

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Institut für Informatik
Lehrstuhl Algorithmen und Datenstrukturen
Prof. Dr. Thomas Ottmann

Navigation in Videos mit kreisförmigen Benutzerschnittstellen

Studienarbeit

Bearbeiter:	Michael Schnell
Betreuer:	Dr. Wolfgang Hürst

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Abstract	1
1.2	Einleitung	1
1.3	Überblick	3
2	Verwandte Arbeiten	3
3	Implementierte Varianten	5
3.1	Gemeinsamkeiten	5
3.1.1	Graphische Darstellung	5
3.1.2	Theoretische Vorüberlegungen	5
3.2	Positionierung des Sliders	7
3.3	Positionsbasierte Varianten	9
3.3.1	Konstante Auflösung	10
3.3.2	Dynamische Auflösung	11
3.3.3	Richtungswechsel	12
3.4	Geschwindigkeitsbasierte Variante	12
3.5	Mischung aus positions- und geschwindigkeitsbasierter Variante	16
4	Evaluation	19
4.1	Einleitung	19
4.2	Stichprobe	20
4.3	Material	20
4.4	Design und Durchführung	20
4.4.1	Testreihe 1: Vergleich der Devices	21
4.4.2	Testreihe 2: Vergleich verschiedener Slidervarianten	23
4.4.3	Testreihe 3: Finden eines eindeutigen Frames	26
4.5	Ergebnisse und Diskussion	27
4.5.1	Noten aus Testreihe 1 (Vergleich der Devices)	27
4.5.2	Noten aus Testreihe 2 (Vergleich der Slidervarianten)	31
4.5.3	Noten aus Testreihe 3 (Finden eines eindeutigen Frames)	33
4.5.4	Visualisierung	37
4.5.5	Slidergröße	38
4.5.6	Aufmerksamkeit beim Ausführen der Aufgaben	38
4.5.7	Weitere Anmerkungen	39
4.5.8	Zeiten und Fehlerhäufigkeiten	39
4.6	Fazit der Evaluation	46
5	Ausblick	49
6	Literatur	51

1 Einführung

1.1 Abstract

In dieser Studienarbeit wurde untersucht wie sich das Navigieren in Videos mit einem runden Userinterface, einem in Software implementierten und auf dem Bildschirm visualisierten Rad, realisieren lässt und welche Vor- und Nachteile dies gegenüber dem gewöhnlichen Navigationselement, einem horizontalen Slider, hat. Es wurden mehrere Varianten implementiert und eine Evaluation durchgeführt.

1.2 Einleitung

Im Gegensatz zu anderen Daten, die mit dem PC betrachtet werden können, wie Texte, Bilder oder Landkarten, bestehen Videos nicht (nur) aus statischen, sondern (vor allem) aus dynamischen Daten. Einmal gestartet laufen Videos von Anfang bis Ende ohne, dass eine weitere Interaktion des Benutzers nötig ist. Jedoch möchte man das Video nicht immer von Anfang bis Ende sehen. Hat man ein Video angehalten und möchte es zu einem späteren Zeitpunkt bis zum Ende anschauen, so braucht man eine Möglichkeit im Video die Stelle zu finden, an der zuvor die Wiedergabe gestoppt wurde. Andernfalls müsste man das Video von vorne betrachten. Auch in anderen Fällen ist es wünschenswert in einem Video navigieren zu können. Etwa wenn jemand in einem bekannten Video eine bestimmte Szene sucht um sie einem Kollegen zu zeigen oder einfach um die gerade gesehene Szene nochmal zu betrachten, da man in einer evtl. schnellen Szene etwas nicht erkannt hat oder bei Audiowiedergabe den Text nicht verstanden hat. Des weiteren können Videos am PC nicht nur betrachtet, sondern auch bearbeitet werden. Besonders beim Videoschnitt ist es wichtig genau das Frame zu finden, an der eine Szene beginnt oder endet. Es lassen sich sicher noch mehr Gründe aufzählen, weswegen eine Möglichkeit in Videos zu navigieren wünschenswert und fast immer vorhanden ist.

Am häufigsten anzutreffen ist die Möglichkeit mit Hilfe eines horizontalen Sliders die Position im Video anzugeben. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass man mit nur einem Mausklick und einer horizontalen Bewegung eine Position im Video vorgeben kann. Damit lassen sich sehr schnell große und grobe Sprünge in einem Video machen. Jede Position auf dem Slider wird einer Position im Video zugeordnet. Dabei wird im allgemeinen die erste Position des Sliders der ersten Position des Videos und die letzte Position des Sliders der letzten Position des Videos zugeordnet. So lassen sich zwar viele, jedoch nicht jede Position im Video anspringen, denn die Anzahl der Sliderpositionen ist begrenzt durch die Anzahl der Pixel, um die sich der Slider bewegen lässt. Die Pixelanzahl ist wiederum begrenzt durch die physikalische Auflösung des Displays. So hat ein zwei Stunden Video 172.800 Frames (bei 24 fps) und ein Slider bei einer Standardauflösung von 1024x786 maximal 1024 Positionen abzüglich der Ränder und der Breite des Knopfs. Es lässt sich also nur etwa jedes 170te Frame anspringen, so dass der kleinste Sprung immerhin sieben Sekunden im Video darstellt. Um eine bestimmte Szene noch einmal zu betrachten mag man dies noch hinnehmen. Möchte man jedoch in einem pausierten Video einzelne Bilder betrachten,

etwa beim Versuch den Trick eines Zauberers zu erkennen, so ist dieser Slider untauglich. Der Nachteil, dass die Positionsanzahl von der physikalischen Auflösung abhängt, fällt vor allem bei Kleincomputern wie PDAs auf, bei denen horizontal nur 240 Pixel zur Verfügung stehen. Im erwähnten zwei Stunden Video wäre hier der kleinste Sprung 30 Sekunden lang.

Bei der Suche nach einer bestimmten Szene sind kontinuierliche Bewegungen über das Video besser geeignet als solche sprungartigen Bewegungen. Daher trifft man bei Videoplayern auch häufig auf die Möglichkeit im Video zu spulen. Anstatt mit einer Slider eine absolute Videoposition vorzugeben bewegt sich dabei das Video mit einem schnellem Bildvor- oder rücklauf, wie man ihn z.B. auch von VHS-Kassetten kennt. Außer einem beschleunigtem Abspielen des Videos lässt sich oft auch ein langsamerer Abspielen einstellen, so dass man sich eine interessante Szene in Zeitlupe anschauen kann. Dafür lässt sich mit diesem Navigationselement keine direkte Position einstellen. Um eine Szene im hinteren Viertel des Videos zu erreichen, müssen die ersten drei Viertel mit schnellem Bildvorlauf überbrückt werden.

Weitere Navigationsmöglichkeiten wären z.B. das direkte Anspringen von Kapiteln, was jedoch voraussetzt, dass die Daten zuvor in Kapiteln eingeteilt wurden. Diese Möglichkeit ist zum Beispiel auf DVD-Videos zu finden, wobei hier die Einteilung in Kapitel durch das Studio vorgenommen wurde. Es gibt auch Softwarelösungen, welche die Szenenwechsel in einem Video automatisch finden. Oftmals wird dem Benutzer dann für jede Szene ein Vorschaubild präsentiert. Diese zeigen jedoch nicht unbedingt die gesuchte Stelle, etwa wenn die Szene ein oder mehrere Kameranews beinhaltet.

Jedes Navigationselement hat seine Vor- und Nachteile. Daher stehen dem Benutzer oftmals auch mehrere verschiedene Navigationselemente zur Verfügung.

Die Motivation dieser Arbeit war, einen Slider zu entwickeln, der nicht den oben erwähnten Nachteil eines horizontalen Sliders hat. Das Problem des dieses Sliders lässt sich darauf zurückführen, dass seine geometrische Grundform eine Linie mit Anfang und Ende ist, auf welcher sich, durch die diskrete Darstellung auf dem Monitor, nur endlich viele Positionen abbilden lassen.

Die Benutzerschnittstellen dieser Arbeit haben jedoch einen Kreis als geometrische Grundform. Im Gegensatz zu einer Linie gibt es hier kein Anfang und Ende. Anstatt Pixel auf einer Linie lässt sich am Kreis die Position durch den Winkel bestimmen, welcher sich aus Mauszeigerposition und Zentrum des Kreises berechnen lässt. Außerdem ist man nicht gezwungen die komplette Videolänge auf die Länge des Sliders abzubilden, sondern hat unendlich viele Umdrehungen des Kreises zur Verfügung, um die Videopositionen abzubilden. Da auch bei den hier implementierten Benutzerschnittstellen ebenfalls ein graphisches Element (im Kreis) „gleitet“, werden sie gleichermaßen „(runde) Slider“ genannt. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird der gewöhnliche Slider als „horizontaler Slider“ bezeichnet.

Die Positionierung des Videos findet dabei nicht wie beim horizontalen Slider mit absoluten Werten statt sondern relativ zur vorherigen Position. Dies hat zur Folge, dass man damit nicht mit einem Klick das hintere Viertel eines Videos anspringen kann. Je nach dem wie die Positionen auf den Kreis abgebildet werden und wie lang das Video ist können also einige Kreisbewegungen nötig sein um das hintere Viertel zu erreichen.

1.3 Überblick

Das folgende Kapitel behandelt einige verwandte Arbeiten. Kapitel 3 erläutert die Funktionsweise der implementierten Slider. Eine Evaluation der implementierten Varianten ist in Kapitel 4 zu finden. Das letzte Kapitel gibt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Verbesserungen und Ideen.

2 Verwandte Arbeiten

Software bietet häufig Slider, mit denen der Benutzer einen Parameter einstellen kann. Dass ein gewöhnlicher Slider nur endlich viele Positionen hat, ist nicht nur bei Videos ein Problem, sondern ganz allgemein, wenn ein Parameter mehr Werte annehmen kann, als der zugehörige Slider. Es gibt daher schon mehrere Arbeiten, die sich mit dieser Problematik beschäftigen.

Das am häufigsten anzutreffende Konzept ist es, die Granularität zu verfeinern, in dem in die Skala hineingezoomt wird. Diese Idee wurde zum Beispiel von Ramos und Balkrishnan in ihrem „Zlider“ umgesetzt [9]. Das Kunstwort „zlliding“ deutet dabei auf die Kombination von „zooming“ und „sliding“ hin. Sie verwendeten dafür einen druckempfindlichen Stift, so dass außer den Mauskoordinaten auch noch eine dritte Dimension, der Druck, zur Verfügung stand. Ihr Zlider besteht aus einer länglichen, rechteckigen Arbeitsfläche, in welcher der Benutzer den Wert des Zliders durch Bewegungen längs des Zliders ändern kann. Die Auflösung des Zliders ist hierbei vom Druck abhängig. An den Enden der Arbeitsfläche gibt es Scrollzonen, in denen sich der Wert des Zliders kontinuierlich ändert. Die Geschwindigkeit, mit der sich der Wert ändert, wurde hierbei wieder von dem Druck abhängig gemacht, die der Benutzer auf den Stift ausübt. Interessanterweise implementierten sie auch ein Zlliding Wheel, welches ähnlich arbeitet wie der Zlider, nur dass es eben ein rundes Interface ist. Der Nachteil dieser Implementierungen ist aber, dass spezielle Hardware notwendig ist. Zwar implementierten sie auch eine Variante, bei der man das Zoomlevel mit zwei Tasten der Tastatur verändern kann, jedoch hat dies den Nachteil, dass man den Zlider zweihändig benutzen muss.

Der ZoomSlider von Hürst und anderen [3, 4, 2] kommt ohne spezielle Hardware aus. Dieser Slider wurde für Videos implementiert und legt sich als Overlay darüber. Er verwendet beide Dimensionen. Während eine horizontale Bewegung wie gewohnt, die Position des Videos ändert, variiert man die Granularität des ZoomSliders durch vertikale Bewegungen. Am unteren Bildrand hat er die gröbste Auflösung, welche die eines gewöhnlichen Sliders entspricht. Je weiter oben man den Slider bedient, desto feiner ist seine Auflösung, so dass er am oberen Bildrand framegenaues Arbeiten zulässt.

Ein weiteres Konzept, die Granularität eines Sliders zu erweitern sind die so genannten elastischen Interfaces [5, 4]. Hierbei handelt es sich um Slider, bei denen man nicht direkt den Schieber bewegt, sondern stattdessen an einem „elastischen Band“ zieht, welches am Schieber befestigt ist. Je stärker man an dem Band zieht, das heißt je weiter man sich mit dem Mauszeiger von dem Schieber entfernt, desto schneller bewegt sich der Schieber auf

die Maus zu, wodurch sich der Abstand und damit auch die Geschwindigkeit wieder kontinuierlich abnimmt. Auf diese Weise kann sich der Wert des Sliders in kleineren Schritten ändern, ohne, dass sich der Schieber um einen Pixel bewegen muss.

Auch der PVSlider [8] verwendet ein „Gummiband“ über das man eine Geschwindigkeit einstellen kann. Der PVSlider wird ebenfalls als Overlay über das Video gelegt. Er unterscheidet sich jedoch grundlegend vom elastischen Slider. Er hat einen positionsbasierten Bereich, welcher an beiden Enden von einem Geschwindigkeitsbasierten Bereich eingeschlossen ist. Die Auflösung bzw. Geschwindigkeit, dieser Bereiche ist dabei von der Länge des Gummibandes abhängig. Im Gegensatz zum elastischen Slider, entspannt sich hier das Gummiband jedoch nicht von selbst. Es bleibt stets gespannt zwischen Mauszeiger und der Stelle, auf die geklickt wurde.

Eine weitere Möglichkeit, die Granularität für einen gewissen Bereich zu verfeinern, besteht darin, die Positionen auf dem Slider nicht gleichmäßig zu verteilen, sondern eine nichtlineare Skala zu verwenden, die um den Schieber die höchste Auflösung hat. Diese Idee wurde mit dem NLSlider [4] umgesetzt. Der Vorteil des NLSliders ist es, dass stets der gesamte Wertebereich auf den Slider abgebildet wird. Jedoch bleibt dadurch, dass der Bereich um den aktuellen Wert deutlich mehr Platz einnimmt, weniger Sliderpositionen für die restlichen Werte übrig, so dass die Auflösung dort noch grober ist, als bei einem normalen Slider. Zudem muss die Skala nach einer Werteänderung neu erstellt und der Schieber neu positioniert werden.

Der TLSlider [8] wurde explizit für die Navigation in Videos entwickelt. Er unterteilt das Video in eine Sequenz von Thumbnails, stellt diese kompakt dar und bietet eine geeignete Möglichkeit, eines dieser Thumbnails auszuwählen und damit die entsprechende Stelle anzuspringen. Er löst damit jedoch nicht das angesprochene Problem, denn die Anzahl der Thumbnails ist begrenzt und so lässt sich nicht jedes beliebige Frame ansteuern. Außerdem wurde für die Bedienung wieder ein druckempfindlicher Stift benötigt.

Es gibt auch noch weitere Arbeiten, die eine kreisförmige Benutzerschnittstelle zur Navigation in Dokumenten vorstellen. Die Idee des Virtual Scroll Ring (VSR) [7] ist es, ein Scrollrad zu simulieren. Die Autoren vergleichen den VSR dabei mit dem Scrollrad einer Computermaus. Als Grundlage für Werteänderungen dient die Strecke, welche im Kreisbogen zurückgelegt wurde. Das Radial Scroll Tool [10] löst das gleiche Problem auf ähnliche Weise, jedoch wurde hier der Winkel als Grundlage für die Werteänderungen benutzt. Dies hat den Vorteil, dass es in der Nähe des Zentrums eine gröbere Auflösung hat als weiter außen. So bedeuten kleine schnelle Bewegungen große Werteänderungen und langsame große Bewegungen kleine Werteänderungen. Beim VSR sind hingegen große schnelle Bewegungen nötig.

Alle diese Arbeiten beschäftigen sich mit Navigation in Videos oder runden Benutzerschnittstellen. Jedoch betrachtet keine, wie sich runde Interfaces für die Navigation in Videos eignen.

3 Implementierte Varianten

3.1 Gemeinsamkeiten

3.1.1 Graphische Darstellung

Im Gegensatz zu horizontalen Slidern werden die hier implementierten Slider nicht unterhalb des Videos, sondern als Overlay direkt auf dem Video dargestellt. Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer den Slider und das Video stets gleichzeitig im Blick hat [5]. Damit das Video nicht ständig durch einen Slider bedeckt ist wird der Slider nur dann dargestellt, wenn mit der Maus auf das Video geklickt wird. Damit auch während der Darstellung der Slider möglichst wenig vom Video verdeckt wird, bestehen die Slider aus sehr einfachen und kleinen graphischen Elementen.

Dargestellt werden ein kleines Kreuz im Zentrum des Sliders, im Kreis angeordnete Positionsstriche und ein Zeiger, welcher auf die aktuelle Position des Sliders zeigt. Zusätzlich können auch Beschriftungstexte an den Positionen und am Zeiger angezeigt werden. Befindet sich das Video am Anfang oder am Ende, so werden auch dafür passende Symbole angezeigt. Alle Elemente werden in je zwei Farben gezeichnet, welche sich konfigurieren lassen, aber möglichst kontrastreich gewählt werden sollten. (Siehe Abb. 3)

Die Größe des Sliders lässt sich in Abhängigkeit von der des Videos prozentual einstellen, wobei von der kleineren Abmessung ausgegangen wird. Da Videos meistens breiter als hoch sind, entsprechen 100% für gewöhnlich der Videohöhe. Der eingestellte Wert gilt für den Innenradius des Sliders. D.h. bei einem Video mit der Auflösung von 800x600 und einem eingestellten Wert von 15% hat der Slider einen Innenradius von 90 Pixel. Der Außenradius hängt von der Länge der Positionsstriche ab, welche, wie auch das Kreuz im Zentrum des Sliders, von dem Radius unabhängig sind. Der Sliderzeiger und die Symbole, für Anfang und Ende des Videos, passen sich hingegen automatisch der Größe des Sliders an.

3.1.2 Theoretische Vorüberlegungen

Wie ein horizontaler Slider verwenden auch diese runden Slidervarianten die pixelbasierten Eingabekoordinaten des Mauszeigers. Im Unterschied dazu werden jedoch beide Dimensionen verwendet um aus der Mausposition und der Position des Sliderzentrums ein Winkel zu berechnen. Dazu wird im ersten Schritt aus den Differenzen der Koordinaten mit Hilfe der atan2-Funktion ein Winkel berechnet:

$$\gamma = \text{atan2}(y_{\text{Maus}} - y_{\text{Zentrum}}, x_{\text{Maus}} - x_{\text{Zentrum}})$$

Anschließend werden Winkel aus dem negativen Bereich um 2π in den positiven Bereich verschoben, so dass letztlich jeder Koordinate ein Winkel aus dem Bereich $[0, 2\pi)$ zugeordnet wird.

$$\theta = \begin{cases} \gamma + 2\pi & \text{falls } \gamma < 0 \\ \gamma & \text{sonst} \end{cases}$$

Durch diese Vorgehensweise lässt sich der Zeiger des Sliders in kleineren Schritten bewegen, wenn sich der Mauszeiger weiter weg vom Zentrum befindet. Beispiel: Beträgt die Differenz

zwischen der Position des Mauszeigers und der des Zentrums in beide Richtungen nur 25 Pixel, so ist $\theta = 45^\circ$. Wird die Differenz in y um Eins erhöht, so erhöht sich der Winkel um $1,12^\circ$. Beträgt die Differenz Anfangs jedoch in beide Richtungen 100 Pixel (θ ist ebenfalls 45°) und ändert sich die Differenz in y ebenfalls um 1 Pixel, so erhöht sich der Winkel nur um $0,29^\circ$. Die Auflösung des Sliders ist also feiner, je größer der Radius der Kreisbewegungen ist [10, Vernier effect].

Positionen des Sliders sind durch zwei Winkel α und β definiert und der Slider befindet sich auf dieser Position, wenn der berechnete Winkel θ des Sliderzeigers im Bereich $[\alpha, \beta)$ liegt.

Gerade die Tatsache, dass ein Kreis weder Start noch Ende hat machte bei der Implementierung ein paar grundlegende Überlegungen und Definitionen notwendig.

- (1) Es wird im Faktoring $\mathbb{R}/[0, 2\pi)$ gerechnet. Es gilt also $\alpha \equiv \alpha + r \cdot 2\pi$ für $\alpha \in [0, 2\pi)$ und $r \in \mathbb{R}$. Alle Rechenergebnisse werden daher mit einer Funktion `normalizeAngle` in diesen Bereich verschoben. Beim Implementieren von Methoden musste so nur dieser Definitionsbereich berücksichtigt werden.
- (2) Eine Drehung im Uhrzeigersinn ist eine Bewegung „vorwärts“.
- (3) Die Länge eines Bereichs von α nach β wurde definiert als

$$\text{length}(\alpha, \beta) = \begin{cases} \beta - \alpha & \text{falls } \alpha < \beta \\ 2\pi - \alpha + \beta & \text{falls } \alpha > \beta \end{cases}$$

Man beachte, dass ein Bereich von γ bis γ nicht die Länge Null, sondern die Länge 2π hat. Dies ist auch beabsichtigt, denn durch das Rechnen im Faktoring gilt $\text{length}(\gamma, \gamma + 2\pi) = \text{length}(\gamma, \gamma)$. Und im Gegensatz zu dem Bereich „der ganze Kreis“ wurden Bereiche der Länge Null nicht gebraucht.

- (4) Eine Winkelposition α liegt vor einer Winkelposition β , wenn $\alpha \neq \beta$ und $\text{length}(\alpha, \beta) < \text{length}(\beta, \alpha)$. Diese Definition wird gebraucht damit aus zwei aufeinander folgenden Winkelpositionen des Sliderzeigers die Rotationsrichtung bestimmt werden kann. Ohne diese Definition wäre z.B. nicht klar, ob es sich bei zwei Sliderpositionen nun eine Rotation um $\frac{2\pi}{3}$ vorwärts oder $\frac{4}{3}\pi$ rückwärts gemeint ist. Eine Ausnahme bilden Bereiche, die durch einen Start- und Endwinkel definiert sind. Der Startwinkel ist hier stets vor dem Endwinkel.
- (5) Eine Winkelposition γ liegt in einem Bereich, der von α bis β geht, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
 - $\gamma = \alpha$ und der Startwert des Bereichs ist inklusive
 - $\gamma = \beta$ und der Endwert des Bereichs ist inklusive
 - $\alpha = \beta$ (da der Bereich dann den gesamten Kreis ausmacht)
 - $\alpha < \gamma < \beta$

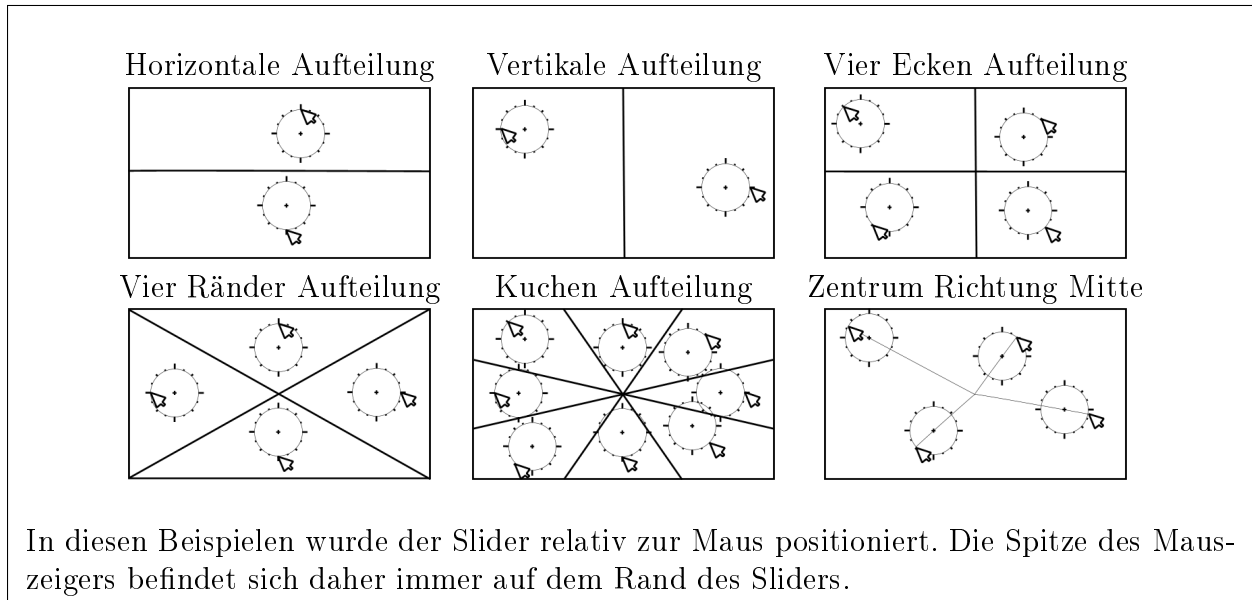


Abbildung 1: Beispiele zur Positionierung des Sliders.

- $(\alpha > \beta) \wedge ((\alpha < \gamma) \vee (\gamma < \beta))$

Man beachte, dass die Winkelposition γ nicht unbedingt im Sinne von (4) β und α vor γ liegen muss.

- (6) Eine Winkelposition γ liegt vor in einem Bereich, der von α bis β geht, wenn er nicht innerhalb liegt und $\text{length}(\gamma, \alpha) < \text{length}(\beta, \gamma)$. Dem entsprechend liegt er nach dem Bereich, wenn er weder innerhalb noch vor dem Bereich liegt.
- (7) Zwei Bereiche α bis β und γ bis δ überschneiden sich falls eine der folgenden Bedingungen war ist.

- $\alpha \in [\gamma, \delta)$
- $\beta \in (\gamma, \delta)$
- $\gamma \in [\alpha, \beta)$
- $\delta \in (\alpha, \beta)$

Wobei hier die Definition unter (5) verwendet wird. Man beachte, dass die Startwerte mal inklusive und mal exklusive sind.

3.2 Positionierung des Sliders

Da die hier implementierten Slider als Overlay über das Video gelegt werden, sind sie nur sichtbar solange die Maustaste gedrückt wird. Bei jedem Klick wird der Slider neu

positioniert. Die Positionierung ist konfigurierbar. Neben der Möglichkeit, den Slider immer an der selben Position auftauchen zu lassen, gibt es viele Varianten, die den Slider in Abhängigkeit von den Mauskoordinaten positionieren, auf die geklickt wurde. Die meisten dieser Varianten teilen die Videofläche in Bereiche ein und positionieren den Slider in jedem Bereich unterschiedlich. Die Grenzen der Bereiche werden jedoch nicht graphisch dargestellt und sind für den Benutzer daher nicht sichtbar. Folgende Aufteilungen stehen zur Auswahl, die in Abbildung 1 zu sehen sind:

- Bei „Zentrum des Videos“, „Feste Sliderposition“ und „Zentrum Richtung Mitte“ gibt es keine Aufteilung. Die gesamte Videofläche ist ein einziger Bereich.
- „Horizontale Aufteilung“ teilt die Videofläche in eine obere und eine untere Hälfte.
- „Vertikale Aufteilung“ teilt die Videofläche in eine linke und eine rechte Hälfte.
- „Vier Ecken Aufteilung“ teilt die Videofläche waagerecht und senkrecht in vier gleich große Bereiche.
- „Vier Ränder Aufteilung“ teilt die Videofläche diagonal in vier Bereiche.
- „Kuchen“ teilt die Videofläche kuchenartig in acht Bereiche.

Wie der Name schon sagt, erscheint der Slider bei „Zentrum des Videos“, unabhängig von der Mausposition, immer in der Mitte der Bildfläche. Bei der Einstellung „Feste Sliderposition“ erscheint der Slider ebenfalls immer an der gleichen Position, die sich jedoch konfigurieren lässt.

Bei den Varianten, welche die Videofläche in mehrere Bereiche einteilen, gibt zwei Mögliche Positionierungsarten. Die eine legt für jeden Bereich eine feste Position fest, die andere positioniert den Slider relativ zur Mausposition. Bei der relativen Positionierung wird das Zentrum des Sliders horizontal, vertikal oder im 45°-Winkel neben der Maus positioniert, so dass der Abstand gerade dem Radius des Sliders entspricht. Die Richtung, in die der Slider neben der Maus auftaucht, ist für den gesamten Bereich gleich und in Abbildung 1 ersichtlich.

Bei der Variante „Zentrum Richtung Mitte“ wird der Slider so positioniert, dass sein Zentrum, die Mausposition und die Mitte des Videos auf einer geraden liegen. Das Zentrum des Sliders liegt dabei zwischen der Mausposition und der Videomitte, der Abstand zwischen Maus und Sliderzentrum entspricht dem Radius des Sliders.

Unabhängig von den oben Beschriebenen Varianten, gibt es zwei weitere Optionen, welche die Positionierung des Sliders beeinflussen. Die erste verhindert, dass das Zentrum des Sliders in einem anderen Bereich auftaucht, als in dem Bereich, in den geklickt wurde. Dazu werden die Schnittpunkte berechnet, welche die Bereichsgrenzen mit der Gerade haben, die durch die Mausposition und die gewünschte Sliderposition definiert ist. Liegt ein solcher Schnittpunkt näher an der Mausposition, als die gewünschte Sliderposition, so wird der Slider auf diesem Schnittpunkt positioniert. Auf diese Weise wird eine für den

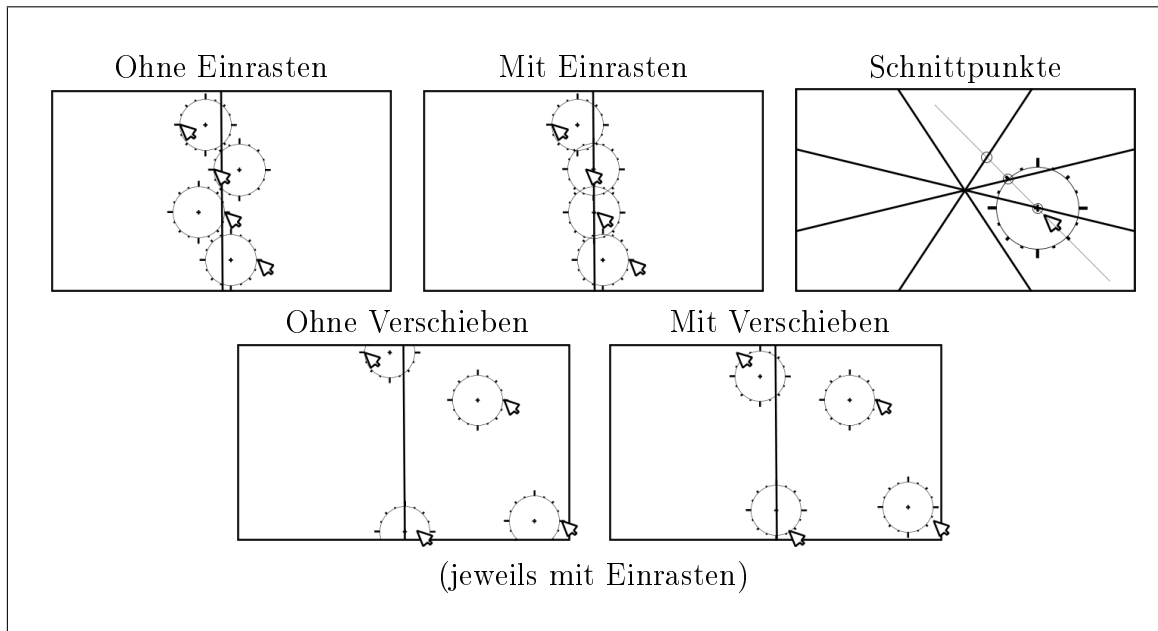


Abbildung 2: Das Zentrum des Sliders kann an den Bereichsgrenze einrasten.

Benutzer, der die Grenzen nicht sieht, eine überraschend andere Platzierung verhindert, welche ohne diese Option dann auftritt, wenn der Slider in der Nähe einer Grenze mehrmals und auf beiden Seiten aktiviert wird. (siehe Abbildung 2.)

Die zweite Option verschiebt das Zentrum eines Sliders nachträglich noch einmal, wenn er durch die gewünschte Positionierung teilweise außerhalb der Videofläche und damit außerhalb des sichtbaren Bereichs erscheinen würde. Er kann dabei horizontal und vertikal so weit verschoben werden, dass er einen Mindestabstand zum Rand des Videos einhält. (siehe Abbildung 2.)

3.3 Positionsbasierte Varianten

Bei den positionsbasierten Slidervarianten wird der Kreis in eine gewissen Anzahl gleichgroßer Bereiche unterteilt. Jeder dieser Bereiche stellt eine Position des Sliders dar. Die Positionen sind dabei ab Null durchnummeriert. Optisch werden diese Positionen durch Striche dargestellt, wobei je nach Anzahl nicht zwischen jeder Position ein Strich angezeigt wird, sondern beispielsweise nur alle 24 Positionen. Denn möchte man auf den kompletten Kreis z.B. 10 Sekunden des Videos abbilden so wären dies bei 24 Bilder pro Sekunde schon 240 Positionen. Je mehr Positionen auf diese Weise optisch zu einer Position zusammengefasst werden, desto länger werden die dargestellte Striche.

Wird der Sliderzeiger während der Benutzung des Sliders von einer Winkelposition α , welche einer Sliderposition mit der Nummer a zugeordnet ist, auf eine Winkelposition β , welche einer Sliderposition mit der Nummer b zugeordnet ist, bewegt, so wird anhand dieser Werte berechnet auf welche Position das Video gesetzt werden muss. Dabei wird

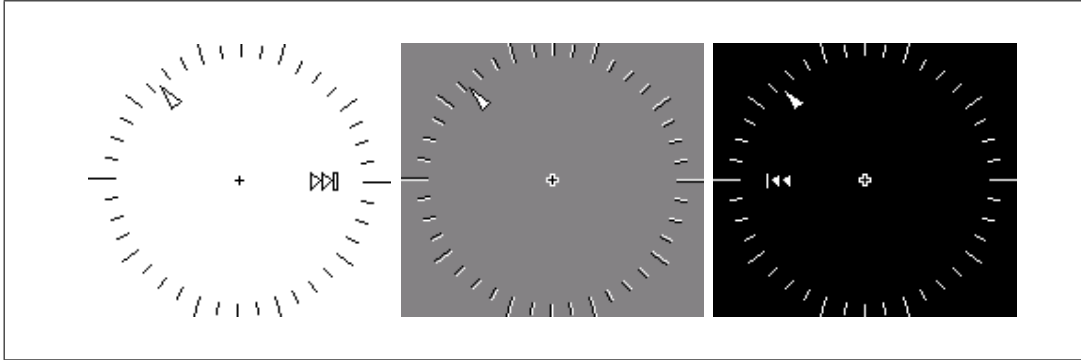


Abbildung 3: Konstanter positionsbasierter Slider auf unterschiedlichen Hintergründen

die Videoposition um die selbe Anzahl erhöht oder erniedrigt, um die sich auch der Slider geändert hat. Dies ist

$$p = \begin{cases} b - a & \text{falls } -\pi < (\alpha - \beta) < \pi \\ b - a + n & \text{falls } (\alpha - \beta) > \pi \\ b - a - n & \text{falls } (\alpha - \beta) < -\pi \end{cases}$$

wobei n die Anzahl der Sliderpositionen ist. Hierbei wird beachtet, dass ein Slider mit $n > 1$ Positionen einen Positionsübergang von $n - 1$ nach 0 hat. Bewegt man den Sliderzeiger also vorwärts von der Position mit der Nummer $n - 1$ auf die nächste Position mit der Nummer 0 so ist die Differenz $0 - (n - 1) = 1 - n$ und damit negativ, obwohl der Zeiger vorwärts bewegt wurde. Daher wird zusätzlich zur Positions-differenz auch die Winkeldifferenz betrachtet, welche von der Positionsanzahl n unabhängig ist. Ist die Differenz größer als π , so wird von einer Rückwärts-umdrehung ausgegangen, da es wahrscheinlicher ist, dass weniger als eine halbe Umdrehung rückwärts gedreht wurde, als dass um mehr als eine halbe Umdrehung vorwärts gedreht wurde.

3.3.1 Konstante Auflösung

Zwar lässt sich bei der positionsbasierten Variante mit konstanter Auflösung die Anzahl der Sliderpositionen konfigurieren, sie ändert sich jedoch nicht von selbst. Es lassen sich nur die in Abbildung 4 voreingestellten Auflösungen einstellen.

Dies ist eine sehr einfache Variante eines runden Sliders. Mit einer hohen Auflösung lässt sich jedes Frame eines Videos damit anschauen. Jedoch bräuchte man bei einer Auflösung von 10 Sekunden pro Kreis bei einem zwei Stunden Video 720 Umdrehungen um das Video von der ersten auf die letzte Position zu bewegen. Um zügig voran zu kommen müsste der Benutzer eine höhere Umdrehungsgeschwindigkeit über eine längere Zeit halten. Bei einer Auflösung von 5 Minuten pro Kreis wären nur noch 24 Umdrehungen nötig. Jedoch ist es dann schwierig, wenn nicht unmöglich, einzelne Bilder zu betrachten. Bewegungen des Benutzer müssten dabei sehr klein und langsam ausfallen.

Level	Auflösung
1	1 Sekunde pro Kreis
2	2 Sekunde pro Kreis
3	4 Sekunde pro Kreis
4	10 Sekunde pro Kreis
5	20 Sekunde pro Kreis
6	30 Sekunde pro Kreis
7	1 Minuten pro Kreis
8	2 Minuten pro Kreis
9	5 Minuten pro Kreis

Abbildung 4: Auflösungslevel der positionsbasierten Varianten

3.3.2 Dynamische Auflösung

Bei der dynamischen Variante bleibt die Auflösung dagegen nicht konstant, sondern ändert sich in Abhängigkeit des Benutzungsverhaltens. Der Slider versucht hierbei zu erkennen was die Absicht des Benutzers ist. Dabei beobachtet der Slider kontinuierlich die Umdrehungsgeschwindigkeit und die Dauer, mit der diese gehalten wird. Ist die Umdrehungsgeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum hoch, so geht der Slider davon aus, dass die Auflösung zu fein eingestellt ist und stellt automatisch eine gröbere Auflösung ein. Analog stellt er automatisch eine feinere Auflösung ein, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum sehr klein ist. Das Ändern der Auflösung bewirkt dabei, dass sich der Benutzer bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit automatisch schneller bzw. langsamer im Video fortbewegt.

Um zu erkennen, wann eine Änderung der Auflösung nötig ist, überwacht der Slider ständig die Umdrehungsgeschwindigkeit und vergleicht sie mit zwei konfigurierbaren Schwellwerten. Er ändert die Auflösung dann, wenn der eine Schwellwert für eine konfigurierbare Zeit überschritten oder der andere Schwellwert für eine separat konfigurierbare Zeit unterschritten wurde. Nach dem Ändern der Auflösung setzt er den Zeitzähler zurück und misst erneut.

Der Slider kann die Auflösung dabei auf zwei unterschiedliche Arten ändern. Eine Möglichkeit nutzt die vorkonfigurierten Level des konstanten Sliders (siehe Abb. 4). Soll sich die Auflösung ändern, so nimmt er das nächst höhere oder niedrigere Level. Dabei lässt sich konfigurieren, welches das höchste und niedrigste Level ist. Es ist dadurch beispielsweise möglich den Slider so einzustellen, dass er nur die Level 3 bis 8 benutzt.

Die Verwendung der Level hat den Nachteil, dass sich die Auflösung in recht großen Sprüngen ändert. Der Slider lässt sich aber auch so konfigurieren, dass er eine beliebige Anzahl an Sliderpositionen hat und diese jeweils um einen gewissen Prozentsatz erhöht oder erniedrigt. Konfigurierbar ist dabei die minimale und maximale Anzahl an Positionen, sowie je ein Prozentsatz um den sich die Anzahl erhöhen bzw. erniedrigen soll.

3.3.3 Richtungswechsel

Bei der Suche nach einer bestimmten Szene oder einem bestimmten Bild in einem Video kommt es häufig vor, dass man über die gesuchte Stelle hinweg geht und wieder ein Stück zurück muss. Während der Suche möchte man zügig voran kommen, so dass eine grobe Auflösung besser ist. Hat man jedoch gerade die gesuchte Stelle überschritten und möchte wieder zurück, so ist eine feine Auflösung besser geeignet.

Daher können die zwei positionsbasierten Varianten optional die Auflösung bei einem Richtungswechsel erhöhen. Jedoch wird die Auflösung hierbei nicht für den kompletten Slider geändert sondern nur für einen Teil des Kreises. Dabei lässt sich konfigurieren wie viel Prozent des Kreises für den höher auflösenden Bereich genutzt werden sollen. Wie viel höher die Auflösung dabei sein soll lässt sich ebenfalls über einen Faktor einstellen. Des Weiteren lässt sich einstellen wie viel dieses Bereichs in Drehrichtung vor dem Sliderzeiger auftauchen soll und wie viel danach (siehe Abb. 10). Außerdem lassen sich die Farben einstellen, in denen die Positionsstriche dieses Bereichs gezeichnet werden, so dass dieser optisch hervorgehoben wird.

So lange sich der Sliderzeiger innerhalb dieses Bereichs aufhält bleibt die Auflösung konstant. Insbesondere bleibt die Auflösung auch beim dynamischen Slider konstant. Sobald sich der Sliderzeiger den Bereich verlässt erhält der Slider wieder die ursprüngliche Auflösung und die automatische Anpassung der dynamischen Variante wird wieder aktiviert.

3.4 Geschwindigkeitsbasierte Variante

Möchte man mit der positionsbasierten Variante in einem längeren Video navigieren, so muss man je nach Auflösung des Sliders einige Kreisbewegungen vollziehen. Je nach Geschick des Benutzers kann dies lästig sein oder gar zum Problem werden. Auch wenn man sich eine Szene im Zeitraffer oder in Zeitlupe anschauen möchte, so sind gleichmäßige und kontinuierliche Bewegungen nötig. In beiden Fällen wäre es einfacher, wenn das Video mit einer einstellbaren Geschwindigkeit von selbst ablaufen würde, ohne dass weitere Kreisbewegungen nötig wären. Diese Funktionalität wurde in der geschwindigkeitsbasierten Variante realisiert.

Bei der geschwindigkeitsbasierten Variante wird auf eine Sliderposition nicht eine Dokumentenposition sondern eine Geschwindigkeit abgebildet. Beim aktivieren des Sliders wird es dabei stets so gedreht, dass der Sliderzeiger, wie in Abbildung 5 im Bild (1) zu sehen, in der Mitte der Stopposition steht.

Der Slider ist symmetrisch in unterschiedlich breite Positionen eingeteilt. Höhere Geschwindigkeitsstufen haben dabei schmalere Positionen als niedrigere Geschwindigkeiten. Die Seite einer Position, die näher an der Stopposition liegt, wird im folgenden „Anfang“ genannt, die andere „Ende“. Jeder Position ist eine Geschwindigkeit zugeordnet. Diese gilt jedoch, außer bei der Stopposition, nicht für die gesamte Positionsbreite, sondern nur für das Ende der Position. An dieser Stelle erscheint auch ein Beschriftungstext, falls einer angezeigt werden soll. Zwischen diesen Stellen wird durchgehend interpoliert wobei der

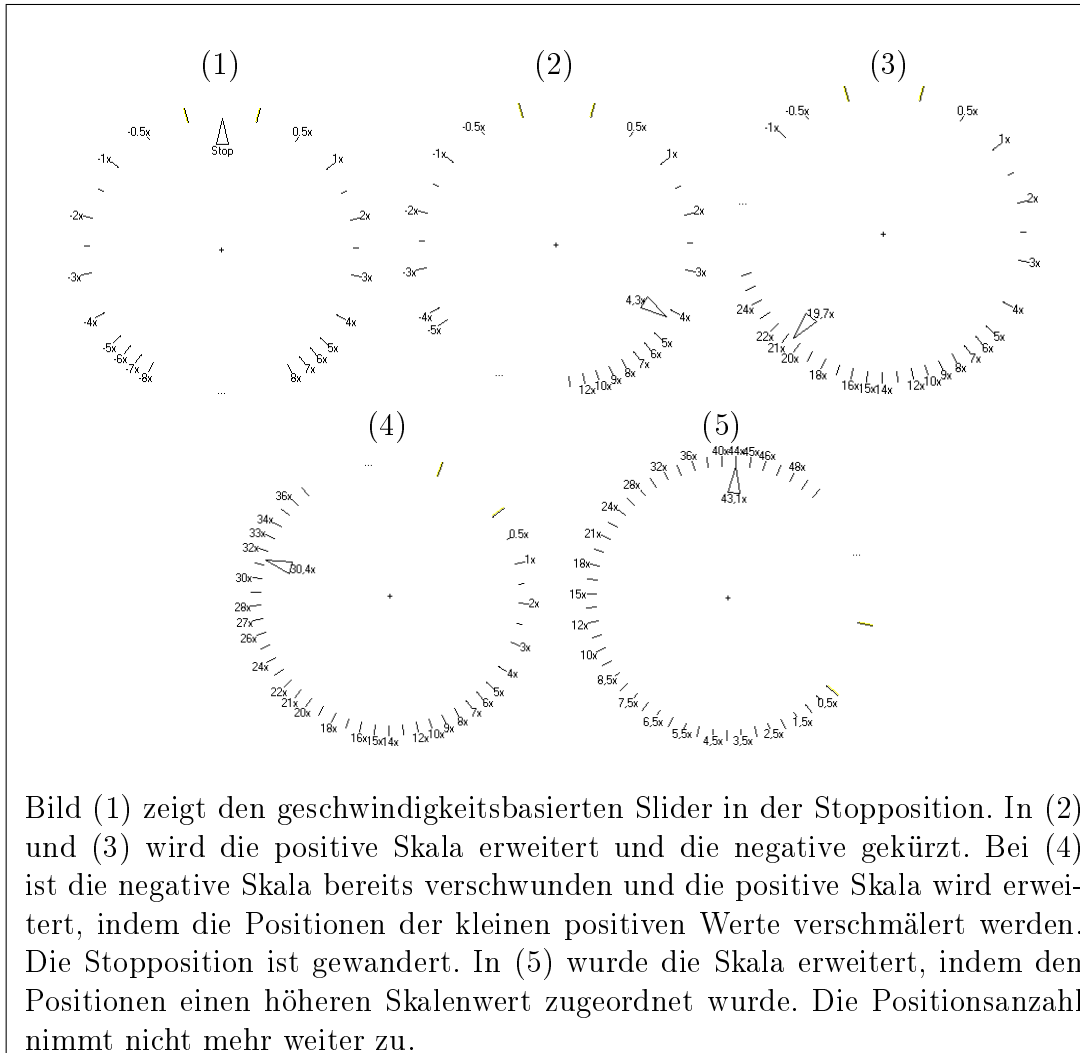


Abbildung 5: Geschwindigkeitsbasierte Slidervariante

Stopposition der Wert Null zugeordnet ist. D.h. der Mitte der Position „0.5x“ wird der Wert 0,25 zugeordnet und der Stelle, die $\frac{1}{3}$ der Breite der Position „5x“, nach dem Ende der Position „4x“ liegt, wird der Wert 4,3 zugeordnet (Bild (1) in Abb. 5), usw. Intern wird dabei mit doppelter Genauigkeit gerechnet. Die Anzeige wird jedoch auf eine Nachkommastelle gerundet.

Zu Beginn bietet der Slider nur Positionen von Stopp bis achtfach in beide Richtungen an. Zwischen den zwei schnellsten Positionen gibt es eine undefinierte Position, die sich zu Beginn gegenüber der Stopposition befindet und mittig stets die Beschriftung „...“ trägt.

Um den Vorteil eines runden Sliders, im Vergleich zu einem horizontalen Slider mit endlicher Länge, auch hier auszunutzen, enden die Skalen nicht bei den zu Beginn dargestellten höchsten Geschwindigkeiten. Stattdessen wird die Skala dynamisch erweitert, sobald sich der Zeiger des Sliders dem Ende der Skala nähert (Abb. 5). Dabei wird sichergestellt, dass sich stets mindestens fünf Positionen zwischen dem Zeiger und dem Ende der Skala befinden. Dazu werden am Ende der Skala neue Positionen erzeugt. Der Platz dafür wird jedoch nicht vom undefinierten Bereich genommen, Stattdessen wird zunächst die andere unbenutzte Skala gekürzt, bis nichts mehr davon übrig ist. Der undefinierte Bereich verschiebt sich hierbei bis an die Stopposition ran. Anschließend werden alle Positionen der Skala bis auf eine Mindestbreite gestaucht. Zusätzlich zum undefinierten Bereich verschiebt sich hier auch die Stopposition. Die letzte Methode, die Skala weiter zu erhöhen, schafft Platz für eine neue Position, indem die Position mit dem kleinsten Wert gelöscht wird. Anschließend bekommen alle Positionen, die auf der Skala unterhalb des Sliderzeigers liegen, eine neue Geschwindigkeiten zugeordnet. Dazu wurden verschiedene Funktionen für die Zuordnung ausprobiert, die in Abbildung 6 zu sehen sind. Bei der linearen Funktion gab es das Problem, dass die Werte im unteren Bereich der Skala zu schnell anstiegen, wenn der höchste Skalenwert zu groß wurde. So mussten nach nur zwei Rotationen die Werte von Null bis 100 auf 38 Positionen verteilt werden, was dazu führte, dass die erste Position schon den Wert 2,6 zugeordnet bekommen sollte.

Die quadratische Funktion hatte den Vorteil, dass die Werte im niedrigen Bereich langsamer anstiegen als im hohen Bereich. Zudem musste man mit dem Sliderzeiger keine große Strecke zurücklegen, um aus dem hohen Bereich heraus zu kommen. Aber hier war das Problem mit den niedrigen Skalenwerten gerade umgekehrt, d.h. mehreren Positionen wurden Werte zugeordnet, die kleiner als eins waren. Daher wurden beide Varianten kombiniert, so dass das Maximum der quadratischen Funktion und einer linearen Funktion mit fester Steigung genommen wird.

Wird der Zeiger des Sliders auf der Skala wieder nach unten bewegt, so ändert sich der Slider bzw. dessen Positionen erst, wenn der Zeiger auf der Stopposition angekommen ist. Dann kehrt der Slider in seinen ursprünglichen Zustand zurück, wobei die Stopposition aber ihre aktuelle Position beibehält.

1. $Wert(i) = \frac{i}{n} \cdot x$
2. $Wert(i) = \left\lfloor \frac{i^2}{n^2} \cdot x \right\rfloor$
3. $Wert(i) = \max\left(\left\lfloor \frac{i^2}{n^2} \cdot x \right\rfloor, \frac{i+1}{2}\right)$

n Position auf die der Zeiger zeigt.
 x Wert der Position n
 i Positionsnummer auf der Skala

Abbildung 6: Möglichkeiten

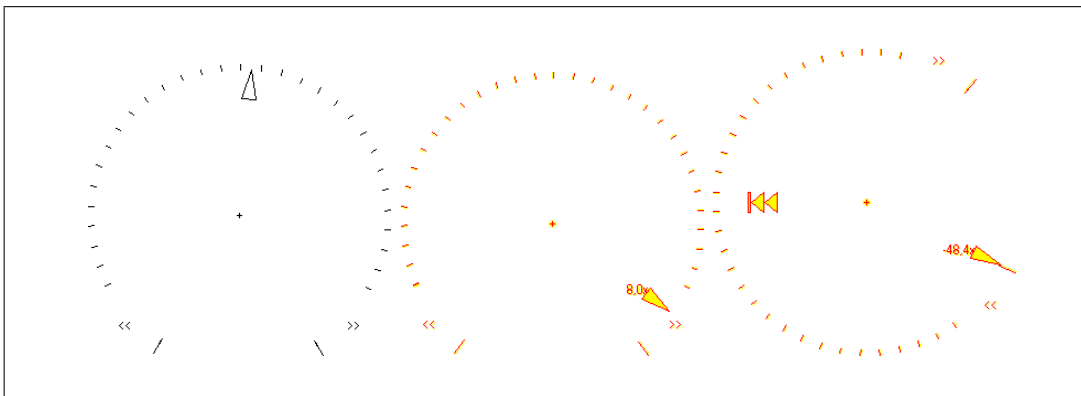


Abbildung 7: Gemischte Slidervariante

3.5 Mischung aus positions- und geschwindigkeitsbasierter Variante

Die oben angesprochenen Nachteile der positionsbasierten Variante sind in der geschwindigkeitsbasierten Variante nicht vorhanden. Jedoch fehlen ihr auch die Vorteile der positionsbasierten Variante. So kann man mit dem positionsbasierten Slider von einer Vorwärtsbewegung sofort in eine Rückwärtsbewegung wechseln. Die Videoposition reagiert sofort auf die Sliderposition. Bei der geschwindigkeitsbasierten Variante kann man hingegen nur eine Geschwindigkeit einstellen und die Videoposition so nur indirekt beeinflussen.

Die gemischte Variante versucht die Vorteile der beiden anderen Varianten zu vereinen. Der Slider hat daher einen positionsbasierten Bereich und je eine geschwindigkeitsbasierte Position für Vor- und Rücklauf, sowie einen optionalen undefinierten Bereich, der die zwei Geschwindigkeitspositionen optisch von einander trennt. Die Breite der einzelnen Bereiche, sowie die Anzahl der positionsbasierten Sliderpositionen lässt sich konfigurieren. (Siehe Abb. 7 und Abb. 11.)

Beim aktivieren des gemischten Sliders wird er zunächst so gedreht, dass sich der Zeiger in der Mitte des positionsbasierten Bereichs befindet. Er kann also für einen gewissen Bereich um die aktuelle Videoposition so benutzt werden, wie der positionsbasierte Slider. Gleichzeitig wird die Geschwindigkeit gemessen, mit der sich der Benutzer im Video bewegt. Den geschwindigkeitsbasierten Positionen ist zunächst kein Wert zugeordnet. Wird nun der Sliderzeiger vom positionsbasierten Bereich in eine der geschwindigkeitsbasierten Positionen bewegt, so wird dieser Position die Geschwindigkeit zugeordnet, mit der sich der Benutzer zuvor im positionsbasierten Bereich bewegt hat, mindestens aber der Wert Eins. Der aktuelle Geschwindigkeitswert des Sliders entsteht dann wieder durch lineare Interpolation zwischen den zwei Positionsenden. Der Slider kann im geschwindigkeitsbasierten Modus optional in einer anderen Farbe gezeichnet werden, so dass bei einem Moduswechsel ein optisches Feedback vorhanden ist.

Wird versucht, den Zeiger des Sliders, über das Ende der geschwindigkeitsbasierten Position zu bewegen, dann wird der Slider so rotiert, dass der Zeiger weiterhin auf das Ende dieser Position zeigt. Zudem wird der Wert G , der dieser Position zugeordnet wurde, nach folgender Formel erhöht:

$$G_{\text{neu}} = G_{\text{alt}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta w}{2\pi}\right)$$

Dabei ist Δw der Winkel, um den der Slider gedreht wurde. Für eine gleichmäßige und volle Umdrehung des Sliders in n Schritten um den Winkel $\Delta w = \frac{2\pi}{n}$, ergibt sich dabei die Erhöhung zu:

$$G_{\text{neu}} = G_{\text{alt}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta w}{2\pi}\right)^n = G_{\text{alt}} \cdot \left(1 + \frac{2\pi}{n \cdot 2\pi}\right)^n = G_{\text{alt}} \cdot \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

Für $n \rightarrow \infty$ gilt: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$ (Eulersche Zahl) und da jede Mausbewegung ein update auslöst erhöht sich die Geschwindigkeit mit jeder Umdrehung des Rades etwa um Faktor

e, also etwa um Faktor 2,7. Im Gegensatz zum geschwindigkeitsbasierten Slider, bei dem sich der Wert mit jeder Umdrehung um einen konstanten Wert ändert und damit linear ist, ändert sich die Geschwindigkeit hier um einen Faktor und damit exponentiell.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alter	52	29	27	24	46	22	26	22	24	18	34	17
Geschlecht	M	M	M	M	W	W	M	W	W	W	M	M

Abbildung 8: Probanden

4 Evaluation

4.1 Einleitung

In dieser Arbeit wurden verschiedene Varianten des runden Sliders implementiert, welche sich über viele Parameter konfigurieren lassen. Zudem lässt sich der Mauszeiger eines PC über verschiedene Eingabegeräte bedienen. Eine Evaluation sollte aufzeigen, wie gut sich die runden Interfaces bedienen lassen und welches Eingabegerät sich dafür am ehesten eignet. Des weiteren sollte ein Vergleich der Slidervarianten zeigen, mit welcher Variante sich welche Aufgaben besser ausführen lassen und welche Variante sich für welches Device empfiehlt. Da nicht sehr viel Zeit für die Evaluation zur Verfügung stand, mussten ein paar Einschränkungen gemacht werden. Die Evaluation beschränkte sich daher auf das Navigieren mit dem runden Slider in pausierten Videos und 12 Teilnehmer. Verglichen wurden drei verschiedene Eingabegeräte (Maus, Touchpad, Stift) und drei Slidervarianten (die dynamisch positionsbasierte, die geschwindigkeitsbasierte und die gemischte Variante), welche auf eine feste Parameterauswahl eingestellt waren. Die Maus wurde gewählt, da sie bei fast jedem PC zu finden ist. Es war jedoch nicht klar ob sie sich für runde Bewegungen eignet, da die täglichen Interaktionen mit dem PC meistens horizontale oder vertikale Bewegungen erfordern. Das Touchpad wurde hinzugenommen, da sich Kreisbewegungen mit dem Finger relativ leicht ausführen lassen. Auch mit einem Stift lassen sich solche Bewegungen gut ausüben. Hier war jedoch nicht klar, in wie weit sich die Probanden das Videobild mit der eigenen Hand verdecken.

In der Evaluation wurde davon ausgegangen, dass der runde Slider als zusätzliches Navigationselement neben einem gewöhnlichen horizontalen Slider zur Verfügung steht, und dass den Probanden das Video bereits vertraut ist. Es ist anzunehmen, dass Probanden in einem langen bekannten Video große Strecken zunächst mit dem horizontalen Slider zurück legen würden, um dann erst auf den runden Slider zu wechseln, um die Szene zu finden. Letztlich würden sie sich mit dem runden Slider also nur in einem kurzen Videostück bewegen. Daher wurde in der Evaluation auf ein langes Video und auf einen horizontalen Slider verzichtet. Der stattdessen verwendete sehr kurze Videoclip hatte den Vorteil, dass er den Probanden schnell bekannt war. Und durch das Fehlen des vertikalen Sliders wurden die Probanden zudem zum Benutzen der runden Slider gezwungen.

4.2 Stichprobe

An der Evaluation nahmen 12 Personen teil. Ausgewählt wurden Personen, denen der generelle Umgang mit PCs vertraut war. Die Probanden waren zwischen 17 und 52 Jahre alt. (Siehe Abb. 8.) Das Durchschnittsalter lag bei 28,4 Jahren, der Median bei 25 Jahren. Sieben der Probanden waren männlich und fünf weiblich. Jeder arbeitete regelmäßig mit einer Maus, sechs mit einem Touchpad und keiner mit einem Tablet PC. Probanden, die regelmäßig mit dem Touchpad arbeiteten, gaben an, lieber mit einer Maus zu arbeiten, wenn eine zur Verfügung steht. Sieben Probanden gaben an, regelmäßig einem Slider in Videos zu benutzen (z.B. mit dem Media Player). Zwei weitere haben das zumindest schon einmal verwendet. Neun Probanden gaben an, regelmäßig in Videos zu spulen (z.B. Video Recorder oder DVD Player). Auch hier gaben zwei weitere Probanden an, zumindest schon einmal in Videos gespult zu haben. Die Teilnahme an der Evaluation war freiwillig und unentgeltlich.

4.3 Material

Für die Durchführung der Evaluation wurde ein Tablet PC mit 1,6 GHz Pentium M und 504 MB physikalischem Arbeitsspeicher benutzt. Das installierte Betriebssystem war Microsoft Windows XP Tablet PC Edition 2005 mit Service Pack 2. Der Tablet PC bot alle drei getesteten Eingabegeräte (Maus, Touchpad und Stift), so dass der selbe PC für alle Tests zum Einsatz kam. Weitere Materialien waren ausgedruckte Bilder der zu suchenden Szenen und Frames sowie ein vorbereiteter Papierbogen, auf dem der Versuchsleiter Antworten und Bemerkungen der Probanden nieder schrieb.

4.4 Design und Durchführung

Der Test bestand im Wesentlichen aus drei Teilen. Im ersten Teil wurde untersucht, welches der drei Eingabegeräte sich für runde Slider am Besten eignet. Im zweiten Teil wurden drei vorkonfigurierte Slidervarianten verglichen. Für diese beiden Teile wurden kurze Videoclips verwendet und dafür auf einen normalen horizontalen Slider verzichtet. Für die Tests wurde jeweils Video 5 (siehe Abb. 9) verwendet, welches den Probanden zu Beginn auch einmal komplett gezeigt wurde. So war sichergestellt, dass sie sich in einem bekannten Video bewegten. Da die Probanden jedes mal die gleichen Szenen in der selben Reihenfolge auffinden mussten, konnten sie sich ganz auf die Suche dieser bekannten Szenen konzentrieren. Für die Übungsphasen wurden hingegen unterschiedliche Videos benutzt. Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass kein Proband schon in der Übungszeit, die nur zum Kennenlernen der Slidervarianten und Eingabegeräten gedacht war, das Suchen der Szenen üben konnte. Dadurch hat jeder Proband das Video gleich oft gesehen. Durch den Wechsel der Videos in den Übungsphasen wurde zudem versucht Langeweile bei den Probanden zu vermeiden.

Im dritten und letzten Teil wurden die selben Slider wie im zweiten Teil nochmal mit einer anderen Aufgabe getestet und verglichen. Hier mussten die Probanden in einem

Nr	Format	Frames	Dauer
1	480 x 262	3261	135,88 Sekunden
2	640 x 272	3457	144,19 Sekunden
3	640 x 268	3507	140,28 Sekunden
4	640 x 304	2329	97,14 Sekunden
5	640 x 268	2593	108,15 Sekunden
6	480 x 288	32368	21 Min. 34,73 Sek.

Abbildung 9: Verwendete Videos

längeren ihnen zuvor unbekanntes Video eine größere Strecke zurücklegen, um dann ein ganz bestimmtes Frame aufzufinden.

Zu Beginn wurde den Probanden grundsätzlich erläutert, was sie im Verlauf der Testreihen erwartet. Ihnen wurde also erklärt, dass sie mit runden Slidern in pausierten Videos Szenen finden sollen. Ihnen wurde auch der Ablauf der drei Testreihen grob genannt, damit sie wussten, was auf sie zu kam. An dieser Stelle wurden die Probanden auch befragt mit welchen Eingabegeräten sie regelmäßig arbeiten, ob ihnen das Navigieren in Videos mit einem Slider oder das Konzept des Vor- und Zurückspulens vertraut ist und wie regelmäßig sie dies gebrauchen. Direkt im Anschluss daran begann die Einführung für Testreihe 1.

4.4.1 Testreihe 1: Vergleich der Devices

Für den Vergleich der Devices wurde eine möglichst einfache Slidervariante gewählt. So konnten sich die Probanden besser auf das Ausführen von Kreisbewegungen mit dem gegebenen Device konzentrieren und mussten sich nicht gleichzeitig zum neuen runden Benutzerinterface auch noch mit den speziellen Eigenschaften des Sliders auseinandersetzen. Gewählt wurde der konstante Slider ohne weitere spezielle Eigenschaften. Er war so konfiguriert, dass eine volle Umdrehung des Sliderzeigers das Video um 10 Sekunden vor bzw. zurück bewegte. Das Device war in dieser Testreihe die einzige unabhängige Variable.

Der Radius des runden Sliders war auf 17% der Videohöhe eingestellt (Erläuterung siehe Kapitel 3.1.1). Dies führte bei Video 1, welches für die Übungsphase verwendet wurde, zu einem Radius von 44 Pixel und bei Video 5, welches für den Test benutzt wurde, zu einem Radius von 45 Pixel. Für das Zentrum des Sliders war die Variante "Horizontale Aufteilung" mit relativer Sliderpositionierung eingestellt und so konfiguriert, dass der Slider auch beim Klicken in den Randbereichen stets vollständig sichtbar war und die Positionierung zwischen den Bereichen keine Sprünge machte (Siehe Kapitel 3.2)

Den Probanden wurden zunächst die allgemeine Funktionsweise des Sliders erläutert und vorgeführt. Der Versuchsleiter benutzte dabei das erste Device, das für den jeweiligen Probanden vorgesehen war. Unter anderem wurden sie auch darauf hingewiesen, dass die Slider eine höhere Auflösung aufweisen, wenn der Mauszeiger sich von dem Zentrum weiter entfernt und, dass kleine Kreise um das Zentrum die beste Möglichkeit sind, um schnell

voran zu kommen. Weiter wurde erläutert, wo der Slider beim Klicken auftaucht, also wo das Zentrum beim Klicken in den unteren bzw. oberen Bildschirmbereich platziert wird und wie es sich am Bildschirmrand und in den Ecken verhält. Zudem wurden die Probanden darauf hingewiesen, dass ihnen stets ein Fortschrittsbalken zur Verfügung steht, der ihnen zeigt, an welcher Position sie sich im Video befinden, und dass passende Symbole im Slider auftauchen, sobald das Video am Anfang oder Ende anschlägt.

Um die Devices miteinander zu vergleichen, wurden allen 12 Probanden die drei Devices der Reihe nach zum Testen vorgesetzt. Die Reihenfolge wurde dabei so variiert, dass je zwei Probanden die Devices in einer der sechs möglichen Permutationen testeten. Hier wurde also ein in-group-Design verwendet.

Den Probanden wurde die Funktionsweise des Touchpads und des Stifts erläutert bevor sie damit arbeiten sollten. Beim Touchpad wurde erläutert, dass man es einhändig mit "Tippen und ziehen", einhändig durch drücken der linken Maustaste mit dem Daumen oder beidhändig durch Drücken der linken Maustaste mit der anderen Hand bedienen kann. Beim Stift wurde den Probanden gezeigt, dass es sich *nicht* um ein Touchscreen handelt und das Display vor Druck geschützt ist, so dass man die Hand auflegen kann wie auf ein Stück Papier ohne die Maus zu bewegen oder das Display zu beschädigen. Es wurde demonstriert, dass nur der Stift den Mauszeiger bewegt und dass ein Aufsetzen des Stifts mit sanftem Druck auf das Display das Klicken der linken Maustaste auslöst.

Während der Erläuterungen des Sliders und der Devices wurde Video 1 (siehe Abb. 9) verwendet. Nach Abschluss der Erklärungen wurde den Probanden Zeit gegeben, sich mit dem Slider und dem Device im gleichen Video vertraut zu machen. Dabei wurden ihnen auch Fragen über die Visualisierung und zur Positionierung des Sliders gestellt. Daher variierten die Übungszeiten recht stark. Die reine Übungszeit lag etwa zwischen einer und fünf Minuten. Der Versuchsleiter wartete, bis der jeweilige Proband zu verstehen gab, dass er mit der Konfiguration zurecht kam.

Im Anschluss an die Übungsphase wurde der eigentliche Test durchgeführt. In Testreihe eins und zwei bestand er immer aus den gleichen vier Aufgaben mit dem selben Video (Video 5 in Abb. 9). Die Aufgaben bestanden darin folgende Stellen bzw. Szenen der Reihe nach aufzufinden:

1. das Ende des Videos (Frame Nr. 2592)
2. den Anfang des Videos (Frame Nr. 0)
3. eine Szene am Ende des Videos (Frames 2396 - 2414, Länge: 19 Frames bzw 0,79 Sekunden. Position im Video: 92 - 93%)
4. eine Szene am Anfang des Videos (Frames 294 - 338, Länge: 45 Frames bzw. 1,88 Sekunden Position im Video: 11 - 13%)

Bei den ersten zwei Aufgaben war es nicht nötig, das Video zu kennen oder auf den Inhalt zu achten. Probanden konnten sich hier ganz auf die Position des Sliders und des

Mauszeigers, sowie die mit dem Device ausgeführten Kreisbewegungen konzentrieren, wenn dies nötig war. Andernfalls konnten sie sich auch nur auf den Fortschrittsbalken konzentrieren oder warten, bis die Symbole im Slider auftauchen, die auf das Ende oder den Anfang des Videos hinweisen.

In den anderen beiden Aufgaben wurden den Probanden jeweils ein Bild der gesuchten Szene vorgelegt. Bei der Szene am Ende des Videos bekam der Proband den Hinweis, dass sie sich zwischen 91 und 95% befindet, was einem Suchbereich von 131 Frames bzw. 5,46 Sekunden entsprach (Frames 2346 bis 2476). Über einen Fortschrittsbalken konnte jederzeit die aktuelle Position in Prozent abgelesen werden. Die Szene befand sich in den Frames von 2396 bis 2414. Sie war damit 19 Frames bzw. 0,79 Sekunden lang.

Für die Szene am Anfang gab es den Hinweis, dass sie sich zwischen 11 und 15 % befindet, was ebenfalls 131 Frames entsprach (Frames 272 bis 402). Die Szene erstreckte sich über die Frames von 294 bis 338. Sie war damit 45 Frames bzw. 1,88 Sekunden lang.

Nach jedem Testdurchlauf mit einem Device wurden die Probanden gefragt, worauf sie mehr geachtet hatten: Auf den Slider, auf das Video oder auf den Fortschrittsbalken. Am Ende dieser Testreihe wurden die Probanden dann gefragt wie tauglich sie die Devices für die Bedienung des Sliders halten und dazu aufgefordert die Devices mit Schulnoten zu bewerten. Sie wurden auch an die wörtliche Bedeutung der Schulnoten erinnert. (1: „sehr gut“, 2: „gut“ 3: „befriedigend“ 4: „ausreichend“ 5: „ungenügend“)

4.4.2 Testreihe 2: Vergleich verschiedener Slidervarianten

Im zweiten Testreihe wurden drei Slidervarianten untersucht. Dafür wurde für jeden Probanden ein Device vorgegeben, so dass je vier Probanden einem Device zugeordnet waren (between-group-design). Innerhalb dieser Gruppen testeten alle Probanden die drei Slidervarianten (in-group-design). Insgesamt kam so eine Mischung von in-groups und between-groups zum Einsatz.

Für das Touchpad wurden vier Probanden ausgewählt, die angaben, damit regelmäßig zu arbeiten. Da jeder Proband mit der Maus vertraut war und Kreise mit dem Stift auf dem Tablet PC zu machen, sich nicht all zu sehr davon unterscheidet, Kreise mit einem Kugelschreiber auf ein Blatt Papier zu malen, wurde den restlichen acht Probanden zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt und jeder Gruppe eines dieser Devices zugeordnet.

Analog zu den Devices wurden die Slidervarianten je zwei Probanden in einer der sechs möglichen Reihenfolgen präsentiert. Die Permutationen wurden den Probanden zufällig zugeordnet. Bei drei Devices und sechs Permutationen ist zu beachten, dass mit 12 Probanden nicht jedes Device mit jeder Permutation getestet werden konnte.

Vor jedem Testdurchlauf wurden dem Probanden jeweils die Eigenschaften des neuen Sliders erläutert und kurz vorgeführt. Dann hatten sie wieder Zeit, sich damit vertraut zu machen. In dieser Zeit wurden sie auch zur Visualisierung befragt, so dass auch hier die Übungszeit, mit circa ein bis fünf Minuten, stark variierte.

Im Anschluss an die Übungsphasen wurde jeweils wieder der gleiche Test wie in Testreihe 1 durchgeführt. Diesmal jedoch nur für das eine Device und der jeweiligen Slidervariante.

Abschließend wurden die Probanden wieder dazu aufgefordert, die Slider zu benoten.

Jeder Slider bekam drei Noten. Die Probanden bewerteten ihn, wie er sich für „große Entfernungen“ eignet, wobei hier als Beispiel die Strecke vom Anfang des Videos bis zur hinteren Szene genannt wurde. Analog gaben sie eine Note für „kleine Entfernungen“ mit der Erläuterung, dass es darum geht, in der Nähe der Szene noch einige Bilder vor oder zurück zu bewegen. Und eine letzte Note für den „Eindruck insgesamt“. Hier sollten die Probanden angeben, wie ihnen der Slider gefallen hat.

Die Slider waren so vorkonfiguriert, wie es der Versuchsleiter in eigenen Versuchen am geeignetsten empfand. Die Positionierung der Slider war auf die gleiche Weise konfiguriert wie in der ersten Testreihe. Die genaue Konfiguration und was den Probanden zu den einzelnen Varianten mitgeteilt wurde erläutern die folgenden drei Abschnitte.

Dynamische Variante

Die dynamische Variante war so konfiguriert, dass sie die in Abbildung 4 ersichtlichen Level verwendete. Dabei war die feinste Auflösung eine Sekunde pro Kreis und die größte war 5 Minuten pro Kreis. Des Weiteren war der Slider so konfiguriert, dass er das Level erhöhte, wenn der Proband über 750ms eine Umdrehungsgeschwindigkeit von mindestens 1,3 Umdrehungen pro Sekunde hielt. War sie hingegen über einen Zeitraum von 1000 ms kleiner als 0,5 Umdrehungen pro Sekunde, so wurde ein Level herunter gestuft. Die Einstellung der Schwellwerte wurde so gewählt, dass auch der obere Schwellwert leicht zu erreichen war und bereits eine leicht erhöhte Umdrehungsgeschwindigkeit die Auflösung änderte. Die Zeiten waren so eingestellt, dass sich das Level schneller erhöhte als erniedrigte, damit man zügig voran kam und nicht wieder zu schnell in sehr feinen Auflösungen landete. Zu Beginn befand sich der Slider auf Level 5 und damit 20 Sekunden pro Kreis. (Siehe auch Kapitel 3.3.2)

Als zweites zusätzliches Feature im Vergleich zur konstanten Variante war hier die Option aktiviert, dass sich die Auflösung bei einem Richtungswechsel für einen Teil des Sliders erhöhte. Dabei wurden 75% des Rades für die höhere Auflösung genommen, die um Faktor 4 höher war. Nach dem Richtungswechsel lagen zwei Drittel des hoch aufgelösten Bereichs „vor“ dem Zeiger, also in die Richtung, in die sich der Proband bewegte, und ein Drittel dahinter. Der höher aufgelöste Bereich wurde farblich hervor gehoben (Siehe Abb. 10). Der Radius des Sliders war wie bei der konstanten Variante auf 17% eingestellt. (Erläuterung siehe Kapitel 3.1.1)

Den Probanden wurden diese neuen Features am Video 2 vorgeführt. Sie wurden vor allem auch darauf hingewiesen, dass der obere Schwellwert leicht zu erreichen ist und dass man daher nicht seine maximale Umdrehungsgeschwindigkeit erreichen muss. Auch wurde darauf hingewiesen, dass sich die Auflösung nicht weiter ändert, solange sich der Sliderzeiger im farblich hervorgehobenen, höher aufgelösten Bereich befand.

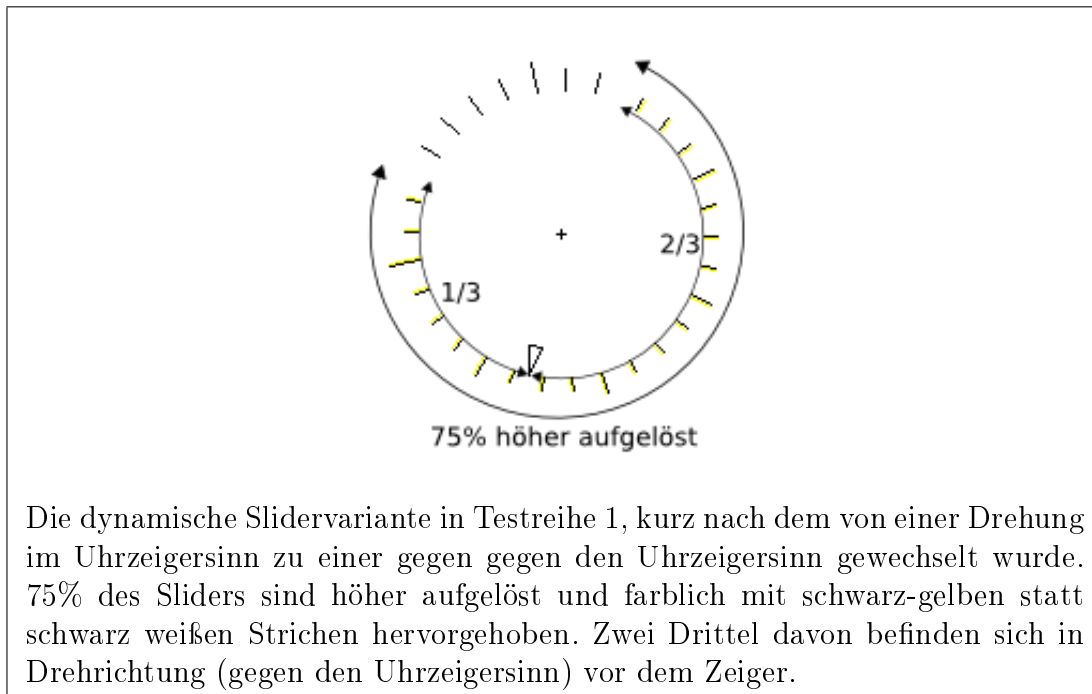


Abbildung 10: Dynamische Slidervariante mit höher aufgelöstem Bereich

Geschwindigkeitsbasierte Variante

Der Radius der geschwindigkeitsbasierten Variante war auf 25% der Videohöhe und damit deutlich größer als die anderen Varianten eingestellt (Erläuterung siehe Kapitel 3.1.1), damit die Beschriftungen der Geschwindigkeiten nicht zu dicht aufeinander standen. Der Slider hatte damit in den beiden verwendeten Videos (Video 3 für die Übungsphase, Video 5 für den Test) einen Radius von 67 Pixel.

Um diese Variante vorzustellen und kennen zu lernen wurde Video 3 verwendet. Den Probanden wurde vor allem gezeigt, dass sich das Video hier von selbst mit der eingestellten Geschwindigkeit bewegt. Ihnen wurde deutlich gemacht, dass bei dieser Variante keine aktive kontinuierliche Bewegung des Mauszeigers notwendig ist, um eine kontinuierliche Bewegung im Video zu erzielen, wie das für den konstanten oder dynamischen Slider notwendig war. Und sie wurden darauf hingewiesen, dass sie das Video schneller zum Stehen bekommen, wenn sie den Slider loslassen, als wenn sie den Zeiger zurück auf „Stop“ drehen, was vor allem dann nützlich ist, wenn man die gesuchte Stelle bereits überschritten hat.

Gemischte Variante

Bei der gemischten Variante war der Radius auf 15% der Videohöhe eingestellt (Erläuterung siehe Kapitel 3.1.1). In Video 4 (Übungsphase) hatte der Slider damit einen Radius von 45 Pixel, und 40 Pixel in Video 5, welches wie immer für den Test benutzt wurde. Der prozentual etwas kleinere Radius im Vergleich zu den positionsbasierten Slidern war

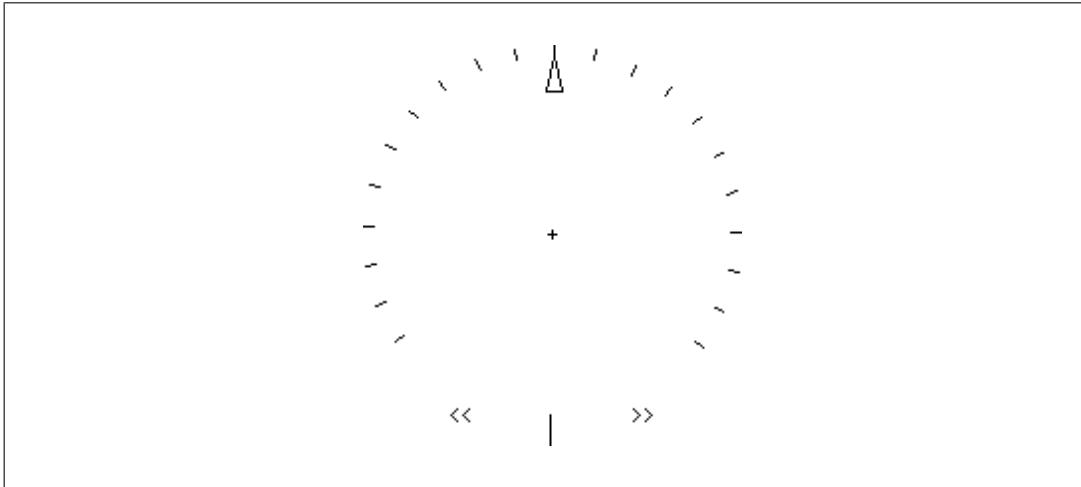


Abbildung 11: Gemischte Slidervariante

unbeabsichtigt und fiel erst bei der Auswertung der Daten auf.

Der positionsbasierte Bereich hatte 480 Positionen, was 20 Sekunden entsprach und nahm 70% des Rades ein. Die restlichen 30% wurden in zwei gleichgroße Bereiche für die positive bzw. für die negative Geschwindigkeit aufgeteilt. Der geschwindigkeitsbasierte Modus wurde farblich hervor gehoben.

Zur Erläuterung und zum Einüben dieser Slidervariante wurde Video 4 verwendet. Den Probanden wurde zunächst gezeigt, dass sich der positionsbasierte Bereich wie beim konstanten Slider verhält und dass der Bereich 20 Sekunden des Videos umfasst. Des weiteren wurde ihnen zum geschwindigkeitsbasierten Bereich erläutert, wie sich die initiale Maximalgeschwindigkeit in Abhängigkeit davon einstellt, wie zügig man sich im positionsbasierten Bereich bewegt hat und wie sich diese Maximalgeschwindigkeit weiter erhöhen lässt, indem man das ganze Rad weiter dreht.

4.4.3 Testreihe 3: Finden eines eindeutigen Frames

In der dritten Testreihe bekam jeder Proband das gleiche Device und die gleichen Slider in der selben Permutation wie in der zweiten Testreihe zugewiesen. Im Unterschied zur vorherigen Testreihe gab es jedoch eine andere Aufgabe und keine Einübungszeit mehr.

Die Aufgabe bestand nun darin, in Video 6 ein ganz bestimmtes und eindeutiges Frame (Nr. 11398) zu finden, welches sich auch von den benachbarten Frames deutlich erkennbar unterschied. Den Probanden wurde hierbei ein Screenshot der Anwendung vorgelegt, auf dem das gesuchte Frame zu sehen war. Außerdem konnte man auch den Fortschrittsbalken sehen, der auf 35% stand, worauf die Probanden auch explizit hingewiesen wurden. Ihnen wurde aber auch deutlich gemacht, dass viel mehr als ein Frame bei 35% zu finden ist, und dass das Video diesmal deutlich länger ist, als die, die bisher gezeigt wurden. (Faktor 97 länger als Video 5.) Tatsächlich wurde für einen Bereich von 323 Frames (11168 - 11490)

bzw. 12,92 Sekunden auf dem Fortschrittsbalken der Wert 35% angezeigt.

Zusätzlich wurde in dieser Testreihe noch ein normaler horizontaler Slider angezeigt. Er wurde wie in solchen Fällen üblich über die volle Breite des Videos dargestellt. Bedingt durch die graphische Darstellung des Sliders ließen sich damit 466 der 32368 Frames im Video anspringen. Fünf dieser Frames fielen auf 35%, jedoch keine dieser Positionen entsprach dem gesuchten Frame, so dass die Aufgabe mit diesem Slider nicht zu lösen war.

Vor dem Start des Tests wurden die Probanden noch darauf hingewiesen, dass das gesuchte Bild ein eindeutiges Bild einer sehr schnellen Bilderfolge ist. Das Video wurde aber nicht weiter vorgestellt, so dass es für die Probanden im ersten Durchlauf unbekannt war.

Am Ende dieser Testreihe wurden die Probanden wieder dazu aufgefordert jedem Slider drei Noten zu geben. Eine Note für große Entfernungen, wobei diese jetzt deutlich länger waren als in Testreihe 2 (etwa 4,5 mal länger), eine für kleine Entfernungen, wobei diese nun deutlich kleiner waren als in Testreihe 2 (einzelne Frames vor oder zurück) und eine Note wieder für den Gesamteindruck.

Im Anschluss an die dritte Testreihe wurden die Probanden noch danach gefragt, wie sie die Größe der Slider fanden und ob sie die Slider als Ergänzung zu einem gewöhnlichen, horizontalen Slider verwenden würden, wenn sie ihnen zur Verfügung stünden.

4.5 Ergebnisse und Diskussion

Die Probanden durften die Noten auf Zehntelnoten genau vergeben. Dies ermöglichte sehr feine Abstufungen. Probanden wurden gebeten, die Noten so zu vergeben, so dass sie sich jeweils eindeutig ordnen ließen. Durch die kleinen Notenschritte stellte dies kein Problem dar.

Durch die eindeutige Ordnung konnte nicht nur deren absoluter Wert betrachtet werden, sondern auch deren Rang. Noten haben den Nachteil, dass manche Probanden allgemein mehr zu guten und andere mehr zu schlechten Noten tendieren können. Manche Probanden hatten in der Schule vielleicht selten eine Eins und fühlen sich mit einer zwei schon sehr zufrieden. Andere Probanden hatten vielleicht immer sehr gute Noten und empfinden eine 2,5 schon als schlecht. Probanden könnten auch zu besseren Noten tendieren weil sie denken, sie würden damit dem Versuchsleiter eine Freude machen. Der Rang spiegelt zwar nicht den absoluten Nutzen wieder, jedoch gibt er evtl. besser darüber Auskunft was das bessere Device bzw der bessere Slider war.

4.5.1 Noten aus Testreihe 1 (Vergleich der Devices)

Die Noten der ersten Testreihe sind in Abbildung 12 zusammen gefasst. Als erstes fällt auf, dass der Stift mit einer Durchschnittsnote von 1,54 deutlich besser abschnitt als das Touchpad mit einer Note von 3,0. Die Maus liegt mit einer Note von 1,85 knapp hinter dem Stift. Die beste Note, die für Maus und Stift vergeben wurden, waren jeweils eine 1,0. Das Touchpad schaffte es bestenfalls auf eine 1,5. Die schlechtesten Noten waren bei der

Device	Noten				Ränge				
	Mittel	Min	Max	Median	1.	2.	3.	Mittel	Median
Maus	1,85	1,0	2,5	1,85	3	7	2	1,92	2
Touchpad	3,0	1,5	4,0	3,0	0	3	9	2,75	3
Stift	1,54	1,0	3,0	1,5	9	2	1	1,33	1
Touchpad vertraut	2,58	1,7	4,0	2,5	0	2	4	2,6	3
Touchpad nicht vertraut	3,42	1,5	4,0	4,0	0	1	5	2,83	3
1. Device	1,92	1,0	4,0	1,5	5	5	2	1,75	2
2. Device	2,12	1,5	4,0	1,85	3	5	4	2,08	2
3. Device	2,36	1,0	4,0	2,5	4	2	6	2,17	2,5

Abbildung 12: Noten der Testreihe 1: Wie gut eignet sich das Device für den runden Slider?

Maus eine 2,5; beim Stift eine 3,0 und beim Touchpad gar eine 4,0. Der jeweilige Median ist mit dem Mittelwert fast identisch.

Betrachtet man beim Touchpad die Noten getrennt nach Probanden, die damit schon regelmäßig gearbeitet haben und nach denen, für die das Touchpad ein neues oder bisher fast unbenutztes Eingabegerät war, so kann man hier deutliche Unterschiede feststellen. Wie man aus Abbildung 12 entnehmen kann, ist die Durchschnittsnote von den mit dem Touchpad vertrauten Probanden um 0,84 und damit fast eine ganze Note besser. Während sich beste und schlechteste Noten fast nicht unterscheiden, ist der Median bei Touchpad Neulingen mit einer 4,0 um 1,5 Noten schlechter, als bei den Touchpad Kennern mit 2,5. Trotzdem ist dieser Median noch immer deutlich höher als der Median der Maus mit einer 1,85.

Wie oben beschrieben wurde, konnten auch Ränge verglichen werden. (siehe Abb. 12.) Während Maus und Stift es jeweils mindestens einmal auf den ersten Platz schafften, war dies beim Touchpad nicht der Fall. Jedes Device kam bei mindestens einem Probanden auf den dritten Platz. Mittelt man über die Platzierungen wird deutlich, dass der Stift von fast allen favorisiert wurde, während das Touchpad meist auf dem dritten Platz kam und die Maus eben dazwischen platziert wurde. Dies lässt sich auch am Median ablesen, welcher die Devices in die eindeutige Reihenfolge Stift, Maus, Touchpad bringt. Ob der Proband mit dem Touchpad vertraut war oder nicht hatte nur einen geringen Einfluss auf die Platzierungen.

Während der Übungsphase und nach den Tests oder der Notenvergabe äußerten einige Probanden Kommentare zu den Devices. Zu Maus und Stift gab es je vier positive, zur Maus zwei negative und zum Stift ein negatives Kommentar. Zum Touchpad äußerte sich ein Proband positiv und sechs Probanden negativ. Zwei Probanden erwähnten bei der Maus, dass sie diese eben gewohnt wären. Ein Proband meinte zum Touchpad, dass es gewöhnungsbedürftig sei, obwohl er damit vertraut war. Zwei weitere Probanden, denen das Touchpad nicht völlig unbekannt war, die aber angaben es nicht regelmäßig zu

benutzten, sagten, dass sie es nur zur Not verwenden würden. Negative Kommentare zum Touchpad enthielten Wörter wie „schwierig“, „umständlich“, „gewöhnungsbedürftig“ oder „ungenau“.

Des Weiteren schienen die Probanden dazu geneigt zu sein, das erste Device, das sie testeten, tendenziell besser zu benoten als das zweite und dieses besser als das dritte. Im Schnitt wurde das zweite Device um 0,2 und das dritte Device um weitere 0,24 Noten schlechter bewertet. Am Median schlägt sich diese Tendenz sogar noch deutlicher nieder.

Diese Tendenz fällt bei der Betrachtung der Ränge nicht so stark auf. Trotzdem hat das erste Device einen mittleren Rang von 1,75 und das zweite bzw. dritte Device mittlere Ränge von 2,08 bzw. 2,17. Betrachtet man stattdessen den Median, so haben das erste und zweite Device einen Median von 2, das dritte Device einen Median von 2,5. Die hier beobachtete Tendenz hatte also keinen so starken Einfluss auf den Rang.

Diskussion zu den Noten aus Testreihe 1

Den Stift fanden die meisten Probanden definitiv am angenehmsten und damit auch besser als die Maus, obwohl alle Probanden die Maus als Eingabegerät kannten und der Stift für sie als neu war. Der Versuchsleiter bemerkte auch hin und wieder deutlich kürzere Einübungszeiten mit dem Stift als mit den anderen beiden Devices. Das Touchpad war gegen die Erwartungen ganz deutlich das unbeliebteste Device und offensichtlich generell gewöhnungsbedürftig. Besonders unter den Touchpad Neulingen mit einem Median von 4,0 ging das Touchpad nur als Notlösung durch. Aber selbst, bei den erfahrenen Touchpadbenutzern landete es klar auf dem dritten Platz.

Der Stift als Eingabegerät bietet mehrere physikalische Vorteile. Zum einen hat man bei aufgelegtem Handballen einen fixen Punkt der nicht verrutscht. Zum anderen wird die selbe Position auf dem Display immer auf die gleiche Mauszeigerposition abgebildet.

Bei der Maus und dem Touchpad wird der Mauszeiger hingegen stets nur relativ zu einer Startposition bewegt. Es gibt keine feste Zuordnung zwischen Mausposition auf dem Mauspad oder Fingerposition auf dem Touchpad zu einer Position des Mauszeigers. Alleine durch die Position der Hand bzw. des Fingers lässt sich hier nicht die Position des Mauszeigers bestimmen.

Zudem wurde bei der Maus und dem Touchpad durch das verwendete Betriebssystem der Mauszeiger beschleunigt. Die so genannte „Mauszeigerbeschleunigung“ bewirkt, dass sich der Mauszeiger weiter bewegt, wenn man eine Strecke mit dem Device mit höherer Geschwindigkeit zurücklegt als wenn man die selbe Strecke langsam zurücklegt. Kreisbewegungen sind oftmals nicht gleichmäßig sondern eher oval und dadurch auch an zwei Stellen schneller als an den anderen. Zusammen mit der Mauszeigerbeschleunigung hat dies zur Folge, dass die Kreisbewegungen des Mauszeigers abdriften und sich nicht um einen konstanten Mittelpunkt bewegen, obwohl sich die Kreisbewegung des Eingabegeräts um den selben physikalischen Mittelpunkt drehen. Der Stift bietet hier durch die fixierte Handposition und die absolute Positionierung des Mauszeigers eindeutig die bessere Grundlage für Kreisbewegungen, die um ein festes Zentrum verlaufen sollen. Dies zeigen auch die von Probanden ausgeführten Mauszeigerbewegungen, die beim Stift sichtbar gleichmäßiger um ein

Hier sieht man die Mausbewegungen, die ein Proband in Testreihe 1 mit den verschiedenen Devices gemacht hat. Beim Touchpad fallen die Bewegungen riesig aus und gehen sogar über den Rand des Videos darüber hinaus. Mit der Maus fallen die Bewegungen schon deutlich kleiner aus und sind nicht mehr viel größer als der Slider selbst, aber nicht unbedingt auf festen Bahnen. Mit dem Stift sind die Kreisbewegungen kleiner als der Slider und verlaufen gut erkennbar auf festen Bahnen. Man beachte, dass hier in jedem Graphen die Mausbewegungen von allen vier Aufgaben dargestellt werden. Zwischen den Aufgaben wurde der Slider neu positioniert, so dass in den Graphen mehrere Zentren zu sehen sind.

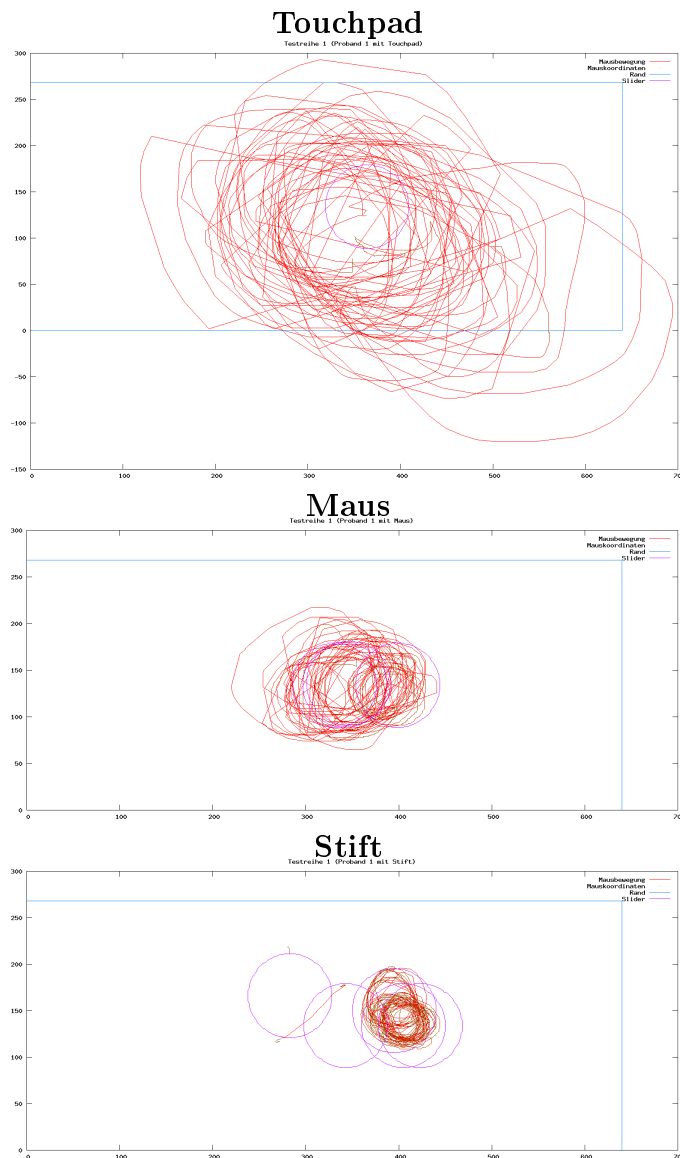


Abbildung 13: Mausbewegungen eines Probanden in der ersten Testreihe

konstantes Zentrum verliefen, als bei der Maus und insbesondere beim Touchpad. (Siehe auch Abb. 13)

Aus diesen Gründen kommen die Probanden mit dem Stift als neues Eingabegerät offensichtlich schneller zurecht, als mit dem Touchpad, welches auch für einige Probanden neu war.

Eine mögliche Erklärung für die Tendenz, das zuerst getestete Device besser zu bewerten, könnte sein, dass beim Wechsel des Device hinzukommende Nachteile stärker auffallen und stärker in Erinnerung bleiben als wegfallende Nachteile. Möglicherweise hängt es aber auch damit zusammen, dass die Probanden zunächst alle Devices ausprobierten, bevor sie Noten geben sollten. Bis dahin ist das erste Device und dessen Nachteile vielleicht schon stärker in Vergessenheit geraten als die des dritten. Diese Vorgehensweise wurde jedoch gewählt, da sie so genannte Boden- und Deckeneffekte, sowie die Tendenz zur Mitte vermeidet. Denn diese Urteilsfehler können nur auftreten, wenn Objekte der Reihe nach bewertet werden sollen, bevor alle Objekte bekannt sind. Boden- und Deckeneffekte treten auf, wenn ein Proband die Ratingskala in eine oder beide Richtungen schon voll ausgereizt hat, also z.B. die beste Note also schon vergeben hat, und dann bei der Bewertung des zweiten oder dritten Sliders feststellt, dass dieser noch besser ist. Ihm bleibt nur, nochmal die beste Note zu vergeben, obwohl dies dem wahren Sachverhalt nicht gerecht wird. Eine Tendenz zur Mitte gibt es, wenn der Proband selbstständig versucht Boden- und Deckeneffekte zu vermeiden, und z.B. vorsichtshalber einem sehr guten Slider nicht die beste Note gibt [1].

Da den Probanden die Devices in jeder Permutation gleich häufig präsentiert wurden ist davon auszugehen, dass diese Tendenz keine so starken Auswirkungen auf die Ergebnisse hat. Zwar landete das dritte Device häufiger auf dem dritten Platz als das erste Device, jedoch wurde jedes Device genauso häufig als erstes oder letztes getestet.

4.5.2 Noten aus Testreihe 2 (Vergleich der Slidervarianten)

Betrachtet man in der zweiten Testreihe den Gesamtdurchschnitt der Noten über alle Devices, dann hat der gemischte Slider mit einer Note von 1,74 und einem durchschnittlichem Rang von 1,58 bei den Probanden für diese Testreihe den besten Gesamteindruck hinterlassen. Die positionsbasierte Variante machte fast einen genauso guten Eindruck, während die geschwindigkeitsbasierte Variante mit einer 2,55 deutlich auf dem dritten Platz landete. (siehe Abb. 14)

Bei den Noten speziell für kleine und große Entfernungen ergibt sich hierbei ein etwas anderes Bild. Große Entfernungen wurden mit dem positionsbasierten Slider nicht so gerne zurückgelegt, was sich in einer Durchschnittsnote von 2,14 niederschlägt. Hier wurden die Varianten mit der Möglichkeit zu Spulen besser bewertet (beide etwa 1,5). Bei den Noten für kurze Distanzen ist das Ergebnis eher umgekehrt. Kleine Entfernungen wurden lieber mit einem Slider zurückgelegt, der (zumindest stückweise) positionsbasierte war. Die geschwindigkeitsbasierte Variante hatte hier im Durchschnitt über alle Devices eine Note von 2,63 und bleibt damit in dieser Disziplin deutlich hinter der zweitbesten Varianten

Device	Variante	Große Entf.	Kleine Entf.	Insgesamt
Alle	Positionsbasiert	2,14 (2,05)	1,58 (1,50)	1,93 (1,80)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,55 (1,50)	2,63 (2,50)	2,55 (2,45)
	Gemischte Variante	1,50 (1,50)	1,79 (2,00)	1,74 (1,75)
Maus	Positionsbasiert	2,35 (2,35)	1,80 (1,75)	2,43 (2,10)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,68 (1,75)	2,20 (1,90)	2,23 (2,35)
	Gemischte Variante	1,65 (1,65)	1,70 (1,65)	1,85 (1,85)
Touchpad	Positionsbasiert	2,25 (2,25)	1,58 (1,65)	1,88 (1,75)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,15 (1,05)	2,58 (2,50)	2,63 (2,50)
	Gemischte Variante	1,40 (1,25)	1,93 (2,00)	1,55 (1,50)
Stift	Positionsbasiert	1,83 (2,00)	1,38 (1,40)	1,50 (1,50)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,83 (1,75)	3,13 (3,25)	2,80 (2,60)
	Gemischte Variante	1,45 (1,50)	1,75 (2,00)	1,83 (1,90)

Abbildung 14: Mittelwerte (in Klammern Median) der Noten aus Testreihe 2.

welche eine 1,79 hatte.

Betrachtet man die Noten separat nach Devices, so lassen sich bei den Noten für die großen Distanzen mit Maus und Touchpad die oben beschriebenen Tendenzen beobachten, d.h. es wird ein automatisches Spulen bevorzugt. Beim Touchpad schneidet der geschwindigkeitsbasierte Slider für große Entfernungen mit einer 1,15 und einem Median von 1,05 sogar besonders gut ab. Beim Stift ist diese Tendenz gar nicht zu erkennen. Der positionsbasierte und der geschwindigkeitsbasierte Slider haben genau die gleiche Note von 1,83. Der gemischte Slider ist mit einer 1,45 sogar noch etwas besser.

Kleine Distanzen wurden bei jedem Device ungern mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider zurückgelegt. Er bekam daher bei jedem Device die schlechteste Note. Mit der Maus wurde er mit einer 2,2 gerade noch gut bewertet. Die beste Bewertung (1,38) bekam der Stift in Kombination mit dem positionsbasierten Slider. Diese Kombination hat auch den besten Gesamteindruck gemacht.

Die Beobachtung aus Testreihe 1, dass später getestete Devices tendenziell schlechter bewertet wurden, wiederholt sich hier mit den Slidern nur für die Gesamtnote ein wenig. Der zweite Slider wurde im Schnitt 0,15 schlechter bewertet als der erste und der dritte weitere 0,28 schlechter. Die Noten für kurze und große Entfernungen lassen keine solche Tendenz erkennen.

Diskussion zu den Noten aus Testreihe 2

Dass der Stift für Kreisbewegungen besser geeignet ist, spiegelt sich auch darin wieder, dass die Probanden mit Stift für größere Entfernungen in der Durchschnittsnote keinen Unterschied zwischen positionsbasiertem und geschwindigkeitsbasiertem Slider erkennen

lassen. Dass die gemischte Variante hier noch besser abschnitt, könnte daran liegen, dass sie die Vorteile beider Varianten vereint. Dass sie eventuell auch Nachteile vereint, scheint hier nicht so stark ins Gewicht zu fallen. So hat die gemischte Slidervariante auch mit keinem Device in keiner Kategorie eine Durchschnittsnote, die schlechter als 2 ist. Dies zeigt, dass eine Kombination mit positionsbasiertem und geschwindigkeitsbasiertem Modus sinnvoll ist.

Der größte Unterschied zwischen der positionsbasierten Variante und der geschwindigkeitsbasierten Variante ist, dass erstere Bewegungen direkt in Videopositionen umsetzt, während letztere dies nur indirekt tut. Bei kurzen Distanzen, bei denen man die gesuchte Position schnell überschritten hat und wieder zurück muss, wird offensichtlich die direkte Umsetzung bevorzugt. Eine Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit oder Richtung schlägt sich hier sofort in der Videoposition nieder. Der rein geschwindigkeitsbasierte Slider wurde hier stets verschmäht. Eine Richtungsänderung am Slider bedeutet hier meistens keine Richtungsänderung im Video, sondern nur, dass sich das Video langsamer von der bereits überschrittenen Szene weg bewegt. Wie in Abbildung 15 zu erkennen, blieb den Probanden häufig nur den Spulvorgang durch loslassen des Sliders anzuhalten und in die gewünschte Richtung neu zu starten.

Für große Entfernungen war es eben gerade dann umgekehrt, wenn das Ziehen der Kreise anstrengend war. Dies war besonders beim Touchpad, aber auch bei der Maus der Fall. Und obwohl bei diesen beiden Devices für große Entfernungen der geschwindigkeitsbasierte Slider fast gleich gut oder besser abschnitt, machte die gemischte Variante hier den besten Gesamteindruck. Beim Stift machte hingegen der positionsbasierte Slider den besten Gesamteindruck.

In dem Graphen zu Testreihe 1 aus Abbildung 15 kann man auch erkennen, was passiert, wenn der Proband die Kreise nicht um den Mittelpunkt des Sliders zieht. Das Video springt immer wieder an eine Stelle zurück an der es schon war, was sich in sägezahnförmige Kurvensegmente niederschlägt. Bei der geschwindigkeitsbasierten Variante tritt dieses Problem nicht auf. Zum einen braucht man keine weitere Rotationsbewegungen mehr machen, sobald die gewünschte Geschwindigkeit erreicht wurde. Zum anderen bewirkt hier ein zurückgehen des Sliderzeigers meist nur ein zurückgehen der Geschwindigkeit und damit kein zurückgehen der Videoposition. Ein weiterer Grund, warum das Problem mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider nicht auftritt, ist, dass nur wenige Rotationen nötig sind, um eine hohe Geschwindigkeit zu erreichen. Bei nur einer Umdrehung, welche bereits eine Geschwindigkeit von über 40-fach bedeutete, ist die Wahrscheinlichkeit zu verrutschen wesentlich kleiner als bei über 10 Rotationen, die beim konstanten positionsbasierten Slider nötig waren, um von der ersten bis zur letzten Videoposition zu kommen.

4.5.3 Noten aus Testreihe 3 (Finden eines eindeutigen Frames)

Viele Noten der dritten Testreihe (siehe Abb. 16) sind den entsprechenden Noten der zweiten Testreihe sehr ähnlich, so dass auch die Platzierungen meistens die gleichen sind. Es gibt jedoch auch ein paar Unterschiede, die in Abbildung 17 graphisch dargestellt wurden.

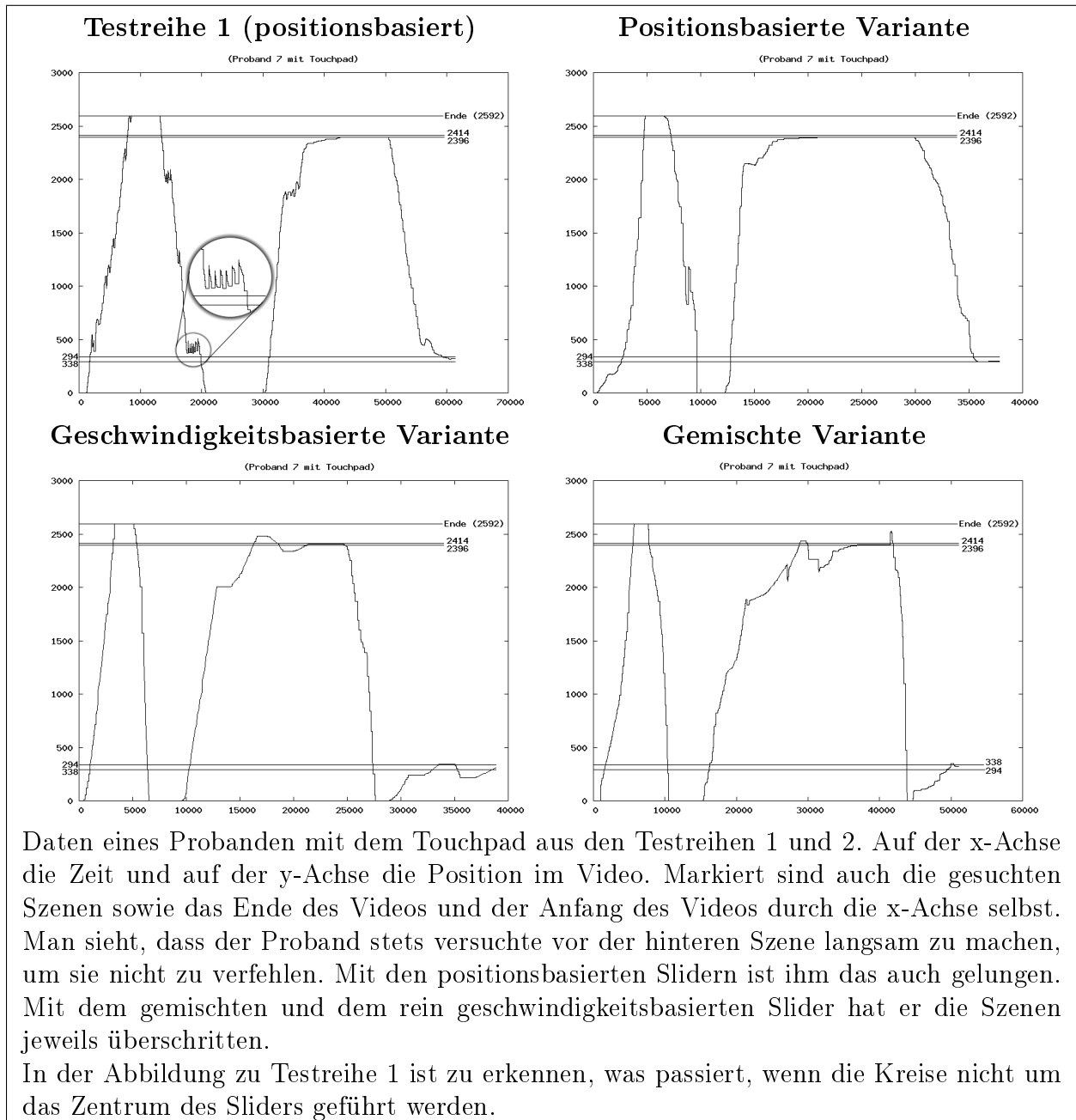


Abbildung 15: Daten eines Probanden mit dem Touchpad

Device	Variante	Große Entf.	Kleine Entf.	Insgesamt
Alle	Positionsbasiert	2,56 (2,75)	1,34 (1,15)	1,85 (1,90)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,56 (1,40)	2,41 (2,10)	2,12 (1,95)
	Gemischte Variante	1,65 (1,60)	1,87 (1,60)	1,83 (1,75)
Maus	Positionsbasiert	2,25 (2,20)	1,45 (1,35)	2,00 (2,05)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,80 (1,60)	2,18 (1,85)	2,03 (2,20)
	Gemischte Variante	1,75 (1,75)	1,85 (1,85)	1,88 (1,90)
Touchpad	Positionsbasiert	2,88 (3,00)	1,55 (1,60)	2,05 (2,00)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,30 (1,10)	2,55 (2,50)	1,80 (1,90)
	Gemischte Variante	1,55 (1,50)	1,40 (1,40)	1,30 (1,35)
Stift	Positionsbasiert	2,55 (2,75)	1,03 (1,00)	1,50 (1,50)
	Geschwindigkeitsbasiert	1,58 (1,50)	2,50 (2,25)	2,43 (2,25)
	Gemischte Variante	1,65 (1,70)	2,35 (2,45)	2,30 (2,55)

Abbildung 16: Mittelwerte (in Klammern Median) der Noten aus Testreihe 3.

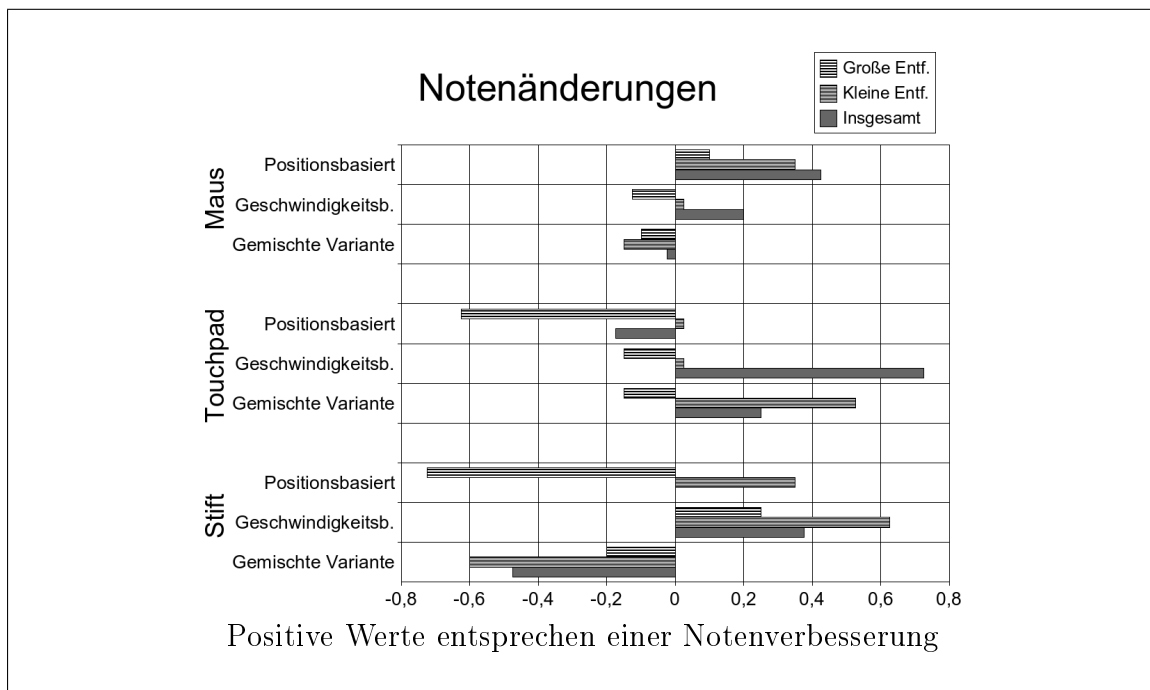


Abbildung 17: Notenänderungen zwischen der zweiten und dritten Testreihe.

Über alle Devices betrachtet schnitten die positionsbasierte und die geschwindigkeitsbasierte Variante für kurze Entfernungen fast eine viertel Note besser ab, während der positionsbasierte Slider für große Distanzen fast eine halbe Note (0,42) schlechter abschnitt. Dafür machte die geschwindigkeitsbasierte Variante einen um 0,43 besseren Eindruck. Die einzige Änderung im Rang gab es durch minimale Notenänderungen bei großen Entfernungen. Die geschwindigkeitsbasierte und die gemischte Variante sind in beiden Fällen aber fast gleich benotet worden.

Bei der Maus gab es nur mit dem positionsbasierten Slider deutliche Änderungen. Für kleine Entfernungen und im Gesamteindruck bekam der Slider in dieser Aufgabe um 0,35 bzw. 0,43 bessere Noten.

Beim Touchpad gab es deutlich stärkere Änderungen in den Noten. Die noch größeren Entfernungen wurden für die positionsbasierte Variante im Schnitt mit einer 2,88 benotet und damit 0,63 schlechter als in Testreihe 2. Beim geschwindigkeitsbasierten Slider änderte sich nur der Gesamteindruck, dafür aber gleich um 0,73 und damit die größte positive Änderung zwischen den zwei Testreihen. Die gemischte Variante schnitt für kleine Entfernungen um eine halbe Note und im Gesamteindruck um eine viertel Note besser ab.

Beim Stift wurden die Slider in der dritten Testreihe stark anders bewertet als in der zweiten. Die größte negative Änderung zwischen den zwei Testreihen erfuhr hier der positionsbasierte Slider für große Distanzen. Er wurde mit einer 2,55 um 0,73 schlechter bewertet als noch in Testreihe 2. Er schnitt dafür bei kleinen Entfernungen nochmal um 0,35 besser ab und wurde im Schnitt mit 1,03 bewertet, was die beste aller Bewertungen ist. Der geschwindigkeitsbasierte Slider wurde in der dritten Testreihe durchweg besser bewertet. Die größte Verbesserung um 0,63 erreichte er bei kleine Entfernungen. Er wurde mit einer Note von 2,5 aber immer als schlechtestes bewertet. Die gemischte Variante wurde für kleine Entfernungen um über eine halbe Note schlechter bewertet. Auch der Gesamteindruck war um etwa eine halbe Note schlechter.

Diskussion zu den Noten aus Testreihe 3

Dass der positionsbasierte Slider bei den großen Entfernungen in dieser Testreihe so viel schlechter abschnitt als in Testreihe 2 ist nicht verwunderlich. Die Probanden legten eine sehr lange Strecke damit zurück. Für eine Strecke dieser Länge ist ein gewöhnlicher, vertikaler Slider sicherlich die bessere Wahl. In den ersten beiden Testreihen fehlte so ein Slider und in der dritten Testreihe war er vorhanden, ohne dass nochmal extra darauf hingewiesen wurde. Er wurde den Probanden hier also zur Verfügung gestellt, von den Probanden aber nicht benutzt. Darauf hinterher angesprochen, antworteten die meisten Probanden, dass sie ihn gar nicht gesehen hatten. Manche antworteten auch, dass sie dachten, sie dürften ihn nicht benutzen. Hier wurde also mit dem positionsbasierten Slider eine Aufgabe bewältigt, für die er offenbar nicht geeignet ist. Dies war jedoch zu erwarten. Dass er besser dafür geeignet ist, um eine kurze Sequenz nach einer bestimmten Stelle abzusuchen, zeigen die guten Noten für kleine Entfernungen. Auch hier zeigt sich deutlich, dass sich diese Variante am besten mit dem Stift bedienen lässt. Bei einem Durchschnitt von 1,03 bzw. einem Median von 1,0 wird deutlich, dass es hier nur wenig zu bemängeln gab.

Dass die geschwindigkeitsbasierte Variante in der dritten Testreihe allgemein einen besseren Gesamteindruck machte, lag vermutlich am deutlich längeren Video und die damit längere Entfernung, die zurück gelegt werden musste. Interessanterweise machten besonders die Probanden mit Stift diesem Slider in allen drei Kategorien teils deutlich bessere Noten. So besserte sich hier die Note gerade für kleine Distanzen um 0,63. Mit einer 2,55 lag sie aber immer noch auf dem dritten Platz. Trotzdem kamen die Probanden offenbar deutlich besser zurecht. Ein Lerneffekt könnte die Ursache sein.

Die deutliche Verschlechterung bei den Probanden mit Stift und gemischter Slidervariante lässt sich plausibel erklären. Während sich beim dynamischen positionsbasierten Slider die Auflösung stark verfeinern kann, bleibt sie beim gemischten Slider immer gleich. Die höchste Auflösung beim positionsbasierten Slider war eine Sekunde bzw. 24 Bilder pro Kreis. Eine Position hatte also einen Winkel von 15° und damit bei einem Radius von 48 Pixel am Sliderrand ca. 12 Pixel Breite. Beim gemischten Slider standen nur 70% des Kreises also 252° für 480 Positionen zur Verfügung. Damit hatte eine Position einen Winkel von $0,525^\circ$ und bei einem Radius von 43 Pixel reicht dies nicht für eine Position pro Pixel. Trotzdem konnte jedes Bild angesteuert werden, da weiter weg vom Zentrum auch mehr Pixel zur Verfügung standen. Das zeigen auch die Noten bei Maus und Touchpad, die sich nirgends deutlich verschlechterten.

Nun hat der Stift aber nicht nur die schon genannten Vorteile, sondern auch einen Nachteil: Während man bei der Maus und dem Touchpad die Taste loslassen kann, ohne den Mauszeiger zu bewegen, ist dies beim Stift so gut wie unmöglich. Entfernt man den Stift vom Bildschirm, verursacht dies häufig noch eine geringe Positionsänderung des Mauszeigers. Dies führte dazu, dass die Probanden das gesuchte Frame schon gefunden hatten, aber beim Loslassen war es wieder weg und sie mussten erneut den Stift aufsetzen.

4.5.4 Visualisierung

Auf die Frage, wie sie die Visualisierung des Sliders finden, reagierten beim konstanten Slider alle Probanden positiv. Nur ein Proband bemängelte an dieser Stelle, dass die Symbole für Dokumentenanfang und -ende etwas zu klein wären. Die Schlichtheit des Sliders wurde positiv empfunden. Ein Proband hob die kontrastreichen Farben positiv hervor, zwei andere, dass man auch sieht, was hinter dem Slider ist und dieser nicht das ganze Bild verdeckt.

Beim dynamischen, positionsbasierten Slider gab es zehn positive und zwei negative Kommentare. Eine Probandin, eine Linkshänderin, gefiel nicht, dass sich der Anzeigetext für die aktuelle Auflösung links unten befand, so dass er bei Benutzung des Stifts von der Hand verdeckt war. Ein anderer Proband fand es nicht intuitiv, dass die Länge der Striche ein Indikator für die Auflösung darstellte.

Zum geschwindigkeitsbasierten Slider wurden fünf rein positive und sieben zumindest teilweise negative Kommentare gemacht. Ein Proband fand den Slider etwas zu groß und störend. Die anderen sechs fanden, dass die Zahlen zu dicht aufeinander sind, oder dass es zu viele Zahlen sind, oder gar dass der Slider zu viele Informationen bietet und dass die Zahlen gar nicht nötig wären.

Beim gemischten Slider gab es wieder bis auf eine Ausnahme nur positive Kommentare. Ein Proband fand ihn jedoch „schwieriger zu verstehen“ und „fast schon zu kompliziert um damit frisch anzufangen“. In diesem Fall empfand der Proband also, dass die Visualisierung des Sliders die Funktionsweise nicht auf Anhieb erklärt. Er relativierte dies aber ein wenig mit der Aussage, dass man sich die Funktionsweise trotzdem auch selbst beibringen könnte.

4.5.5 Slidergröße

Die Größe des geschwindigkeitsbasierten Slider fanden 8 Probanden gut. Zwei davon fanden gut, dass er größer ist als die anderen, damit man die Beschriftungen noch lesen kann. Ein Proband meinte, er könnte noch größer sein. Die restlichen drei Probanden fanden eher, dass der Slider noch etwas kleiner sein dürfte.

Die restlichen Slidervarianten waren sichtbar kleiner und wurden von 11 Probanden als angenehm empfunden. Ein Proband äußerte, sie würden angenehmer Weise genau der Größe der Kreisbewegungen entsprechen. Nur ein Proband fand, dass auch diese Slidervarianten noch kleiner sein dürften, da man kaum darauf achten würde.

4.5.6 Aufmerksamkeit beim Ausführen der Aufgaben

Die Antworten auf die Frage, worauf die Probanden am meisten geachtet hätten, variierte sehr stark. Von Interesse ist hierbei wie viel sich der Proband auf den Slider konzentrieren musste. Hierbei ließen sich keine großen Unterschiede erkennen. Summiert über die ersten zwei Testreihen wurde der Slider mit der Maus 11 mal, mit dem Touchpad sieben mal und mit dem Stift sechs mal genannt. In Testreihe 1 wurde der Slider jedoch für alle Devices etwa gleich oft genannt. In der zweiten Testreihe wurde der Slider dann mit der Maus acht mal und damit deutlich öfter genannt.

In der zweiten Testreihe wurde der Slider bei der positionsbasierten Variante mit der Maus vier mal genannt, die gemischte Variante zwei mal und mit die geschwindigkeitsbasierten Variante nur einmal. Bei den anderen zwei Devices verteilte es sich nicht ganz so deutlich. Insgesamt wurde der positionsbasierte Slider sechs mal genannt, der gemischte vier mal und der geschwindigkeitsbasierte drei mal.

Im allerersten Testdurchlauf wurde von 8 Probanden der Fortschrittsbalken genannt. Danach wurde der Fortschrittsbalken im Schnitt 5 mal genannt.

Diskussion zur Aufmerksamkeit

Diese Ergebnisse entsprechen nicht ganz den Erwartungen. Es wäre zu erwarten gewesen, dass Probanden mit Stift weniger Aufmerksamkeit dem Slider widmen müssen. Vor allem in der ersten Testreihe, in der der Slider keine besonderen Features hatte. Die Ergebnisse spiegeln dies aber nicht so deutlich wieder. Dass die positionsbasierte Variante mehr Aufmerksamkeit brauchte als die geschwindigkeitsbasierte Variante war zu erwarten, da bei dieser Variante mehr Kreise gezogen werden müssen, was zumindest mit Maus und Touchpad Probleme machen kann.

Dass die Probanden im allerersten Durchlauf verstärkt auf den Fortschrittsbalken geschaut haben, war zu erwarten. Ebenfalls erwartet wurde, dass dies kontinuierlich weiter abnimmt, da das Video mit der Zeit immer vertrauter wird und die Probanden so auch ohne Fortschrittsbalken wissen müssten, an welcher Position des Videos sie sich gerade befinden. Dies lässt sich aber in den Daten nicht erkennen.

4.5.7 Weitere Anmerkungen

Den positionsbasierten und den gemischten Slider würden alle Probanden ergänzend zu einem normalen Slider benutzen. Neun Probanden würden auch die Geschwindigkeitsbasierte Variante verwenden.

Die Positionierung des Sliders wurde von 7 Probanden als gut empfunden. Ein Proband mit Stift schlug eine feste Position am unteren Rand vor. Zwei Probanden fänden es mit dem Stift besser, wenn die Mitte des Rads genau beim Mauszeiger auftauchen würde. Dies kann jedoch Probleme machen [10]. Ein Proband fände für das Touchpad eine fixe Position in der Mitte besser. Ein Proband fand es einfach „nicht ganz so intuitiv“.

Was den meisten Probanden früher oder später auffiel und sie zu einer Bemerkung brachte war, dass sich die Kreise, die mit dem Mauszeiger vollzogen werden, um das Zentrum des Sliders gemacht werden müssen. Dabei machten fünf Probanden eine Bemerkung darüber, während sie die Maus benutzten, drei bei Verwendung des Touchpads und nur ein Proband bei Verwendung des Stifts. Dies entspricht mehr der Erwartung, dass mit dem Stift weniger auf den Slider geachtet werden muss als mit den anderen Devices, als die Antworten der Probanden, auf die Frage, worauf sie mehr geachtet hätten.

Das Touchpad wurde von fast allen Probanden letztlich mit zwei Händen bedient. Ein einziger Proband bediente es durchgehend mit einer Hand, benutzte jedoch letztlich auch die Maustaste und kein „tippen und ziehen“. Alle anderen Probanden benutzten sofort oder zumindest schon während der Einübungszeit zwei Hände.

4.5.8 Zeiten und Fehlerhäufigkeiten

Obwohl die Probanden nicht dazu aufgefordert wurden, die Aufgaben besonders zügig zu erledigen, wurden auch die Zeiten gemessen, die sie dafür benötigten. Um diese Zeiten zu bestimmen wurden aus den Logdaten die Zeitpunkte extrahiert, zu denen ein Proband mit einer Aufgabe begann und wie lang es dauerte, bis sie erfüllt war. In diesen Zeitabschnitten gab es keine Unterbrechungen.

In der ersten Testreihe brauchten die Probanden im Schnitt 39,5 Sekunden für alle vier Aufgaben. Mit dem Touchpad brauchten die Probanden 45,8 Sekunden, während die Probanden mit Maus 38,7 Sekunden und die mit Stift nur 34,1 Sekunden benötigten. (Siehe Abb. 18)

Des Weiteren wurde auch gezählt, wie oft der Proband beim Erfüllen einer Aufgabe die Richtung änderte und wie oft er über das Ziel der Aufgabe hinweg ging, ohne anzuhalten. In Abbildung 18 sind die Durchschnittswerte angegeben. Für die Richtungsänderungen wurde

Durchschnittliche Zeiten in Sekunden

Device	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe
Alle	7,79	7,48	13,9	10,38	39,54
Maus	6,74	7,39	13,73	10,84	38,7
Touchpad	9,84	8,64	15,91	11,41	45,81 (43,48/48,30)*
Stift	6,77	6,4	12,05	8,9	34,12

Durchschnittliche Anzahl der Richtungsänderungen
(In Klammern wurden nur Änderungen um mehr als 30 Frames gezählt)

Device	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe
Alle	6,00 (2,89)	11,44 (7,56)	18,17 (6,19)	10,11 (3,17)	45,72 (19,81)
Maus	4,83 (1,67)	8,50 (4,17)	13,67 (4,17)	10,42 (3,58)	37,42 (13,58)
Touchpad	6,67 (2,83)	11,17 (8,17)	14,42 (6,00)	7,67 (2,75)	39,92 (19,75)
Stift	6,50 (4,17)	14,67 (10,33)	26,42 (8,42)	12,25 (3,17)	59,83 (26,08)

Durchschnittliche Anzahl der Zielverfehlungen

Device	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe
Alle	0	0	1,14	0,75	1,89
Maus	0	0	0,67	1,08	1,75
Touchpad	0	0	1,17	0,5	1,67 (1,50/1,83)*
Stift	0	0	1,58	0,67	2,25

* (Touchpad vertraut / nicht vertraut)

Abbildung 18: Daten aus Testreihe 1

zusätzlich noch gezählt, wie oft sich die Probanden mehr als 30 Frames in die entgegengesetzte Richtung bewegten. Hierbei wurden also Änderungen, die durch das Zittern des Mauszeigers zustande kamen, nicht mitgezählt. Hier sind nur Richtungsänderungen enthalten, die der Probanden bewusst durchgeführt hat und Richtungsänderungen, die entstehen, wenn der Mauszeiger nicht um das Zentrum des Sliders geführt wurde. Zu beachten ist aber, dass hier auch die bewussten Richtungsänderungen, die kleiner als 30 Frames sind (z.B. nah am Ziel) nicht mitgezählt wurden. Beide Werte sind in der Summe beim Touchpad etwas höher und beim Stift deutlich höher als bei der Maus. (Siehe Abb. 15 zu Testreihe 1 und Abb. 21)

Bei den ersten zwei Aufgaben war es nicht möglich, das Ziel zu verfehlen. Bei Aufgabe 3 wurde das Ziel mit Touchpad und Stift häufiger verfehlt als bei Aufgabe 4. Bei der Maus war es umgekehrt. Am meisten wurde das Ziel mit dem Stift verfehlt. Am seltensten mit der Maus.

In der zweiten Testreihe waren die Probanden im Schnitt 44,77 Sekunden mit den vier Aufgaben beschäftigt und damit etwa fünf Sekunden länger als in Testreihe 1. Die Probanden mit der Maus waren hier etwa sieben Sekunden schneller als die mit dem Touch-

Device	Slider	Dauer	Richtungs- änderungen	Änderungen > 30 Frames	Zielver- fehlungen
Alle	Alle	44,77	18,81	5,32	2,68
Alle	Positionsbasiert	42,62	23,83	5,25	2,25
	Geschwindigkeitsbasiert	50,19	5,67	3,42	3,17
	Gemischte Variante	45,23	28,50	7,75	2,83
Maus	Alle	41,30	11,00	4,92	2,42
Maus	Positionsbasiert	32,75	13,00	6,50	2,50
	Geschwindigkeitsbasiert	52,86	6,00	3,25	2,75
	Gemischte Variante	38,28	14,00	5,00	2,00
Touchpad	Alle	48,25	16,50	6,00	3,17
Touchpad	Positionsbasiert	55,24	24,50	4,50	2,00
	Geschwindigkeitsbasiert	44,50	5,50	4,00	3,50
	Gemischte Variante	45,01	19,50	9,50	4,00
Stift	Alle	48,49	30,50	5,50	2,67
Stift	Positionsbasiert	39,86	34,00	4,75	2,25
	Geschwindigkeitsbasiert	53,21	5,50	3,00	3,25
	Gemischte Variante	52,40	52,00	8,75	2,50

Abbildung 19: Durchschnittliche Daten aus der zweiten Testreihe

pad oder dem Stift. Mit der positionsbasierten Slidervariante waren die Probanden am schnellsten. Mit der gemischten Variante waren sie etwas langsamer und mit der geschwindigkeitsbasierten Slidervariante waren sie gut 7,5 Sekunden langsamer. Am wenigsten Zeit benötigten die Probanden mit Maus und dem positionsbasierten Slider. In dieser Kombination benötigten sie durchschnittlich 32,75 Sekunden. Am meisten Zeit (55,24 Sekunden) benötigten die Probanden ebenfalls mit dem positionsbasierten Slider aber in Verbindung mit dem Touchpad. Mit Maus oder Stift erledigten die Probanden die Aufgaben mit dem positionsbasierten Slider am schnellsten. Mit dem Touchpad waren sie mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider schneller. Die Durchschnittswerte sind in Abbildung 19 zusammen gefasst.

Kleinere Richtungsänderungen gab es mit dem Stift am häufigsten. Größere Richtungsänderungen um mehr als 30 Frames gab es jedoch bei allen Devices etwa gleich viele. Grundsätzlich am häufigsten wurde das Ziel mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider verfehlt. Nur bei der gemischten Variante in Kombination mit dem Touchpad wurde das Ziel im Schnitt vier mal und damit häufiger verfehlt, als mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider.

Die Daten aus der dritten Testreihe lassen sich nicht direkt mit den Daten der ersten beiden Testreihen vergleichen, da die Aufgabe eine andere war. Die Probanden brauchten hier im Mittel 58,4 Sekunden. Am schnellsten war die sie mit der Maus und der gemischten

Durchschnittliche Daten aus der dritten Testreihe
(In Klammern der zugehörige Median)

Device	Slider	Dauer		
		finde 35%	finde Frame	gesamt
Alle	Alle	26,09 (21,37)	32,31 (28,23)	58,40 (56,62)
Alle	Positionsb.	28,15 (24,04)	23,41 (20,43)	51,56 (54,27)
	Geschw.	27,06 (23,50)	34,35 (33,01)	61,41 (61,00)
	Gemischte V.	23,07 (19,59)	39,17 (28,64)	62,24 (56,62)
Maus	Alle	22,73 (16,94)	25,95 (24,00)	48,68 (47,24)
Maus	Positionsb.	26,20 (26,70)	25,28 (12,00)	51,48 (56,30)
	Geschw.	26,84 (17,64)	26,41 (24,56)	53,25 (42,20)
	Gemischte V.	15,15 (16,94)	26,16 (28,64)	41,31 (39,69)
Touchpad	Alle	24,37 (22,31)	30,28 (25,64)	54,66 (50,23)
Touchpad	Positionsb.	26,08 (24,04)	24,91 (28,63)	50,98 (50,23)
	Geschw.	22,35 (21,45)	38,82 (32,69)	61,17 (61,77)
	Gemischte V.	24,69 (20,28)	27,12 (24,19)	51,81 (51,51)
Stift	Alle	31,18 (31,38)	40,69 (36,56)	71,87 (67,91)
Stift	Positionsb.	32,17 (28,19)	20,04 (20,43)	52,20 (48,62)
	Geschw.	31,98 (31,83)	37,82 (38,37)	69,81 (69,11)
	Gemischte V.	29,38 (30,89)	64,22 (59,83)	93,60 (80,77)

Device	Slider	Richtungs- änderungen	Änderungen > 30 Frames	Zielver- fehlungen
Alle	Alle	33,86 (17,50)	6,22 (3,00)	10,25 (6,00)
Alle	Positionsb.	38,75 (37,50)	5,67 (4,50)	7,08 (5,00)
	Geschw.	6,00 (4,00)	1,58 (1,50)	5,00 (3,50)
	Gemischte V.	56,83 (30,50)	11,42 (5,00)	18,67 (13,00)
Maus	Alle	25,00 (18,00)	3,33 (2,50)	6,33 (4,50)
Maus	Positionsb.	40,25 (41,50)	6,50 (5,00)	4,25 (4,50)
	Geschw.	2,50 (2,00)	0,75 (0,50)	2,50 (2,00)
	Gemischte V.	32,25 (22,00)	2,75 (3,00)	12,25 (12,50)
Touchpad	Alle	25,58 (17,50)	10,33 (5,50)	7,92 (7,50)
Touchpad	Positionsb.	35,25 (37,50)	6,25 (5,50)	7,25 (7,50)
	Geschw.	8,00 (6,00)	2,25 (1,50)	6,50 (4,00)
	Gemischte V.	33,50 (17,00)	22,50 (6,50)	10,00 (11,00)
Stift	Alle	51,00 (26,00)	5,00 (3,50)	16,50 (9,50)
Stift	Positionsb.	40,75 (37,00)	4,25 (4,50)	9,75 (4,00)
	Geschw.	7,50 (7,50)	1,75 (2,00)	6,00 (5,50)
	Gemischte V.	104,75 (97,50)	9,00 (8,00)	33,75 (31,50)

Abbildung 20: Daten aus Testreihe 3

Slidervariante erledigt. Am längsten benötigten die Probanden hingegen mit dem gleichen Slider aber unter Verwendung des Stifts. Die Zeit, die sie für diese Aufgabe gebraucht haben, lässt sich unterteilen in die Zeit, die verging bis der Fortschrittsbalken 35% anzeigte und die Zeit, die sie benötigten, um dann das gesuchte Frame zu finden. Dabei wurde die Gesamtdauer bei dem Zeitpunkt unterteilt, bei dem die 35% Marke bis zum Erfüllen der Aufgabe nicht mehr verlassen wurde. Mit der gemischten Variante waren die Probanden am schnellsten an diesem Zeitpunkt angelangt. Die Probanden mit Maus waren hier besonders schnell und benötigten dafür nur 15,15 Sekunden. Am längsten benötigten die Probanden mit dem Stift und dem positionsbasierten Slider. Dafür waren diese Probanden beim Finden des Frames die schnellsten und benötigten hierfür nur 20,04 Sekunden. Am längsten brauchten hierfür die Probanden mit Stift und dem gemischten Slider. Sie brauchten mit über 64 Sekunden deutlich länger als alle anderen Probanden. (Siehe Abb. 20)

Die meisten Richtungsänderungen von mehr als 30 Frames gab es bei der gemischten Slidervariante mit dem Touchpad. Dies wurde jedoch von einem Probanden verursacht, der 72 solcher Richtungsänderungen vollführte. Am deutlich geringeren Median erkennt man, dass dies nicht die Regel war. Der selbe Proband machte in einem zweiten Versuch nur zwei solcher Richtungsänderungen.

Am häufigsten wurde das gesuchte Frame in dieser Aufgabe mit der Kombination Stift und gemischte Slidervariante verfehlt. Am treffsichersten war der geschwindigkeitsbasierte Slider zusammen mit der Maus.

Diskussion zu den Zeiten und Fehlerhäufigkeiten

Dass sich Kreise mit dem Stift deutlich schneller ziehen lassen als mit Maus oder Touchpad, zeigen die Zeitergebnisse der ersten Testreihe deutlich. Manche Probanden kreisten so schnell, dass die verwendete Testplattform komplett ausgelastet war und mit den Mausupdates nicht mehr nach kam. Daher kam es auch bei diesen Probanden dazu, dass sie nicht wirklich vom Fleck kamen, obwohl die Kreisbewegungen um das Zentrum gingen. (Siehe Abb. 21)

Dass die Szene in Aufgabe 3 häufiger verfehlt wurde als die in Aufgabe 4 war zu erwarten, denn die Szene ist kürzer. Das Verhältnis der Fehlerhäufigkeiten zwischen diesen zwei Aufgaben entspricht bei dem Touchpad und dem Stift mit 2,34 bzw. 2,35 sehr genau dem umgekehrten Verhältnis der Szenenlängen mit 2,37. Überraschenderweise ist dies bei der Maus jedoch nicht der Fall. Vielleicht spielt es hier eine Rolle, dass die Maus ein viel benutztes Eingabegerät ist.

Die Anzahl der kleinen als auch die Anzahl der großen Richtungswechsel beim Stift ist deutlich höher. Das kommt daher, dass die Zuordnung von Stiftposition zu Mauszeigerposition physikalisch bedingt etwas ungenauer ist als bei Touchpad und Maus. Selbst wenn der Stift ruhig auf das Display gehalten wird kann sich der Mauszeiger um 1 Pixel hin und her bewegen. Zudem überforderte die Hälfte der Probanden die Hardware mit dem Stift, so dass Richtungswechsel festgestellt wurden, wo gar keine waren (Siehe Abb. 21).

Dass die Probanden in Testreihe 2 mit Maus etwas schneller waren, könnte ebenfalls

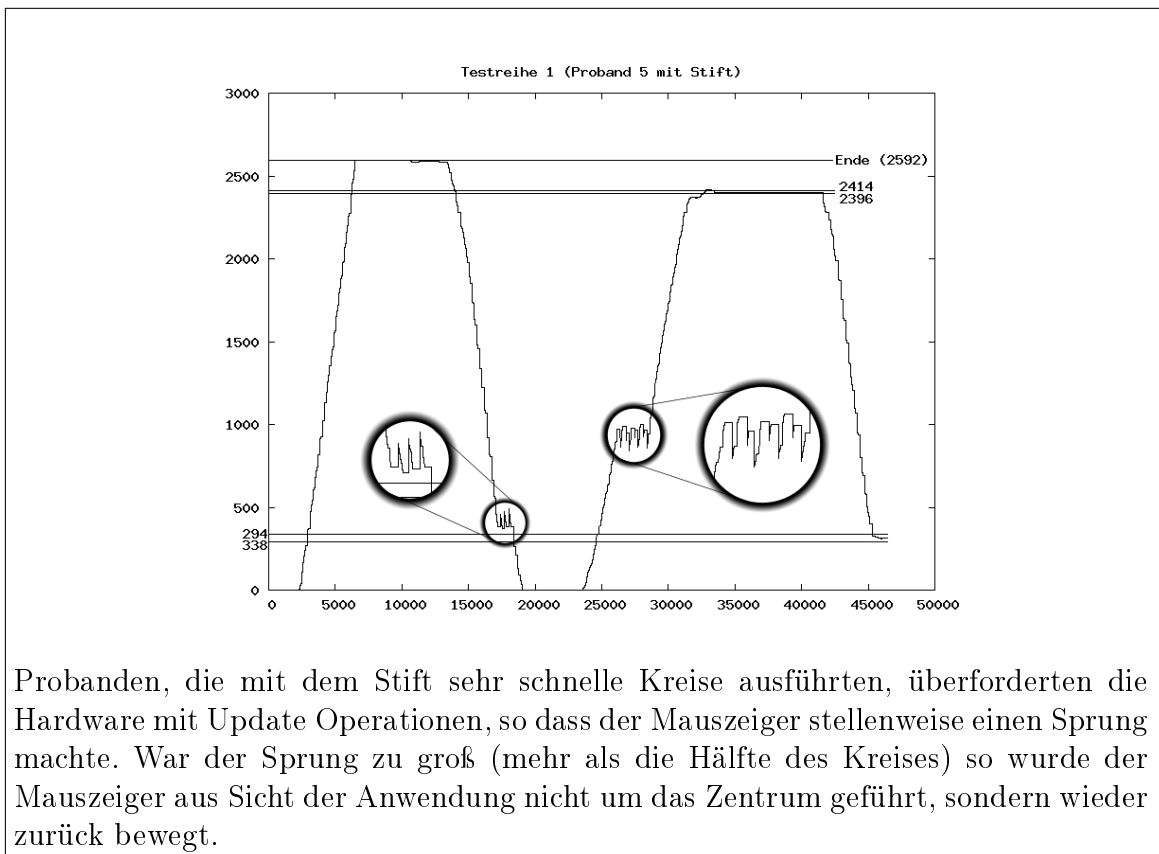


Abbildung 21: Sägezahn ähnliche Segmente im Graphen

daran liegen, dass sie ein ihnen bekanntes Eingabegerät verwendeten und zufällig Probanden ausgewählt wurden, die damit besonders geschickt waren. Es zeigte sich, dass sich der positionsbasierte Slider mit Maus und Stift deutlich besser bedienen lässt. Dafür waren Probanden mit Touchpad beim geschwindigkeitsbasierten Slider schneller fertig. Diese Probanden machten möglichst wenig Kreise, während Probanden mit Stift oder Maus dazu neigten, durch weiter drehen die Geschwindigkeit unnötig hoch einzustellen und deshalb schnell an der gesuchten Szene vorbei waren. Zwar überschritten die Touchpad-Probanden die gesuchte Szene am häufigsten, jedoch nicht so weit und mussten daher nur wieder eine kleinere Strecke zurück.

Beim geschwindigkeitsbasierten Slider war die Anzahl der Richtungsänderungen erwartungsgemäß am kleinsten. Hier gibt es durch kleine Mauszeigerbewegungen nicht gleich eine Richtungsänderung. Die Anzahl der Richtungsänderungen war hier aus dem selben Grund auch nur gering höher als die Anzahl der Zielverfehlungen.

Dass die Probanden in der dritten Testreihe mit Stift und der gemischten Slidervariante deutlich länger brauchten als die anderen Kombinationen, lag an der schon angesprochenen Problematik, dass das bereits gefundene Frame beim Loslassen des Sliders wieder verschwand. Daher auch die sehr hohe Anzahl an Zielverfehlungen. Den ersten Teil dieser Aufgabe erledigten diese Probanden jedoch genauso schnell wie Probanden mit anderen Slider-Device Kombinationen. Aber auch mit Maus und Touchpad wurde das Ziel mit dem gemischten Slider häufiger verfehlt als mit den anderen Varianten, was an der bereits erläuterten Problematik lag, dass am Sliderrand weniger als ein Pixel pro Frame zur Verfügung stand.

Dass es am längsten dauert, die 35%-Marke mit dem positionsbasierten Slider zu erreichen, war zu erwarten. Dass jedoch hier gerade die Probanden mit dem Stift die langsamsten waren, ist Überraschend. Hier streuten die Werte jedoch stark. Ein Proband war gar in nur 10,89 Sekunden bei 35% und nur 2,59 Sekunden später am Ziel. Ein anderer brauchte für den ersten Teil 61,4 Sekunden und nochmals weitere 36,3 Sekunden bis zum gesuchten Frame.

Am schnellsten erreichten die Probanden mit Maus und gemischtem Slider die 35%-Marke. Diese Probanden stellten sich durchweg alle sehr geschickt an. Dass die selben Probanden im Durchschnitt mit dem geschwindigkeitsbasierten Slider für diesen Aufgabenteil deutlich länger brauchten, lag an einem Ausreißer. Der Median ist mit 17,64 deutlich kleiner als der Durchschnitt.

Einen weiteren Ausreißer gab es beim positionsbasierten Slider, mit welchem die Probanden beim Finden des Frames grundsätzlich am schnellsten waren. Im Durchschnitt brauchten die Probanden hier mit dem Stift nur 20 Sekunden. Betrachtet man jedoch den Median, so sieht man, dass die Probanden mit der Maus größtenteils noch schneller waren (12 Sekunden). Der Ausreißer ist ein Proband, der 68,8 Sekunden brauchte. Dafür brauchte er nur 6,6 Sekunden, bis er bei 35% war.

Die Ausreißer zeigen, dass die Stichprobe für Anzahl an Device und Slider Kombinationen etwas klein war. Trotzdem zeigten sich sowohl interessante als auch teilweise erwartete

Ergebnisse. Man darf auch nicht vergessen, dass die Probanden nicht dazu aufgefordert wurden, möglichst schnell zu sein. Sie wurden nicht einmal darauf hingewiesen, dass eine Zeit gemessen wurde. So nahmen sich manche Probanden etwas mehr Zeit als andere und näherten sich gerade in der dritten Testreihe dem gesuchten Frame vergleichsweise langsam, da sie spätestens mit dem zweiten Device wussten, dass man schnell darüber hinaus ist. Und man darf auch nicht vergessen, dass das Video im ersten Durchlauf unbekannt war. Zudem konnten nicht für jedes Device alle Sliderpermutationen getestet werden. Dafür wären weitere sechs Probanden nötig gewesen.

Mit allen Testreihen und Fragen zusammen waren die Probanden zwischen 60 und 90 Minuten beschäftigt. Trotzdem empfanden alle Probanden die Evaluation als kurzweilig. Zwei Probanden äußerten auch explizit, dass ihnen durch die Verwendung verschiedener Videos nicht langweilig wurde.

4.6 Fazit der Evaluation

Vom Stift wurde erwartet, dass er sich für die Bedienung der runden Slider gut eignet. Diese Erwartung hat er sogar übertroffen. Er ist in den meisten Fällen offensichtlich das beste Device, um kreisrunde Bewegungen auszuführen. Die Bedienung mit dem Stift lässt sich scheinbar sehr leicht erlernen, denn obwohl die Bedienung des Tablet PC mit einem Stift für alle Probanden neu war, bekam er durchschnittlich die besten Noten und die Probanden waren in der Lage, die gestellten Aufgaben im Schnitt am schnellsten zu lösen. Die fixierte Handposition und die absolute Positionierung des Mauszeigers verhindern ein abdriften der Kreisbewegungen, die generell meist kleiner und runder waren, als mit den anderen Devices. Die Kreisbewegungen lassen sich mit dem Stift so schnell durchführen, dass die Hardware teilweise überfordert war. Eine Analyse bestätigte die Vermutung, dass der PC hauptsächlich mit dem Decodieren des Videos beschäftigt war.

Dass die Probanden mit dem Stift in Testreihe 1 die gesuchten Szenen häufiger überschritten als mit den anderen Devices, hatte offenbar keinen negativen Einfluss auf die Benotung, oder die Zeit, die die Probanden benötigten.

Die Befürchtung, dass sich die Probanden mit dem Stift und ihrer Hand, das Videobild zu stark verdecken, hat sich als unbegründet herausgestellt. Es wurden keine Probleme beobachtet und es hat sich kein Proband über solche Probleme beklagt. Durch die gewählte Positionierung konnten die Probanden den Slider in einer Ecke ihrer Wahl bedienen, so dass sie freie Sicht auf das Video hatten.

Mit dem Stift sind die positionsbasierte und die gemischte Variante des Sliders die beste Wahl. Der positionsbasierte Slider eignet sich hier, um eine Stelle in einem Videostück von bis zu zwei Minuten zu suchen. Wie zu erwarten war ist er für noch längere Strecken auch mit dem Stift eher ungeeignet, da auch hier die Kreisbewegungen ermüdend wirken. Dafür ist er offensichtlich sehr gut dafür geeignet, einzelne Frames zu finden. Gerade mit dem Stift überzeugte er alle Probanden. Sie am schnellsten und verfehlten am seltensten die gesuchte Stelle.

Der gemischte Slider schien sich in der dritten Testreihe nicht zu eignen, was aber wahrscheinlich nur an seiner Konfiguration lag. Wäre der positionsbasierte Bereich fei-

ner gewesen, so hätten die Probanden mit Stift das gesuchte Frame nicht so oft wieder verloren, nachdem sie es bereits gefunden hatten. Hier wäre eine an den Stift angepasste Konfiguration von Vorteil gewesen.

Bei der Maus war zu erwarten, dass die Probanden damit allgemein gut umgehen können, da sie dieses Device viel benutzen. Unklar war jedoch, in wie weit sie sich für kreisförmige Bewegungen eignet, da fast alle alltäglichen Benutzerschnittstellen, wie Menüs oder ein horizontaler Slider, rechteckig sind und für ihre Bedienung fast ausschließlich horizontale und vertikale Bewegungen nötig sind.

Die Evaluation zeigte, dass sich Kreisbewegungen mit der Maus überraschend gut durchführen lassen. Sie wurde durchschnittlich trotzdem etwas schlechter bewertet als der Stift und die Probanden waren damit ein wenig langsamer. Die Kreisbewegungen waren meist etwas größer und drifteten leicht ab.

Mit der Maus scheint der gemischte Slider die beste Wahl zu sein. Er hat, bis auf eine Ausnahme, sowohl in Testreihe 2 als auch in Testreihe 3 immer die beste durchschnittliche Bewertung bekommen und die Probanden waren in der dritten Testreihe deutlich schneller mit den Aufgaben fertig. Nur wenn die Probanden auf ein Frame genau arbeiten sollten, wurde der positionsbasierte Slider besser bewertet als der gemischte Slider, mit dem sie in der dritten Testreihe das Ziel häufiger verfehlten. Beides lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass der positionsbasierte Bereich des gemischten Sliders etwas grob eingestellt war.

Vom Touchpad wurde ursprünglich erwartet, dass sich damit Kreisbewegungen im Allgemeinen gut und evtl. sogar besser ausführen lassen, als mit der Maus. Diese hohen Erwartungen hat es jedoch bei weitem nicht erfüllt. Es scheint sich für die Bedienung runder Slider grundsätzlich nicht so gut zu eignen. Kreisbewegungen fielen teilweise riesig aus und drifteten häufig ab. Das Touchpad wurde deutlich schlechter bewertet als Maus und Stift und kein Proband sah darin seine erste Wahl. Im Gegensatz zum Stift ließ sich der Umgang damit wohl nur schwer erlernen und selbst Probanden, die das Touchpad bereits regelmäßig benutzten, kamen damit nur mäßig zurecht. Die Probanden brauchten daher im Durchschnitt deutlich länger um die vier Aufgaben der ersten Testreihe zu erfüllen.

Beim Touchpad fällt eine Empfehlung für eine der Slidervarianten etwas schwieriger aus. Um große Strecken zurückzulegen, wurde der geschwindigkeitsbasierte Slider bevorzugt. Für kleine Entfernungen wurde der positionsbasierte Slider bevorzugt. Zwar wurde die gemischte Variante hier jeweils etwas schlechter bewertet, jedoch ist sie insgesamt die bessere Wahl, da sie die Vorteile der beiden anderen Varianten vereint.

Die geschwindigkeitsbasierte Variante hat sich letztlich mit keinem Device so richtig bewährt. Sie wird zwar gerne genommen, um schnell in die Nähe der gesuchten Stelle zu kommen, aber um die Stelle dann exakt anzusteuern, wird eine positionsbasierte Varianten bevorzugt. Daher scheint die gemischte Variante, welche beide Modi bietet, die bessere Wahl zu sein.

Die Probleme, die es bei manchen Kombinationen von Devices und Slider gab, lassen sich vermutlich durch eine Optimierung der Parameter auf die einzelnen Devices in den

Griff bekommen. In der Evaluation wurde darauf jedoch verzichtet, da sie sonst für zwölf Probanden zu viele unabhängige Variablen gehabt hätte und die Ergebnisse nicht mehr vergleichbar gewesen wären. Für die abschließende Implementierung dieser Arbeit wurden jedoch verschiedene Parameter getestet und die Einstellungen entsprechend optimiert.

Abschließend lässt sich festhalten, dass sich kreisförmige, in Software implementierte Interfaces gut zur Navigation in Videos eignen. Wie die Evaluation zeigte, lassen sie sich selbst mit dem alltäglichen und fast überall verfügbaren Device, der Maus, gut bedienen. Des weiteren zeigte die Evaluation, dass es Vorteilhaft ist, wenn ein Slider sowohl einen positionsbasierten als auch einen geschwindigkeitsbasierten Modus bietet.

5 Ausblick

Die hier vorgestellten Slider lassen noch Platz für weitere Verbesserungen. So zeigte sich in der Evaluation, dass die dynamische Anpassung des positionsbasierten Sliders eher fließend als stufenweise bevorzugt wird. Die implementierte Variante ohne Verwendung der Auflösungslevel bietet bereits eine solche Möglichkeit. Diese hat jedoch, selbst bei kurz eingestellten Zeitwerten, stets eine Verzögerung. Statt die Rotationsgeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum zu beobachten wäre es auch denkbar die Schrittweite direkt von der Rotationsgeschwindigkeit abhängig zu machen, so dass jeder Rotationsgeschwindigkeit eine (feste) Auflösung zugeordnet ist. Dabei würde die Auflösung bei hoher Geschwindigkeit nicht immer weiter ansteigen, sondern sofort oder mit geringer Verzögerung auf den zugeordneten Wert springen, so wie man es von der Mauszeigerbeschleunigung kennt. Eine weitere Möglichkeit wäre es, dass die Auflösung direkt vom Abstand zwischen Mauszeiger und Sliderzentrum abhängt. Naheliegenderweise wäre in der Nähe des Zentrums die größte Auflösung, um den in Kapitel 3.1.2 beschriebenen, sowieso vorhandenen Effekt zu verstärken. Jedoch zeigte die Evaluation, dass die Rotationsbewegungen selten kreisrund sondern eher oval sind und somit der Abstand vom Zentrum ständig schwankt. Der Abstand könnte sich daher als ungeeignet erweisen.

Bei der geschwindigkeitsbasierten Variante könnte man die Anzahl der Beschriftungen verringern. Vermutlich würden fünf Beschriftungen auf jeder Skala ausreichen. Des weiteren könnte man die, nach oben hin linear ansteigende Skala, schneller (z.B. quadratisch) steigen lassen und so evtl. erreichen, dass noch weniger Rotationen nötig sind.

Die Evaluation zeigte, dass eine Mischung der zwei Konzepte prinzipiell eine gute Idee ist. Mit Ausnahme von dem Fall, in welchem der der Stift beim Abheben Probleme machte, wurde er stets mit einer Note besser als „gut“ bewertet. Nur den Wechsel zwischen den Modi, fanden einige Probanden als verwirrend und störend, wenn sie sich im positionsbasierten Bereich an der Grenze zum geschwindigkeitsbasierten Bereich bewegten und dabei ungewollt vom einen in den anderen Bereich kamen. Eine Verbesserung könnte sein, die Modi nicht auf Bereiche festzulegen, sondern durch unterschiedliche Bedienungsarten zu trennen. Hierbei gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine einfache wäre zum Beispiel die Verwendung mehrerer Maustasten. Eine interessantere wäre, ein rein positionsbasiertes Rad zu implementieren, das man jedoch außer ziehen auch anschubsen kann, und sich dann mit dieser Geschwindigkeit von selbst weiter dreht, wie man es zum Beispiel auch von Google Earth kennt. Dies würde sich auch mit der oben beschriebenen Beschleunigung kombinieren lassen.

Weitere Ideen wurden durch die beobachtete Problematik motiviert, dass die Kreisbewegungen stets um das Zentrum verlaufen müssen. Wie die Evaluation gezeigt hat stimmen Zentrum der Kreisbewegung und Zentrum des Sliders nicht immer überein. Ersteres kann sich auch mit jeder Kreisbewegung etwas verschieben. Daher ist die Idee naheliegend, das Sliderzentrum stets stückweise an das Zentrum der Kreisbewegungen heranzuführen. Ein ganz anderer Ansatz wäre ein Slider, der gar kein Zentrum vorgibt und stattdessen versucht, aus beliebigen Bewegungen des Mauszeigers eine Richtung und eine Geschwindigkeit

zu interpretieren. Die Idee ist dabei zu versuchen, eine elliptische Laufbahn zu erkennen. Diese impliziert ein Zentrum und damit eine Richtung der Bewegung. Des weiteren könnte man die Geschwindigkeitsunterschiede ausgleichen, die beim Ausführen der elliptischen Bewegungen auftreten, und somit eine gleichmäßige Bewegung gewährleisten.

Runde Slider bieten interessante und vielfältige Möglichkeiten, welche durch diese Studienarbeit noch nicht erschöpft wurden und so noch genug Raum für weitere Forschungen bleibt.

6 Literatur

Literatur

- [1] S. Beller (2004) Daten erheben. In *Empirisch forschen lernen* (pp. 23-60), Schweiz, Bern, Verlag Hans Huber, 2004
- [2] W. Hürst: Interactive Audio-Visual Video Browsing, *Proceedings of the ACM Multimedia 2006*, Santa Barbara, California, USA, 2006
- [3] W. Hürst, P. Jarvers: Interactive, Dynamic Video Browsing with the ZoomSlider Interface *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME 2005)*, Amsterdam, The Netherlands, 2005
- [4] W. Hürst, G. Götz, P. Jarvers: Advanced User Interfaces for Dynamic Video Browsing. *Proceedings of the ACM Multimedia 2004*, New York City, NY, USA, 2004
- [5] W. Hürst, G. Götz, T. Lauer: New Methods for Visual Information Seeking Through Video Browsing *Information Visualisation 2004*
- [6] S. Jones, M. Jones, G. Marsden, D. Patel, A. Cockburn: An evaluation of integrated zooming and scrolling on small screens, *International Journal of Human-Computer Studies* 63, 2005
- [7] T. Moscovich, J. F. Hughes: Navigating Documents with the Virtual Scroll Ring, *Proceedings of the ACM UIST 2004*, Santa Fe, New Mexico, USA, 2004
- [8] G. Ramos, R. Balakrishnan: Fluid Interaction Techniques for the Control and Annotation of Digital Video, *Proceedings of the ACM UIST 2003*, Vancouver, BC, Canada, 2003
- [9] G. Ramos, R. Balakrishnan: Zliding: Fluid Zooming and Sliding for High Precision Parameter Manipulation, *Proceedings of the ACM UIST 2005*, Seattle, Washington, USA, 2005
- [10] G. M. Smith, M. C. Schraefel: The Radial Scroll Tool: Scrolling Support for Stylus- or Touch-Based Document Navigation *Proceedings of the ACM UIST 2004*, Santa Fe, New Mexico, USA, 2004