



# Modelling Advanced Mobile Interaction with the Real World



Verantw. Hochschullehrer: Albrecht Schmidt  
Betreuer: Paul Holleis

Beginn: 1.04.2006  
Ende: 1.10.2006



## Das Keystroke- Level Modell (Card, Moran & Newell , 1980)

Interaktion wird auf atomare Interaktionsprimitiven heruntergebrochen.

Jedem Operator wird eine Zeit zugewiesen → Die Zeit einer Interaktion kann Mittels dieser Operatoren berechnet werden.

<b>K</b> , Keystroke	: <b>0.28</b> sec.
<b>P</b> , Pointing	: <b>1.10</b> sec.
<b>H</b> , Homing	: <b>0.40</b> sec.
<b>D</b> , Drawing	: variable
<b>R</b> , Response time	: variable
<b>M</b> , Mental act	: <b>1.35</b> sec.

### **Vorteile:**

- Kann vor der Implementierung angewendet werden
- Schnelle und einfache Methode Interaktionen zu bewerten
- Gerade bei neuen Technologien (z.B. Advanced Mobile Interactions) ist eine Implementierung sehr zeitaufwendig
- Vergleich mehrerer Interaktionen kostengünstig möglich

### **Nachteile:**

- Expert User Behaviour wird vorausgesetzt
- Beurteilung nur über den Zeitfaktor möglich

## KLM – Übersicht

Modell mit Interaktionsprimitiven um die Ausführungszeit einer Interaktion zu bestimmen





## **Fragestellungen der Arbeit**

- **Wie muß herkömmliches KLM modifiziert/ erweitert werden um ein Mobile Phone KLM zu erzeugen**
- Wie interagieren Menschen mit Mobiltelefonen?
- Welche Besonderheiten bei Physical Mobile Interaction?
- Welche Operatoren kann man vom original KLM übernehmen?
- Welche Operatoren müssen neu eingeführt werden ?
- Welche Zeiten haben diese Operatoren?




### Die Operatoren des Mobile Phone KLM:

Initial Act	<b>I</b>	Beginn einer Interaktion
Distraction	<b>D</b>	Ablenkung
Keystroke	<b>K</b>	Tastendruck
Mental Act	<b>M</b>	Cognitiver Aufwand
Pointing	<b>S</b>	Bewegung bei PMI
Gesture	<b>G</b>	Gesteneingabe
Attention Shift macro	<b>A[macro]</b>	Zw. Handy und Real World
Attention Shift micro	<b>A[micro]</b>	Zw. Regionen auf dem Handy
Response time standard	<b>R[std]</b>	Antwortzeit
Response time advanced	<b>R[adv]</b>	Antwortzeit
Execution	<b>E</b>	Zusätzlicher Aufwand bei Pointing
Homing	<b>H</b>	Wechsel zw. Ohr und Hand



# Mobile Phone KLM Schema

Interaction Specification	Interaction Device	Operators	
Real World Portal		<b>R</b> [std] <b>R</b> [ad] <b>A</b> [macro] <b>P</b>	<b>I</b> <b>H</b> <b>A</b> [micro] <b>M</b> <b>G</b> <b>D</b>
Hotkeys		<b>K</b> [Hotkey] <b>E</b>	
Keyboard		<b>K</b> [Keypad]	



## **Ermitteln der Operator Zeiten:**

- Mindestens eine User Study pro Operator

(Meistens 10 Teilnehmer)

- Ermittlung und Auswertung der Zeiten mittels

Videoauswertung

Stoppuhr

Automatisches Loggen (j2me Keylogger)

Eyetracker

- Teilnehmer Rekrutierung aus: Institut, Freundes und Bekanntenkreis

(Jüngster Teilnehmer 20, ältester Teilnehmer 57, 59% Männer – 41% Frauen)

## Initial Act Operator:

### Feldstudie an Personen im Cafe, Büro, Zuhause



Beschreibt die Zeit von der Signalisierung einer Interaktion bis zum tatsächlichen Start einer Interaktion.

(z.B. Handy aus der Tasche holen, Platzierung am Ohr)

Feldstudie:

5.4 sec. (Fremdinitiiert) stabw.: 2.54 sec.

4.0 sec. (Selbstinitiiert) stabw.: 2.09 sec.

Kontrollierte Bedingungen:

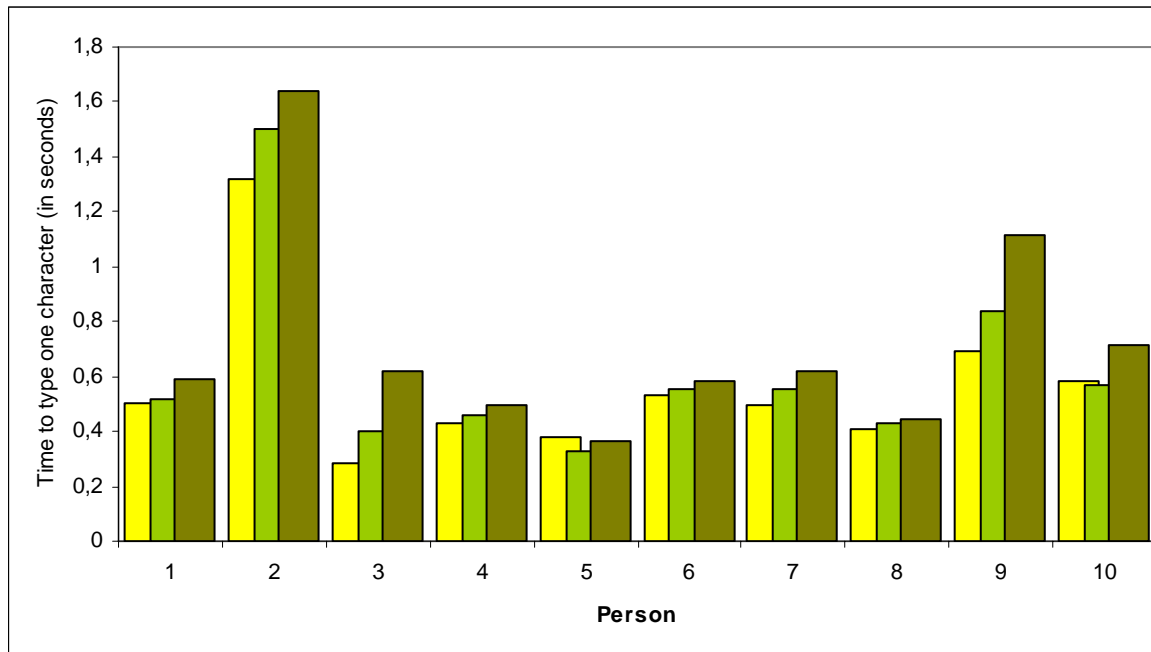
**I = 1.18 sec.** (Best Case) stabw.: 0.13 sec.

## Distraction Operator:

Multiplikativer Faktor einer Interaktionskette, beschreibt Interaktionszeitverlängerung  
Wenn Nutzer abgelenkt werden

3 Interaktionssituationen:

- Geschlossener Raum
- Stehen an einer belebten Strasse
- Laufen auf an einer belebten Strasse



Standing on a busy street	Walking on a busy street
Multiply the interaction with <b>1.06</b>	Multiply the interaction with <b>1.21</b>

## Keystroke Operator:

J2me Keylogger implementiert, der die Zeiten für die einzelnen Keystrokes mißt

### Keystrokes (Keypad):



Gemessen: Zeit zwischen Keypress – Keyrelease: 0.14 sec.

Keystroke + Finger Movement: **0.36 sec.**

### Keystrokes (Hotkeys):

Zeit zwischen Keypress – Keyrelease: 0.08 sec.

Keystroke + Finger Movement: **0.16 sec.**



## Mental Act Operator:

Übernommen vom original KLM, da nicht zu erwarten, dass sich dieser Operator bei mobilen Interaktionen unterscheidet.

**M = 1.35 sec.**

Dunlop, Crossan; *Predictive text entry methods for mobile phones*; Personal Technologies, 4(2-3), 2000

Haunold, Kuhn; *Keystroke Level Analysis of a Graphics Application: Manual Digitizing*; In Proceedings of CHI 1994, 1994, 337- 343

Christina James, Kelly Reischel; *Text Input for Mobile Devices: Comparing Model Prediction to Actual Performance*; In Proceedings of CHI 2001, 365- 371

## Pointing Operator: Bewegung mit dem Handy zu einem Ziel (Marker, Tag)

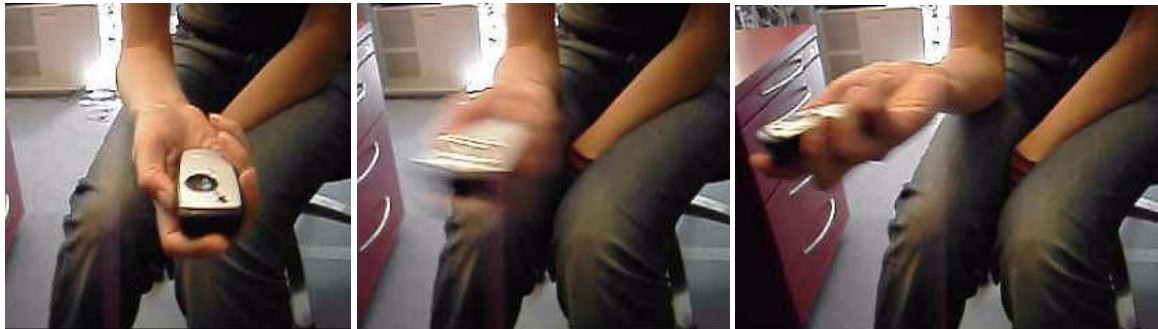
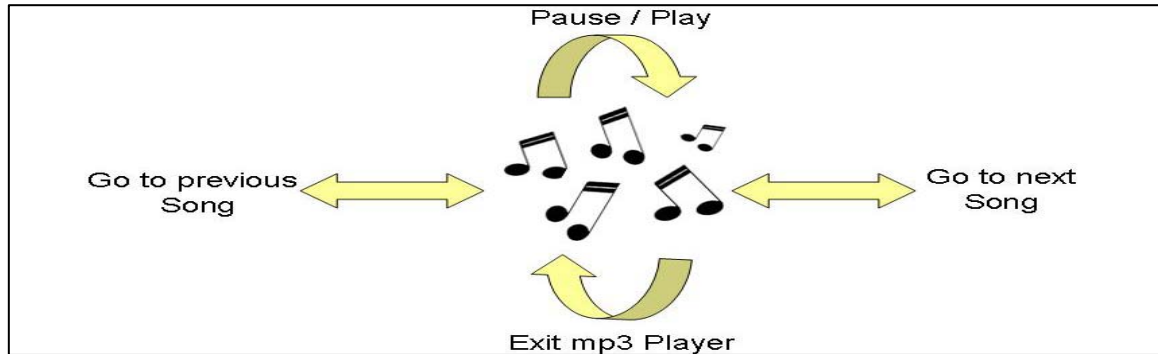


**P = 1.0 sec.**

## Execution Operator: Zusätzlicher Aufwand nach Pointing Operationen (z.B. Marker mit Kamera anvisieren)

**E = 1.23 sec.**

## Gesture Operator: Einfache Bewegungseingabe auf dem Handy



**G = 0.80 sec.**



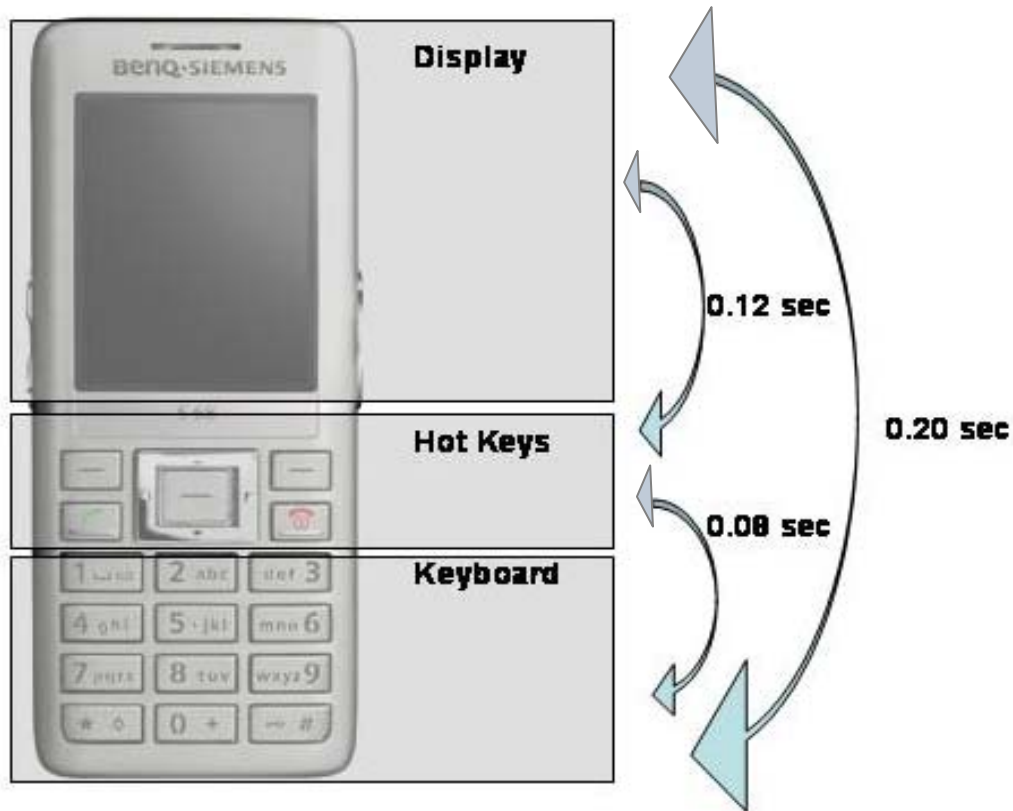
## Attention Shift [macro] Operator: Attention Shift zwischen Handy und Real world



**A [macro] = 0.36 sec.**

# Attention Shift [micro] Operator: Attention Shift zwischen den 3 Regionen des Handys





Falls keine Unterscheidung zw. einzelnen Regionen gewünscht  
**Attention Shift [micro] = 0.14 sec.**



## System Response Time Operator: Reaktionszeit des Mobiltelefons

**Standard Response Time:** 0 sec.

Annahme, dass das Handy unmittelbar auf Eingaben reagiert

Robert Amant, Thomas Horton, *Frank Ritter; Model- based Evaluation of Cell Phone Menu Interaction*; CHI 2004: 343-350; 2004

Dunlop, Crossan; *Predictive text entry methods for mobile phones*; Personal Technologies, 4(2-3), 2000

**Advanced Response Time: variabel, z.B.**

Interaction Technique / Application	System Response Time
NFC	<b>2.58</b> seconds
Visual marker	<b>2.22</b> seconds
Open camera	<b>2.00</b> seconds
Open web browser	<b>4.56</b> seconds
Open video file	<b>3.02</b> seconds
Send text message	<b>3.70</b> seconds



## Homing Operator: Wechsel zwischen Hand und Ohr



**Homing = 0.95 sec.**

## Anwendung des Modells:

- Ausführungszeit einer Interaktion:

$$T_{execute} = \sum_{op \in OP} n_{op} \cdot op$$

$$T_{execute} = \sum_{op \in OP} (n_{op} + d_{op} \cdot X_{slight} + D_{op} \cdot X_{strong}) \cdot op$$

OP = {E P G H I K M R A<sub>micro</sub> A<sub>macro</sub>}

$n_{op}$ : #op with no distraction

$d_{op}$ : #op with slight distraction

$D_{op}$ : #op with strong distraction

Xslight : 1.06

Xstrong: 1.21



## Heuristiken für Mobile Phone KLM

Heuristiken für die Plazierung aller Operatoren wurden aufgestellt, z.B.:

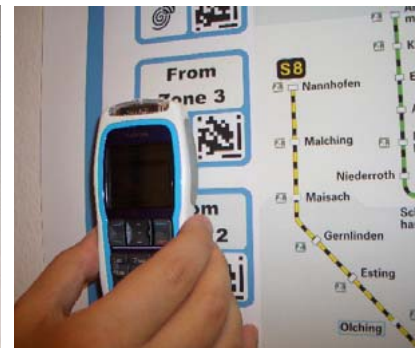
- **Mental Act** Operator Heuristiken von original KLM übernommen und angepaßt.
- Beispiel **Homing** Operator:  
Setze Operator vor jeden Ohr – Auge, Auge – Ohr Switch  
Bei einem Ohr – Auge Switch ist zusätzlich ein Mental Act Operator zu setzen
- **Micro Attention Shift** Operator:  
Zu setzen vor jedem Character to type, NICHT vor jedem Keystroke

## Mobile Phone KLM Evaluierung

Szenario: PERCI Transportation Ticket Service (Auswählen und Kauf eines bestimmten Tickets + sms schreiben: „Ich komme um 5 an.“)

Messen der Interaktionszeit mit:

- Mobile Phone KLM
- Zeitmessung während einer Nutzerstudie



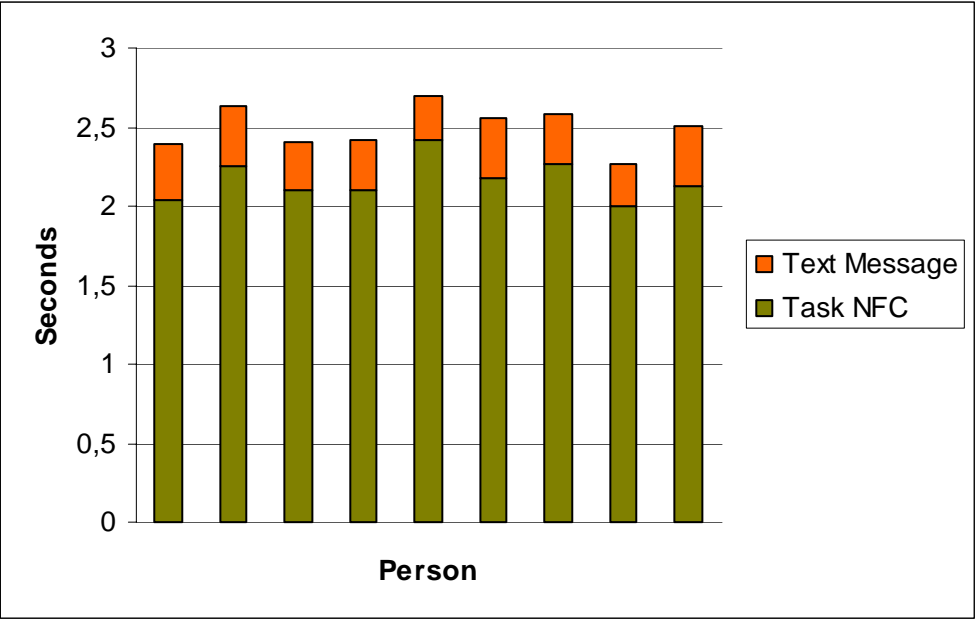
## PERCI Transportation Ticket Service – Mobile Phone KLM

Auszug:

Description	Operators	Time
Pick up the mobile phone from your pocket	I	1.18 sec.
Enter main menu	M, H [Hotkey]	1.35 sec. 0.16 sec.
Go to `Programs`	M, 3 H [Hotkey]	1.35 sec. 3 x 0.16 sec.
Select `Programs`	M*, K [Hotkey]	0.16 sec.
Go to `Collection`	M, H [Hotkey]	1.35 sec. 0.16 sec.
Select `Collection`	M*, K [Hotkey]	0.16 sec.
Select `Choose program`	M*, K [Hotkey]	0.16 sec.
Open PERCI application	M, K [Hotkey]	1.35 sec. 0.16 sec.
Wait for program to open	R **	4.63 sec.
Read instruction	M	1.35 sec.
Scroll down	M*, K [Hotkey]	0.16 sec.
Read instruction	M	1.35 sec.
Attention shift from mobile phone to poster	M, A [macro]	1.35 sec., 0.36 sec.
Movement to tag	P	1.00 sec.
Effort to accomplish NFC interaction	E	0.00 sec.



# PERCI Transportation Ticket Service – User Study 9 Teilnehmer



Standard Abweichung: 14 sekunden

Outcomes of the user study	Mobile Phone KLM	Correctness
<b>2.50</b> minutes	<b>2.54, 84</b> minutes	<b>98 %</b>



## Vergleich von Interaktionstechniken mit Mobile Phone KLM

PERCI Transportation Ticket Service mit 2 Interaktionsmöglichkeiten:  
- Physical mobile Interaction  
- Direct Input (Webbrowser)

User Study		Mobile Phone KLM	
Direct Input	NFC interaction	Direct Input	NFC interaction
1.57 minutes	2.17 minutes	2.03 minutes	2.27 minutes

Verhältnis der beiden Interaktionen:  
User Study            100 : 83 (NFC : DI)  
Mobile Phone KLM 100 : 80 (NFC : DI)  
=> **Correctness of 97%**



## Conclusions:

- Ein Modell wurde entwickelt um die Interaktionszeiten mobiler Anwendungen zu berechnen
- Die Operatoren des CMN KLM wurden für mobile Interaktionen modifiziert und neue Operatoren wurden eingeführt
- Die Zeiten der Operatoren wurden in zahlreichen Nutzerstudien ermittelt
- Das Modell wurde evaluiert und erreichte sehr gute Ergebnisse

## Future Work:

- Überprüfung des Modells durch umfangreichere Nutzerstudien nötig um Validität zu bestätigen
- Wie kann man z.B. Novice User modellieren?
- Integrieren von Lernkurven möglich?
- Ständige Erweiterung und Überprüfung des Modells mit der Einführung neuer Technologien



**VIELEN DANK**