

# Texteingabe für mobile Geräte

Mihail Tsvyatkov

LFE Medieninformatik  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Amalienstraße 17, 80333 München, Germany  
mihail@ifi.lmu.de

**Zusammenfassung** Texteingabetechniken für mobile Endgeräte sind hier vorgestellt. Die Texteingabetechniken sind in drei grösseren Gruppen unterteilt. "Tasten-basierte Texteingabetechniken" umfasst die derzeit weitverbreitete MultiTab-Technik, die Zwei-Tasten Begriffsklärung, die Linguistische Begriffsklärung (T9, LetterWise, WordWise) und Chording. Die zweite Gruppe "Touchscreen-Texteingabe" bezieht Touchscreen-Tastaturen und die Auswirkung ihrer Grösse auf die Geschwindigkeit der Texteingabe und Unistrokes (Unistrokes, Graffiti, MDTIM), zu dem römischen Alphabet alternative Buchstabenmengen, die als Texteingabe-Technik für Stift-basierte Benutzeroberflächen gedacht sind, und Komplexität von unterschiedlichen Unistrokes-Buchstabenmengen ein. "Kippmethoden" beinhaltet einfache Kippnavigationsvorgänge, Tilt-Type (Texteingabe für sehr kleine Endgeräte) und TiltText (Texteingabe für Mobiltelefone). Diese Kippmethoden beruhen alle auf die Idee von der Kombination Tastendruck und Kippen des Geräts in einer der Kompassrichtungen, mit derer Hilfe ein Objekt oder ein Textsymbol eindeutig ausgewählt eingetippt wird. Ausgeführte Experimente, Ergebnisse und Vergleiche zwischen der Techniken unterschiedlicher Gruppen sind auch vorgestellt und behandelt.

## 1 Einleitung

Die erfolgreichste Schnittstelle für Texteingabe derzeit ist die Standard-PC-Tastatur. Da aber sie in ihrer Standardgrösse für kleinere Endgeräte wie z.B. Handys nicht besonders anwendbar wäre, wird seit Jahren nach ihrer Modifikation oder nach Alternativen zu dieser Texteingabe-Technik geforscht. Solche Modifikationen sind z.B. die schon weitverbreitete MultiTab-Technik, oder die T9, die z.B. bei Handys, bei SMS-Texteingabe verwendet werden. Da aber die Leistungsfähigkeiten von mobilen Endgeräten immer stärker werden, steigen auch die Forderungen. Man könnte schon z.B. mit seinem Mobiltelefon Mails schreiben und verschicken. Die Texteingabegeschwindigkeit von MultiTab ist schon akzeptabel bei SMS-Texteingabe, doch nicht so aber bei Mail-Texteingabe. Deswegen werden andere Alternativen untersucht, die z.B. in Pen-basierte Benutzeroberflächen angewendet werden könnten. Das sind z.B. virtuelle Tastaturen oder Strategien zur Erkennung von Textsymbolen, die mithilfe eines Pens auf einem Touchscreen gezeichnet werden. Diese Alternativen haben auch seine Nachteile, z.B. dass der Benutzer mit den beiden Händen operieren soll. Es existiert

noch andere interessantere Gruppe von Texteingabe-Techniken, das sogenannte "Kippen", bei dem z.B. ein Knopfdruck mit dem Kippen des entsprechenden Geräts in einer der Kompassrichtungen kombiniert wird, und dadurch eindeutig ein Textsymbol ausgewählt und im Gerät eingetippt wird. Interessant hier ist, dass die Technik TiltText z.B. eine mit 22.9% höhere Texteingabegeschwindigkeit im Vergleich zu MultiTab zeigt.

Diese Vielfalt von Texteingabetechniken und die noch gemachten Experimente, Resultate und Vergleiche unter diesen Texteingabetechniken werden im Folgenden vorgestellt.

## 2 Tasten-basierte Texteingabetechniken

Tasten-basierte Texteingabetechniken sind derzeit am intuitivsten und am nächsten zu den Benutzern. Viele Mobiltelefone sind wegen ihrer Grösse mit dem bekannten 12-Tasten (0-9, \*, und #) Standardtastatur ausgestattet. Es ist aber klar, dass eine eindeutige Zuordnung der 12-Tasten zu den Textsymbolen eines Alphabets wie z.B. des deutschen (30 Buchstaben) oder des englischen (26 Buchstaben) nicht möglich wäre - zu jeder Taste müssen mehr als eine Buchstabe zugeteilt werden. Um diese Uneindeutigkeit der Buchstabenauswahl zu vermeiden, werden drei Haupttechniken verwendet: MultiTab, Zwei-Tasten Begriffsklärung, Linguistische Begriffsklärung. Es existiert aber noch eine Tasten-basierte Eingabetechnik, das Chording, die die Geschwindigkeits- oder die Sprachabhängigkeitsnachteile von den anderen drei Techniken einigermaßen vermeiden lässt, so nach [1].

Diese vier Texteingabetechniken werden im Folgenden vorgestellt.

### 2.1 MultiTab

Fast Jeder, der mal ein Mobiltelefon hatte oder hat, kennt MultiTab. Vielleicht nicht als Begriff, aber schon z.B. als die Methode für die SMS-Texteingabe, die er benutzt.

Die Idee von MultiTab ist, dass eine Buchstabe innerhalb einer Gruppe von Buchstaben, die zu einer der Tasten zugeteilt ist, durch das ein- oder mehrmalige Drucken der Taste eindeutig ausgewählt wird. Z.B. bei der 12-Tasten Standardtastatur (Abbildung 1) erscheinen meistens die Buchstaben 'w', 'x', 'y', 'z' auf die Taste 9. Wenn diese Taste einmal gedrückt wird, liefert dies w, zweimal - x, dreimal - y, und viermal - z. Ein Problem taucht aber auf, wenn der Benutzer versucht zwei Buchstaben einzutippen, die beide zu der gleichen Taste zugeteilt sind. Wenn die Taste 9 dreimal gedrückt wird, dann gibt es 3 Möglichkeiten dies als Buchstabensequenzen, die der Benutzer eintippen möchte, zu interpretieren: 1) allein die Buchstabe 'y'; 2) 'wx' - einen Tastendruck für 'w' und 2 für 'x'; 3) 'xw' - 2 Tastendrucke für 'x' und ein für 'w'.

Um dies zu überwindet, wird ein Timeout (normalerweise eine oder zwei Sekunden) für ein Tastendruck eingesetzt. Dies bedeutet, dass wenn innerhalb des Dauers des Timeouts keine Taste gedrückt wurde, dies als Zeichen für das Ende

der Buchstabeneingabe angenommen wird. Um z.B. 'wx' einzutippen, muss der Benutzer nach diesem Modell zuerst einmal die 9 Taste drücken, dann auf das Timeout warten, und letztendlich wieder die 9 Taste zweimal drücken.

Weil aber das Timeout die Texteingabegeschwindigkeit verzögert, wird oft eine "Timeoutlöschen"-Taste eingesetzt, die ermöglicht, das Timeout zu überspringen.

MultiTab behebt Uneindeutigkeit, aber ist relativ langsam im Gegensatz zu der Standard-PC-Tastatur. Die Tastenschläge pro Buchstabe (TSpB) ist ca. 2,03[2].



Abbildung 1. 12-Tasten-Standardtastatur.

## 2.2 Zwei-Tasten Begriffsklärung

Eine Modifikation von MultitTab ist die Zwei-Tasten Begriffsklärung. Bei dieser Texteingabetechnik muss der Benutzer zwei Tasten schnell nacheinander drücken, um eine Buchstabe einzugeben. Den ersten Tastendruck wählt die Buchstabengruppe, die zu der entsprechenden Taste zugeteilt ist. Und den zweiten Tastendruck bestimmt die Position der gewünschten Buchstabe innerhalb der Buchstabengruppe. Um z.B. die Buchstabe 'x' zu wählen, muss der Benutzer zuerst die Taste 9 drücken, um die Gruppe mit den Buchstaben 'w', 'x', 'y', 'z' zu selektieren, dann die Taste 2, wenn die Buchstabe 'x' die Position 2 innerhalb der Gruppe hat.

Diese Technik ist einfach, aber konnte keine grosse Popularität gewinnen. Ihre TSpB ist 2[2].

## 2.3 Linguistische Begriffsklärung

Es gibt eine Reihe von linguistischen Begriffsklärung-Techniken, die auch nicht so wenig populär sind, und die anderer Texteingabetechniken wie z.B. dem MultiTab Beihilfe leisten. Ein Beispiel ist die T9 ([www.tegic.com](http://www.tegic.com)), die zu einer Sequenz von Tastendrücker alle mögliche Permutationen unter den Buchstaben der Buchstabengruppen berechnet, und dann diese Permutationen mit den Wörtern

in einem Wörterbuch vergleicht. Die Tastensequenz 2, 3, 4 wird z.B. 27 mögliche Buchstabensequenzen ergeben - 3 Buchstaben zu jeder der drei Tasten ist gleich 27 Permutationen. Viele von diesen Buchstabensequenzen haben keine Bedeutung und werden abgelehnt. Uneindeutigkeit taucht aber auf, wenn mehr als eine sinnvolle Buchstabensequenz möglich ist. Z.B. die Tastensequenz 3, 7 ergibt mindestens zwei mögliche sinnvolle Worte in Deutsch - 'er' und 'es'. Falls das System das falsche Wort ausgibt, dann kann der Benutzer mithilfe einer "Nächst"-Taste zu der anderen möglichen sinnvollen Permutation wechseln. Die TSpB hier ist nahe zu 1 (für Englisch ähnliche Wörter)[2]. Neuere linguistische Begriffsklärungstechniken wie LetterWise[2] und WordWise ([www.eatoni.com](http://www.eatoni.com)) zeigen auch eine gute Leistung mit feinen Vorteilen als früheren Techniken.

Diese Gruppe von Texteingabetekniken mit der TSpB gleich 1, stellt eine erfreuliche Performanz dar. Sie hat aber den Nachteil, dass sie spracheabhängig ist - bei der T9 z.B. muss das Wörterbuch an der Sprache, die der Benutzer für Texteingabe benutzt, angepasst werden. Den Wert von TSpB könnte auch dann nicht mehr 1 sein. Ein weiteres Problem taucht auf, wenn der Benutzer Abkürzungszeichen benutzt, was nicht so selten passiert. Dann ist die Wahrscheinlichkeit, diese Abkürzung überhaupt im Wörterbuch enthalten zu sein, gering und der Benutzer könnte per "Nächst"-Tastendruck die gewünschte Permutation nicht erreichen.

Anderer Nachteil ist, dass bei den Linguistischen Begriffsklärung-Techniken der Benutzer Augenkontakt mit dem Bildschirm des mobilen Geräts haben sollte, um linguistische Uneindeutigkeiten zu lösen, was nicht unbedingt nötig bei MultiTab ist.

## 2.4 Chording

HandyKey Twiddler (Abbildung 2) ist einhandige Chording-Tastatur mit einer Tastenverteilung ähnlich zu dieser eines Mobiltelefons. Der Twiddler hat 12 Tasten, die im Gitter mit drei Spalten und vier Reihen geordnet sind. Jede Reihe wird von einem der vier Finger bedient. An dem oberen Ende hat der Twiddler noch einigen Wandler-Tasten wie z.B. "Alt", die von dem Daumen bedient werden. Der Benutzer hält das Gerät wie eine Tasse mit den Tasten in der Richtung gegen des Körpers. Im Gegensatz zu MultiTab, bei dem der Benutzer eine Sequenz von Tasten drückt, um ein Textsymbol einzutippen, drückt der Benutzer beim Twiddler mehrere Tasten gleichzeitig - jede Buchstabe des englischen Alphabets könnte so bei einem oder zwei gleichzeitige Tastendrucke ausgewählt werden. Der Twiddler hat auch die Eigenschaft, dass der Benutzer selber eine Kombination von Tasten definieren könnte, aus die sich nicht nur eine Buchstabe, sondern auch eine Buchstabensequenz ergeben kann. Eine solche sinnvolle Sequenz wäre eine oft verwendete Sequenz wie z.B. 'und' in Deutsch. Abbildung 3 zeigt die Standardtastenkombinationen für den Twiddler. Die Ketten aus vier Zeichen in der Fingers-Spalte beschreibt, welche Tasten gedrückt werden sollen - ein Zeichen für jede Reihe. 'L' bedeutet die linke Tastenspalte, 'M' - die mittlere, 'R' - die rechte, und eine '0' bezeichnet, das keine Taste gedrückt soll. Für die Buchstabe 'a' z.B. steht die Zeichenkette 'L000', was bedeu-

tet, dass der Benutzer nur die linke Taste aus der obersten Reihe des Twiddlers drücken muss. Hier muss beachtet werden, dass links aus der Perspektive von der Benutzer gemeint ist. Die TSpB ist hier 1.4764[1].

Interessant beim Chording ist, dass es als die schnellste Texteingabe-Technik unter MultiTab, Zwei-Tasten Begriffsklärung, T9, LetterWise, TiltText erweist, wenn sich der Benutzer mit Chording auskennt, wie es Abbildungen 4 mit der Lernkurve für MultiTab und Chording und 5 darstellten. Für mehrere Informationen über die gemachte Experimente und die Resultate, die in den Abbildungen angezeigt sind, siehe [1].

Chording hat aber auch seine Nachteile. Chording ist nicht intuitiv zu bedienen und deswegen muss der Benutzer zuerst die Tastenkombinationen lernen. Weiter muss Chording im Mobiltelefon eingebaut werden, so dass es auch leicht und von jeder zu bedienen ist. Dann müssen damit erneut Experimente über die Texteingabegeschwindigkeit gemacht werden (die Experimente in [1] wurden mit der einhändigen Chording-Tastatur gemacht).



**Abbildung 2.** Twiddler-Tastatur. Links als MutiTab, rechts als Chording

### 3 Touchscreen-Texteingabe

Touchscreen Mensch-Maschinen Interaktionen finden immer grössere Anwendung und gewinnen immer grössere Popularität. Beispiele dafür sind Informationskioske, Bankautomaten. Die Interaktionen finden meistens statt, indem der Benutzer Information per virtuelle Tastatur eintippt und dann gewünschte Informationen oder Vorgänge durch das Drucken einer virtuellen Taste fordert. Und Touchscreen-Tastaturen werden schon z.B. in Palmtops benutzt.

Ferner werden in Stift-basierten Benutzeroberflächen Handschrift-Erkennungstechniken zur Texteingabe benutzt, deren Verarbeitungsprozess von dem Einsatz von Unistrokes - eine zu dem römischen Alphabet alternative Buchstabenmenge - vereinfacht wird.

Diese zwei Gruppen von Touchscreen Texteingabe-Techniken werden im Folgenden behandelt.

Fingers	Char	Fingers	Char	Fingers	Char
L000	a				
0L00	b	RL00	i	ML00	r
00L0	c	R0L0	j	M0L0	s
000L	d	R00L	k	M00L	t
M000	e				
0M00	f	RM00	l	MM00	u
00M0	g	R0M0	m	M0M0	v
000M	h	R00M	n	M00M	w
R000	Space				
0R00	Delete	RR00	o	MR00	x
00R0	Backspace	R0R0	p	M0R0	y
000R	Enter	R00R	q	M00R	z

Abbildung 3. Tastenzuordnung für Chording.

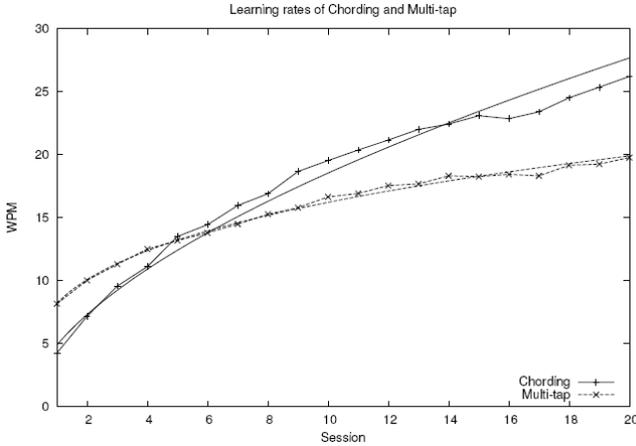
### 3.1 Touchscreen Tastaturen

Virtuelle oder Touchscreen-Tastaturen haben den Vorteil, dass der Benutzer Eigenschaften wie Layout, Sprache, Grösse der Tastatur anpassen könnte, was bei einer Standard-PC-Tastatur nicht möglich ist. Diese Flexibilität, der Anpassung der Grösse besonders, könnte für Situationen geeignet sein, wo kleinere, mobile Endgeräte verwendet werden.

Eine Studie für die Auswirkung der Grösse der Touchscreen-Tastatur auf die Geschwindigkeit der Texteingabe wurden durchgeführt[3]. Dabei wurde die lift-off Strategie für Tastendruck verwendet, bei dem, wenn der Bildschirm mit einem Finger oder einem Stift berührt wird, ein Cursor erscheint und eine der virtuellen Tasten erst dann gedrückt wird, wenn der Finger oder der Stift vom Schirm abgehoben wird. Der Grund für die Wahl der lift-off-Strategie war, dass bei der Land-on-Strategie bei sehr kleinen Tastaturgrössen viele Schreibbefehle auftauchen. Vier Tastaturgrössen wurden untersucht: 24,6(grosse), 13,2(mittlere), 9,0(kleine), 6,8(extra kleine) cm von der Q- zu der P-Taste. Nummern und Zeichensetzungstasten wurden ausgelassen.

Die Ergebnisse der Studie(Abbildung 6) lieferten die erwartete Antwort, dass je kleiner die Touchscreen-Tastatur ist, desto kleiner die Texteingabegeschwindigkeit. Es ist zu erwähnen, dass bei der Studie eine Touchscreen verwendet wurde, die auf eine Sequenz von Berührungen reagiert und ihre Reaktionszeit nicht so klein war, was eine Auswirkung auf die Schreibgeschwindigkeit haben könnte.

Ein Nachteil der Touchscreen-Tastatur ist, dass, wenn z.B. bei PDA's eingesetzt, sie in den meisten Fällen mit den beiden Händen bedient werden soll - ein Hand für das Halten der PDA und ein für den Stift.



**Abbildung 4.** Lernraten für MultiTab und Chording.

### 3.2 Unistrokes

Unistrokes (Abbildung 7) ist gedacht als Texteingabe-Technik für Stift-basierte Benutzeroberflächen[4], [5]. Es ist eine zu dem römischen Alphabet alternative Buchstabenmenge. Jede Buchstabe wird mit einem Zug(Stroke) geschrieben. Dies erleichtert die Handschrift-Erkennung bei der Zerlegung in einzelne Buchstaben - das Stift-hinauf- und Stift-herab-Ereignis machen die eindeutig erkennbar.

Nach dem Erscheinen von Unistrokes, wurden andere Buchstabenmengen wie Graffiti und MDITIM vorgeschlagen mit Eigenschaften nahe zu diesen von Unistrokes.

**Graffiti** Unistrokes gewann aber nicht so grosse Popularität, und der Hauptgrund dafür war, dass es nicht genug ähnlich zu den regulären handgeschriebene oder gedruckte Buchstaben ist - Unistrokes muss gelernt werden. Palm Inc. entwickelte Einzelzug-System, genannt Graffiti, das in ihrem Palm-Produkt verwendet wurde.

Das Graffiti-Alphabet ist in Abbildung 8 gezeigt. Es hat auch Striche für Zeichensetzung, Nummern, symbolische Buchstaben und Moduswechsel(Gross- gegen Kleinbuchstaben), die aber in der Abbildung nicht gezeigt sind. Strich für Backspace ist auch vorhanden. Der Hauptvorteil von Graffiti vor Unistrokes ist, dass es viel ähnlicher zu handgeschriebene Buchstaben ist. - 79% von den Graffiti-Strichen entsprechen dem römischen Alphabet[5].

**MDTIM** MDTIM steht für 'minimal device-independent text input method' oder minimale Gerätunabhängige Texteingabemethode. Es wurde auf die Behauptung entwickelt, dass die leichteste Bewegungen die mit einem Stift auf

Method	Keyboard	Experience	WPM
Chording, MCCs	Twiddler	expert	65.3
Chording	Twiddler	expert	59.7
Chording	Twiddler	400 min	26.2
LetterWise [9]	desktop keypad	550 min	21.0
T9 [5]	Nokia 3210 phone	expert	20.36
Multi-tap	Twiddler	400 min	19.8
Multi-tap [9]	desktop keypad	550 min	15.5
TiltText [18]	Motorola i95cl phone	165 min	13.57
Multi-tap [18]	Motorola i95cl phone	165 min	11.04
T9 [5]	Nokia 3210 phone	novice	9.09
Multi-tap [5]	Nokia 3210 phone	novice	7.98
Multi-tap [5]	Nokia 3210 phone	expert	7.93
Multi-tap [1]	desktop keypad	n/a	7.2
Two key [1]	desktop keypad	n/a	5.5

**Table 2:** Comparison of text entry rates for mobile phone keypads.

### Abbildung 5. Vergleiche von Texteingabemethoden für Mobiltelefone.

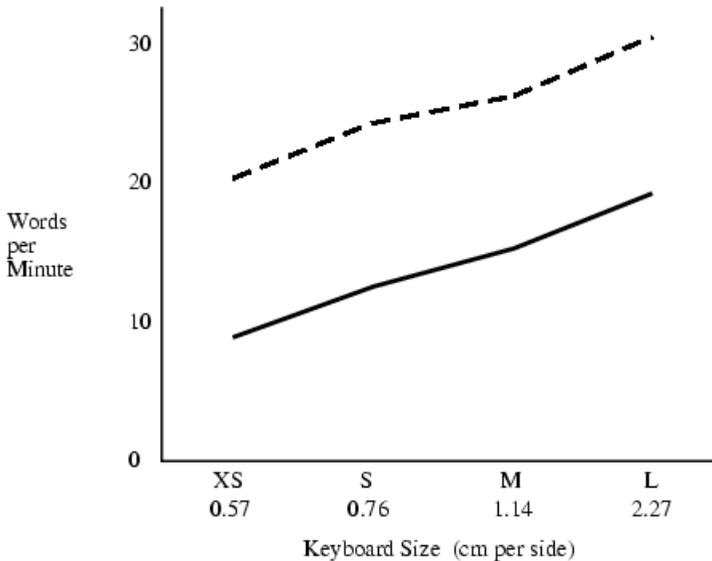
einem Touchscreen gemacht werden könnten, sind die in den Kompassrichtungen: oben, unten, links, rechts. Das Alphabet ist in Abbildung 9 zu sehen. Zu oft benutzten Buchstaben entsprechen kürzere Striche. Die gemessene mittlere Texteingabe-Geschwindigkeit von MDTIM ist 7,5 Wörter pro Minute, aber die Studie war nicht längstläufig und es zeigten sich immer noch Verbesserungen auch am Ende der Teste.

Aber MDTIM leidet unter demselben Nachteil wie Unistrokes und viele andere solche Texteingabemethoden - das Alphabet ist unter den normalen Benutzern nicht bekannt.

### Komplexität von unterschiedlichen Unistrokes-Buchstabenmengen

Um die unterschiedlichen Unistrokes-Alphabet zu vergleichen, schlägt Isokoski[4] ein Modell für Vorhersage der Schreibzeiten von Experten in einem beliebigen Unistrokes-Alphabet. Das ausgewählte Modell wird ungefähr nach den folgenden Regeln angewendet: 1) Jede gerade Linie, die nötig für das Zeichen einer Buchstabe ist, ist von Komplexität eins; 2) Runde Figuren werden zu einer minimalen Zahl von geraden Linien; 3) Wenn die Buchstabe aus mehr als einem einzelnen Strich besteht, verbinde den Endpunkt von Strich  $n$  mit dem Startpunkt von Strich  $n + 1$  mit einer zusätzlichen geraden Linie; 4) Zähle die Linien, um die Komplexität für eine Buchstabe zu berechnen. Ein Beispiel von Buchstaben mit deren minimalen geradlinigen Versionen kann man in Abbildung 10 sehen.

Die Komplexität von den vier Buchstabenmengen - römische Druckschrift, Grafitti, Unistrokes und MDTIM, ist in Abbildung dargestellt. Die zweite Spalte "weight" gibt die Häufigkeit von der entsprechenden Buchstabe in der englischen Sprache an. Die Zahlen in der letzten Reihe zeigen die Komplexität für jede Buchstabenmenge. Diese Zahlen wurden erhalten aus der mittlere Wert der Werte, die sich beim Multiplizieren der Komplexität jeder Buchstabe mit seiner Häufig-



**Abbildung 6.** Abbildungsbeschriftung, kann auch lang sein, sollte es aber nicht. Kurze Beschreibung was im Bild gezeigt wird, sollte grob auch ohne den Text gelesen zu haben zu verstehen sein.

keit ergeben. Diese Werte zeigen, dass Unistrokes die Menge mit den einfachsten Buchstaben ist.

Zur Erinnerung, diese Werte betreffen aber nur die Vorhersage der Schreibzeit der Buchstaben.

## 4 Kippmethoden

Statt des Einsatzes von einem reinen Tasten-basierte oder einer Touchscreen-basierten Texteingabetechnik gibt es andere Möglichkeiten, um mit einem mobilen Endgerät zu operieren. Eine solche Möglichkeit ist die Kombination von einem Tastendruck und dem Kippen des entsprechenden Geräts in einer der Kompassrichtungen.

Im Folgenden werden Techniken vorgestellt, die das Kippen als Interaktion zwischen dem Benutzer und dem Endgerät einsetzen, Interaktionen von einfacher Menu-Navigation bis zu Texteingabe.

### 4.1 Einfache Kippnavigationsvorgänge

Unter Verwendung von der Kombination Kippen und Tastendruck (Abbildung 12) ist es möglich verschiedene Interaktionstechniken zu entwickeln - von

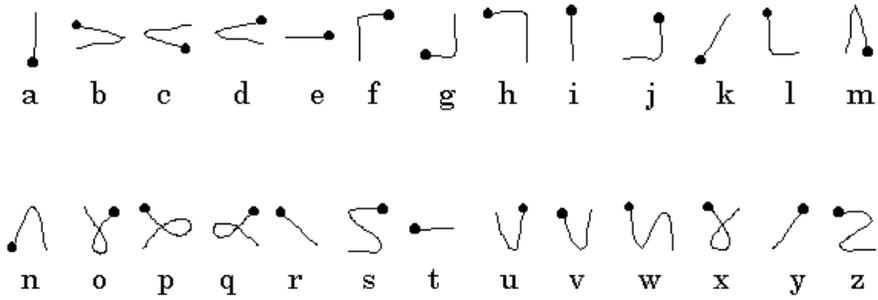


Abbildung 7. Das Unistrokes-Alphabet.

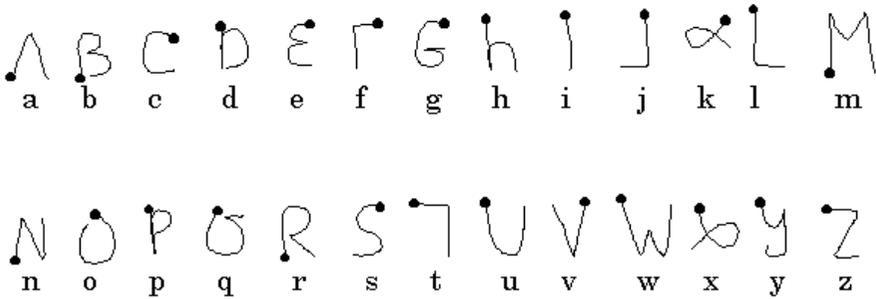


Abbildung 8. Das Graffiti-Alphabet.

Menus und Bildlauflisten bis zu komplexere Beispiele wie Karten- und 3D-Objektetrachter. In Verbindung damit wurde ein Prototyp entwickelt[6], das aus einem Palmtop-Bildschirm, aus einem FASTRAK Positions und Orientierungssensor, zwei Knöpfe und einem Arbeitsplatzsystem bestand. Das erste Beispiel, das mit dem Gerät implementiert ist, ist ein Menü-Interface in zwei Variationen - ein zylindrisches Menü und ein tortenförmiges Menü (Abbildung 13). Die Grundinteraktionen bei den beiden Variationen sind dieselbe - zuerst drückt der Benutzer eine Taste, bewegt die Menü-Objekte zum Zentrum des Bildschirms durch das Kippen des Displays, während die Taste immer noch gedrückt ist, und dann drückt er die Taste herab. Das zylindrische Menü ist ein 1D-Menü und der Benutzer geht durch und wählt ein Objekt, indem er das Bildschirm über die horizontale Achse dreht.

Es besteht noch eine Strategie beim Selektieren eines Menü-Objekts - es ist möglich durch das Kippen des Geräts ein Cursor zu bewegen, indem die Menü-Objekte fixiert auf dem Bildschirm bleiben.

Andere implementierte Beispiele sind ein Karten- und ein 3D-Objektetrachter. Beim Kartenetrachter wird der Sichtpunkt auf eine Karte, die zu gross ist, damit sie an den Rahmen des Bildschirms angepasst werden könnte, durch das Kippen des Geräts kontrolliert. Wenn der Benutzer z.B. die rechte Seite der Karte sehen möchte, drückt er eine Taste und kippt das Gerät nach rechts. Beim

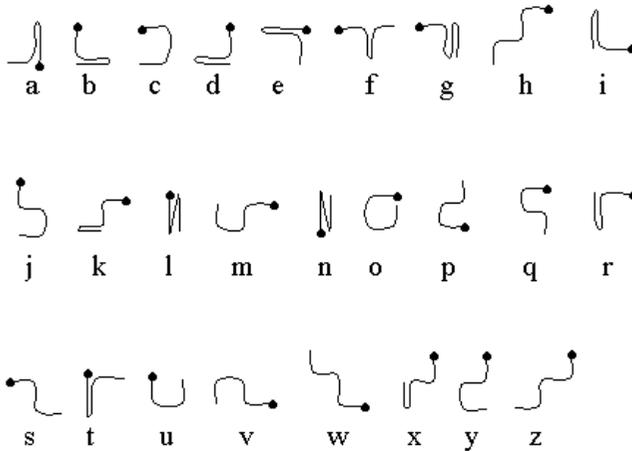


Abbildung 9. Das MDTIM-Alphabet.

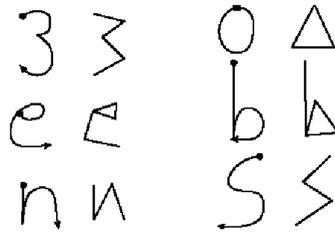


Abbildung 10. Buchstaben und ihre minimale geradlinige Versionen.

3D-Objektbetrachter könnte der Benutzer ein virtuelles 3D-Objekt sehen, als ob er ein reales 3D-Objekt in seinem Hand anschaut.

Beim Kippen ist zu beachten, dass der Benutzer das Gerät nicht zu viel kippen darf, weil er so die Sichtbarkeit zum Bildschirm verlieren könnte.

## 4.2 TiltType: Texteingabe für sehr kleine Endgeräte

Texteingabe für sehr kleine Endgeräte durch reine Tasten-basierte oder Stift-basierte Texteingabetechnik zu realisieren, ist mehr unmöglich. Die kleine Bildschirmgröße von solchen Geräten verursacht einige Schwierigkeiten - ein kleines und einfaches Beispiel ist, dass der Stift den Bildschirm verbergen würde. In solchen Geräten werden oft unterschiedliche Texteingabetechniken verwendet, die "Navigiere/Selektiere" genannt sind - der Benutzer scrollt durch eine Sequenz von Buchstaben, um die gewünschte zu finden, und dann selektiert sie. Diese Methode ist aber zu langsam für Texteingabe.

Dies bezüglich wurde ein Gerät in der Größe von einer Handuhr, TiltType (Abbildung 14) genannt, gebaut[7]. TiltType kombiniert wieder Kippen und Tastendruck. Um eine Buchstabe einzutippen, muss der Benutzer entweder das Gerät

char	weight	R	G	U	M
a	0.0661	4	2	1	3
b	0.0132	4	5	2	3
c	0.0192	2	2	2	3
d	0.0352	4	3	2	3
e	0.1063	4	4	1	3
f	0.0146	4	2	2	4
g	0.0177	6	4	2	4
h	0.0628	3	3	2	4
i	0.0420	3	1	1	3
j	0.0013	4	2	2	4
k	0.0087	5	3	1	4
l	0.0364	1	2	2	3
m	0.0201	5	4	2	4
n	0.0490	3	3	2	3
o	0.0539	3	3	3	4
p	0.0125	4	3	3	4
q	0.0006	6	4	3	4
r	0.0478	3	4	1	3
s	0.0494	3	3	3	3
t	0.0797	3	2	1	3
u	0.0250	3	2	2	3
v	0.0081	2	2	2	4
w	0.0233	4	4	3	4
x	0.0011	3	3	3	4
y	0.0170	5	3	1	4
z	0.0005	3	3	3	4
space	0.1866	0	1	0	2
compl		2.76	2.54	1.40	3.06

Abbildung 11. Komplexität von unterschiedlichen Buchstaben Mengen.

in einer der Kompassrichtungen(Nord, Nordosten, Ost, etc.) oder es überhaupt nicht kippen. Drückt der Benutzer einer der vier Tasten, zeigt TiltType vorläufig die Buchstabe, die der entsprechende Taste und der entsprechende Kipprichtung entspricht. Wenn der Benutzer die Kipprichtung verändert, während die Taste immer noch gedrückt wird, neue Buchstabe wird angezeigt, die der neuen Kipprichtung entspricht. Beim Freilassen der Taste wird die Buchstabe als Eingabe angenommen.

Abbildung 15 zeigt die Zuteilung der Buchstaben und der Zeichensetzung. Zusätzlich zu dem normalen Kippwinkel(zw.  $15^\circ$  und  $60^\circ$ ) zur Eingabe gibt es extreme Kippwinkel, die sehr nah der Vertikale sind. Extremes Kippen gibt mehr Positionen für Symbole anderes Alphabets frei und ermöglicht die '0' mit der selben Taste einzutippen, die für die andere Zahlen verwendet wird. Die vierte Taste ist wird z.B. für Backspace und für Grossschreibung der nächsten einzutippende Buchstabe benutzt.

Ein Nachteil von TiltType ist, dass es nicht so angenehm ist nur mit der einen Hand zu bedienen. Zu erwähnen ist, dass Bewegung oder Schnellschreiben die Fehlerrate vergrößert.

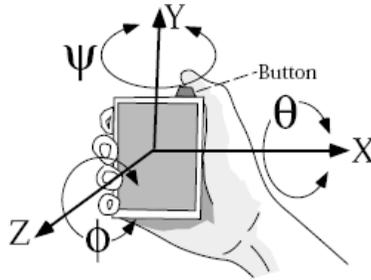


Abbildung 12. Operationskonzept von dem Kippen-Interface.

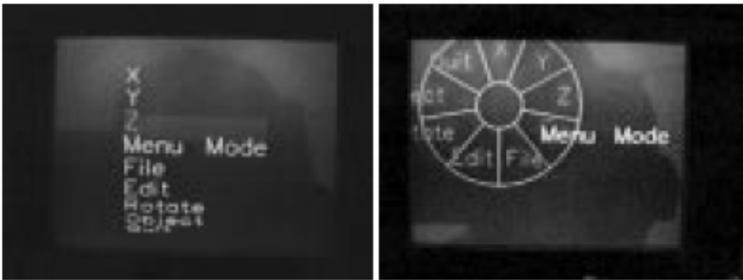


Abbildung 13. Zwei Variationen von Kippmenüs.

### 4.3 TiltText: Texteingabe für Mobiltelefone

TiltText ist eine neue Technik für Texteingabe für Mobiltelefone. Die Standardtastatur von einem Mobiltelefon, die aus 12 Tasten besteht, erzwingt Uneindeutigkeit, wenn das aus 26 Buchstaben bestehende römische Alphabet zu den Tasten 2-9 abgebildet wird. Und die TiltText-Technik nutzt die Orientierung des Telefons, um diese Uneindeutigkeit zu lösen, indem das Telefon in einer der vier Richtungen (vorne, hinten, links, rechts) gekippt wird, um eine der Buchstaben gewählt zu werden, die zu der entsprechenden Taste zugeteilt sind (Abbildung 16). Z.B. auf die Taste 2 sind die Buchstaben a, b, c abgebildet. Das Drücken dieser Taste und gleichzeitig das Kippen des Geräts nach links gibt 'a' ein, während das Kippen nach rechts 'c' ergibt. Eine Nummer wird eingetippt, indem das Gerät nicht gekippt wird. Also wie TiltType verwendet TiltText die Kombination von einem Tastendruck und das Kippen des Geräts in einer der vier Hauptkompassrichtungen. TiltText aber unterscheidet sich von TiltType in der Tastatur, die eingesetzt wird.

Die Richtung des Kippens wird bestimmt, indem die Richtung genommen wird, die das grösste Kippen hat relative zu einer "Originalposition". Es sind drei Hauptstrategien, um die Kipprichtung zu bestimmen: Taste-Kippen, Absolutes Kippen und Relatives Kippen.

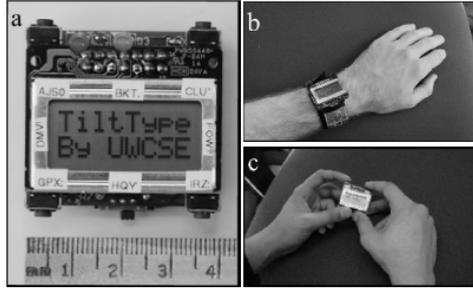


Abbildung 14. TiltType-Prototyp für Texteingabe.

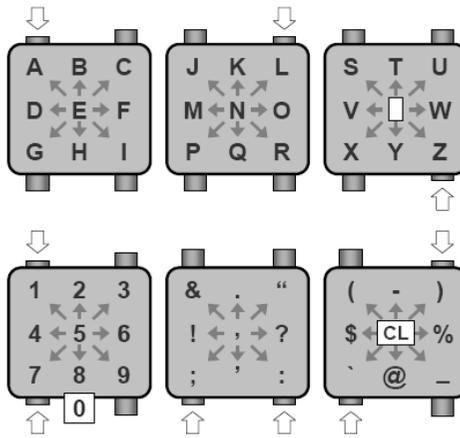
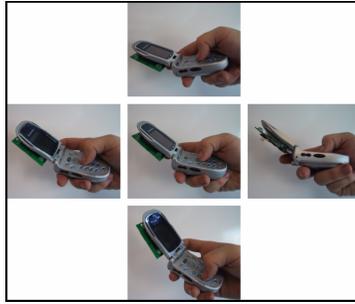


Abbildung 15. Zuteilung der Positionen von den gebräuchlichen Buchstaben.

**Taste-Kippen** Mit dieser Technik wird das Kippen bestimmt, indem die Differenz zwischen den Werten des Kippsensors beim Tastendruck und bei der Tastenfreilassung berechnet wird. Dies erfordert, dass der Benutzer drei Bewegungen macht: Tastendruck, Kippen des Telefons, Freilassung der Taste.

**Absolutes Kippen** Diese Technik vergleicht den Wert des Sensors mit einer absoluten Originalposition. Nur zwei Bewegungen im Gegensatz zu Taste-Kippen sind notwendig: Kippen des Telefons und dann Tastendruck. Das ist aber auch nicht ideal, weil in der Realität ein Benutzer nicht immer die gleiche Handhaltung hat.

**Relatives Kippen** Diese Methode berechnet das Kippen relativ zu einem Originalposition, die gesetzt wird, wenn die Handbewegung beginnt. Dieser Beginn der Handbewegung wird bestimmt durch ständige Beobachtung für



**Abbildung 16.** TiltText.

eine Änderung der Richtung der Handbewegung. Dies löst das Problem bei der Absoluten-Kippen-Methode. Während alle Kippen relative zu dem Beginn der Handbewegung sind, existiert keine absolute Originalposition, die der Benutzer unter Betrachtung nehmen muss. Ferner, gegenseitige Kipprichtung (z.B. beim Tippen von 'a' und 'c') erfordern nicht zweimaliges Kippen wie beim absolutem Kippen der Fall ist.

Experiment mit der Technik Absoluten Kippen wurde durchgeführt[2] - MultiTab und TiltText wurden dabei verglichen. Das Experiment wurden in Blöcken geteilt und während ihm wurden Phrasen in Englisch einzutippen. Die Ergebnisse aus dem Experiment (Abbildung 17) zeigten dass am Ende des Experiments die Texteingabegeschwindigkeit von TiltText grösser mit 22.9% als diese von MultiTab ist.

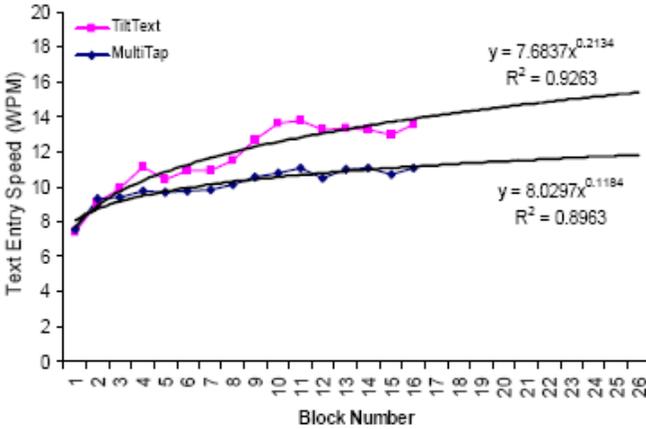
Die Errorraten von TiltText waren aber höher als diese von MultiTab, auch wenn der Benutzer viel Erfahrung mit TiltText hatte.

## 5 Diskussion und Ausblick

Viele Texteingabe Techniken wurden hier vorgestellt. Die erste war MultiTab, weil die die derzeit weitverbreiteste Technik zur Texteingabe für Mobiltelefonen ist. Auch aus dem selben Grund wurde MultiTab als Basis für viele Vergleiche unter den unterschiedlichen Texteingabetechniken verwendet.

Ausgeführte Experimente und die Ergebnisse aus denen zeigten aber, dass obwohl MutiTab die weitverbreiteste Technik derzeit ist, dies nicht unbedingt bedeutet, dass es auch die beste Texteingabegeschwindigkeit hat. Chording (65,3 WPM), Virtuelle Tastaturen (ab 20 WPM), und TiltText (16 WPW) haben grössere WPM Zahl als MultiTab (13,57). Die TSpB von den linguistische Begriffsklärungstechniken (fast 1 TSpB für Englisch), von Chording (1.4764 TSpB) und von der Zwei-Tasten Begriffsklärungstechnik (2 TSpB) sind auch besser als die von MultiTab (2,03 TSpB).

Der Vorteil von Chording ist, dass es mehrere Tastendrucke gleichzeitig erlaubt. Anderer ist, dass der Benutzer selber eine Kombination von Tasten definieren



**Abbildung 17.** Eingabegeschwindigkeit nach Eingabetechnik und Blöcken.

könnte, aus die sich nicht nur eine Buchstabe, sondern auch eine Buchstabenfolge ergeben kann. Eine solche sinnvolle Sequenz wäre eine oft verwendete Sequenz wie z.B. 'und' in Deutsch. Dies betrifft beide Werte - WPM und TSpW. Chording erwies sich als die schnellste Texteingabe-Technik unter MultiTab, Zwei-Tasten Begriffsklärung, T9, LetterWise, TiltText, wenn sich der Benutzer mit Chording auskennt. Chording hat aber seine Nachteile. Chording ist nicht intuitiv und muss von den Benutzern gelernt werden. Chording muss auch in einem echten mobilen Gerät integriert werden. Dann müssen damit erneut Experimente über die Texteingabegeschwindigkeit gemacht werden.

Die Studie über die Größe einer virtuellen Tastatur, ergab, dass je kleiner die Tastatur ist, desto kleiner die Texteingabegeschwindigkeit. Trotzdem hatte die kleinste Tastatur (20 WPM) eine bessere WPM als MultiTab (13,57). Nachteil von virtuellen Tastaturen ist aber, dass die mehr als 6,8cm grosse Touchscreens verlangen. Anderer Nachteil ist dass die zusammen mit Unistrokes mit den beiden Händen bedient werden müssen.

Die Linguistische Begriffsklärung hat einen sehr guten TSpB (fast 1 TSpB für Englisch), die beste als Chording (1.4764 TSpB), Zwei-Tasten Begriffsklärung (2 TSpB) und MultiTab (2,03 TSpB). Die ist aber spracheabhängig und ist für Abkürzungen nicht geeignet. Bei einer Sprache unterschiedlich von Englisch könnte eventuell auch die TSpB steigen.

Die Werte aus dem Modell von Isokoski für Komplexität von unterschiedlichen Unistrokes-Buchstabenmengen zeigen, dass Unistrokes die Menge mit den einfachsten Buchstaben ist unter MDTIM, Graffiti und römische Druckschrift. Nachteil von Unistrokes als auch von MDTIM ist aber, dass sie auch von dem Benutzer gelernt werden müssen. Bei Graffiti ist dies doch nicht der Fall - 79% von den Graffiti-Strichen entsprechen dem römischen Alphabet, was es sehr intuitiv für einen Benutzer macht.

TiltType ist die beste Alternative für sehr kleine mobile Geräte, weil hier die Anwendung von einer reinen Tastatur, von Unistrokes oder von virtuellen Tastaturen fast unmöglich wäre.

Letztendlich unter Verwendung von der Kombination Kippen und Tastendruck ist es möglich verschiedene Interaktionstechniken zu entwickeln - von Steuerung von Menüs und Bildlaufleisten bis zu komplexeren Beispielen wie Karten- und 3D-Objektbetrachter, die den Eindruck von realer Objektbetrachtung schaffen, wie z.B. der 3D-Objektbetrachter, bei dem der Benutzer ein virtuelles 3D-Objekt so betrachten kann, als ob er ein reales 3D-Objekt in seiner Hand anschaut.

## Literatur

1. Lyons, K., Starner, T., Plaisted, D., Fusia, J., Lyons, A., Drew, A., Looney, E.W.: Twiddler typing: one-handed chording text entry for mobile phones. In: CHI '04: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM Press (2004) 671-678
2. Wigdor, D., Balakrishnan, R.: Tilttext: using tilt for text input to mobile phones. In: UIST '03: Proceedings of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology, New York, NY, USA, ACM Press (2003) 81-90
3. Sears, A., Revis, D., Swatski, J., Crittenden, R., Shneiderman, B.: Investigating touchscreen typing: the effect of keyboard size on typing speed. Number CS-TR-2662 (1991)
4. Isokoski, P.: Model for unistroke writing time. In: CHI '01: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM Press (2001) 357-364
5. MacKenzie, I.S., Soukoreff, R.W.: Text entry for mobile computing: Models and methods, theory and practice. (2002)
6. Rekimoto, J.: Tilting operations for small screen interfaces. In: Symposium on User Interface Software and Technology, New York, NY, USA, ACM Press (1996) 167-168
7. Partridge, K., Chatterjee, S., Sazawal, V., Borriello, G., Want, R.: Tilttype: Accelerometer-supported text entry for very small devices. In: UIST '02: Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology, New York, NY, USA, ACM Press (2002) 201-204