

課題情報シート

テーマ名 :	GPS による盗難自転車追跡システムの開発		
担当指導員名 :	大館 広之	実施年度 :	27 年度
施設名 :	北海道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 :	2 人
		時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

自転車の盗難は各地において発生しており、乗り捨てられることが多くなっています。本テーマでは、盗難の発生を所有者に通知し、その後の逃走経路を追跡できるシステムを製作しました。自転車を駐輪中は監視装置でその挙動を検出し、盗難の発生を無線送信し所有者の PC に通知表示するとともに、合成音声（ロボットのような声）で犯人に警告します。逃走中は、警告音声を継続するとともに、GPS により自転車の現在位置情報を無線送信して PC の地図に逃走経路を表示し、追跡を可能とします。監視装置の電池を充電するための発電装置を装備し、所有者が通常走行時は充電を行うことができます。

【学生数の内訳】電子回路製作：1 名、マイコンおよび PC ソフトウェア開発：1 名

【訓練（指導）のポイント】

当初は、GPS による追跡と発電装置による電池充電のみの開発からスタートしました。その後、加速度センサによる盗難挙動の検出、合成音声による警告および PC での監視画面通知を追加開発しました。このように、当初の完成に満足せず、より完成度を高めていくこととしました。また、発表会での質問やアドバイスにも対応し、合成音声の音量増大のための増幅回路の電圧昇圧および電池残量表示も実現していきました。開発過程では、無線装置の動作不安定やマイコンでのシリアル受信滞留など難解な問題にも直面しましたが、教員が集中的に指導し、学生もこれに応じて解決することができました。これらにより、多岐にわたる技術要素を統合した実用的なシステムを作り上げることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校
 住所 : 〒047-0292 北海道小樽市銭函 3 丁目 1 9 0 番地
 電話番号 : 0134-62-3553 (代表)
 施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hokkaido/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。

GPS による盗難自転車追跡システムの開発

北海道職業能力開発大学校
電子情報技術科

1. まえがき

GPS は、地球上空 2 万 km にある衛星から発射される電波を受信して現在地を知る。現在は 3m 程度の誤差が出るが、2018 年には国産衛星が打ち上げられ、3cm 程度になるといわれている。これに向けて今から GPS 応用の取り組みを始めようと考えた。そこでどのような製品を作ろうかと考え、自転車の盗難被害が多いことに注目した。自転車の盗難は、各地において発生しており、札幌市厚別区だけでも 2015/9/19～2015/10/15 の約 1 ヶ月間で 14 件の被害が出ている。盗難自転車は乗り捨てられることが多く、その発見率は 3.71% と発見される確率がとても低いため、持ち主の元へ戻ることが少ない。その対策として、盗難の発生を所有者に通知し、その後の逃走経路を GPS を使って追跡するシステムを開発した。

2. 仕様

自転車を駐輪中は不審な挙動を判別し、盗難の発生を所有者に知らせ、追跡を可能とする。装置の電池を充電するための発電装置を自転車に付加し、所有者が通常走行時は充電を行うことができる。

図 1 に仕様のイメージを示す。

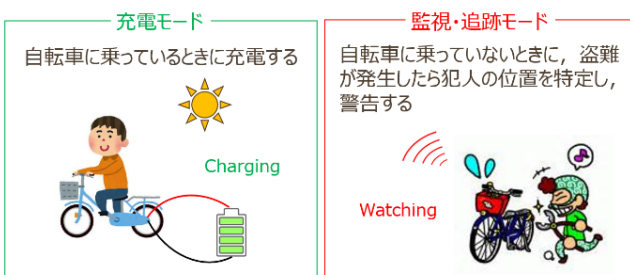


図 1 仕様のイメージ

2-1 監視・追跡モード

自転車側では、盗難を加速度センサで検知する。盗難発生後は、PC 側に盗難が発生したことを無線で通知するとともに、音声合成 IC の合成音声（ロボット声）で「トウナンハッセイ！ツイセキチュウ！コレハトウナンジテンシャデス！！」と発声して警告し、周囲の人にも知らせる。また、合成音声で警告しながら、PC に GPS の情報を送る。これらをマイコンで制御する。

PC 側では、監視中は C#® でつくられたアプリケーションの GUI 画面を開いて待機している。盗難発生時は画面に「盗難発生！QGIS® を起動せよ」と表示するとともに警告音を鳴らす。そこから QGIS® を起動し、地図上に位置情報が表示され、追跡可能となる。

2-2 充電モード

走行時に自転車に取り付けられた発電機から得た電圧で充電回路を経由して、充電電池を充電する。

2-3 モードの切り替え

監視・追跡モードと充電モードの切り替えはスイッチで行う。また、自転車窃盗犯にモードを簡単に切り替えられるのを防ぐために、自転車の降りる側にダミースイッチを取り付けた。

3. ハードウェア

3-1 回路

仕様を実現させるために、それぞれの機能をブレッドボード® 上で確認し、Multisim® で全体の回路設計をした。図 2 に回路図、図 3 にブロック図を示す。

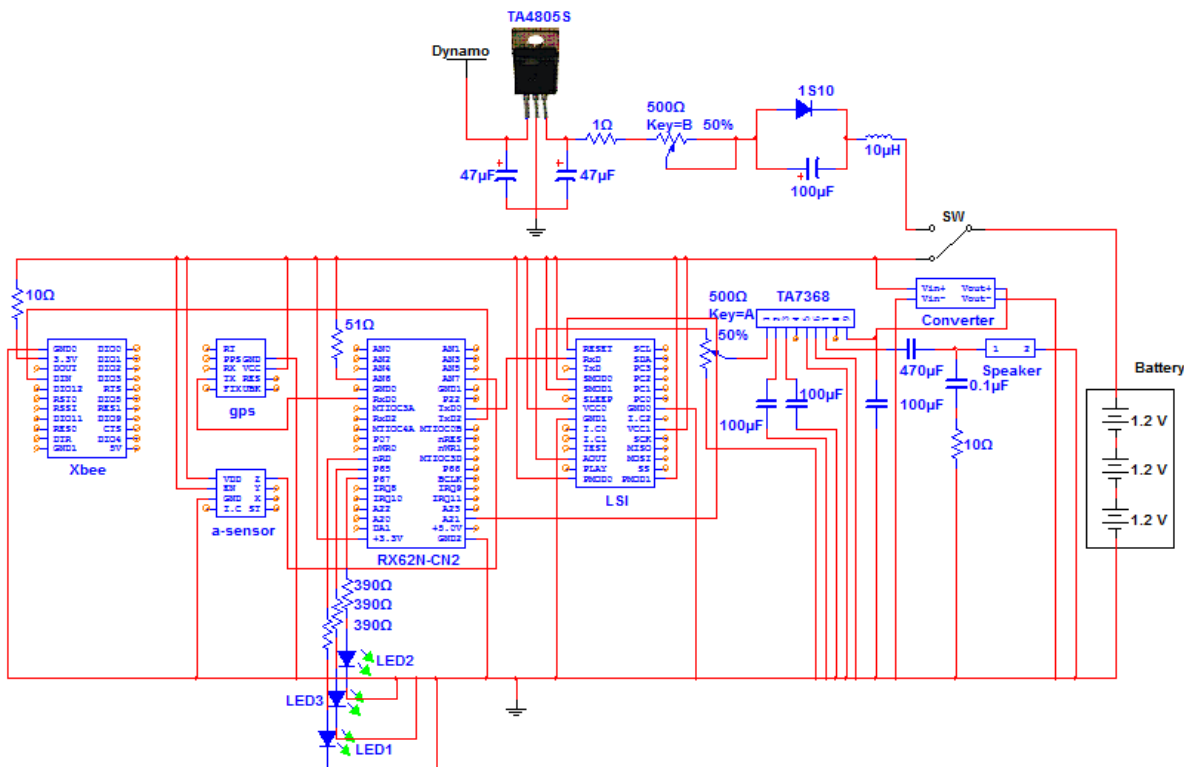


図 2 回路図

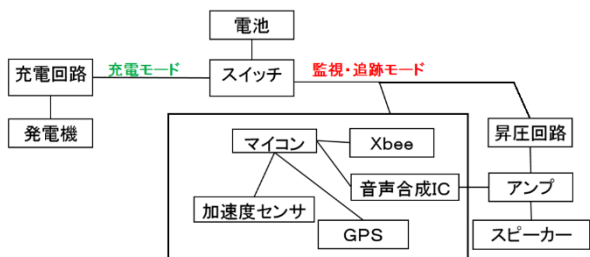


図 3 ブロック図

3-2 基板製作

図 2 の回路をプリント基板上で製作するために Ultiboard® で部品を配置し、配線した。Design Pro®で基板加工用データを作成して、加工機で加工した。

図 4 に基板加工用データを示す。

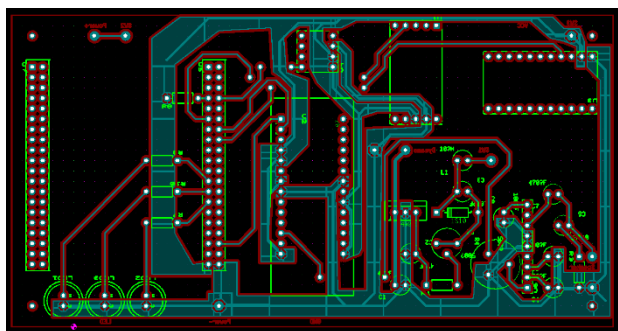


図 4 基板加工用データ

3-3 Multisim®

NATIONAL INSTRUMENTS 社が提供している開発環境で、実用的なアプリケーションを介して電子回路の設計、試作、テストができる。

3-4 Ultiboard®

NATIONAL INSTRUMENTS 社が提供している開発環境で、Multisim®と完全結合されている。Multisim®で作成した回路の部品配置を簡単かつ正確に行える。

3-5 Design Pro®

MITS ELECTRONICS 社のソフトウェアで、Ultiboard®で作成したデータをガーバーアウトし、Design Pro®にガーバーインすることにより、基板加工用データとして、パッド、ビア、銅領域などを修正できる。

3-6 使用素子

・3 端子レギュレータ

今回使用した 3 端子レギュレータは、TOSHIBA 社製の TA4805S である。TA4805S は、ロードロップレギュレータで、高い入力電圧に対する出力電圧のレギュレーションをシンプルに低コストで実現できる。

最大出力電流：1A

出力電圧精度：Vout±3%

自転車に取り付けた発電機から得た電圧 5.00V を 4.00V に降圧して充電回路へと供給している。

・マイコン

今回使用したマイコンは、RENESAS 社製の RX62N® である。RX62N® は、高い処理能力と通信用インタフェースを実装し手軽に開発することができる。

電源電圧：2.7～3.6V

最高動作周波数：100MHz

・XBee

今回使用した XBee® は、Digi International 株式会社の XBeePRO S2B™ である。XBeePRO S2B は、低コスト、低出力メッシュネットワーク、低い電源電圧で動作させることが可能である。

通信可能距離：基本 500m 見通し 1.5 km

電源電圧：2.71V～3.6V

・加速度センサ

今回使用した加速度センサは、Kionix 社製の KXR94-2050™ である。加速度センサは、基準電圧からの電圧の変化量で X 軸、Y 軸、Z 軸の値を検出できる。

感度：660mV/g

電源電圧：2.5～5.25V

・音声合成 IC

今回使用した音声合成 IC は、AQUEST 社製の ATP3011™ である。この IC は、シリアルインタフェースを介して文字列を送るだけで音声を発生させることができる。

電源電圧：2.5～5.5V

消費電流：発生時 3.5mA スリープ時 1μA

・GPS

今回使用した GPS は、GlobalTop 社製の PA6H™ である。PA6H は、低消費電力 GPS モジュールである。

位置精度：3.0m 50%CEP(平均誤差半径)

電源電圧：3.0～4.3V

消費電流：追尾時 24mA 捕捉時 30mA

GPS 情報は以下のように送られてくる。

\$GPGGA,012620.000,4308.5526,N,14110.4542,E,1,7,1.63,77.3,M,33.2,M,*,*60

これを詳しく説明すると

\$GPGGA,

012620.000, UTC 時刻(UTC=協定世界時, 地球の自転に歩調を合わせるように調整された基準時刻. 日本時間は+9 時間)

4308.5526, 緯度(43.085526 度)

N, 緯度の種類(北緯)

14110.4542, 経度(141.104542 度)

E, 経度の種類(東経)

1, 位置の種類 0=無効 1=自律測位

2=差分補正

7, 測位に利用した人工衛星の個数

1.63, 位置の精度(水平方向)HDOP

77.3, 標高

M, 高さの単位(メートル)

33.2, ジオイドからの距離(ジオイド高)

M, ジオイドからの距離単位(メートル)

, RTCM の基地局 ID

*60 チェックサム

・アンプ

今回使用したアンプは、RPE パーツ株式会社の TA7368 使用小型アンプキットである。このアンプキットは、幅広い電圧で音声信号を増幅でき、可変抵抗を回すことで音量を調節できる。

電源電圧：3～14V

最大電流：300mA

・昇圧回路

今回使用した昇圧回路は、intersil 社製の ISL97519A 使用昇圧電源モジュールを使用した。昇圧回路は、低い入力電圧を高い出力電圧にするためのものである。

出力電圧範囲：3.5～24V

入力電圧範囲：2.7～5.5V

効率：90%

4. ソフトウェア

4-1 アプリケーションのプログラム

盗難発生時に、持ち主に盗難の発生を音で通知するとともに、「盗難発生！QGIS を起動せよ」と表示する機能を持ったアプリケーションを Visual Studio2010®の C#®を用いて開発した。

4-2 Visual Studio 2010®

Microsoft 社が提供する統合開発環境である。デバッグにかかる時間が短縮され、問題の検出と解決にかかる時間を削減できる。

4-3 マイコンのプログラム

RX62N マイコンに統合開発環境 HEW®で、仕様のような制御をするためのプログラミングを行った。

監視モードのときは、加速度センサから送られてくる情報をマイコンの AD 変換回路を通し、デジタル値に変換し、その数値の変化を測定している。加速度センサから送られてくる値が大きく変化し続けたら、盗難が発生したと認識し、XBee®で PC 側に盗難の発生を通知して、追跡モードへと切り替える。

追跡モードのときは、音声合成 IC へ文字列を送ることによって警告音を鳴らすとともに、GPS 情報を XBee®で PC 側へ送り、追跡可能な状態となる。

4-4 統合開発環境 HEW

HEW®とは RENESAS 社の High-performance Embedded Workshop の略語で、エディタ、コンパイラ、エミュレータといった組み込みアプリケーション開発に必要なツールを、開発ニーズや各種マイコン特性に合わせて多種多様に取り揃えており、RX マイコンにも対応している。

5. 実験

5-1 送信情報の切り替え

PC 側に送る情報を加速度センサの情報から GPS 情報に切り替える動作実験を行った。

マイコンは常に加速度センサと GPS の情報を受けており、盗難発生前はセンサ情報を、盗難発生後は GPS 情報を送信側 XBee®に送る。実験段階でセンサ情報だけ、GPS 情報だけを送ることは成功したが、送る情報をセンサ情報から GPS 情報に切り替えようとすると正しく送られなかった。そこで実験を通して、原因を追求していったところ、マイコンは GPS 情報を受けているが吐き出さないでバッファに溜めているが、いざ GPS 情報を送ろうとするとそのバッファが溢れ、ORER (オーバーランエラー) が ON になっていたため、うまくいかなかった。そこで、送る情報を切り替える際に、ORER をクリアすることで問題が解決した。

5-2 電池残量の表示

電池の残量があるかどうかをマイコンの AD 変換回路で電池電圧を測定し、LED の 3 段階点灯で表示できるか実験を行った。

実験を行った結果、基板に取り付けた場合、AD変換回路の基準電圧が、電源電圧であるためにこの方式ではうまく測定できないことがわかった。だが LED を点灯させるための電圧をマイコンから得ているため、装置を動作させる電圧に達していない場合、LED が消灯するため電池残量不足を判断することはできるようにした。

5-3 加速度センサの実験

盗難発生を検知するために加速度センサを用いることにした。まず、盗難発生時とそれ以外の時の加速度センサの値の違いを見つけるために静止時、持ち運び時、転倒時、走行時の 4 つの条件に分けて測定した。図 5 に静止時、図 6 に持ち運び時、図 7 に転倒時、図 8 に走行時の測定結果を示す。

(X 軸, Y 軸, Z 軸)

この 4 つのグラフを比較して最も安定している Z 軸の値で監視することにし、走行時だけ反応するようにマイコンにプログラミングをした。

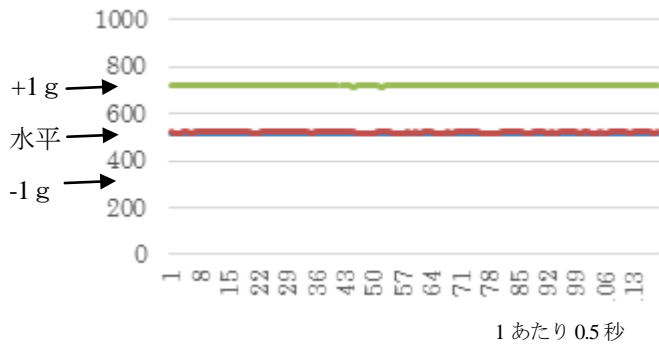


図5 静止時

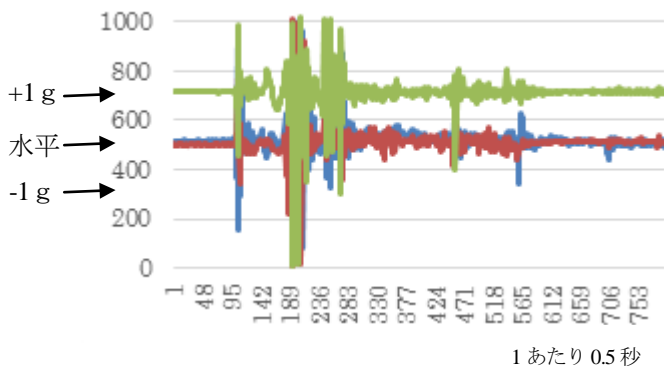


図6 持ち運び時

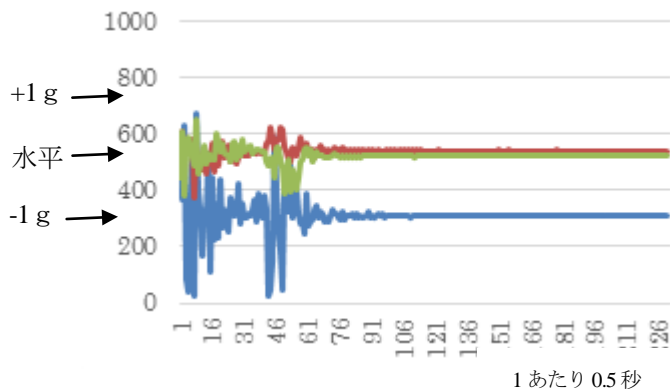


図7 転倒時

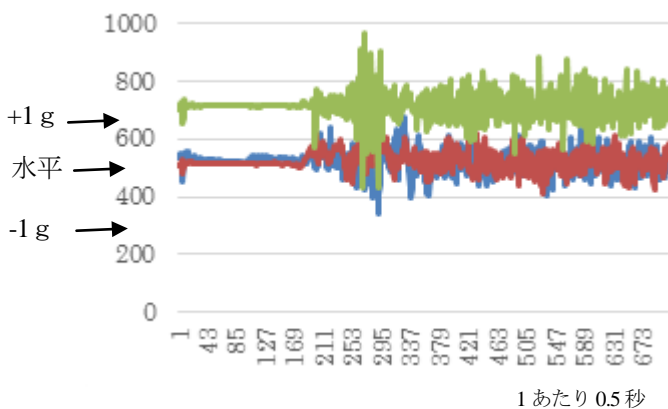


図8 走行時

5-4 警告音声の発声

盗難が発声時にマイコンから音声合成 IC へと文字列を送り、アンプを通してスピーカーから警告音を発声させる実験を行った。

実験を行った結果「トウナンハッセイ！ツイセキチュウ！コレハトウナンジテンシャデス！！」という警告音を発声させることに成功した。しかし、アンプにかける電圧が低く、発声させた警告音がとても小さかった。そこで、電源電圧 3.9V を昇圧回路で、アンプのデータシートに記載されていた最大の音量になる 10.0V に昇圧してアンプの入力電圧とし、大きな警告音を発声させることに成功した。

5-5 Xbee®の入力電圧

動作実験中に、Xbee®が正しく動作しないことがたびたびあった。その原因を調べたところ、入力電圧が 3.9V と定格の 2.71V~3.6V の範囲を超えていることがわかった。そこで、ブレッドボード上で抵抗を直列に接続することによって、Xbee®の入力電圧を降圧したところ、安定して動作するようになったので、実際の基板にも抵抗を付加し、問題を解決した。

5-6 最終動作実験

以上のような実験を繰り返し行い、一つ一つの問題を解決していき、最終的に製品を完成させることができた。完成した製品を実際に自転車に取り付け、監視・追跡モード、充電モードそれぞれの動作実験を行った。

図9に完成品を示す



図9 完成品

・監視・追跡モード

作成した回路上のセンサを振動させ、それをマイコンで検知し、音声合成 IC を用いて警告をするとともに、GPS 情報を XBee®を用いて PC 側に送ることができた。

PC 側では、C#で作られた GUI 画面を開いた状態で待機させ、マイコンがセンサの振動を検知し、盗難発生を知らせてきたら、警告音を鳴らし、画面に「盗難発生!! QGIS を起動せよ」と表示させ、QGIS に切り替え地図上に位置情報を表示させることができた。

図 9 に盗難発生時の GUI 画面、

図 10 に QGIS の位置表示画面を示す。

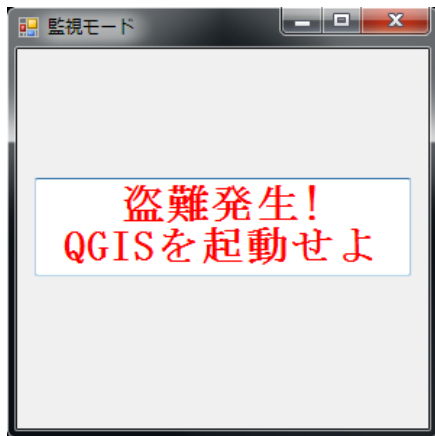


図 10 盗難発生時の GUI 画面



図 11 QGIS の位置表示画面

・充電モード

自転車に付加した発電機と製作した充電回路を接続し、自転車を走行させて、発電した電圧で充電電池を充電することを確認した。

6. 開発環境

High-performance Embedded Workshop®

Visual Studio 2010®, Multisim® 11.0, Ultiboard® 11.0

Design Pro®, QGIS® 2.8

開発言語 : C#®, C 言語

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご協力をいただいた指導教員ならびに、電子情報技術科の先生方、多くの時間を共に同じ研究室で過ごした研究室の仲間たちに深く感謝致します。

参考文献

- [1] interface2011 年 5 月号 RX マイコンで始める組み込みプログラミング, CQ 出版社
- [2] 木暮啓一, "これから始める VisualC# 2010", 秀和システム
- [3] 池谷京子/増田智明/国本温子, "Windows7/Vista 完全対応 VisualC#2010 逆引き大全 555 の極意", 秀和システム
- [4] トランジスタ技術編集部, "GPS のしくみと応用技術", CQ 出版社
- [5] 神武直彦/関治之/中島円/小橋大地/片岡義明, "位置情報ビッグデータ", 株式会社インプレス R&D
- [5] 勝又雅史/古旗一浩/石丸健太郎/安藤幸央, "Google API Expert が解説する Google Maps API プログラミングガイド", インプレスジャパン
- [6] 音声合成 LSI 「AquesTalk pico LSI」 ATP3011
http://www.a-quest.com/download/manual/atp3011_datasheet.pdf

課題実習「テーマ設定シート」様式及び記載例

作成日： 4月23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		GPSによる盗難自転車追跡システムの開発	
担当教員		担当学生	
○電子情報技術科 大館 広之			
課題実習の技能・技術習得目標			
GPSによる位置情報測位機能を応用したシステムの開発を通して、設計、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、機体制御部の設計を通して、実践的な電子回路設計技術、制御システム設計技術も身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
自転車の盗難は、各地において発生しており乗り捨てられることが多い。本テーマでは、盗難の発生を所有者に通知し、その後の逃走経路を追跡できるシステムを製作する。これを製作することは、電子回路、制御ソフトウェアなど様々な技術要素を学ぶ題材として適切である。この実習をとおして「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。			
実習テーマの特徴・概要			
自転車を停車中に加速度センサでその挙動を検出し、盗難の発生を無線通信で所有者のPCに通知表示するとともに、合成音声により犯人を威嚇する。逃走中は、GPSにより位置情報を送信し、PCの地図に軌跡を表示し、追跡を可能とする。装置の電池を充電するための発電装置を付加し、所有者が通常走行時は充電を行うことができる。センサを含む電子回路、マイコン、無線送受信機およびPCソフトにわたる製作となる。また、完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。			
No	取組目標		
①	加速度センサにより自転車の挙動を監視し、盗難発生をPCに無線で通知、表示します。		
②	盗難発生時、合成音声により犯人を威嚇します。		
③	PCの地図ソフトにGPS情報による軌跡を表示して追跡を可能にします。		
④	自転車の走行により、装置の充電を行います。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			