

## 32 コビキタスネットワークを活用した高齢者等の安心安全を確保する 見守り空間創成に関する研究開発

松本哲也，中本裕之，伍賀正典

### 1 目 的

社会の高齢化の進展に伴い、認知症を患って自宅で家族が介護することが難しく、高齢者介護施設に入居する高齢者が増加している。

施設では、徘徊や廊下での転倒など、入居者の生命にかかわる要介護行動をいち早く見つけて重大事故を防止することが求められており、監視カメラや IC タグなどの導入も一部で進められている。しかしながら IC タグを利用する方式は、入居者が故意または不意にタグを外すことがあり、導入の効果が上がっていない。また監視カメラによる 24 時間の見守りは、人的コストの面から困難であり、入居者のプライバシー面からも問題がある。

我々はこのような社会的課題の解決を図るため、顔認証技術を利用し、施設入居者の廊下での行動パターンから徘徊、転倒等のインシデントをいち早く検知、通報可能な見守りゲートシステムを開発した<sup>1)-7)</sup>。

### 2 見守りゲートシステムの試作

本研究で開発した見守りゲートシステムの構成を図 1 に示す。施設の廊下に、複数のネットワークカメラからなるゲートを設置する。天井カメラでは動体の進入と頭部の検出を行い、進入後は、顔の向きに応じて正面カメラ或いは側面カメラにて顔サーチおよびデータベースとの照合による顔認証を行う。あわせて顔の 3 次元位置の時系列変化を得る。これにより、表 1 に示す特徴量(いつ(時刻)、誰が(属性)、どのような姿勢で(姿勢)、通過したか(移動))を検出することができる。ここで顔認

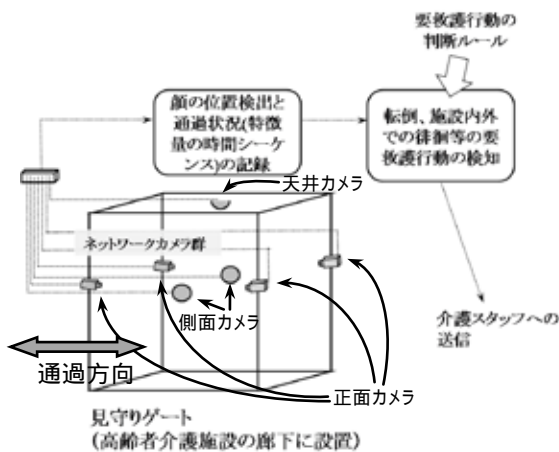


図 1 見守りゲートシステムの構成

証技術は、共同研究者であるグローリー株式会社が保有する技術<sup>8)</sup>を利用した。

特別養護老人ホームで調査した過去のインシデント例等により、ゲート付近で起こり得る主な要介護行動として、表 2 に示す「転倒」、「這って移動」、「無理な立ち上がり」（転倒の可能性）、「夜間徘徊」が挙げられた。これらの行動は、1つの見守りゲートにより、表 2 に示す特徴量の時系列変化を検出することにより if-then ルールで検知することができる。

さらに、図 2 に示すように見守りゲートを施設の居室エリアの両端 2 か所に設置する場合を考える。この時、各入居者ごとに状態遷移モデルを構築することで、以下の徘徊の検知が可能となる。

即ち、「施設外への徘徊」、「徘徊(口の字型廊下の周回)」、「周回(廊下の或るエリアの往復)」のそれぞれに対し、リスク推定のための各入居者ごとの変数  $R_1, R_2, R_3$ (初期値 0)を用意すると、(内側)、(外側 1)、(外側 2)の 3 エリア間での 30 分毎の移動情報から各変数の値を増減させることで、変数が閾値  $T_1, T_2, T_3$  を超えた( $R_1 > T_1, R_2 > T_2$ , または  $R_3 > T_3$ )時点で

- ・(外側 1)或いは(外側 2)エリアに長時間滞在することによる施設外への徘徊の虞れ
- ・ゲート 1 とゲート 2 を順に通過することによる施設内での徘徊(周回)の虞れ
- ・ゲート 1 或いはゲート 2 を多数回往復することによる徘徊(往復)の虞れ

を検知できる。これらの検知結果は、無線 LAN を経由して、文字情報で介護スタッフ詰所の端末に送信される。

表 1 検出する特徴量の例

特徴量	フラグ
A 属性	A1:利用者 A2:施設職員 A3:A1,A2 以外
B 姿勢	B0:顔サーチ失敗 B1:床面座位 B2:車椅子乗車 B3:立位歩行
C 移動	C1:長時間停止 C2:短時間停止 C3:移動(通過)
D 時刻	D1:昼間 D2:夜間

表 2 特徴量から得られる要介護行動例

特徴量の時系列変化 (if)	発生した要介護行動 (then)
1 A1,B3 -> A1,B1 -> A1,B1,C1	歩行姿勢からの転倒
2 A1,B2-> A1,B0-> A1,B0,C2	車椅子からの転倒
3 A1,B1,C3	這って移動
4 A1,B2-> A1,B3	無理な立ち上がり
5 A1,C3,D2	夜間徘徊

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 1ゲートによる模擬実験と、特別養護老人ホームでの実証実験

我々はまず、図3に示す1方向移動検出型の見守りゲートを1ゲート試作し、正面、側面カメラによる顔認証率を評価した。また表2の要救護行動(夜間徘徊は除く)と、救護を要しない行動(車椅子乗車と歩行による通過)を演じ、要救護行動の検知率を評価した。実験は被験者23名による模擬実験で行った。その結果、顔認証率は97.5%、要救護行動の検知率は96.7%となり、いずれも十分な性能が得られていることを確認できた。

次に複数ゲートを配置したシステムの実施設での性能を評価するため、のべ30日、582時間にわたり県内の特別養護老人ホームにて実証実験を行った。実験は、或る居住エリア(入居者12名)の一方の端に双方向型見守りゲート(図3に示す正面カメラが人物の後方にも設置されたゲート)を、もう一方の端の2か所に1方向型見守りゲートを設置し(2ゲートの見守り方向は逆)、計3か所のゲートにより行った。設置した3ゲートを図4に、各ゲート構成の詳細を表3に示す。また介護スタッフ詰所の端末画面上での、要救護行動のアラート表示例を図5に示す。

実験では、動体が各ゲートに進入してから通過し終るまでの正面カメラの映像と、要救護行動の検知結果を記録した。これら記録と介護スタッフが書き留めた生活記録票から、次の2点についてシステムの性能評価を行った。

##### (a)生活記録票中の行動記録と検知結果の突合

実証実験期間中、生活記録票に残されていた入居者の注意を要する行動は全8件(「夜間の徘徊」と「徘徊」(昼間))であった。これに対し、見守りシステムでは顔照合成功による検知件数が4件、顔サーチのみの成功(顔照合失敗)した件数が4件で、誰かが通過したこと

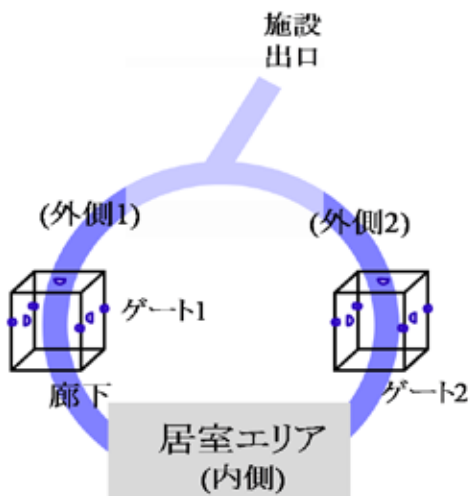


図2 複数ゲートによる見守り

を含めた検知率(特に夜間は未登録者の通過頻度も低いのでアラート出力することは有効)は100%となった。

##### (b)生活記録票の記載以外でシステムが検知した要救護行動の抽出

ゲート1を対象に、全ての動体進入のカメラ映像から人手で抽出した要救護行動のうち検知結果ログに残っている行動を抽出した。その結果、生活記録票の記載以外で夜間徘徊13件、徘徊(往復)2件を検知できており、介護スタッフの負担軽減の面からシステムの有効性を確認できた。

#### 3.2 考察

実証実験を進める中で、以下の点が課題として挙げられ、一部はシステムの改良、アルゴリズム修正によって解決した。

- 1)本システムは、複数人が同時にゲートを通る場合にも対応可能である。しかしながら、車いす乗車の入居者を介護スタッフが押して通過する場合には、両者の頭部の水平方向位置が非常に近接し、天井カメラ映像中で両者の頭部の切り分けが困難となるため、姿勢フラグと属性フラグの誤対応が起きることがあった。このような「介助移動」では、現実には要救護行動発生のおそれはないと考えられるため、システムの改良作業の中で検知対象から除外している。
- 2)本システムが想定した要救護行動には、出現頻度が低いものもある。実際に、のべ30日間の実証実験期間中、「ヒヤリハット」と呼ばれる、事故が起きる可能性が十分ある事例の記録はなく、我々がシステムの記録と突合したのは、それより軽微な「生活記録票」に記載の記録であった。このことから、要救護行動全てにわたるシステムの性能検証には、さらに長期にわたる実験が必要である。



図3 試作した見守りゲート(1方向検出型)



ゲート 1-1



ゲート 1-2



ゲート 2

図 4 実証実験で設置したゲート

#### 4 結 論

高齢者介護施設の特定エリアにおいて入居者の安心安全を確保するための見守りゲートシステムを開発した。本システムは、複数カメラから構成されるゲートを施設廊下の複数箇所に設置する構成であり、顔照合技術を活用したゲート通過人物の移動情報の獲得により、施設内外での徘徊や転倒等の要介護行動をいち早く検知することができる。

システムの性能評価のため、特別養護老人ホームで実証実験を行った結果、介護スタッフの記録にあった 8 件の徘徊事例をすべて検知でき、また記録にない事例 15 件をも検知でき、介護スタッフ支援システムとして有用性を確認できた。今後、3 年以内の実用化を目標として、システムの完成度を高めてゆく。

#### 参 考 文 献

- 1) T.Matsumoto, H.Nakamoto, M.Goka, Y.Kitagawa, H.Kameyama, Y.Kamise, K.Omori, I.Kitayama and K.Sumiya”Multi-camera gate system for locating hazardous motion in nursing home tenants with cognition disorder”, Gerontechnology, Vol.9, No.2, p.230 (2010)
- 2) H.Nakamoto, T.Matsumoto, M.Goka, Y.Kitagawa, H.Kameyama, Y.Kamise, K.Omori, I.Kitayama and K.Sumiya”Development of multi-camera gate for fall detection in nursing home with face-recognition”, Gerontechnology, Vol.9, No.2, p.313 (2010)
- 3) 特願 2009-180092
- 4) しんきん経営情報, Vol.36, No.5, p.18 (2010)
- 5) “高齢者の転倒・徘徊 画像処理で検知し通知”、日経産業新聞、2010 年 1 月 18 日
- 6) 松本哲也,中本裕之,角谷和俊,大森清博,亀山博史,北山一郎,“戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE) 第 6 回成果発表会資料, p114 (2010)
- 7) 松本哲也,中本裕之,伍賀正典,北川洋一, 亀山博史,神瀬陽二郎, 大森清博,角谷和俊,北山一郎,“高齢者の転

表 3 実証実験で設置したゲートの構成

	ゲート 1-1	ゲート 1-2	ゲート 2
設置位置の通路幅	2.4m	2.2m	1.7m
各ゲートのカメラ数	4	6	6
正面カメラの個数	2	2	2 (前・後向き各 1 個)
正面カメラの向き	単方向	単方向	前後の 双方向
正面カメラの高さ	2.1m	1.5m	1.5m
正面カメラのゲート中心からの距離	8m	7m	6m
側面カメラ個数	0	両側面各 1	両側面各 1

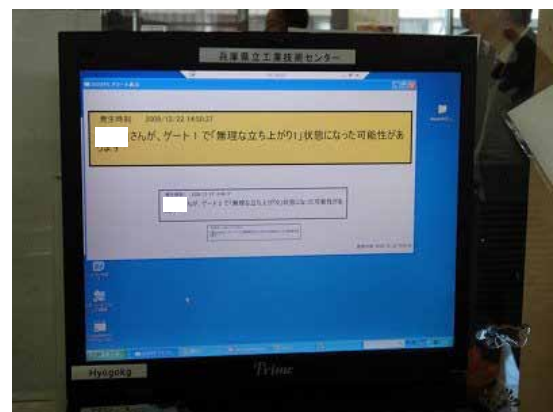


図 5 介護スタッフ詰所でのアラート出力例

倒・徘徊など、常時監視、不要に”, 画像ラボ, Vol.21, No.9 (2010)

- 8) バイオメトリックセキュリティ・ハンドブック, オーム社, pp12-15 (2006)

(文責 松本哲也)

(校閲 三浦久典)