

課 題 情 報 シ ー ト

テ ー マ 名 :	H8 マイコンと Android™端末を用いた汎用型遠隔観測システムの開発		
担当指導員名 :	三浦 雅嗣	実施年度 :	25 年度
施 設 名 :	関東職業能力開発大学校		
課 程 名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	1
		時間 :	18 単位 (324h)

課 題 制 作 ・ 開 発 の ポ イ ン ト

【開発（制作）のポイント】

スマートフォンに代表される携帯端末における OS の選択において、iPhone™と Android™があります。学生が独学で技術習得するために、情報を得易い環境として、Linux をベースとした Android™を選択しました。アプリケーション開発については、各種書籍が市販されており参考になります。端末内部の機能へアクセスする方法については書籍が限られていますので、参考文献を提示します。Xbee™は安価なので教材としては助かりますが、画像データを転送する場合は、バッファ容量等の理由により転送時間が掛かりますので、他の無線通信デバイスも検討も考えられます。

【参考文献】Android プログラミングバイブル SDK 4/3/2 対応(ソシム社)

【訓練（指導）のポイント】

指導時間が不足するため、4 月から放課後にセミナー形式で下記内容を指導しました。

- ① マイコンの内部ジュールの制御プログラミング
- ② 通信コマンドによるマイコンのシリアル通信制御技術
- ③ Xbee™によるシリアル通信の無線化
- ④ C#®による通信アプリケーションプログラミング

これらを指導において、学生自ら学ぶ範囲を徐々に増加することで、次の内容について学生が独学で専門技術を物にしました。

- ① Android™端末における JAVA プログラミング
- ② XbeeWiFi™による無線化
- ③ Android™端末におけるソケット通信プログラミング
- ④ システム構築技術

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 関東職業能力開発大学校
 住 所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1
 電話番号 : 0285-31-1711 (代表)
 施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

H8 マイコンと Android™ 端末を用いた 汎用型遠隔観測システムの開発

1. はじめに

近年、地球環境悪化に伴う異常気象と高齢社会により、高齢者の熱中症による孤独死が問題となっている。私はこの問題の原因が環境状態の把握が十分に行えていないことと、人の目が行き届いていないことだと考えた。この問題を解決するために「人の目が行き届く事」、「環境状態の把握」そして利用者が使いやすいように「遠隔」で操作できることが必要だと考えた。よって、これらの実現を目標としたシステム開発を行った。

2. システム構成

目標達成のため、観測対象を室温と状況とした。温度は温度センサを用いて把握した。状況はカラーカメラ(JPEG フォーマット)によって把握した。遠隔操作を実現するために、Xbee™シリーズ 6 を用いてアクセスポイント経由のインフラストラクチャモードで無線 LAN 通信を行った。

図 1 にシステム構成を示す。図 1 より、Android 端末上で動作するアプリケーションを操作及び表示部とした。マイコン・JPEG カラーカメラ・温度センサ・Xbee シリーズ 6・サーボモータを動作部とした。サーボモータはカメラの撮影範囲を広げる目的に用いた。

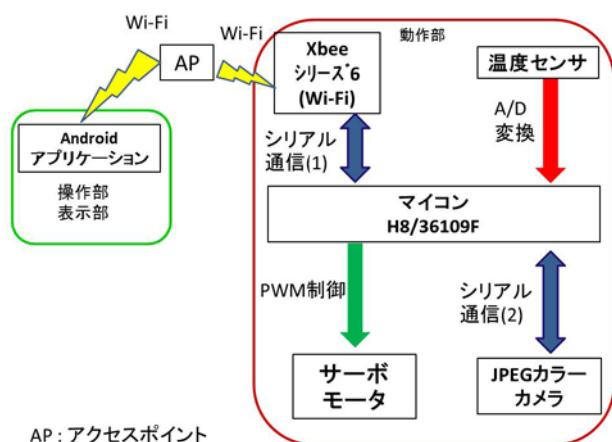


図 1 システム構成

3. 操作部及び表示部

操作部及び表示部の Android™アプリケーションフォームを図 2 に示す。制作したアプリケーションは、マイコンに対して撮影の指示とカメラの方向制御を行い、Android™端末上に撮影した画像・カメラの向いている方向及び角度・通信状態・温度を表示する。図 2 の①～⑥は下記の 6 項目に示す。

- ① JPEG カラーカメラによって撮影した画像を表示
- ② カメラの向いている方向・角度の表示
- ③ カメラの方向と角度制御用シークバー
- ④ マイコンとの接続状態や撮影時の画像サイズを表示
- ⑤ 計測した室温を接して表示
- ⑥ 撮影開始ボタン

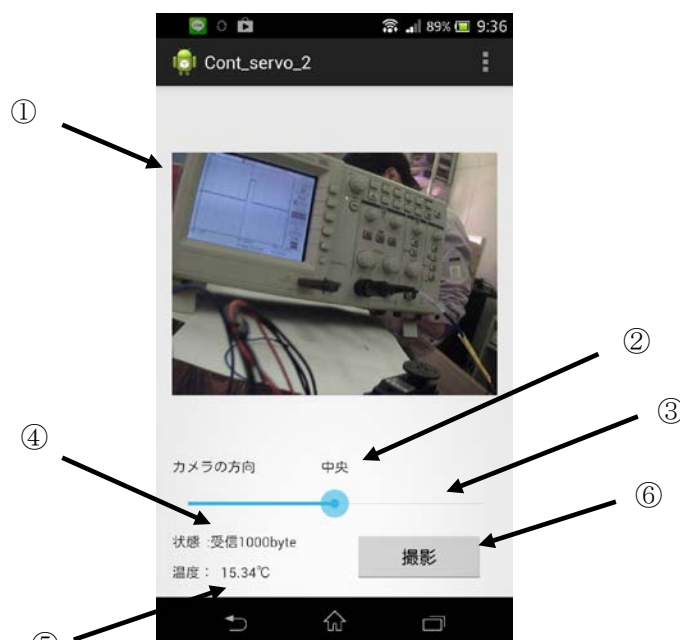


図 2 操作・表示部

4. 動作部

図 3 に動作部を示す。

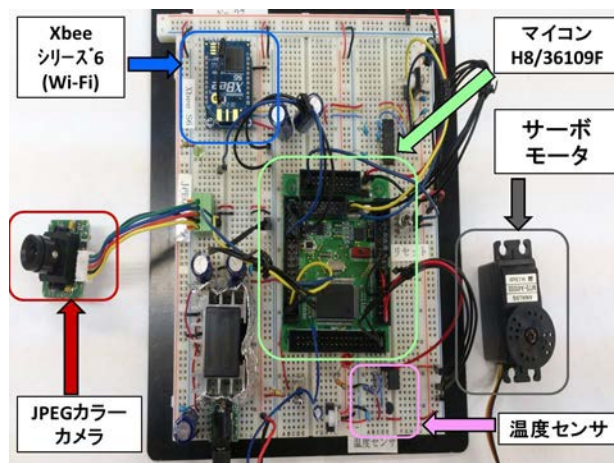


図 3 動作部

4-1. マイコン H8/36109F™

マイコンは北斗電子社製の H8/36109FTM搭載マイコンボードを用いた。このマイコンにはシリアルポートが3ポートあり、内2ポートをモジュール間通信に用いた。また10ビット(1024階調)のA/D変換ポートが16ポートあり、内1ポートを温度センサ入力に用いた。そしてPWM波形の出力ができるポートが21ポートあり、内1ポートをサーボモータの制御に用いた。

4-2. JPEG カラーカメラ

カラーカメラには LinkSpriteTM社製のシリアル接続 JPEG カラーカメラを用いた。このカメラはシリアル通信(UART)による8ビットデータの送受信が行われ、通信速度は38400bpsを用いた。カメラの制御はバイト単位で構成されるコマンドによって行う。表1に用いる制御コマンドを示す。このカメラは静止画撮影となっており、解像度は制御コマンドで下記の三種類の中から選択できる。一つ目にVGA(640*480)、二つ目にQVGA(320*240)、三つ目にQQVGA(160*120)が選択できる。デフォルトはQVGA(320*240)に設定している。

項目	送信コマンド	返り値
リセット	56 00 26 00	76 00 26 00
撮影	56 00 36 01 00	76 00 36 00 00
サイズの取得	56 00 34 01 00	76 00 34 00 04 00 00 KH KL
ストップ	56 00 36 01 03	76 00 36 00 00
ファイルの読み出し	56 00 32 0C 00 0A 00 00 MH ML 00 00 KH KL 00 FF	76 00 32 00 00 ...FF D8 ... FF D9 ... 76 00 32 00 00
画像サイズの変更 (320*240)	56 00 31 05 04 01 00 19 11	76 00 31 00 00

・MH MLは読み出し開始位置
アドレス
・KH KLは読み出しファイル
サイズ
・FF D8→JPEGデータの始端
・FF D9→JPEGデータの終端

表1 制御コマンド

4-3. XbeeTMシリーズ6 (Wi-FiTM)

XbeeTMシリーズ6モジュールは宛先IPアドレスや送信元IPアドレス、接続ポート、アクセスポイントのSSID等を設定することにより、無線でネットワークに参加することができる。このモジュールはシリアル通信で受けた8ビットデータをTCP/IP通信規格で送信する。本システムでは、インフラストラクチャモードのアクセスポイント経由で通信を行う。シリアル通信の通信速度は38400bpsとした。

4-4. 温度センサ

温度センサはLM61CIZTMを用いた。センサ単体での動作温度範囲は-30℃~100℃となっている。出力電圧は-30℃の時に300mV、0℃の時に600mV、100℃の時に1600mVと小さい変化量なので、オペアンプによる非反転増幅回路で約2.94倍にして用いた。この倍率にした理由は、温度センサの電源電圧が約4.7Vであり、100℃の時に出力される電圧を電源電圧に近づけることで、変化量を初期状態よりも大きくできるか

らだ。

4-5. サーボモータ

サーボモータは日本ニューテシーシー社のSE-A410TMを用いた。このサーボの仕様は動作電源4.8V時のトルクが3.5kg・cmあり、無負荷時の動作電流が180mAで、回転角度は左右90°の180°まで回転可能だ。よってカメラを乗せても動作すると考え選定した。動作にはマイコンからのPWM制御を行った。図4にセンター位置・右90°位置・左90°位置のマイコンからのPWM出力波形を示す。

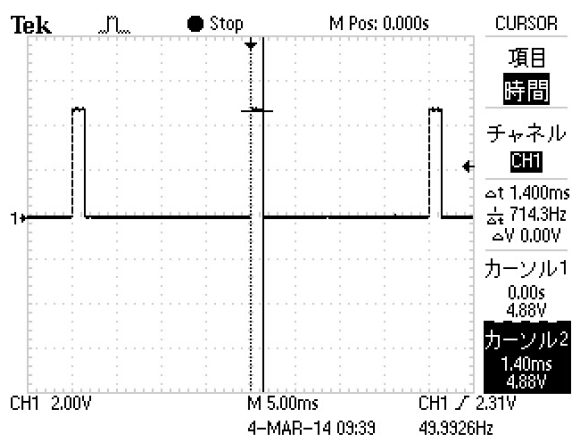


図4 (a) センター位置のPWM波形

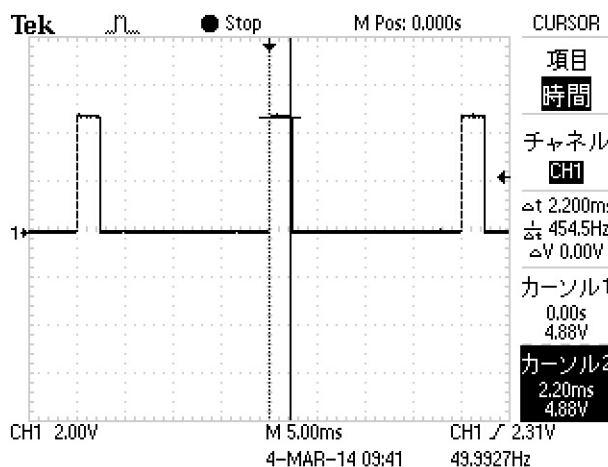


図4 (b) 右90°位置のPWM波形

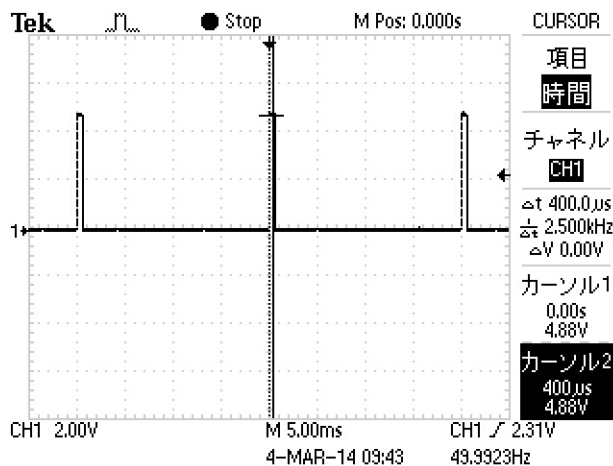


図4 (c) 左90°位置のPWM波形

5. 動作

Android™アプリケーションとH8マイコン間でのやり取りに自作のコマンドを用いた。図5に用いたコマンドを示す。操作・表示部から送られる各コマンドの役割を下記の4項目に示す。

- ① 撮影命令 : 動作部に撮影を開始させる
- ② データ送信許可 : 操作・表示部の受信可能状態を動作部に知らせる
- ③ 撮影処理終了 : 操作・表示部の撮影処理が終了したことを動作部に知らせる
- ④ サーボ制御命令 : シークバーで得た方向・角度のデータを動作部に送る

撮影命令	"take" + 改行
データ送信許可	"perm" + 改行
撮影処理終了	"end" + 改行
サーボ制御命令	カメラ方向 + 角度 + 改行
	カメラ方向 "C" : センター "R" : 右 "L" : 左

図5 (a) Android™アプリケーションから送信されるコマンド

動作部から送られる各コマンドの役割を下記の3項目に示す。コマンドは5バイトの配列で構成され、先頭をヘッダー・終端をフッターとし、その間コマンドまたはデータとして用いた。

- ① 画像サイズ送信 : 撮影した画像のサイズを操作・表示部に送る
- ② 撮影終了 : 動作部の撮影処理が終了したことを操作・表示部に知らせる
- ③ 温度データ送信 : 計測した温度データを"+"または"- "の符号をつけて送信する

unsigned char cmd_data[5]	ヘッダー	コマンドorデータ	フッター
画像サイズ送信	11	99	サイズデータ
撮影終了	11	99	22 33 99
温度データ送信	11	"+"or"-"	温度データ 88

図5 (b) H8マイコンから送信されるコマンド

5-1. 動作フロー

図6に撮影ボタンがタップされた時から画像表示までの動作フローを示す。動作は撮影ボタンがタップされることによって開始され、JPEGカラーカメラの撮影準備の後に撮影を行い、撮影が終わると画像データを1920バイトごとに分割して読み出し、送信を行う。全データがAndroid™端末に送信されるとアプリケーションでは画像データをデコードし、図3の①に表示する。尚、解像度QVGA(320*240)の場合に、撮影ボタンがタップされてから画像が表示されるまで約9秒かかる。サーボモータの制御は、撮影処理が行われて

いない時に操作が可能である。また、温度データは撮影処理・サーボ操作が行われていない時に表示が約1秒ごとに更新される。

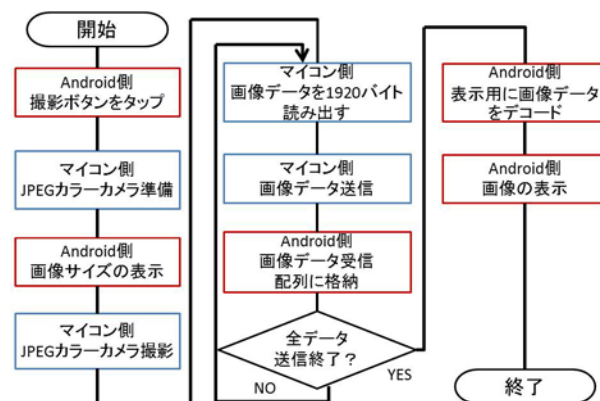


図6 画像撮影フロー

5-2. JPEG カラーカメラによる撮影

撮影を行う前に、JPEGカラーカメラに撮影する画像データのサイズを指定するコマンドを送り、一度リセットをかける。リセット終了後に撮影コマンドを送信することで撮影が行われる。

5-3. JPEG フォーマット画像データの送信

撮影によって得られた画像データは、一旦JPEGカラーカメラ内のメモリに保存される。そこからデータを読み出すために、データのサイズ取得コマンドによってサイズを取得する。その後は図4に示すように1920バイト毎にデータを読み出し、データの終端FF D9が送信されるまで繰り返される。

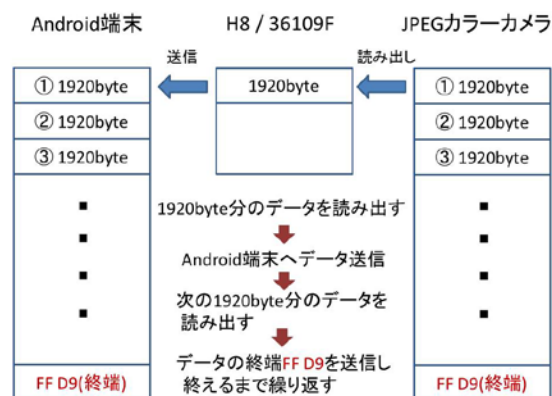


図7 画像データ取得送信フロー

1920バイト毎にデータの読み出しと送信を行う理由は二つある。一つは、画像データの容量がマイコンのRAM容量(5kバイト)を超えているため、一括でデータの読み出しが行えないからである。二つ目は、Xbee™シリーズ6の動作に合わせるためである。このモジュールはシリアルで受けたデータを一度約2Kバイトの内部バッファにため込み、送信する。このため、Xbee™シリーズ6がTCP/IPで送信動作時に、シリアル通信で送られてきたデータは受信できずに取りこぼしてしまうからだ。

5-4. JPEG フォーマット画像の表示

マイコンが画像データを送信し終わると、JPEG カメラに撮影終了コマンドを送る。

Android™アプリケーションではデータ受信を終了すると、表示する画像の解像度をカメラデータの解像度に合わせて設定する。その後、データが格納されている配列全体を画像として認識させるために、画像データを Bitmap データにデコードし、画面へ表示させる。表示し終わると動作部に撮影処理終了コマンドを送り、通常の動作に戻る。

6. 評価

本システムの評価を行うに当たり、自己評価とポリテックビジョンのポスターセッションでの来場者の意見・電子情報技術科の先生方からの意見を基に行った。

6-1. 撮影から表示までの時間について

画像の撮影・表示が遅いという意見が多かった。この対策として、無線化している Xbee™ シリーズ 6 をヒーロー社製 WTW-TR-23™などの動画送信に用いられるモジュールに変更すれば高速化ができるのではないかと考えた。

6-2. 温度センサについて

ポリテックビジョン時は温度センサに LM35DZ™を用いていた。現在の LM61CIZ™に変更した理由は、LM35DZ™の動作温度範囲は 0° ~100° であるのと、室温がマイナスになるという意見があった。LM61CIZ™の動作温度範囲は-30° ~100° なので、室温がマイナスになっても温度計測に支障をきたさないからである。

6-3. 温度計測の精度

本システムにおける温度計測の精度を、周囲の温度と本システムの計測値との比較で評価した。計測方法は、エスペック社製の小型環境試験機 SH-641 で温度センサの周囲温度を-20° ~40° まで 5° 刻みで変化させたときの、システムの Android 端末に表示される温度を記録した。結果をグラフ化したものを図 8 に示す。図 8 の理想温度は SH-641 で設定した温度である。また、計測温度と理想温度の誤差と近似曲線を図 9 に示す。

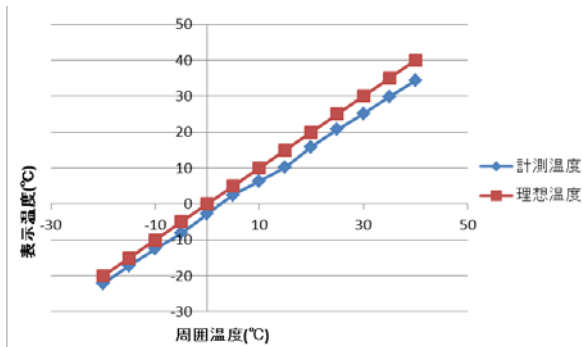


図 8 温度センサの出力

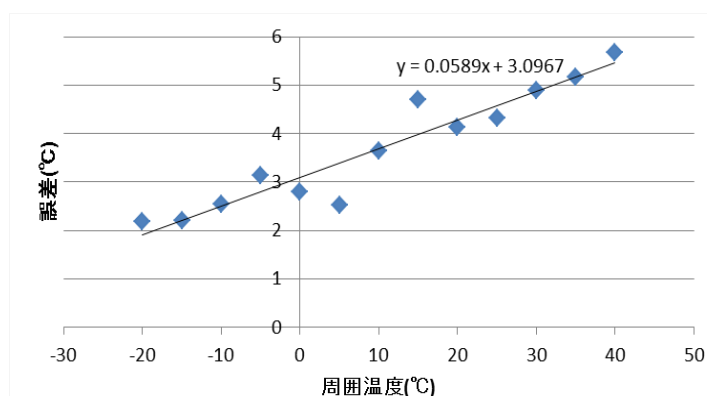


図 9 誤差とその近似曲線

図 8 より、計測温度は理想温度よりも低いほうに誤差が生じていると分かった。図 9 より誤差は、温度が高くなるにつれて大きくなっていることが分かった。この誤差を少なくするため、図 9 の誤差の近似曲線による補正をかけることとした。補正後の計測温度理論値と理想温度の比較を図 10 に示す。

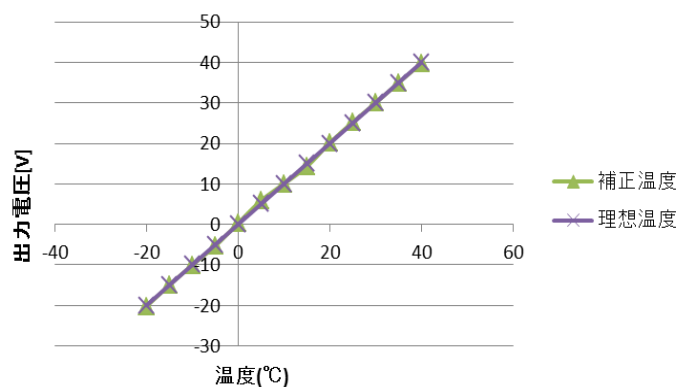


図 10 補正後の計測温度理論値

図 10 より、補正後の計測温度理論値は理想温度とほぼ等しいことがわかる。この時のプラス方向最大誤差は 15° の時に 0.7198°Cであり、マイナス方向最大誤差は-8.712°Cであった。よって補正を加えることで誤差約±1°Cとなる。

7. 今後の課題

今後の課題として主に下記の 3 つが挙げられる。

1 つ目に画像取得の高速化である。必要な時に遅れて画像を取得するのでは、危険予知が遅れてしまうからである。

2 つ目に湿度計測の追加である。熱中症は室温だけではなく、湿度が高くても危険なので湿度計測の追加が必要である。機能追加に当たり、温湿度センサモジュール AM2302™を使えば湿度計測ができ、動作部の配線が少なくなると考える。

3 つ目に危険予知と利用者に危険を促す機能の追加である。危険予知のために、温度・湿度・画像のデータベース化と、取得画像から利用者の危険を判断できる画像処理が必要だと考える。危険を促す機能は、動作部から警告音を出すことや、利用者の保護者にメールでの通知を考えている。

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 27日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		H8 マイコンと Android TM 端末を用いた汎用型遠隔観測システムの開発	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科 三浦雅嗣			
課題実習の技能・技術習得目標			
汎用型遠隔観測システムの開発を通して、設計、ハードウェアの製作、外部の情報端末によるハードウェアの制御プログラム開発、動作テスト、評価、報告それぞれの知識・技術・技能を学び、「ものづくり」の流れに必要な要素を身に着けます。また、各段階における困難を乗り越えていく力を身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
近年、温暖化現象による異常気象などの環境変化によって、熱中症によるお年寄りの孤独死が問題となっています。また、保護者が目を離している隙に子供の怪我や事故が発生しています。これらの問題は、現在の環境状況の変化に対する意識の低下、人の目が行き届いていないことが原因だと考えました。そして問題を解決するために身近に存在する情報端末を用いた遠隔制御ができる環境観測を考案しました。			
実習テーマの特徴・概要			
状況把握のために各種センサと JPEG カメラを用い、センサデータと撮影した JPEG 画像データを H8 マイコンから Wi-Fi TM 通信で情報端末へ送り、センサデータと JPEG 方式の画像データを情報端末上で確認するようにします。 これにより、デバイス制御・画像データの処理・Wi-Fi TM による無線通信・Android TM アプリケーションの開発手法を習得することができます。			
No	取組目標		
①	C 言語によるシステム・プログラミングをマスターします。		
②	システム全体を通じて、ハードウェア製作技術を習得します。		
③	Xbee TM によるシリアル通信と、各種センサとの I ² C 通信技術を習得します。		
④	Java TM による Android TM アプリケーション開発技術を習得します。		
⑤	通信による JPEG 方式画像データの取扱技術を習得します。		
⑥	実習は常に 5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）意識して安全衛生作業を遂行します。		
⑦	報告書の作成、展示・発表会を開催しプレゼン能力を身に付けます。		
⑧	課題を通してプログラミング能力、システム開発能力の向上を目指します。		
⑨	課題を通して独自で技術習得が可能であることを目指します。		
⑩	報告・連絡・相談を怠らず、スケジュール管理をします。		