

技術解説

画像解析に関する調査研究報告書



公益社団法人 日本防犯設備協会
映像セキュリティ委員会 委員長

芳野 雅美

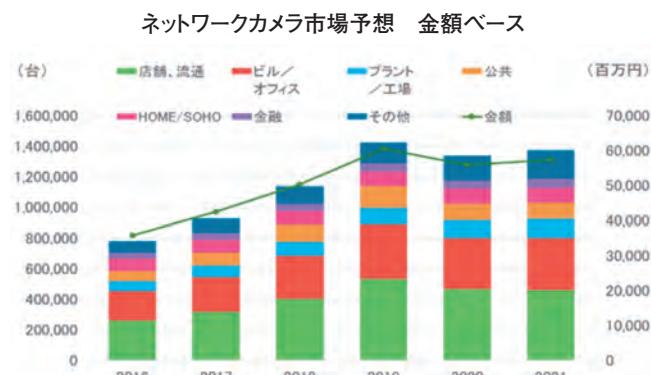
防犯カメラのネットワーク化と、高解像度・性能向上に伴い、画像処理機能を搭載したカメラや撮影画像を利用した種々の画像解析システムが増加しています。映像セキュリティ委員会では、2019年4月に画像解析に関する調査報告書をまとめました。本稿ではその調査研究報告書の内容に基づき、防犯用途における画像解析・画像認識技術の概要や各種システムについて紹介します。

1. 画像解析の市場規模と動向

1.1 市場規模

1.1.1 ネットワークカメラの市場規模

ネットワークカメラは、2017年で93万台、423億円の市場規模と増加しています。NTSCカメラの後継としてアナログHDの増加により、伸び率はやや鈍化していますが順調に増加しています。新型コロナウイルス(COVID-19)の影響に伴い、調査報告とは状況が変化していますが、オリンピック関連特需により2020年以降は踊り場傾向に入り2021年は138万台、572億円の市場予測となっています。

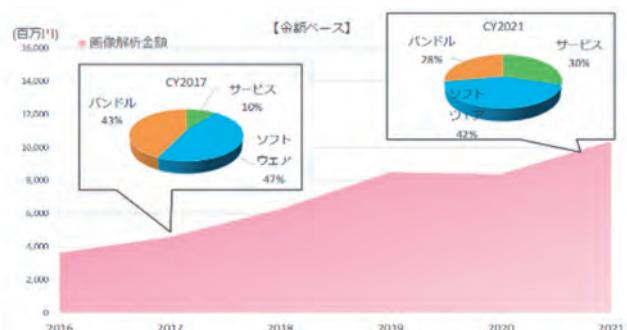


出典:株式会社テクノ・システム・リサーチ
ネットワークカメラ/監視カメラを利用した画像解析市場の動向

1.1.2 画像解析の市場規模

画像解析においては2017年で46億円の市場規模があり、現状はネットワークカメラでの解析ソフトやインテリジェンス機能のバンドル製品が主流になっていますが、今後はクラウドなどのサービスビジネスにも拡大しています。

公共や交通制御における車番認証や顔認証、及び店舗/流通需要が中心となっていますが2020年以降は都市監視需要がやや停滞するため、2021年は104億円と予測されています。



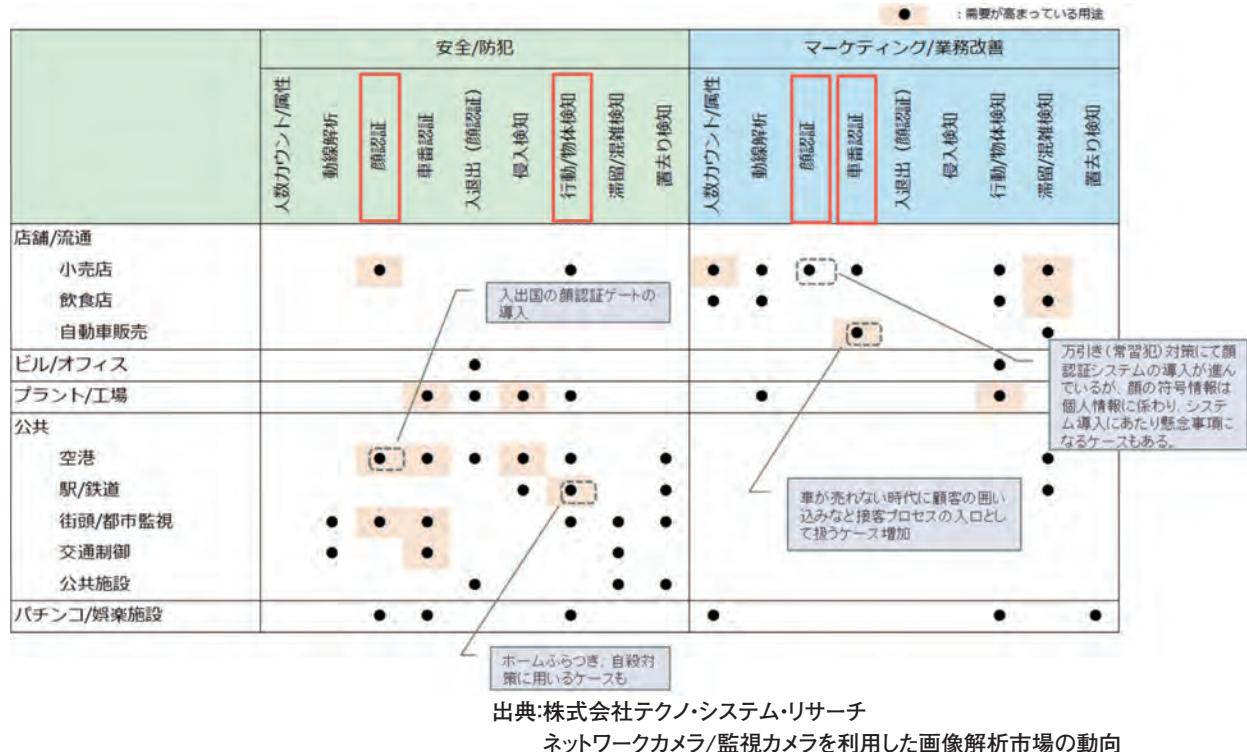
出典:株式会社テクノ・システム・リサーチ
ネットワークカメラ/監視カメラを利用した画像解析市場の動向

1.2 市場動向

1.2.1 画像解析の利用状況

安全/防犯用途としては表のような用途での需要が高まっており、主に空港の入出国ゲートの顔認証や、駅や鉄道でのホーム上のふらつきなどの行動/物体検知に使用されています。

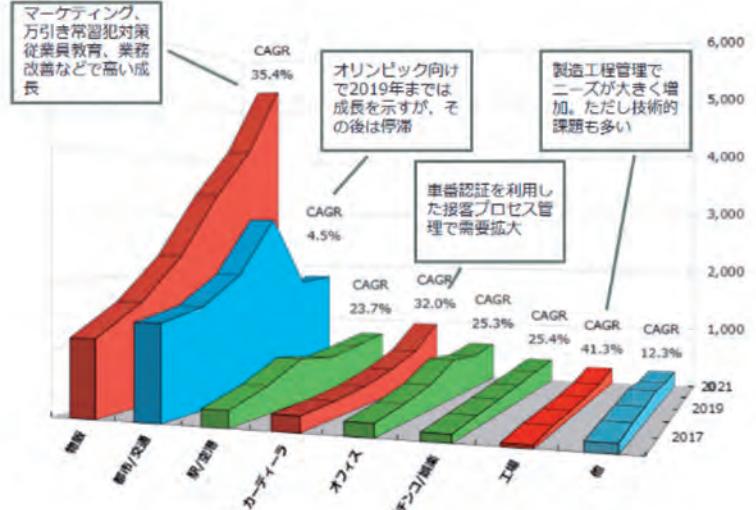
また、マーケティング/業務改善用途としては、万引き対策としての顔認証や、自動車販売用途などの車番認証に使用されています。



出典:株式会社テクノ・システム・リサーチ
ネットワークカメラ/監視カメラを利用した画像解析市場の動向

1.2.2 画像解析の業種別トレンド

画像解析を採用している業種と用途としては、物品販売でのマーケティング、万引き常習犯対策や業務改善などで2021年以降も高い成長が見込まれています。街頭/都市監視や交通用途では2019年までは成長となりますが、その後は停滞する見込まれています。



出典:株式会社テクノ・システム・リサーチ
ネットワークカメラ/監視カメラを利用した画像解析市場の動向

2.防犯用途における画像解析・画像認識技術と各種システム

2.1 概要

画像解析とは、静止画や動画などの「画像データ」から必要な情報を抽出することです。

画像解析をおこなうには、まずは必要に応じて、得られた画像のノイズや歪を取り除き、明るさや色合いおよび輪郭の強調などをおこない、画像データから対象となる特徴を抽出しやすくなります。

その後、抽出したデータを意味のあるものにしますが、この工程において近年注目されているのが人工知能(AI)を用いた画像解析です。

画像解析は、郵便番号自動読み取りや車両ナンバー自動読み取りシステムにはじまり、侵入検知や動線解析などの防犯面での利用以外に、人数カウントや滞留/混雑検知および、人の属性抽出データをマーケティングや業務改善に利用するなど、様々な場面で使われるようになっています。

また最近では、顔認証の性能も飛躍的に向上し、商業施設での利用や入国審査および犯罪者の割り出しへの活用のほか、行動パターンや振る舞いなどから未然に犯罪を防ぐための検討も、急速に進められています。

カメラやレコーダーなどの性能向上により得られる画像が鮮明になっただけでなく、特徴の抽出や認識においてはディープラーニングを用いた人工知能(AI)により、画像解析性能も飛躍的に向上していますが、これら性能は用いる画像の質に大きく左右されるため、カメラの画角やピントの調整および設置環境などには十分な配慮が必要です。

2.2 顔認証システム

2.2.1 顔認証技術

顔認証技術とは、顔検出と顔認識の2つの技術で成り立っています。

顔検出：「画像内に顔が存在することを検出する」

画像を明暗差による特微量にデータ変換します。

この特微量と顔のパターンデータとの比較を行うことで、顔を検出します。

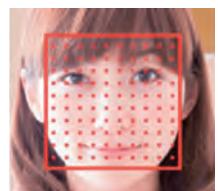


画像の特微量データとパターンデータ

顔認識：「検出した顔が誰なのか?を特定する」

顔のパーツ(目・鼻・口など)に対し、特徴点を付けます。

特徴点の位置関係を元に、登録された顔データの誰に該当するのか?を特定します。

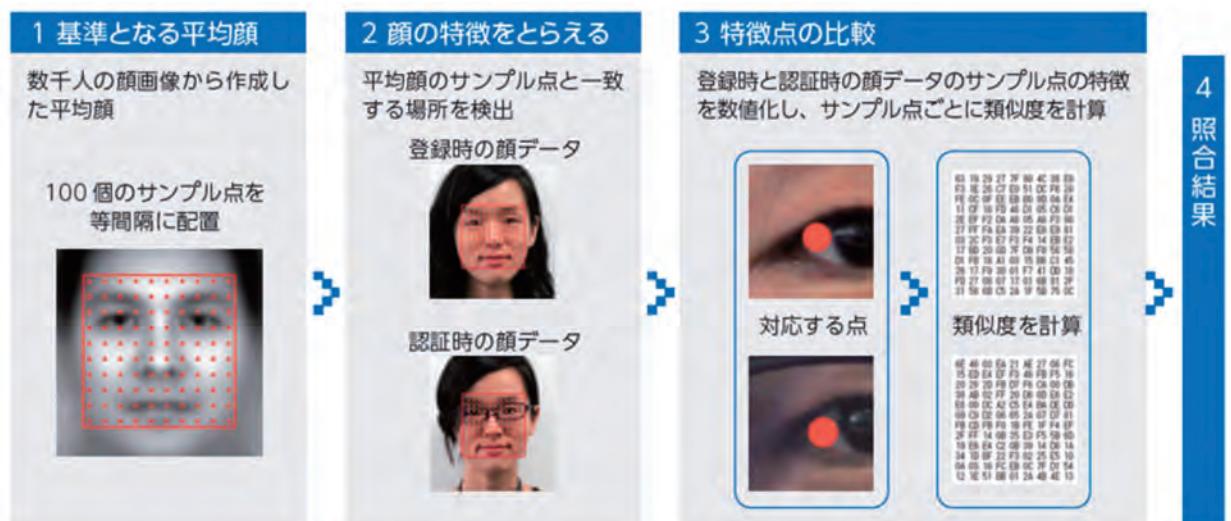


顔に特徴点を付ける

顔の向き、照明環境、表情などによって、顔認証精度は大きく左右され、各社、独自の認証技術を用い、精度の向上を図っています。近年、この課題の解決としてディープラーニング型顔認証技術が注目を浴びています。

2.2.2 顔認証の具体例

①顔認証システム(グローリー(株))



顔認証のメリット(特長)

- ・自分自身であることが瞬時に証明されます。
- ・『非接触型』の本人認証であるため、利用者への負担がありません。
- ・本人らしさをあらかじめ数値化して登録することで、登録された人物を『高速・高精度』に識別可能です。

②ディープラーニング顔認証システム(パナソニック(株))



ディープラーニングによる高精度な顔認証

○特徴1

ディープラーニングによる高精度化。
(従来比: 約2倍の検出精度)



○特徴2

カメラで顔検出し、顔認証に最適な画像だけを送信。
これにより、サーバ負荷を1/5に軽減。

○特徴3

設置支援ツールにより、画角調整～アラーム発報までを簡単セッティング。



2.2.3システム構成例(パナソニック(株))

- ・一般監視システムにアドオンすることで顔認証システムを構築できます。
- ・使用に際し、別途ソフトウェア(別売)が必要です。

■ 基本システム構成例



2.2.4 注意事項

カメラ映像を元に顔認証を実現しているため、映像内に汚れ・光の反射などがあった場合、認証精度が低下します。

[主な注意事項]

- ・ドーム・レンズの汚れがないように拭くこと。
- ・歪みの少ないレンズを使用すること。
(ドーム型カメラは一般的に歪みが大きく、推奨できない)
- ・日中、夜間を通じて、逆光や反射がないように設置場所、日除け、照明などの対策を講じること。
- ・撮影した顔の解像度は顔認証ソフトのスペック以上にすること。
(一般的に目間ピクセルが規定されている)
- ・顔を正面から撮像すること(図1)

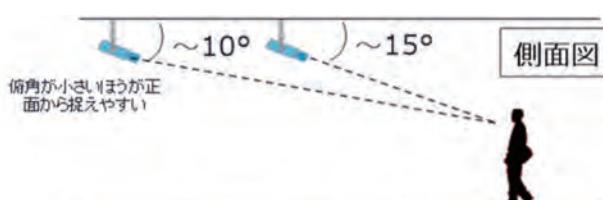


図1 顔を正面で捉える

上記 注意事項は一般的なものであり、使用されるメーカーの商材によっては、さらなる注意事項があったり、緩和される事項がある。

2.3 車番認証

2.3.1 車番認証とは

はじめに画像内からナンバープレートを検出し、次にそのナンバープレートの文字・数字の認識を行います。

○ナンバープレート検出：

画面内に存在するナンバープレートを検出します。

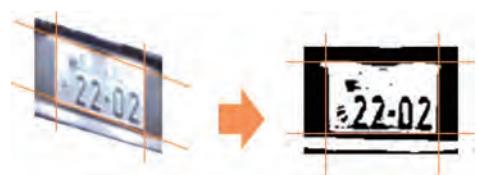
検出方法には様々な手法がありますが、ナンバープレートのエッジを検出し、その後数字が確認できればナンバープレートと認識する、などの方法が多数です。



○文字・数字の認識：

検出したナンバープレート内の文字・数字を認識します。

一般的には二値化したデータを使用します。画像に縦・横方向のひずみ(傾斜)が確認される場合には、まずひずみの補正と二値化が行われたのち、認識が行われます。



2.3.2 車番認証の具体例

車両ナンバー認証システム((株)JVCケンウッド・公共産業システム)の例

走行中の車両のナンバープレートをカメラで撮影し、地名(陸運支局コード)や一連指定番号などを読み取り、登録済みデータと照合し、認証するシステムである。

認証結果のディスプレイ表示やトランシーバーへの通知、認証結果に応じた信号灯など外部機器との連動が可能である。

認証結果はデータベース化され、あとから検索・編集することが可能である。



2.3.3 車番認証のしくみ

車両ナンバー認証システム((株)JVCケンウッド・公共産業システム)の例

■認識動作

①映像内に「一連指定番号」を見つけるとナンバープレートとして認識する。※車両を認識するわけではない。

②一連指定番号の周囲に「陸運局コード」「分類番号」「用途コード」を探す。

すべて見つけた場合→完全認識

見つからない項目があった場合→部分認識

※認識条件に合致しない場合、誤った内容で認識することがある。



■認証動作

登録されている車両データと照合する。

・完全に合致した場合→「該当あり」

・「用途コード」「一連指定番号」は合致したが、他に合致しない項目がある場合→「あいまい認証」

・「用途コード」「一連指定番号」が合致しない場合→「該当なし」

※「該当あり」の場合、ポップアップ画面やリスト上では、登録データの「車両の種類」を表示する。

※「あいまい認証」は、報知アクション用の認証結果である。

報知アクション(ポップアップ通知)の操作により、記録用の認証結果(「該当あり」、「該当なし」)に更新される。

※退場車両の場合、入場記録との照合も実施する。ポップアップ画面やリストには、入場時の情報も表示される。



2.3.4 注意事項

車両ナンバー認証システム((株)JVCケンウッド・公共産業システム)の例

認識対象ナンバープレート	日本国内の四輪車用ナンバープレート ※ただし、下記「認識困難なナンバープレート」は除く ・サイズ: 大型プレート(44cmx22cm)、中型プレート(33cmx16.5cm) ・陸運局コード: ご当地ナンバーを含む全117地域 ・デザイン: 通常(無地)、図柄(ラグビー・W杯、東京オリンピック・パラリンピック) 対応予定: 2018/10施行の地域版図柄ナンバー ※ナンバープレートの登録区分(色)は認識できない:自家用(白、黄)、事業用(緑、黒)
認識困難なナンバープレート	認識対象外ナンバープレート(部分認識になる場合もある) ・外交官車両用ナンバープレート ・米軍車両ナンバープレート ・自衛隊車両ナンバープレート ・仮ナンバー
カメラ設定	・エンコード: JPEG/MJPEG、フルHD(1920x1080)、10fps以上 ・シャッター速度: 1/250~1/1000程度(認識対象車両の速度による) シャッター速度の上限値/下限値を設定できるペーパー。 ※蛍光灯などの点滅光源下の場合、高速シャッターにするとフリッカー(ローリングシャッター)が発生するので注意すること。
照度条件	・必要な照度は、使用するカメラやシャッター速度設定により異なる。 ・十分な照度がない場合は、赤外照明装置の併用を推奨する。 ※赤外照明装置を使用する場合、下記制約がある。 カメラ: IRカットフィルター可動式ディナイト機能を搭載していること レンズ: 近赤外線対応であること
<p>【参考】 カメラ設置基準: ナンバープレートが幅120~400画素で撮影されるように設置 ・フルHDカメラの解像度 : 横1920×縦1080画素 ・ナンバープレートの大きさ: 横330×縦165mm(中型ナンバープレート) ・許容される横幅 : ~5.3m</p>	

2.4 動体検知・不動体検知

2.4.1 動体検知・不動体検知とは

① 動体検知とその応用

人や車など、動いている物体を判定し見つけること、またその機能です。

また、その機能を応用したさまざまな状態検知手法です。

＜動体検知の例＞



② 不動体検知とその応用

かばんや箱など、動かない物体の出現や持ち去りを判定し見つけること、またその機能です。

＜不動体検知の例＞

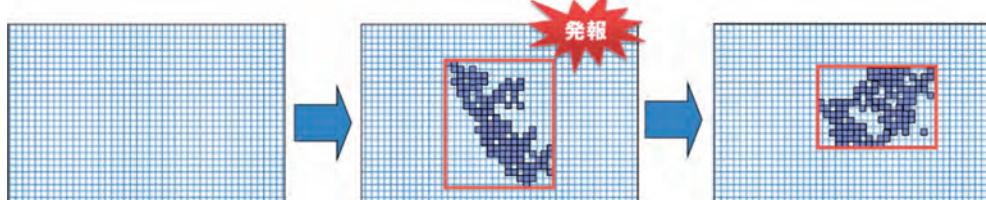


2.4.2 動体検知・不動体検知のしくみ

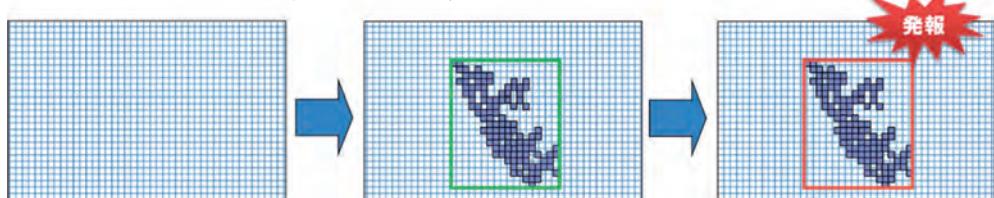
① 検知方法

動体検知：直前の画像と画素ごとの輝度を比較し、輝度変化を生じた画素の塊が検出された場合に検知します。

（一度検出された輝度変化の状態は保持されない）



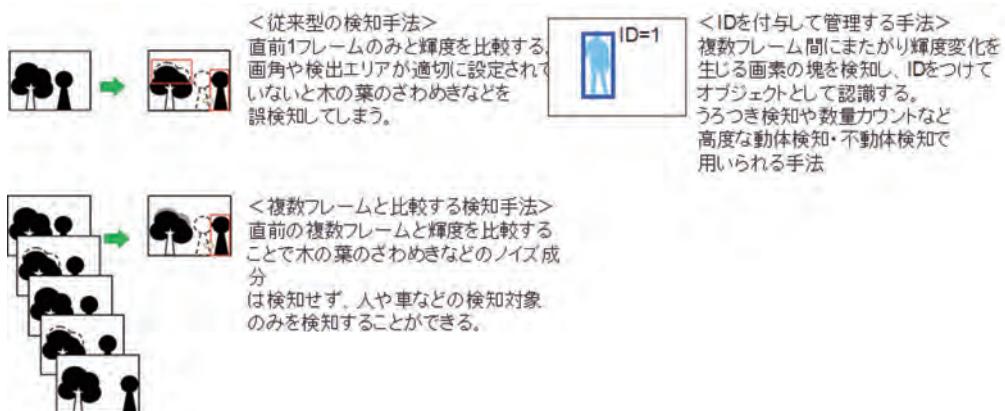
不動体検知：直前の画像と画素ごとの輝度を比較し、輝度変化を生じた画素の塊が検出され、かつ同じ状態が一定時間保持された場合に検知します。



② さまざまな検知手法

動体検知・不動体検知はフレーム間の輝度変化を検出し物体を識別します。

近年では複数フレームにまたがり輝度を比較する手法や、検出した動体・不動体にIDをつけて管理する手法も開発され、より高度な検知が可能になっています。



2.4.3 注意事項

①解像度・設置環境(フリッカーや環境ノイズの影響)

・動体検知・不動体検知の解像度

画像解像度と動体検知・不動体検知の検知解像度は必ずしも同じではありません。

必ずしも高解像度なカメラが動体検知の精度が高いというわけではありません。



画像解像度: 1280×720ピクセル 動体検知解像度: 640×240ピクセル

例えば画像解像度は1280×720ピクセルだが、動体検知は640×240ピクセルの解像度で検知を行うなど、画像解像度より低い解像度で動体検知を行うカメラも多い。

・設置環境

フリッカーや環境ノイズ(水面のきらめきや波、風による木の葉の揺れなど)があると誤検知を起こしやすいため、フリッカーレスの設定をする、画角や検知エリアを適切な値に設定する、などの対応が必要です。



<フリッカーアイデア>

矢印部分に照明によるフリッカーアイデアが発生、動体として誤検知されてしまう。

このような場合にはフリッカーフィルタ機能をONにする、シャッタースピードの調整をする、などによってフリッカーアイデアの発生を抑止することで誤検知を防ぐことができる。



<環境ノイズによる影響>

画面内に噴水や水面のざわめき、木の葉の揺れなどがあると誤検知を発生する場合

がある。このような場合には画角や検知エリアを適切に設定することで誤検知を排除することが可能。カメラによっては直前複数フレームの映像と輝度変化を比較することでこのような環境ノイズの影響を排除可能な機能を持つものもある。

②適切な画角/検知パラメーターの設置

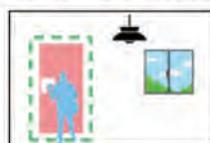
・画角

画面内でオブジェクトをとらえる位置、方向、大きさに注意します。画面周辺部よりも画面中央部でオブジェクトを検出したほうが、オブジェクトの全体をとらえられるため精度があがりやすくなります。

・検知パラメーター(検知エリア・検知サイズなど)

検知対象に対して適切な検知エリア、検知サイズ、検知速度、検知感度などの設定が必要です。

<検知エリアの設定>



適切な検知エリア設定の例

ドア部分のみにエリアが設定され、侵入者の検知が可能



不適切な検知エリア設定の例

検知エリアが必要以上に広く設定されており、鳥など室外の動体や照明のON/OFFなどでも発報してしまう。

<検知サイズの設定>



適切な検知サイズ設定の例

検知サイズが適切に設定されており、一人の人間として検知されている



不適切な検知サイズ設定の例

検知サイズ設定が不適切なため、人間が複数のオブジェクトとして検知されている

3.その他事例紹介

当委員会に参加頂いている各メーカーにて、製品化や実証実験等を進めている事例を紹介いたします。
詳細につきましては、各社のホームページをご参照ください。

- ・視覚障害者向け音声案内システム TOA株式会社

白杖を検知し、自動的に音声案内をおこなうシステムです。

白杖が撮影範囲内に入ると放送装置から自動的に音声案内を行います。

- ・リアルタイム混雑予測 三菱電機株式会社 (実証実験中)

イベント会場等での来場者の安心・安全と警備支援を目的とした混雑予測システムです。

人の流れを解析し混雑状況の予測を行い、警備員の配置や回避経路を確保に役立ちます。

- ・動体/不動体検知 混雑検知 東芝テリー株式会社

カメラで撮影した画像から動体(侵入者・不審者)検知や軌跡を検出します。

不動体を検出することにより、不法廃棄、迷惑駐車、落下物検知を行います。

- ・画像式水位計測システム 三菱電機株式会社 (実証実験中)

ハイビジョンカメラの映像から水位を計測します。

現場画像と水位計測データの同時確認、旋回式カメラの活用で複数地点の計測が可能です。

- ・人物発見・追跡ソリューション 株式会社日立産業制御ソリューションズ (実証実験中)

人物の特徴から不審者や迷子などを発見・追跡します。

特定人物が映ったカメラの位置・時間を特定し不審者の追跡や、迷子の服装などから親の居場所を特定します。

4.まとめと今後の展望

4.1防犯カメラと画像解析のまとめ

画像認証・画像解析は、防犯カメラと組み合わせ下記用途で活用されています。

■見守り利用:お年寄りの外出や徘徊防止	→検知し従業員や近隣に通知
■入退室管理:入居者・入場・入退室管理	→入退室の制限や記録保存
■商業利用:通行人カウントなど	→マーケティングや商店街の販促
■サービス利用:顔パス・入場パス・来客対応	→テーマパーク・コンサート・おもてなし
■防犯用途:店舗での要注意人物対策	→万引き犯や迷惑客等の早期把握

- ・顔認証システムは防犯カメラ映像と組み合わせ防犯用途・サービス用途で活用されており、車番認証システムは車両入退場の管理用途・来客確認のサービス用途で活用されています。
- ・顔認証データは個人情報として扱われています。画像解析システムを構築する際、撮影する側もされる側も個人情報の取扱いには十分注意する必要があります。撮影したデータの保存は十分機密性に留意した運用が必要です。
- ・顔認証技術の精度は、顔の角度や照明などで認証精度にばらつきが出るため、適正な設置が必要です。
認証精度のばらつきや誤認識の可能性に配慮し運用する必要があります。
- ・画像解析技術の発展に伴い、どのように活用するかが課題となっています。

4.2防犯カメラと画像解析の展望

■画像解析の運用における展望

- ・カメラの画像認証を社会・市民が積極的活用していく方向に向かうことが想定されます。
- ・海外において防犯カメラ映像と画像解析を率先して導入している国もありますが、日本国内では個人情報に十分に注意した導入と運用が求められています。
- ・人数カウントなど簡易な作業は、画像解析が代替できるようになり、人員工数を削減できるようになります。
- ・疲労による判断ミス低減や、人間では見落としてしまう判断が可能になることが想定されます。

■画像解析の技術的展望

- 多くのカメラが設置されデータを蓄積していくことで、画像認証・画像解析が有効活用され、いっそうの発展が見込めます。
- 画像認証・画像解析は、AIとディープラーニング技術の発展が進むことで、配置編成・犯罪発生予測に活用されていくと思われます。
- 画像認証・画像解析は、ディープラーニング技術が活用されることで、認証精度の向上が見込まれます。

4.3 防犯カメラと画像解析の今後について

映像セキュリティの発展に活用される技術に「ディープラーニング(深層学習)」が挙げられます。

- ディープラーニングとは、AI(人工知能)技術の一つの手法です。
- ディープラーニングは、画像認識における最重要課題である特徴量の抽出に非常に適しています。
- ディープラーニングは現在、顔認証において有効な手法として活用され始めています。

ディープラーニングの画像認識への応用



- 映像+画像認証+AIの連携により、情報に判断力がプラスされ発展していくことが見込まれます。

映像データは単なる映像情報から、適切な対処・判断を伴った情報を知らせる用途へ移行することが見込まれます。

4.4 情報社会の展望

■情報社会の発展

今後は内閣府の政策でビッグデータやAIの活用が推奨されており、画像認証、画像認識、画像解析の技術革新が見込まれます

■情報社会はSociety 5.0へ

Society 5.0とはサイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会(Society)のことをいいます。

人工知能(AI)により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服された社会を目指しています。



5. 終わりに

画像解析を使用したシステムは、さらなる進化と様々な場面で活用されていくと思いますが、防犯カメラの画角やピントの調整および設置環境などを適切に設定することが重要となります。

また、画像解析で得られた情報から、個人を識別できる場合が多くあります。個人情報や個人情報データベースに該当するものについては、個人情報保護法に基いて適切な取扱いや、運用が必要になりますのでシステム構築の際には十分配慮をお願いいたします。

作成・編集 映像セキュリティ委員会

委員長	野村 幸司	ソニービジネスソリューション株式会社
副委員長	吉岡 俊明	TOA株式会社
	中村 民雄	池上通信機株式会社
	伊藤 雅彦	キヤノン株式会社
	壺井 智浩	グローリー株式会社
	三田村 圭介	株式会社ケービデバイス
	難波 剛	株式会社JVCケンウッド・公共産業システム
	木村 靖裕	株式会社セノン
	井澤 哲	株式会社タムロン
	芳野 雅美	東芝テリー株式会社
	鈴木 卓哉	株式会社日本防犯システム
	大藪 覚	パナソニック株式会社
	大原 崇寛	株式会社日立国際電気
	大田和 久雄	株式会社日立産業制御ソリューションズ
	小柳 康之	ホーチキ株式会社
	山崎 卓也	三菱電機株式会社
	三澤 賢洋	公益社団法人日本防犯設備協会
事務局	関根 晨貴	公益社団法人日本防犯設備協会
		2019年3月現在

本書は、著作権法で保護対象となっている著作物で、下記行為を無断で行うことを禁じています。

- ・本書の内容を複写し、他に転用すること
- ・本書の内容を全部又は一部を転用すること
- ・本書の内容を変更し転用すること

お問い合わせは、下記へお願いします。

公益社団法人日本防犯設備協会

〒105-0013 東京都港区浜松町1-12-4(第2長谷川ビル)

TEL:03-3431-7301 FAX:03-3431-7304