

NFC-BASIERTES PATIENTEN-TERMINAL FÜR HERZSCHWÄCHE-TELEMONITORING

Morak J¹, Kastner P¹, Schreier G¹

Kurzfassung

Patienten, die an chronischer Herzinsuffizienz leiden, können in ihrem täglichen Selbstmanagement-Prozess durch telemedizinische Dienstleistungen unterstützt werden. Mittels Standard IT und Mobilfunk-Infrastruktur kann der Patient täglich seine Gesundheitsparameter wie Blutdruck, Puls, Körpergewicht, Wohlbefinden und Medikation an eine Monitoring-Zentrale übermitteln. Anhand dieser Daten ist der behandelnde Arzt in der Lage den Therapieverlauf zu beobachten und zu beeinflussen. Die größte Herausforderung in der Umsetzung dieses Konzepts ist das Patienten-Terminal bzw. die Methode zur Eingabe und Übertragung der Daten. Dieses Paper vergleicht die in einer laufenden klinischen Studie angewandte Methode mit einer neuen Möglichkeit der Datenerfassung basierend auf Mobilfunk und „Near Field Communication“ Technologie.

1. Einleitung

Telemedizinische Dienstleistungen haben das Potential die Lebensqualität von Patienten, die an chronischen Krankheiten leiden, zu verbessern, indem sie den täglichen Selbstmanagement-Prozess des Patienten unterstützen [1]. Darüber hinaus können sie die Belastung des Gesundheitssystems minimieren, da ein Großteil des Budgets für chronische Krankheiten, wie Diabetes, Bluthochdruck oder Herzinsuffizienz (HI) aufgewendet wird.

HI resultiert von Herzkranzgefäßerkrankungen, Bluthochdruck oder von Entzündungen, die den Herzmuskel oder die Herzklappen direkt betreffen. Dadurch ist das geschwächte Herz nicht mehr in der Lage, das Blut ausreichend durch den Körperkreislauf zu pumpen. Der Verlauf von HI ist progredient und bedarf oftmals klinischer Behandlung. Diese Krankheit betrifft 5% aller hospitalisierten Patienten im Alter von über 65 Jahren. Diese Patienten haben ein hohes Risiko an Morbidität und Mortalität. Rund 50% der vom Krankenhaus entlassenen HI-Patienten werden innerhalb von sechs Monaten wieder stationär aufgenommen. Moderne Behandlungsmethoden von chronischer Herzinsuffizienz setzen auf telemedizinische Konzepte, um akuten Dekompensationen und den damit verbundenen Krankenhausaufenthalten vorzubeugen [2].

1.1 Mobitel-Studie

Mobiles Telemonitoring für Herzinsuffizienz Patienten ist eine laufende, randomisierte, prospektive, multizentrische Studie mit Patienten nach einer stationären Behandlung aufgrund einer Dekompensation. Mit Mobitel soll die Hypothese verifiziert werden, dass durch telemedizinische In-

¹

Biomedical Engineering / eHealth systems, Austrian Research Centers GmbH - ARC, Graz

terventionen die Rehospitalisierungsrate von HI-Patienten im Zeitraum von sechs Monaten nach der Entlassung signifikant verringert werden kann.

Im Zuge der klinischen Entlassung werden die teilnehmenden Patienten entweder in die Kontrollgruppe mit medikamentöser Behandlung oder in die Telemonitoringgruppe mit medikamentöser Behandlung und telemedizinischer Betreuung randomisiert. Die Patienten der Telemonitoringgruppe werden gebeten ihre gesundheitsrelevanten Parameter, wie Blutdruck, Puls, Körpergewicht, Wohlbefinden und Medikation täglich aufzuzeichnen [2]. Diese Daten werden anhand eines Telemonitoring-Systems, das in Kooperation mit Klinischen Partnern entwickelt wurde, erfasst, verarbeitet und gespeichert. Dieses System (Abbildung 1) fördert die Kommunikation zwischen dem Patienten und seinem Arzt und besteht aus den folgenden – auf Standard IT basierenden – Elementen [3]:

(1) Monitoring-Zentrale

Dieses Web-basierte Datenbank-System empfängt, speichert, verwaltet und verarbeitet alle vom Patienten übermittelten Daten und gewährt entsprechend autorisierten Personen Zugriff darauf. Ein automatischer Monitoring-Prozess überwacht kontinuierlich den Trendverlauf der eingegangenen Werte und alarmiert den behandelnden Arzt im Falle einer groben Abweichung vom Zielwert.

(2) Arzt-Terminal

Ein Web-basiertes Benutzerinterface ermöglicht dem behandelnden Arzt den aktuellen Gesundheitszustand seines Patienten einzusehen, womit die Behandlung schnellstmöglich angepasst werden kann.

(3) Patienten-Terminal

Das Mobiltelefon erlaubt dem Patienten seine Gesundheitsparameter einzugeben und an die Monitoring-Zentrale zu übermitteln.

Universelle Verfügbarkeit und der Vorteil von absoluter Mobilität lassen das Handy als besonders geeignet für die Aufgabe des Patienten-Terminals erscheinen. Es erlaubt eine direkte Datenverbindung zwischen dem Patienten und der Monitoring-Zentrale. Dadurch können nicht nur die geforderten Parameter zur Zentrale, sondern auch Feedback direkt zum Patienten übermittelt werden [4].

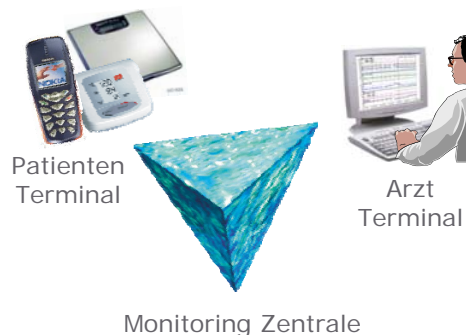


Abbildung 1: Schematische Übersicht des Telemonitoring-Systems

Zu Beginn der Studie wurde das Mobiltelefon Nokia 3510i (Nokia, Helsinki, Finnland) als Patienten Terminal ausgewählt. Dieses Gerät verfügt über einen Farbdisplay und vergleichbar große Tasten. Des Weiteren bietet es einen „Wireless Application Protocol“ (WAP) Browser, der die Eingabe

der Gesundheitsparameter in dynamisch generierte Formulare ermöglicht. Mittels Tastenkürzel wird der Browser mit der entsprechenden WAP-Seite gestartet, worauf der Patient mittels alphanumerischen Tastenfeldes die Eingabe und Übertragung seiner Werte nach folgendem Schema (Tabelle 1) vornimmt:

Tabelle 1: Schritte der Dateneingabe mit der Anzahl der benötigten Tastendrucke

	Aktion	<i>Eigenschaften</i>	Tastendrucke
1	Einloggen	Benutzername und Pin	≤ 20
2	Körpergewicht	Gewicht mit Vor- und Nachkommastelle	≤ 10
3	Sys. Blutdruck	einzelner Wert	≤ 7
4	Dia. Blutdruck	einzelner Wert	≤ 7
5	Puls	einzelner Wert	≤ 7
6	Medikation	2 bis 4 Medikamente Eingabe der Dosis in Milligramm	≤ 9 pro Medikament
7	Befinden	Auswahl aus Drop Down Menü	≤ 5
8	Senden		3
			$\Sigma = 76-94$

Um alle Schritte aus Tabelle 1 abzuarbeiten, sind in Abhängigkeit der zu dokumentierenden Medikamente bis zu 94 Tastendrucke erforderlich. Hierbei sind Einloggen und die Angabe der Medikamentendosis die aufwendigsten Schritte. Eine zwischenzeitliche Analyse der abgeschlossenen Patienten, die in die Telemonitoringgruppe randomisiert wurden, zeigt, dass der Großteil von ihnen den Prozess der Dateneingabe und Übertragung nach einer telefonischen Einschulung problemlos durchführen konnte. Jedoch jeder Zehnte war nicht in der Lage oder nicht Willens das Mobiltelefon zur Dokumentation der Gesundheitsparameter handzuhaben. Dies zeigt, dass das Patienten-Terminal die Schlüsselstelle eines Telemonitoring-Konzepts mit patientenzentrierter Datenerfassung darstellt. Aufwendige und komplizierte Benutzerinteraktionen mit kleinem Tastenfeld und Display stellen vor allem für ältere Patienten einen Hinderungsgrund dar.

Aus diesem Grund erstrecken sich unsere Forschungsaktivitäten auch auf die Entwicklung und Evaluierung einfach zu bedienender Lösungen zur Dateneingabe. Es bestand die Intention ein Handybasiertes Patienten-Terminal zu entwickeln, das auf die manuelle Methode der Dateneingabe verzichten kann. Neben der Steigerung der Benutzerfreundlichkeit soll diese Lösung auch allen anderen Erwartungen eines idealen Patienten-Terminals, wie Fehlersicherheit, offline Dateneingabe, hohe Flexibilität und Adaptierbarkeit, gerecht werden. Dieses Vorhaben scheint durch den Einsatz von Mobiltelefonen, die über „Near Field Communication“ (NFC) Technologie verfügen, realisierbar.

2. Methoden

NFC ist ein von Philips und Sony entwickeltes Kommunikationsprotokoll, das kontaktlosen Datenaustausch zwischen zwei Geräten innerhalb weniger Zentimeter ermöglicht. Es basiert auf „Radio Frequency Identification“ (RFID) Technologie, wo das Schreib/Lesegerät als Master fungiert und einen oder mehrere passive Transponder kontaktlos ausläßt. NFC hingegen umgeht diese Master/Slave Trennung und erlaubt jedem der beiden Kommunikationsteilnehmer die Verbindung zum Gegenüber aufzubauen. Diese „peer 2 peer“ Kommunikation läuft im lizenzfreien Frequenzband von 13,56 MHz und erlaubt eine Datenrate von 106 bis 424kBit/s bei einer Reichweite von bis zu 10cm. Neben der Kommunikation zwischen zwei aktiven Teilnehmern erlaubt NFC auch den

Zugriff auf passive RFID Transponder und kontaktlose SmartCards diverser Standards wie MIFARE (Philips) und FeliCa (Sony) [5].

Der Datenaustausch startet automatisch ohne vorhergehende manuelle Benutzerinteraktion oder Konfiguration sobald die zwei Kommunikationsteilnehmer nahe genug aneinander gebracht werden. Die Verbindung bleibt solange bestehen bis der Datenaustausch erfolgt ist oder der Abstand zwischen den beiden Geräten die Maximaldistanz wieder überschreitet.

Ein großes Einsatzgebiet dieser Technologie sind mobile Bezahls- und Ticketing-Anwendungen, da ein NFC-fähiges Gerät auch als kontaktlose SmartCard fungieren kann. Aus diesem Grund wird diese Technologie vor allem in Mobiltelefone integriert werden, um damit berührungslos zu bezahlen. Im November 2004 veröffentlichte Nokia ein spezielles Cover womit das Mobiltelefon Nokia 3220 (Nokia, Helsinki, Finnland) mit NFC Funktionalität erweitert werden kann (Abbildung 2, a).



Abbildung 2: Nokia 3220 mit NFC Cover (a) und MIFARE RFID Tag (b)

Da NFC mit verschiedenen RFID Produkten kompatibel ist, kann die am Mobiltelefon laufende Applikation auch mit passiven RFID Transpondern interagieren. Abbildung 2, b zeigt einen Transponder in selbstklebender „Tag“ Ausführung.

Die Applikation im Handy basiert auf „Java 2 Micro Edition“ (J2ME) und kann auf die Hardware im Cover zugreifen. Diese Applikation wird auch automatisch gestartet nachdem z.B. das Mobiltelefon an ein anderes NFC-fähiges Gerät oder einen RFID Tag herangebracht wurde. Dieser automatische Verbindungsaufbau mit unmittelbar folgendem Applikationsstart kann sich für den Einsatz in einem Home monitoring-Szenario mit patientenzentrierter Datenerfassung als besonders geeignet erweisen.

3. Ergebnisse

Im Laufe eines aktuellen Projektes wurde ein NFC-Modul entwickelt, das in verschiedene medizinische Messgeräte integriert werden kann, um somit auf einfachem Wege die gemessenen Werte mittels NFC fähigem Mobiltelefon erfassen zu können.



Abbildung 3: NFC Modul in SMD Bauweise

Abbildung 3 zeigt das gefertigte Modul in SMD- Bauweise. Es trägt einen NFC-Chip (PN531, NXP, Gratkorn, Österreich) und einen integrierten Mikrokontroller (PIC16F88, Microchip, Chandler, Arizona), der über verschiedene Schnittstellen, I/Os und A/D Wandler verfügt, um das Modul an diverse Geräte individuell anzukoppeln [6].

Als erster Prototyp wurde ein handelsüblich erhältliches Blutdruckmessgerät (boso Medicus PC, BOSCH + SOHN GMBH U. CO. KG, Jungingen, Deutschland) mit diesem Modul ausgestattet. Dieser Prototyp erlaubt eine einfache webgestützte Tagebuchführung von Blutdruck und Puls. Nach der Beendigung der Messung muss der Anwender lediglich sein NFC-fähiges Mobiltelefon an das Blutdruckmessgerät herantreten (Abbildung 4). Dadurch wird automatisch die Verbindung zwischen den Geräten hergestellt, worauf unmittelbar die Applikation gestartet wird, welche die empfangenen Blutdruck- und Pulswerte direkt an die Monitoring-Zentrale via GPRS-Verbindung weiterleitet. Nach erfolgreicher Übertragung wird eine Bestätigung am Display des Mobiltelefons angezeigt, die nochmal die übertragenen Werte beinhaltet. Diese Werte können umgehend auf <http://nfc.telbiomed.at> nach Eingabe von Messgeräte-ID und Passwort eingesehen werden [7].



Abbildung 4: Prototyp für webgestützte Tagebuchführung von Blutdruck und Puls

Erste Versuche mit dem Prototypen zeigen, dass diese Methode allen Anforderungen an ein Patienten-Terminal für patientenzentrierte Datenerfassung gerecht werden kann.

4. Diskussion

4.1 Möglichkeiten im Rahmen der Mobitel Studie

Auf Basis dieses Prototypen wird nun ein System aus verschiedenen Komponenten entwickelt, das Herzinsuffizienz-Patienten erlaubt ihre gesundheitsrelevanten Parameter auf einfache und unkomplizierte Weise zu erfassen und an die Monitoring-Zentrale zu übermitteln. Zentrales Element ist das Mobiltelefon mit der eigens entwickelten Softwareapplikation, die Daten vom NFC-Modul und von RFID Tags lesen kann. Diese Informationen werden mit dem Zeitpunkt der Berührung verknüpft und abgespeichert. Verschiedene Parameter werden somit lokal gespeichert, die dann im Packet mit der Monitoring Zentrale synchronisiert werden.

In Bezug auf die momentan angewandte WAP-basierte Lösung (siehe Tabelle 1) könnte dieses System alle Schritte der Datenerfassungskette folgendermaßen vereinfachen:

1. *Einloggen:* Ein RFID Tag – eventuell hinter einem Photo des Patienten – könnte als Schlüssel fungieren. Nach Berührung dieses Tags könnte die Applikation automatisch starten und die darauf enthaltenen Logininformationen übernehmen.

2.-5. *Messwerte*: Durch Integration des NFC Moduls in Blutdruckmessgeräte und Personenwaagen können alle relevanten Messwerte für HI-Monitoring einfach erfasst werden.

6. *Medikamente*: Durch das Anbringen von RFID Tags auf Medikamentenverpackungen ist es möglich die Einnahme der Medikamente zu dokumentieren. Nach Berührung des Tags, auf dem Informationen wie Typ und Dosis/Pille vermerkt sind, erfragt die Applikation die Menge der eingenommenen Pillen und speichert den Zeitpunkt mit Typ und Dosis der Medikamenteneinnahme (Abbildung 5, a).

7. *Wohlbefinden*: Die Angabe des Befindens kann durch Berühren eines von fünf verschiedenen Symbolen erfolgen, die mit jeweils einem RFID Tag versehen sind. Dies veranlasst die Applikation das Wohlbefinden und den Zeitpunkt zu speichern.

7a. *Aktivität*: Um diesen Parameter zu dokumentieren, können RFID Tags an bestimmten Gegenständen (z.B. Fahrrad) angebracht sein. Nach Berührung des jeweiligen Tags wird der Zeitpunkt, die Tätigkeit und - nach Eingabe - auch die Dauer gespeichert (Abbildung 5, b).

8. *Datenübertragung*: Anstatt durch das Menü der Applikation bis zum Unterpunkt „Synchronisation“ zu navigieren, kann dieser Vorgang automatisch durch das Berühren eines bestimmten RFID Tags initiiert werden.

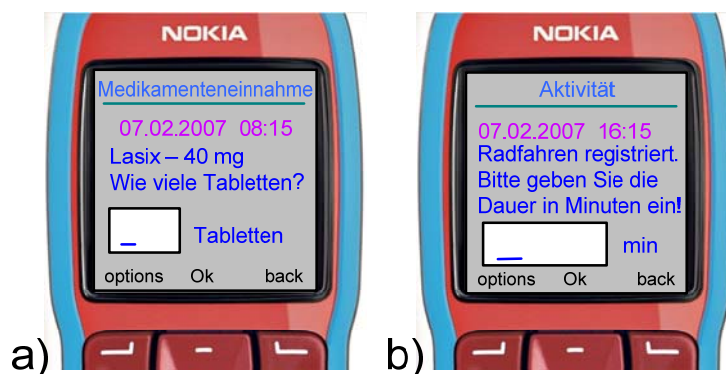


Abbildung 5: Displayanzeige nach Berührung eines an der Medikamentenverpackung (a) oder am Fahrrad (b) angebrachten RFID Tags

Dieses System würde die notwendigen Benutzerinteraktionen von bis zu 94 auf weniger als 15 Tastendrücken erheblich minimieren. Neben der hohen Benutzerfreundlichkeit bietet diese Lösung einen hohen Grad an Flexibilität und Adaptierbarkeit, erlaubt keine fehlerhafte Messwerteingabe und ist auch offline betriebsfähig.

5. Schlussfolgerung

Für die telemedizinische Betreuung von chronisch Kranken, ist es notwendig dem Patienten ein angemessenes Terminal zur Eingabe seiner Gesundheitsparameter zur Verfügung zu stellen. Die vermehrt in Mobiltelefonen integrierte NFC-Technologie hat das Potential als intuitives Bindeglied zwischen dem Patienten und der technischen Infrastruktur des Monitoring-Systems zu fungieren. Die einfache Gestik des Berührens erscheint als intuitive Form der Dateneingabe, die es dem Patienten erlaubt aktiv an seinem Selbstmanagement-Prozess mitzuwirken ohne dabei technisch überfordert zu werden. Vor allem ältere und technisch unversierte Patienten können von dieser Lösung profitieren, und auf einfache und intuitive Weise ihre Gesundheitsparameter erfassen.

6. Referenzen

[1] Holman H, Lorig K. Patients as partners in managing chronic diseases, British Medical Journal, vol. 320, 526 – 527, 2002

- [2] Scherr D, Zweiker R, Kollmann A, Kastner P, Schreier G, Fruhwald FM. Mobile phone-based surveillance of cardiac patients at home. *Journal of Telemedicine and Telecare* 12: 255-261, 2006
- [3] Kollmann A, Pusch W, Kastner P, Ludvik B, Scherr D, Zweiker R, Fruhwald FM, Schreier G. Patient centred health data acquisition using mobile phones. *Proc. IASTED International Conference BIOMEDICAL ENGINEERING*, Innsbruck, AT, 2005
- [4] Hakim L. *Web Mobile-Based Application for Healthcare Management* (isworld, 2006)
- [5] NXP. Near Field Communication. [Online], zuletzt besucht: Feb 2007. unter: <http://www.nxp.com/products/identification/nfc>
- [6] Morak J. *Patienten-Terminal zur intuitiven Erfassung von Gesundheitsdaten basierend auf NFC Technologie* (Diplomarbeit, Technische Universität Graz, Österreich, 2006)
- [7] Morak J, Kollmann A, Kastner P, Schreier G. NFC- the Intuitive Link Between Patients and eHealth, *Proc. of Med-e-Tel*, 42-45, 2006