

Hendrik Witt

Design, Entwicklung und Evaluation von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer

Design, Development and Evaluation of User Interfaces for Wearable Computers

Wearable Computing_Benutzerschnittstellen_Design_Evaluation_Entwicklungsprozess

Zusammenfassung. Benutzerschnittstellen für das Wearable Computing Paradigma unterscheiden sich signifikant von ihrem Pendant aus der Desktop Computing Welt. Dieser Artikel schlägt die Entwicklung eines systematischen Entwicklungsprozesses für die Erstellung von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer und dessen Integrationsmöglichkeit in existierende und zukünftige Software-Entwicklungsmodelle vor. Zur Unterstützung der vorgeschlagenen Prozesse werden zwei spezielle Werkzeuge, das „WUI-Toolkit“ und der „HotWire Primäraufgaben Simulator“ verwendet, die speziell auf die Anforderungen des Wearable Computings im Bereich der Implementierungs- und anschließenden Evaluationsphase von Schnittstellen abgestimmt wurden.

Summary. User interfaces for wearable computer significantly differ from desktop interfaces. In this paper we introduce a systematic development process for wearable user interfaces. It can be seamlessly integrated in existing and future software development processes. To support the suggested process special tools, the WUI-Toolkit and the HotWire primary task simulator, are available to support the implementation and evaluation phase of wearable user interfaces and their components.

1. Einleitung

Ergonomie und Benutzbarkeit von Interaktion innerhalb der Benutzungsschnittstelle eines Software-Systems sind heute zu kritischen Qualitätskriterien moderner Systeme geworden. Anders als noch vor einigen Jahren wird heute mehr denn je Wert auf die Gestaltung von Benutzerschnittstellen und deren nahtlose Integration in allgemeine Software-Entwicklungsprozesse gelegt. Eine der wesentlichen Herausforderungen hierbei ist, die Entwicklung von Methoden und Konzepten, die es Applikationsentwicklern ermöglichen, „gute“ Benutzerschnittstellen zu konzipieren, selbst wenn Entwickler nicht Kenntnis über neueste Prinzipien

und Innovationen aus dem Bereich der Mensch-Computer Interaktion haben.

Wenngleich die Entwicklung „guter“, d.h. benutzbarer und einfach zu bedienender Benutzerschnittstellen für Desktop-Anwendungen bereits eine hinreichende Herausforderung darstellt, so ist diese Herausforderung umso größer je fortschrittlicher und damit unbekannter das Computing Paradigma ist. Ein Paradigma, das besonders hohe Anforderungen an seine Benutzerschnittstelle stellt, ist das Wearable Computing bei dem sich der Computer unaufdringlich, beispielsweise in die Kleidung integriert, und dessen Benutzung beiläufig erfolgt [10,11].

Im Gegensatz zum Desktop Computing, bei dem die Aufmerksamkeit eines Benutzers im Wesentlichen auf eine einzige Anwendung gerichtet ist, wird im

Wearable Computing erwartet, dass ein Benutzer seine Aufmerksamkeit teilt, um zwei unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen. Hierbei übernimmt eine physikalische Aufgabe, die oftmals mit der Manipulation von realen Objekten einhergeht, die Rolle der primären Aktivität des Benutzers. Der Wearable Computer und damit die Anwendung sind hierbei lediglich sekundär und unterstützen den Benutzer bei seiner primären Aktivität [3]. Aufgrund dieser sehr speziellen Charakteristik sind neue Benutzerschnittstellen erforderlich, die sich wesentlich von Desktop Systemen unterscheiden und insbesondere die Mobilität des Benutzers sowie dessen Verwicklung in eine Multitasking Situation, d.h. die gleichzeitige Bearbeitung von zwei oder mehr Aufgaben, berücksichtigen.

2. Stand der Forschung

Obwohl Wearable Computing noch ein verhältnismäßig junges Forschungsfeld ist, wurden bereits wichtige Erkenntnisse gewonnen, die für einen flächendeckenden Einsatz dieser neuen Technologie unumgänglich sind. Bis dato konzentrierte sich die Forschung allerdings zumeist auf hardwarenahe Aspekte, wie die Entwicklung von speziellen Eingabegeräten, z.B. der Twiddler Einhandtastatur [5], sowie die Nutzungsmöglichkeiten von Sensoren zur Kontextbestimmung von gegenwärtigen Umgebungsparametern eines Benutzers oder aber zur Erkennung seiner ausgeführten Aktivität (siehe z.B. [4]). Obwohl insbesondere Letzterem (Kontexterkenkung) eine entscheidende Bedeutung im Wearable Computing zukommt und beispielsweise die Grundlage für implizite Interaktion bildet [8], so ist sie dennoch nur optimal nutzbar, wenn die generelle Gestaltung von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer bereits verstanden ist. Unter impliziter Interaktion versteht man hierbei Interaktion durch Aktivitäten des Benutzers, die nicht direkt von diesem ausgeführt wurden, um mit dem Computer zu kommunizieren, aber dennoch von selbigen als solche verstanden werden. Aufgrund der derzeitigen Forschungslage leidet die Betrachtung der Benutzerschnittstellen darunter, dass es keine Richtlinien, Prinzipien und systematische Methoden für die Entwicklung und Evaluation von Benutzungsschnittstellen für Wearable Computer gibt [15]. Die Situation wird zudem dadurch verschärft, dass bekannte Prinzi-

pien und Methoden aus der klassischen oder auch mobilen Mensch-Computer Interaktion nur teilweise auch im Wearable Computing, aufgrund seiner speziellen Eigenschaften, zutreffen [3]. Dem Vorhandensein solcher Methoden wird aber, insbesondere im industriellen Umfeld, mehr Bedeutung zugewiesen als beispielsweise den Anschaffungskosten einer Anwendung und trägt somit entscheidend zu einer erfolgreichen Markteinführung von Software Anwendungen bei [7].

2.1 Benutzungsschnittstellen für Wearable Computer

In einer der ersten Arbeiten zum Thema Benutzerschnittstellen für Wearable Computer fragten Clark et al. [2]: „What do we want from a wearable user interface?“ Clark et. al. waren zu der Zeit, abgesehen von einzelnen vorläufigen und informellen Eigenschaften und Richtlinien, nicht in der Lage, präzisere Aussagen zu treffen. Andere [1,9,14] wählten deshalb einen anderen Ansatz und stellten einzelne konkrete Schnittstellenentwürfe vor, ohne jedoch deren Eigenschaften oder Qualität in ihrer Gesamtheit mit entsprechenden Evaluationen validieren zu können. Die Benutzerschnittstelle des VuMan Wearable Computers [1] wurde z.B. in Anlehnung an das integrierte Interaktionsgerät, ein Drehrad, in einer zyklischen Art und Weise konzipiert. Ein ähnliches Design wurde von Schmidt et al. [9] vorgeschlagen, um insbesondere die „see-through“ Eigenschaften von einigen Head-Mounted Displays (HMDs), d.h. am Kopf befestigte kleine Bildschirme, zu unterstützen. Hierzu wurden In-

teraktionsobjekte zyklisch am Rand des Bildschirms arrangiert und boten so die Möglichkeit durch die Benutzerschnittstelle „hindurch zu sehen“, sofern keine inhaltlichen Informationen auf dem Bildschirm angezeigt werden mussten (siehe Bild 1a). Einen anderen Ansatz basierend auf dem „Menu-Selection“ Design-Prinzip [12] präsentieren Witt et al. in [14]. Ihre Benutzerschnittstelle versucht bewusst Layout und Interaktion sehr stark zu vereinfachen, um einem Benutzer eine schnelle und effiziente Aufnahme von Information zu ermöglichen (siehe Bild 1b). Zur Interaktion verwenden Witt et al. ein vertikal angeordnetes Menü, das z.B. mittels Gesten oder aber Sprache, gesteuert werden kann. Unter Beachtung der Eigenschaften des menschlichen Auges arrangieren sie den Inhalt so, das er über ein monokulares HMD optimal wahrgenommen werden kann. Obwohl das optische Erscheinungsbild der Schnittstelle in ihrer Gesamtheit teilweise an vergangene DOS-Benutzerschnittstellen erinnern mag, so unterstreicht es, im Gegensatz zu heutigen Standardanwendungen, wie z.B. Microsoft Word etc., die Einfachheit und Puristik der Gestaltung von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer.

Wie der gegenwärtige Stand der Forschung verdeutlicht, sind Informationen über die Gestaltung von Benutzerschnittstellen sowie die ihr zugrunde liegenden Eigenschaften der Mensch-Computer Interaktion für Wearable Computer noch größtenteils unerforscht. Da die Eigenschaften der Mensch-Computer Interaktion aber die Grundlage der erfolgreichen Gestaltung von Benutzerschnittstellen

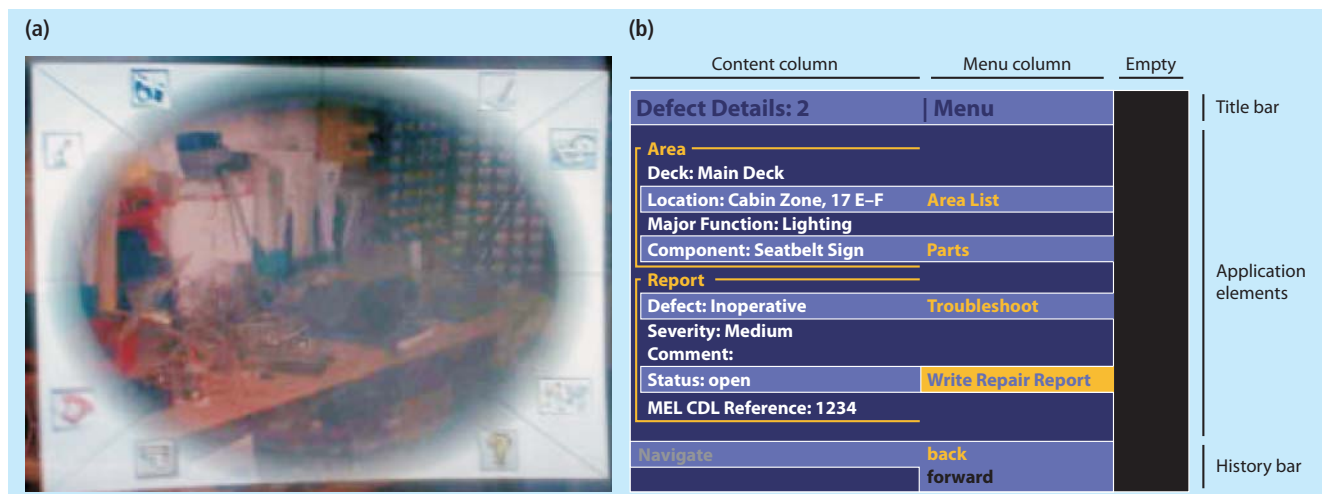


Bild 1: Unterschiedliche Design Ansätze: (a) Zyklisches Design „See-Through“ [9]; (b) Strukturiertes, konservatives Design [14]

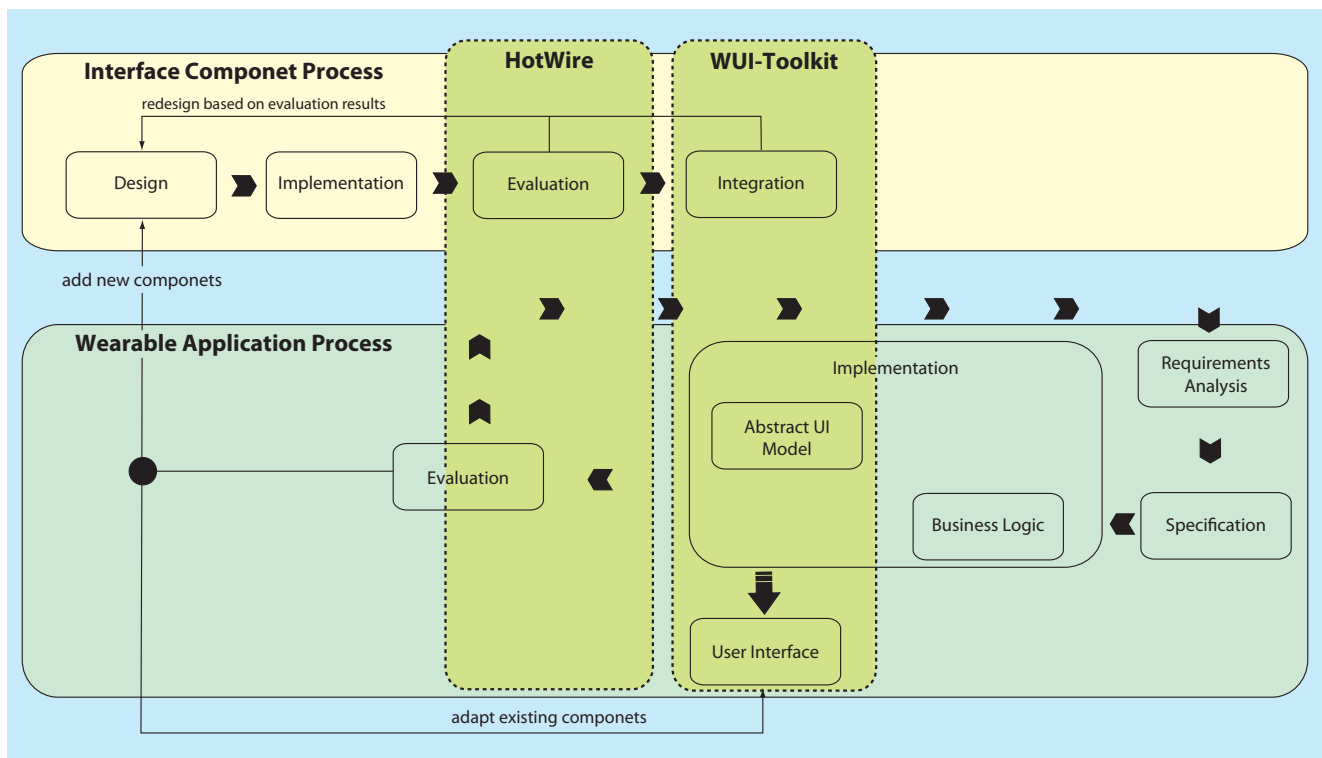


Bild 2: Werkzeugunterstützte Entwicklung von Schnittstellenkomponenten und Anwendungen für Wearable Computer

bilden, die bei Nichtbeachtung zu Entwürfen führt, die unter dem Stichwort „GUI-Bloopers“ zu finden sind, scheint vorab eine Auseinandersetzung mit den Grundlagen der Interaktion, den Konzeptionsmöglichkeiten sowie der Evaluationsmethodik von Schnittstellen für Multitasking Umgebungen nicht nur sinnvoll, sondern geradezu notwendig zu sein. Ein einheitlicher Entwicklungsprozess, der diese Aspekte berücksichtigt, ist hierbei für die Umsetzung und Anwendung dieser Methoden von Vorteil.

3. Entwicklungsprozess für Wearable User Interfaces

Dem nachfolgend vorgestellten Ansatz zur systematischen Entwicklung und Evaluation von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer liegt die Annahme zugrunde, dass, obwohl bereits gewisse Kenntnisse über Benutzerschnittstellen für Wearable Computer existieren und diese auch in Zukunft kontinuierlich erweitert werden, Anwendungsentwickler normalerweise nicht ausreichend über dieses vorhandene Wissen unterrichtet sind [7]. Diese Annahme scheint insbesondere auch für die nahe Zukunft sinn-

voll, da Wearable Computing Anwendungen zum aktuellen Zeitpunkt noch keine oder nur eine sehr geringe Verbreitung im industriellen Umfeld aufweisen, so dass derzeit keine gesteigerte Weiterbildung von Anwendungsentwicklern stattfindet; Unternehmen sehen hierfür aufgrund eines noch zu kleinen Marktes derzeit keine wirtschaftliche Relevanz. Letzteres reflektiert auch die Erkenntnisse, die innerhalb des von der EU geförderten und derzeit weltgrößten Projektes zum Thema Wearable Computing und industriellem Einsatz, wearIT@work [13], gewonnen wurden.

3.1 Übersicht

Eine Übersicht über die Gesamtheit des vorgeschlagenen Entwicklungsprozesses in seiner zweigeteilten Struktur zeigt Bild 1. Am Anfang steht der so genannte „Interface Component“ Teilprozess, welcher sich mit den Grundlagen, d.h. dem Design, der Entwicklung sowie der Evaluation von Teilkomponenten einer Benutzerschnittstelle für Wearable Computer auseinandersetzt. Von dem Zeitpunkt an, an dem einzelne Teilkomponenten, wie z.B. graphische Elemente oder Interaktionskonzepte, als Ergebnis des „Interface Component“ Teilprozesses verfügbar sind, können diese zu einem späteren

Zeitpunkt zu anwendungsspezifischen Benutzerschnittstellen komponiert werden. Der notwendige Spezifikations- und Entwicklungsprozess ist hierbei durch den nachgelagerten „Application Development“ Teilprozess beschrieben. Aufgrund seiner Ausprägung ist er nahtlos in einen beliebigen existierenden Software Entwicklungsprozess integrierbar und damit unabhängig von dessen konkreter Ausprägung. Ab dem Zeitpunkt, an dem Schnittstellenkomponenten als Resultat des „Interface Component“ Teilprozesses verfügbar sind, können beide Teilprozesse parallel zueinander ablaufen.

Wesentliche Besonderheit des hier vorgestellten Entwicklungsprozesses für Wearable User Interfaces ist die Unterstützung bestimmter Aspekte mit speziellen Werkzeugen. Um beide Teilprozesse optimal zu unterstützen werden die Aspekte der Evaluation und Entwicklung von Benutzerschnittstellen durch speziell für den Bereich des Wearable Computings entwickelte Werkzeuge bzw. Methoden unterstützt. In Bild 1 sind diese vertikal zu den Prozessstrukturen durch gestrichelte Linien gekennzeichnet:

- **HotWire:** Der so genannte „HotWire“ stellt eine Methode zur Evaluation von Multitasking Benutzerschnittstellen zur Verfügung und ermöglicht es,

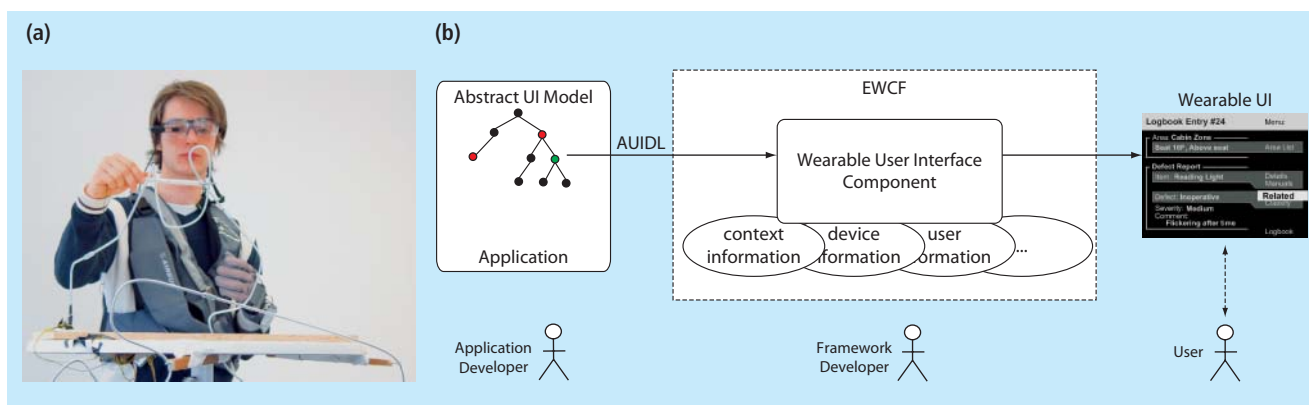


Bild 3: (a) HotWire Primäraufgaben Simulator für manuelle Tätigkeiten; (b) WUI-Toolkit Nutzung

eine physikalische manuelle Primäraufgabe in der realen Welt innerhalb einer Laborumgebung realistisch zu abstrahieren [16]. Der HotWire wird deshalb innerhalb des „Interface Component“ Teilprozesses dazu verwendet, um vorgeschlagene Schnittstellenelemente oder Interaktionskonzepte für den Einsatz in einer für Wearable Computing typischen Multitasking Umgebung zu evaluieren. Über dieses hinaus kann der HotWire ebenfalls – sofern anwendbar – im „Application Development“ Teilprozess eingesetzt werden, falls eine Laborumgebung anstelle des realen Einsatzortes einer Anwendung bevorzugt wird. Der „HotWire“ ist in seiner Grundstruktur durch ein Kinderspielzeug, welches zur Ausbildung von motorischen Fähigkeiten genutzt wird, inspiriert. Er ist aus einem metallischen Draht, der in verschiedene Formen gebogen ist, konstruiert (vgl. Bild 3a). Die Aufgabe eines Benutzers besteht darin, den sich an einem Werkzeuggriff befindenden Ring so über den Draht des HotWires zu bewegen, dass der Ring nicht den Draht berührt. Um dieses zu erfüllen, sind eine gewisse visuelle Aufmerksamkeit sowie eine hinreichende motorische Fertigkeit notwendig, wie sie oftmals z.B. auch im Bereich der Wartung und Instandsetzung gefordert ist.

- **Wearable User Interface (WUI) Toolkit:** Das so genannte „WUI-Toolkit“ ist eine Werkzeug/Entwicklungsumgebung zur Entwicklung von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer mittels wieder verwertbarer Komponenten [15]. Sein vorgesehener Einsatz kommt denen von bereits

bekannten Bibliotheken zur Entwicklung von Benutzerschnittstellen gleich. Im Gegensatz zu solchen oftmals „GUI-Bibliotheken“ genannten Werkzeugen, folgt das WUI-Toolkit jedoch einem modellgetriebenen Ansatz (vgl. Bild 3b). Anstelle Anwendungsentwicklern die genaue Gestaltung der Schnittstellen zu überlassen und damit ausreichendes Vorwissen über Wearable Computer vorauszusetzen, bietet das WUI-Toolkit eine semi-automatische Generierung von Schnittstellen auf Basis eines zuvor durch den Anwendungsentwickler spezifizierten abstrakten Modells der gewünschten bzw. benötigten Benutzerschnittstelle an. Hierbei beinhaltet das abstrakte Modell lediglich semantische Informationen, wie zeitliche Bezüge oder Art und Menge der darzustellenden Informationen, jedoch nicht deren konkretes Aussehen [15]. Im Vergleich zum klassischen „Model-View-Controller“ (MVC) Entwurfsmuster gibt es somit keine Möglichkeit, direkt den „View“ zu beeinflussen bzw. diesen festzulegen. Dies ist Sache des WUI-Toolkits, welches hierzu auf eine breite Wissensbasis – u.a. gewonnen über den „Interface Component“ Teilprozess – zurückgreift und entsprechende Komponenten für eine aktuelle Situation angemessen kombiniert und präsentiert.

3.2 Interface Component Teilprozess

Benutzerschnittstellen sind im Allgemeinen aus verschiedenen Teilkomponenten zusammengesetzt, die eine Interaktion zwischen dem Computer und seinem Benutzer ermöglichen. Zur Erzeugung

klassischer „direct manipulation“ Schnittstellen sind eine Vielzahl an GUI Bibliotheken verfügbar, die eine einfache Entwicklung von WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer) Schnittstellen mittels wieder verwertbarer Komponenten möglich machen. Die Anwendbarkeit dieser WIMP Schnittstellen im Wearable Computing ist jedoch limitiert bzw. oftmals ungeeignet [11,14]. Deshalb konzentriert sich der „Interface Component“ Teilprozess auf eine Systematisierung der Entwicklungs- und Evaluationsabläufe von Teilkomponenten sowie auf die Anpassung bereits existierender Ansätze aus dem Mobile oder Desktop Computing Bereich. Ein sorgloser 1:1 Transfer, welcher Risiken im Bezug auf die Benutzbarkeit in Wearable Computing Umgebungen mit sich bringen würde, findet somit nicht statt.

Nahezu alle heutzutage verwendeten Interaktionsparadigmen und ihre zugehörigen Schnittstellenkomponenten entstammen ursprünglich aus der Forschung im Bereich der Mensch-Computer Interaktion und wurden lediglich zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb der Industrie teilweise verfeinert. Deshalb konzentriert sich der „Interface Component“ Teilprozess insbesondere auf die Forschung als Haupttreiber des Prozesses. Forscher auf dem Gebiet der Benutzerschnittstellenentwicklung und -gestaltung verfügen nicht nur über das notwendige Grundlagenwissen ihres Faches, sondern kennen auch den jeweils aktuellen Stand der Forschung. Eine Fokussierung auf diese Gruppe scheint darüber hinaus sinnvoll, da weite Teile des Wearable Computings immer noch zur Grundlagenforschung gezählt werden können.

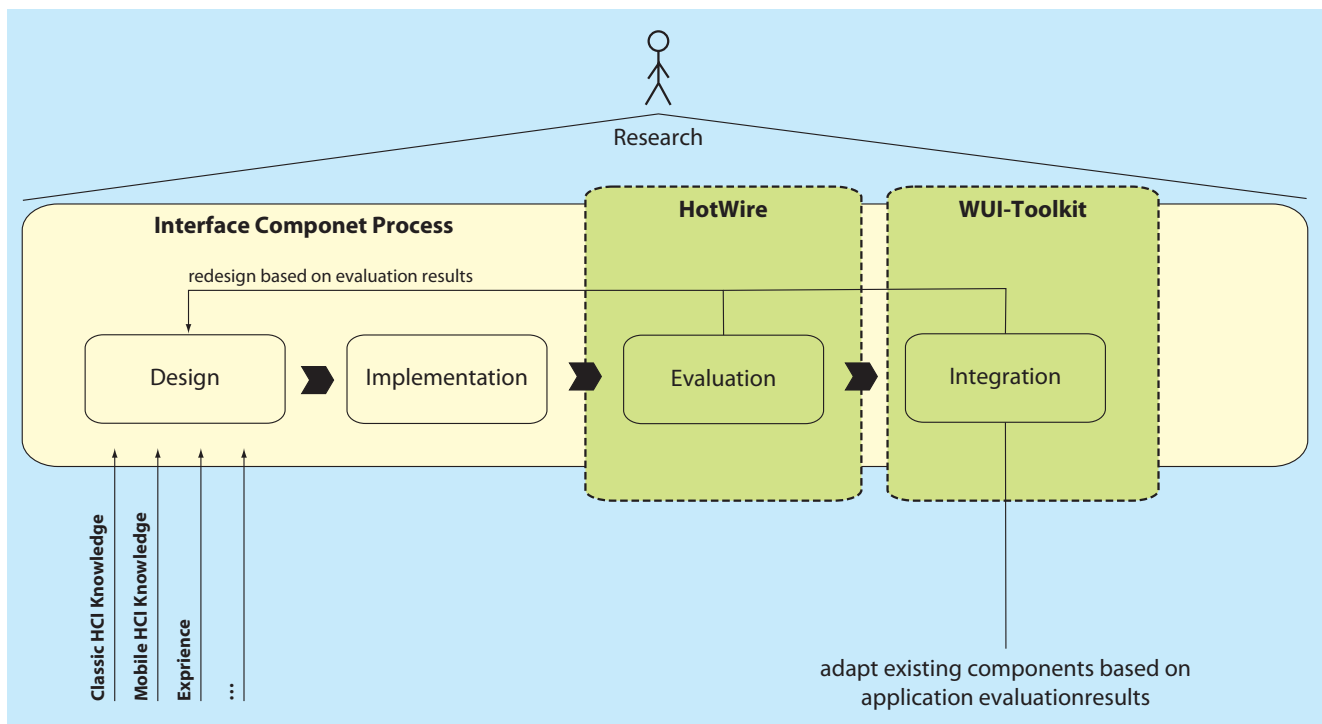


Bild 4: Teilprozess einer werkzeugunterstützten Entwicklung von Schnittstellenkomponenten für Wearable Computer

Design- und Implementierungsphase

Obwohl die Steuerung der meisten Benutzerschnittstellen für Wearable Computer sich signifikant von Desktop oder mobilen Schnittstellen, aufgrund der Verwendung doch sehr unterschiedlicher Ein- und Ausgabegeräte, unterscheidet, ist das Design bzw. die Entwicklung von neuen Interaktionskomponenten dennoch inspiriert durch die klassische Mensch-Computer Interaktion. Selbiges gilt auch für den Bereich des Mobile Computings. Natürlich können die Ideen, die ein gewisses Design inspirieren, ebenfalls aus anderen Quellen entstammen, wie z.B. eigene Erfahrungen oder aber die Beobachtungen spezieller Probleme oder Herausforderungen bei der Benutzung von Wearable Computern.

Evaluationsphase

Nachdem ein neues Design für eine Interaktionskomponente erstellt und prototypisch implementiert wurde, ist der wichtigste Folgeschritt die Evaluation der Komponente mit Benutzern, um dessen Benutzbarkeit nicht nur theoretisch vorherzusagen sondern diese auch praktisch zu verifizieren. Da die entwickelten Komponenten entkoppelt von jeglicher konkreten Applikation sein sollten, um einen möglichst großen Einsatzbereich in verschiedenen Anwendungen zu gewähr-

leisten, ist diese Eigenschaft auch auf die Evaluation der Komponente zu übertragen. Obwohl eine Abstraktion einer spezifischen Anwendung notwendig ist, müssen dennoch die grundlegenden Eigenschaften des Wearable Computings gewahrt werden. Der HotWire Simulator hilft hierbei dies zu gewährleisten und abstrahiert eine physikalische Realaufgabe. Nachdem ein Experiment erfolgreich durchgeführt und positiv bewertet wurde, kann die Komponente als „vorläufig akzeptiert“ gekennzeichnet und für die Nutzung zur Konstruktion von Benutzerschnittstellen in einer nachfolgenden Integrationsphase über das WUI-Toolkit verfügbar gemacht werden. Hat eine Komponente hingegen die Evaluation nicht erfolgreich bestanden, ist eine neue Iteration einzuleiten, die mit dem Re-Design der Komponente im Hinblick auf die aus der Evaluation gewonnenen Erkenntnissen zur Verbesserung beginnt.

Integrationsphase

Die Integrationsphase beschreibt den Weg einer neuen Komponente hin zu ihrer Verwendbarkeit für Anwendungsentwickler durch Integration in das WUI-Toolkit. Hierbei kommt dem WUI-Toolkit die Rolle einer Art Wissensbasis zu, welche Anwendungsentwickler, ähnlich einer GUI Bibliothek, nutzen können.

Durch die Integration in das WUI-Toolkit ist der gesamte Teilprozess beendet. Jedoch kann dieser Prozess erneut mit derselben Komponente durchlaufen werden, sofern neue Evaluationsergebnisse vorliegen, die Benutzungsprobleme oder Optimierungspotenzial implizieren. Solche Evaluationsergebnisse können einerseits Ergebnis einer Gesamtevaluation einer Anwendung innerhalb des „Application Development“ Teilprozesses sein oder andererseits aus einem Seiteneffekt von Teilkomponenten Evaluationen innerhalb des „Interface Component“ Teilprozesses resultieren.

3.3 Application Development Teilprozess

Nahezu jede Software Anwendung benötigt eine Benutzerschnittstelle, die einem Nutzer die Interaktion ermöglicht. Obwohl die Entwicklung der Benutzerschnittstelle ein zentraler Bestandteil aller heutigen Software Entwicklungsmodelle ist, ist eine Anpassung dieser für Wearable Computing Schnittstellen notwendig, um deren Entwicklung optimal zu unterstützen. Genauer gilt es, vorhandene Entwicklungsprozesse innerhalb der Implementierungs- und Evaluationsphase mit speziellen Werkzeugen zu unterstützen. Geeignete Methoden und Werkzeuge sollten jedoch nicht besondere Kennt-

nisse bei Entwicklern voraussetzen, sondern vielmehr – im Idealfall – auch dem „unbedarften“ Entwickler eine qualitativ hochwertige Implementierung einer Benutzerschnittstelle für Wearable Computer ermöglichen. Die notwendige Anpassung für die Erreichung des zuvor genannten Ziels bezieht sich hierbei primär auf die Implementierungsphase einer Anwendung. Die Phase der Anforderungsdefinition und Spezifikation bleibt hierbei gänzlich unberührt.

Implementierungsphase

Für die Entwicklung flexibler und robuster Anwendungen steht eine Vielzahl von Architekturkonzepten zur Verfügung. Wichtiger Bestandteil moderner Anwendungen ist beispielsweise eine Komponentenseparierung nach zur Verfügung gestellten Diensten (Service Oriented Architecture SOA). Nahezu allen modernen Konzepten liegt jedoch immer noch das „Model-View-Controller“ Entwurfsmuster zu Grunde, welche insbesondere eine Trennung der Implementierung einer Benutzerschnittstelle von den Kernstrukturen (Geschäftslogik) der Anwendung vorsieht. Durch die Integration des WUI-Toolkits als Werkzeug für die vereinfachte Erstellung der Benutzerschnittstelle innerhalb der Implementierungsphase wird der Grundgedanke der MVC nicht beeinträchtigt. Das WUI-Toolkit ermöglicht die abstrakte Modellierung der aus den Anforderungen abgeleiteten Schnittstelle

ohne Kenntnis der genauen Zielplattform. Die Modellierung erfolgt auf Basis einer strukturierten Spezifikation benötigter Eingabe- und Ausgabeinformationen, ohne Wissen über Interaktion oder Darstellungsformen vorauszusetzen. Hierdurch ergibt sich für den Anwendungsentwickler keine Notwendigkeit sich mit darstellungsrelevanten Details auseinanderzusetzen und vereinfacht bzw. verkürzt somit diesen Prozessschritt. Die Interpretation und damit die Auseinandersetzung mit darstellungsrelevanten Details werden gänzlich dem WUI-Toolkit überlassen.

Evaluationsphase

Grundsätzlich steht zur Evaluation von Anwendungen eine Vielzahl von allgemeinen, aber auch speziellen Methoden zur Verfügung, die eine adäquate Evaluation einer neuen Benutzungsschnittstellen bzw. einer Anwendung ermöglichen (siehe z.B. [12]). Da eine solche Evaluation meistens stark anwendungsabhängig ist, sofern es gilt ihre Gesamtheit zu bewerten, ist der Einsatz spezieller Hilfsmittel, wie z.B. die der HotWire Evaluationsmethode, nur in einigen speziellen Fällen möglich bzw. sinnvoll. Ähnlich wie bei der Bewertung von Einzelkomponenten kann der HotWire insbesondere dann genutzt werden, wenn eine Laborumgebung von besonderer Bedeutung und zeitgleich die Abstraktion eines realen Aufgabenbereiches möglich ist.

Unabhängig von der Evaluationsmethode erstreckt sich die Auswirkung auf den Gesamtprozess. Im klassischen Fall führen gewonnene Evaluationserkenntnisse zu einer erneuten Iteration des Entwicklungsprozesses basierend auf neuen Erkenntnissen bzw. aufgedeckten Fehlern oder Problemen während der Nutzung. Gewonnene Erkenntnisse können sich ggf. ebenfalls auf den Teilprozess der Komponentenentwicklung auswirken. Sollten bei der Evaluation Schwächen bzw. Fehler verwendeter Komponenten der Benutzerschnittstelle zum Vorschein gekommen sein, so sind diese entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse zu überarbeiten und für nachfolgende Verwendungen innerhalb des WUI-Toolkit zu optimieren, um eine kontinuierliche Verbesserung der Teilkomponenten und damit indirekt aller, durch das WUI-Toolkit generierten Benutzerschnittstellen, zu gewährleisten.

4. Zusammenfassung

Der in diesem Artikel vorgestellte Entwicklungsprozess für die systematische und werkzeugunterstützte Entwicklung von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer lässt sich nahtlos in beliebige bereits bestehende oder zukünftige Software Entwicklungsmodelle integrieren. Er bereichert hierbei bestehende Modelle mit speziellen Werkzeugen für die Pha-

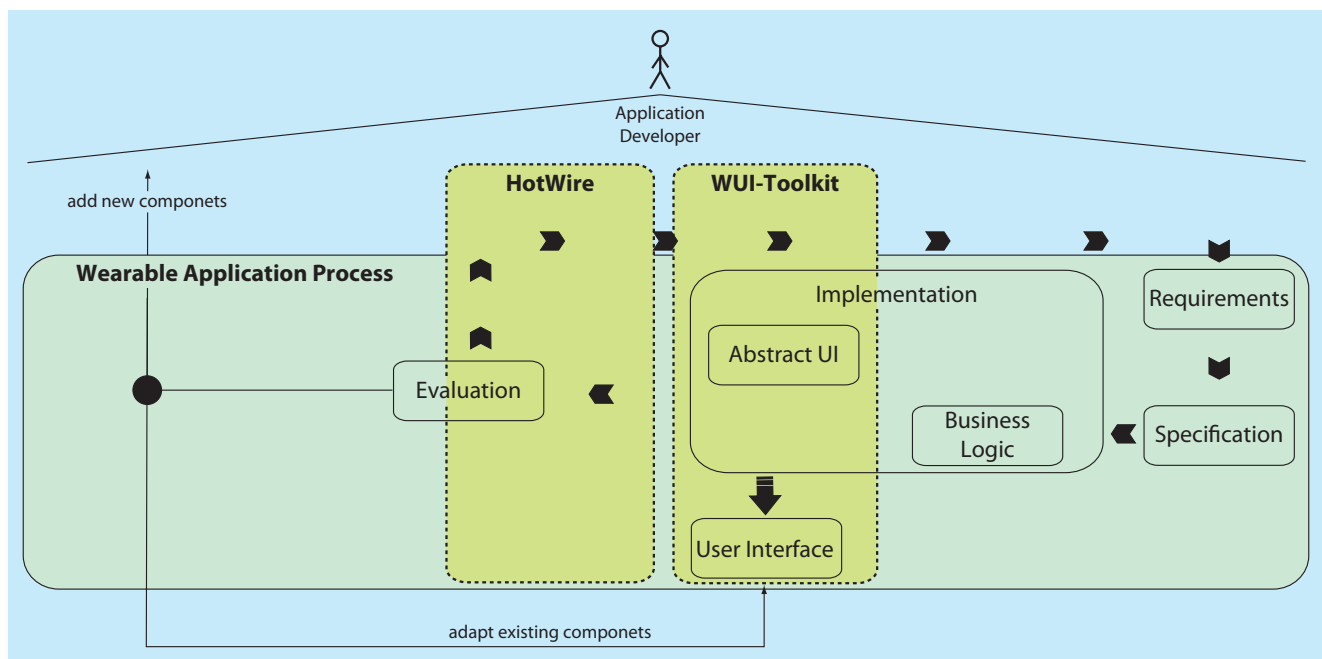


Bild 5: Teilprozess einer werkzeugunterstützten Entwicklung einer Wearable Computing Anwendung

sen der Implementierung und Evaluation von Teilkomponenten oder aber der gesamten Anwendungen. Trotz der Verwendung spezieller Werkzeuge ist eine signifikante Abweichung von bestehenden Abläufen nicht notwendig.

Das zur modellgetriebenen Entwicklung der Benutzerschnittstelle verwendete WUI-Toolkit ermöglicht es, Anwendungsentwicklern, auch ohne detaillierte Vorkenntnisse über die Beschaffenheiten von Benutzerschnittstellen für Wearable Computer, eine benötigte Schnittstelle abstrakt basierend auf benötigte Ein- und Ausgaben zu spezifizieren. Durch die Verknüpfung des WUI-Toolkit mit dem Komponentenentwicklungsprozess wird eine Wiederverwendung getesteter Komponenten und Interaktionskonzepte für Benutzerschnittstellen möglich. Hierbei stellt die HotWire Evaluationsmethode mit ihrer Möglichkeit zur Abstraktion einer primären manuellen Aufgabe die entscheidende Basis für die Bewertung und Entwicklung geeigneter Interaktionskomponenten für Wearable Computing Anwendung dar.

Literatur

- [1] Bass, L.; Kasabach, C.; Martin, R.; Siewiorek, D.; Smailagic, A.; Stivoric, J.: The design of a wearable computer. CHI, 97. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM Press (1997) 139–146.
- [2] Clark, A.F.: What do we Want From a Wearable User Interface? Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing (2000) 3.
- [3] Drugge, M.; Witt, H.; Parnes, P.; Synnes, K.: Using the HotWire to study interruptions in Wearable Computing Primary Tasks. The Tenth International Symposium for Wearable Computers (ISWC). *IEEE* (2006).
- [4] Lukowicz, P.; Junker, J.A.W.H.; Stäger, M.; Tröster, G.; Atrash, A.; Starner, T.: Recognizing Workshop Activity Using Body Worn Microphones and Accelerometers. Pervasive Computing. In: *Proceedings of the 2nd International Conference*, Springer-Verlag Heidelberg: Lecture Notes in Computer Science (2004) 18–22.
- [5] Lyons, K.; Starner, T.; Plaisted, D.; Fusia, J.; Lyons, A.; Drew, A.; Looney, E.W.: Twiddler Typing: One-Handed Chording Text Entry for Mobile Phones. CHI, 04: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. *ACM Press* (2004) 671–678.
- [6] Nicolai, T.; Sindt, T.; Kenn, H.; Reimerders, J.; Witt, H.: Wearable Computing for Aircraft Maintenance: Simplifying the User Interface. In: *Proceedings of the 3rd International Forum on Applied Wearable Computing (IFAWC)*, (2006).
- [7] Obrenovic, Z.; Starcevic, D.: Adapting the Unified Software Development Process for User Interface Development. *The international journal on computer science and information systems* **3** (2006) 33–52.
- [8] Schmidt, A.: Implicit Human Computer Interaction Through Context. *Personal and Ubiquitous Computing* **4** (2000).
- [9] Schmidt, A.; Gellersen, H.; Beigl, M.; Thate, O.: Developing user interfaces for wearable computers: Don't stop to point and click. International Workshop on Interactive Applications of Mobile Computing (IMC2000), 2000.
- [10] Starner, T.: The Challenges of Wearable Computing: Part 1. *IEEE Micro* **21** (2001) 44–52.
- [11] Starner, T.: Attention, Memory, and Wearable Interfaces. *IEEE Pervasive Computing*, IEEE Educational Activities Department **1** (2002) 88–91.
- [12] Stone, D.; Jarrett, C.; Woodroffe, M.; Minocha, S.: *User Interface Design and Evaluation*. Morgan Kaufmann, 2005.
- [13] wearIT@work: Empowering the mobile Worker with Wearable Computing. <http://www.wearit.atwork.com>. 2004
- [14] Witt, H.; Nicolai, T.; Kenn, H.: Designing a Wearable User Interface for Hands-free Interaction in Maintenance Applications. PerCom'06: Proceedings of the 4th annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications. *IEEE Computer Society* (2006).
- [15] Witt, H.; Nicolai, T.; Kenn, H.: The WUI-Toolkit: A Model-driven UI Development Framework for Wearable User Interfaces. 7th IEEE International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC 2007). Toronto, Canada, 29th June, 2007.
- [16] Witt, H.; Drugge, M.: HotWire: an apparatus for simulating primary tasks in wearable computing CHI '06: CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems. *ACM Press* (2006) 1535–1540.



Hendrik Witt, Dipl. Inf., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Technologie-Zentrum Informatik (TZI) der Universität Bremen in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Otthein Herzog. Sein Arbeitsgebiet ist die Erforschung von Entwicklungs- und Evaluationsmethoden für Benutzerschnittstellen von Wearable Computern. Seit 2004 arbeitet er innerhalb des IST Projektes wearIT@work.
E-Mail: hwitt@tzi.de


Oldenbourg



Knowledge Media Design
Theorie, Methodik, Praxis

Knowledge Media Design ist eine noch junge Disziplin, die sich mit der Generierung, Vermittlung, Präsentation und Bewahrung von medial behandelbarem Wissen, bzw. Wissensmedien beschäftigt. Das Buch beschreibt verschiedene Aspekte von Wissensmedien und beleuchtet sie aus der Perspektive der Theorie, Methodik und der Praxis.

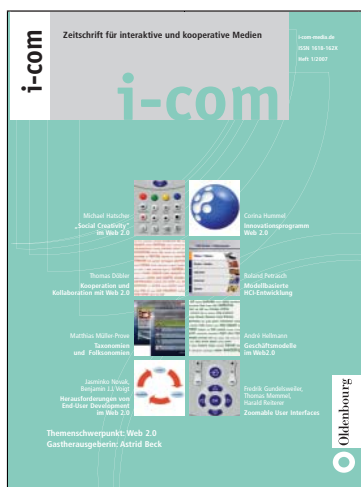
Maximilian Eibl, Harald Reiterer,
Peter Friedrich Stephan, Frank Thissen (Hrsg.)
Knowledge Media Design
Theorie, Methodik, Praxis
2., korrigierte Auflage 2006. XVII, 428 Seiten, Broschur
€ 39,80 | ISBN 3-486-58014-0

Bestellungen über den Buchhandel oder direkt:
Fax: (089) 450 51-333
E-Mail: verkauf@oldenbourg.de

oldenbourg.de



i-com



Schwerpunktheft:

- Communities
Michael Koch und Wolfgang Prinz
2/2005
- Consumer Electronics
Michael Burmester und Franz Koller
1/2006
- E-Learning
Martin Wessner
2/2004
- Knowledge Media Design
Udo Bleimann und Peter Friedrich Stephan
2/2006
- Playful Computing
Steffi Beckhaus, Carsten Magerkurth und
Jörg Niehaus
3/2006
- Web 2.0
Astrid Beck
1/2007

Preis je Heft € 60,00

Zur Zeitschrift:

Die **i-com** ist eine Fachpublikation für interaktive und kooperative Medien, Systeme und Anwendungen. **i-com** bietet ein interdisziplinäres Fachforum für alle Wissenschaftler und Unternehmenspraktiker, die sich die nutzerorientierte Gestaltung, Entwicklung und Anwendung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien zur Aufgabe gemacht haben.

Jahrgang 6/2007

Erscheinungsweise: 3mal jährlich
ISSN 1618-162 X

Bestell-Hotline:

Tel. 089/45051-229
Fax. 089/45051-333
Email: vertrieb-zs@oldenbourg.de