

IoT 技術を用いた警報監視システム

西野学園札幌医学技術福祉歯科専門学校
臨床工学技士科 2 年 阪野 樹

要旨

近年、多様なものがインターネットに繋がる IoT 技術が着目されている。本研究は、夜間の医療機器警報を IoT の仕組みを用いて技士に通知する装置の開発を目指した。IoT を用いると従来の専用システムに比べ、安価かつ簡易で柔軟なシステムを構築することができる。試作した装置を透析施設に設置し、導入に伴う問題点を検討した結果、セキュリティ、背景ノイズ、施設設置に必要な安全性について問題点を抽出することができた。

はじめに

近年多様なものがインターネットを介して情報を発信する IoT (Internet of Things) 技術が注目を集めている。本研究は、医療スタッフ不在時に機器の警報を IoT の仕組みを用いることで安価で簡便に通知できる装置を検討し、施設導入に伴う問題点について検討した。

原理

検討に際して試作したシステムを図 1 に示す。警報 LED の点灯を RGB カラーセンサ (浜松ホトニクス S9032-02) で検出し、市販のメーラーボード (トライステート メーラーボード Ver. 2 キット) に導く。メーラーボードは有線 LAN を介してインターネットに接続し、予め設定した閾値以上の入力に対してメール送信を行う。信号検出ではヒステリシスを設定し連続送信を防止した。同様のシステムは、麗澤大学の落合あゆみらにより独居老人見守りシステムとして報告されている。¹⁾

実験および結果

1. メール送信テスト (学内)

模擬警報 LED に対する警報検知実験を行った。マイコン (Arduino Uno) に LED 点灯プログラムを組み込み、センサヘッドを LED の正面に配置して動作試験を行った。LED の点灯時間は 30 秒、点灯周期は 12 時間とし、7 日間の連続運用を行った。メーラーボードは学内の有線 LAN に接続した。結果、指定した時間全てでメールの送信が確認できた。

2. メール送信テスト（協力施設）

施設側との打合せで、有線 LAN で院内の機密情報を扱うため、セキュリティの点から、一般公開された無線 LAN を使用することとなった。メーカーボードを有線から無線に変換する市販の無線 LAN ブリッジに接続して実験を行った。無線 LAN ブリッジには付属のソフトウェアを用いて無線 LAN 認証情報を登録した。学内と同様にセンサヘッドに光を入れることで、メール送信が確認できた。

3. 施設使用に伴う要求

透析施設で長期運用するうえで、耐水性、耐衝撃性、発熱・発火対策についての不安が示され、改善要求を受けた。センサ部は、基板と固定用磁石をシリコン印象材（デグフォーム）により封止し耐水性と耐衝撃性を確保した。メーカーボードおよび増幅器は、金属ケースに固定し、パッキンによる浸水防止措置を行った。また、人が衝突したときのケガ防止のため鋭角部にはクッション材を張り付けた。基板の発熱を確認したところ、電源レギュレータ部での発熱が認められたため金属テープを張り付け、金属ケースに熱を逃がす構造とした。無線 LAN ブリッジの AC アダプタが必要となったことから電源がタコ足配線となる事での発火の危険性について指摘を受けたが、定格電流値およびクランプメータの実測値より安全と考えた。これらの対策により、本体が大型化（図 2）したため、目立たない場所に設置することで実験の許可が得られた。

4. 施設長期試験

試験対象装置として施設よりの要望があった多人数用透析液供給装置 DAM-01 について、警報監視を行った。センサヘッドは DAM-01 の警報 LED 部に内蔵の磁石で固定した。59 日間の動作試験を行った結果、施設の警報履歴分の警報はすべてメールで送信できたが、全通知 228 件中 133 件 (58.3%) の誤検知による通知が含まれていた。

考察

協力施設での実験において、59 日間で検知すべき警報の取り逃しはなかったが、大量の誤検出が生じていた。誤検出は施設の開院時間内に集中していることから、施設内での機器動作やスタッフの行動、照明等の背景ノイズの影響が考えられた。オシロスコープにより波形観察を行いながら外部環境を学内にて模擬したところ、ヒステリシスを超える変動が観測された。対策として、計測器を用い増幅器ゲインや検出閾値、ヒステリシスを状況に合わせて設定することや、フィルタ回路を用いることで誤検出の抑制が可能であった。しかし、本研究は、専門知識不要で簡易に扱えるツールを目的とするため、ゲインや閾値を環境に合わせて適切に自動設定する機能、時刻や曜日に応じて検出感度を変更、無効化する機能が必要といえる。施設からの要望で無線 LAN を使用したが、施設ごとに簡単に無線認証手続きを

行う方法についての検討が必要となった。認証のためだけに表示装置や操作ボタンを設けるとコスト面で不利になることから、スマートフォンアプリを利用して設定できる仕組みを取り入れることを検討している。また、実験室で考慮しなかった耐久性等の事項でも指摘があり、結果的に筐体の大型化や周辺機器の増加を招いた。これら本研究で得られた知見を基にしてバッテリー動作可能な無線 LAN マイコンを用いた小型システムとすることを検討している。また、施設側から、警報光以外にも透析液の流れなども検知したいとの要望があるため、センサヘッドを組み替え可能とし、本器を複数台組み合わせることで、より複雑な情報検知も可能としたい。

まとめ

IoT 技術を用いた安価で簡便な警報監視システムを目指し、施設導入時の問題点について透析施設のご協力の下、実験、検討した。結果として、機器の耐久性やネットワークのセキュリティ、背景ノイズなど、現実の医療施設特有の問題点を収集できた。これで得られた知見を用いて、実用を見据えた警報監視システムの制作を行う予定である。

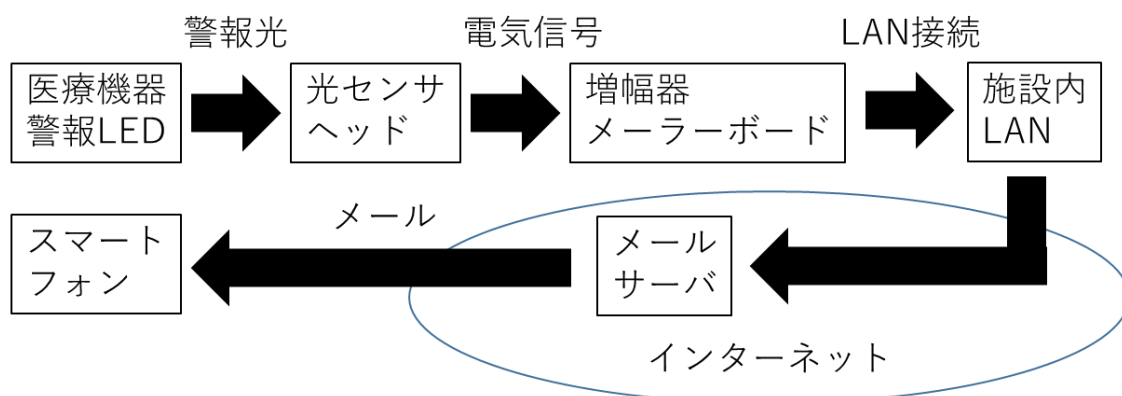


図1 試作システムの構成

医療機器の警報を光センサヘッドにより検出し増幅した後メーラーボードに入力する。メーラーボードは施設内 LAN、インターネットを介して、予め用意したメールサーバに接続され、指定のメールアドレスにメール送信を行う。

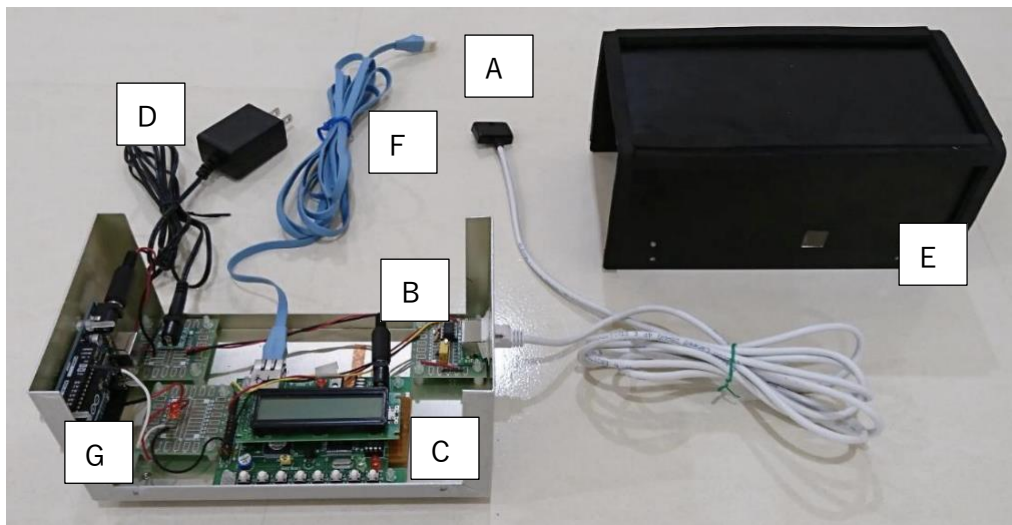


図2 現場に導入したシステム

図中 A が光センサヘッドで LAN ケーブルを用いて本体に接続される。B はオペアンプを用いた増幅器で半固定抵抗により最大 100 倍の電圧増幅率を設定できる。C はメーラーボードである。D は AC アダプタでメーラーボード、増幅器に電力を供給する。E はケースのカバーである。クッション材によるケガ防止、パッキンによる浸水防止処理を行った。F の LAN ケーブルを介して施設側 LAN に接続する。G は動作試験用のマイコンで施設設置時には使用していない。

文献

1) 落合あゆみ：「一人暮らし老人見守りシステム”あかずきんちゃん”の開発, 2011 年度麗澤大学情報系ゼミ合同卒論発表会論：pp39-44, 2011.

指導教員

医療法人社団辰悦会 小樽ライフクリニック 臨床工学技士

細川 樹

学校法人西野学園 札幌医学技術福祉歯科専門学校臨床工学技士科 専任教員

岡本 康志、齊藤 高志