

CO₂ 濃度センシングのための FT ドライバを用いた モバイルプラットフォームアプリの提案

田島 誠也[†] 重田 航平[†] 中下 岬[†] 篠原 雅貴[†] 岩井 将行[†]

[†] 東京電機大学未来科学部情報メディア学科 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5

E-mail: †tajima@cps.im.dendai.ac.jp

あらまし ビル管理や環境計測のために CO₂ 濃度などを判定する必要がある。しかし、固定型センサノードを設置する手法はコストや盗難のおそれがあり継続的に計測することは難しい。我々は、Android モバイル端末と CO₂ センサを構築したモバイル CO₂ センシングのためのプラットフォームの構築した技術について述べる。

キーワード スマートフォン, 環境センシング, CO₂, Android, FT Driver

A Mobile Platform Application for Mobile CO₂ Connection Sensing using FT Driver

Seiya TAJIMA[†], Kouhei SHIGETA[†], Misaki NAKASHITA[†], Masataka SHINOHARA[†], and

Masayuki IWAI[†]

[†] Department of Information Systems and Multimedia Design, School of Science and Technology for Future Life, Tokyo DENKI University, Senjuasahicho 5, Adachi-ku, Tokyo, 120-8551 Japan

E-mail: †tajima@cps.im.dendai.ac.jp

1. はじめに

CO₂ は我々の身近な気体であるが、大気における CO₂ の割合が増加すると人体へ影響があることが知られており、施設の管理者などは環境衛生上良好な状態を維持するために CO₂ 濃度などを判定する必要があるとして、建築物環境衛生管理基準が定められている。そのような場合、CO₂ センサを搭載した固定型の設置したシステムを構築するのが一般的である。しかし、固定型センサノードを設置する手法は設置工事のコストや盗難のおそれがある。CO₂ の計測手法・理論に関して、先行した研究はすでにいくつか存在する。都市における CO₂ 測定の研究 [2] では都市に焦点を当てて大気計測を行っているため、生活圏での計測とは言い難い。家庭内における CO₂ 測定の研究 [3] も存在し、家庭という生活に強く結びついた場所での計測ではあるものの、電力機器からの CO₂ 排出量の計測であるため、実 CO₂ 濃度の変化を確認することが難しい。これらの問題を解消するため、我々はモバイル端末と CO₂ センサを用いて構築したモバイル CO₂ センシングのためのプラットフォームを提案する。

2. CO₂ の人体への影響

CO₂ 濃度が高い場所では人体や脳への悪影響があることが知られている。一般的には CO₂ 濃度が上昇すると、比例して室温上昇や、湿度、臭いなどの不快感指数の増加のほか、脳の働きが鈍ることで、眠気、疲れを感じるなどの悪影響をもたらすといわれている。消防庁 [1] によって示されている二酸化炭素の濃度と人体への影響を表 1 に示す。

このような悪影響が発生する前に空気中の CO₂ 濃度が上昇したことを検知しユーザへの警告や周知など、CO₂ による危機を避けるシステムが必要とされる。

3. 携帯可能な CO₂ センシングモバイルプラットフォーム

今回提案するプラットフォームとして、Android 端末と CO₂ 計測センサを接続しセンシングを行うシリアル通信アプリケーションを開発し、これを使用する。

3.1 CO₂ 計測センサ

CO₂ の計測方法はいくつか存在するが、NDIR 方式 CO₂ 計測センサを使用した。この方式のセンサは持ち運び可能で安価

表 1 二酸化炭素の濃度と人体への影響

二酸化炭素の濃度 (%)	症状発現までの暴露時間	人体への影響
> 2 %	-	はっきりした影響は認められない
2~3 %	5~10 分	呼吸深度の増加, 呼吸数の増加
3~4 %	10~30 分	頭痛, めまい, 悪心, 知覚低下
4~6 %	5~10 分	上記症状, 過呼吸による不快感
6~8 %	10~60 分	意識レベルの低下, その後意識喪失へ進む, ふるえ, けいれんなどの不随意運動を伴うこともある
8~10 %	1~10 分	同上
10 % <	< 数分	意識喪失, その後短時間で生命の危険あり
30 %	8~12 呼吸	同上

なものが選べる点が特徴としてあげられる。今回は Android 端末と通信をする必要があったため、シリアル通信に対応している C2D-W02TR (株式会社ユードム) を使用した。使用した CO₂ 計測センサの外観を図 1 に示す。この製品は microSD カードスロット及び給電と通信のための USB 接続のインタフェースを有し、CO₂ 濃度の他に大気中の温度、湿度が計測可能である。各センサ値は 10 秒に 1 度更新される。



図 1 C2D-W02TR

3.2 Android

Android 端末には、ユーザにインタラクティブな体験を提供するために様々なセンサが搭載されており、センサに応じたデータが取得できる。一般的なセンサは、加速度センサ、地磁気センサ、照度センサ、近接センサ等である。また多くの端末に GPS 用の受信回路が搭載されており、位置情報が取得できる。Android 端末から取得できるこれらのデータを用いることで、ユーザのコンテキスト推定を始めとしたサービスが提供できる。また、アプリケーションとして実装することで、ユーザからの補助的情報の入力・記録が可能になる。今回の手法では CO₂ 計測センサとの接続には USB-Host 機能を有する端末が必要となる。機種は Galaxy-S3 を使用した。

3.3 FT Driver(Library)

FT Driver [4] は、Android においてシリアル通信をするた

めのライブラリである。Android の標準 API を使うことでも USB を用いてセンサとシリアル通信することはできるが、FT Driver を用いることでより簡易にシリアル通信を扱うことができる。

3.4 Trajectory Sensing(Library)

本研究では、スマートフォンに標準されている各種センサデータを取得及び記録するために東京大学生産技術研究所瀬崎研究室劉広文氏が開発した Trajectory Sensing をライブラリとして利用・統合した。Trajectory Sensing では、Android 端末各種センサから取得した、加速度、経緯度、方位、気圧、傾き等のデータを記録することが可能である。また、データのサンプリングレートの設定も可能である。FT Driver と Trajectory Sensing を用いたアプリケーションのクラス図を図 2 に示す。また、今回作成したアプリケーションで取得可能なデータ群について表 2 に示す。

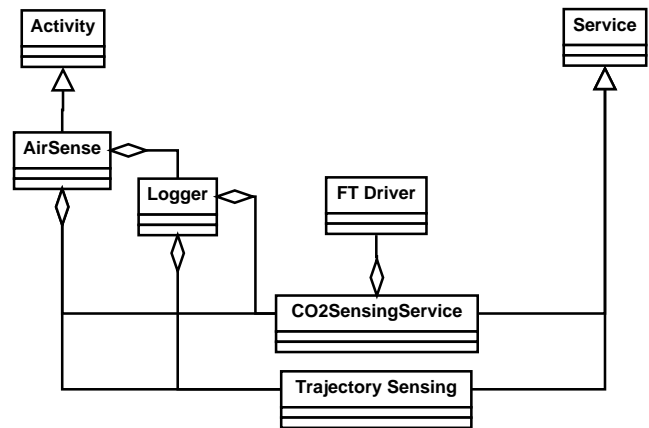


図 2 アプリケーションの簡易クラス図

表 2 取得できるデータの種類の種類

取得できるデータの種類の種類
端末内部時間
加速度 (X, Y, Z)
重力加速度 (X, Y, Z)
地磁気 (X, Y, Z)
方位 (Pitch, Roll, Azimuth)
ジャイロ (X, Y, Z)
音圧
GPS 位置情報 (緯度, 経度, 高度)
近接情報
照度
気圧
気温
湿度
CO ₂ 濃度

4. 計測方法

4.1 接続方法

実際に Android 端末と CO₂ 計測センサを接続した図を図 3 に示す。接続には USB On-The-Go (以下, OTG) に対応し



図 3 接続の様子



図 4 ユーザの操作画面



図 5 ドロワーを引き上げた状態

たケーブルが必要になる。OTG とは、USB2.0 の追加仕様であり、PC と周辺機器が Host と Function という形で明確に役割を分担して接続されるのに対して、周辺機器同士を接続するために定められた規格である。本来 USB-Host 機能を有する Android 端末であれば CO₂ 計測センサへは端末単体で給電可能であるが、長時間の計測時に端末のバッテリー消費量を減らすためにモバイルバッテリーを接続している。

4.2 アプリケーションの利用方法

アプリケーション動作中のスクリーンショットを図 4 に示す。このアプリケーションでは、CO₂ 計測センサが接続されるとセンサとのシリアル通信開始を求めるダイアログが表示され、許可するとシリアル通信開始、画面に CO₂ 計測センサで計測された CO₂ 濃度、温度、湿度が表示される。図 4 下部の ppm が CO₂ 濃度である。

下部のドロワーを引き上げ、センシング用のトグルスイッチを On にすることで、Android 内部に表 2 に示したデータが端末内部の UNIX タイムと一緒に CSV 形式で保存される。

4.3 計測実験の結果

試験的に、センシング実験を行った。この結果得られたデータセットを図 6 に示す。横軸は時間軸であり、時間で同期され

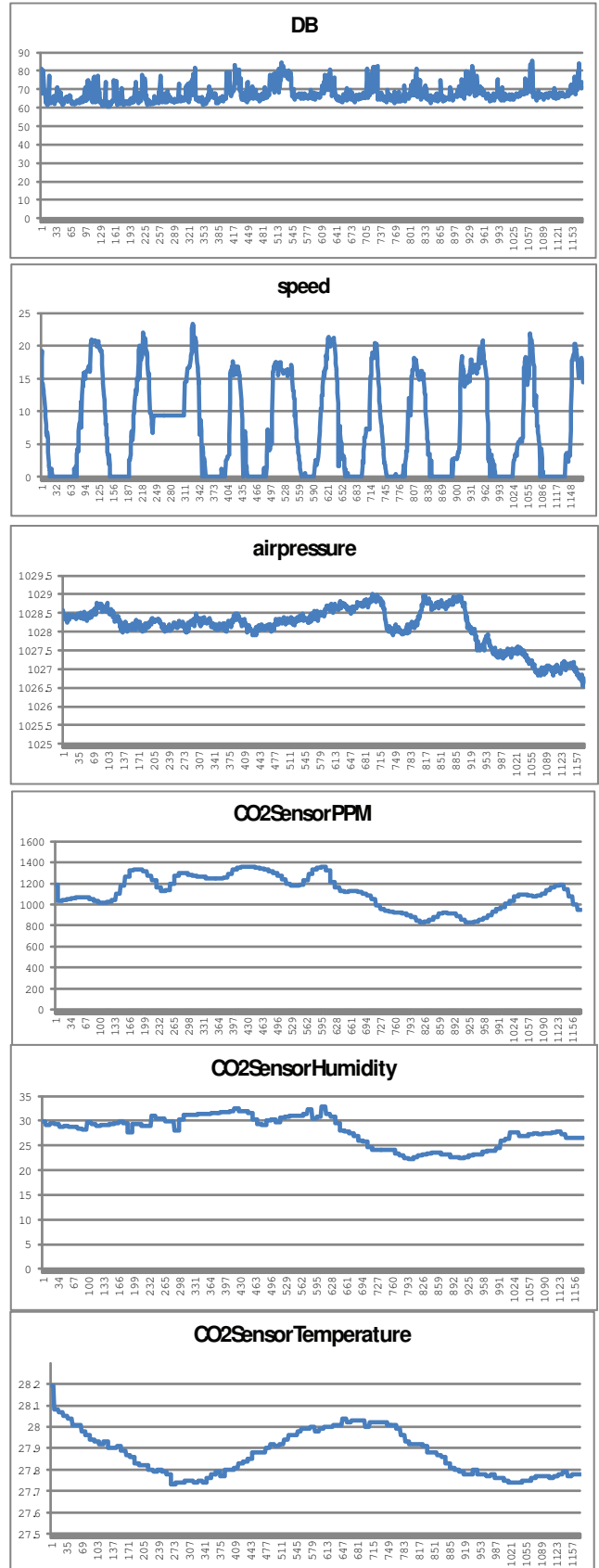


図 6 得られたデータセット

た情報がとれていることがわかる。

5. 課 題

今回作成したプラットフォームにおいて CO₂ センシングを行った結果、いくつかの問題が発生した。

— 計測者個人の感覚に基づく値の入力の曖昧さ

ユーザの操作画面において案内が十分でないために発生してしまった問題である。この問題は、各項目に適切な単位や粒度を設定することで防ぐことができると考える。

— CO₂ 計測センサからケーブルが外れてしまう

今回の提案では物理的な接続を選択したため、ユーザが操作する Android 端末と CO₂ 計測センサとの接触部分が必要となってしまうために発生した問題である。この問題を解決するためには、Android 端末と CO₂ 計測センサの通信携帯を非接触なものに変える必要がある。電力消費量等を考慮すると、Bluetooth 通信が妥当ではないかと考える。

— バッテリー等必要な荷物が多く重い

Android 端末のバッテリー消費量を抑えることを優先したため、可搬性が失われてしまった問題である。この問題は現状解決策が少なく、計測者に重さを感じさせてしまうモバイルバッテリーとのコネクタを長めに取りすることでカバンや手荷物の中に入れても接続可能なようにするか、計測時間を短めにするなどでモバイルバッテリーの必要性を低減する等で解決できるのではないかと考える。

6. 今後の展望

今後は、ソフト面では CO₂ 計測センサの API としてのサーバ機能、データベースサーバへのデータ送信機能を実装する。この 2 つの機能によって、個々の端末からのデータを集約しグループ内でのデータを自動的に収集・分析可能なシステムが構築可能になる。システム面では Arduino と Bluetooth で接続し使用センサを拡充する。現在は、USB-Host で CO₂ 計測センサーつしか繋げることができないが、複数の接続機器を接続可能になる。また、臭気センサ等の Android 端末に搭載されていないセンサを Arduino で補うことで、アプリケーションの機能を増強・拡張していく。またこれらのデータを使ったユーザへの有意なサービスの提供方法を模索していく。

今回、我々は CO₂ 濃度の上昇による悪影響を回避するために、携帯可能なシステムとしてモバイル CO₂ センサと Android 端末を用いたモバイルプラットフォームアプリを提案した。このモバイルプラットフォームを用いることで日常空間の CO₂ 濃度の計測を可能とした。Android 端末のアプリケーションという形をとることで、CO₂ 濃度のほか、GPS 情報、気圧情報や照度情報などが同期して保存されるため、CO₂ 濃度のみの計測やバラバラのセンサノードから情報を集約した場合に比べてコンテキスト推定や解析において優れていると言える。

謝辞 本研究は H25 科研費若手研究 (A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007) の一部により行われている。

文 献

- [1] 消防庁 二酸化炭素消化設備の安全対策について (通知)消防庁, <http://www.fdma.go.jp/html/data/tuchi0809/>

080920yo193.pdf, 1996

- [2] Rohan Narayana Murty, Abhimanyu Gosain, Matthew Tierney, Andrew Brody, Amal Fahad, Josh Bers, and Matt Welsh. *Citysense: A vision for an urbanscale wireless networking testbed*. IEEE Internationale Cpnference on Technologies for Homeland Security, 2008.
- [3] 荒木靖宏, ゲンミントウン, 森川博. Ngn を用いた電力量および co2 排出量管理システム的设计. 2008 年 電子情報通信学会総合大会, 通信講演論文集 2, pp. 171 B-7-94, 2008.
- [4] FT Driver <https://github.com/ksksue/FTDriver>, 2014