



Optimierung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen durch Wearable Computing

Siegfried Bublitz
Siemens Business Services GmbH & Co, C-LAB

Heinz-Josef Eikerling
Siemens Business Services GmbH & Co, C-LAB

C-LAB Report

Vol. 4 (2005) No. 2

Cooperative Computing & Communication Laboratory

ISSN 1619-7879

C-LAB ist eine Kooperation
der Universität Paderborn und der Siemens Business Services GmbH & Co
OHG
www.c-lab.de
info@c-lab.de

C-LAB Report

**Herausgegeben von
Published by**

Dr. Wolfgang Kern, Siemens Business Services GmbH & Co OHG

Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Universität Paderborn

Das C-LAB - Cooperative Computing & Communication Laboratory - leistet Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und gewährleistet deren Transfer an den Markt. Es wurde 1985 von den Partnern Nixdorf Computer AG (nun Siemens Business Services GmbH & Co OHG) und der Universität Paderborn im Einvernehmen mit dem Land Nordrhein-Westfalen gegründet.

Die Vision, die dem C-LAB zugrunde liegt, geht davon aus, dass die gewaltigen Herausforderungen beim Übergang in die kommende Informationsgesellschaft nur durch globale Kooperation und in tiefer Verzahnung von Theorie und Praxis gelöst werden können. Im C-LAB arbeiten deshalb Mitarbeiter von Hochschule und Industrie unter einem Dach in einer gemeinsamen Organisation an gemeinsamen Projekten mit internationalen Partnern eng zusammen.

C-LAB - the Cooperative Computing & Cooperation Laboratory - works in the area of research and development and safeguards its transfer into the market. It was founded in 1985 by Nixdorf Computer AG (now Siemens Business Services GmbH & Co OHG) and the University of Paderborn under the auspices of the State of North-Rhine Westphalia.

C-LAB's vision is based on the fundamental premise that the gargantuan challenges thrown up by the transition to a future information society can only be met through global cooperation and deep interworking of theory and practice. This is why, under one roof, staff from the university and from industry cooperates closely on joint projects within a common research and development organization together with international partners. In doing so, C-LAB concentrates on those innovative subject areas in which cooperation is expected to bear particular fruit for the partners and their general well-being.

ISSN 1619-7879

C-LAB

Fürstenallee 11

33102 Paderborn

fon: +49 5251 60 60 60

fax: +49 5251 60 60 66

email: info@c-lab.de

Internet: www.c-lab.de

© Siemens Business Services GmbH & Co. OHG und Universität Paderborn 2005

Alle Rechte sind vorbehalten.

Insbesondere ist die Übernahme in maschinenlesbare Form sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung der Siemens Business Services GmbH & Co. OHG und der Universität Paderborn gestattet.

All rights reserved.

In particular transfer of data into machine readable form as well as storage into information systems, (even extracts) is only permitted prior to written consent by Siemens Business Services GmbH & Co. OHG and Universität Paderborn.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Motivation	4
1.2	Entwicklungen und Tendenzen.....	4
1.3	Definitionen.....	5
2	Anwendungsmöglichkeiten von Wearable Computing.....	6
3	Potentiale im Bereich Wartung und Instandhaltung	7
4	Einschränkungen.....	8
5	Lösungen.....	9
5.1	Hintergrund.....	9
5.2	Anforderungen.....	10
5.3	Konzepte	11
5.4	Unterstützung von Multimodalität	12
5.5	Erweiterter Anwendungsbereich.....	14
6	Bewertung des Nutzens.....	14
7	Fazit.....	15
8	Referenzen	16

1 Einleitung

1.1 Motivation

Zweifelsohne ist die Effizienz von Arbeitsprozessen von enormer Wichtigkeit für die Wettbewerbsfähigkeit nicht nur von kommerziellen Unternehmungen, sondern durch den Zwang zum Sparen auch von öffentlichen Institutionen. Dies trifft insbesondere auf Deutschland zu, da das Wohlstandsniveau in kritischer Weise mit der Ausnutzung aller technologischen Möglichkeiten zur Optimierung der Beschäftigungssituation verbunden ist.

Zukünftig werden Arbeitsplätze nur noch in den Bereichen konkurrenzfähig angeboten werden können, in denen man sich durch den Einsatz entsprechender Technologie einen Wettbewerbsvorteil nachhaltig sichern kann. Dies trifft neben dem Produktionsbereich insbesondere auch auf den Dienstleistungssektor zu.

Die derzeitige technologische Entwicklung in der Informationstechnologie zeigt einen eindeutigen Trend hin zur zusätzlichen Nutzung im mobilen Einsatz innerhalb rauer Umgebungen. Während vormals die Computernutzung die Einsatzumgebung vorschrieb (Büro oder gar Rechenzentrum mit spezieller Ausstattung wie Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsregelung) und die Benutzung das Aufsuchen dieser Umgebung und die Anpassung an vorhandene Zugriffsmodalitäten (Tastatur, Maus) und Ausgabemodalitäten (Bildschirm) voraussetzte, wird immer mehr der mobile Einsatz in Umgebungen verlangt, in der die Informationstechnologie einen zwar wesentlichen aber nicht den einzigen Aspekt der Problemlösung darstellt.

Parallel zu diesen Anforderungen, sich teilweise sogar gegenseitig bedingend, hat die Informationstechnologie bedeutende Schritte in Bezug auf

- Gerätedimensionen (tragbar bis hin zur Integration in andere Gegenstände wie beispielsweise Kleidung),
- Robustheit (Einsatz in lauten, staubigen, unbeleuchteten Umgebungen),
- Eingabemodalitäten (Bedienung per Spracheingabe, Gestik, somit Kamera / Mikrofon erforderlich),
- Ausgabemodalitäten (Bildschirm, Video, vorgelesener Text, somit Lautsprecher erforderlich)
- und weiterer Bereiche wie Stromnetzunabhängigkeit und drahtlosem Internetzugang gemacht,

die den Einsatz immer mehr für die professionelle Nutzung (Industrieproduktion, Dienstleistungen) vorteilhaft erscheinen lassen.

1.2 Entwicklungen und Tendenzen

Besonders in dienstleistungsintensiven Wartungsprozessen für technologisch komplexe Güter gibt es damit noch ein signifikantes Optimierungspotential

und zahlreichen Initiativen, die sich darum bemühen, durch die Bereitstellung von auf die Aufgabe abgestimmten Systemen diese Potentiale wirtschaftlich nutzbar zu machen.

Grundlage hierfür ist die stete Weiterentwicklung von Hardware und Software, die mit zunehmender Miniaturisierung für die Erledigung von Arbeitsprozessen in mobilen Situationen eingesetzt werden können.

Mit dieser Entwicklung werden entsprechende Systeme auch anwendbar für immer komplexere, rechenintensive mobile Arbeitsprozesse und Aufgaben, was allerdings nur nach Durchführung gewisser Adaptationen erfolgen kann. Z.B. wird eine signifikante Anpassung der Benutzungsschnittstellen erforderlich.

Eine ultimative Vision in diesem Zusammenhang besteht darin, den Computer ganz von den klassischen Eingabegeräte wie Tastatur, Maus und Bildschirm zu befreien: der mobile Arbeiter der Zukunft soll Computer bedienen können, ohne ein Gerät anfassen zu müssen. Selbst die Blickfixierung auf das Display soll vermieden werden: neben Sprachausgaben werden in Zukunft Videos oder Standbilder auf verschiedene Gegenstände wie etwa eine Brille oder per Beamer an eine Wandfläche ausgegeben.

Möglich wird dies durch die Anwendung neuer Technologien (das sog. *Wearable Computing*), bei denen der PC in die Kleidung eingearbeitet, Displays in die Brille des Anwenders integriert und sprach- oder gestikgesteuerte Eingabe-Systeme zur Interaktion mit dem Gesamtsystem eingesetzt werden. Eine gute Einführung in die Problematik bietet [6], speziell die Steuerung durch weitere Modalitäten wird in [7, 8, 9] beschrieben.

1.3 Definitionen

Im Zusammenhang mit den wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen sind zwei Termini von Wichtigkeit: *Wearable* und *Nomadic Computing*¹.

Unter *Wearable Computing* wird im Allgemeinen [1] die Integration von Informationstechnologie (beispielsweise ein PC oder PDA) in die Kleidung einer Person verstanden. Speziell wird gefordert, dass die Hände nicht zum Tragen des Systems benötigt werden und die Kontur und das Gewicht nur minimal verändert werden muss, also keine relevanten Behinderungen der Beweglichkeit auftreten.

Weiterhin ist gewünscht, das *Wearable* System gleichzeitig während anderer Tätigkeiten nutzen zu können. Damit einhergehend sind die Unabhängigkeit vom Stromnetz und gegebenenfalls der Zugriff auf drahtlose Kommunikation weitgehend zu gewährleisten.

Die nomadische Nutzung von Informationssystemen adressiert einen speziellen Aspekt der Mobilität. Beim *Nomadic Computing* [2] erfolgt der Zugriff

¹ Wir übernehmen an dieser Stelle die englischen Begrifflichkeiten, da die deutschen Übersetzungen in der Fachsprache unüblich sind.

auf die Systeminfrastruktur im Hintergrund nicht kontinuierlich², sondern sporadisch in Abhängigkeit vom Kontext (Verfügbarkeit der Kommunikationsinfrastruktur, Status des Arbeitsprozesses etc.) des Benutzers.

Die Tragbarkeit der Informationstechnologie wird hier gefordert, eine Integration in die Kleidung ist aber nicht notwendig. Nomadic Computing kann deshalb in gewisser Weise als spezielle Ausprägung des Wearable Computing betrachtet werden.

2 Anwendungsmöglichkeiten von Wearable Computing

Es gibt eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für Wearable Technologien. Exemplarisch sollen an dieser Stelle Anwendungen aus den Bereichen Gesundheit, öffentliche Dienste und Wartung/Produktion erwähnt werden:

- **Öffentliche Dienste:** die Nutzung von Wearables im öffentlichen Bereich ist noch nicht sehr weit verbreitet. Musteranwendungen befinden sich allerdings gegenwärtig in der Erprobung bzw. in der Einführung. Für die olympischen Spiele im Jahr 2008 in Peking etwa sollen auf Basis von Wearable Computing intelligente (d.h. "mitdenkende") Online-Dienste zur Verfügung gestellt werden. Dabei soll ein digitaler Begleiter namens "Flame 2008" die Zuschauer und Athleten an den Sportstätten mit aktuellen zusätzlichen Informationen rund um die Wettkämpfe versorgen. Es ist angedacht, diesen digitalen Assistenten als Wearable Computer in die Kleidung der Peking-Besucher zu integrieren. Außerhalb der Sportstätten ermöglicht der Assistent durch ein aus dem Mobilfunkbereich bekanntes Roaming-Konzept auch den mobilen Abruf von zusätzlichen Informationen etwa bezüglich der Umgebung rund um die Austragungsstätte. Um die Steuerung und die Navigation in den zur Verfügung gestellten Informationen zu vereinfachen können die Nutzer individuelle Profile anlegen. Die Nutzer erhalten somit nur diejenigen Informationen, die sie auch zu erhalten wünschen.
- **Gesundheitswesen:** Durch den Einsatz von Wearable Computing könnte sich auch im Gesundheitsbereich der Klinik-Alltag wesentlich verändern [3]. Ein häufig zitiertes Szenario besteht darin, dass der Arzt im Arbeitsalltag in Zukunft durch einen tragbaren digitalen Assistenten unterstützt wird. Der Arzt geht zur Visite und spricht den Namen des Patienten aus, der Wearable Computer registriert und interpretiert dessen Namen und projiziert automatisch die Patientendaten auf das Glas seiner Brille. Diagnosen und Medikationen können aufgenommen oder auch kontrolliert werden. Auf dem gleichen Wege können durch das System auch Terminabsprachen mit einem virtuellen Kalender abgeglichen und Aufzeichnungen vorgenommen werden, ohne dass der Arzt zu Schreibwerkzeugen greifen muss.

² Bei einem kontinuierlichen Zugriff spricht man auch von der sog. *Seamless Mobility*.

- **Wartungs- und Instandhaltungsprozesse:** Innerhalb von Wartungsprozessen ist das Potenzial besonders gut erkennbar. Wie erste Untersuchungen [4] zeigen, kann im Bereich der Wartung bis zu 50% - teilweise [5] bis zu 70 % - der aufzuwendenden Arbeitszeit gespart werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Produktivität steigt, wenn ein Wartungsingenieur Dokumente und Analyse- und Reparatur-Werkzeuge an Ort und Stelle zur Verfügung hat, statt sie physikalisch holen zu müssen.

Wir beschreiben nun im Folgenden die Potentiale der Anwendung der oben genannten Grundprinzipien für Wartungs- und Instandhaltungsprozesse bezogen auf einen spezifischen Bereich (Wartung von Flugzeugen), der für die Anwendung sehr geeignet erscheint. Die Grundprinzipien lassen sich aber leicht auf andere komplexe Anlagen und Maschinen übertragen.

3 Potentiale im Bereich Wartung und Instandhaltung

Komplexe Anlagen (etwa Kraftwerke oder Versorgungseinrichtungen) und Maschinen (z.B. Flugzeuge) sind heutzutage von einer enormen Variantenvielfalt gekennzeichnet. Hierdurch ergibt sich ein enormer Umfang für die Wartungsdokumentation, die zudem noch steten Anpassungen unterworfen ist. Beides macht den kontinuierlichen Rückgriff auf Dokumentation während der Ausführung der Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben nahezu unerlässlich.

Klassische Dokumentation eignet sich aufgrund des Umfangs der Information und der äußerst umständlichen Nutzung speziell im Hinblick auf eine gezielte Suche nach speziellen Informationen kaum für die effiziente Abarbeitung der Prozesse. Zudem steht die Dokumentation heute auch schon elektronisch zur Verfügung, wobei für die Nutzung vor Ort aber noch Anpassungen vorzunehmen sind.

Durch den Einsatz von Wearables am Arbeitsplatz kann aktuelle Wartungs- und Instandhaltungsdokumentation zur Verfügung gestellt und über intelligente Suchfunktionen abrufbar gemacht werden.

Für den effizienten Zugriff auf die Funktionen des Wearable Computers ist die Verwendung von multimodalen Schnittstellen sinnvoll. Diese können z.B. für die Eingabe von Suchbefehlen zum Zugriff auf die entsprechende Dokumentation während der Abarbeitung der Wartungs- und Instandhaltungsprozesse genutzt werden.

Für eine sog. hands-free Operation ist hier speziell die Sprachein- (für die Eingabe der Suchmuster) und -ausgabe (für die Ausgabe der Suchergebnisse) zu nennen.

Vielfach müssen die ausgeführten Prozesse auch in Anlehnung an die Wartungsdokumentation aufgezeichnet und nach gehalten werden. Es wird von Beispielen berichtet, bei denen die akkumulierte Zugriffszeit auf Wartungsunterlagen von 2 Stunden auf 21 Minuten reduziert werden konnte (siehe das Bsp. *Bath Iron Works* [5]).

Im Backend stehen dabei heute aufgrund der einfachen zentralen Administration bereits vielfach Datenbanken und Dokument-Managementsysteme, die wiederum mit anderen Systemen vernetzt sind, zur Verfügung.

Zur Vermeidung von Übertragungsfehlern bei der manuellen Aufzeichnung und anschließenden elektronischen Eingabe in ERP- oder PDM-Systeme durch die zwangsläufigen Medienbrüche ist auch hier die Nutzung von tragbarer IT sinnvoll.

Weiteres Potential durch den Einsatz von Wearable Computing birgt der kostenoptimierte Einsatz von Personal bei der Ausführung der Wartungsprozesse.

Durch den Einsatz von Online-Anleitungen und Online-Kommunikation mit entsprechend geschulten Mitarbeitern kann im Hintergrund weniger qualifiziertes Personal eingesetzt werden, um die entsprechenden Arbeiten auszuführen.

Zumindest kann hier aber der Schulungsaufwand hinsichtlich spezifischer Qualifikationen gesenkt werden.

4 Einschränkungen

Neben den oben genannten Potentialen durch den Einsatz von Wearables gibt es (wie bei jeder Technologie) auch Einschränkungen, die den Einsatz selbiger behindern oder gar ganz verhindern können. An dieser Stelle seien zwei Aspekte erwähnt:

- Wartungsanleitungen und Unterlagen müssen in digitaler Form vorliegen. Beim Einsatz von Formularen bei der Aufnahme von Instandsetzungsfällen müssen auch diese digitalisiert vorliegen. Speziell für bereits etablierte Wartungsobjekte und der dazugehörigen Dokumentation ergeben sich hier signifikante Hürden, da hier zunächst einmal in die Digitalisierung der Wartungsinformation investiert werden muss. Zudem entstehen Kosten durch die Änderung der Wartungsprozeduren (hier sind auch die Aufwände für die Schulung des Servicepersonals zu berücksichtigen).
- Im Falle komplexer multimodaler Interaktion reicht eine Digitalisierung nicht aus, sondern die Daten müssen entsprechend den Anforderungen der jeweiligen Modalitäten für die Verarbeitung aufbereitet und abgespeichert werden. Zusätzlich sind Annotationen, die in verschiedener Form vom Benutzer generiert werden können, im System aufzunehmen und abzuspeichern.
- Für die Verwendung von Sprachein- und -ausgabe bei der Suche nach Dokumenten muss die Navigation ggf. geändert werden. Es ist auch zu beachten, dass die Umgebung die Spracheingabe ermöglicht und nicht zu sehr durch Nebengeräusche gestört ist. Ggf. kann hier die Spracheingabe durch Haptik / Gestik ergänzt oder sogar ersetzt werden.



Abbildung 1: Typisches Wartungsszenario (V94.3A Gasturbine von Siemens Power Generation)

5 Lösungen

5.1 Hintergrund

C-LAB beschäftigt sich im Rahmen von zwei Projekten mit der Anwendung innovativer Technologien durch den Einsatz tragbarer IT (Wearables) zur Unterstützung mobiler Arbeiter, z.B. bei der Fertigung oder der Ausübung komplexer Wartungsaufgaben für Produkte der Hochtechnologie. Im Rahmen der oben genannten Aktivitäten arbeitet die Gruppe Distributed Interactive Systems (Verteilte Interaktive Systeme) des C-LAB in Paderborn mit Partnern wie z.B. EADS und SAP an der Entwicklung entsprechender Lösungen sowie deren Anpassung für Anwendungen im Bereich des Flugzeugbaus und der Wartung.

Die Arbeitsumgebung sowohl für die Produktionsabläufe als auch für Wartungsaufgaben ist hier durch komplexe Abläufe geprägt, die die Integration unterschiedlicher Arten von Dokumentation (z.B. Arbeitsanleitungen, Wartungsprozeduren etc, die aufgrund des Komplexitätsgrades multimedial durch Grafiken, Video unterstützt werden müssen etc) geprägt. Aufgrund

dann und wann auftretender hoher Geräuschkulissen sind für die Steuerung der Abläufe auch Gestik-Eingaben erforderlich.

Um den Benutzer vor Ort optimal zu unterstützen, sind diese auch durch Wearables auszustatten, die auf der einen Seite die Anbindung an die Unternehmens-IT und deren Anwendungsapplikationen sichern und auf der anderen Seite aber auch ein Element der Arbeitsumgebung bilden können. D. h., sie sind je nach Anforderung integrierbar in lokale Werkzeuge bzw. zu wartende Systeme.

5.2 Anforderungen

Im Gegensatz zur Wartung von Automobilen sind die Prozessübergänge in Fällen von Hochtechnologien aufgrund der Sicherheitsanforderungen wesentlich mehr formalisiert, was entsprechende Interaktionen mit anderen Prozessmitgliedern (z. B. zentraler Helpdesks oder gar Clearing-Stellen) hinsichtlich der Freigabe erforderlich macht.

Im Rahmen der realisierten Projekte im Wartungsumfeld von Flugzeugen hat eine eingehende Analyse gezeigt, dass für die Steuerung der Abläufe unterschiedliche sog. Eingabe-Modalitäten (Text, Sprache, Gestik) und deren Kombination zur Produktivitätssteigerung zu berücksichtigen sind.

Erst damit wird die geforderte Effizienz erzielt. Gleiches gilt für die Ausgabe-Modalitäten; hier ist für bestimmte Anwendungsfälle die Kombination von Sprach- und Bildausgabe erforderlich. So können z.B. Spracheingabe mit Gestik und Ausgabe auf visuellen Ausgabegeräten gekoppelt werden.

Diese Analyse wurde im Zusammenhang mit der Firma *Sogerma* in Form von Interviews und Videos vorgenommen. Sogerma betreibt in Frankreich drei Standorte. Das Wartungszentrum beim Flugzeug-Hersteller (Airbus) befindet sich in Toulouse, Reparaturen und Überholungen werden in Bordeaux vorgenommen und ein Online-Maintenance-Zentrum befindet sich in Paris am Flughafen Charles-de-Gaulles. Die allgemeinen Arbeitsbedingungen sind hier gekennzeichnet durch:

- die **Mobilität der Nutzer innerhalb des Wartungsareals**, das aufgrund der Dimensionen des Wartungsgegenstands verhältnismäßig groß ist, und
- einem **kontinuierlichen Kommunikations- und Informationsbedarf** bei der Durchführung der Wartungsprozeduren.
- Gegenwärtig sind die erforderlichen technischen und organisatorischen **Daten nicht direkt am Arbeitsplatz abrufbar**.
- Etwa **20 bis 50 Prozent der Arbeitszeit** innerhalb der Wartungsprozeduren wird für die Suche nach Information verwandt.
- Ca. **85%** der Fälle erfordern von dem Wartungstechniker **hands-free Operationen**.
- Nahezu das gesamte Wartungspersonal führt die Arbeiten in **unkomfortablen Positionen am Wartungsobjekt** und in harschen,

von Störgeräuschen und von schlechter Ausleuchtung geprägten Umgebungen aus.

Hinsichtlich der Kommunikation ist anzumerken, dass es hier zwar einen hohen Kommunikationsbedarf gibt, dieser aber in der Arbeitsumgebung nicht zufrieden stellend durch technische Maßnahmen unterstützt wird.

So werden signifikante Distanzen zurückgelegt, um mit den Team-Mitgliedern zu kommunizieren. In der gegenwärtigen Situation gibt es auch keine Möglichkeit auf Expertise außerhalb des Wartungsareals direkt zuzugreifen, so dass hier insgesamt ein hoher Zeitverlust entsteht.

5.3 Konzepte

Die vorgesehene Lösung ist nun adaptierbar hinsichtlich der oben genannten Anforderungen. Die Unterstützung des nomadischen Wartungstechnikers erfolgt dabei durch (siehe auch Abbildung 2):

- die Bereitstellung von **integrierten Kommunikationsdiensten** im Feld, um so beispielsweise eine Koordination mit externen Experten vorzunehmen
- der Bereitstellung von **Online-Wartungsdokumentation** direkt am Arbeitsplatz des Technikers; diese kann nicht nur vom mobilen Arbeiter zugegriffen werden, sondern auch vom Autor kontinuierlich erweitert und aktualisiert werden. Weiterhin kann der mobile Arbeiter individuelle Annotationen generieren die im System abgelegt und für spätere Nutzung aufbereitet werden können.
- der Möglichkeit der **multimodalen Interaktion** mit den Kommunikations- und Informationsdiensten in einer konfigurierbaren und an die individuelle Situation hinsichtlich der Umgebung und möglicherweise auch der Präferenzen des Nutzers angepassten Art und Weise

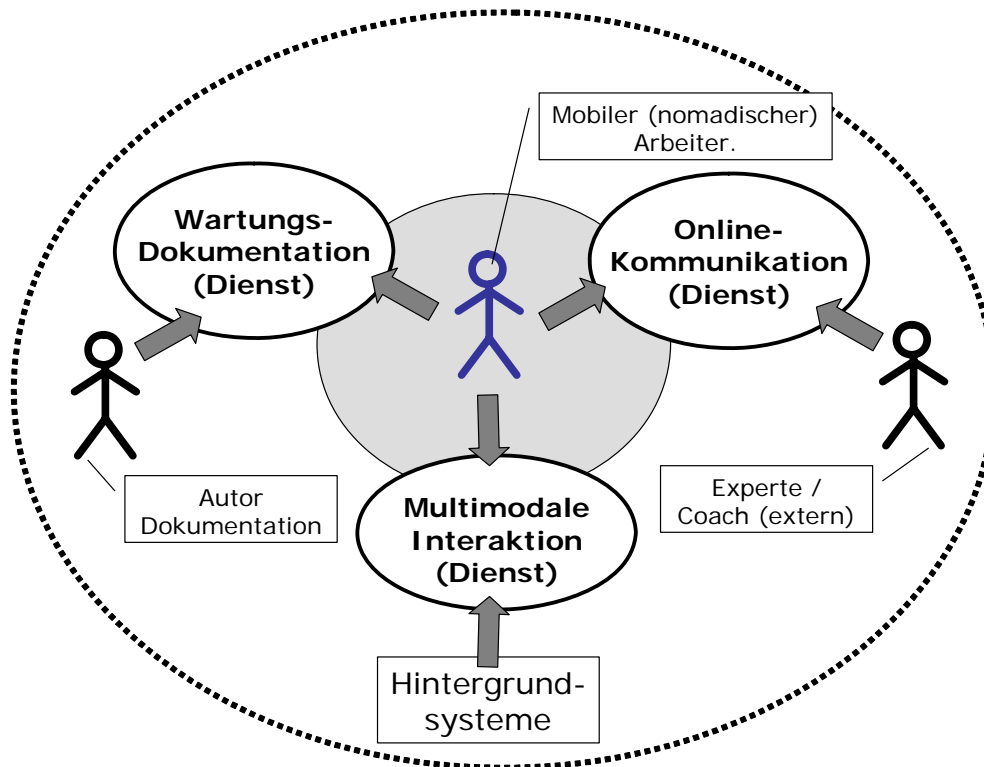


Abbildung 2: Unterstützung nomadischen Wartungspersonals durch SNOW

Für den Aspekt der Integration unterschiedlicher Modalitäten wird gegenwärtig von C-LAB eine sog. Mediationslösung entwickelt, welche es erlaubt, die oben genannten Anwendungsfälle in optimaler Weise zu unterstützen und für die Ausübung von Produktions-/Wartungsprozessen einhergehenden Modalitäten in den Arbeitsabläufen einfach und flexibel zu kombinieren.

Als Einsatzgebiet wird bei EADS gegenwärtig die Anwendung des Systems bei dem Highlight der Europäischen Hochtechnologie, dem Airbus A 380, untersucht. Entsprechende aus diesem Einsatzgebiet resultierende Anforderungen werden zurzeit in die Entwicklung der Lösung eingearbeitet. Darüber hinaus ist der Einsatz in anderen Anwendungsdomänen denkbar.

5.4 Unterstützung von Multimodalität

An dieser Stelle wollen wir nicht auf die komplette Architektur des Systems eingehen, sondern uns speziell auf den Aspekt der Multimodalität fokussieren. Aufgrund der zuvor genannten Einschränkungen und den daraus resultierenden Anforderungen bezüglich der zu unterstützenden Arbeitsumgebung ist die Möglichkeit der multimodalen Interaktion mit dem System von besonderer Bedeutung. Innerhalb des verfolgten Ansatzes geht es hier darum

- die **Spracherkennung** im Hinblick auf etwaige Störgeräusche hin **robuster** und damit erst für die Anwendung im Bereich der Flugzeugwartung nutzbar zu machen

- **Gestik** in besonderen Fällen zur **Ergänzung** der Spracheingabe oder als Ersatz als weitere Eingabemodalität anwendbar zu machen

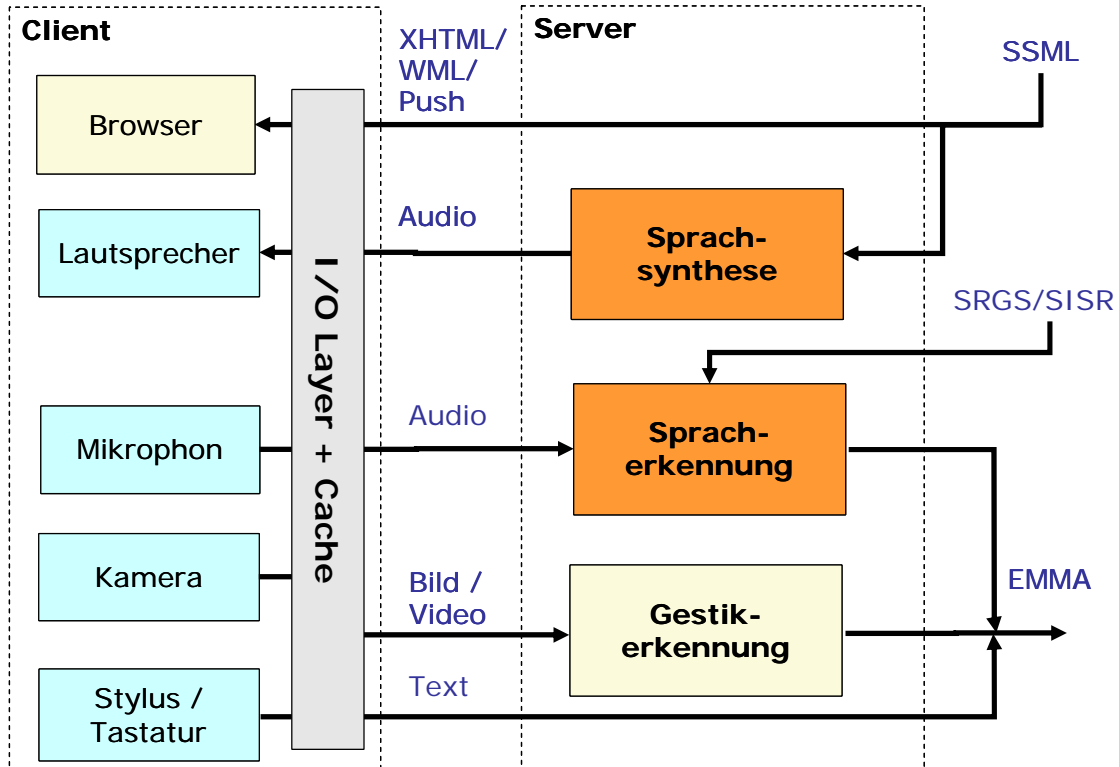


Abbildung 3: Handhabung von Multimodalität im Client-/Serversystem.

Es ist hier zu berücksichtigen, dass die für das entsprechende Verfahren speziell im Hinblick durch die oben genannten Einschränkungen notwendigen Vorarbeiten eine signifikante Komplexität besitzen. Aus diesem Grund wird eine Verteilung der Funktionalitäten gemäß Abbildung 3 vorgenommen, in dem der Client das Wearable System beschreibt.

Diese Aufteilung ist gegenwärtig als eine logische zu betrachten. Server-Funktionen lassen sich zukünftig im Zuge der weiteren technischen Entwicklungen und der damit einhergehenden Skalierungseffekte auch auf dem Wearable platzieren. Der dadurch erzielte Tradeoff von Kommunikationsbandbreite gegen lokale Rechenpower wirkt sich positiv auf Zuverlässigkeit und Zeitverhalten aus.

Sowohl Spracherkennung als auch Gestik erfordern die Definition eines Vokabulars, das von dem Verarbeitungssystem erkannt und in entsprechende Kommandos umgesetzt wird. Einige exemplarische Kommandos werden in Abbildung 4 gezeigt.

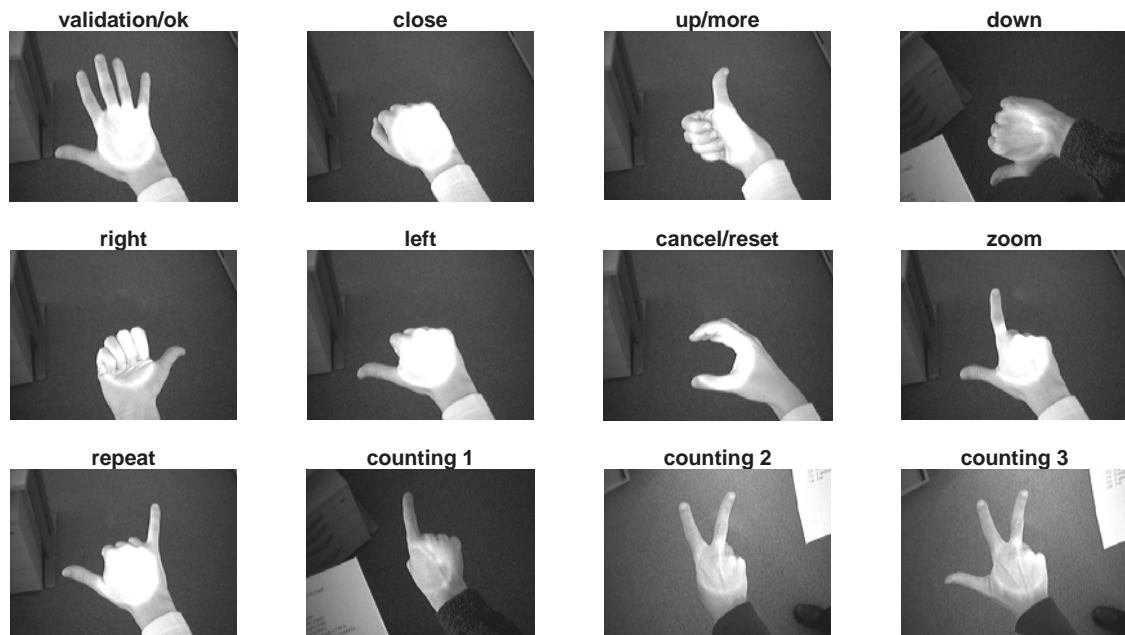


Abbildung 4: Vokabular zur Gestenerkennung

5.5 Erweiterter Anwendungsbereich

Die oben genannten Konzepte sind, wie in der Einleitung bereits erwähnt, auch allgemeiner als in dem geschilderten Bezug anwendbar:

- die hier dargestellten Konzepte und Lösungen können auch für Wartungsszenarien in **anderen Industrien** (Wartung von Automobilen, Schiffen, Anlagen etc.) eingesetzt werden oder
- bei der **Fabrikation** von komplexen Gütern in den oben genannten Bereichen, auch um als qualitätsverbessernde Maßnahme Produktionsprozesse besser nachverfolgbar zu machen
- bei **Wartung von Anlagen**, Komponenten und Systemen in der Energieerzeugung und bei der Versorgung
- es sind Anwendungen im Bereich der **Logistik** und beim **Transport** denkbar
- im Bereich der **medizinischen Versorgung**, wobei hier nicht nur Fachpersonal als Nutzer des Wearable Systems in Frage kommt, sondern auch die Patienten
- im Bereich **Notfall-Management**

6 Bewertung des Nutzens

Der wesentliche Nutzen des beschriebenen Ansatzes liegt in der zeitnahen Verfügbarkeit kritischer Informationen am Einsatzort. Im Beispiel der Wartung eines Flugzeuges besteht im Normalfall der Nutzen in der Vermeidung von Medienbrüchen (der Wartungsstand wird nicht von Papier in ein elektro-

nisches System transkribiert sondern direkt im elektronischen System abgelegt) und damit verbundene höhere Zuverlässigkeit. Eine schnellere Abarbeitung ist aber in dieser Situation nur im Bezug auf die Rückübertragung vom Papier zum System zu erwarten.

Ganz anders sieht es in einer Problemsituation aus. Während beim herkömmlichen Verfahren die Papierunterlagen zur Problemlösung nicht mehr beitragen können und somit der mobile Arbeiter sich (eventuell mehrfach) zurück zum Serversystem begeben muss, werden im beschriebenen Verfahren stattdessen die erforderlichen Informationen (bis hin zur Konferenz mit einer Autorität/einem Experten) zum mobilen Arbeiter am Einsatzort transportiert. Der eingesparte Zeitaufwand ist enorm, speziell dann, wenn bisher andere Arbeiten durch einen Problemfall blockiert worden sind.

Während im traditionellen Fall eine Problemsituation in der Regel eher ein Novum für den mobilen Arbeiter darstellt, ist im hier beschriebenen Fall der Zugriff auf sämtliche Erfahrungen aller mobilen Arbeiter möglich, die Problemsituation somit mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit neu.

Damit verringert sich der Unterschied zwischen Fertigung, in der stets die gleiche Situation bearbeitet wird und Wartung, in der bisher mit einem gewissen Bündel an Situationen gerechnet werden musste, von denen einige problematisch sind.

Letztendlich kann dies als ein Schritt von der bisher eher handwerklich orientierten Wartungsprozedur hin zu einer mehr industriellen Wartungsprozedur aufgefasst werden – mit allen damit verbundenen Effekten wie verringerte Fehlerhäufigkeit, höhere Qualität, bessere Vorhersagbarkeit, und damit finanzielle Planbarkeit, etc..

7 Fazit

Die derzeitigen Technologieentwicklungen (Informationstechnik wird in rauen Umgebungen nutzbar) eröffnen neue Möglichkeiten und Anwendungsgebiete für die Informationstechnologie wie beispielsweise im multimodalen mobilen Einsatz. Solche Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen und teilweise selbst herbeizuführen schafft innovative Produkte und bringt bedeutende Vorteile im globalen Wettbewerb.

Im Rahmen dieses Dokumentes wurden die Faktoren und Potentiale des Einsatzes von Wearable Computing im Zusammenhang mit Wartungsprozessen dargestellt. Schwerpunkt ist die Anwendung im Bereich der Flugzeugindustrie. Für die hier dargestellten Lösungen gilt:

- Informationen, die für die Durchführung der Wartung relevant sind, sowie lokal nicht verfügbare externe Expertise lassen sich komfortabel an den Arbeitsplatz des Wartungstechnikers bringen.
- Der Informationsfluss ist kontinuierlich und der Zugang frei von (ungeplanten) Medienbrüchen.
- Die Sicherheit und Reproduzierbarkeit kann bei Bedarf durch die elektronische Verfolgung der Abläufe erhöht werden.

- Die Benutzerfreundlichkeit und die Arbeitsbedingungen können verbessert werden.
- Die Produktivität der Arbeitsabläufe kann gesteigert werden.
- Fehlerhäufigkeit, Qualität, Vorhersagbarkeit und finanzielle Planbarkeit steigen von einem handwerklichen zu einem industriellen Niveau.

8 Referenzen

- [1] Wiedmann, B., Zajonc, T.: "Wearable Computing – Status und Trends; in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, S. 83 – 91, 2001.
- [2] Kleinrock, L.: "Nomadcity: Anytime, Anywhere in a Disconnected World," Mobile Networks and Apps., vol. 1, no. 4, pp. 351-57, Jan. 1997.
- [3] *In Zukunft können Ärzte und Schwestern ständig online gehen*, Ärzte Zeitung, 09.07.2004.
- [4] *Körpernahe Mobil-IT spart in Wartungsszenarien bis zu 50 Prozent Zeit ein*, COMPUTER ZEITUNG vom 14.04.2005, S. 1.
- [5] Shipbuilder Trims Inspection and Troubleshooting Time by 70%, <http://www.gbsvoice.com/PDFs/Inspection.pdf>.
- [6] *Wearable Computing – Abgrenzung, Anwendungsmöglichkeiten und Potentiale*, Seminararbeit (TU Dresden) von Manuela Thiele, Juli 2003.
- [7] *Mehrzweck-Sprache als Steuerung für Mobilgeräte*, Heise Newsticker, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/54077>
- [8] *Bediensystem reagiert auf Gestik, Mimik und Stimmung*, <http://www.spiegel.de/auto/werkstatt/0,1518,328395,00.html>
- [9] *Fingerspiele in luftiger Höhe*, <http://www.ftd.de/rd/4651.html?nv=nl>



Cooperative Computing & Communication Laboratory

C-LAB
Marketing
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn

Telephone ++49-5251-60-6060
Telefax ++49-5251-60-6066
E-Mail marketing@c-lab.de
URL http://www.c-lab.de

Befragung über Ihre Zufriedenheit mit dem Report „Optimierung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen durch Wearable Computing“

Wir bitten Sie, sich einen kurzen Moment Zeit zu nehmen, um uns ein paar Fragen über Ihre Einschätzung dieses Reports zu beantworten. Damit helfen Sie uns, Ihre Bedürfnisse besser zu verstehen. Wir möchten unsere Reports stärker nach Ihrem Interesse ausrichten, um so einen größeren Mehrwert bieten zu können. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Wie bewerten Sie das Thema dieses Reports?

trifft voll zu (checkboxes) trifft überhaupt nicht zu (checkboxes)
Aktuell
Interessant

Wie bewerten Sie den Inhalt dieses Reports?

trifft voll zu (checkboxes) trifft überhaupt nicht zu (checkboxes)
Aktuell
Interessant
Verständlich
Praxisrelevant
Informativ
Innovativ

Weitere Kommentare:

Horizontal lines for additional comments

Freiwillige Angaben:

Name, Vorname:
Telefon:
E-Mail:

Bitte senden Sie das ausgefüllte Formular per Post, Fax oder E-Mail an die jeweilige Adresse (s. o.).