

体表面温度測定及び顔認証システムの開発

森 時 悠 青木 真路

概 要

2019年末に発生した新型コロナウイルス(COVID-19)が広まっている中、建設業は「地域の守り手」としてその社会的使命を果たしていく必要があり、事業の継続のために必要な工事については継続することが求められるものと考えられている。そのため、一層感染防止のための取り組みを進め、クラスター発生により現場を閉所させないことが重要である。

本稿では、感染対策の一環として入退場の記録及び検温記録作業の簡素化を目的に開発した「体表面温度測定及び顔認証システム」について報告する。

本システムは、作業員をサーマルカメラで撮影し、体表面温度の測定及び顔認証処理を同時に実施し、結果を表示する。本システムを導入することで、作業所入退場時の体表面温度による1次スクリーニングと、作業員の入退場の記録を同時に行うことが可能となる。

現場導入及び当社顧客へのトライアル導入、ヒアリングを行い、建設業以外での活用に対する課題抽出を行った。

Development of “Body Surface Temperature Measurement and Face Recognition System”

Abstract

Amidst the widespread outbreak of the new coronavirus (COVID-19) since the end of 2019, the construction industry needs to fulfill its social mission as a "protector of the community" and is considered to be required to proceed with construction work that is necessary for the continuation of business. Therefore, it is important to take further measures to prevent infections and to avoid the closure of construction sites due to cluster outbreaks.

In this paper, we report on a "body surface temperature measurement and face recognition system" that we developed to simplify the work of recording entry and exit times and temperature readings as part of infection control measures.

The system uses a thermal camera to photograph workers, simultaneously measures their body surface temperature and performs face recognition, and displays the results. By installing this system, it will be possible to perform primary screening by body surface temperature at the time of entry and exit from the workplace and to record the entry and exit of workers at the same time.

We adopted the system on site, conducted a trial introduction to our customers, and held interviews to identify challenges with regard to use outside the construction industry.

キーワード: 顔認証、サーマルカメラ

§1. はじめに

1.1 背景

2019 年末に中国湖北省武漢市で発生した新型コロナウイルス(COVID-19)は急速な勢いで全世界に広まり、2021 年 3 月には WHO が「新型コロナウイルスはパンデミック(世界的大流行)と言えると評価をした。」と表明する事態となっている。日本でも 2021 年 8 月現在、新規陽性者数は、1 カ月間で 50 万人を超えており、感染が急拡大している状況となっている。このような状況において、各業界では様々な感染防止策を策定し、感染防止を実現しながら経済活動を行っている。

建設業は、社会資本整備の担い手であると同時に、災害時には最前線で地域社会の安全・安心の確保を担う「地域の守り手」としてその社会的使命を果たしていく必要があり、「新型コロナウイルス感染症対策の基本的方針(令和2年5月25日変更)」において、公共工事は社会の安定の維持の観点から、緊急事態措置の期間中にも、継続を求められる事業として位置づけられており、事業の継続のために必要な工事については継続することが求められるものと考えられている。今後、完全な感染症の終息までの期間が長期にわたることを考えると、一層感染防止のための取り組みを進め、新型コロナウイルス感染症のまん延を防止していく役割に加え、事業を通じた国民生活への貢献拡大という役割が求められている。

当社では作業所での感染対策として、休憩所でのアクリル板の設置や分散朝礼、日々の検温記録などの様々な感染対策を実施している。

本稿では、感染対策の一環として入退場の記録及び検温記録作業の簡素化を目的に開発した「体表面温度測定及び顔認証システム」(以下、本システム)及び導入に向けた取り組みについて報告する。

1.2 「体表面温度測定及び顔認証システム」の概要

本システムのシステムイメージを図1に示す。

本システムは、作業員をサーマルカメラで撮影し、撮影された映像の中から顔情報の抽出及び体表面温度の測定を実施すると同時に測定結果画面に表示する。その後、抽出された顔情報と事前に登録した顔情報を照合することで個人を特定し、測定された体表面温度と共に認証結果画面に表示する。事前に設定した温度を超過した人物を検知した場合は警報ランプの点滅と同時に警報音を発し、再確認を促すことができる(図2)。

登録された人物情報及び、画面に表示された入退場時の結果はクラウド上に保存され本社・支店等の遠隔地からもWebブラウザを用いてリアルタイムに確認することができる(図3)。

人物情報をクラウド上で管理することで、1度登録された人物の情報は他の作業所でも活用できるようになり作業所毎に新たな登録は不要となるほか、人物の登録作業を作業所から離れた場所から実施することも可能となる。

また、入退場時の結果は遠隔地にてリアルタイムで確認できるため、体表面温度が高いなど異常が発生した場合に遠隔からサポートができるようになり作業所に配置される管理者の負担軽減を図ることができる。

本システムを導入することで、作業所入場時の体表面温度による1次スクリーニングと、作業員の入退場時の記録(人物情報及び体表面温度)を同時に行うと共に、体調不良者が発生した場合には、対象者の過去の体表面温度の推移や同日に作業をしていた作業員の情報をいち早く取得することができ、感染拡大防止対策となる。

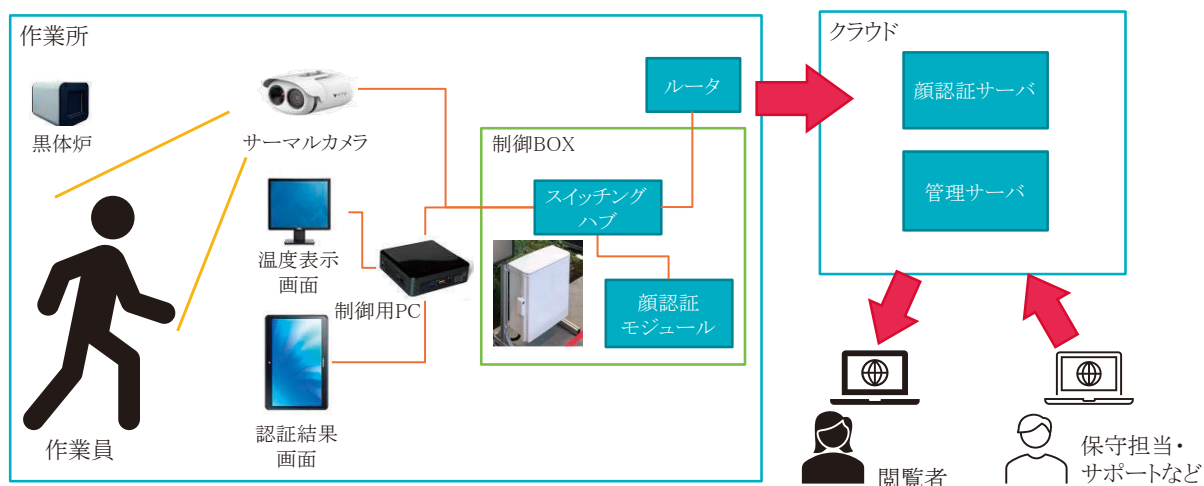


図 1 システムイメージ図

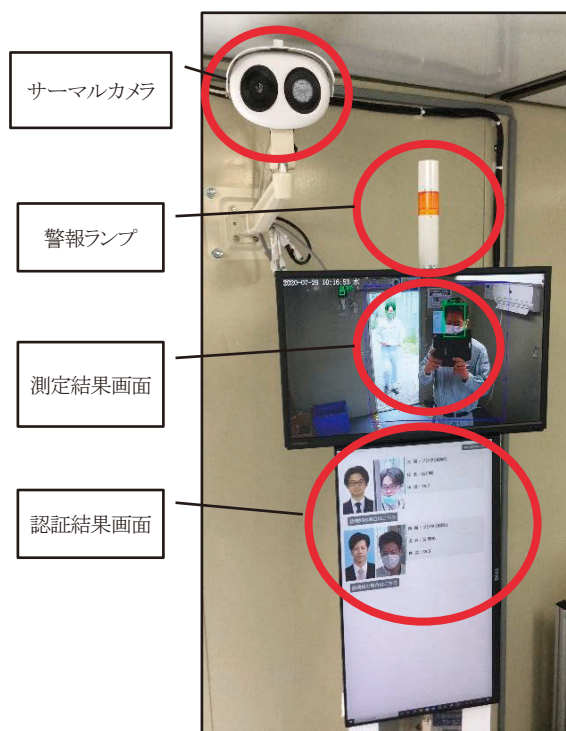


図 2 作業所に設置する装置



図 3 入退場状況表示画面

§2. 体表面温度測定及び顔認証システムの構築

2.1 活用技術

ここでは、本システムで活用した技術について示す。

(1) 顔認証技術

顔認証技術の選定にあたって、3社の技術を選定し、認証精度の検証を実施した。

実施方法

- ① 当社技術センター前の通勤の様子をネットワークカメラで3日間撮影(図4)
- ② すべての動画を目視にて確認し、通過人数及び通過人物のデータを作成
- ③ 撮影した動画を元に各社の顔認証ソフトウェアを利用し人物情報を抽出

- ④ ②で作成した 通過人数及び通過人物のデータと ③で抽出した物情報を比較

※顔認証実施時のパラメータについては、各社推奨値を利用



図 4 ネットワークカメラで撮影した通勤の様子

各社毎に一致人数(目視結果と一致した人数)、誤検知人数(目視結果と異なる人数)、未検知人数(人物として検出できなかった人数)をまとめたものを表1に示す。

表 1 会社毎の一致人数及び誤検知人数

	通過人数	A社	B社	C社
1日目	59	51/0/8	49/0/10	45/0/14
2日目	48	45/3/0	44/2/2	40/0/8
3日目	53	43/1/9	46/0/7	38/0/15

※記入方法:一致人数 / 誤検知人数 / 未検知人数

C社は誤検知人数が0人だったが、一致人数が少なく未検知人数が多い結果となっている。

A社、B社は共に一致数が同数だったが、A社に比べるとB社の方が誤検知人数は少なかった。

今回は最も一致数が多く誤検知の数が少ないB社を採用した。

B社の顔認証システムは導入後も継続的に精度の向上を伴うバージョンアップが実施されている。

一例として、従来の顔認証技術が苦手としていたマスクを装着した状態での顔認証精度を向上させたバージョンでの検証の結果を下記に示す。

実施方法

- ① 実際に作業所入退場時に撮影された画像からマスク装着有無の両方を含めた画像をランダムに 1115 枚抽出
- ② 精度向上前及び精度向上後の認証結果(類似度)を取得
- ③ 精度向上前後での認証結果を比較

精度向上前後の結果を元を目視にて正しく検知したもの(正)、誤って他人として検知されたもの(誤)に分類し、箱ひげ図で表したものをそれぞれ図5、図6に示す。箱ひげ図とは、データの中心50%の分布を箱状の記載とし、中心線は中央値を、中央のマークは平均値を表している。また箱の上下にあるひげはそれぞれ最大値・最小値を表している。

類似度とは、事前に登録された顔情報とどの程度一致しているかという指標となっている。一般的に、顔認証システムでは算出された類似度に対して一定の閾値を設け、類似度が低い結果を取り除くことで認証率の調整が可能となっている。

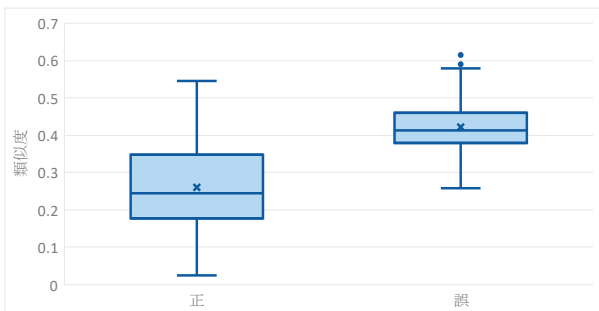


図 5 マスク精度向上前

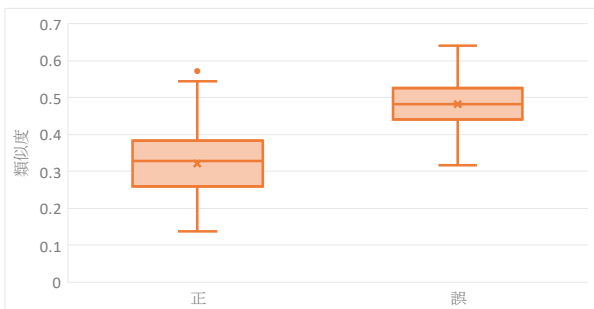


図 6 マスク精度向上後

今回は、正しく検知できたデータの75%を検出するための閾値として、精度向上前には 0.35, 精度向上後には 0.41 を設定し精度の比較を実施した。精度向上前後の未検知数(類似度が閾値より低いデータの件数、顔のサイズが小さい、画質が悪い等が考えられる)、正答数(目視の結果と一致した件数)、誤検知数(目視の結果と異なる件数)、認証率(正答数の割合)を表したものを表2に示す。

今回の結果では、①の際に”顔のサイズが小さい,””正面を向いていない”など顔認証に適さない画像が多く抽出されており、未検知数が約半数を占める結果となった。そのため、認証率については信頼性の低いとされる未検知数を除いた形で算出を行った。

表 2 精度向上前後の集計結果

	精度向上前	精度向上後	差
未検知数	685	657	-28
正答数	401	451	50
誤検知数	29	7	-22
認証率(%) ※	93.26	98.47	5.22

※ 未検知数は信頼度が低いデータのため除外

精度向上前に比べ精度向上後は未検知数が低下していることから、精度向上前の状態では検知できなかった顔画像が検知できるようになったことが分かる。また、正答数が増加し誤検知数が低下していたため、結果として約5%の認証率の向上が確認できた。

(2) サーマルカメラ

作業所での1次スクリーニングの為には温度測定の精度も重要である。そのため本システムでは通常のサーマルカメラに加え「黒体炉」と呼ばれる装置を利用した温度キャリブレーション機能を持つ製品を選定した。一般的に、通常のサーマルカメラの精度は±0.5℃程度といわれているが、「黒体炉」をカメラの画角内に設置し、カメラ内部でリアルタイムに補正を行う事で、±0.3℃まで誤差を抑えることが可能となる。



図 7 選定したカメラ(左) 及び 黒体炉(右)

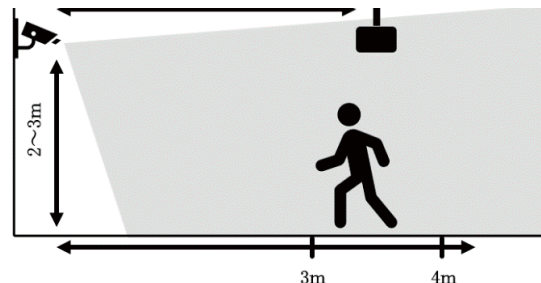


図 8 カメラ設置イメージ

2.2 設置上の工夫

顔認証を精度よく実施するためには影などが入っていない一定の明るさで正面向きの顔写真を撮影する必要がある。また、体表面温度測定用のサーマルカメラについては計測の仕組み上、太陽光や風、気温等外部環境の影響に

大きく左右される。これらの問題に対応するため、作業所に導入するにはユニットハウス内に本装置を組みこむこととした。

ユニットハウス内で撮影を行う事で、太陽光の影響を抑えることができ顔認証に最適な影のない顔写真の撮影を行うことが可能となる。また体表面温度の測定に関しても太陽光や外気と遮断されることで外部環境の影響を受けにくい状態を作ることができた。

作業所によっては、ユニットハウス内の通路をL字型にし、ユニットハウス内の滞留時間を少しでも長くすることで体表面温度測定時の外気への影響を最小限に抑えることができた。

サーマルカメラは体表面温度測定結果を表示する測定結果画面の上部に設置することで、測定結果を確認するという自然な動作の中で顔認証を実施しやすい正面画像を撮影することができるようになっている。

建設現場では、工事進捗に合わせて本システムの設置位置を移動させることが多く発生すると考えられる。その際にはクレーン等を用いてユニットハウスごと移動できるという点も大きな特徴の1つである。

§3. 結果

3.1 処理性能

前述したように、本システムでは被認証対象者に対して、測定結果画面及び認証結果画面を提示する。

実現場に設置された装置を用いて実験し、ウォークスルーを実現するためには、被認証対象者がユニットハウスに入ってから、2秒以内に結果を表示する必要があることが分かった。

本システムでは、サーマルカメラのパラメータ調整や顔認証速度の向上、また認証結果画面に表示を行うまでの処理を最適化することで、2秒以内の結果表示を達成し、ウォークスルーでの認証を実現することができた。

3.2 現場導入実績

1回目の緊急事態宣言(2020年3月)後直ちにシステム開発に着手し、同年5月から初期バージョンの現場導入を開始し、現在2021年9月現在に至って運用を継続している。

2021年8月までに、社内79か所への導入及び建設業以外での活用の一環として、3社のへのトライアル導入を実施している。

前述したように、遠隔での監視・操作が可能なシステム構成としていたため、多くの現場への段階的なリリースと改善が可能である。

§4. 外部システムとの連携

4.1 建設キャリアアップシステムとの連携について

現在、国土交通省では建設業に関わる技能者の資格・社会保険加入状況・現場の就業履歴などを登録・蓄積し、技能者の適正な評価や建設事業者の業務負担軽減に役立てるための仕組みとして、建設キャリアアップシステム(Construction Career Up System, 略称 CCUS)の活用を推進している。

当社としても上記の取り組みに向けて、以前より様々な種類の CCUS 連携のためのシステムの導入を行っている。

本システムでは他社システムと連携させることで、入退場時に収集した入退記録情報を CCUS に連携できる仕組みを整えた。

4.2 建設現場以外での活用

前述した通り、作業所に導入したシステムでは、事前に登録済みの人物の顔認証結果を体表面温度と共に表示し、体表面温度が所定の温度を超えた場合は警告音及び警告ランプで知らせる仕組みとなっている。

一方、会社のエントランスのような不特定多数の人が訪問する施設では、警告音を鳴らす必要がなく、事前に登録がされていない来訪者に対して、体表面温度を伝えることが必要である。そのため、不特定多数の人が訪問する施設向けに認証結果とは別に、認証処理の前段階において、撮影画像から抽出した顔情報と共に、体表面温度を表示する仕組みを用意した。本機能は前述した顔認証結果を体表面温度と共に表示する機能と併用することも可能となっている(図10)。

4.3 建設作業所以外での活用について



図 10 当社エントランスに設置している様子

本システムの有効性及び課題を建設現場以外から抽出することを目的として当社顧客にモニター依頼を行い数社に導入を行い、モニター期間後ヒアリングを実施した。ヒアリングした結果は以下の通りである。

- 顔認証は高精度で、マスク着用時でも認証でき温度測定も非常に正確だった
- 立ち止まる必要がなく、ウォークスルーで認証・測定ができた
- Web上で簡単に管理でき、とても運用しやすい
- 通信環境が悪く、出勤時間帯で認証が遅い時がある
- 黒体炉の設置の関係上、設置スペースが限られる

§5. 今後の開発について

現場及び顧客ヒアリングにおける問題の多くはカメラと黒体炉という機器構成から生じる設置、運用上の問題及び通信環境に依存するものが非常に多いため、これらを次期開発のターゲットとして設定し、現在改良を行っている。

機器構成から生じる設置、運用上の問題への対応として、既存のカメラと黒体炉を一体化させる取り組みを進めている(図11)。今回選定したカメラに小型の黒体炉を取り付けることでカメラとの位置関係を固定することが可能となる。また既存の黒体炉の設置が不要となるため、設置面での負荷も低減される。



図 11 小型の黒体炉を取り付けた様子(開発中)

通信環境に依存する問題への対応として、本システム設置箇所に小型の顔認証装置を追加し、顔認証のみを現地で実施する仕組みの構築を進めている。顔登録作業は既存の仕組みで行い、サーバに登録されている登録情報と現地に配置している顔認証装置の登録情報を定期的に同期させることで既存のメンテナンス性を確保しつつ、顔認証時の安定性向上を図る。

§6. まとめ

本稿は、当社で開発を実施した体表面温度測定及び顔認証システムの各種技術及び、作業所への適用・顧客トライアルについて詳述した。そして、トライアル導入先企業へのインタビューを実施し、建設業以外での活用に対する課題抽出を行った。

顔認証技術は精度が向上すると共に、空港やマンション等様々な分野での導入が進んでいる。

本システムでは体表面温度測定と顔認証の組み合わせとなっているが、今後は今回得られた課題への対応を進めていくとともに、「顔認証+α」をキーワードに体表面温度測定以外の仕組みと顔認証技術を組み合わせる事で本システムの発展を図っていききたい。

参考文献

- 1) データからわかるー新型コロナウイルス感染症情報ー
<https://covid19.mhlw.go.jp/extensions/public/index.html>, 閲覧2021,9,6
- 2) 新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針(令和3年8月25日変更), 新型コロナウイルス感染症対策本部決定
https://corona.go.jp/expert-meeting/pdf/kihon_h_0525.pdf
- 3) 建設業における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン(令和2年5月14日版), 国土建 第18号 令和2年5月14日

ひとこと

近年、技術の発達が目覚しく、日々新しい技術が誕生している。これらの技術を積極的に導入し、建設業のIT化を推進していきたい。



森時 悠