

TELEMEDIZINISCHES THERAPIE-MANAGEMENT-SYSTEM MIT REGELBASIERTEM AKTIVEM PATIENTEN-FEEDBACK

Pinsker M¹, Kastner P¹, Ludvik B², Schindler K², Schreier G¹

Kurzfassung

Diese Arbeit stellt ein telemedizinisches System für die Unterstützung von Arzt und Patient bei der Optimierung der Behandlung von Diabetes Mellitus vor. Diese Unterstützung basiert auf der automatischen Auswertung der patientenbezogenen Daten und einer periodischen regelbasierten Feedback-Nachricht, die den Patienten / die Patientin über Abweichungen von Zielwerten der Vital-Parameter und individuell eingestellten Insulin-Korrektur-Algorithmen informiert.

1. Einleitung

Patienten mit chronischen Krankheiten wie Diabetes Mellitus benötigen eine lebenslange Behandlung, um eine Verschlechterung ihres Zustandes so lange wie möglich zu verhindern. Hierfür ist eine individuelle (medikamentöse) Einstellung der Patienten [1] und kontinuierliches Monitoring der Therapie nötig. Aus diesem Grund werden Patienten angehalten ihre Vital-Parameter in Listen, Tabellen oder Tagebüchern festzuhalten, um eine solide Basis für eine weitere Beurteilung und Therapie-Adaption zu erhalten. Bei diesen konventionellen Therapie-Management-Methoden ist allerdings die Compliance (Therapietreue) des Patienten oft sehr gering, außerdem ist die Interpretation von handgeschriebenen Daten zeitaufwändig und fehleranfällig [2]. Computerunterstützte Lösungen für die Verwaltung und Darstellung patientenbezogener Daten haben sich hier in den letzten Jahren durchgesetzt. Weiters findet die Verwendung von Handys als Patiententerminal aufgrund der hohen Verbreitung und des Vorteils der hohen Mobilität großen Anklang [3]. Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Erweiterung dieser Plattform (serverbasierte Verwaltung von Gesundheitsdaten, Handy als Patiententerminal) um ein automatisches Patienten-Feedback, mit dem Ziel durch eine stärkere Involvierung der Patienten in ihre Behandlung den open-loop Prozess des Therapie-Managements zu schließen.

¹ Biomedical Engineering / eHealth systems, Austrian Research Centers GmbH - ARC, Wien

² Universitätsklinik für Innere Medizin III, Medizinische Universität Wien

2. Methoden

Für die Optimierung des Behandlungsplans von Patienten mit chronischen Krankheiten wurden die folgenden Schlüsselmethoden realisiert:

- Regelmäßige (häufige) Erfassung und Übertragung von Vital-Parametern (Blutzucker, Blutdruck, Gewicht, ...) und Dosierung von Medikamenten (Prandial-Insulin, Basal-Insulin, ...) durch die Patienten
- Serverbasierte Verwaltung, (graphische) Darstellung, statistische Analyse und regelbasierte Interpretation der übertragenen Daten
- Aktives Feedback mit Hilfe der regelbasierten Interpretation, das die Patienten über ihren aktuellen Zustand informiert und Anweisungen für eine Verbesserung dieses Zustandes beinhaltet.

Die Kommunikationswege zwischen Arzt, Patient und Monitoring-Zentrale sind zusammen mit den einzelnen Systemkomponenten in Abbildung 1 zu sehen.

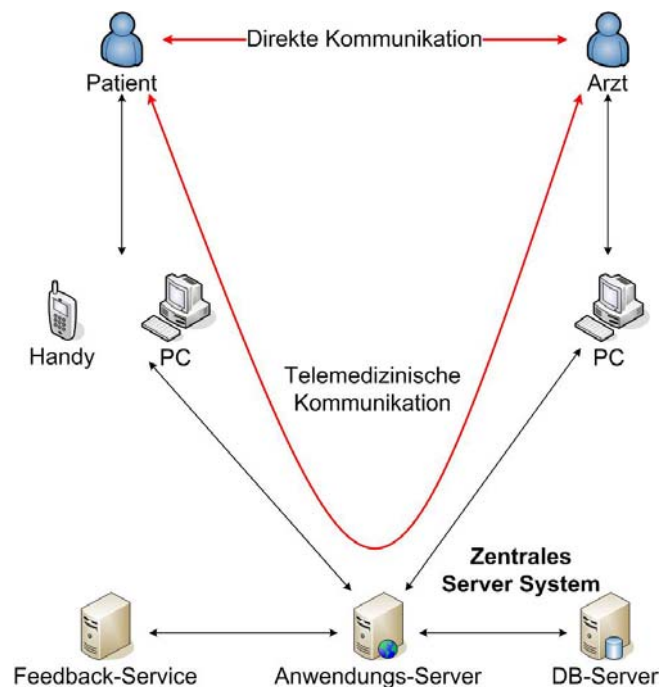


Abbildung 1: Komponenten des Therapie-Management-Systems mit den bevorzugten Kommunikationswegen

2.1. Handy als Patiententerminal

Für die regelmäßige Erfassung von relevanten Vital-Parametern und der Einnahme (Dosierung) verschriebener Medikamente wurde eine J2ME (Java 2 Platform Micro Edition) Applikation entwickelt. Diese Java-Applikation dient nach Installation auf dem Handy als Patiententerminal mit grafischer Benutzeroberfläche für die Speicherung und Übertragung gemessener Vital-Parameter, eingenommener Medikamente, Aktivität (Sport) und Befinden. Außerdem ermöglicht die Software eine Interaktion / Kommunikation der Monitoring-Zentrale mit den Patienten. Sobald eine neue Nachricht (Feedback) auf dem Server verfügbar ist, wird der Patient / die Patientin informiert und erhält die Option die Nachricht abzurufen.

2.2 Monitoring-Zentrale

Das Kernsystem wurde als sicheres Server-System, bestehend aus einer Datenbank (PostgreSQL) und einem Applikations-Server (Zope) realisiert, um den Empfang, die Speicherung und Verwaltung der Patientendaten zu ermöglichen. Die Monitoring-Zentrale unterstützt den behandelnden Arzt mit der Verwaltung der Patienten (Klinische Untersuchungen, individuelle Medikation, Zielbereiche für Vital-Parameter) und stellt außerdem verschiedene grafische Darstellungsformen für die erfassten Messwerte zur Verfügung.

2.3 Regelbasierte Interpretation der Vital-Parameter

Das Kernsystem der Monitoring-Zentrale wurde um die regelbasierte Interpretation der patienten-nahen medizinischen Daten erweitert. Dies wurde durch die Implementierung eines Java-Servlets (verwendeter Server: Apache Tomcat Servlet Container) für die Ausführung verschiedener Aufgaben realisiert. Für die regelbasierte Interpretation der Daten wurde die Business-Rule-Engine JBoss Rules (JBoss, Red Hat, Atlanta, USA) in das Servlet eingebettet.

Die Rule-Engine vergleicht Fakten des Arbeitsspeichers (working memory) mit Regeln des Produktionsspeichers (production memory). Nachdem die Daten des Patienten dem Arbeitsspeicher hinzugefügt wurden, erfolgt die Abarbeitung der Initialisierungsregeln (d.h. diese Regeln „feuern“), welche die Vollständigkeit der notwendigen Daten überprüfen und die statistische Analyse für die Generierung von weiteren Feedback-Informationen initiieren. Im Anschluss an diese Vorverarbeitung werden jene Regeln gefeuert, die den Feedback-Text erzeugen. Unter Berücksichtigung der Zielbereiche und der übertragenen Daten erfolgt eine Beurteilung des aktuellen Zustandes verschiedener Parameter (Blutzucker, Blutdruck, Gewicht, Aktivität, ...) und Anweisungen, wie dieser Zustand zu verbessern ist. Die generierte statistische Zusammenfassung und das textbasierte Feedback werden zum Kernsystem der Monitoring-Zentrale mit XML-RPC (Extensible Markup Language – Remote Procedure Call) übertragen.

3. Ergebnisse

Das gesamte System wurde implementiert und technisch validiert. Hierfür wurden Daten von 10 realen Patienten einer vorangegangenen klinischen Studie (Dauer mindestens 3 Monate pro Patient) mit ähnlichem Daten-Akquirierungskonzept herangezogen (jedoch ohne Patienten-Feedback). Das wöchentlich generierte textbasierte Feedback-Service wurde für Patienten mit Diabetes Mellitus (Typ I und II) implementiert. Die verwendete Regelbasis besteht aus 27 Regeln und erzeugt 26 verschiedene, kombinierbare Feedback-Komponenten. Diese beinhalten eine statistische Zusammenfassung, textbasierte Beurteilung des aktuellen Zustands und Anweisungen, die eine Verbesserung dieses Zustandes (wenn nötig) zum Ziel haben.

Die numerische (statistische) Zusammenfassung bezogen auf eine Woche besteht aus:

- Anzahl der übertragenen Blutzuckerwerte
- Mittelwert des Blutzuckers
- Prozentsatz der hohen, niedrigen und normalen Blutzuckerwerte
- Anzahl der aufgezeichneten Hypoglycämien
- Mittlerer systolischer und diastolischer Blutdruck

- Mittlere Dosierung von Basal- und Prandial-Insulin pro Tag
- Mittlere Einnahme von Broteinheiten pro Tag
- Mittlere Aktivität pro Tag
- Mittleres Gewicht

Der textbasierte Anteil des Feedbacks berücksichtigt den mittleren Blutzucker, auftretende Blutzucker-Schwankungen, Verteilung des Blutzuckers (hoch, niedrig, normal), falsche Dosierung des Insulins, den mittleren Blutdruck, die durchgeführte Aktivität und das Gewicht.

Nachfolgend ist beispielhaft eine generierte Feedback-Nachricht angeführt:

20.05.2006 – 27.05.2006

<i>Eingetroffene BZ-Werte</i>	<i>34</i>
<i>Mittlerer BZ</i>	<i>113 mg/dl</i>
<i>IM ZIELBEREICH</i>	<i>52 %</i>
<i>ZU HOCH</i>	<i>26 %</i>
<i>ZU NIEDRIG</i>	<i>27 %</i>
<i>HYPOS</i>	<i>0</i>
<i>Blutdruck</i>	<i>0/0</i>
<i>Basal-Insulin</i>	<i>22.9 IE/Tag</i>
<i>Prandial-Insulin</i>	<i>35.5 IE/Tag</i>
<i>Broteinheiten</i>	<i>26.7 BE/Tag</i>
<i>Aktivität</i>	<i>34 min/Tag</i>
<i>Gewicht</i>	<i>75 kg</i>

Ihr mittlerer Blutzucker (113 mg/dl) liegt im Zielbereich. Jedoch schwanken Ihre BZ-Werte stark um den Zielbereich (80-160), d.h. 50% der BZ-Werte liegen außerhalb.

Laut Ihren Algorithmen haben Sie das Prandial-Insulin 6x zu HOCH und 4x zu NIEDRIG dosiert. Geben Sie bei der Dosierung des Insulins mehr acht!

Sie haben diese Woche keine Blutdruckdaten übermittelt. Bitte messen Sie auch regelmäßig Ihren Blutdruck!

Ihre übermittelte Aktivität entspricht Ihren Zielvorgaben. Weiter so!

Ihr Gewicht (75 kg) liegt im Zielbereich. Versuchen Sie dieses Gewicht zu halten!

4. Diskussion

Die Verwendung von Handys als Patiententerminal vereinfacht die Speicherung der Gesundheitsdaten, erleichtert die Übertragung der gemessenen Parameter und bietet außerdem die Möglichkeit Feedback-Informationen jederzeit abzurufen und ist deshalb hervorragend als Patiententerminal geeignet.

Die Monitoring-Zentrale ermöglicht dem behandelnden Arzt die einfache Verwaltung seiner Patienten und unterstützt ihn bei der Beurteilung oft großer Datenmengen mit z.B. grafischer Darstellung der gemessenen Parameter.

Eine wichtige Herausforderung für die Optimierung der Therapie chronischer Krankheiten wurde bis jetzt nicht behandelt. Für die individuelle Therapieoptimierung muss eine häufige und korrekte Übertragung der relevanten Gesundheitsdaten gewährleistet sein. Dazu müssen die Patienten stark

in den Therapieprozess involviert werden, um ihre Compliance auf einem hohen Level zu halten. Dieses Ziel soll durch das wöchentlich übermittelte Feedback erreicht werden.

Bei der Evaluierung des Feedback-Service mit bestehenden Patientendaten zeigten sich große Abweichungen zwischen den vom Arzt empfohlenen Therapiemaßnahmen (Dosierung von Korrekturinsulin) und den übertragenen Datensätzen. Durch die Rückmeldung dieser Abweichungen an den Patienten kann ein signifikant positiver Effekt auf die Stoffwechseleinstellung erwartet werden. Diese These wird in einer randomisierten, kontrollierten Studie evaluiert.

5. Referenzen

- [1] Howorka K. Functional Insulin Treatment: Principles, Teaching Approach and Practice. 2. ed., Springer, Berlin Heidelberg, Germany, 1996, pp. 20-128.
- [2] Holman H, Lorig K. Patients as partners in managing chronic diseases. *British Medical Journal*, 2002; 320: 526-527.
- [3] Scherr D, Zweiker R, Kollmann A, Kastner P, Schreier G, Fruhwald FM. Mobile phone-based surveillance of cardiac patients at home. *J Telemed Telecare*, 2006; 12(5): 255-261