

介護施設における安全確保のための「徘徊防止ソリューション」の実証実験

青木 勝 石寺 永記

要旨

本稿では、行動検知カメラと顔認証カメラを組み合わせ、徘徊事故などを未然に防ぐソリューションについて解説します。行動検知カメラは、人物の入場を検知せず施設からの退出行動のみを検知します。顔認証カメラは、退出する人を自動的に特定します。これを連携させると介護・介助が必要な施設利用者の退出行動のみ検出し、関係者にアラートを発信するシステムを構築できます。顔認証は、RFIDタグなどを携帯するという利用者の負担が無く、紛失や故障など運用上の心配もありません。またRFIDの場合、電波漏えいによる誤作動を防止するコスト負担が大きく、カメラを用いる方が合理的です。本稿では、これらのシステムの解説だけでなく実証実験の成績についても述べます。



画像解析／行動検知／顔認証／徘徊防止

1. まえがき

日本はこれまでも高齢化が進んできましたが、団塊世代が65歳を迎える2012年から、高齢化に更に拍車がかかることが予想されています。2012年に65歳以上の高齢者が初めて3,000万人を超え、全人口の24%を占めました。要介護者は400万人を超えていると推計されています。この社会の高齢化は日本だけの現象ではなく、ヨーロッパ諸国を中心とした多くの先進国が抱える共通の課題と言えるでしょう。

日本の介護施設では、介護職員の人手不足感が解消しておらず、問題となっています。また、介護保険施設における要介護度は年々増加傾向にあり、介護職員の負担もますます増えていることが想定されます。

このような状況のなかで、介護施設においてさまざまな事故が発生している事実があり、社会問題となっています。現場では、職員の不足、負担の増大のため、個人の努力で事故を防止することには限界が生じています。

これらの状況を踏まえて、我々はITによる介護現場の業務支援を実現することを検討しました。特に徘徊による無断外出は、被害の大きさだけでなく、その対応において、施設利用者を探し出さなければならず、大変な労力が掛かることになると考えられます。そこで我々は、適切に施設利

用者の外出を防止し、職員に通知することが求められていると考えました。次章で、そのシステムに求められる要件を考察します。

2. 徘徊防止ソリューションの開発

2.1 求められる要件

このシステムに求められる要件は、次の2点と考えられます。1つ目は、施設利用者の外出をもれなく検知できること、2つ目は、施設利用者の外出以外でアラート発信（いわゆる誤報）をいかに減らすことができるか、ということです。この2点を実現するために重要な技術は、施設利用者とそれ以外が区別できるか、という点と、施設外へ出て行く行動とそれ以外が区別できるか、という点に置き換えられます。つまり誤報とは、施設利用者以外の外出をアラート発信したり、外出以外の入場や玄関の横切りをアラート発信することであるからです。よって、施設利用者の特定と退出行動の特定の2点でシステムを評価します。また、介護する側はもちろんですが、介護される側の負担が軽いことも重要です。

上記の観点で、施設利用者の外出を検知するソリューションに対する評価を実施しました。

2.2 各ソリューションの特性・比較

まず、比較検討した3つのソリューションの概要と特性を述べます。

(1) センサ連携型

これは、人物検知センサ（一般的には赤外線センサ）で施設利用者の外出を検知する仕組みですが、センサでは施設利用者の特定はできません。また、外出行動を特定するためには、2つ以上のセンサで検知タイミングのずれを検出して、移動方向を特定する必要があります。運用上、職員・施設利用者ともに負担はないと言えますが、施設利用者の特定ができないという欠点があります。

(2) センサ・RFID連携型

上記に対して、センサで人物の外出行動を検出して、RFIDで施設利用者を識別する仕組みです。センサは前述のセンサ連携型のように、複数のセンサで移動方向を特定する必要があります。RFIDを活用することで、施設利用者の特定を行う場合、施設利用者にRFIDを携帯してもらうことは、紛失や故意の取り外しなどが発生するため現実的ではありません。そのため、職員がRFIDを携帯し、センサが外出行動を検知したにも関わらずRFIDが検知されない場合に、施設利用者の外出行動と識別する方法をとります。しかし、RFIDの使用する無線の特性上、RFIDタグが検出されない場合に誤報が発生します。例えば、RFIDタグが人体に密着していた時やRFIDタグと無線アンテナの間に人体の一部がある時です。介護の現場では、介護職員が施設利用者と同様して外出する場合があります。この場合に、介護職員の携帯しているRFIDタグが施設利用者の体の一部で検出されないために、誤報となってしまうことが想定されます。反対に、無線の反射により遠くにいる職員が携帯しているRFIDを検出してしまい、施設利用者の外出を見逃す危険性も存在します。運用上、施設利用者に負担は掛かりませんが、職員にとってはRFIDを携帯し、かつ検出を妨げないよう適切に携帯しなければならない、という点で負担が掛かることになります。この負担を減らすためにRFIDを検知しやすくすることは、前述の施設利用者の外出を見逃す危険性を増やすことになるため実施できません。しかし、適切に携帯しなかったためにRFIDが検知されなかった場合は誤報を増やすことになり、運用上の負担が増えてしまいます。よって、いずれにしても介護職員

の負担が大きいシステムと言えます。

(3) 画像解析連携型

施設利用者の特定、及び外出行動の特定の両方に画像解析を利用する仕組みです。この場合、施設利用者の特定には顔認証を使用することが可能です。ただ、施設利用者がカメラに顔を向けてくれることは期待できないため、職員を特定するために顔認証を使用します。つまり、行動検知により外出行動を検知したにも関わらず、顔認証による職員の特定ができない場合（顔が検出されない、顔が検出されても職員ではない）にアラート発信することになります。画像解析のなかでも、顔認証と行動検知の2つの技術を組み合わせることで、施設利用者の特定と外出行動の特定を実現しています。運用上、施設利用者の負担はなく、職員にとってはカメラに顔を向けてもらう必要が発生しますが、カメラの設置方法を工夫することで負担を軽くすることが可能です。もちろん、紛失や盗難、携帯のし忘れ、といった問題も発生しません。よって、RFIDを利用するソリューションよりも負担は軽いと言えます。

上記の特性比較を表にまとめます。

表 3つのソリューションの比較

比較項目 ソリューション	施設利用者の特定	外出行動の特定	施設利用者の負担	職員の負担
(1)	×	○	○	○
(2)	△	○	○	×
(3)	○	○	○	△

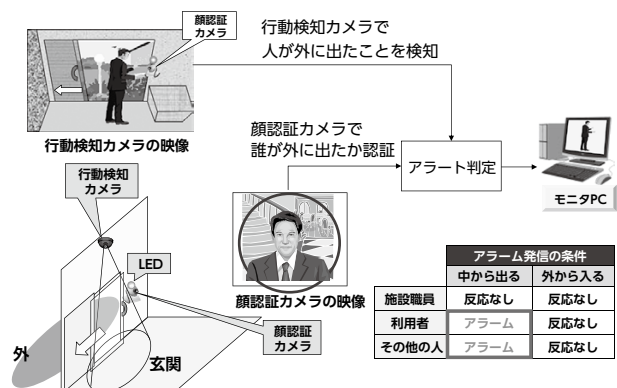


図1 システムの動作イメージ

2.3 本ソリューションの開発・検証

徘徊防止ソリューションのシステム動作イメージを図1に示します。

本システムは、「行動検知用カメラと行動検知モジュール」「顔認証用カメラと顔認証モジュール」、これら2つからの情報を統合してアラートを出すかどうかを判定する「アラート判定モジュール」から構成されます。またアラート判定モジュールは、職員の顔を認証した場合には、それを本人に知らせるためにLEDを点滅させる機能も有します。

2.4 実証実験の構成

徘徊防止ソリューションの実証実験を行いました。ここでは、実験システムの構成を述べます。徘徊防止ソリューションの実証実験で構築したシステム構成を図2に示します。

行動検知機能に対しては、施設から外に出る人は確実に検知し、外から中に入ってくる人や中をうろつくだけの人は検知しないことが求められます。そこで、外に出て行く人の“検知もれ率”で評価しました。一方、誰も外に出ていないのに外に出たとして誤って検知する“過剰検知率”も評価しました。また、顔認証機能については“顔認証率”を評価しました。

2.5 結果

実験の結果、行動検知に関しては検知もれ率0.1%以下、過剰検知率2%が得られました。また、顔認証率は61%でした。

行動検知機能については、特に検知もれが実証期間中に一度も発生せず、非常に良好でした。また、検知もれ率と

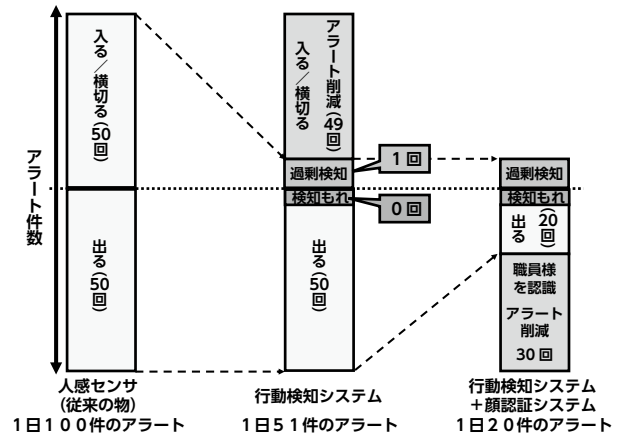


図3 アラートの削減効果

トレードオフの関係にある過剰検知率も2%にとどまっております。この点も非常に良好であると言えます。安全・安心を確保するという観点からは検知もれ率を低く抑えることが最も重要であり、これをクリアしながらも過剰検知率を低く抑えることができた点は、実運用に向けて大変好ましい結果と言えます。

一方、顔認証率は61%でしたが、施設利用者を施設従事者に誤認識するケースは一度もなかったため、事故を未然に防ぐという点からは、確実に機能していると言えます。

ここまでの結果をアラート発信の観点から整理してみます。図3は、1日あたりの玄関の“出”と“入り”が50件ずつの場所を想定しています。この場合、従来のように玄関に設置した人感センサだけを用いていると、1日に合計100回のアラート発信になりますが、行動検知システムを用いるとアラート発信を51件（約半分）にまで減らすことができました。更に顔認証システムを入れると、トータルのアラート発信は1日20件にまで削減されました（全体の1/5）。

2.6 考察

アラート発信のあった例は、全て施設従事者の顔を認証できなかったことが原因でした。そこで更なるアラート削減に向けて、顔認証が思い通りに機能しなかった場合について調べてみると、以下のような原因が判明しました。

- (1) うつむきや横向きなどで正面の顔を撮影できない
- (2) 足早にカメラの前を横切り顔画像がブレる
- (3) 昼の晴天時に外光が直接顔にあたり、顔画像が白飛びする
- (4) 夜間消灯時は顔が十分な明るさで撮影されない

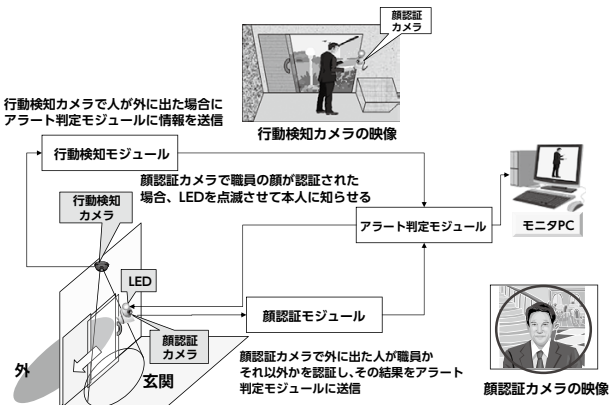


図2 システム構成図

これらの対策は、技術面と運用面の両方で検討する必要があります。

まず技術的な対策としては、(1) に対しては同じ人物に対してあらかじめさまざまな照明条件下で、多少斜めを向いた顔も含めて登録しておく、などが考えられます。次に (2)、(3)、(4) に対しては、カメラのシャッタースピード、ゲイン、測光ポイントなどを調整できるようなものを用いることが挙げられます。

次に運用面からの対策ですが、(1) と (2) に対しては、カメラを意識していただくようにするなど、施設従事者の協力が挙げられます。また (3) については、カーテンやブラインドなどを用いて、玄関が昼間に明るくなりすぎないように調整することが考えられます。(4) については、消灯時間の調整などで協力いただくことが考えられます。

技術的な対策を施し、同じ条件を想定して再度実験したところ、1日あたり2件以下までアラートを低減可能なことが分かりました。

3. まとめ

本ソリューションの開発により、施設従事者の負担が少なく、確実に施設利用者の外出を検知できるソリューションが導入され、事故の未然防止に活用されることを期待しています。

ただし、介護施設における事故は、徘徊以外にもさまざまな事象が発生しています。NECでは画像解析技術を応用して、転倒を検知したり、群集（人が集まった状態）を検知することで、何らかの異常発生を検知する技術の開発も進めています。

これらの技術を通して、高齢社会の安全・安心を実現することに貢献していきます。

参考文献

- 1) 原田典明、石寺永記ほか：人物行動を把握する画像解析技術と適応例, NEC 技報 Vol.63 No.3, 2010

執筆者プロフィール

青木 勝

事業イノベーション戦略本部
マネージャー

石寺 永記

NEC 情報システムズ
先端技術ソリューション事業部
マネージャー

NEC 技報のご案内

NEC技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.66 No.1 社会的課題解決に貢献するNECの事業活動特集

社会的課題解決に貢献する NEC の事業活動特集よせて
「社会価値創造型」企業への変革を目指して～事業活動をととした社会的課題解決への貢献～

◆ 特集論文

信頼性の高い情報通信インフラの構築

新東名高速道路での導入事例にみる次世代交通管制システムの特徴
国際通信を支える光海底ケーブルネットワークの大容量化及び高信頼化技術
基幹系ネットワークを支える要素技術とパケット光統合トランスポート装置
どこでも安定的な通信品質を実現するLTE フェムトセル基地局向け干渉制御技術の開発

気候変動(地球温暖化)への対応と環境保全

第一期水循環変動観測衛星「しずく」の定常観測
データセンターの省電力化へ貢献する「Express5800シリーズ」「iStorage Mシリーズ」
新原理「スピンゼーベック効果」による熱電変換の可能性

安全・安心な社会づくり

CONNEXIVE 放射線測定ソリューション
市町村同報系防災行政無線システム～災害情報伝達の多様化に向けて～
消防救急無線通信システムのデジタル化推進
NECのBCソリューション～企業の事業継続を支えるiStorage HS～
水中からの脅威に対処する水中監視システム及びその関連技術
監視用小型無人機システムとその関連技術
クラウドを用いたプライバシー保護型データ処理技術
信頼できるクラウドストレージの実現に向けて

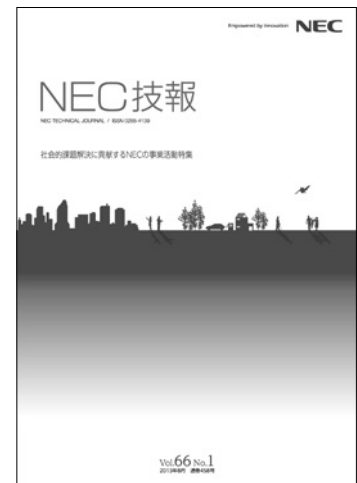
すべての人がデジタル社会の恩恵を享受

介護施設における安全確保のための「徘徊防止ソリューション」の実証実験
遠隔地からの聴覚障がい者向け要約筆記作業支援システム
対話のきっかけとなる話題提供によるコミュニケーション活性化技術

◆ NEC Information

社会貢献活動のご紹介

NECの社会貢献プログラムの基本方針と活動事例
ICTによる復興支援への取り組み



Vol.66 No.1
(2013年8月)

特集TOP