

Das eSana Framework: Kontextabhängige Benutzerschnittstellen im mHealth Bereich

Marco Savini, Henrik Stormer, Andreas Meier

Universität Fribourg
Boulevard de Pérolles 90
CH-1700 Fribourg
vorname.nachname@unifr.ch

Abstract: Mobile Geräte sind zu allgegenwärtigen Geräten im Alltag geworden. Ihre Anwendung im Gesundheitsbereich wird deshalb immer beliebter. Patienten können kleine Anwendungen auf ihren Geräten installieren, welche ihnen im täglichen Umgang mit ihrer Krankheit oder in bestimmten Situationen helfen. Auch medizinische Fachpersonen können in verschiedenen Situationen mobile Geräte nutzen, um ihre Arbeitsprozesse besser zu unterstützen und auch um Medienbrüche zu verringern. Das eSana Framework unterstützt die Entwicklung solcher Anwendungen und die Anbindung von Datenquellen aus der Umgebung, welche beispielsweise Gesundheitsinformationen eines Patienten enthalten. Diese Arbeit beschreibt eine Erweiterung des eSana Frameworks, die die Abhängigkeit der Benutzerschnittstelle von Kontextinformationen berücksichtigt. Dabei wird eine bestehende Komponente für die Generierung der Schnittstelle anhand eines XML-Streams so modifiziert, dass sie sich flexibel an die aktuellen Gegebenheiten anpasst. Die Schnittstelle zwischen dem mobilen Gerät und den Endnutzer wird somit unter Berücksichtigung des Kontexts dahingehend modifiziert, dass der Nutzer möglichst wenig angeben muss und dennoch die Umgebung als solche wahrgenommen wird. Diese Informationen werden dann wie anhin mit dem eSana Framework an einem Server übermittelt, welcher diese an eine Reihe von angemeldeten Interessenten weiterleitet.

1 Mobile Geräte im Gesundheitswesen

Ein Grossteil der europäischen Bevölkerung besitzt heute ein mobiles Telefon. Deren Konnektivität, Omnipräsenz und ständig wachsende Leistungsfähigkeit sind Gründe, um sie im elektronischen Gesundheitswesen (eHealth) einzusetzen.

Verschiedene Arbeiten beschreiben bereits das Zusammenspiel von Patient und mobilem Gerät. Ausserdem weist die in [WHO06] präsentierte Umfrage auf eine erhöhte Nachfrage von Ländern ausserhalb der OECD nach Telemedizin hin; dies ist unter anderem darin begründet, entferntes medizinisches Wissen auch in ruralen und weniger weit entwickelten Gebieten nutzen zu können. Typischerweise kann man drei verschiedene Anwendungsbereiche unterscheiden:

1. Einsatz mobiler Geräte um Patienten mit Informationen zu versorgen.

2. Übermittlung von physiologischen Parametern mittels eines mobilen Geräts zu Entscheidungsträgern.
3. Einsatz mobiler Geräte welche die übertragenen Informationen interpretieren um zum Beispiel Warnungen an medizinische Fachpersonen zu generieren, wenn gewisse physiologische Parameter kritisch werden.

Die erste Kategorie wird in [KLWK06] anhand eines Adipositas-Begleiters beschrieben: Er hilft und führt übergewichtige junge Patienten in ihrem Alltag. Ein weiteres Beispiel ist der HealthPal mobile Assistent in [KS06].

Das MOEBIUS Projekt in [FRG⁺06] ist ein typisches Beispiel der zweiten Kategorie: Es integriert Patienten und Ärzte. [LKHK05] beschreiben ein ähnliches System bei der Begleitung junger Krebspatienten und kommen zu einer Reihe von Vorteilen: Höhere Einhaltung von Terminen dank Warnsystem, höhere Datenqualität, weniger Arbeit auf der Seite des Arztes bei der Vorbereitung der Dokumentation, weniger Fehler in der Dokumentation.

Eine architektonische und konzeptionelle Übersicht einer Anwendung des dritten Bereichs wird in [JH05] beschrieben. Ihre Arbeit konzentriert sich dabei insbesondere auf die Akteure Patient, Arzt und Krankenschwester. Die Anwendungsszenarien für ein mobiles Warnsystem basiert auf diese Akteure. Ein anderes Beispiel, welches die Sammlung von EKG-Signalen in Echtzeit illustriert (mit automatischer Alarmierung eines Call Centers), findet man in [LML⁺04]. Ein weiteres Beispiel dieser Kategorie ist die SAPHIRE Umgebung [HNW⁺06], welche sowohl Überwachungs- als auch Entscheidungsunterstützungsfunktionalität enthält, so dass bei kritischen medizinischen Werten Warnungen generiert werden.

2 Das eSana Framework

Das bestehende eSana Framework konzentriert sich auf die Anwendungen für die Übermittlung von physiologischen Parametern und gehört somit zur zweiten Anwendungsdomäne. Es berücksichtigt die Bedürfnisse diverser Akteure wie beispielsweise Ärzte, Patienten oder auch Krankenschwestern, indem sich aufbauend auf dem Framework verschiedenste Szenarien realisieren lassen (siehe Abbildung 1). Die Hauptzwecke von darauf basierenden Anwendungen sind einerseits die grössere Unabhängigkeit der Patienten oder medizinischen Fachpersonen in Bezug auf Ort und Zeit und die Einbettung der Patienten in den Disease Management und Dokumentations-Prozess (siehe „level of care“-Pyramide in [RD04]).

In [SIM⁺06] werden solche Szenarien beschrieben: Patienten übermitteln ihre medizinischen Informationen an den eSanaServer mittels Web Services. Dieser verteilt diese Informationen an eine Reihe von interessierten Subscribern, welche diese Daten beispielsweise grafisch aufbereiten und Ärzten oder Patienten visualisieren. Ein anderes Szenario wäre, dass ein medizinisches Kommunikationszentrum diese Daten erhält und periodisch in ein Data Warehouse speichert, um statistische Auswertungen darauf machen zu können.

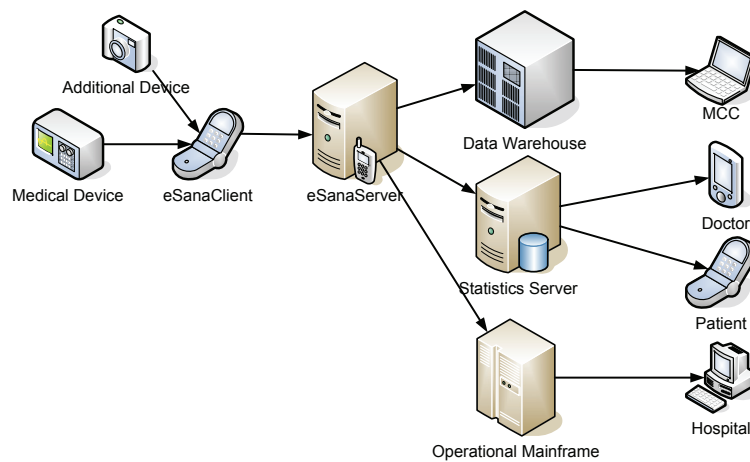


Abbildung 1: Übersicht des eSana Frameworks

Der detaillierte Prozess auf Seiten des Patienten ist in [SSM07] beschrieben. Verschiedene im Umfeld des Patienten verwendeten medizinischen Geräte übermitteln deren Werte an ein mobiles Gerät (beispielsweise ein mobiles Telefon) über ein Wireless Personal Area Network (WPAN) wie Bluetooth. Das mobile Gerät agiert als Mobile Base Unit (MBU) und verbindet sich mit dem Internet nach Transformation der erhaltenen Informationen. Zusätzlich erlaubt die MBU auch die Eingabe diskreter Informationen, die man nicht aus den medizinischen Geräten erhalten kann; dies ermöglicht die Anreicherung der medizinischen Daten mit weiteren wichtigen Informationen (z.B. ob der Patient nüchtern ist im Falle von automatisch übermittelten Blutzuckerwerten in einem Diabetiker Anwendungsszenario). Diese zusätzlichen Informationen können vom behandelnden Arzt definiert werden, welcher damit die Anwendung auf die spezifischen medizinischen Zustand des Patienten ausrichten kann.

In den folgenden Abschnitten werden die hervorgehobenen Komponenten der Abbildung 2 beschrieben. Im Vordergrund steht die Beeinflussung der Benutzerschnittstelle durch Informationen aus der Umgebung. Adaptive Schnittstellen werden in [Lan99] behandelt; man erhofft sich eine verbesserte Interaktion mit dem einzelnen Benutzer. Ein Framework für adaptive Benutzerschnittstellen im eHealth Umfeld wird in [VPP05] beschrieben. Diese Arbeit unterscheidet zwei grobe Gruppen von Akteuren: patienten-orientierte (Patienten, Familie, ...) und medizin-orientierte Teilnehmer (Ärzte, Krankenschwestern, ...). [BBE⁺02] behandelt adaptive Schnittstellen für den mobilen Web-Zugriff und unterstützen eine implizite Adaptierung der Schnittstellen um den Personalisierungsaufwand vor dem Endbenutzer zu verstecken. Auf den medizinischen Bereich angewandt wurde dies in [FRSI00], welche das Hilfesystem MMA für die erste Marsmission aufgrund von drei sich teilweise widersprechenden Modellen adaptieren: Benutzer, Situation und Aufgabe.

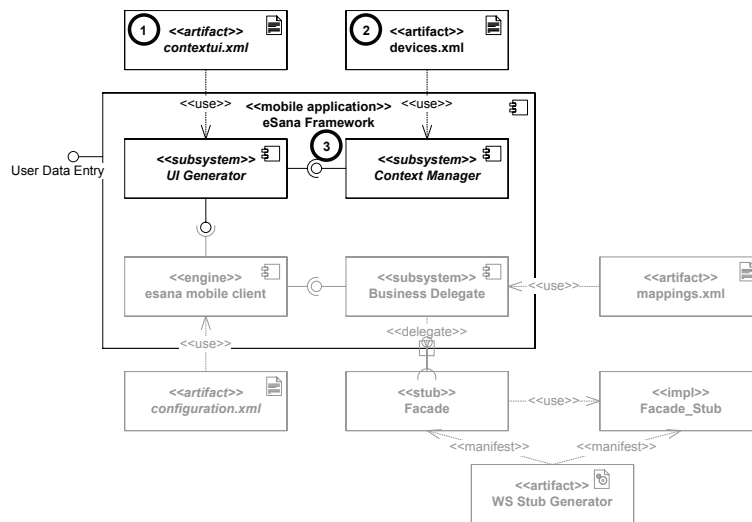


Abbildung 2: Komponentendiagramm

2.1 Benutzerschnittstelle

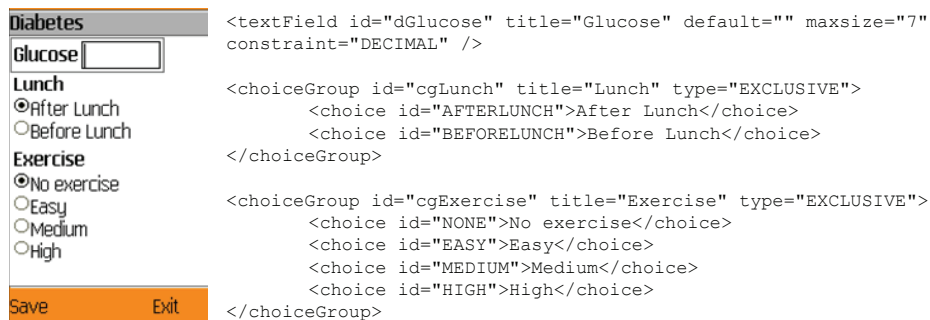


Abbildung 3: Beispiel eines Formulars inklusive Auszug des entsprechenden XML Datenstroms

eSana unterstützt die Konfiguration der personalisierten Abfrage von Patienteninformationen durch eine medizinische Fachperson. Dies wird durch die Erweiterung bestehender Abfragebausteine erreicht. Seitens des Frameworks wird dabei eine Benutzerschnittstelle für den Patienten generiert, mit Hilfe welcher er die täglichen Daten eingeben kann. Diese Bausteine können während der Behandlung geändert werden; beim Starten der mobilen Anwendung wird gegebenenfalls die neuste Version vom eSanaServer geholt.

Grundlage für die Beschreibung der Formularbausteine ist ein XML Datenstrom, welcher es Anwendungsentwicklern ermöglicht, weitere Bausteine zur Verfügung zu stellen, die dann auf der mobilen Anwendung spezielle Aktionen ausführen (z.B. Validierungen).

Die Generierung der schlussendlichen UI-Bausteine auf ein Ausgabemedium ist dabei unabhängig und wurde im eSana Framework vorerst für Java ME Applikationen (siehe [Sch04]) entwickelt.

2.2 Kontext

Wie in [Dey01] dargelegt, wird der Begriff Kontext verschieden ausgelegt. In dieser Arbeit wird die Definition von [Dey01] selbst verwendet, da es den möglichen Anwendungsszenarien am nächsten kommt. Diese Definition beschreibt Kontext als jede Information die verwendet werden kann, um die Situation einer Entität zu charakterisieren. Eine Entität ist dabei eine Person, Ort oder ein Objekt welches für die Interaktion zwischen Benutzer und Anwendung als relevant erachtet wird.

Ferner wird in [AM00] die minimale Menge eines notwendigen Kontextes mittels den fünf W's beschrieben: Who, What, Where, When und Why. In [SSM07] werden reale Aspekte dieser Kontextinformationen beschrieben und möglichst mit Referenzen auf aktuelle Arbeiten im eHealth-Umfeld angereichert.

Die Berücksichtigung der aktuellen Umgebung des Patienten ermöglicht die automatische Übernahme (z.B. mittels Bluetooth) von medizinischen Parametern in die mobile Anwendung (siehe [SIM05]). Die Architektur wird hierzu mit einer *Context Manager* Komponente erweitert, welche ein Interface zur *UI-Generator* Komponente verwendet.

Die Bestimmung des Kontextes basiert auf einer anwendungsspezifischen Ontologie, wie sie in Bezug auf Ambient Intelligence von [PVdBW⁺04] oder für eSana von [SSM07] vorgeschlagen worden ist.

2.3 Auswirkungen des Kontextes auf die Benutzerschnittstelle

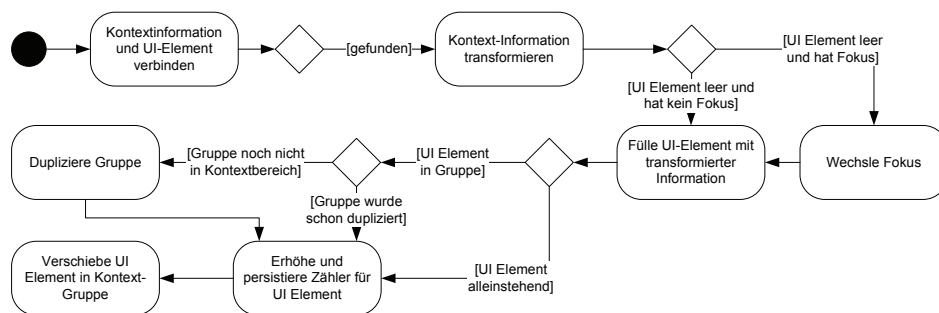


Abbildung 4: Aktivitäten beim Eintreffen neuer Kontextinformationen

Das Aktivitätsdiagramm in Abbildung 4 illustriert ein mögliches Verhalten der mobilen Anwendung wenn Informationen aus der Umgebung (z.B. elektronische Waage oder Blut-

zuckermessgerät mit Bluetooth Adapter) eintreffen. Die existierende Benutzerschnittstelle wird dynamisch angepasst und Elemente nach unten verschoben, so dass der Patient nur Elemente ausfüllen muss, die nicht automatisch aus der Umgebung ermittelt werden können.

Die Benutzerschnittstelle unterstützt die Darstellung von logischen Gruppen (z.B. Gewicht, Körperfett, Körperwasseranteil zur Gruppe „Körper“). Dies hat zur Folge, dass unter Umständen nur ein Teil der Daten über externe Messgeräte zum mobilen Gerät gelangen. In diesem Fall wird die Gruppe dupliziert und in den Kontextbereich mit der erhaltenen Information verschoben.

Die Reihenfolge der Elemente verändert sich pro Patient indem die aus der Umgebung lesbaren Informationen weniger hoch priorisiert werden und somit nach unten wandern. Dazu wird pro Element ein Zähler geführt, so dass klar ist, welche Informationen aufgrund der automatisierten Übermittlung weniger hoch priorisiert werden sollen.

Ein möglicher Ablauf wird nachfolgend beispielhaft illustriert:

1. Der Diabetiker A startet die Anwendung. Sie stellt das Eingabeformular mit folgenden Elementen in dieser Reihenfolge dar: Blutzuckerwert, Umgebungstemperatur, Gewicht, Nüchternheit des Patienten. Diese wurden vorgängig von seinem Hausarzt definiert.
2. A misst seinen Blutzuckerwert, welcher automatisch an das mobile Gerät über Bluetooth übermittelt wird. Die Benutzerschnittstelle verschiebt den Parameter Blutzuckerwert automatisch nach unten.
3. Der elektronische Thermometer in A's Wohnung übermittelt periodisch die aktuelle Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Erstere Information wird automatisch vom mobilen Endgerät erkannt und der Parameter Umgebungstemperatur wandert nach unten. Die Kontextinformation Luftfeuchtigkeit wird vernachlässigt, da sie für den Anwendungsfall nicht relevant ist.
4. A misst sein Gewicht. Leider hat er noch eine ältere Waage, welche die Daten nicht übermitteln kann. Deshalb gibt A sie manuell in das mobile Endgerät ein.
5. Zuletzt gibt A noch an, ob er die Messungen nüchtern durchgeführt hat oder nicht.
6. A sendet seine Daten ab, welche dann über das eSana Framework an die entsprechenden Personen und Anwendungen weitergeleitet wird.

3 Fazit und Ausblick

Dieser Artikel beschreibt die Auswirkungen von aus der Umgebung ermittelten Informationen auf eine Benutzerschnittstelle eines mobilen Gerätes. Der gewählte medizinische Anwendungsfall illustriert, weshalb eine dynamische Anpassung nötig ist: Nicht jeder Patient hat in seiner Umgebung die gleichen elektronischen Kontextübermittler zur

Verfügung und muss deshalb einige Daten manuell eingeben. Andere Daten sind nur sehr schwierig aus dem aktuellen Kontext eruierbar (z.B. wie die körperliche Anstrengung des aktuellen Tages war).

Eine zusätzliche Motivation für die Verwendung eines solchen Ansatzes ist die Tatsache, dass die meisten Anwendungsszenarien für mobile eHealth Lösungen sich auf die Unterstützung von Patienten mit chronischen Beschwerden ausrichten. Dieser Personenkreis verwendet solche Anwendungen regelmässig und soll nicht mit der Eingabe von unnötigen Informationen konfrontiert werden. Dennoch soll der medizinischen Fachperson die Möglichkeit gegeben werden, personalisierte Informationen abzufragen, so dass der Wert der Anwendung möglichst maximiert wird.

In Zukunft sollen weitere Verhaltensmöglichkeiten erarbeitet und implementiert werden; ausserdem richtet sich dieser Artikel insbesondere auf die Anwendung für Patienten in deren persönlichen Umfeld. Möglich ist aber beispielsweise auch der Einsatz in einem Krankenhaus, wo medizinische Fachpersonen (z.B. Krankenschwester) eine solche mobile Lösung für die Erfassung der Patientendaten direkt am Bett erfassen kann. In einem solchen Fall sind andere Verhaltensmuster der Benutzerschnittstelle sinnvoll.

Zu betrachten gibt es auch die Frage, was der Empfänger (z.B. eine medizinische Fachperson) dieser Informationen dann damit anfangen kann. Dazu können existierende Reporting-Möglichkeiten mit Ansätzen erweitert werden, welche es erlauben, die kontextuellen Informationen zu visualisieren.

Literatur

- [AM00] Gregory D. Abowd und Elizabeth D. Mynatt. Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(1):29–58, March 2000.
- [BBE⁺02] Daniel Billsus, Clifford A. Brunk, Craig Evans, Brian Gladish und Michael Pazzani. Adaptive interfaces for ubiquitous web access. *Communications of the ACM*, 45(5):34–38, 2002.
- [Dey01] Anind K. Dey. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1):4–7, February 2001.
- [FRG⁺06] Hans-Rudolf Fischer, Serge Reichlin, Jean-Pierre Gutzwiller, Anthony Dyson und Christoph Beglinger. Telemedicine as a new possibility to improve health care delivery. In *M-Health – Emerging Mobile Health Systems*, Biomedical Engineering, Seiten 203–218. Springer, 2006.
- [FRSI00] Luis Francisco-Revilla und Frank M. Shipman III. Adaptive medical information delivery combining user, task and situation models. In *IUI '00: Proceedings of the 5th international conference on Intelligent user interfaces*, Seiten 94–97, New York, NY, USA, 2000. ACM Press.
- [HNW⁺06] Andreas Hein, Oliver Nee, Detlev Willemsen, Thomas Scheffold, Asuman Dogac und Gokce Banu Laleci. SAPHIRE – Intelligent Healthcare Monitoring based on Semantic Interoperability Platform – The Homecare Scenario. In *Proceedings of the ECEH06*, Seiten 191–202, October 2006.

- [JH05] Doris Jung und Annika Hinze. A Mobile Alerting System for the Support of Patients with Chronic Conditions. In *Proceedings of EURO MGOV 2005*, Seiten 264–274, 2005.
- [KLWK06] Thomas Königsmann, Frank Lindert, Rolf Walter und Reinholde Kriebel. Hilfe zur Selbsthilfe als Konzept für einen Adipositas-Begleiter. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 251:64–76, October 2006.
- [KS06] Andreas Komninos und Sofia Stamou. HealthPal: An Intelligent Personal Medical Assistant for Supporting the Self-Monitoring of Healthcare in the Ageing Society. In *Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*, 2006.
- [Lan99] Pat Langley. User modeling in adaptive interfaces. In *UM '99: Proceedings of the seventh international conference on User modeling*, Seiten 357–370, Secaucus, NJ, USA, 1999. Springer-Verlag New York, Inc.
- [LKHK05] Jan Marco Leimeister, Helmut Krcmar, Alexander Horsch und Klaus Kuhn. Mobile IT-Systeme im Gesundheitswesen, mobile Systeme für Patienten. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 244:74–85, August 2005.
- [LML⁺04] Kathy J. Liszka, Michael A. Mackin, Michael J. Lichter, David York, Dilip Pillai und David S. Rosenbaum. Keeping a Beat on the Heart. *IEEE Pervasive Computing*, 3(4):42–49, October–December 2004.
- [PVdBW⁺04] Davy Preuveneers, Jan Van den Bergh, Dennis Wagelaar, Andy Georges, Peter Rigole, Tim Clerckx, Yolande Berbers, Karin Coninx, Viviane Jonckers und Koen De Bosschere. Towards an Extensible Context Ontology for Ambient Intelligence. *Lecture Notes in Computer Science*, 3295:148–159, October 2004.
- [RD04] Roman Rittweger und Anja Daus. Patientenorientiertes Disease Management. In Karl Jähn und Eckhard Nagel, Hrsg., *e-Health*, Kapitel 3, Seiten 162–166. Springer, 2004.
- [Sch04] Klaus-Dieter Schmatz. *Java 2 Micro Edition*. dpunkt.verlag, 1. Auflage, 2004.
- [SIM05] Henrik Stormer, Andreea Ionas und Andreas Meier. Mobile Services for a Medical Communication Center – The eSana project. In *Proceedings of the First European Conference on Mobile Government*, 2005.
- [SIM⁺06] Marco Savini, Andreea Ionas, Andreas Meier, Ciprian Pop und Henrik Stormer. The eSana Framework: Mobile Services in eHealth using SOA. In *Proceedings of EURO mGOV 2006*, 2006.
- [SSM07] Marco Savini, Henrik Stormer und Andreas Meier. Integrating Context Information in a Mobile Environment using the eSana Framework. In *Proceedings of the ECEH'07*, 2007.
- [VPP05] Ekaterina Vasilyeva, Mykola Pechenizkiy und Seppo Puuronen. Towards the Framework of Adaptive User Interfaces for eHealth. In *Proceedings of the 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05)*, Seiten 139–144, 2005.
- [WHO06] WHO. eHealth Tools & Services. Internet, 2006. <http://www.who.int/kms/initiatives/ehealth/en/>.