

物理学雑誌会議シリーズ

論文 - オープンアクセス

IoTベースの携帯型デジタル風速・風向計測ツールの設計

この記事を引用する: T Soehartanto and R Y Setiantoro 2023 J. Phys: Conf.2673 012016

[記事の更新と強化](#)については[オンラインを](#)ご覧ください。

こちらもおすすめ

- [線形回帰を用いたインドネシアの優先5湖におけるクロロフィルaのマッピング（事例研究：シンカラック湖、トバ湖、マニンジャウ湖、マタノ湖、トウティ湖）](#) Martanti Aji Pangestu, Lalu Muhamad Jaelani, Fajar Setiawan

- [ウィンドファームが地表付近の風速に及ぼす影響](#) 張欣、尹瑞平、徐榮輝ら。

- [g 96-45とg 146-72の摂動。](#) A.L.ベホール、R.S.ハリントン



PRIME
PACIFIC RIM MEETING
ON ELECTROCHEMICAL
AND SOLID STATE SCIENCE

HONOLULU, HI
October 6-11, 2024

Joint International Meeting of

The Electrochemical Society of Japan
(ECSJ)

The Korean Electrochemical Society
(KECS)

The Electrochemical Society (ECS)

Two photographs showing attendees at the meeting. The left photo shows two men in professional attire talking. The right photo shows a group of people, including a woman holding a coffee cup and a man in a tan sweater, smiling and socializing.

Early Registration Deadline:
September 3, 2024

**MAKE YOUR PLANS
NOW!**

このコンテンツは、20/07/2024 14:05にIPアドレス180.16.6.128からダウンロードされました。

IoTベースの携帯型デジタル風速・風向計測ツールの設計

T・スハルタント、R・Y・セティアントロ

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Indonesia totokstf@ep.its.ac.id 計測工学部

概要風速計は現在、風の種類を知らずに風速だけを読み取ることができるため、風の種類を読み取る機能を組み込み、風向を検出するために風向風速計センサを追加する。本研究では、回転運動を風速に変換するオプトカプラセンサを取り付けた風速計カップと、風向を判断するホール効果センサを取り付けた風向風車を使って風速計測器を製作した。風向風速計の試験結果は、補正值0、精度100%、測定範囲 $0^\circ \sim 315^\circ$ 、スパン 315° 、分解能 45° 、感度

0.14. 風速計センサーの読み取り値の平均誤差は 2.007%、精度は 97.93%、範囲は 0 ~ 40.72m/s、スパンは 40.72、分解能は 0.01m/s、感度は 0.00024。2023年5月3日、13.35 ~ 14.00WIBにおいて、データベースのテスト結果がセンサーの読み取りデータの形で得られた。データ送信テストを行った結果、送信速度は1秒以下のリアルタイムデータ送信となり、GUIにはセンサからのメニューやデータを表示することができる。

1. 論文の別のセクション

現時点では風速計は風速しか読み取れないので、その時の風の種類はわからない。そのため、風速計にその時の風の種類を読み取る機能を追加したものをアップデートとして作成する。また、風向きを検知する風向風速センサーも追加する。風速に関するデータを提供するためには、風速モニタリングシステムが必要である[1]。モニタリングシステムは、特定の場所や地域の状況や状態を調べたり、情報を得たりするために使用され、人間の作業を補助するためにさまざまな方法が使用される[2]。この風速計とカードリーダーは、ウェブと統合され、インターフェースとしてLCDも使用される。

その他の段落 風速測定器はカップのように作られ、風にさらされると回転することができる。この部分にはカップ付きの格子板もあり、この板上のグリルはオプトカプラ・センサによって読み取られる[3]。オプトカプラ・センサは、穴あきディスクの回転速度を読み取る。このセンサは、物体に遮られなければ（穴の位置と平行であれば）電圧を出力し、その結

doi:10.1088/1742-6596/2673/1/012016
果得られる電圧はマイクロコントローラによって処理されるからである。マイクロコントローラで処理されたデータはウェブサイトに送信され、風速に基づいてグループ化されるため、風の種類を検出することができる[4]。次に、風向測定ツールには、風向きによって動く風向風車が使用され、枢機卿の方向に従って設置されるホール効果センサーが使用される[5]。ホール効果センサーの下部に取り付けられた磁石は、風車とホール効果センサーが平行であれば、センサーは機能する。



本著作物の内容は、[クリエイティブ・コモンズ 表示 3.0 ライセンス](#)の条件の下で使用することができる。本著作物をさらに頒布する場合は、著者の表示、著作物のタイトル、雑誌の引用、DOIを明記しなければならない。

風車はホール効果の電圧を遮断し、出力電圧はマイクロコントローラによって処理され、LCDとウェブサイトに表示される[6]。

本研究の目的は、風速計を用いた風速測定器と、ポータブル風向計を用いた風向測定器を設計し、ウェブサイトを通じてリアルタイムでモニターできるようにすることである。このツールの設計では、通常の電気（電源ジャック）とバッテリーの2つの電源を使用する。このツールは、風速の変化をリアルタイムでグラフ表示することもできる。また、GUIには風の種類も表示され、センサーの読み取りデータをレポートとしてダウンロードすることもできる。

2. 結果と考察

2.1. 風速計カップ

風速計カップセンサーのテストでは、ディスクとタコメーター間の摩擦の影響が回転速度に影響するため、オプトカプラー出力の回転数テストは行わず、出力が風速となるようにマイコンで直接処理される[7-9]。詳細は図1を参照されたい。



図1.風速計カップ試験

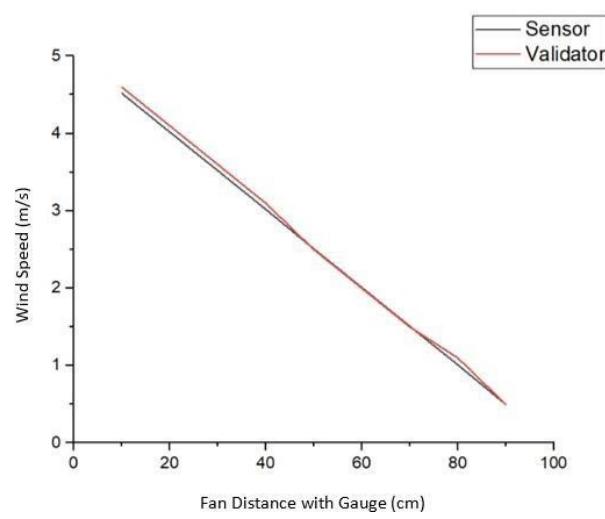


図2.風速計カップテストグラフ

風速計カップセンサーのテストは、センサーの読みが正しいかどうかを調べることを目的としたデジタル風速計benetech GM816とセンサーを比較することによって行われます。テスト後

の結果は、平均誤差2.007%、精度97.93%であり、この風速計センサーは誤差値<3%で完全に正確であると分析できる。

2.2. ホール効果

表1.ホール効果における電圧への磁石の影響試験結果

ディレクショ ン	マグネット使 用時の電圧 (V)	電圧 マグネッ トなし (V)
ノース	0,03	3,66
北東部	0,04	3,66
イースト	0,03	3,67
南東部	0,03	3,60
南	0,03	3,67
南西部	0,03	3,64
ウエスト	0,03	3,63
北西部	0,03	3,61



図3.ホール効果電圧テスト

表1に基づき、電圧をテストした結果、センサーが磁石と一直線上にあるとき（風の方向を向いているとき）、電圧は低下（低い）し、磁石の影響を受けないととき（通常の状態）、電圧は高くなる。この電圧差をマイクロコントローラーで処理して風向きを判断する。

2.3. 風向計



図4.風洞試験

風向風速センサーのテストは、センサーとデジタルコンパス（携帯電話）を比較することによって行われる。テスト後、結果はグラフのようになり、センサーの読みは正しいので、この風向風速センサーは仕様を満たし、研究に使用するのに適していると分析できる。

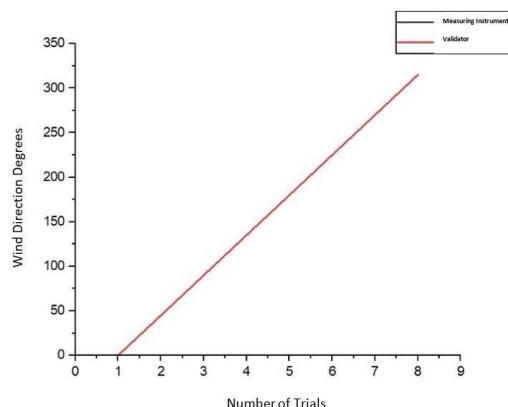


図5.風向センサーテストグラフ

2.4. データ通信システム

このテストは、ある時間帯に通信回線の密度によって通信システムが影響を受けるかどうかを調べるために実施される。このテストは08:00～10:00、12:30～14:00、19:00～22:55の3回実施された。

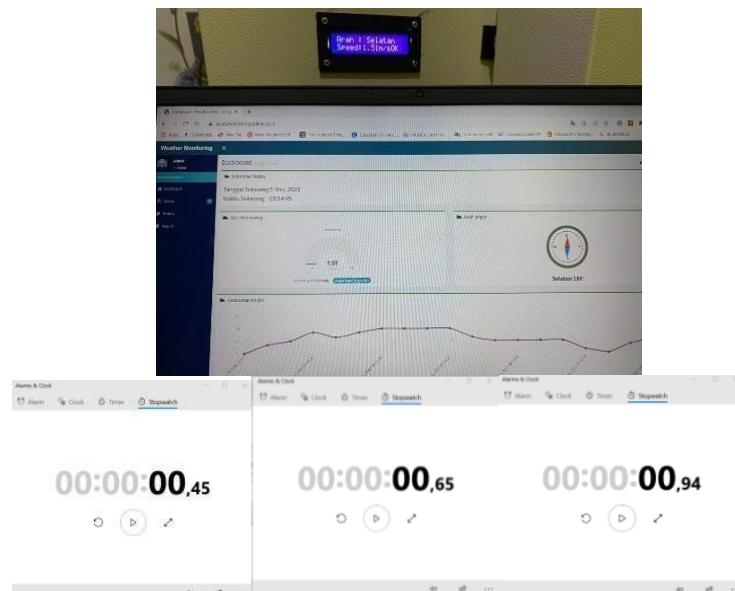


図6.データ通信システムのテスト結果

08:00から10:00までのテストでは、インターネット経由でデバイスからウェブサイトへのデータ送信はかなりスムーズだった。データ送信の遅延は0.45秒か1秒未満で、ウェブサイトもリアルタイムでデータを読み取っている。

12時30分から13時20分までのテストでは、インターネットを介したデバイスからウェブサイトへのデータ送信はかなりスムーズだった。データ送信の遅延は0.65秒と1秒未満なので、ウェブサイトもリアルタイムでデータを読み取ることができる。

19:00から22:55までのテストでは、インターネットを介したデバイスからウェブサイトへのデータ送信はかなりスムーズだった。データ送信の遅延は0.94秒と1秒未満なので、ウェブサイトもリアルタイムでデータを読み取っている。

2.5. GUI (グラフィカル・ユーザー・インターフェース)

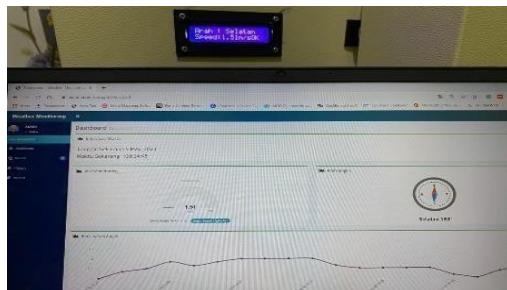


図7 ダッシュボードのメニュー表示

図8 メニュー履歴の表示

ダッシュボードメニューでは、その時の風速、風の種類、風向きを表示することができます。表示されるデータはLCD上のデータとも一致します。風速グラフも機能し、図7に示すように風速の経時変化を表示することができます。

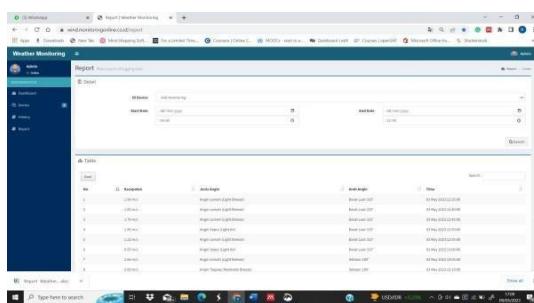


図9.ダッシュボードメニューの表示図

10.履歴メニューの表示 履歴メ

ニュー、または図 8 に示すようなデータベースメニューでは、過去のデータを表示することもできます。

センサーの読み取り値。このテストでは、5月3日から5月9日までのデータを表示しようとした。図9に示すレポートメニューのテストでは、既存のデータをダウンロードし、図10に示すようにエクセル形式で表示することができる。

2.6. ツール性能



図 11.工具の性能試験 工具の性能

試験は環境条件下で行われる。

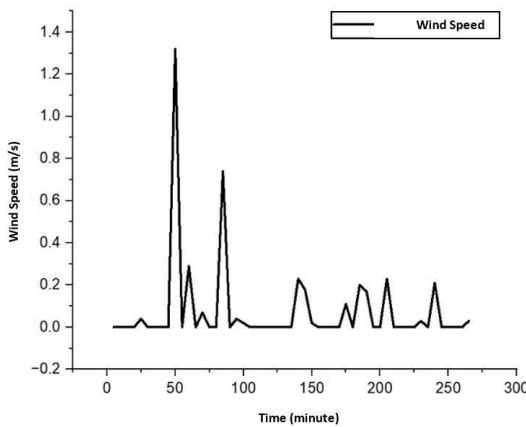


図12. テストグラフ1

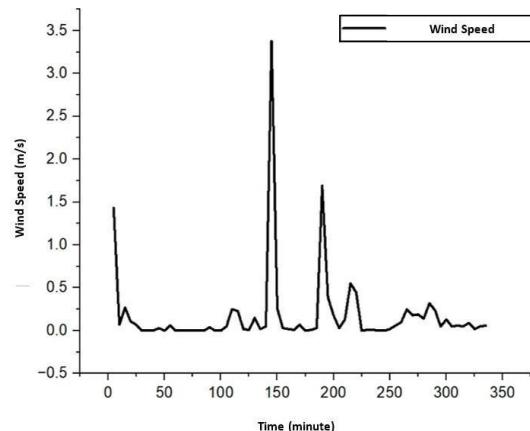


図13. テストグラフ2

6月13日の11:00から16:55までのテストでは、ITS計測工学部の環境は風が強かった。センサーの読み取り結果のグラフは、図 12 に示すように、増加し、また減少している。この時間帯に吹く平均風速は1m/s以下であり、穏やかな風のカテゴリーに含まれる。センサーの読み取り値は適切に記録できる。

6月13日の14:00から19:40までのテストでは、ITS計測工学部の環境は風が強かった。センサーの読み取り結果のグラフは、図 13 に示すように、増加し、また減少している。平均風速は1m/s以下であり、穏やかな風のカテゴリーに含まれる。センサーの測定値は適切に記録されている。

2.7. 静的特性

2.7.1. 風速計カップ

- 範囲 : 0 m/s - 40,72 m/s この範囲は、コンプレッサーから空気を吹き付ける工具の実験から得られた。
- スパン: 40,72 m/s
- 分解能: 0.01 m/s
- 精度 : 平均誤差2.007%の センサーの測定値に基づくと、カップ式風速計の精度は以下のようになる。

$$\text{精度} = 100\% - \text{誤差パーセント} \quad \text{精度} =$$

$$100\% - 2,007$$

$$\text{精度} = 97,93$$

カップ風速計センサーの精度レベルは97.93%に達した。これは誤差が3%未満であることを意味し、かなり正確であると言える。

doi:10.1088/1742-6596/2673/1/012016

- 感度：測定感度とは、測定される量がある量だけ変化したときに生じる計器出力の変化の尺度であり、言い換えれば、以下の式（1）に示すように、測定される変数の小さな変化を検出する測定器の能力である。

$$Sensitivity = \frac{Salchange selected}{Muremengdengege} \quad (1)$$
$$= \frac{0,01}{40,72} = 0,00024$$

2.7.2. 風向計

- 範囲 $0^\circ - 315^\circ$

- ・ スパン : 315°
- ・ 解像度: 45°
- ・ 精度 : センサーの測定値は補正が0であり、誤差は0%である。つまり、ウェーンベーンの精度レベルは
 $\text{精度} = 100\% - \text{パーセント誤差} = 100\% - 0\%$

誤差

精度=100

カップ風速計のセンサーの精度は100%に達し、正確といえる。

- ・ 感度:
感度 = 検出する微小変化 / 測定範囲 感度 = $45 / 315$
感度 = 0, 14

3. 結論

風速計カップと風向計センサーの測定値はすべて読み取ることができる。試験の結果、風速計カップセンサーは誤差2.007%、精度97.93%、測定範囲0~40.72m/s、スパン40.72、分解能0.01m/s、感度0.00024であった。一方、ウェーンベーンでは、誤差0%、精度100%、測定範囲 0° ~ 315° 、スパン 315° 、分解能 45° 、感度0.14。

GUIでは、メニューの表示や風速・風向のリアルタイム表示が可能です。表示されるデータは、計測器で計測された実測データに準じます。GUIでは、測定時の風速をもとに風の種類をグループ化することができます。また、データベースを表示することで、過去のセンサー読み取りデータを表示することも可能です。

製作された風速・風向監視システムはリアルタイムで作動し、1秒未満のデータ転送速度を示すテスト結果もある。

謝辞

本研究は、セブル・ノベンバー工科大学計測工学科計測制御研究室、およびその他の関係者の支援を受けた。

参考文献

- [1] R.Lailathul and R. Mukhaiyar, 2022 Monitoring Kecepatan Angin berbasis Mikrokontroler dan IoT (JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia) **vol. 3** no 2
- [2] Y.Y. Ardiyanto and M. Yusvin Mustar, 2020 Rancang bangun graphical user interface as a system asbagai nirkabel pendekripsi hujan, suhu dan kelembaban (Jurnal Edukasi Erektronik) **vol.4** no.1
- [3] D.Wijayanti and E. Rahmawati, 2015 Rancang bangun alat ukur kecepatan dan arah angin berbasis arduino ATMEGA 328P (Jurnal Inovasi Fisika Indonesia) **vol 04** pp 150-156
- [4] D.Mawardhi, 2017 Sistem monitoring pengukuran data arah dan kecepatan angin menggunakan

Wifi ESP8266

doi:10.1088/1742-6596/2673/1/012016

[5] BMKG,2023年気象学パンフレット - 気象・気候・地球科学研究所 (1月10日アクセス)

[6] K.Bieńczyk, 2009 小型ホール効果位置センサーを用いた角度測定 (2nd

International Students Conference on Electrodynanic and Mechatronics,
SCE 11'09) pp 21-22

[7] G. Girsang, G. I. Hapsari, and D. R. Suchendra, 2021 Rancang bangun prototype pengukuran
kecepatan angin dan arah angin M. Iqbal 2022 Mikrokontroler ESP 32 (accessed Jan 10)

[8] M.Babiuch, P. Foltynek, and P. Smutny, 2019 Using ESP32 microcontroller for data
processing (Proceedings of 20th International Carpathian Control Conference,
ICC).

米国電気電子学会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.)
[9] Morris and Alan S, 2001 計測と計装の原理