

Applikationshinweis

PHYTEC Messtechnik GmbH

Robert-Koch-Str. 39, 55129 Mainz
Telefon: (06131) 9221-0
Telefax: (06131) 9221-33

Demosystem zur berührungslosen Körpertemperaturprüfung mit kostengünstigen Wärmebildsensoren

Seite 1 von 5

Produkte:

- phyCAM Wärmebildkameras VM-050, VM-051
- Thermal Imaging Kit phyBOARD Nunki (KPB-02301-Video-L03)
- 7" Display-Kit (KPEB-AV-02)

Zugehöriges Material:

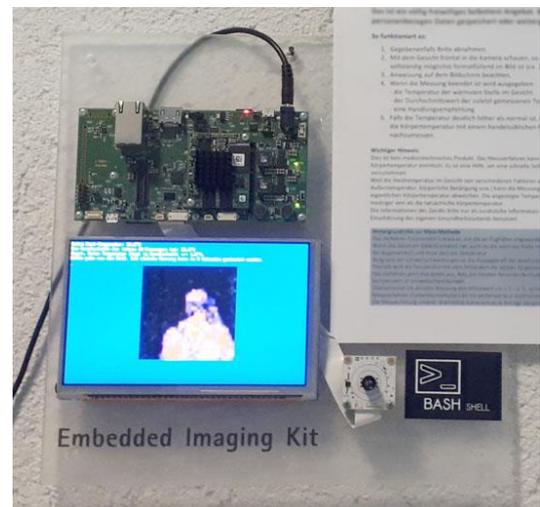
- Demo-Package "Body Temperature Tester Demo" Version A2

Revision History

Version	Änderungen	Bearbeiter	Datum
A0	Initial	M. Klahr	10.04.2020

Einleitung

Im Rahmen der Gesundheitsvorsorge werden - beispielsweise an Flughäfen – mit Wärmebildkameras berührungslose Gesundheitschecks der Passagiere durchgeführt. Mittels der Thermografie wird dabei ihre Hauttemperatur im Gesicht gemessen. Personen mit auffällig hohem Temperaturwert können so gezielt angesprochen und gebeten werden, sich einer genauen Messung ihrer Körpertemperatur zu unterziehen. Im Gesundheitswesen, sensiblen Bereichen wie der Seniorenbetreuung, aber auch zur Vorsorge und Risikominimierung am Arbeitsplatz kann eine Selbstkontroll-Station gute Dienste leisten. Personen können so regelmäßig im Vorbeigehen prüfen, ob ihre Körpertemperatur auffällig oder unauffällig ist, In diesem Konzeptpapier wird eine Lösung mit kostengünstigen Komponenten skizziert, mit denen eine solche Kontrollstation in der Breite installiert werden könnte.



Konzept

Die hier skizzierte Selbstkontroll-Station soll folgende Funktion besitzen:

Das System besteht aus einer einfachen Wärmebild-Kamera, einem Embedded-Rechner und einem Benutzer-Display. Es wird etwa in Augenhöhe an der Wand installiert. Um die Anwendung vollkommen berührungslos zu gestalten, soll das System automatisch erkennen, wenn eine Person vor die Kamera tritt und dann eine Messung der Oberflächentemperatur des Gesichts vornehmen.

Zur Selbstkontrolle zeigt das Display dem Benutzer sein Temperaturbild als Falschfarben-Darstellung an und gibt nach erfolgter Messung den Temperaturwert der Haut, einen Vergleichswert und eine Handlungsempfehlung aus. Der Vergleichswert ist insofern nützlich, da situations- und tageszeitbedingt der absolute Wert der Hauttemperatur durchaus von der interessierenden Körperkerntemperatur abweichen kann. Eine

Lösungsmöglichkeit für dieses Problem ist eine gleitende situative Anpassung des Referenzwerts, indem jeweils das statistische Mittel der letzten n Messungen gebildet wird und der aktuelle Messwert mit diesem verglichen wird. Eine Temperaturabweichung von mehr als 1 oder 2°C nach oben kann dann eine Schwelle zur Ausgabe einer Handlungsempfehlung bilden.

Natürlich hat ein derart einfach aufgebautes System seine Grenzen. So ist die Verfälschung des Referenzwerts durch Fehlmessungen denkbar und eine Grundvoraussetzung ist, dass die Mehrheit der gemessenen Personen unauffällige Temperaturwerte haben. Die vorgestellte Lösung ist aus diesem Grund als Konzeptstudie zu verstehen. Für die Ausentwicklung marktreifer Lösungen könnten beispielsweise statistische Lösungen unter Einbeziehung von Tagesverläufen und Grenzwerten oder auch KI-basierte Ansätze verwendet werden.

Hinweis:

Das in dieser Application Note vorgestellte System hat den Status einer Konzeptstudie und ist kein medizintechnisches Produkt. Es ist nicht ausreichend verifiziert um in dieser Form im Feld eingesetzt zu werden.

Systemaufbau



Um die Hardwarekosten des Systems gering zu halten, werden Wärmebild-Kameramodule mit relativ geringer Bildauflösung verwendet. Für den Versuchsaufbau wurde das phyCAM-Wärmebildmodul VM-050-050 verwendet, das eine Auflösung von 32 x 32 Pixeln hat. Für eine höher auflösende Bildwiedergabe kann an die Applikation das Modul VM-051-105 mit einer Auflösung von 80 x 64 Pixeln angeschlossen werden. Beide Module besitzen einen integrierten ISP (Image Signal Processor), der die Daten des Wärmebild-Sensors so korrigiert, dass die ausgegebenen Pixelwerte direkt als Temperaturwerte interpretiert werden können.

Außerdem realisiert der ISP eine Reihe von Sonderfunktionen, die wir im folgenden benutzen werden, um die Applikationssoftware besonders einfach zu gestalten.

Als Brennweite für die Germanium-Optik der Wärmebild-Sensoren wurde ein Wert von ca. $f = 5$ mm (VM-050-050) bzw. $f = 10,5$ mm (VM-051-105) gewählt. Damit wird das Gesicht einer Person aus einem Abstand von ca. 40 cm relativ formatfüllend aufgenommen.

Die Sensoren haben eine Temperrauflösung von 0,1 K, was für die Anwendung vollkommen genügt.

Für die Auswertung der Bilddaten wird das Embedded Imaging Kit „phyBOARD Nunki“ mit NXP i.MX6 – Prozessor eingesetzt. Das Kit verfügt über zwei phyCAM-Kameraeingänge, an die das VM-050 oder VM-051 Wärmebild-Modul direkt angeschlossen werden kann. Für diese Demo wird lediglich der Camera Port 0 benötigt. Der zweite Eingang ist nicht belegt, hier könnte parallel ein Kameramodul für den sichtbaren Wellenlängenbereich (z.B. VM-010) angeschlossen werden, um Wärme- und Realbild zu überlagern oder weitere Funktionen zu realisieren.

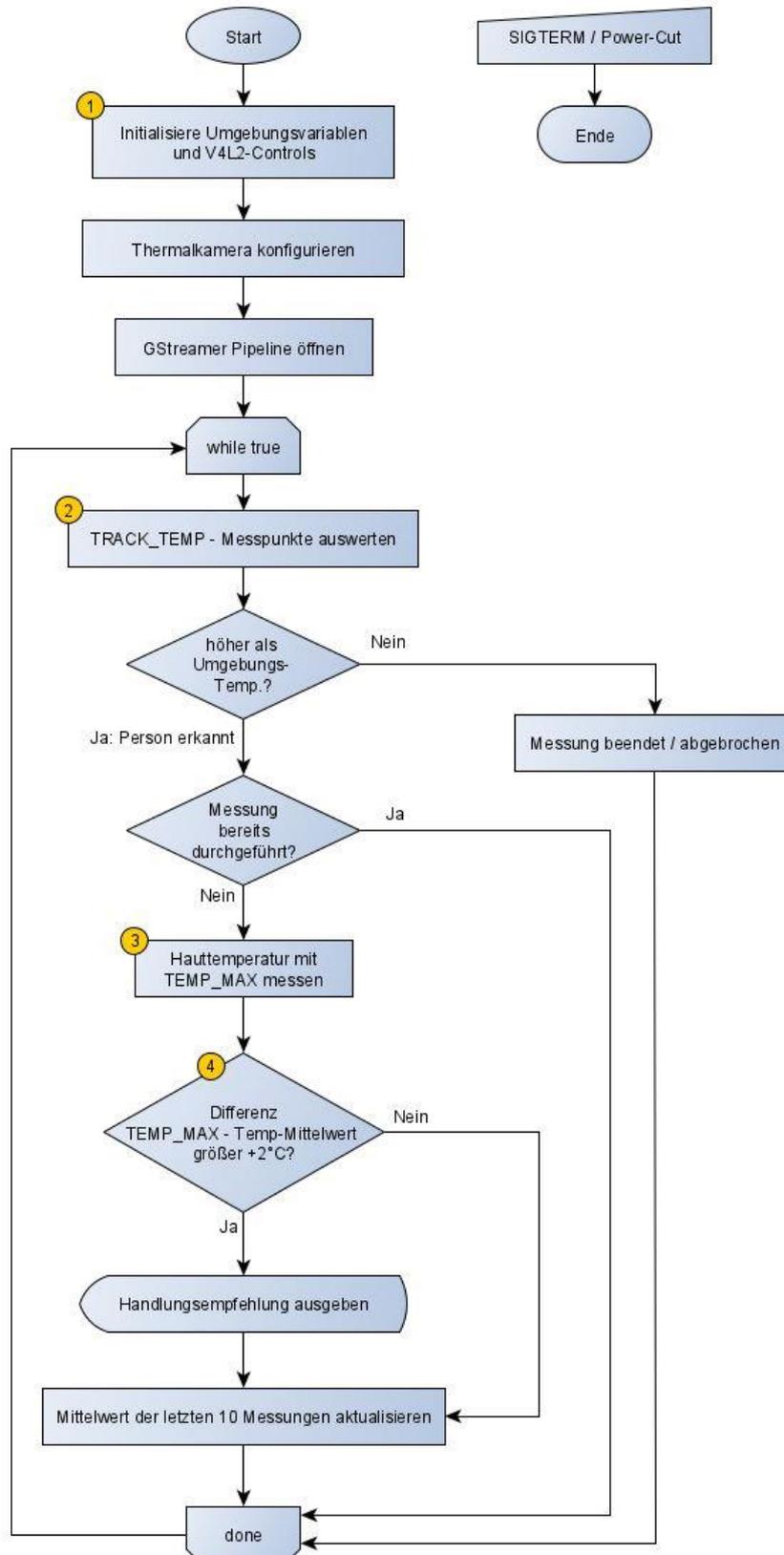
Im Linux-BSP des Kits sind die Software-Treiber für die phyCAM-Wärmebildkameras bereits vorinstalliert. Diese können daher sofort in Betrieb genommen werden.

Software-Applikation

Durch die Verwendung der bereits im ISP der Wärmebild-Kameramodule VM-050 / VM-051 integrierten Analyse-Funktionen gestaltet sich der Aufbau der Anwendungssoftware für diese Demo sehr einfach.

Es ist nicht einmal eine Programmierung in C erforderlich, die gesamte Demo kann als Bash-Datei mit gerade einmal 300 Zeilen unter Linux realisiert werden.

Das folgende Ablaufdiagramm zeigt die Grundstruktur des Anwendungs-Skripts:



Die Applikation läuft in folgenden Schritten ab:

1. Initialisierung und Konfiguration

Zunächst wird die Wärmebild-Kamera so konfiguriert, dass das Temperatur-Messfenster um einen festen Mittenwert von 2969 dK (ca. 24°C) gelegt wird. In diesem Modus arbeitet die Bildausgabe des Kameramoduls mit der maximal möglichen Auflösung von 0,1 Kelvin.

Zur Verringerung des Bildrauschens wird eine Mittelung der Werte über 3 Bilder im ISP eingeschaltet.

Außerdem wird die Bildausgabe im ISP gespiegelt, um für den Anwender eine gewohnte Bilddarstellung zu erzeugen.

Über eine GStreamer-Pipeline wird das Wärmebild in eine Falschfarben-Darstellung gewandelt und auf dem Display kontinuierlich als Kontrollbild ausgegeben.

2. Personenerkennung

Der Start der Messung soll berührungslos erfolgen, es soll also vermieden werden, dass der Anwender eine Start-Taste berühren muss.

Hierzu wird eine sehr einfache Methode verwendet: Es werden drei Messpunkte im Mittenbereich des Bilds verteilt und kontinuierlich ausgewertet, ob diese wärmer als die Umgebungstemperatur sind.

Um das System gegen kurzzeitig auftretende Störungen robuster zu machen, werden über 10 Bilder gemittelte Werte verwendet.

Die Position der Messpunkte kann mit Hilfe der TRACK_TEMP – Funktion im ISP der Kamera definiert werden. Danach stehen die Messwerte dieser Punkte in Registern der Kamera zur Verfügung und brauchen nur noch mit der Umgebungstemperatur, die ebenfalls als Registerwert aus der Kamera ausgelesen werden kann, verglichen werden.

Hinweis:

Diese Erkennungsstrategie ist sehr einfach und kann leicht zu Fehlauflösungen führen.

An dieser Stelle ist die Einführung einer robusteren Strategie wie z.B. Umrisserkennung etc. sinnvoll.

3. Messung der Hauttemperatur

Sobald ein Gesicht ausreichend groß im Bildfeld vorhanden ist, startet die Temperaturmessung. Hierfür wird die Funktion TEMP_MAX des Kameramoduls verwendet. Diese gibt den höchsten Temperaturwert im Bild aus.

Typischerweise liegt diese Stelle im Bereich der Augenwinkel. Dies setzt voraus, dass für eine korrekte Messung eine evtl. vorhandene Brille abgesetzt wird.

4. Auswertung

Wie bereits erwähnt, eignet sich der Absolutwert der Hauttemperatur nur bedingt zur Klassifizierung, weil dieser von Umweltbedingungen beeinflusst wird. Es empfiehlt sich, einen Referenzwert mitzuführen und relativ gegen diesen zu vergleichen.

In unserer Beispielanwendung wird der Referenzwert aus dem arithmetischen Mittel der letzten 10 plausiblen Messungen generiert.

Der aktuelle Messwert TEMP_MAX wird mit dem Mittel der letzten 10 Personen verglichen und bei deutlicher Temperaturabweichung nach oben wird eine entsprechende Handlungsempfehlung ausgegeben. Diese kann beispielsweise in erster Stufe lauten, sich nach kurzer Zeit noch einmal zu kontrollieren, um Fehlmessungen auszuschließen. In zweiter Stufe, z.B. bei einer Abweichung um +2 Kelvin, kann die Empfehlung lauten, die Körpertemperatur mit einer genauen Messmethode zu überprüfen.

Die Auswertung beinhaltet eine einfache Plausibilitätsprüfung, bei Abweichung von mehr als +4K wird von einem anderen Objekt im Messfeld ausgegangen und die Messung verworfen.

Die Demo-Anwendung beinhaltet eine Zählfunktion für die Anzahl der Messungen und der jeweiligen Resultate, so dass eine einfachste statistische Auswertung möglich ist.

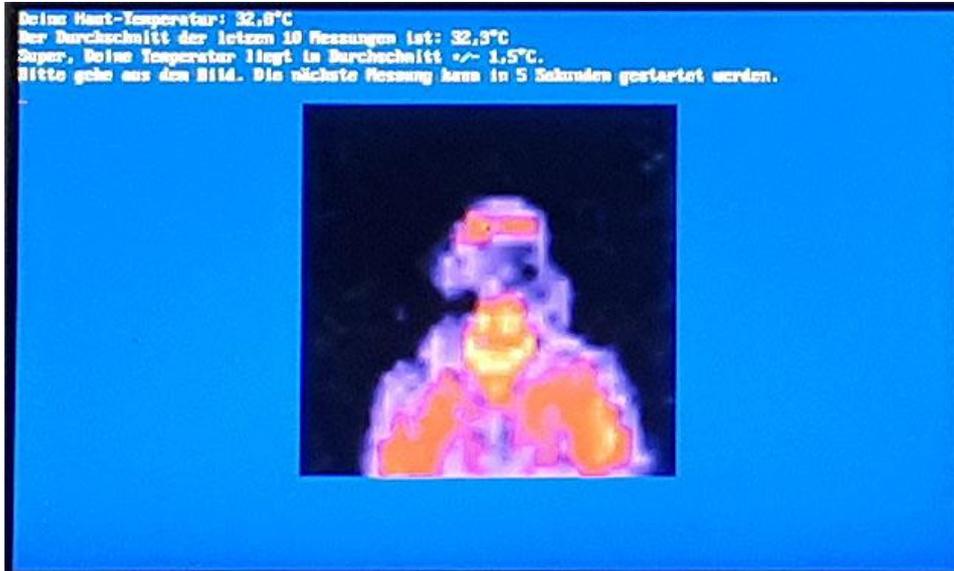


Bild: Screenshot des Bash-Scripts nach der Messung

Fazit

Die Beispielapplikation demonstriert, wie auf einfache Weise eine kostengünstige Schnelltest-Station zur Körpertemperaturkontrolle aufgebaut werden kann. Durch die günstigen Komponenten lassen sich Lösungen in Anwendungsgebieten den täglichen Lebens realisieren, für die der Einsatz einer klassischen Wärmebildkamera zu kostenintensiv und von der Bedienbarkeit zu kompliziert ist.

Die eingebauten Analysefunktionen der phyCAM-Wärmebild-Keramodule VM-050 / VM-051 vereinfachen die Auswertung der Wärmebild-Daten.

Das Linux-basierte Embedded Imaging – System ermöglicht die Entwicklung weitergehender, individueller Lösungen. Durch die Schnittstellen der Plattform ist beispielsweise die Anbindung von weiteren Peripherie-Komponenten möglich.