

コロナ禍における検温サーマルソリューションの取り組み

Screening Solution for COVID-19 by Using Thermal Imaging and AI

島井 顕一*	小野 寿浩*	長田 智*
Kenichi SHIMAI	Toshihiro ONO	Satoru NAGATA
藤田 潤一**	吉澤 将則**	中村 明彦*
Junichi FUJITA	Masanori YOSHIZAWA	Akihiko NAKAMURA

要旨

新型コロナウイルスの世界的な流行によりもたらされたニューノーマルの中では体温計測、マスクの着用が必要となり、民間企業、公共機関では、施設内に安全に従業員、お客様を受け入れるための手段として、サーマルカメラを使ったスクリーニングに対するニーズが顕在化。この顕在化した、課題、ニーズを踏まえ、画像IoTソリューション事業部で、グループ会社であるネットワーク監視カメラメーカーであるMOBOTIX AG（以下MOBOTIX社）のネットワークサーマルカメラを使ったコニカミノルタのAI解析技術を搭載したアプリケーション、Temperature Screening App（以下TSA）を開発した。

本製品は、MOBOTIX社のサーマルカメラのみでは、実現出来ない、顔エリアの検知に加え、独自のAI解析技術により体内温度を推定、表示する機能を実装することで、製品を運用するオペレーター、検査対象となる社員やお客様にもわかりやすい仕様となっている。

製品の最新版では、マスク検知機能の実装に至る。現在TSAで採用したAI解析技術、顔エリア検知、体内温度推定、マスク検知は、MOBOTIX社のサーマルカメラと合わせてパートナー企業の製品やソリューションでの展開が始まっており、今後の事業拡大が見込まれる。

Abstract

Because of COVID-19 pandemic, practices for “the new normal” such as, body temperature measuring and wearing masks are regularly required. Under the circumstances, screening needs to accept guests or workers in public facilities or private companies are rapidly increasing. Based on these emerging needs, we developed “Temperature Screening App”, (hereinafter, TSA), by combining network thermal camera of MOBOTIX AG (a group company of Konica Minolta, hereinafter MOBOTIX) and our AI analysis technology.

TSA identifies face area in the image from the camera by using our AI. By using the temperature distribution map of the face, ambient temperature and statistical analysis between measured temperatures and body temperatures, core body temperature is estimated. In our test environment, the errors of the real time measurement of both body surface temperature and core temperature are within $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Besides, real time mask detection for walk-through is realized by our image recognition AI.

Our user interface screen is designed for each user, such as, operator, worker or guest for understandable user experience (UX).

Currently, our imaging AI technology, such as, face area detection, core temperature estimation, and mask detection, is used with the thermal camera of MOBOTIX in solutions of our partner companies, and we expect further expansion of our business.

*画像IoTソリューション事業部 ソリューション営業部 ビジネス戦略グループ
**画像IoTソリューション事業部 サービスPF開発部 ソリューション開発グループ

1 はじめに

依然、世界中で猛威を振るう新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) により人々の生活様式は、大きく変化し、withコロナ、と呼ばれる新しい時代を迎えている。出口の見えない感染状況は、企業、個人へのデジタル革命を加速させる結果をもたらしている。このような世情の中、テクノロジー企業には、時代の変化を風上で捉え、新たな生活様式に対しての、順応性、スピードが求められている。

このような社会情勢を受け、新型コロナウイルス感染症のパンデミック下、感染リスクという顕在化した課題を持つ病院、公共施設、学校、オフィスビルで働く方々、およびにその業務を支えている方々に向けて、MOBOTIX社製のサーマルカメラとコニカミノルタの持つ画像IoTのAI技術による「体内温度」の推定・見える化に着目し、製品化に繋げた。

MOBOTIXのIPネットワークカメラは、高い堅牢性を有し、可視のレンズ、温度監視が可能なサーマルカメラレンズ等の組み合わせ自由度の高い特徴的なデザインの2眼、3眼カメラをラインナップに備えており、過酷な環境下の工場や建設現場、インフラ施設等で幅広く利用されている。

また、カメラ内にビデオ管理ソフトや記憶媒体を搭載し外部機器への負荷やネットワーク通信帯域を軽減できる負分散型システムを採用しており、IPベースの出力も充実しているため、グローバルでパートナーに広く採用されている。

今回検温サーマルソリューションでは、従来工場等における火災検知等のシーンでの利用が多かったサーマルカメラにコニカミノルタの人体表面の温度から体温推定するAI技術を活用することで検温ソリューションの提供に至った。

2 TSAの概要

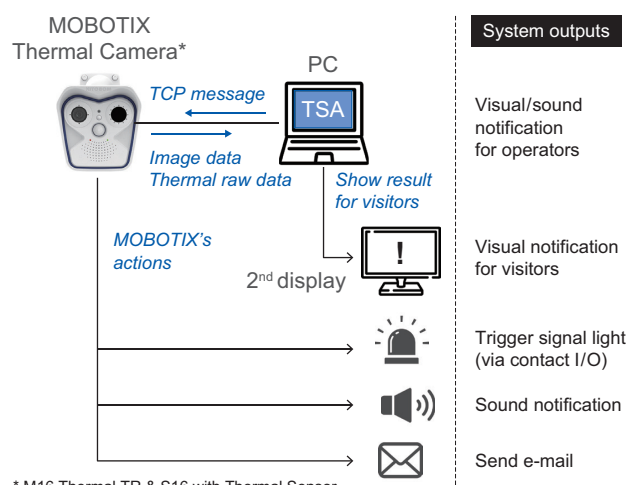
前述の社会課題を解決することを目的に、我々はTSAを開発した。

2.1 システム構成

Fig. 1はTSAのシステム構成を示している。PCはカメラからの映像データ、サーマルカメラのRawデータを受けリアルタイムに解析を行い、現場に常駐するオペレーターや施設来訪者へディスプレイで通知/対応を誘導することが出来る。また、MOBOTIX6カメラのアクション機能によって、警告灯、音声やe-mailといった各種通知を関係者に送ることも出来る。

2.2 仕様

Table 1はTSAの代表的な仕様を示している。サーマルカメラによる非接触/ウォークスルー測定による効率化によって、密な状態を避けつつ移動する人の流れをとめない検温スクリーニングを提供する。



* M16 Thermal TR & S16 with Thermal Sensor

Fig. 1 TSA system architecture.

TSA receives and analyzes raw data from thermal camera in real time and shows the result on display. It also has capability to trigger alarm light, alarm voice and sends notification e-mail via MOBOTIX camera.

Table 1 Main specifications of TSA system.

Our TSA efficient system enables noncontact, walk-through measurement of body temperature. Thus, the system provides temperature screening solution, avoiding congestion and traffic disturbance.

Item	Spec
Measurement method	Thermal Camera (Non-contact)
Accuracy (w/black body)	± 0.5 °C
Measurement efficiency	Walk through (More than 60 people/min)
Max distance	8m
Supported functions	Body temperature correction Mask detection

2.3 シナリオ

サーマルカメラによる非接触の体表温度測定は、測定時の天候、気温、湿度、事前の行動(温かい飲み物を飲んでいる、運動をしている)等の影響を受けるため、適切な動線設計が必要になる。

MOBOTIX6カメラは、医療機器ではなく、本稿で紹介するソリューションは、検出した動体が感染症に掛かっているか否かを判断する機能は有していない。そのため、検知後に閾値を超えた対象者に接触式体温計を使って正確な体温を測るように促すといった運用を行うスクリーニング用途での運用を推奨している。

Fig. 2は検温スクリーニングの設置例を示しており、2020年6月に開催したコニカミノルタ第116回定時株主総会における写真である。看板による検温実施の案内、大型ディスプレイを用いて即時に解析されるスクリーニング結果の表示を行った。

本システム導入は、発熱の疑いのある人物を施設内に入れないことを想定し、ユーザーには施設・会場などの入口に本システムを設置することを推奨している。スクリーニングを行うエリアを必ず入場者が通過するようにポールパーテーションなどを使って動線を設計することも効率の高いスクリーニングに繋がる。



Fig. 2 Field demonstration of TSA system.

By using guide board, the TSA system was announced to the people at entrance gate. Measured result was shown on the screen in real time.

入場者はウォークスルーで立ち止まることなく検温が実施されスクリーニングが完了することがTSAの特徴である。そのため、入場者は検温渋滞に巻き込まれることなくスクリーニングできることがポイントである。スクリーニングで発熱の疑いがあると判断された場合は、アプリによる入場者自身への気づきの支援、ならびに2.1で述べたように管理者への連絡もMOBOTIX6カメラを介して行われるため無人運用も可能となり、スタッフは発熱の疑いのある方の2次対応のみ行えば良いため、スタッフのリスクの軽減に加え省人化にも大きく貢献できる。

2.4 UX設計

TSAでは、測定するという機能提供を行っているだけでなく、UX (User Experience) を考慮した設計を行っている。Fig. 3 に示したとおり、Operator、Visitor、System Adminはそれぞれ役割が異なるので、それぞれに合わせたユーザーインターフェース画面を用意した。

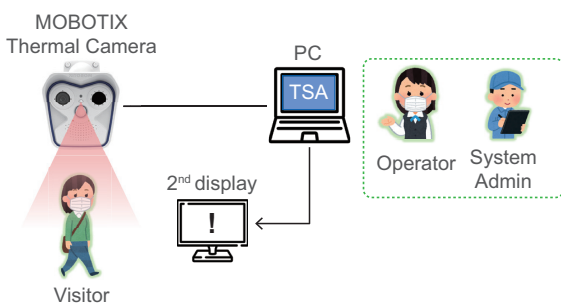


Fig. 3 Expected TSA's users.

Three types of users were considered while designing for understandable user experience (UX); System administrator, Operator and Visitor.

Fig. 4 に表示される画面の例を示す。Operatorは現地で働く人物であり、スクリーニングの実作業を担当している。スクリーニング対象者の映像を表示したりするなど、Operatorにはその場ですべき措置を適切に把握できるようにするための画面を設けている。Visitorは施設に訪れた来訪者であるので、スクリーニング中であるこ

とを周知させる表示を行う。これによって、カメラの利用目的を知るとともに、現場で見守られているという安心感を来場者に与えることができることを想定した。System Adminはシステム管理者もしくは、現地設置担当者であり、TSAの設定変更を実施する。そのため、設定用メニューをSystem Admin 要画面に集中管理するようにした、その結果Operatorは少アクションで本アプリを実行/運用できるようになる。



Fig. 4 Customized user interface for each user roll.

Operator's screen: Telling appropriate action at the place.
 Visitor's screen: Informing that screening is working.
 System admin's screen: Managing centralized controller.

3 採用技術

3.1 アプリケーションアーキテクチャ

TSAのアプリケーション構成をFig. 5 に示す。TSAはWindows PC上で起動するGUIアプリケーションである。メイン演算を請け負うコア部を中心にカメラ、設定ファイル、出力データ、GUI表示を行っている。本構成にすることによって、データ入出力の一元管理や、ユーザー別のGUI表示が実現できる。

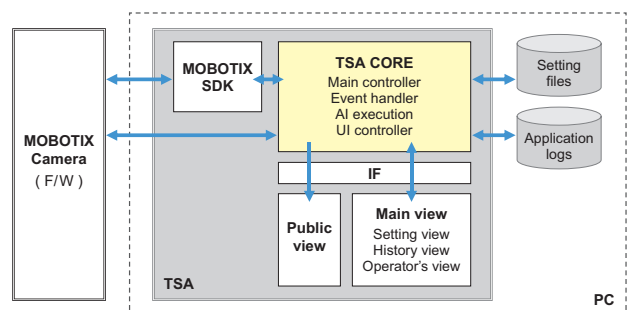


Fig. 5 Application architecture of TSA.

This architecture allows unified control of data input/ output and customized graphic user interface (GUI) as well.

3.2 温度スクリーニング機能

予め設定した閾値温度以上の推定体内温度を有する来訪者のみをスクリーニングし、アラーム音再生やカメラ映像へのオーバーレイにより外部へ通知する事ができる。具体的な処理の流れは以下の通りである。

カメラ映像に対して、コニカミノルタの画像解析AIを用いた顔エリアの検出を行なう。その後、カメラ映像上の顔エリアの、サーマルカメラ上での対応位置を算出し、顔エリア内の温度データを取得する (Fig. 6)。取得した温度データに対して統計処理を施す事で、顔の体表面温度を算出する。

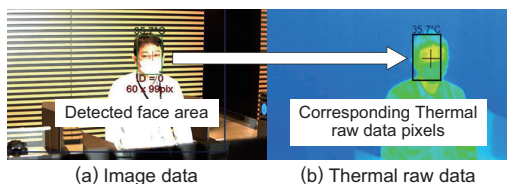


Fig. 6 Face surface temperature calculated in the detected face area.
Face surface temperature is calculated as follows; 1) Face area is identified by our imaging AI, 2) Temperature of corresponding area of the thermal image is measured, 3) The temperature is corrected by statistical analysis.

サーマルカメラは人体の皮膚表面から放射される赤外線を受信して表面温度を測定するセンサである。センサで受信される赤外線は様々な環境要因の影響を受けるため、対象物の温度を高精度に測定するためにはそれら環境要因を適切に補正する必要がある。精度に影響を与える要因は大きく(a)距離、(b)対象物の赤外線放射率、(c)寄生放射成分、(d)センサ自身の精度の4つである。このうち(a)距離、(b)対象物の赤外線放射率(すなわち人の肌)はシステムの運用方法によって影響を最小化することが出来る。しかしながら(c)は気温、湿度の他、対象物以外から放射される赤外線の反射・透過成分であるため、適切に補正することが困難である。ユーザーの設置環境にも大きく依存する部分であるが、TSAは様々な設置環境に柔軟に対応することが求められる。TSAには黒体炉と呼ばれる基準ターゲットを用いて温度をオフセットすることで前述の寄生放射成分を補正する機能を搭載している。黒体炉を用いた温度オフセット後の測定温度精度結果を Fig. 7 に示す。

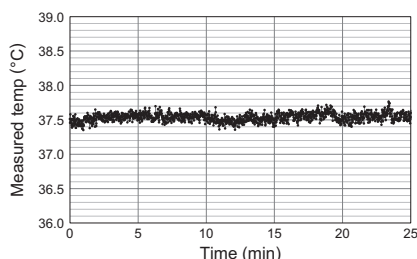


Fig. 7 Surface temperature measurement of reference object (37.5°C) with parasitic radiation correction.
Temperature output is stable because offset correction for parasitic radiation works properly.

前述の通り、サーマルカメラは人体の体表面温度を測定するセンサであるため、体内温度を直接測定することはできない。一般的に体表面温度は体内温度より1~2°C程度低く、周囲の気温によって左右され、また体の部位によっても異なることが知られている。システムを使用するユーザーにとって基準とする温度は体内温度であるため、TSAでは体表面温度データの分布と周囲温度から体内温度を推定、表示する機能を有しており、ユーザビリティ向上を図っている。

社内テスト環境下では体表面温度、推定体内温度ともに $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の温度精度を実現している。

3.3 マスク検出

カメラ映像からマスク着用の有無を認識し、アラーム音再生やアイコン画像のオーバーレイにより、外部へ通知する事ができる。3.1項記載の顔エリア検出と同様コニカミノルタの画像解析AIを使用している。

この画像解析AIは、Deep Learning技術により顔エリア検出と同時にマスク着用有無を認識するものであり、人物ごとに複数の属性(マスク着用有無を含む)を同時に推定することが可能である。また、複数人が写る状況でも処理時間が変わらず高速に認識することができる。このAI技術採用により、全体の処理時間に大きな影響を与えることなくマスク検出機能の追加を実現している。

4 まとめ、今後の展開

本製品は、急速に顕在化したニーズにこたえるよう開発着手から2カ月という短期間でのリリースに繋げ、オフィスビル、病院、公共施設等の入館の対策として、採導入が開始された。本稿の執筆中も、依然予断を許さない状況ではあるが、今回採用した顔検出等の属性検知、体温補正といったIoT/AI技術は、本アプリでの適用に留めずパートナーやインテグレーターへの提供、協業に繋げていく。

また、製品を提供、アップグレード、していく中で様々なパートナーやお客様とIoT/AI技術に関して会話する機会があり、IoT/AI技術に関して有用性の再認識をしてもらうことが出来た。今後もIoT/AI技術を使ったソリューションで、見えないリスクの可視化、データ蓄積・解析をすることで人間や社会に忍び寄るリスクの低減、安心安全な社会の持続に貢献していく。

●参考文献

- 1) 入来正射 “体温生理学テキスト～わかりやすい体温のおはなし～” 文光堂