

# PCPS の遠隔監視システムの構築

埼玉医科大学 保健医療学部 医用生体工学科

吉野 亘

## 要旨

PCPS 使用中の安全確保や業務効率の改善を目指し、安価で簡便な PCPS の遠隔監視を行うため、独自のシステムを構築することとした。構築したシステムは小型の通信装置と無線 LAN アクセスポイント、作成した 2 つのアプリケーションによって構成した。配線は最小限とし、安価で簡便なシステムとすることができた。長時間動作によるシステムの安定性を確認し、病院の臨床工学技士からも臨床使用に向けた前向きな意見を得ることができた。

## 1. 背景・目的

経皮的心肺補助法 (PCPS : Percutaneous Cardio Pulmonary Support) は、遠心ポンプと膜型人工肺から構成される閉鎖回路の人工心肺装置を用いた補助循環法である。PCPS は重症心不全や心肺蘇生などの急性期の患者に使用されるため、装置のトラブルは短時間でも患者の生命の危機につながる。PCPS 使用中の管理は臨床工学技士の業務であるが、使用中の PCPS に対して常に臨床工学技士を配置することは困難である。そのため PCPS の状態を離れた場所でも把握できれば、PCPS 使用中の安全確保や技士の業務効率の改善につながると考える。

そこで安価で簡便な PCPS の遠隔監視を行うため、独自のシステムを構築することとした。システムの構築にあたり、遠隔監視システムを導入することによるスタッフの手間を増やさないこと、配線は最小限にし、必要な通信装置も小型のものを用いて PCPS 周囲の環境を悪化させないことを目標とした。

## 2. 方法

対象の PCPS 装置はキャピオックス遠心ポンプコントローラ SP-101 (テルモ) とした。通信装置はシリアル通信をネットワー

ク化するシリアルデバイスサーバ SX-520 (サイレックス・テクノロジー)、無線 LAN アクセスポイントに WH300N/DR (Logitec)、アプリケーション開発ソフトに Visual Studio 2015 (Microsoft) を使用した。通信装置の大きさは幅 125.8×奥行 75.2×高さ 24.1mm と小型である。

構築したシステムの評価として、48 時間連続稼働させての動作確認と、埼玉医科大学国際医療センターの臨床工学技士にシステムのデモンストレーションを行い、臨床使用に向けた意見の聞き取りを行った。

## 3. 結果・考察

### (1) 構築したシステムの概要

PCPS の背面信号出力部と通信装置を RS-232C ケーブルで接続し、PCPS の出力を通信装置によって無線 LAN アクセスポイントを介して大学内ネットワークへ送信できるようにした (図 1)。

作成したアプリケーションを同じネットワークに接続したパソコンで起動し、送信された PCPS の装置情報を閲覧する流れとした。PCPS は 1 秒毎にデータを出力していて、得られる装置情報は遠心ポンプ回転数と血液流量の値、警報情報などである。構築したシステムの有線での接続は PCPS と

シリアルデバイスサーバの接続、シリアルデバイスサーバと電源コンセントの接続の2か所のみであり、配線を最小限に抑えることができた。また、遠隔監視を行うためのPCPS側の作業は、無線LANが整備された環境であれば通信装置の電源を入れるのみでよく、非常に簡便なものとなった。

## (2) 作成したアプリケーション

「通信保存用」と「監視画面用」の2つのアプリケーションを作成した(図2)。

「通信保存用」アプリケーションは通信装置と通信を行い、出力された装置情報を遠心ポンプ回転数、血液流量、警報情報など

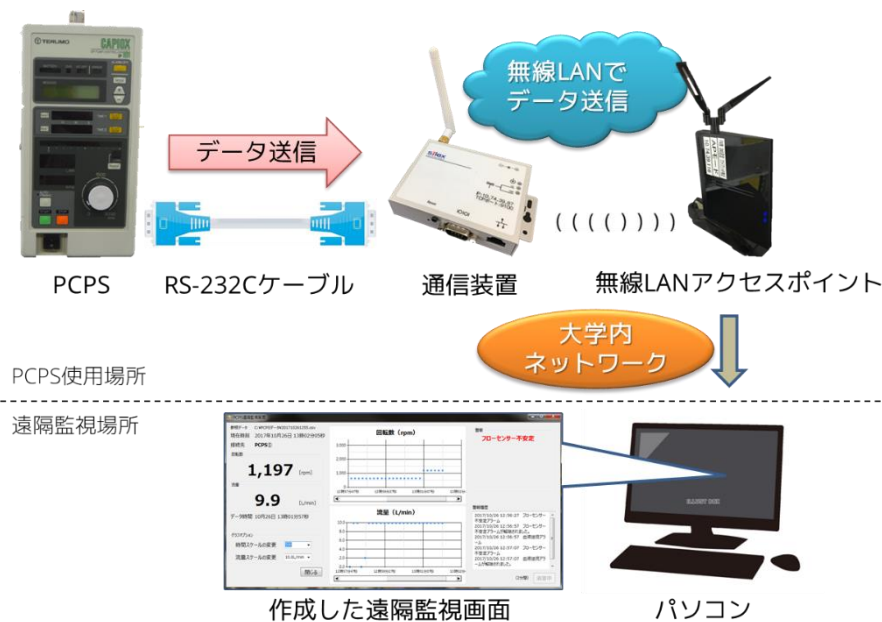


図1 作成したPCPS遠隔監視システムの概要

PCPSと通信装置をRS-232Cケーブルで接続、無線LANアクセスポイントを介して同じネットワークに接続したパソコンから遠隔監視をできるようにした。

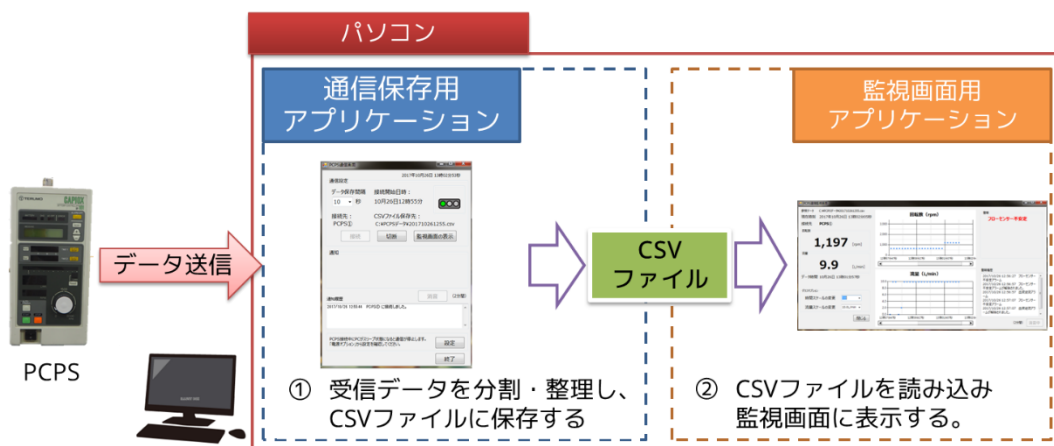


図2 PCPSから出力された装置データを遠隔監視するまでの流れ

出力されたデータは「通信保存用」アプリケーションで分割・整理してCSVファイルに保存、「監視画面用」アプリケーションはCSVファイルを読み込み、監視画面として表示する。

### a. 正常動作時



### b. 通信異常時

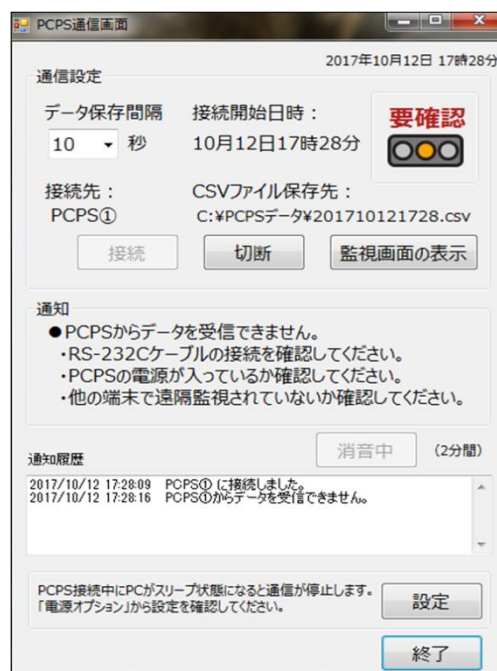


図3 「通信保存用」アプリケーションの画面

- 正常動作時の画面例。設定間隔で装置情報を CSV ファイルに保存している。
- 通信異常時は文字と信号アイコン、警報音によって通知し、対応方法を表示する。通信異常が解除されれば自動で再接続を行い、通信を再開する。

の各パラメータに分割・整理する。すべての情報を保存すると情報量が多くなってしまふことから、任意の間隔（1~60秒）で装置情報を連続的に CSV ファイルに保存するようにした（図 3a）。信号機のイラストで接続状態を表すようにして、視覚的に通信状態を確認できるようにした。様々なトラブルを想定し、アプリケーションと通信装置の通信異常を検知した場合は、警報音と共に通知とその対応方法を表示するようにした。また、通信異常の状態が解消されると自動で再接続を行い、遠隔監視を再開できるようにした（図 3b）。

「通信保存用」アプリケーションによってパソコンと通信装置が接続されると、「監視画面用」アプリケーションが自動で起動する。「監視画面用」アプリケーションは保存された CSV ファイルを 5 秒毎に自動で読み込んで監視画面として表示し、

最新の遠心ポンプ回転数、血液流量、警報情報を表示するようにした（図 4）。遠心ポンプ回転数と血液流量はトレンドグラフによって経過を確認できるようにした。トレンドグラフの時間スケールと血液流量のスケールは変更できるようにした。また PCPS の警報が発生した時は、警報内容を画面に表示し警報音による通知を行うようにした。警報音は消音ボタンにより 2 分間の消音ができるようにした。警報内容は発生時間と合わせて履歴を残すようにした。

### (3) 構築したシステムの評価

構築したシステムの 48 時間連続動作によるシステムの安定性の確認を行った。

「通信保存用」アプリケーションは 1 度だけ通信が途切れていたが、自動で再接続が行われデータ受信を再開していた。「監視

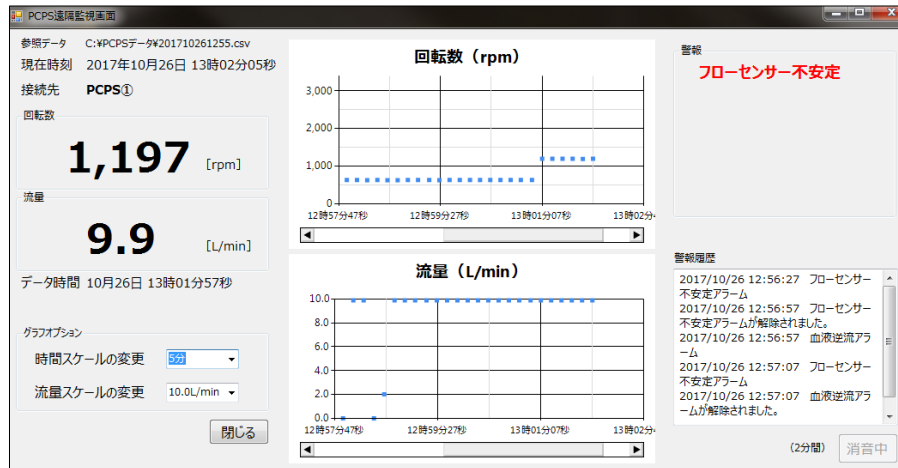


図4 「監視画面用」アプリケーションの画面

5秒毎に自動でCSVファイルを読み込み、最新の遠心ポンプ回転数と血液流量、トレンドグラフを表示。警報情報は警報音とともに通知し、その履歴も表示する。

画面用」アプリケーションは遠心ポンプ回転数、流量の値、トレンドグラフの表示、警報情報、警報履歴の表示など問題なく動作したことが確認できた。

病院の臨床工学技士にシステムのデモンストレーションを行い、臨床使用に向けた意見の聞き取りを行った。「臨床使用において監視するパラメータは十分。安全上も問題無さそうで、すぐ使用できそう」、「今までPCPSの装置データの保存や、動作履歴を残すことができなかつたため、データの保存ができるようになったことは非常に良い」、「ぜひ臨床使用したい」といった前向きな意見を得ることができた。

#### (4) 今後の課題

構築したシステムでは、1台のパソコンで1台のPCPSの監視しか行うことができない。そのため受信した装置情報をサーバ上に保存するなどにより、様々なデバイス

からアクセスして遠隔監視ができるよう改善する必要があると考える。また、警報の通知方法はメールによる通知を行うなど工夫の余地があると考えられる。

本システムに患者モニタを組み込むことで、生体情報の遠隔監視を同時に行うことも可能であると考えられる。しかし、患者情報を扱うためにはネットワークのセキュリティの問題や倫理的な配慮が必要である。また、本研究の目標であった簡便さが失われる可能性があり、採用にあたっては慎重に検討する必要があると考える。

#### 4. 結論

小型の通信装置と自作のアプリケーションを用いることで、PCPS周囲の配線と監視のための手順を最小限に抑えた、安価で簡便なPCPSの遠隔監視システムを構築することができた。

#### 指導教員

埼玉医科大学 保健医療学部 医用生体工学科  
本塚 旭