

# 照度センサを用いて生活サイクルを取得する高齢者安否確認アプリケーション

濱崎 優佑<sup>1</sup> 佐々木 晴信<sup>1</sup> 生野 壮一郎<sup>1</sup> 伊東 拓<sup>2</sup> 黒川 弘章<sup>1,3</sup>

概要：近年の日本は高齢化が進み、それともなると高齢者が世帯主となるいわゆる高齢者世帯が増加している。高齢者世帯の増加は孤立死の増加を引き起こし、社会問題として問題視されるようになってきたため、日常の高齢者の安否確認は近年の重要な課題となっている。このような背景から、著者らはこれまでに Android 端末を用いた安否確認アプリケーションの開発を行い、スマートフォンなどの Android 搭載の情報端末を用いて日常の安否確認が可能となる仕組みを提案してきた。この安否確認アプリケーションでは、ほぼ全ての情報端末に照度センサが搭載されていることから、照度の変化をもとに部屋の状態を推定し、Twitter を介して遠隔地での安否確認が行えるようにしている。しかしながら、照度の計測値が示す 1 日のパターンは天候などによって大きく変化するため、従来の方法では誤った状態の推定を行うこともあった。そこで本研究では、推定精度を向上するための新しい状態の認識方法を提案し、また自動的に内部パラメータを較正する方法を提案することで、我々の安否確認アプリケーションの改善を試みる。また、テストデータを用いたシミュレーションを行い提案方法の有効性を示す。

キーワード：高齢者安否確認，みまもり，照度センサ

## 1. はじめに

近年の高齢社会問題は先進国に共通の問題であり、日本でも同様に人口構成比が高齢者に偏る分布となっている。具体的な数値を示すと、日本では 65 歳以上の人口がおよそ 3190 万人であり、日本の人口の 25.1% を高齢者が占める高齢社会であることが分かる [1]。このような高齢社会に伴って 65 歳以上の高齢者のいる世帯数が増加している。平成 20 年の統計では、日本国内の 41.2% の世帯が高齢者のいる世帯であるが [2]、近年の世帯構成の変化により、高齢者が世帯主となっている高齢者世帯が加速度的に増加している。

高齢者世帯が増加するに従って問題となったのは高齢者孤独死（孤立死）の発生件数の増加である。孤立死とは、病気や事故などで自宅で死亡した際にそのまま誰にも気がつかれずに長期間放置されてしまうことである。

高齢者世帯において、子供が独立して世帯を構えたため

に別の場所で生活しているケースが多く見られる。その場合、夫婦のみでの生活であったり、死別により独居となった高齢者世帯も多い。また、最近の住環境の変化は近隣の住民とのコミュニケーションを希薄なものに変化させており、近隣の住民や親族からみても異変を感じ取りにくい状況となっている。このような背景から孤立死の発生件数が増加しており、それを防ぐためにも、遠隔からでも高齢者の安否確認が可能となるシステムが求められている。

このような背景から、遠隔地に住む親族が高齢者を見守り、異常が起こった時に速やかに対応できることを目的としたサービスが提供されるようになった [3]。例えば、携帯電話各社は歩数計などの携帯端末の機能を利用して日常行動を把握するサービスを提供している。また、単純な動作で予め登録した先に助けを求めることが出来る防犯ブザー機能を提供している会社もある。警備会社が提供するサービスでは専用の端末を用いて異常を知らせる仕組みがあり、さらには位置情報を知らせることも可能となっている。

携帯電話事業者のサービス以外にも Android 搭載端末向けアプリケーションとして、株式会社アトムシステムが開発した「あんしん 365」や、株式会社インタープロが開発した「みまもりホン」等のアプリケーションが公開されている。上記のアプリケーションでは、設定した時間間隔で携帯端末を操作するように促し、操作がされなければ何か

<sup>1</sup> 東京工科大学コンピュータサイエンス学部  
School of Computer Science, Tokyo University of Technology

<sup>2</sup> 日本大学生産工学部  
College of Industrial Technology, Nihon University

<sup>3</sup> 東京工科大学工学部電気電子工学科  
Department of Electric and Electronic Engineering, School of Engineering, Tokyo University of Technology

異常があったものと判断し、登録されたメールアドレスへ通知を行うことによって安否確認を行っている。

また一方で電気ガスなどの公共サービスと連動した見守りシステムも提供されている。例えば、電気やガスなどの使用状況を取得し、インターネット上で確認できるようにする事によって、通常の生活が行われているかどうかを把握し安否確認を行うことができるサービスが提供されている。見守られる側のユーザーからの積極的な情報提供が無くとも異常を察知できることが特徴であり、より手軽な方法といえる。

同様な方法として、トイレの給水管の流量を計測することによって生活サイクルを見守る方法が多く見られる。また、象印マホービン株式会社では、専用のポットを利用し、ポットを使用すると指定したアドレスへ使用履歴がメールで送信される「みまもりほっとライン」のサービス提供を行っている [4]。

このように、現状でも多様なサービスが提供されていることから高齢者の見守りシステムは需要の高いサービスであると考えられる。上記の様々なサービスに共通するのは、見守る側と見守られる側とで頻りに連絡を取ることの煩わしさを解消し、異常が発生した場合には速やかに双方が状況認識を共有できるサービスとなっている部分である。

しかしながら各サービスの特徴を考えるとそれぞれに長所と短所があることが分かる。例えば、携帯電話会社のサービスでは見守られる側に携帯電話を携帯する習慣が無いと使いづらい上に、緊急時には機能しない可能性もある。これは専用の端末を使う場合も同じである。

また、位置情報を他人に把握されたり、電気、ガス、トイレ、ポットなどの使用状況を常に知られることは、見守りではなく監視と感じ、負担に感じるユーザーもいる。家電メーカーの中には画像や音声情報を取得出来るようなサービスもあり、プライバシーの問題を考える必要が生じる場合もある。これは個人の趣向や見守る側と見守られる側との関係性により決まるものであり、提供されるサービスには多くの選択肢があることが求められる。また、携帯電話のキャリアや警備会社、家電メーカー、電気・ガス事業者などが行うサービスは有料のサービスであり、サービスの利用にそれなりのコストがかかることから気軽に利用できないという問題点もある。

このような背景を考慮して、著者らはこれまでに Android 端末を利用して高齢者の見守りを実現するアプリケーションの開発を行ってきた [5]。我々の安否確認アプリケーションは Android 端末に搭載される照度センサを用いて部屋の明るさを測定し、その変化から部屋の状態を推定し、インターネットを通して通知するものである。

近年、スマートフォンの普及によって Android 搭載端末は身近な存在となり入手も容易になった。Android 搭載端末は照度センサに限らず、ジャイロセンサや加速度センサ

などの多彩なセンサが搭載されており、これらを用いたアプリケーションの開発もさかんに行われている。上述のような高齢者の見守りを目的としたアプリケーションも既に開発されているが、既存のアプリケーションでは、見守られる側が端末を操作をする事により安否の確認を行うものが多く、操作に不慣れな場合など機能しない場合もあり得る。

これに対して我々のアプリケーションは見守られる側の積極的な操作は必要ないため手軽に導入が可能である。また、我々のアプリケーションで計測するのは部屋の明るさであり、トイレや風呂、食事などの行動に直結しないため、比較的ユーザーの感じる圧迫感も小さいと考えている。使用する端末も一般的な Android 端末で、機種変更などで使わなくなった端末を利用できるため経済的負担が少ないことが特徴である。導入のためには、見守られる側の家庭からのインターネットへの接続環境が必要であるが、現在の普及率を考えると十分現実的な前提と考えている。

我々の開発した従来型のアプリケーションでは 1 時間に 1 度の照度の測定を行い、基準値と照らしあわせて、“電灯で明るい状態”、“自然光で明るい状態”、“暗い状態”を推定し、状態が切り替わるタイミングを知ることで、起床や電灯の点灯、消灯などの変化を推定するものであった。ここで、部屋の状態の推定に用いる基準値の設定は基本的に経験により決定することとしていた。また、“電灯で明るい状態”と、“自然光で明るい状態”と、“暗い状態”はこの順で照度が大きいという前提で基準値を設定しているが、日々の天候の変化によりこの前提が覆ることも考えられるため、日によっては正常に部屋の状態を推定できない可能性もあった。

本研究では、まず照度の測定頻度を上げて、1 分に 1 回とすることにより、リアルタイム性を向上した。さらに、上述の問題点を考慮し、部屋の状態の推定方法を見直すことで、様々な状況に対応できるように改善を行った。

## 2. アプリケーションの概要

本節では、これまでに我々が開発を行ってきた従来型の安否確認アプリケーションについて概要を示す。本研究で提案する安否確認アプリケーションも基本的な部分はこの従来型をベースに開発している。

### 2.1 基本機能と設定

我々の安否確認アプリケーションは、見守りの対象となるユーザーに端末の操作を要求する事無く安否の確認が行えるようにするため、自動的に室内の状態変化を感知する機能と情報を外部へ送信する機能を基本機能として搭載している。アプリケーションが起動して通常の状態では図 1 の見守り画面が表示されている。見守り画面からは見守られる側が、外出、帰宅を見守る側に伝える機能が利用できるようになっている。これは補助的な連絡手段として実装しているものである。例えば、旅行などで長期間家を空け



図 1 安否確認アプリケーションのみまもり画面

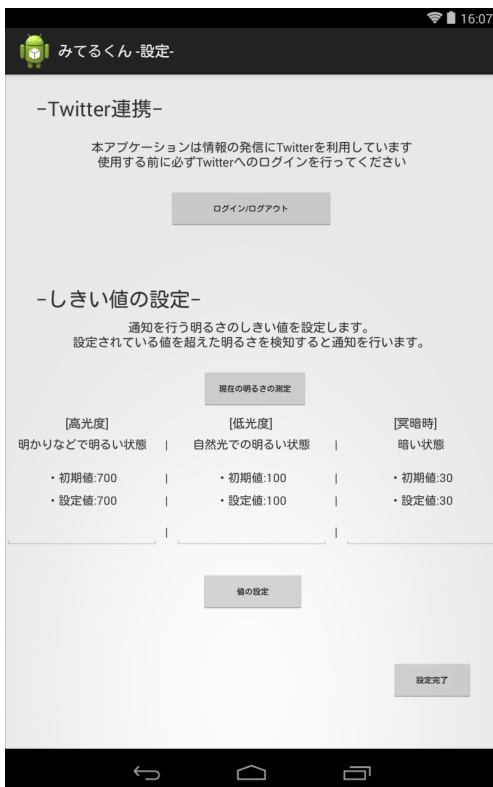


図 2 安否確認アプリケーションの設定画面

るような状況で人為的な行動が観測されない場合などでも異常事態と誤認識されないためにはこの機能を利用する。

室内の状態変化を感知する機能は照度センサを用いて実現される。照度センサから得られた値を元に、“電灯で明る

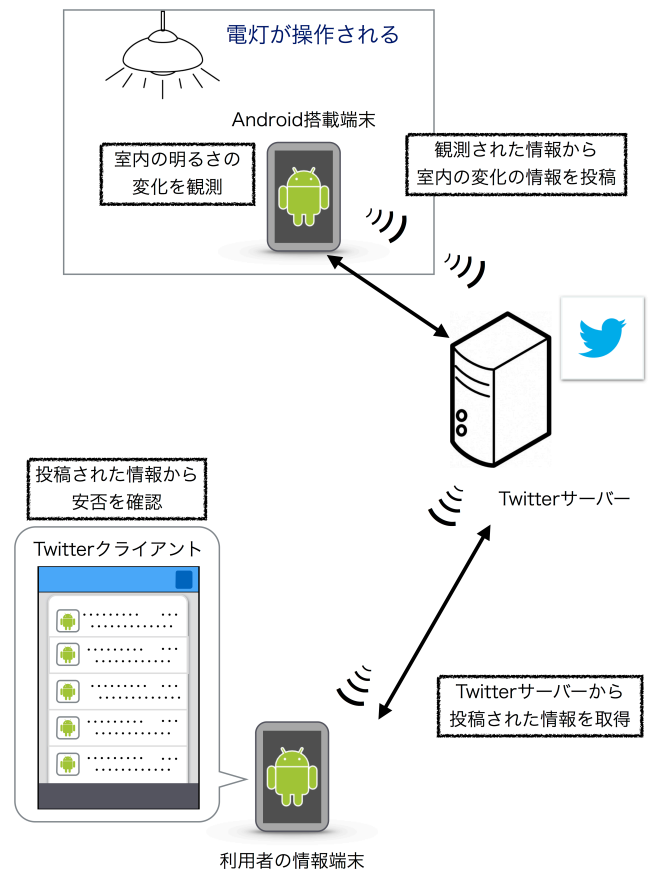


図 3 提案した安否確認アプリケーションのシステム概要 [5]

い状態”, “自然光で明るい状態”, “暗い状態”の3状態を推定する。従来の方法では基準値をユーザーの経験に基づいて設定する必要がある。図2に示す設定画面にあるように、各状態の基準値を設定することが出来るようになっている。

外部への情報の送信は、室内の状態変化が起こったと判断したタイミングで行われる。既存のサービスや、アプリケーションでは外部への情報伝達手段としてメールを利用することが多いが、本アプリケーションではTwitterを用いている。メールよりも手軽に利用でき、情報へのアクセスがメールよりも簡易であるというメリットがある。また、投稿された情報はタイムラインで表示され、時系列順に並ぶため、情報を一目で確認でき、視認性が高いといった利点もある。以上の仕組みをまとめて図3に図示する。

Twitterへの投稿の設定は図2に示す設定画面から行うことが出来る。Twitterへの投稿をアプリケーション上から行うためにTwitterとの連携を行う必要がある。そのため、あらかじめ用意したTwitterアカウントを用いてログインを行うことによりアクセストークンを取得しなくてはならないが、我々のアプリケーションでは、ログイン時にOAuth認証によって自動的にアクセストークンを保存で

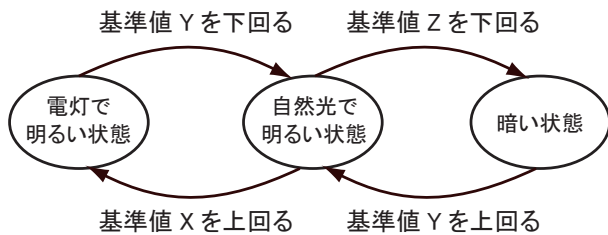


図 4 基準値による状態変化。“電灯で明るい状態”の基準値を基準値 X, “自然光で明るい状態”の基準値を基準値 Y, “暗い状態”の基準値を基準値 Z とする。

きるようにした。

## 2.2 部屋の状態の推定

従来型の安否確認アプリケーションでは、“電灯で明るい状態”、“自然光で明るい状態”、“暗い状態”の 3 状態を認識するが、その方法は各状態の基準値を用いている。従来の方法では照度センサによって得られた値が基準値を超える時、各状態が変化するものとしている。ここで、照度センサの値は 1 時間に 1 回取得することとしている。基準値を用いた状態遷移の説明を図 4 に示す。ここで、“電灯で明るい状態”の基準値を基準値 X, “自然光で明るい状態”の基準値を基準値 Y, “暗い状態”の基準値を基準値 Z としている。

例えば、“電灯で明るい状態”の基準値を 700 ルクス, “自然光で明るい状態”の基準値を 300 ルクス, “暗い状態”の基準値を 30 ルクスとした場合を考える。現在の状態が“自然光で明るい状態”であるとして、700 ルクスを上回った時に“電灯で明るい状態”に状態が遷移する。その後、300 ルクスを下回るまでは“電灯で明るい状態”を維持し、300 ルクスを下回ると“自然光で明るい状態”への状態遷移が起こる。さらに 30 ルクスを下回ると“暗い状態”へと状態が遷移する。このように切り替えの基準値にヒステリシスを持たせることにより、照度センサからの値が基準値付近で安定しない場合でも状態の変化が頻繁に起こらないようにしている。

なお、“電灯で明るい状態”と“自然光で明るい状態”でどちらが明るいかは部屋の環境によって異なるが、どちらの基準値が大きくても遷移可能な状態が入れ替わるだけで動作に問題は無い。ただし、天候などの理由で日によって変化する場合、その変化に応じて基準値の設定をやり直す必要が出てくるため、実際の運用上では誤認識の原因となる。

我々の安否確認アプリケーションでは、3 つの状態の切り替わりのタイミングで Twitter を通して通知を行う。例えば、“暗い状態”からカーテンや雨戸を開けるなどして“自然光で明るい状態”へ遷移したり、夕方になり電灯を点けることにより“自然光で明るい状態”から“電灯で明るい状態”に遷移したりという具合に、それぞれの状態変化が通常の生活サイクルにおける人為的な行動によって引き起こされると考えられるからである。なお各状態の基準値は図



図 5 “暗い状態”での画面表示



図 6 見守り時の画面表示

2 の設定画面から任意の値を設定する事が可能となっている。これらは経験的にユーザーが定めるものとしている。

また、我々の安否確認アプリケーションでは、状態に応じてみまもり画面へ定形メッセージを出力することも可能である。本研究では見守られる側がアプリケーションの操作を行わない前提であるため、この機能自体は本質的な機能では無い。しかしながら、見守られる側に取っては正常に動作していることを確認することが出来る機能でもあるため、付加機能として搭載している。例えば“暗い状態”では見守り画面に図 5 のようなメッセージが表示されたり、“電灯で明るい状態”では図 6 のようなメッセージを表示するものとしている。

## 3. 問題点と改善方法の提案

本研究では前節で説明した従来型の安否確認アプリケーションについて、以下の点での改善を試みた。

- リアルタイム性の向上
- 部屋の状態の推定精度の向上
- 状態の基準値設定の自動化

まず、リアルタイム性の向上のために照度データを取得する頻度を従来型の 1 時間に 1 回から 1 分に 1 回とすることを考えた。この場合に得られるデータを図 7 に示す。この結果から、これまで低頻度で取得していたことにより考慮しなくても良かった短い周期での照度変化がデータに表れていることが分かるが、我々のアプリケーションでは状態遷移の基準値にヒステリシスを持たせているので、これらの小さな照度変化の影響を受けずに状態の切り替わりを判定出来る。

ここで、図 7(a)(b) はそれぞれ晴天の場合と曇天の場合

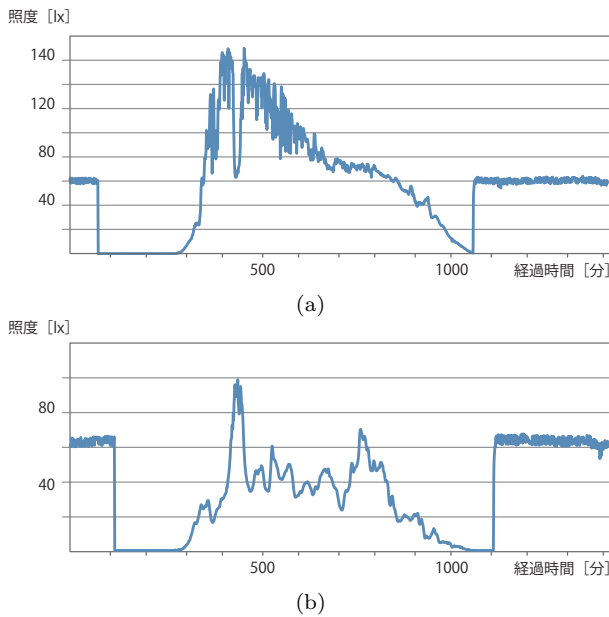


図 7 測定頻度を 1 分に 1 回とした場合の照度センサによる照度データ (a) 晴天の場合 (b) 曇天の場合

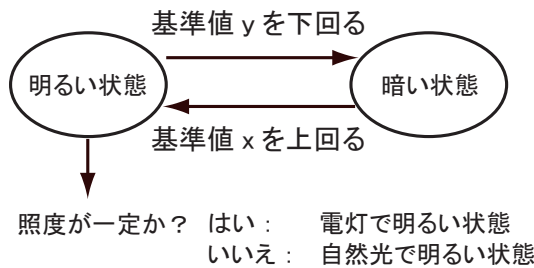


図 8 提案する状態の決定方法。"明るい状態"の基準値を基準値  $x$ 、"暗い状態"の基準値を基準値  $y$  とした。

の測定データである。曇天の場合を見ると、"自然光により明るい状態"のほとんどで照度センサの値が"電灯により明るい状態"よりも小さいことが分かる。このことから、"自然光により明るい状態"と"電灯により明るい状態"の明るさは天候によって逆転することがあり得ることが分かるが、従来の方法では二つの基準値の大小関係が日によって変わってしまうと正しい状態の認識が不可能となるため、これを解決する必要がある。

一方で、図 7 に示す測定データより、"自然光により明るい状態"では照度データに緩やかな変化が見られ、"電灯により明るい状態"では明るさが一定であることが分かる。そこで、本研究では、"暗い状態"と"明るい状態"の 2 状態をまず基準値を用いて定め、明るい状態においては照度データの変化を一定期間観測することにより、"電灯で明るい状態"か、"自然光で明るい状態"かを判断する方法を提案する。提案方法の状態遷移の概念図を図 8 に示す。

このような状態の切り替え方法を用いることで設定すべき基準値は"暗い状態"と"明るい状態"の基準値の 2 つだけになった。本研究では、これらの基準値は以下の様な

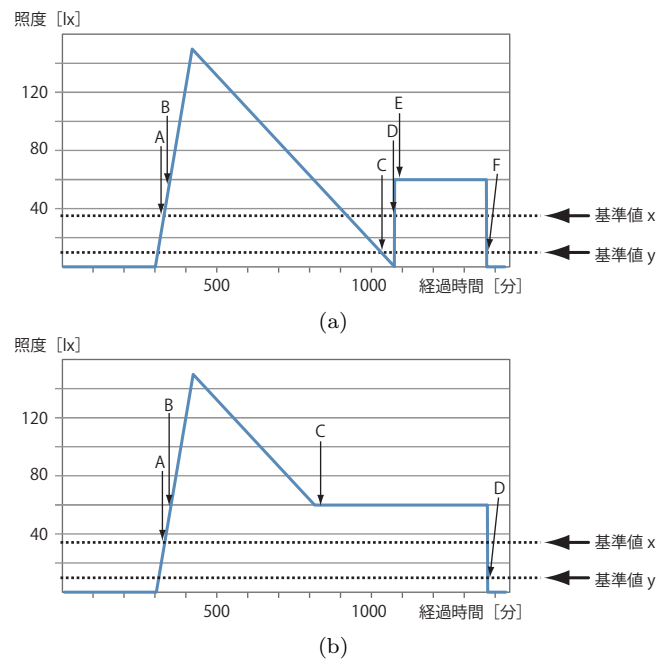


図 9 テストデータによるシミュレーション結果(晴天時) (a) 図中の A~F で状態の遷移が起こっている。A: 明るい状態, B: 自然光で明るい状態, C: 暗い状態, D: 明るい状態, E: 電灯で明るい状態, F: 暗い状態 (b) 図中の A~D で状態の遷移が起こっている。A: 明るい状態, B: 自然光で明るい状態, C: 電灯で明るい状態, D: 暗い状態

方法で自動的に設定されるものとした。まず、"暗い状態"の基準値は電灯を点けたと判断した直前の照度を基準値とする。次に、"明るい状態"の基準値は電灯を点けたと判断した直後の照度と"暗い状態"の基準値との平均と定める。また、これらは過去 1 週間分のデータを用いて平均化して定めるものとする。これにより基準値設定の自動化が実現した。

### 3.1 シミュレーション

実測データから考えられるシチュエーションを想定したテストデータを用い、提案方式のシミュレーションを行った。図 9, 図 10 はそれぞれ、晴天時、曇天時における照度変化を模して作成したテストデータと、提案する安否確認アプリケーションの状態遷移を表した図である。

図 9, 図 10 で図中に挿入したマークは状態の切り替えが認識されるタイミングである。このタイミングを元に見守る側への通知を行う。ここで照度が一定かどうかの判断には 15 分間のデータの変化を監視することとしている。例えば図 9(a) において、A で"暗い状態"から"明るい状態"に遷移したことが認識され、A から 15 分遅れた B で"自然光により明るい状態"であることが確定する。実際のアプリケーションの動作としては、例えば図 9(a) において、B, C, E, F でそれぞれの状態の変化に応じたメッセージを通知することになる。各テストデータによるシミュレーションから所望の動作が可能であることが確認出来る。



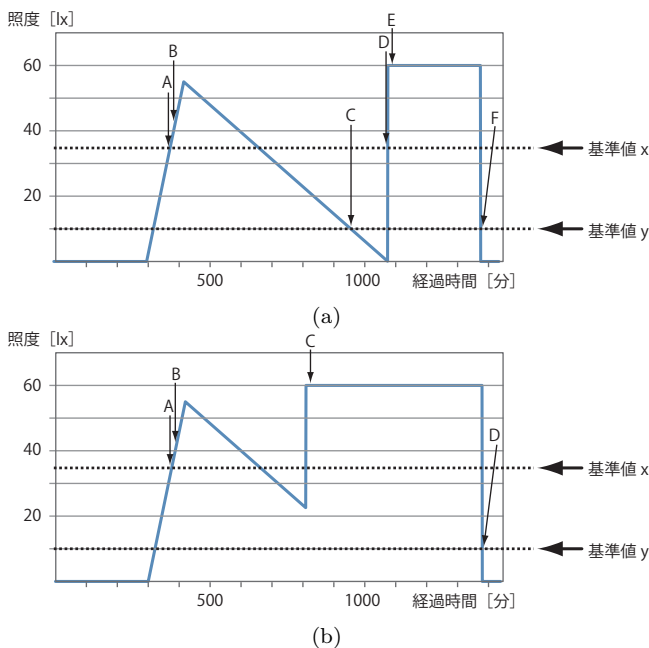


図 10 テストデータによるシミュレーション結果 (曇天時) (a) 図中の A~F で状態の遷移が起きている。A: 明るい状態, B: 自然光で明るい状態, C: 暗い状態, D: 明るい状態, E: 電灯で明るい状態, F: 暗い状態 (b) 図中の A~D で状態の遷移が起きている。A: 明るい状態, B: 自然光で明るい状態, C: 電灯で明るい状態, D: 暗い状態

また、図 9、図 10 の (b) は暗くなる前に電灯を点けた場合を想定したテストデータである。従来の方法ではこのような部屋の状態の遷移は認識することが出来なかったが、提案方法を用いるとこのような状態の切り替えでも認識出来る事が分かる。

このように、テストデータを用いたシミュレーションからは、提案方法は従来の方法よりも適切に状態の切り替えを認識することが可能であることが示唆されている。実際の運用においては室内の設置場所や、季節、天候などによる影響を考慮して、多くの実測データを集める必要があると考えられるため、今後、長い期間をかけて様々な実測データを用いて検証する必要がある。

#### 4. 結論

本研究ではこれまでに著者らが開発してきた高齢者の安否確認アプリケーションについて、リアルタイム性の向上と部屋の状態の推定精度の向上を可能とする提案を行った。我々の安否確認アプリケーションは Android 端末を用いて照度センサにより取得された値を用いるもので、見守られる側が操作を行う必要が無いものであり、結果は Twitter を使用して自動的に見守る側のユーザーが情報を取得できるようにしている。

従来の手法では明るさに応じて「自然光で明るい状態」、  
「電灯で明るい状態」、  
「暗い状態」の 3 状態を定義し、それぞれの基準値をユーザーが経験から設定することによ

て部屋の状態を把握していたが、日々の天候の違いによって状態を把握できない場合が出てきてしまうため、本研究では基準値による状態の判別を「明るい状態」と「暗い状態」の 2 状態のみとし、ここに照度データの変化を考慮することによって上記の 3 状態を判定することとした。また、その上で自動的に基準値を設定する方法を提案した。以上の提案にもとづき、テストデータを用いたシミュレーションを行い、提案手法が従来の方法よりも部屋の状態の把握において改善されていることを示した。

本研究ではテストデータによる検証を行ったが、実際の運用を考えると室内の設置場所や、季節、天候などによる影響を考慮する必要があるため、今後は、実測データを用いた検証を進めていきたい。また、本研究で照度の測定頻度を上げたことにより、得られたデータは複雑な変化が見られるデータとなっている。この複雑な照度データの特徴を解析することにより、より細かく部屋の状態の変化を追従出来るかどうかの検討を行っていきたく考えている。

#### 参考文献

- [1] 内閣府共生社会政策, 平成 26 年度版高齢社会白書, pp2-3 [http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html]
- [2] 内閣府共生社会政策, 平成 22 年度版高齢社会白書, pp52-61 [http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html]
- [3] 神奈川県 センサー・機器等による高齢者の見守り・安否確認サービス実施企業一覧 [http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f470004/]
- [4] 象印マホービン株式会社 みまもりほっとライン [http://www.mimamori.net/]
- [5] 佐々木晴信, 生野壮一郎, 伊東拓, 黒川弘章, "Android 搭載端末を用いた高齢者の安否確認用アプリケーション," 情報処理学会 MBL 研究会, 2014 年 11 月