

Ein Smartphone-basiertes Framework für Patientenfernüberwachung

Augusto Garcia-Agundez, Saroj Sharma, Tim Dutz, Stefan Göbel

Fachgebiet Multimedia Kommunikation, Technische Universität Darmstadt

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt eine Anwendung zur Fernüberwachung von Patienten (Remote Patient Monitoring, RPM) vor. Mit der Anwendung kann unter anderem die Einhaltung von Therapievorschriften überwacht, eine Arzneimittelwechselwirkungsprüfung durchgeführt und wichtige Vitaldaten gesammelt werden, z.B. Herzfrequenz und Handtremor. Derartige Anwendungen können nicht nur die Therapie-Adhärenz erhöhen, sondern zusätzlich auch nicht vor Ort befindliches medizinisches Fachpersonal sehr zeitnah über etwaige kritische Veränderungen des Gesundheitszustandes informieren.

1 Einleitung und Stand der Technik

Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere die sog. Ischämische Herzkrankheit, also eine Minderdurchblutung der Koronararterien, sind die Hauptursache für Todesfälle weltweit: sie verursachten bereits 7,6 Millionen Todesfälle im Jahr 2015 - für das Jahr 2030 erwartet die WHO 9,2 Millionen Todesfälle (WHO). Die ständige Überwachung von Risikogruppen reduziert nachweislich deren Morbidität (Klersy et al. 2009), allerdings zielen die meisten Überwachungsmethoden dabei darauf ab, dass Patienten selbständig die notwendigen Daten erheben und diese in einem zweiten Schritt an das medizinische Fachpersonal kommunizieren.

Moderne Smartphones ermöglichen das Erfassen und Verarbeiten von physiologischen Signalen ohne zusätzliche Geräte, etwa das Erfassen der Herzfrequenz (Jonathan and Leahy 2010), oder das Erfassen eines Handtremors (Kostikis et al. 2015). Hierzu bedienen sich diese Geräte etablierter Methoden, wie etwa der Photoplethysmographie (PPG) oder Filtertechniken wie der Hilbert-Huang Transformation (HHT).

Dieser Beitrag beschreibt unsere Arbeit an einer Android-basierten Open-Source Anwendung, die das Einhalten von Medikationsplänen und das fernmedizinische Überwachen des Gesundheitszustands des Patienten ermöglicht. Die Anwendung greift dabei auf schnelle Kommunikationsmittel wie SMS und internetbasierte Datenübertragung zurück, um einen konstanten, automatisierten Informationsfluss zwischen Patient und medizinischem Fachper-

sonal herzustellen und so eine schnelle Reaktion in potentiell kritischen Situationen zu ermöglichen. Hierbei profitiert die Applikation von den verschiedenen Vorzügen mobiler Geräte, wie etwa deren Anpassungsfähigkeit, Pervasivität und Kosteneffizienz.

2 Konzept und Implementierung

Das von uns entwickelte Konzept besteht aus vier Komponenten: Medizinische Erinnerungsnachrichten, Pulsmessung, Handtremormessung und zentrale Datenspeicherung.

Die Erinnerungsnachrichten werden von medizinischem Fachpersonal eingerichtet und werden dann dem Patienten zum entsprechenden Zeitpunkt angezeigt. Diese Erinnerungsnachrichten können zudem bei Bedarf mit einer automatisierten Messung der Herzfrequenz und/oder des Handtremors gekoppelt werden, so dass auf diese Weise die regelmäßige Datenerhebung sichergestellt werden kann. Die Ergebnisse einer solchen Messung stehen dem Fachpersonal dann unmittelbar zur Verfügung. Im Fall von Therapieanpassungen und damit einhergehenden Änderungen der Medikation kann die amerikanische *National Library of Medicine (RxNav)* konsultiert werden. Der automatisierte Zugriff über die entsprechende API prüft dann den vorgesehenen Medikationsplan auf etwaige Wechselwirkungen und informiert im Fall eines Fundes sowohl Patient als auch medizinisches Fachpersonal. Hierdurch reduziert sich das Risiko unerwünschter pharmakologischer Effekte auf ein Minimum.

Die Pulsmessung erfordert kein zusätzliches Gerät. Vielmehr ermöglicht es ein robuster PPG-Algorithmus dem Patienten, durch Auflegen des Zeigefingers auf die Kameralinse seinen Puls direkt mit dem Smartphone zu messen. Die Autoren konnte in der Vergangenheit bereits nachweisen, dass die Genauigkeit eines solchen Ansatzes nur unwesentlich von der Genauigkeit dedizierter, hochpreisiger Pulsmesser abweicht (Garcia-Agundez, Dutz, and Goebel). Sofern bei dieser Messung Anzeichen für das Vorliegen einer Tachykardie oder Bradykardie erkannt werden, wird automatisch eine entsprechende Alarm-SMS an das medizinische Personal gesendet. Durch die Wahl dieses Kommunikationswegs soll sichergestellt werden, dass kritische Informationen auch dann weitergeleitet werden, falls sich das Smartphone nicht unmittelbar mit dem Internet verbinden kann.

Die Messung des Handtremors erfolgt über die Beschleunigungssensoren des Smartphones (Accelerometer). Die über alle drei Achsen ermittelten Beschleunigungsdaten des Geräts werden dabei durch einen HHT-Filter verarbeitet (Ayache, Al-Ani, and Lefaucheur 2014) und die Ergebnisse der Messung an den Datenserver geschickt, wo sie mittels des Serverbrowsers durch das medizinische Personal eingesehen werden können.

Auf einem zentralen Datenbankserver¹, auf den nur das medizinische Fachpersonal Zugriff hat, werden die Vitaldaten des Patienten gespeichert.

¹ Den Datenbankserver benutzt SQLite3 und die Daten sind auf eine MySQL2 Datenbank gespeichert. Die smartphone-to-server Kommunikation vom Patienten zum Datenserver erfolgt dabei mittels Volley (<https://developer.android.com/training/volley>). Der durch das medizinische Personal nutzbare Serverbrowser verwendet das JSON4-Format. Die Datensicherheit der Benutzerkonten wird durch MD5-codierte Passwörter gewährleistet.

3 Ausblick

Eine für die nahe Zukunft geplante Erweiterung der Anwendung ist u.a. die Integration einer automatisierten Sturzerkennung. Zudem wäre die Anbindung an eine europäische Medikamentendatenbank nach dem Vorbild der Anbindung an die amerikanischen *National Library of Medicine* wünschenswert, da dies die Nützlichkeit unsere Anwendung für Europäer erhöhen würde.

Literaturverzeichnis

- Ayache, S. S., T. Al-Ani, and J. P. Lefaucheur. (2014). 'Distinction between essential and physiological tremor using Hilbert-Huang transform', *Neurophysiol Clin*, 44: 203-12.
- Garcia-Agundez, A., T. Dutz, and S. Goebel. 'Heart Rate Measurement in Real-life Scenarios: Adapting Smartphone-based Photoplethysmography to suboptimal Conditions', Manuscript in Preparation.
- Jonathan, E., and M. Leahy. (2010). 'Investigating a smartphone imaging unit for photoplethysmography', *Physiol Meas*, 31: N79-83.
- Klersy, C., A. De Silvestri, G. Gabutti, F. Regoli, and A. Auricchio. (2009). 'A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients', *J Am Coll Cardiol*, 54: 1683-94.
- Kostikis, N., D. Hristu-Varsakelis, M. Arnaoutoglou, and C. Kotsavasiloglou. (2015). 'A Smartphone-Based Tool for Assessing Parkinsonian Hand Tremor', *IEEE J Biomed Health Inform*, 19: 1835-42.
- RxNav. 'United States National Library of Medicine', Accessed 06/16. <https://rxnav.nlm.nih.gov/>.
- WHO. 'Projections of mortality and causes of death, 2015 and 2030', Accessed 06/16. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/projections/en/.

Disclaimer

„This product uses publicly available data from the U.S. National Library of Medicine (NLM), National Institutes of Health, Department of Health and Human Services; NLM is not responsible for the product and does not endorse or recommend this or any other product.“

Kontaktinformationen

Augusto Garcia-Agundez, M.Sc., Rundeturmstraße 10, 64283 Darmstadt, Deutschland
E-Mail: augusto.garcia@kom.tu-darmstadt.de, Telefonnummer: +49 (0) 6151 16 20392,