

トンネル入坑管理における顔認証技術の適用

園 木 匠 森 時 悠

概 要

トンネル工事の現場では、入坑状況の管理が重要であるが、従来入坑状況は人手で管理されており、人為的ミスや入坑時刻及び退坑時刻の管理が出来ないなどの課題があった。近年、入坑管理のデジタル化が進み、ICカードやインターネットを利用した入坑管理方法が実用化されているが、ICカードの盗難による成りすましの問題がある。そこで筆者らは、生体認証の中でも利便性が高い顔認証技術を利用することで、課題解決が出来るのではないかと考え、顔認証技術によるトンネル入坑管理の有効性を検証した。本稿では、検証結果や課題について報告する。

Application of face authentication technology in tunnel entry management

Abstract

At the site of tunnel construction, it is important to manage the entrance situation, but the entrance situation has traditionally been managed using manual methods. There were problems such as human error, and administration of entry time and withdrawal time could not be achieved. In recent years, digitization of entry control has advanced. Although admission management methods using IC cards and the Internet have been put to practical use, there is a problem of IC card theft and subsequent impersonation. Therefore, the authors examined the effectiveness of tunnel entrance management using face authentication technology, thinking that problems can be solved by using face recognition technology, which is a highly convenient method of biological authentication. In this paper, we report on verification results and challenges faced.

キーワード: 画像処理、生体認証、顔認証

§1. はじめに

トンネル工事の現場では、トンネルへの人の入退出を管理する入坑管理が必須である。入坑状況を正確に把握できない場合、トンネル坑内での急な火災や落盤などの緊急事態が発生した際に、誰が坑内に取り残されているか正確に判断ができず、対応が遅れる可能性がある。

従来の入坑管理方法は、人依存の管理方法が主流であり、人為的ミスや入坑時刻及び、退坑時刻の管理ができないなどの課題がある。

一方、生体認証には、非接触で個人を認証可能な手法が様々存在するが、画像を用いた顔認証技術に着目し、トンネル入坑管理に適用することで、上記課題解決に対する有効性を検証した。

§2. トンネル入坑管理のシステム化

2.1. 入坑札による入坑管理

従来のトンネル入坑管理は入坑札(図1参照)を利用して行われている。入坑札とは、表面は赤色、裏面が白色になっている回転式の札である。各札の両面には現場関係者の名前が記載してあり、入退坑時に自分の名前が書かれた札を返すことにより、入坑状況を把握する事が可能となる。しかし入退坑時に札の返し忘れや間違った札を返してしまうなどの事態が発生した場合、入坑状況が不明瞭になってしまう。また、入坑札は人手で管理している為、入坑時刻及び、退坑時刻の管理ができないという課題もある。



図1 入坑札

2.2. 入坑管理のデジタル化

最近では入坑札がデジタル化し、インターネットを経由し

て、事務所内のPCやディスプレイで入坑状況を閲覧できる方法もある。これにより、入坑状況の遠隔監視が可能だが、人為的ミスの課題が残る。また、入坑口にゲートを設置し、ICカードリーダーを専用の端末にタッチして入坑管理を行う方法もある。人為的ミスの低減は可能だが、作業員のカード忘れやカードの盗難などによる成りすましによる不審者侵入の問題が有り、セキュリティ面に課題が残っているのが現状である。

2.3. 生体認証による入坑管理

生体認証には、指紋認証や声紋認証など様々あるが、指紋認証は、認証時に指をかざすなどの作業が発生し、普段手袋などをしている現場関係者には、手間になってしまう。また、声帯認証は、常時工事騒音が発生している現場には不向きである。

一方、顔認証技術は、装備品や音に影響されることなく、カメラの前に数秒間立ち止まるだけで認証が可能である。したがって、従来の入坑管理方法の課題を解決する為に顔認証技術を採用し、現場検証を実施した。

2.4. 顔認証技術

顔認証技術(図2参照)とは、撮影した画像の中から顔を見つける「顔検出処理」とデータベース内に登録した顔画像と検出された顔画像が一致しているかを判断する「顔照合処理」を組み合わせた技術である。

「顔検出処理」は、画像の中から人間の顔を検出後、特徴点(目・鼻など)を抽出し、顔領域を求める処理である。「顔照合処理」は、抽出された顔領域について、特徴点を利用し、データベース内に登録されている顔画像の中から一致率の高い画像を判定する処理である。

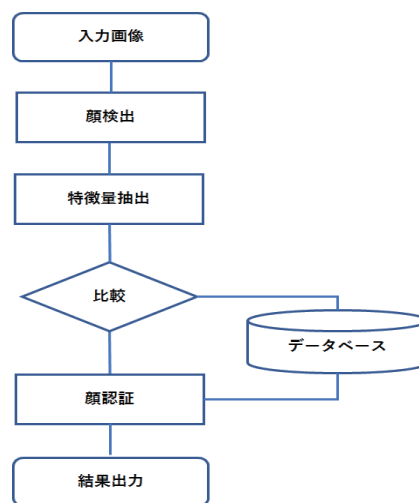


図2 顔認証技術フロー

例えば、オリンピックでは不審者検知、行方不明者捜索などに利用され、事前に危険人物や行方不明者の顔を登録しておき、人通りの多い箇所にカメラを設置することで事件の未然防止や行方不明者の発見などの効果を発揮している。ユニバーサルスタジオジャパンでは、年間パス所有者のみ顔認証システムを利用した「顔パス入場」を導入している。これにより利用者にVIP気分の入場を実現させることで、顔認証本来の目的だけでなく、独自の価値を付加するなどの事例もあり、近年急速に普及が進み、あらゆる分野で実績を重ねている。

§3. 顔認証技術を用いたトンネル入坑管理

3.1. システム概要

顔認証技術のトンネル入坑管理への適用の有効性を検証する為、従来管理方法と顔認証技術の比較検証を行った。本検証は、2017年11月～2018年2月までの約4ヶ月間実施し、現場負担を減らす為に大型設備などの導入は行わず、簡易的に検証を行った。現場職員6名及び作業員7名を対象とし、従来管理方法と顔認証技術による入坑管理を並行して実施した。検証時のシステム図を図3に示す。

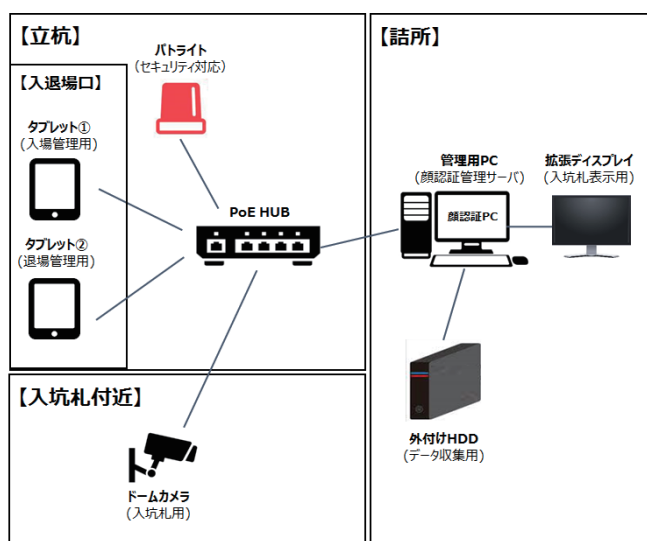


図3 システム図

3.1.1. 従来管理方法による入退坑データの収集

本検証は、従来管理方法と顔認証技術を比較する為、従来管理方法による入退坑状況を収集する必要がある。しかし、人の手で管理されている為、入退坑状況を収集することは困難である。そこで、入坑札付近にWebカメラ(図4参照)を設置し、入坑札を撮影(図5参照)した。

収集した画像から入坑札による入退坑状況を抽出する

為、画像内の各札の色を判別するツールを作成し、入退坑状況を容易に把握できる仕組みを構築した。

撮影した画像については、現場詰所に設置した管理用PC(図6参照)に蓄積し、日付ごとに保存することにした。

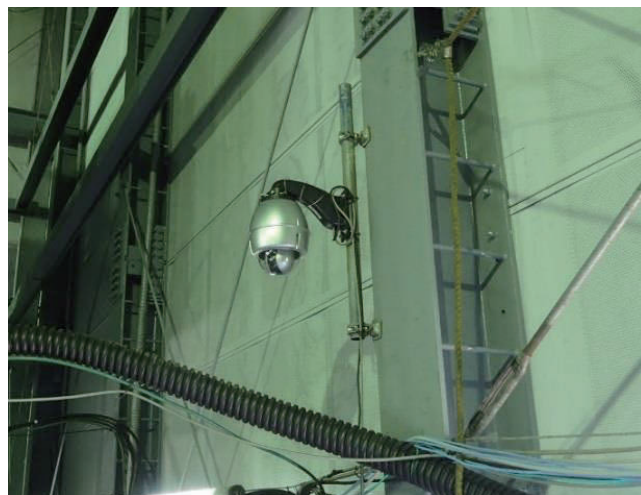


図4 Webカメラ(入坑札撮影用)

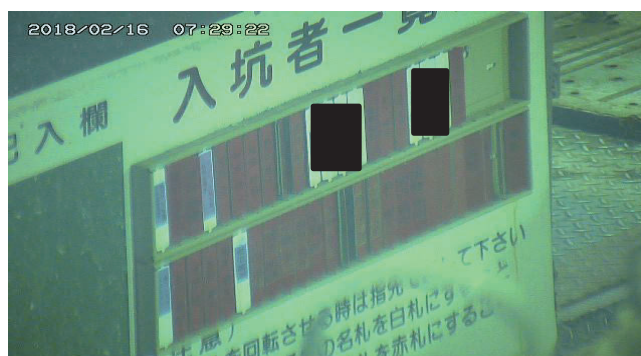


図5 Webカメラの映像

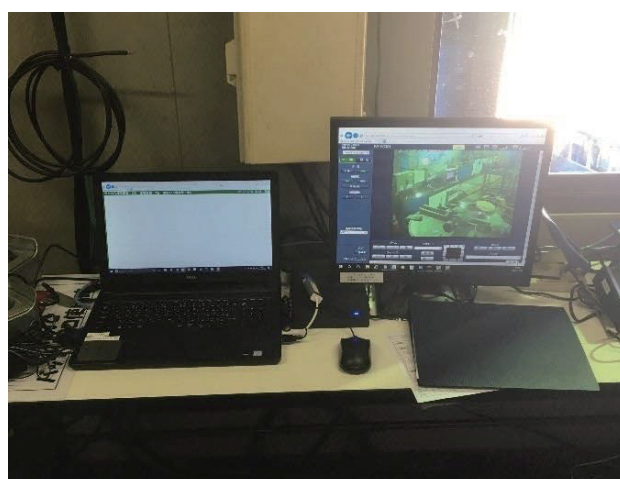


図6 管理用PC

3.1.2. 顔認証技術による入坑状況の収集

立坑入口にタブレットPC(図7参照)を2台(入坑管理用、退坑管理用)設置し、タブレットPCのフロントカメラを利用して、顔認証処理を行った。対象者にはカメラ正面で一時的に停止し、認証するよう依頼した。認証結果を画面に表示(図8参照)し、対象者に認証結果を把握できるようにした。認証結果は、図6に示した管理用PCに蓄積することで、顔認証による入坑管理情報を収集した。また顔認証による入坑状況を把握できるようにする為、立坑付近にディスプレイ(図9参照)を設置し、入坑状況表示画面(図10参照)を利用し表示した。画面には、入場者氏名や滞在人数及び、日毎の人数を表示した。この入坑状況表示画面を利用し、毎日0時に入坑状況のリセットすることで、日毎のデータ収集を行った。

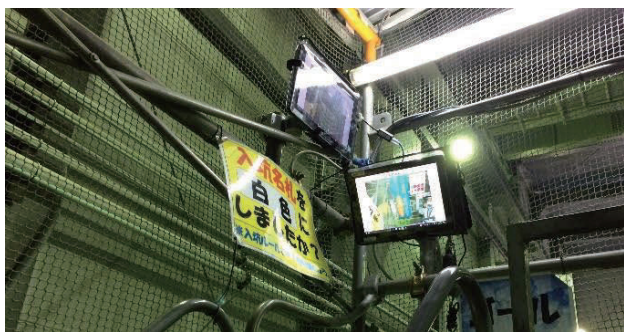


図7 タブレットPC(入坑管理用、退坑管理用)



図8 認証結果画面



図9 入坑状況表示用ディスプレイ

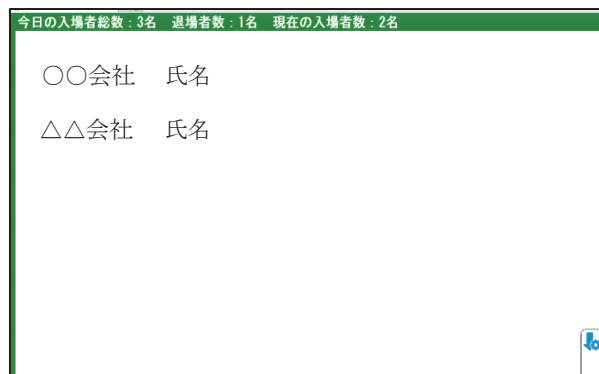


図10 入坑状況表示画面

3.1.3. 入退坑時刻の記録及び遠隔監視

入坑札による入坑管理において課題である入退坑時刻の記録及び、遠隔地からの入坑状況監視のニーズを実現する為、入退坑時刻の記録については、管理用PC(図6参照)に入退坑時刻を保存した。また、立坑側と詰所側をネットワーク接続し、遠隔監視環境を構築することで対応した。

3.1.4. 認証状況確認用パトライト

対象者の認証状況を目視で確認できるよう、立坑付近にパトライト(図11参照)を設置した。パトライトは認証結果に応じて点灯するように設定し、認証OKの場合は青色に点灯、NGもしくは、エラー(顔未登録)の場合に黄色に点灯させることにより、付近の現場職員に視覚的に結果を通知した。NG、エラーの場合もデータは記録され、NGの要因分析や未登録者の確認に利用した。



図11 パトライト

3.2. 検証結果

3.2.1. 顔認証結果

本検証は 219 件の顔認証を行った。認証結果の割合は 68% (151 件) が成功で、32% (68 件) が失敗となった。認証失敗の主な要因を以下の 3 つに分類した。分類結果の割合を図12に示す。

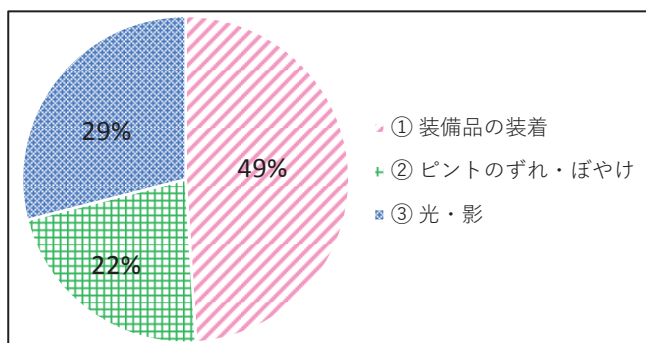


図12 認証失敗の要因

3.2.2. 顔認証結果の要因と改善策

抽出された失敗の要因について、発生要因と改善策を以下に示す。

① 装備品の装着による影響(図13参照)

検証時期が冬季であったこともあり、対象者はマスクやネックウォーマーを装着していた。認証時に装着状態、もしくは少しずらした状態などで、顔が隠れることにより、認証失敗となっている例が多く見られた。その他にも職員が常時装着しているヘルメットが少し前に傾いており、顔が隠れ、認証が失敗している例があった。



図13 装備品

本課題に対応する為には、認証時に顔が隠れる要因になるマスクやネックウォーマーは外し、ヘルメットについては、ヘルメットの角度を調整したり、装着時の顔写真をシステムに登録するなどの対応を行うことで、認証率を向上させることが可能だと考える。

② ピントのずれ・ぼやけによる影響(図14参照)

顔認証時にピントのずれやぼやけが発生する要因は、一時停止時間の不足及び、システム利用の失念である。今回は簡易的な検証と位置づけていた為、ゲートを設置しておらず、認証しなくても通過できる仕組みとしていた。検証中に本課題への対応として注意喚起看板(図16参照)を作成し、立坑に設置したが防止には至らなかった。



図14 ピントのずれ・ぼやけ

上記課題への対応として考えられるのが、認証結果に呼応したゲートの設置である。また、立ち位置によって認証結果が異なる場合があった為、認証位置を明示化することで認証結果を一定に保つことが可能だと考える。また、システム利用の失念に対しては、認証状況確認方法をパトライトだけでなく、音や光などを組み合わせて通知するなど、運用面での改善が必要であると考ええる。

③ 光・影による影響(図15参照)

屋外での画像処理技術の課題としてよく挙げられる、撮影時の環境的要因に光や影がある。本検証内でも影響が多く見られ、認証失敗の内の 29% が光や影の影響によるものであった。



図15 光・影

本課題に対応する為には、撮影環境を一定にする必要がある。たとえば、立坑前に顔認証用の建屋などを設置し、屋外の明かりを遮断し、建屋内にライトを設置することで照度が一定になり、認証率の向上が可能だと考える。



図16 注意喚起看板

3.2.3 対象者別平均スコア

対象者別の平均スコア(以下、スコアとする)を表1に示す。本検証では、職員 6 名、現場作業員 7 名を対象に検

証を行った。

スコアとは、カメラより検出された顔画像がシステム登録画像とどの程度一致しているかを算出した値である。

認証回数が多い対象者はスコアが 70%以上と安定した値となった。前述した運用面での工夫を行うことにより、スコアを向上させることが可能と考える。

作業員 A は認証回数 6 回と少ないが、認証時に必ず立ち止まり、カメラに対して正面で認証を行っていた為、スコアは高い値を示した。

表1 対象者別平均認証率

| 氏名 | スコア | 回数 |
|------|-------|----|
| 社員A | 57.17 | 7 |
| 社員B | 76.92 | 21 |
| 社員C | 73.09 | 17 |
| 社員D | 76.79 | 75 |
| 社員E | 76.73 | 35 |
| 社員F | 76.05 | 19 |
| 作業員A | 84.26 | 6 |
| 作業員B | 61.24 | 1 |
| 作業員C | 55.69 | 1 |
| 作業員D | 61.78 | 1 |
| 作業員E | 67.78 | 13 |
| 作業員F | 43.29 | 1 |
| 作業員G | 70.45 | 17 |

3.2.4. 入坑状態の検証結果

従来管理方法を正として、顔認証による入坑情報との比較を行った。収集した従来管理方法の結果と顔認証結果の 1 時間毎の入坑者の氏名・人数を比較し、一致率を算出したところ、一致率は 87.7%となった。この結果の要因としては、顔認証が失敗した場合でも入坑している社員がみられた為である。本検証では、認証を失敗しても入坑可能な仕組みの為、このような結果となった。

3.2.5. 運用面の課題

検証期間中に発注者や見学者などの来客者が多くみられ、76 件の未登録エラーが発生した。来客者がトンネルに入坑する際も入坑状況を管理する必要がある。入坑札を利用する場合は、事前に来客用の札を用意しておく事で対応が可能であるが、顔認証技術で管理する場合は、事前に顔の登録が必要である為、来客者の入坑状況を管理する方法を別途用意するなどの対応が必要であると考え。

また、新規入場者が来た場合も、新規に顔写真を登録する必要があり、対応方法を検討する必要がある。対応案として、顔の登録やデータ削除などの一連のフローを現場フローに組み込むことで解決できるのではないかと考える。例えば、新規入場者教育を行う際に顔写真を撮影して登録を行い、退場時に顔写真データを削除するなど、運用しやすいフローを検討し、導入することで本課題は解決すると考える。

§4. 終わりに

本検証を実施した結果、顔認証技術を入坑管理に適用する為には、課題も多いことがわかった。それらを改善する為には、設備や費用が必要になり、従来管理方法とは異なる運用方法が要求されることもわかった。

しかし、顔認証技術を利用することにより、なりすましの防止や人為的なミスなどの防止が見込める。さらに従来管理では取得できない情報を収集することが可能になり、より正確な入坑状況を把握でき、現場の生産性向上に寄与すると考えられる。

今後は課題の解決方法の検討を行い、適用していくことで、可能性を広げていきたい。

本文中に記載されている会社名・商品名等は各社の商標および登録商標です。なお、本文および図表中では、「™」、「®」は明記しておりません。

参考文献

- 1) NEC HP 『<https://jpn.nec.com/>』

ひとこと

顔認証技術はさまざまな可能性を秘めており、トンネル入坑管理以外にも適用可能だと考える。今回の検証で終わりではなく、引き続き検証を行っていきたい。



園木 匠