

# HybridPointing – beliebiger Wechsel zwischen relativer und absoluter Zeigerpositionierung

Philipp Merkel  
Proseminar Mensch-Computer-Interaktion Sommersemester 2007  
Universität Ulm  
philipp.merkel@uni-ulm.de

## 1 Einleitung

Stiftbasierte Eingabegeräte für die Mensch-Computer-Interaktion, bei der die Eingabe direkt auf dem Ausgabemedium erfolgt, verwenden für gewöhnlich eine absolute Zeigerpositionierung, um die Eingabe des Benutzers in eine Verschiebung des Zeigers im Gerät umzusetzen. Bewegt der Benutzer den Stift an eine bestimmte Stelle auf dem Bildschirm, so bewegt sich der Zeiger an eben diese Position. Die absolute Position des Stifts auf dem Bildschirm entspricht also stets auch der absoluten Position des Zeigers im System, der Benutzer kann mit den Objekten auf dem Bildschirm somit direkt interagieren, wie er dies auch mit physikalischen Objekten in der Realität tun würde.

Von anderen zeigerbasierten Eingabegeräten wie etwa der verbreiteten Computermaus oder in Laptops eingebauten Touchpads ist eine andere Positionierungsmöglichkeit bekannt. Bei diesen und anderen indirekten Eingabegeräten wird die relative Zeigerpositionierung verwendet, das bedeutet, die Bewegung der Maus bzw. des Fingers führt zu einer Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm in die gleiche Richtung, jedoch von dessen bisheriger Position aus. Die tatsächliche, absolute Position des Fingers auf dem Touchpad bzw. der Maus auf dem Mousepad ist für die Position des Zeigers im System irrelevant, es zählt lediglich die – relative – Bewegung.

Das neue, von Clifton Forlines, Daniel Vogel und Ravin Balakrishnan entwickelte System HybridPointing hat das Ziel, relative Zeigerpositionierung auch auf direkten stiftbasierten Eingabegeräten einzuführen, wo diese bisher noch nicht verbreitet ist. Zudem soll es auch einen beliebigen Wechsel zwischen den beiden Positionierungsarten erlauben. Somit soll es dem Benutzer bei der Bedienung des Computers möglich sein, selbstständig zu entscheiden, welche Positionierungsmöglichkeit in der jeweiligen Situation effektiver zu verwenden ist, und schnellstmöglich in den jeweils gewünschten Modus umzuschalten.

Die folgende Ausarbeitung soll den Nutzen einer relativen Positionierung auf direkten stiftbasierten Eingabegeräten erörtern und erklären, wie HybridPointing diese ermöglichen möchte. Hierbei werden die Forschungsergebnisse von Forlines, Vogel und Balakrishnan aus ihrem Paper „HybridPointing: Fluid Switching Between Absolute and Relative Pointing with a Direct Input Device“ [2] als Grundlage verwendet.

## 2 Rechtfertigung

Auf den ersten Blick scheint die absolute Positionierung bei der direkten Stifteingabe der optimale Ansatz zu sein, schließlich erlaubt sie die direkte Interaktion mit den einzelnen Objekten auf dem Bildschirm an deren tatsächlichen Positionen. Allerdings gibt es zahlreiche Situationen, in denen hierbei Probleme auftreten können. So ist es etwa bei sehr großen Bildschirmen nötig, seinen Arm mit dem Stift sehr weit zu bewegen, um ein weiter entferntes Ziel zu erreichen, etwa eine Symbolleiste am anderen Bildschirmrand. Dies macht die Bedienung eines solchen Systems schnell ermüdend. Andererseits kann es sein, dass bei sehr feinen Positionierungsaufgaben die physikalische Auflösung des Eingabegeräts zu grob ist, um z.B. einzelne Pixel auf dem Bildschirm gezielt anzusteuern. Wenn mehrere Personen am selben Gerät arbeiten, kann es zudem vorkommen, dass sie sich mit ihren Armen gegenseitig im Weg sind, wenn sie an nahe gelegenen Orten auf dem Bildschirm arbeiten möchten.

Hier zeigt die relative Positionierung ihre Vorzüge. Macht man die Position des Zeigers nicht mehr von der tatsächlichen Position des Eingabestifts abhängig, lässt sich von jedem Ort auf der Eingabefläche jeder beliebige Punkt mit dem Zeiger ansteuern, ohne dass größere Bewegungen notwendig sind, da zum einen die Bewegung in Etappen erfolgen kann, nach denen der Stift immer wieder an die Ausgangsposition zurückgesetzt wird, und zum anderen das Verhältnis zwischen den zurückgelegten Strecken des Stifts und des Zeigers variiert werden kann. So kann z.B. bei einem Verhältnis von 1:10 bei einer Bewegung des Stiftes um einen Zentimeter der Zeiger um 10 Zentimeter bewegt werden, was die Zurücklegung großer Entfernungen erleichtert, andererseits kann ein sehr kleines Verhältnis von z.B. 1:0,1 verwendet werden, um sehr feine Bewegungen zu ermöglichen.

Dieses Verhältnis kann auch dynamisch an die jeweilige Geschwindigkeit der Bewegung angepasst werden, also bei langsameren Bewegungen automatisch ein kleineres Verhältnis und bei schnelleren Bewegungen ein größeres Verhältnis gewählt werden.

Dass abhängig von der mit dem Zeiger zurückzulegenden Strecke sowohl relative als auch absolute Positionierung von Vorteil sein können, haben Forlines, Vogel und Balakrishnan in Versuchen gezeigt. Da bei der Arbeit mit einem Computersystem normalerweise ständig zwischen großen und kleinen zurückzulegenden Entfernungen gewechselt wird, liegt daher nahe, dass ein System wie HybridPointing, welches das beliebige Wechseln zwischen den beiden Positionierungsmodi erlaubt, durch Kombination der Vorteile beider Systeme ein sinnvolles Hilfsmittel bei der Arbeit an großen Bildschirmen werden könnte.

## 3 Funktionsweise

Bei HybridPointing sind absolute und relative Zeigerpositionierung zwei getrennte Systemzustände, d.h. es ist immer nur jeweils einer der beiden Modi aktiviert. Der Benutzer kann jedoch auf einfache Weise von einem Modus zum anderen wechseln.

Zu Beginn ist im System stets der Zustand der absoluten Positionierung aktiviert, da Benutzer diesen bei einem direkten Stifteingabegerät erwarten und intuitiv bedienen können, auch wenn sie mit HybridPointing noch nicht vertraut sind. Der absolute Modus funktioniert dabei, wie bei derartigen Systemen häufig, in zwei Stufen. Wenn der Stift der Eingabefläche nahe ist, wird permanent seine Position bestimmt und der Zeiger an die jeweilige Stelle bewegt. Berührt der Stift die Eingabefläche, wird ein Klick- bzw. bei gleichzeitiger Bewegung des Stifts auf der Fläche ein Drag-Vorgang durchgeführt. Wird der Stift eine bestimmte Strecke von der Eingabefläche entfernt, verlässt er den Erfassungsbereich und es findet keine Positionierung mehr statt.

Im relativen Modus funktioniert das System auf andere Weise. Hier findet nur eine Positionierung des Zeigers statt, wenn der Stift die Eingabefläche auch tatsächlich berührt. Ist dies der Fall und bewegt der Benutzer den Stift dann in eine Richtung, bewegt sich auch der Zeiger in dieselbe Richtung. Für die Geschwindigkeit der Zeigerbewegung wird keine lineare, sondern eine beschleunigte Umsetzung gewählt, wie sie bereits auf der vorherigen Seite dargestellt wurde. Erst wenn der Stift fester auf die Eingabefläche gedrückt wird, wird ein Klickereignis ausgelöst. Wenn er dazu noch bewegt wird, wird wieder eine Drag-Funktionalität erreicht.

Da ein Vorteil der relativen Positionierung sein soll, dass der Benutzer den Stift nie zu weit von seiner eigenen Position wegbewegen muss, muss es eine Möglichkeit geben, ihn immer wieder an die Ausgangsposition zurück zu bringen, ohne dass sich der Zeiger ebenfalls zurück bewegt. Dies funktioniert genau so, wie es von einem Touchpad am Laptop oder einer normalen Maus bekannt ist: Wird der Stift von der Eingabefläche angehoben, setzt die Erfassung aus und der Stift kann neu positioniert werden, ohne dass der Zeiger sich bewegt.

Um vom absoluten in den relativen Modus zu wechseln, muss der Benutzer nur mit dem Stift auf ein bestimmtes Steuerelement auf dem Bildschirm klicken. Damit dies jedoch schnell geschehen kann, ohne dass hierfür weite Bewegungen erforderlich sind, definiert HybridPointing dieses Steuerelement als so genanntes „Trailing Widget“. Dies ist ein Steuerelement, das sich immer in der Nähe des Zeigers befindet, da es ihn mit einem gewissen Abstand „verfolgt“. Dieser Abstand muss groß genug sein, dass das Steuerelement dem Zeiger bei seiner Bewegung nicht im Weg steht und auch den umliegenden Bildschirminhalt nicht verdeckt und klein genug, dass es von der jeweiligen Zeigerposition aus bequem erreicht werden kann. Zudem bewegt es sich leicht träge, damit es, wenn es geklickt werden soll, mit einer schnellen Zeigerbewegung erreicht werden kann, ehe es sich wieder außer Reichweite bewegt.

Im relativen Modus existiert kein Trailing Widget, da sich die Positionierung und Erreichbarkeit hier schwierig gestalten würde. Um dennoch vom relativen Modus wieder zurück in den absoluten Modus wechseln zu können, sind zwei verschiedene, einfache Möglichkeiten vorgesehen: Zum einen kann der Benutzer den Stift etwas weiter von der Eingabefläche entfernen, als er dies bei einer Neupositionierung tun würde. In diesem Fall „springt“ der Zeiger zurück an die Stiftposition und kann wieder im absoluten Modus gesteuert werden. Dies ist insbesondere praktisch, da das System so automatisch in den absoluten Modus wechselt, wenn der Stift beiseite ge-

legt wird. So ist sichergestellt, dass bei Beginn der Systembenutzung stets der absolute Modus eingestellt ist.

Als alternative Umschaltvariante kann, wenn der Zeiger sich in unmittelbarer Nähe der Stiftposition befindet, einfach mit dem Stift auf das Bild des Zeigers geklickt werden, um ihn wieder „einzufangen“ und anschließend im absoluten Positionierungsmodus zu benutzen.

## **4 Feedback für den Nutzer**

Da eine relative Zeigerpositionierung im allgemeinen und HybridPointing im besonderen weniger intuitiv zu verwenden ist als direkte Zeigerpositionierung, verwendet das HybridPointing-System visuelle Effekte, um seinen Status anzuzeigen und die Benutzer bei der Verwendung zu unterstützen.

Im absoluten Modus ist kein besonderes visuelles Feedback nötig, da die Zeigerposition der Stiftposition entspricht. Es kann ein übliches Zeigersymbol verwendet werden (z.B. ein Pfeilchen), das die Position desselben anzeigt. Dieses befindet sich stets unter der Stiftspitze. Um anzudeuten, ob sich der Stift auf der Eingabefläche befindet oder etwas davon entfernt ist, und somit zwischen Zeige- und Klickmodus zu unterscheiden, wird der Zeiger transparenter, je größer die Distanz zwischen Stift und Eingabefläche ist. Wird der Stift aus dem Erfassungsbereich der Eingabefläche entfernt und kann seine Position somit nicht mehr festgestellt werden, beginnt der Zeiger an seiner Spitze zu baumeln, um anzudeuten, dass er nicht mehr durch den Stift kontrolliert wird.

Im relativen Modus ändert sich die Darstellung des Zeigers nicht. Da in diesem Modus jedoch die Zeigerposition von der Stiftposition entkoppelt ist, muss es eine andere Möglichkeit geben, die Position des Stiftes auf der Eingabefläche widerzuspiegeln, da das Zeigersymbol zwar weiterhin die Position des Zeigers, aber nicht mehr die des Stiftes angibt. Wenn der Benutzer auf das Trailing Widget klickt, um vom absoluten in den relativen Modus zu wechseln, schrumpft dieses Steuerelement daher zu einem kleinen Kreis, der von nun an die Position des Stifts auf der Eingabefläche anzeigt. Zusätzlich verbindet eine unterbrochene Linie die Stift- mit der Zeigerposition.

Der Wechsel zwischen den beiden Positionierungsmodi wird bei HybridPointing zudem durch kleine visuelle und auditive Signale begleitet. So ist festgelegt, dass, wenn vom absoluten in den relativen Modus gewechselt wird, ein kleiner animierter Kometenschweif zwischen Stift und Zeiger dargestellt wird, um anzudeuten, dass der Zeiger sich vom Stift gelöst hat. Wird dann wieder zum absoluten Modus zurückgewechselt, „fliegt“ der Zeiger in einer flüssigen Bewegung zum Stift zurück und zieht wiederum einen Schweif hinter sich her. Außerdem werden beim Wechsel unaufdringliche, kurze Akkorde gespielt.

## 5 Nutzertest

Das HybridPointing-System wurde mit 30 Versuchspersonen getestet. Dabei sollte insbesondere herausgefunden werden, wie gut die Personen mit HybridPointing zurecht kamen, ob sie die Vorteile des Systems überhaupt nutzten und wie das System in Punkto Geschwindigkeit und Fehlerlosigkeit im Vergleich mit reiner absoluter bzw. relativer Zeigerpositionierung abschneiden würde. Die Tests wurden mit einem Eingabestift auf einem  $5 \times 1,80$  Meter großen Bildschirm durchgeführt, der in seiner gesamten Fläche auch als Eingabefläche diente. Die Testpersonen mussten dabei verschiedenen große und verschieden weit entfernte Ziele unter Zuhilfenahme der verschiedenen Techniken anklicken. Dabei wurden die Personen in drei Gruppen aufgeteilt. Die erste verwendete stets absolute Positionierung, die zweite stets relative, und die dritte HybridPointing.

Der Vergleich zwischen den verschiedenen Gruppen zeigte, dass – wie erwartet – absolute Positionierung bei kleinen Entfernungen am schnellsten erfolgte, relative Positionierung dagegen bei größeren Distanzen. HybridPointing war stets etwas langsamer als rein relative Positionierung, bei großen Entfernungen jedoch schneller als absolute. Auch die Fehlerrate war bei HybridPointing höher als bei rein absoluter oder relativer Positionierung. Vor allem bei Versuchen, in denen mehrmals zwischen relativer und absoluter Positionierung gewechselt wurde, wurden verhältnismäßig viele Fehler gemacht.

Die Auswertung der HybridPointing-Nutzer ergab, dass diese sehr wohl von den Möglichkeiten des Systems Gebrauch machten und zwischen absoluter und relativer Positionierung wechselten. Es zeigte sich, dass die Nutzer in mehr als der Hälfte der Fälle für eine Positionierungsaufgabe ausschließlich relative Positionierung verwendeten, was vermutlich an der großen Fläche des Bildschirms lag. Bei sehr kleinen Entfernungen wurde jedoch häufig zu absoluter Positionierung gewechselt. Bei sehr großen Entfernungen begannen die Benutzer so gut wie nie, sich selbst zum Zielort zu bewegen, sondern wählten stattdessen fast immer relative Positionierung.

Es zeigte sich also in den Tests, dass HybridPointing nicht nur eine schnellere Bedienung als reine absolute Positionierung ermöglicht, sondern diese Möglichkeit von den Benutzern des Systems auch genutzt wird, auch wenn sie im Test dabei im Durchschnitt mehr Fehler machten als ohne HybridPointing, was vermutlich an der mangelnden Übung lag.

## 6 Erweiterungen

Um das HybridPointing-System zu erweitern, wurde von Forlines, Vogel und Balakrishnan „HybridDragging“ entwickelt. Diese Erweiterung fügt die Möglichkeit hinzu, während eines Dragvorgangs zwischen relativer und absoluter Positionierung zu wechseln. Wenn während eines Dragvorgangs im absoluten Modus der Stift eine gewisse Entfernung vom Startpunkt fortbewegt wird, wird dabei automatisch in den relativen Modus gewechselt. Analog kann, wenn ein entferntes Objekt im relativen Modus gedraggt wird, dieses unter den Stift gebracht und fortan im absoluten Modus

weiterbewegt werden. Dies ist eine Abwandlung des Konzept des „Vacuum“ [1], bei dem die Ziele eines Dragvorgangs ebenfalls in die Nähe des Zeigers gebracht werden, um einfacher erreichbar zu sein.

Eine weitere Erweiterung des HybridPointing-Systems stellt die Anpassung an Geräte dar, die mit dem Finger bedient werden, auf Bewegungen nur reagieren, wenn sich der Finger direkt auf der Eingabefläche befindet und zudem keine Druckunterschiede registrieren können. In diesem Fall funktioniert das System im absoluten Modus wie ein normaler Touchscreen und im relativen Modus ähnlich einem Touchpad an einem Laptop. Da bei angehobenem Finger dessen Position nicht festgestellt werden kann, ist kein Trailing Widget möglich, das der Fingerbewegung folgt. Stattdessen wird der Modus durch gleichzeitiges Tippen mit zwei Fingern auf die Eingabefläche gewechselt. Befindet man sich gerade in einem Dragvorgang, kann der Moduswechsel durch Tippen mit dem zweiten Finger erfolgen, um ein Hybrid-Dragging, wie es zuvor vorgestellt wurde, zu ermöglichen.

## **7 Fazit**

HybridPointing stellt eine einfache Möglichkeit dar, die Vorteile von absoluter und relativer Positionierung auf direkten Stifteingabegeräten zu kombinieren. Es ist sicherlich nicht bei allen stiftbasierten Eingabegeräten nützlich, könnte aber bei großen Eingabeflächen mit mehreren Benutzern die Bedienung erheblich erleichtern.

Die durchgeführten Nutzertests zeigen, dass die Möglichkeit, mittels HybridPointing zwischen absoluter und relativer Zeigerpositionierung zu wechseln, von Benutzern aktiv genutzt und somit als Vorteil erkannt wird. Es hat sich bestätigt, dass bei großen Displays HybridPointing im Vergleich zu absoluter Positionierung eine schnellere Auswahl weiter entfernter Ziele ermöglicht. Nur bei näheren Zielen zeigte reine absolute Positionierung schnellere Ergebnisse.

Wie kurz beschrieben lässt sich HybridPointing auch erweitern, um andere Eingabegeräte als die Stifteingabe zu unterstützen, etwa die Eingabe mit dem Finger. Auch eine Anwendung in dreidimensionalen Virtual-Reality-Umgebungen wäre meiner Meinung nach denkbar, um weiter entfernte Objekte für den Benutzer einfach erreichbar zu machen.

## **Literatur**

1. Bezerianos, A., Balakrishnan, R.: The vacuum: facilitating the manipulation of distant objects. SIGCHI conference on Human factors in computing systems (Portland, Oregon, USA, 2005), ACM CHI 2005, 361-370
2. Forlines, C., Vogel, D., Balakrishnan, R.: HybridPointing: Fluid Switching Between Absolute and Relative Pointing with a Direct Input Device. UIST 2006 (Montreux, Schweiz), 211 - 220