

スマート社会実現のための OKIのセンシング技術

保田 浩之 須崎 昌彦
前野 蔵人

スマート社会のためのOKIのコア技術の一つが「スマートセンシング」であり、これは、温度や電力測定値などの単なるセンサ情報を扱うことだけではなく、例えば映像や加速度情報から人や物の状態や動きを認識することを含む、高度なセンシング技術の総称である。

本稿ではまず、スマート社会実現に果たすこのセンシング技術の役割について述べる。そしてこのためにOKIが開発している、カメラ映像から人を検知して状態や行動を認識する顔画像認識技術や人物追跡・計測技術と、人に装着した加速度センサや部屋等に取り付けた電波型センサを用いての人物行動認識技術について、それぞれの概要を述べる。

スマート社会におけるセンシング技術

OKIの目指す「環境と人に優しく、安心、安全そして快適なスマート社会」の基本的なコンセプトは、集約したセンシング情報からその場の状態や個人ごとの状態・行動を認識した上で、それに適した情報の提示や自律的な制御を行うことである。

例えばショッピングモールで利用者にお勧め情報を配信する場合、天候や混雑状況などと合わせて、利用者個々の現在位置などの状態や直近の行動の履歴などを取得することでその人の(例えば、暑い中を歩き回ったので冷たい飲み物が欲しい、などの)欲求が推測できれば、適したタイミングで適したお勧め商品などの情報を配信できるようになり、従来の画一的な情報配信より利用者に優しく、かつ事業者には高い売上げ向上をもたらすいわゆる「スマートモール」が実現できる。

このためには、種々のセンシング手段で周囲の状況や対象とする人や物の行動や状態をリアルタイムで認識し、さらにそれらを統合し、より高度な状態を認識した上でどのようなサービスを提供するかまでも判断することが、重要となる。後者は、スマート社会のためのもう一つのOKIのコア技術である「スマートウェアネス」として、GEMITSプロジェクト¹⁾での病院情報収集システムなどに適用し、実証実験を行いながら技術開発を進めている。

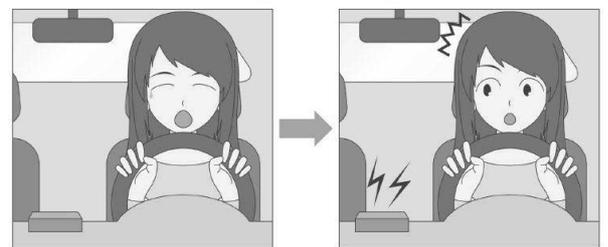
*1) FSE, RESCATは、沖電気工業株式会社の登録商標です。

「スマートセンシング」は前者のためのコア技術であり、そのため特に「人」の状態や行動の高度な認識を重視し、以降に紹介する一連の技術開発を進めている。

顔画像認識技術

顔画像を解析することにより、人の様々な状態を認識することができる。OKIの顔認識ミドルウェア「FSE[®]」^{*1)}は、画像からの顔領域の検出、目や口など各部位の特徴点座標の抽出、個人識別といった顔認識の基本機能を持つ商品で、これを利用することにより人の各種属性や状態のセンシングが可能となる。例えばFSEで抽出した特徴点情報に基づく位置合わせにより作成した性別・年代別の平均顔と対比することで、その人の年齢・性別といった属性を推定することができる。人の属性のセンシング技術は、広告効果測定支援システム「RESCAT[®]」^{*1)}に搭載され、デジタルサイネージ等の視認者分析や店舗の客層分析に利用されている²⁾。

FSEを利用した人の状態センシングの例として、自動車の安全運転を支援するドライバーモニターシステム「DMS」が挙げられる。DMSはステアリングコラム等に設置したカメラにより運転者を撮影し、運転者の脇見や居眠りなどの状態を検知して注意喚起を促すソリューションである(図1)。FSEの高速かつコンパクトという構造的な特長を生かし、利用環境に合わせた様々な車載端末への組み込みを可能としている。



脇見や居眠り状態を検知し運転者に注意を促す

図1 DMSの概要

(1) 脇見の判定

顔向きごとの平均的な画像特徴をテンプレートとしたパターンマッチングを行うことで、顔が向いている方向を測定することができる。顔が正面を向いていない状態が一定時間継続した場合に“脇見”と判定する。

(2) あくびの判定

FSEで抽出した上唇中央と下唇中央の特徴点座標から、口の開閉度合いを測定することができる。口を開けた状態が一定時間継続した場合に“あくび”と判定する。

(3) 居眠りの判定

あくびの検知と同様に、FSEで抽出した上瞼と下瞼の座標を利用することで目の開閉度合いを測定することができる。しかし自動車の運転席は非常に明るい環境であることから、運転者が眼鏡を装着している場合には眼鏡に外光の映り込みが発生する(図2)。この影響によりFSEの上下瞼の特徴点抽出精度が低下するため、特徴点の座標だけで目の開閉を判定することが困難となる。この課題に対し、DMSでは目が“開いた状態”と“閉じた状態”の画像特徴によるパターンマッチングを行うことで、眼鏡に外光の映り込みが発生した場合でも安定して開閉判定を行うことを可能としている。目を閉じた状態が一定時間以上継続した場合に“居眠り”と判定する。



図2 外光の映り込みの例

映像からの人物追跡・計測技術

近年、マーケティング情報の収集や混雑状況の把握を目的として、人物の通過人数を映像認識システムにより自動計測するニーズが高まっている。従来は人手で行ってきた人数計測を自動化することで、月単位、季節単位など長期レンジでの通行人数の変化を把握できるため、例えば施設利用者数や店舗来店客数の確実な把握が可能となる。ここでは、先に紹介した「RESCAT」に搭載され

ている人数計測技術を説明する。

人数計測の測定誤差を最小化するためには、人物の検出と追跡を正確に行う必要がある。人物の検出精度が十分でなく見逃しが多い場合、実際の人数に対してシステムの計測人数が下回る結果となる。また人物を追跡する精度が十分でなければ、同一人物を何度も計測するなどして実際より計測人数が上回る結果となる。RESCATではFSEを利用した顔の検出と追跡に加え、人物の検出と追跡、およびそれらの結果の統合により高精度な人数計測を実現している。

人物の検出は、主に輪郭線の形状を特徴としたパターンマッチングにより行っている。多数の部分特徴パターンによる投票を行うため、混雑などで体の一部が隠れていても人物を検出できる。人物の追跡は、過去の検出位置の周辺探索および移動軌跡を利用した予測探索を組み合わせで行っている。これにより、すれ違いなどが原因で人物が完全に隠蔽された後に再度出現した場合でも、追跡を継続することができる。さらに、顔と人物の検出・追跡結果を元に、それらの位置関係から同一人物であるかを判定する(図3)。

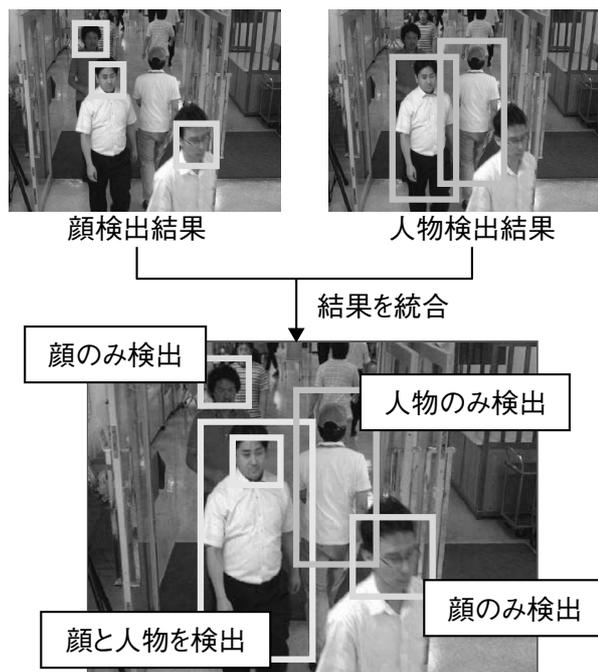


図3 顔と人物の検出結果の統合

人数の計測結果は以下の3種類の値の合計とする。

- ① 顔検出と人物検出の両方で見つかった人数
- ② 顔検出のみで見つかった人数
- ③ 人物検出のみで見つかった人数

なお、RESCATでは追跡結果の軌跡から人の移動方向も測定できるため、例えば店舗の入場者数と退場者数をそれぞれ個別に計測することも可能である。

装着型の加速度センサによる行動認識技術^{*2)}

人に加速度・角速度センサを直接取り付け、センサから得られるデータの時間的変化を解析すると、人の行動や状況を認識することができる。装着型センサによる行動認識技術として、2010年度に都内フィットネスクラブにて実証実験を実施し、技術的検証を行ったものがある³⁾。

この実証実験のサービスは、クラブ内の多様な運動習慣を、センサと行動認識技術を用いて自動的に収集・可視化することと、それによる運動の啓蒙効果を狙ったもので、実験参加者は、片腕の上腕にセンサの入ったバンドを1本装着するだけで、クラブ内の詳細な運動履歴を自動的に取得可能となる。このサービスを実現するため、フィットネスクラブ・データセンター・インターネットを結ぶ図4のシステムを構築し、行動認識技術を核とする仕組みで運動履歴を生成・提供した。具体的には、まずセンサから得られる加速度・角速度データを、行動認識技術により運動の種類(18種類、インターバル含む)と運動ペース(速度・回数)に即座に変換し、その後、消費カロリー・運動バランス・種別ごとの運動量等として集計、これら集計した運動履歴を、SNS^{*3)}上に可視化(図5)する仕組みである。

実験はクラブ利用の一般の方を対象に約4ヶ月間実施し、期間中のべ830回の利用、総計15,560時間分のデータをリアルタイムに認識した。利用継続者を対象としたアンケートでは、回答の約75%に運動啓蒙への効果が認められ、約87%に実験継続意向が確認できるなど概ね好評で、本技術の健康サポート活用に一定の効果をj確認する結果となった。

本技術は、前述のとおりフィットネスクラブでの運動履歴だけに特化したものではなく、人の行動に基づく生産性や購買行動の分析や、自然なユーザーインターフェイスなどへの応用が可能である。工場での生産性分析を例にあげると、作業員の行動を認識することで、作業リズムの把握や作業内容の推移などが可視化できるほか、長期間収集することで、過去との比較による作業習熟度合いや疲労状態などの推定にも繋がる。携帯電話などへの加速度センサ導入が進んでいる昨今の状況から、裾野の広い展開が期待できる技術である。

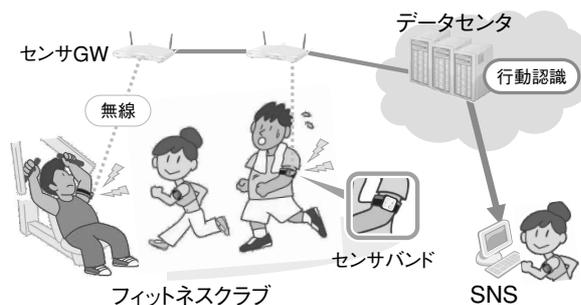


図4 実験システムの構成

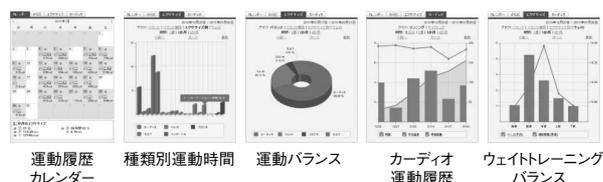


図5 運動履歴可視化例

環境設置型の電波型センサによる状況認識技術

電波が人などの物体に当たり反射すると、物体の動きによる揺らぎが生じる。この揺らぎを分析することで状況を認識する技術が、電波型センサによる状況認識技術である。室内に壁掛け等で設置したアンテナから空間に電波を放射し、空間中の様々な物体で反射した電波を受信すると、そこには複数の物体の動きによる周波数変化(ドップラー効果)や振幅変化が観測できる。これに周波数解析による信号分離や統計的なモデリング手法を用いることで、様々な状況の認識を行う。

現在、呼吸や心拍などのバイタル情報を一種の状況と捉え、これを推定する技術を研究開発している。呼吸は0.3Hz前後の周期性をもつ胸腹部の振動現象であり、心拍は1Hz前後の周期性をもつ全身の微細振動現象である。電波に波長の短い10.5GHz帯や24GHz帯を用いると、これらの微細な変動を受信信号の位相変化として捉えやすく、実際に、数m程度の遠隔から効率よく捉え得ることを確認している。またドップラー効果はスピードガン等で利用される原理であり、対象の速度を検知可能である。これを応用し、物体の落下や人の転倒などが発生した際に観測できる速度変化のパターンから、それら事象の発生を検知することも可能である。

呼吸や心拍が精度良く推定できると、ベッド等での簡易的なバイタル取得に利用できるほか、従来の赤外線型

*2) 本研究の一部は、平成22年度総務省委託研究「ユビキタスサービスプラットフォーム技術の研究開発」の一環として実施したものです。

*3) SNS (Social Networking Service : ソーシャル・ネットワーキング・サービス) : 人と人とのつながりを促進・サポートする、コミュニティ型のWebサービス。

人感センサでは実現の難しいバイタルに基づく安静中の人の検知や、状態変化・心的ストレスの推定等への応用が可能となる。認識技術以外の利点もある。センサ部を露出させる必要がないため、プライバシー空間での利用に抵抗感が少ない。住環境での利用を想定すると、家具や布団を透過する死角の少なさ、暖房機器等の熱源や環境温度変化への強さ、水蒸気・熱環境の多様な浴室環境で使えることも利点に挙げられる。

これらは、一般宅内や施設内での人(高齢者、病院患者など)の見守り(図6)や監視に適した特徴だが、このほか、オフィス・工場での従業者、動物を対象とした農業畜産での状況把握など、多様な環境下への用途拡大が期待できる技術と考えている。

プロジェクトの一環でユビキタス健康サポートサービス「からだサイズ™」の実証実験を開始」, 2010年11月9日
<http://www.oki.com/jp/press/2010/11/z10084.html>

● 筆者紹介

保田浩之：Hiroyuki Hota. 研究開発センタ
 須崎昌彦：Masahiko Suzaki. 研究開発センタ システム技術研究開発部
 前野蔵人：Kurato Maeno. 研究開発センタ システム技術研究開発部

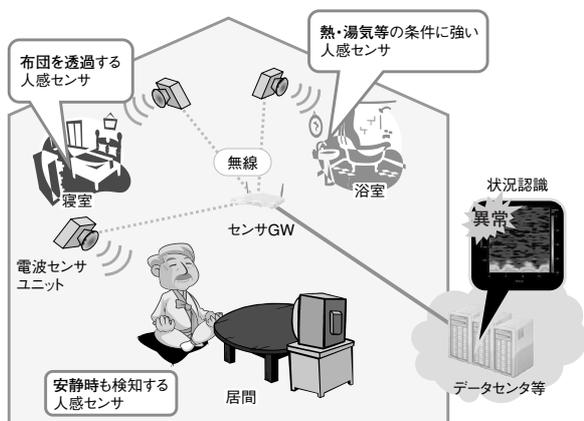


図6 高齢者見守りへの適用例

あ と が き

スマート社会実現のためにOKIで開発している高度なセンシング技術について概要を説明してきた。

今後は、スマートウェアネスを合わせたこれらの技術の高度化・高精度化のための研究開発を継続しながら、各種の実証実験や先進的な実用システムなどにこれらの技術を適用し、その実用性の検証と研究開発へのフィードバックを進めていく。◆◆

■ 参考文献

- 1) 七条則友, 他: 緊急搬送支援統合エージェント, OKIテクニカルレビュー第218号, Vol.78 No.1, p.28-31, 2011年10月
- 2) 塚本明利, 他: 映像認識による広告効果測定支援システム「RESCAT」, OKIテクニカルレビュー第218号, Vol.78 No.1, p.32-35, 2011年10月
- 3) OKIプレスリリース: 「OKIとスポーツクラブNAS、総務省