

Multiparameter-Messplattform mit Bluetooth-Anbindung zum Aktivitätsmonitoring

Robert Diemer, Andreas Gasser, Georg Färber

Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme, Technische Universität München

ZUSAMMENFASSUNG:

Ziel dieser Arbeit war die Hard- und Software-Entwicklung zum Aufbau einer Messplattform. Mit Hilfe dieser Plattform ist es nun möglich, mehrere Parameter wie Herzfrequenz, Beschleunigung in allen drei Raumkoordinaten, zwei verschiedene Temperaturwerte und eine Kapazität mobil zu erfassen, abzuspeichern und mit Hilfe der Funktechnologie Bluetooth an einen Computer bzw. ein Mobiltelefon zu übertragen. Das Mobiltelefon fungiert dabei als Router, so dass die erfassten Daten über eine TCP/IP-Verbindung in einer Datenbank abgespeichert werden um entweder direkt oder zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet zu werden. Die Messplattform wird an der Hüfte mittels einer Befestigung am Gürtel getragen und behindert durch die geringen Abmessungen den Träger in keiner Weise. Durch den geringen Stromverbrauch von etwa 35mA kann ein dauerhaftes Monitoring über eine Zeitspanne von ca. 50 Stunden garantiert werden, ohne dass die Akkumulatoren neu geladen werden müssen.

EINLEITUNG:

Im Rahmen des Projekts „InPriMo – Individuelle Prävention mit mobilen Endgeräten der Zukunft“ wird ein ganzheitliches System zum 24/7-Monitoring von Vitalparametern im Alltagsleben entwickelt. Ziel des Projekts ist die Schaffung der technischen Voraussetzungen für ein dauerhaftes Monitoring. Um diese Kontinuität der Messungen zu erreichen, müssen viele Randbedingungen bezüglich der Sensorik eingehalten werden. Zur Zeit sind bereits viele medizinische Sensoren am Markt, die meisten können allerdings nur im klinischen Bereich eingesetzt werden. Somit müssen unter anderem neue Sensoren für Vitalparameter wie Herzfrequenz, EKG, Atemfrequenz /-volumen, Blutdruck, Temperatur, Hautleitfähigkeit, Hautfeuchtigkeit, Blutsauerstoffsättigung, etc. erforscht werden. Zudem liegt eine große Herausforderung in der Signalverarbeitung und der Entwicklung von besseren bzw. neuen Auswertelgorithmen, da die Daten unter ungünstigen Bedingungen mit Bewegungsartefakten aufgenommen werden. Die so gewonnenen Daten werden drahtlos am Körper

gesammelt und über ein mobiles Endgerät (Handy, PDA, etc.) an einen zentralen Server geleitet. Dort findet dann eine weitergehende Auswertung der Daten statt, um semi-automatisch Informationen über den Gesundheitszustand einer Person zu erhalten. Dieses System kann dazu verwendet werden, Krankheiten, die auf Grund einer ungesunden Lebensweise entstehen, präventiv zu bekämpfen (z.B. mehr Bewegung als Mittel gegen Herz-Kreislauf-Krankheiten). Aber auch Folgeschäden können bei plötzlich eintretenden Gefahrensituationen wie Herzinfarkt oder Schlaganfall verringert werden, da der Notarzt Zugriff auf die Historie der Vitalparameter besitzt und somit eine wesentlich bessere Diagnose stellen kann. Aus dieser Motivation heraus wurde die im folgenden genauer beschriebene Multiparameter-Messplattform entwickelt.

AUFBAU:

Mit Hilfe der Messplatine ist es möglich, vier verschiedene Parameter zu erfassen. Diese sind:

- Temperatur (Körperoberfläche und Umgebungsluft)
- Beschleunigung (x-, y-, z-Richtung)
- Kapazität der Haut
- Zeit zwischen Herzschlägen

Aus Gründen der Energieversorgung werden die Daten auf der Platine für ca. zehn Minuten zwischengespeichert und anschließend in einem Block übertragen. Dies hat den Vorteil, dass die stromverbrauchende Kommunikationsverbindung über Bluetooth nicht kontinuierlich aufrecht erhalten werden muss, sondern nur periodisch für einen Bruchteil der Messzeit aktiv ist.

Zur Temperaturmessung wird ein NTC-Temperatursensor verwendet. Mit Hilfe einer Ein-Punkt-Kalibrierung und der Gleichung nach Steinhart-Hart (Gleichung 1,) ist eine Genauigkeit von $<0,1^{\circ}\text{C}$ möglich. Um eine Abhängigkeit der Körperoberflächentemperatur von der Umgebungstemperatur bestimmen und eliminieren zu können, werden beide Temperaturen mit einer Rate von wahlweise 5Hz oder 10Hz á 12 Bit abgetastet (siehe Abbildung 1).

$$\frac{1}{T} = a + b \cdot \ln(R) + c \cdot \ln(R)^3$$

Gleichung 1: Steinhart-Hart Gleichung zur Beschreibung des Temperatur-Widerstandsverhalten eines NTC

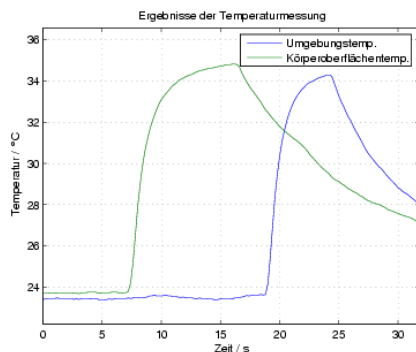


Abbildung 1: Test-Temperaturverlauf mit Erwärmung durch Berühren mit dem Finger

Für die Beschleunigungsmessung wurden zwei 2-Achs-Accelerometer-Bausteine der Firma *Analog Devices* verwendet. Mit diesen Bausteinen können Werte bis zur fünffachen Erdbeschleunigung gemessen werden. Dies ist notwendig, damit auch Stürze detektierbar sind. Die beiden Bausteine sind orthogonal zueinander montiert, so dass Beschleunigungen in allen drei Raumrichtungen gemessen werden. Eine Achse ist dabei redundant vorhanden, die zu Kalibrierzwecken verwendet werden kann. Die Beschleunigungen werden mit 12 Bit und 200Hz abgetastet (siehe Abbildung 2)

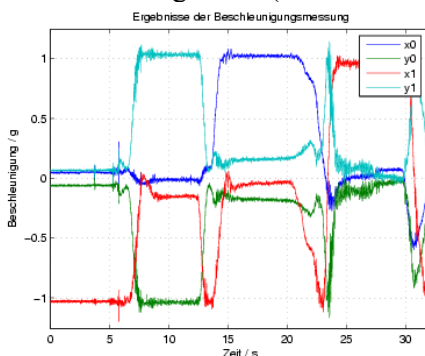


Abbildung 2: Test der Beschleunigungssensoren, y0 und y1 beschreiben die selbe Koordinate, allerdings mit negativem Vorzeichen (ohne Kalibrierung)

Ein weiterer interessanter Parameter ist die Messung der Hautkapazität. Mit Hilfe dieses Wertes kann auf den Hydratationsstatus der Haut geschlossen werden. Die Bestimmung erfolgt mit Hilfe der Messung der Zeitkonstanten von der Entladekurve einer Referenzkapazität, deren Wert sehr genau bekannt ist. Durch einfache Verhältnisrechnung wird nun auf die Hautkapazität geschlossen.

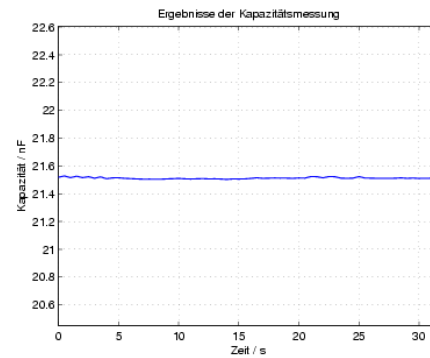


Abbildung 3: Messung der Kapazität eines 22nF-Kondensators

In Korrelation mit der Körperoberflächentemperatur ergeben sich dann viel versprechende Aussagen darüber, ob die Testperson zum Beispiel vor Anstrengung oder auf Grund von Angst und Panik kalt schwitzt. Diese Information ist sehr wertvoll, denn damit können andere (Vital-) Parameter wie EKG oder Blutdruck wesentlich besser eingeordnet und somit der aktuelle Aktivitätszustand des Körpers bestimmt werden.

Als letzter Parameter wird die Zeit zwischen den Herzschlägen gemessen. Dazu wird das Signal eines Polar-Brustgurtes verwendet. Daraus kann dann die Herzratenvariabilität bestimmt werden und anhand dieser sind weitere gesundheitlich relevanten Aussagen möglich.

Über ein vorgesehenes Interface ist die Plattform mit weiteren Sensoren leicht erweiterbar.

RESULTATE:

Erste Messungen zeigten, dass es mit Hilfe dieser Messplattform möglich ist, wichtige Parameter über eine längere Zeit aufzunehmen und daraus auf einen groben Aktivitätszustand wie körperliche Anstrengung oder Ruhe zu schließen.

DANK:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technik unter dem Förderkennzeichen 01 MG 534 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

REFERENZEN:

- [1] Andreas Gasser, "Entwurf einer Multisensor-Plattform mit Bluetooth-Anbindung zur mobilen Vitalparameterüberwachung", Diplomarbeit am Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme, 2006
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Steinhart-Hart_equation
- [3] http://www.analog.com/en/prod/0,2877,ADX_L320,00.html