

子どもの危険状態検出システムの構築に向けた ウェアラブルデバイスの実装

宇佐美 敦志[†] 孫 慈禧[‡] 浜中 雅俊[†] 李 昇姫[‡]

筑波大学大学院システム情報工学研究科[†] 筑波大学大学院人間総合科学研究科[‡]

1 はじめに

我々は、保育園児に装着したウェアラブルデバイスから生体情報・行動情報を取得し、潜在的な危険状態を検出するシステムを構築している。システムは、潜在的な危険状態に遭遇したときの画像が記録できるだけでなく、事後に日中の出来事を確認することで親子の情報共有ができるという特長がある。就学前児童の場合には、ことばで出来事を伝えることは困難であるが、本ツールを用いれば日中の状況を確認することが可能となる。

従来、犯罪の抑止の目的で監視カメラが設置されているが、それらは映像を録画するのみで、親の不安を低減させるのには不十分であった[1]。一方、児童見守りシステムでは、IC タグを児童に持たせることで、児童の登下校の位置情報を親が確認することを可能としていたが、位置情報のみしか確認できず、潜在的な危険状態を検出することはできなかった[2]。

そこで我々は、カメラ、加速度センサ、GPS、心拍計などを搭載し、潜在的な危険状態の検出および親への伝達や、子どもの心身状況の把握を可能とするウェアラブルデバイスの構築を行った。

2 危険状態検出システム

図1は、現在我々が構築しているシステムの全体像である。デバイスは、園児の生体情報・行動情報を保育園内に設置する園内サーバに常時送信する。園内サーバでは、生体情報・行動



図1: 危険状態検出システム

Development of Wearable Device for Saving Children's Emergency
[†] Atsushi Usami, Masatoshi Hamanaka · Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

[‡] JaHee Son, SeungHee Lee · Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

情報に基づき潜在的な危険状態を検出し[3]、親への連絡を行うと共に、デバイスから映像データを取得する。そして、親は園内サーバにアクセスすることで映像を確認することができる。また、一日のデータを構造化して表示する機能を持たせることで、子どもに起きた出来事を確認することが可能となる。

3 デバイスの構築

就学前児童の場合、デバイスの役割を理解して装着するということが困難なため、デバイスの構築にあたっては、子どもが自ら喜んで装着するようなキッズフレンドリなデザインとなることを最優先とした。子どもの体格や父母へのアンケート結果¹から、10cm四方以下のサイズで100g以下を目標にデバイスを構築した。図2は、完成したデバイスを装着した写真である。



図2: デバイスの装着

3.1 メッシュネットワークの構築

装着するデバイスと園内サーバとの通信には近距離無線モジュール XBee を用いた。XBee は無線 LAN に比べて軽量(4g)で消費電力が少なく(40mA)、さらに DigiMesh というプロトコルを用いたメッシュネットワークが構築できるという特長がある。DigiMesh を利用すると、サーバの近くにいる園児の装着したデバイスの XBee は、遠くにいる園児のデバイスからサーバへの通信の中継器として使うことができるようになる(図3)。子どもは、壁際など無線が届きにくい場所にいくことがあるが、メッシュネットワークを利用すればそのような無線の死角においても通信を途絶えさせないことが可能となる。

¹ すべての父母が 100g 以下のデバイスを希望した。

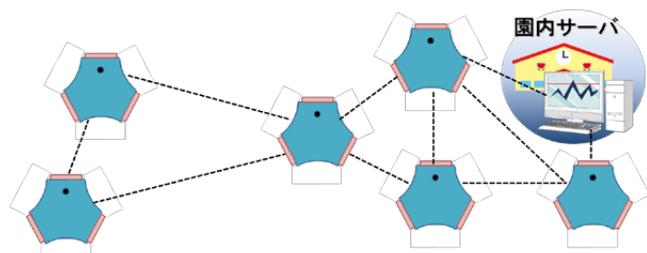


図3：メッシュネットワークに基づく通信

3.2 部品の選定

センサ情報の統合を行うマイコンとしては、バッテリーの消費を抑えるため、低電圧（3.3V）で駆動し、バッテリー充電回路や XBee 無線モジュールを接続するコネクタが用意されている Funnel I/O を採用した。Funnel I/O には、加速度センサ（Sparkfun 製 IM5Degrees）、心拍センサ受信モジュール（Sparkfun 製 SEN-08661）、GPS（Sony CXD2951GA）、静止画カメラ（Sparkfun 製 SEN-09334）、XBee 無線モジュールを接続している。いずれも、Funnel I/O の定電圧回路から出力される 3.3V で駆動している。バッテリーは充電式のリチウムイオン電池を用いた。心拍センサ受信モジュールは、胸に巻くベルト型の無線式心拍計から心拍数を受信するものであるが、就学前児童には締め付けがきつ過ぎたため、締めつけずに心拍数の取得が可能になるような改良を行っている[4]。

3.3 実装

子どもの胸の位置に取り付ける 3 点固定式のおむすび型のデバイスケースをデザインし、それにデバイスを組み込んだ。胸の位置としたのは、子どもの動作を阻害せず、周囲の状況がカメラから得られるようにするためである。園児の体の加速度を適切に測定できるよう、デバイスが体に密着する 3 点固定式とした。実際にデバイスを組み込んだところ、重量は 97g となり、100g 以下という目標を達成することができた（図4）。



図4：デバイスの内部

4 実験結果

搭載した加速度センサが潜在的な危険状態を判定するのに有効であるかを確認した。文献[3]で我々は、複数の子どもに加速度センサ、心拍センサを装着し、散歩、室外遊び、室内遊び、食事の識別を行った。たとえば、室外遊びの時間に長時間静止している子どもは、異常があると考えられ、潜在的危険状態と判定される。

文献[3]では、高精度な加速度センサを胸部にベルトで固定して識別を可能としていたが、デバイスに実装している加速度センサでも同様の識別が可能であるか確認した。その結果、文献[3]と同様に、Y 軸加速度のスペクトログラムは、散歩では 2Hz がピークとなり、室外遊びでは断続的に 4Hz がピークとなり、室内遊びまたは食事ではピークが表れなかった。

5 おわりに

本稿では、保育園児の潜在的危険状態を検出するシステムにおいて園児が身につけるキッズフレンドリーなデバイスの構築を行った。実験の結果、搭載した加速度センサは子どもの行動識別に有効であることを確認した。デバイスにマイクを搭載した場合、父母などの音声のプライバシーの侵害が懸念されていたが、文献[5]により音声プライバシーを保護する仕組みが構築できたため、今後はデバイスにマイクを搭載していく予定である。

謝辞

本研究の一部は総務省による戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 中野潔, 浅野幸治, “防犯カメラについての公的なガイドラインの比較における一考察”, 情報処理学研究報告, 2005+DPS-125, pp. 37-42, 2005.
- [2] 情報通信利用促進課, “地域児童見守りシステムモデル事業 事例集”, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2009/pdf/090109_2_sk.pdf, 2009.
- [3] 三浦右士, 浜中雅俊, 岩本義輝, 李昇姫, “ウェアラブルセンサを用いた子どもの行動識別”, 情報処理学会第 72 回全国大会, 1ZD-6, 2010.
- [4] 濱崎翼, 羽田佳人, 岩本義輝, 李昇姫, “キッズフレンドリーなデザインのウェアラブル心拍測定デバイスの開発”, 第 85 回日本医療機器学会大会, 2010.
- [5] 厚田和也, 孫慈禧, 浜中雅俊, 李昇姫, “ウェアラブルデバイスにおける音声プライバシー保護システム”, 情報処理学会第 72 回全国大会, 5U-1, 2010.