001)$
- メニュー構造の landmark knowledge が良いほど、より課題を解決し、課題に必要な時間が短い

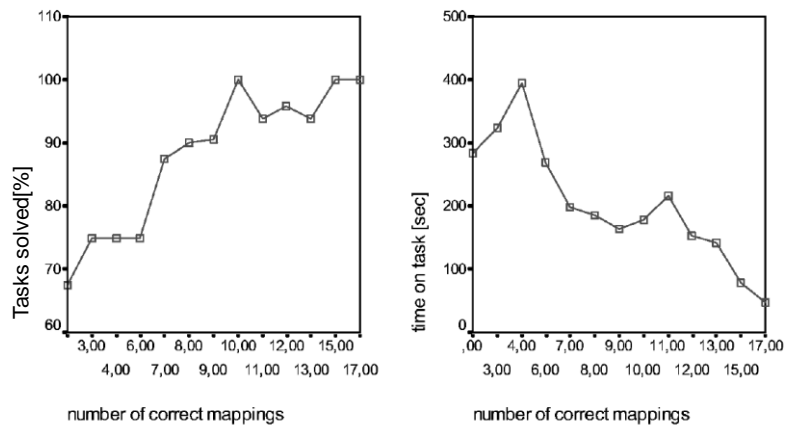


Fig. 6. Performance of users depending on their landmark knowledge:  $N = 32$  participants (16 between 20 and 32, 16 between 50 and 64 years)

2014/12/01

担当：栗田

☆ 3.4 子供のメンタルモデルの結果との比較

- 21 人の子供(9-16 歳)で行ったよく似た研究がある
  - ただし、カードソート課題の前に 2 度 4 つの課題を行っている
- メニューの階層構造に気付かなかった子供…3/21 人
  - 高齢者の結果とよく似ている
- メニューの階層構造に気付いた子供…17 人 平均 3.7/4 levels まで階層を再現
- Survey knowledge に関して
  - 子供 > 若者
  - ただし、カードソート課題の前に 2 度 4 つの課題を行っている
- Route knowledge に関して
  - 7 人の子供が完全にルートを再現 (4 層)
  - 子供 > 若者
- Landmark knowledge に関して
  - 平均正解数 10.2 cards
  - 若者の結果に似ている
- 階層構造に気付いた子供の課題解決率 92.5%、気付かなかった子供 75%
- 自分の携帯番号が隠れている課題を解くとき、ルートの正しい表象をもつ子供は、そうでない子供の 85%少ない時間で解いた。
  - Route knowledge は携帯電話操作のパフォーマンスに大きな影響
- Landmark knowledge と課題にかかった時間との相関は、 $r=-.48$  で今実験より小さかった

#### 4. Discussion and Conclusion

- 構造化された携帯電話のメニューをユーザがどうメンタルモデルするかが、操作のパフォーマンスに大きな影響を与えることが分かった
- 携帯電話の操作のパフォーマンスには 3 つの知識が重要
  - 機能が階層的に並んでいる (survey knowledge)
  - メニューの深さの表象 (route knowledge)
  - 機能がそれぞれどこに位置するか覚える (landmark knowledge)
- 若者と高齢者のメンタルモデルが大いに異なることを確認
  - 高齢者は、いつも階層のモデルを持つわけではない
  - 高齢者は、メニューの浅い表象を持ち、項目を正確にほとんど機能を割り当てられなかった
  - これら的高齢者のメンタルモデルの特性が若者と比べパフォーマンスの低下をもたらす。



2014/12/01

担当：栗田

- 高齢者の携帯を操作するパフォーマンスの低さは、幅広いユーザの要求を満たす携帯電話をデザインするうえで考慮しなければならない
  - 記憶能力の低下
    - ✓ Landmarks の学習の困難
  - 空間能力の低下
    - ✓ ツリーのメニュー構造で方向付けが難しい、特に小さなディスプレイで情報が隠れてしまうとき
  - メニュー構造の機器への経験が少ない
  - 階層のマッピングが難しいのは、高齢者だけでなく、技術に触れていないかなり若い世代にもみられる
- 操作手助けとなる 1 つの方法として、画面上やマニュアルにグラフィカルなヒントを用いて、よりメニュー構造を明確にすること
- 心に十分に表象されていない landmark knowledge、route knowledge は、現在の機器のデザイン認識では、ユーザに大きな記憶の負荷を負わせる。記憶負荷を減らすため、サブメニューとカテゴリの明確な名前付けと機能の割り当てがユーザにとって特に重要