

安全・安心社会に向けた トレーサブルフィジカルセキュリティシステム

影広 達彦
Kagehiro Tatsuhiko

川口 洋平
Kawaguchi Yohei

米司 健一
Yoneji Kenichi

黎 子盛
Li Zisheng

清水 春美
Kiyomizu Harumi

永野 久志
Nagano Hisashi

渡邊 裕樹
Watanabe Yuki

松田 友輔
Matsuda Yusuke

テロや凶悪犯罪が発生する昨今、社会の安全・安心を保障するためのセキュリティシステムに対する期待が大きい。そのため、人や物に対する安全性を認識する仕組みや、蓄積されたデータの中から適切な情報を迅速に抽出する手段が必要とされている。これらを実現する場として大規模公共施設を想定し、そ

の際、高セキュリティと利便性という相反する特長を両立するために必要な機能について検討した。人に対する安全性を保障する仕組みは、トレーサブルフィジカルセキュリティという概念でまとめた。また、マルチパースペクティブサーチと呼ぶ蓄積映像データから多様な手がかりを基に検索を実行できるシステムを構築した。

1. はじめに

テロ事件による被害者数は年々減少しているが、死者率は2009年から徐々に増加し、2011年には約30%となっている。これは、1件当たりの事件が凶悪化し、甚大な被害を引き起こしているためである。このような事態を避けるために、セキュリティシステムの高度化に対する期待が大きい。

フィジカルセキュリティにおいては、監視カメラが主に活用される場面が多い。日立グループは、2008年に、多数の監視カメラをネットワークで接続して一元管理を可能にし、蓄積された膨大な画像データに対して、高速な検索を可能とした大規模監視システムを発表した¹⁾。

また、指静脈認証は2003年に新しいモジュールを用いた生体認証として製品化され、入退管理、PC (Personal Computer) ログイン、金融システム応用などの幅広い分野で運用されている。

そのほかにも、質量分析技術を応用した爆発物検知装置の研究開発が進んでおり、実証実験によってロバスト性の確認や運用実績を積んでいる。2013年9月には、空港向けの手荷物検査装置への適用を発表した²⁾。

公共施設におけるフィジカルセキュリティには、人や物に対する安全性を保障し、できる限り犯罪行為を未然に防ぐことが期待されている。ただし、高セキュリティと利便性は両立することが難しい。セキュリティ機能を強化する

と煩雑な作業が増えて利便性を損なうため、活用される場面が広がりにくい。そこで、一般客に負担をかけないように、何も意識させないで認証して安全性を確認することと、安全であると確認された一般客に対する利便性の向上が必要である。ここで、事前同意を得たユーザー向けに無意識に認証を行うことを、アンコンシャス認証と呼ぶ。

また、事件が発生してしまった際には、監視カメラで撮影した画像データから迅速に事件解決への手がかりを抽出することが必要である。その場合、目撃情報などは断片的にしか得られないため、多様な手がかりによる高速な検索機能を備えた映像監視システムが期待されている。

ここでは、安全・安心社会に向けたトレーサブルフィジカルセキュリティシステムとマルチパースペクティブサーチについて述べる。

2. トレーサブルフィジカルセキュリティ

公共施設において、人や物の安全性を保障するために、生体認証や手荷物検査などが実施されている。しかし、認証や検査のために一般客の流れを止め、何らかの動作やチェックを強要すると、人流が滞って利便性が低くなる。そのため、一般客に対してアンコンシャス認証を適用することが理想的である。その際、複数のモジュールによる認証や検査を組み合わせ、個々の一般客の安全性のレベルを随時更新することができれば、悪意のない一般客にはサービ

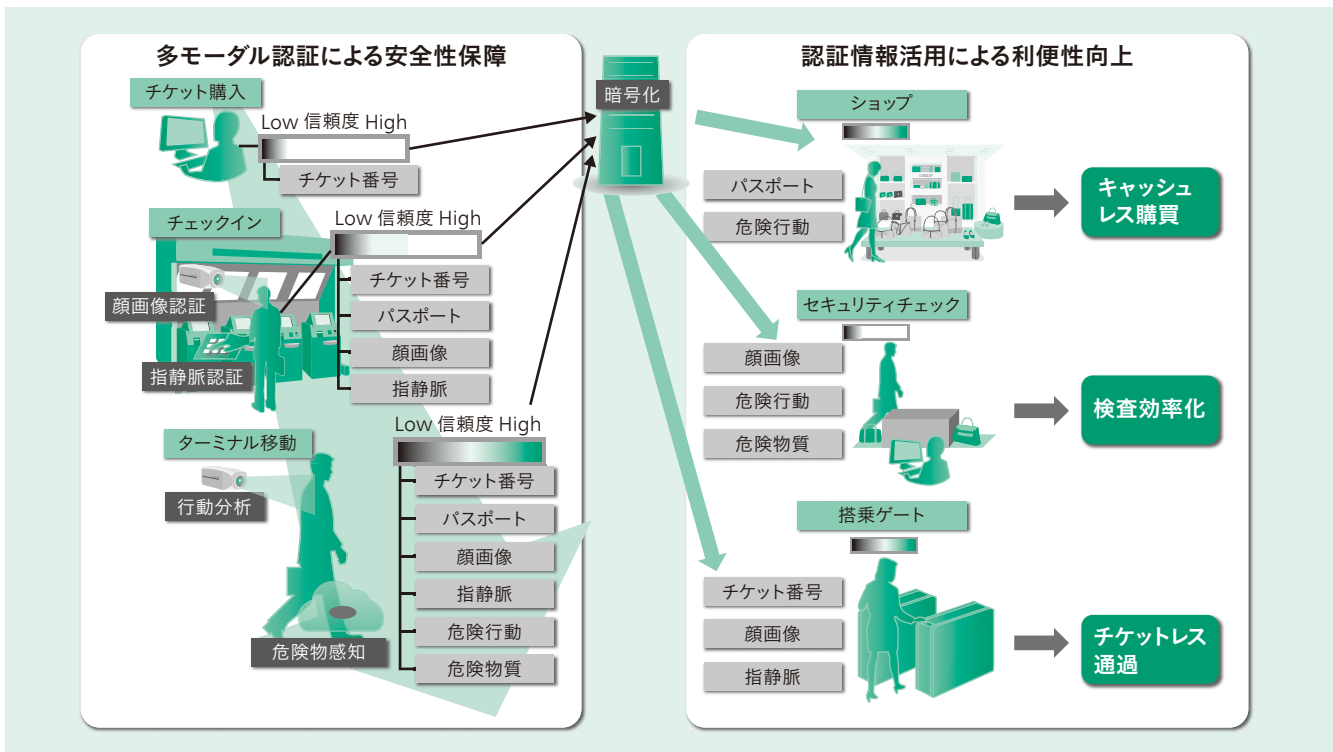


図1 | トレーサブルフィジカルセキュリティの概念

多モーダルの認証による安全性の保障と、認証情報活用による利便性向上の両立が必要である。

スを優遇し、利便性を上げることができる。このような概念を「トレーサブルフィジカルセキュリティ」と呼び、**図1**にその概念を示す。トレーサブルフィジカルセキュリティを実現するため、生体認証としてタッチパネル式指静脈認証と顔画像認証、手荷物検査として多点サンプリング型爆発物検知装置、監視カメラによる手荷物追跡を組み合わせた。

2.1 生体認証

生体認証には、多様な生体情報を用いる手段が存在し、アンコンシャス認証が可能なモデルとしては、顔が一般的に考えられる。しかし、顔画像認証は、単独モデルのアンコンシャス認証としては実用上の精度がいまだに不足している。そのため、指静脈のように実運用としての精度が保証されているモデルと組み合わせ、対象人物を限定することで運用上の精度を確保することが考えられる。

一方、指静脈認証は、現状は指を装置に入れる、もしくはかざすという動作が必要であり、アンコンシャス認証とは言えない。そこで、他の作業を行う間に、静脈パターンを撮影し、一般客が意識せずに認証する仕組みを検討した。**図2**に示すような装置で、ATM (Automated Teller Machine)、券売機、チェックイン装置にあるようなタッチパネル操作をしている間に赤外光を照射し、操作している指の静脈パターンを撮影する。この装置は、筐(きょう)体内にプロジェクタとカメラを設置し、すりガラス上に操

作画面を投射し、指が接触した場所を筐体内カメラで撮像した画像から認識する。これにより、操作者がどこにタッチしたかを認識でき、操作盤としての機能が満たされる。また、指がガラス上に接触したタイミングで、ガラスの上部に設置したLED (Light-emitting Diode) から赤外光を照射し、指静脈を筐体内カメラで撮像する。このタイミングは、操作者からは認知されず、タッチパネルで操作している間に、アンコンシャス認証が行われる。

ここで、指静脈認証が完了した際、筐体上部に設置した



図2 | タッチパネル式指静脈認証装置

タッチパネル操作時に指静脈認証を行い、その際に顔画像を撮影する。

カメラで顔画像を取得し、操作者と顔画像をひもづける。これにより、高精度にエリア内にいる人物を限定でき、その入場時点での顔画像をテンプレートとして活用できる。そのため、時間経過の少ない顔画像による認証が可能となり、経年変化や化粧などの影響を減らすことができる。この顔画像認証を活用し、簡易ゲート管理、サイネージ応用などが実現できた。

2.2 多点サンプリング型爆発物検知装置

この装置は、質量分析の原理を用いて、人や物に付着した爆発物の原料などの物質を検知する。従来、日立グループは改札型の検知装置を開発してきた。ただし、広がりのある空間内で原料物質の特定まではできなかった。この装置は、空間内に離散的に配置した多数パイプから交互に空気を吸引し、質量分析装置に取り込むことで原料物質の位置を特定する。しかし、各パイプを1つずつ吸引すると全パイプを一周する時間が検知の周期となり、短時間での検知は難しい。そこで、複数のパイプを組み合わせて同時に吸引し、その組み合わせを変えながら繰り返す。さらに、得られた質量分析の信号に対し、「圧縮センシング」と呼ばれる信号処理を施す。この処理により、短時間の信号から危険物質の位置を特定することができ、高価な質量分析装置を多数用意せずに、短時間でエリア内の物質を検知することができる。

2.3 手荷物追跡

施設内では、手荷物の移動経路や、どの人物によって持ち込まれたかを調査し、安全性を確認する必要がある。そこで、このシステムでは手荷物の追跡結果から安全性を保障するアプローチを検討した。

重要施設内では、限定エリアに入る際に手荷物検査を行う場合が多く、装置内のベルトコンベアに手荷物を乗せてX線や爆発物検知などで内容物のチェックを行う。この検査装置の上部にカメラを設置し、ベルトコンベアに乗せた手荷物を撮影すると、比較的安定した手荷物画像が得られる。ここで得られた手荷物画像を基に、過去にこの手荷物がどのようなルートで移動してきたかを可視化する。施設内に設置された監視カメラで常時人物や手荷物の移動を検知しており、その情報から手荷物らしき部分の画像データを類似画像検索エンジンに登録しておく。この検索エンジンに対し、手荷物検査装置で撮影した手荷物画像の色特徴を基に検索し、部分画像の候補を選択して整合性を取ると、手荷物が通ったルートが得られる。このルートと前述した多点サンプリング型爆発物検知の結果を照合することで、その手荷物の安全性を推定することができる。また、

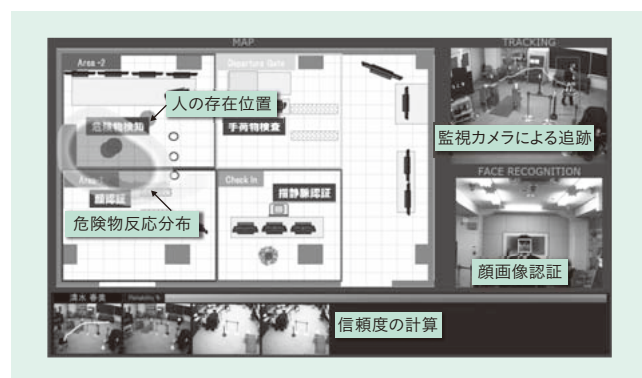


図3 | 統合ビュー

施設内の人の位置、危険物の分布推定、監視カメラ映像、顔画像認証を表示する。



図4 | 認証ビュー

各エリアの認証結果を逐次表示する。

手荷物の移動ルートの画像データを観測することで、途中での手渡しのような不穏な挙動がないかなどのチェックを可能とした。

2.4 統合ビュー

上述した個々の認証、検知、認識装置の結果は情報システムで統合され、統合ビューに逐次表示される(図3参照)。このビューでは、各エリアで追跡されている人物の位置、爆発物探知結果の推定分布がマップ上に表示され、また、監視カメラの映像を目視することができる。また、図4に示すような認証ビューでは、各エリアで一般客が認証された結果を逐次表示し、それぞれがどのモデルで認証され、それによって特定された属性情報、認証結果を基にした信頼度が提示される。これにより、施設内でどのような人物が、どの場所で、どれくらいの信頼度を持って存在しているかを一元管理して可視化することができる。

3. マルチパースペクティブサーチ

事件が起きてしまった場合、速やかに情報を分析し、被害の最小化や、継続的犯行の防止に努める必要がある。そのためには、監視カメラで撮影された膨大な画像データから、必要な情報を高速に検索することが求められる。その



図5 | マルチパースペクティブサーチの操作画面

上半身、下半身、荷物、移動ルートを指定して検索した結果を表示する。

際、断片的で多様な目撃情報を手がかりにした、汎用的な検索機能への期待が大きかった。そこで、蓄積映像から、服装や移動ルートなどを手がかりとした検索を開発した。この検索を、マルチパースペクティブサーチと呼ぶ。その操作画面を図5に示す。

マルチパースペクティブサーチでは、顔画像の類似性に加え、頭部、口元、上半身、下半身、手荷物の色類似性、移動ルートの類似性を統合した検索を実現した。例えば、上半身は青いシャツ、下半身は黒ズボン、背後に緑のバッグを背負い、廊下を通り過ぎて行った人物の検索が可能である。これは、蓄積された画像データに対し、人物追跡を行い、その結果から各部分画像の特徴を検索エンジンに登録する。この登録された検索エンジンに対して個々の部分の色を検索キーとして入力すると、類似色を持った画像が検索される。また、人物追跡によって得られたルートも検索エンジンに登録されており、それぞれの画像とひもづけられている。操作者が検索キーとなる移動ルートを指定すると、それと類似した移動ルートの動画を検索する。これらの検索結果を統合することで、目撃者の多様な情報に対応した捜査を可能とした。

4. おわりに

ここでは、安全・安心社会に向けたトレーサブルフィジカルセキュリティシステムとマルチパースペクティブサーチについて述べた。

テロや凶悪犯罪の防止に向け、フィジカルセキュリティシステムの高機能化が期待されている。それに応えるために、アンコンシャス認証や検知装置を統合したトレーサブルフィジカルセキュリティシステムと、蓄積映像に対する多様な検索を実現したマルチパースペクティブサーチを具体化した。今後、このプロトタイプを用いて検証を進め、実用化をめざす。また、セキュリティシステムに関しては、プライバシーや情報漏えいの問題がある。今後、情報保護

技術との連携、厳格な運用規則の策定を行い、実運用上で問題が生じないように対策を進める。

参考文献など

- 1) 日立ニュースリリース、複数のネットワークカメラで撮影した映像から重要度の高い映像を選別して表示し、あわせてデータベースの中の類似画像を瞬時に検索できる技術を開発。
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/02/0201.html>
- 2) 日立ニュースリリース、手荷物に付着した爆発物成分を自動検出する爆発物探知技術を開発。
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2013/09/0925a.html>

執筆者紹介



影広 達彦

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、画像処理、認識の研究開発に従事
博士(工学)
電子情報通信学会会員、情報処理学会会員、AVRG会員



米司 健一

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、画像処理、認識の研究開発に従事
電子情報通信学会会員、映像情報メディア学会会員



清水 春美

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、画像処理、認識の研究開発に従事
電子情報通信学会会員



渡邊 裕樹

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、類似画像検索の研究開発に従事
博士(情報科学)



川口 洋平

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、信号処理の研究に従事
IEEE会員、電子情報通信学会会員、日本音響学会会員



黎子盛

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、医用画像処理、パターン認識の研究開発に従事
博士(工学)
電子情報通信学会会員



永野 久志

日立製作所 中央研究所 ライフサイエンス研究センター メディカルシステム研究部 所属
現在、質量分析関連技術の研究開発に従事
日本分析化学会会員、火薬学会会員



松田 友輔

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター 知能システム研究部 所属
現在、画像認識、生体認証の研究開発に従事
電子情報通信学会会員