

水位センサを利用した残量管理機能付きスマートボトル

中下 岬^{†1} 岩井 将行^{†2}

食中毒・脱水症状などの家庭内における事故・病気は、特に乳幼児・高齢者が暮らす環境下で発生し易い。そのため、飲料水も腐り易い夏季シーズンでは麦茶等の常設飲料水などの管理にも気を配る必要がある。そこで我々は水位センサ、温度センサ、ジャイロセンサを搭載したスマートボトル、iMugiBottleを提案する。iMugiBottleは飲料水の残量や温度を監視し、利用者に通知することで衛生的かつ数量的に保障された飲料水の提供を目指す。また本システムは将来的に薬品や液状危険物の管理などにも応用可能である。

Smart bottle with residual volume management using water level sensor

MISAKI NAKASHITA^{†1} MASAYUKI IWAI^{†2}

Domestic accidents such as food poisoning and dehydration repeatedly happen among infants and old people. Subsequently, it is necessary to care and manage the beverage in summer when the drinks, such as Mugi tea, are apt to go bad. Therefore, we propose a smart bottle called iMugiBottle which is equipped with water level sensor, temperature sensor and gyro sensor. iMugiBottle monitors the residual volume and temperature, then notify the user. iMugiBottle aims to provide sanitary drinks without short supply. In addition, this system is also applicable in future to manage liquid medicine and dangerous liquid.

1. はじめに

1.1 研究背景:熱中症

近年、熱中症や脱水症状になる人が増えている。中でも室内で普通に生活している人が発症する室内熱中症や、睡眠時に発症する夜間熱中症などの従来の熱中症とは異なる症例が多くみられるようになった。

それらの原因の多くが不十分な水分摂取である。屋外などの熱中症を発症し易い環境下だと、意識的に水分を摂取するよう心掛ける人が多いが、屋内などの快適な環境下だと水分摂取を怠りがちである。そうした人々はかくれ脱水と呼ばれる脱水症状の一手手前の症状を経て、室内熱中症や夜間熱中症になってしまう。さらに乳幼児・高齢者は体温調整機能が低いため、室内熱中症・夜間熱中症になりやすく特に注意が必要である。

1.2 研究背景:食中毒

また夏季は熱中症のみならず飲料水による食中毒にも注意が必要である。麦茶は家庭内の常設飲料水として飲まれることが多いが、煮出して作られた麦茶は水道水に含まれる塩素が気化し長期保存ができなくなる。

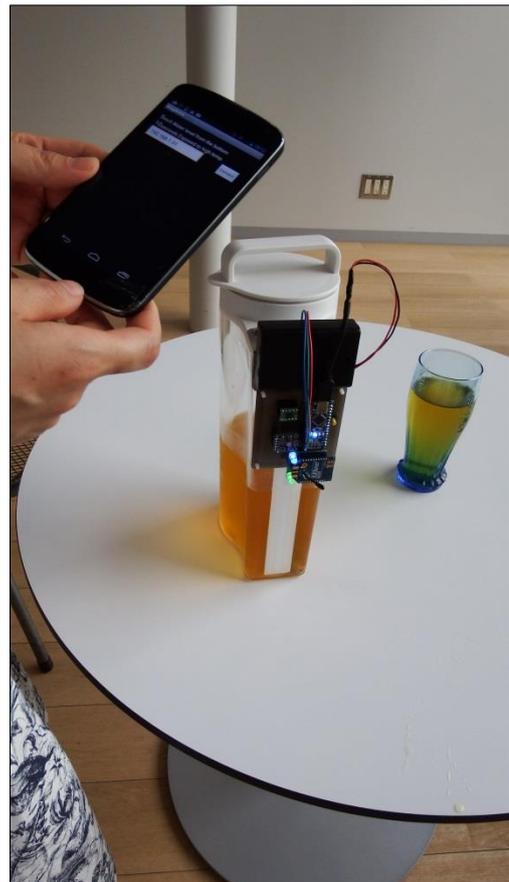


図1 iMugiBottleの使用例

その麦茶を常温に放置するとカビが発生し食中毒の原因になってしまう。

カビの中には、カンジダと呼ばれるアレルギーやアトピーの原因になるものも存在する。カンジダはカンジダ自体

^{†1} 東京電機大学 工学部第二部 情報通信工学科
Tokyo Denki University

^{†2} 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科
Tokyo Denki University

がアレルギー反応を起こすだけでなく、交叉反応というカンジダに良く似た性質を持つものに対してアレルギーを起こすことがある。交叉反応を起こすとイースト菌や酵母といったものまでアレルギー反応を示すようになってしまう。

乳幼児などの腸内環境が十分に整っていない場合、飲食物に発生したカビを摂取することにより、カンジダが増殖し複数のアレルギーを発症してしまうことがあるので注意が必要である。

1.3 iMugiBottle の提案

本研究では、熱中症・食中毒を未然に防ぐスマートボトル、iMugiBottle を提案する。iMugiBottle は麦茶などの常設飲料水の保存ボトルに水位センサ、温度センサ、ジャイロセンサを搭載し飲料水の残量や温度管理をする。さらに、取得した飲料水のデータをスマートフォンへ転送し、飲料水の状態を利用者へ通知することで衛生的かつ数量的に保障された飲料水の提供を目指す。

また安全面だけでなく、野菜ジュースや牛乳など比較的小子どもが嫌う傾向にある飲み物を iMugiBottle に入れ、消費量をモニタリングすることによって健康管理に役立つ機能や、飲料水の消費の有無から独居老人の孤独死対策、液状の内服薬の消費量を管理することによる、薬の飲み忘れ防止など多方面で応用可能なものを目指す。

1.4 関連研究

近年では、看護や介護といった医療や福祉の分野と結びつく Persuasive Computing が広がりを見せている。

前川ら[1]は、老人ホームに非侵襲性のセンサを多数設置し居住者のプライバシーを守りつつ健康を見守るシステムを提案している。iMugiBottle も同様に非侵襲性のセンサを搭載しているが、部屋全体にセンサを配置する等の大掛かりな工程を施すことなく iMugiBottle を配備するだけで利用者の健康を管理することを目指す。

また、鈴木ら[2]は薬箱にディスプレイとセンサを搭載し、薬の誤った服用を避けるインテリジェント薬箱を提案している。鈴木らが錠剤の誤服用を防止しているのに対し、我々の提案手法は液状タイプの薬の誤服用の防止に役立つと期待している。

辻田ら[3][14]は、日常生活のなかで積極的に笑顔をつくることを促進し、感情状態の向上を支援するシステム「HappinessCounter」を提案している。笑顔認識機能つきデジタルカメラ、LED マトリックスディスプレイ、明るさセンサを内臓しており、我々のコンセプトと同様家電と電子デバイスの融合によりより豊かな心の生活が送れることが期待されている。しかし我々は分野は異なるが小型のボトルに無線モジュールとバッテリーを設置しておりコスト軽減などがより現実的な提案であると考えている。

また冷蔵庫などに RFID タグを設置して内容を管理する手法[5]、映像で管理する方法[6]、食材の重量を用いる手法[11]が提案されているが食べ物や飲料水の適切な温度状態

で管理されたかについては把握することは難しい問題がある。一方我々は水位センサや温度センサを搭載し常時監視可能なシステムを作成している。

Dawud ら[7][9]の無線センサをマグカップにつなぐシステムや、鈴木ら[13]の薬の箱を無線化した研究のような小型無線センサを利用した優れた研究ではあるが、スマートフォンとの連携や水位センサがなく温度センサのみとなっている点が我々と異なる。

リアルタイム水分モニタリングの研究でも Philip ら[8][10]により網羅的な研究がなされており。また国内では栗林ら[12]の植物育成キットでも既に検討がなされている。今後、コストと利便性を踏まえてより優れた水位センサや水分センサなどの選定は検討していく。

2. iMugiBottle の仕様

2.1 iMugiBottle とは

iMugiBottle とは表 1 に示すパーツを搭載した常設飲料水を保存するボトルである。図 2 参照。

表 1 搭載パーツ一覧

モジュール名	型番
ボトル	アクリル冷水筒
マイコン	Arduino Nano 3.1
水位センサ	PN-12110215TC-8
温度センサ	BMP180
ジャイロセンサ	MPU-9150
通信モジュール	Xbee WiFi(6SB)
バッテリー	単三電池×4

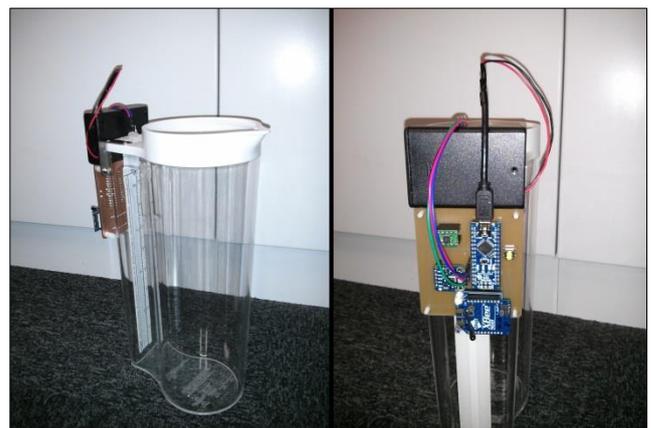


図 2 iMugiBottle の外観

これらのパーツを駆使し図 3~図 5 に示す機能を実現する。

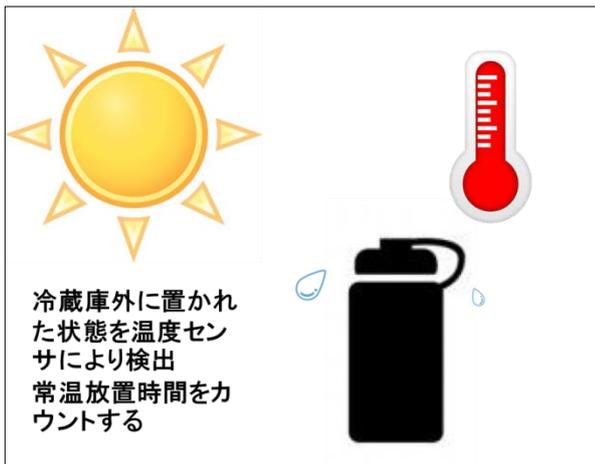


図 3 保存状態管理システム

まず iMugiBottle は温度センサを使用し、冷蔵庫外に放置された状態を検出する。放置された時間をカウントすることで内容物が腐っていないかどうかを判別する。これにより常設飲料水の安全な提供を目指す。

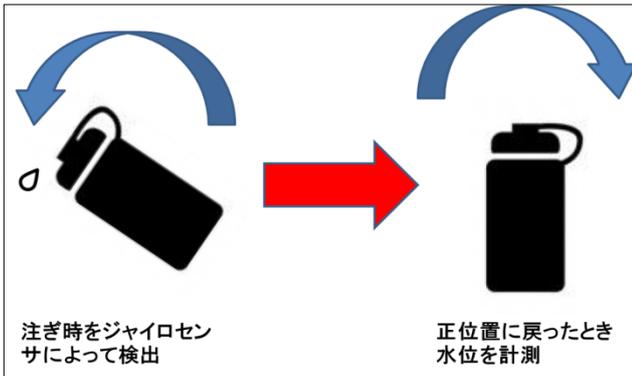


図 4 残量管理システム

次に iMugiBottle はジャイロセンサを搭載しており、常設飲料水が注がれたときを検出する。常設飲料水を注ぐ際、ボトル全体は回転運動をする。この回転をジャイロセンサで捉えることにより注がれたときを検出することができる。

また水位センサをボトル内部に搭載しており、常設飲料水が注がれた後の水位を測定することにより最新の残量を取得することができる。



図 5 iMugiBottle の通知システム

最後に iMugiBottle は取得した水位と常温放置時間を、XbeeWiFi を用いてスマートフォンへ通知する。利用者はスマートフォンを確認することで常設飲料水の状態を監視することができる。

2.2 回路図および基盤パターン図

表 1 に示す各パーツを図 6 のような回路を組み実装した。

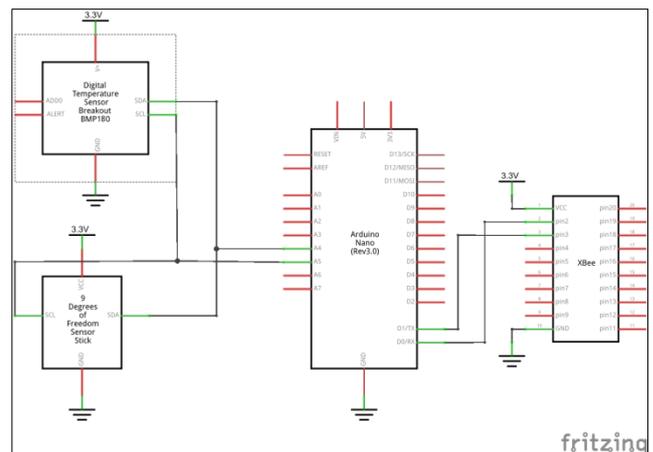


図 6 回路図

また実装にあたり配線パターンは図 7 に示すとおりである。

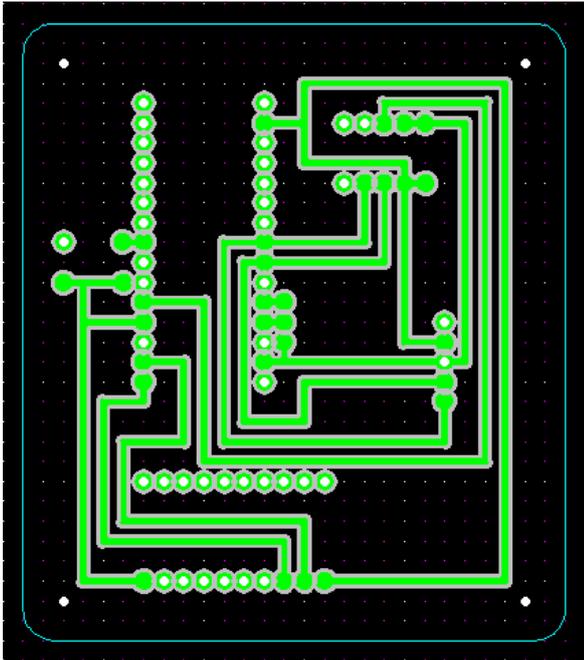


図 7 配線パターン図

3. iMugiBottle の実装

3.1 水位センサの実装

iMugiBottle に搭載した水位センサは図 8 に示すようにテープ上のものである。



図 8 水位センサ

このテープを図 9 に示すようにボトルの内側へ貼り付けた。



図 9 水位センサの実装

さらにセンサ端子は容器の外側へ出さなければならないため、卓上ボール盤を用いて容器上部に穴を開けセンサ端子を通した。また開けた穴の隙間から水漏れを防ぐためグルーガンを用いた。図 10 参照。



図 10 グルーガンによる水漏れ対策

本研究で用いた水位センサは、水位に応じてセンサ端子間の抵抗値が変化するアナログセンサである。よって水位と抵抗値との対応をとる必要がある。

そこでボトルへ水道水を注ぎ、底から 1[inch]毎の水位に

おける抵抗値を計測した. その結果が表 2 および図 11 である. なお測定には横河メータ&インスツルメンツ株式会社のデジタルマルチメータ TY-700 を用いた.

表 2 各水位におけるセンサ抵抗値

水位[inch]	抵抗[Ω]
0	2983
1	2989
2	2773
3	2534
4	2354
5	2108
6	1877
7	1686
8	1403

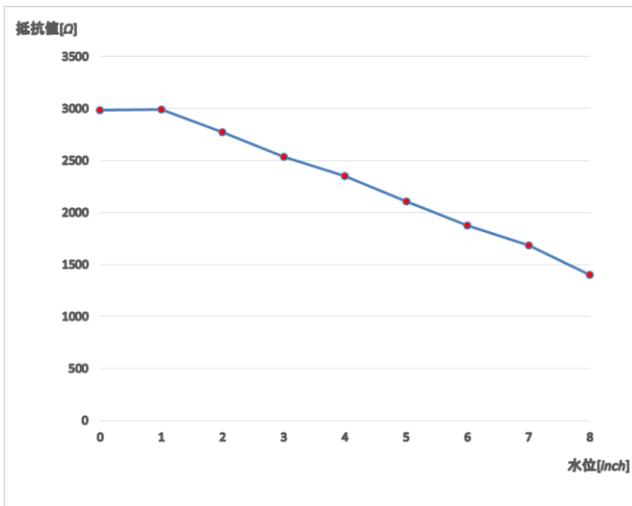


図 11 各水位における抵抗値

図 11 より 1~8[inch]の範囲において抵抗値はほぼ線形に変化していることがわかる. そこで求める水位を $y[inch]$, センサ抵抗値を $x[\Omega]$ としたとき以下の数式が成り立つ.

$$y = \frac{x - 228.57 - 2989}{-228.57}$$

以上よりセンサ抵抗を求めることでボトル内の水位を計測することが可能となった.

3.2 ジャイロセンサ・温度センサ・XbeeWiFi の実装

図 12 に示すようにジャイロセンサ, 温度センサ, XbeeWiFi を実装した.

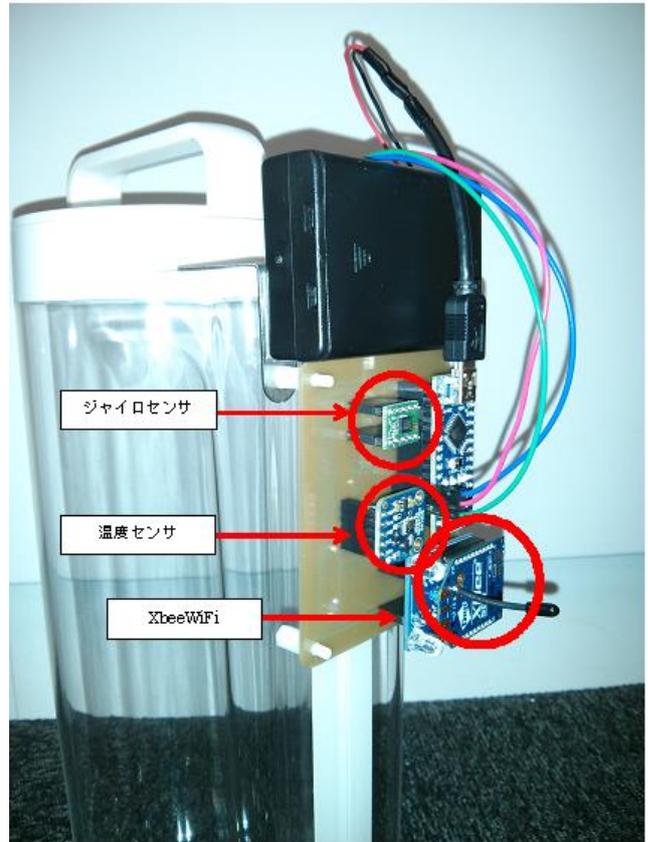


図 12 各種デバイス実装図

4. Android アプリの実装

図 13 に示すアプリケーションを作成した.



図 13 Android アプリ外観

このアプリケーションは、iMugiBottle で取得した各種データをスマートフォン上で確認できるようになっている。

また接続先の IP アドレスを変更することで複数の iMugiBottle を管理することができる。

5. おわりに

本研究において、水位と常温放置時間の通知の実装までしか至らなかった。iMugiBottle から送られてくる情報は数字でしか表現されていないため、ボトルのアイコンを用いるなどして解りやすい工夫を施したい。

謝辞

本研究は H26 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。

また、東京電機大学総合研究所研究 Q14J×-04 の補助を受け一部研究を行った。また本論の研究を手伝っていただいた東京電機大学未来科学部情報メディア学科実空間研究室の皆様には感謝いたします。

参考文献

- [1] 前川泰子, 中島智晴, 今西昇, 樋口由美, 居住空間のスマート化に向けた高齢者見守りシステム開発の取り組み, 2014.03, ヒューマンケア研究学会誌第 5 巻 2 号
- [2] 鈴木拓央, 上瀬雄太, 中内靖, カメラを内蔵したインテリジェント薬箱による誤服薬リスクの軽減, 2011.06, The 25th Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2011
- [3] 辻田眸, 暦本純一, 笑顔は人を幸せにするのか? 笑顔促進支援システム, 第 19 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(wiss2012), 日本ソフトウェア学会研究会資料シリーズ, pp.96-101, 2012.12.6-8.
- [4] 坪井 辰之助, 大塚 孝信, 吉村 卓也, 伊藤孝行, 高齢者見守り支援システムにおける異常検知精度向上手法の提案, 2013 年度人工知能学会全国大会 (第 27 回), 富山, 2013 年 6 月 4 日-6 月 7 日, 2013.
- [5] 原田幹子 平成 21 年度. 学士学位論文. RFID タグによる冷蔵庫管理制御 2010 年 3 月 1 日. 高知工科大学 情報システム工学科
- [6] 松本拓也, 白井良明, 島田伸敬 画像処理と音声対話による冷蔵庫内の食品管理システム 全国大会講演論文集 第 71 回平成 21 年(2), "2-419"- "2-420", 2009-03-10 一般社団法人情報処理学会
- [7] Dawud Gordon, Jan-Hendrik Hanne, Martin Berchtold, Takashi Miyaki, Michael Beigl (2011) An Experiment in Hierarchical Recognition of Group Activities Using Wearable Sensors, The 7th International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context 6967, , p. 104-107
- [8] Philip Loden, Qi Han, Lisa Porta, Tissa Illangasekare, Anura P. Jayasumana A wireless sensor system for validation of real-time automatic calibration of groundwater transport models, Journal of Systems and Software Volume 82 Issue 11, November, 2009 Pages 1859-1868
- [9] Dawud Gordon, Jan-Hendrik Hanne, Martin Berchtold, Takashi Miyaki, Michael Beigl (2011) Recognizing Group Activities using Wearable Sensors, 8th International ICST Conference on Mobile and Ubiquitous Systems (MobiQuitous 2011), p. 350 -361
- [10] Armand Crabit, Francois Colin, Jean Stephane Bailly, Herve Ayroles and Francois Garnier Soft Water Level Sensors for Characterizing the Hydrological Behaviour of Agricultural Catchments

Sensors 2011, 11(5), 4656-4673; doi:10.3390/s110504656 Published: 28 April 2011

[11] 加茂田 玲奈, 上田 真由美, 船富 卓哉, 飯山 将晃, 美濃 導彦 食材管理のための荷重特徴を用いた食材同定(食メディア(2), 五感メディアの品質, コミュニケーションデザイン, 画像符号化, 食メディア, 一般) 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 111(479), 181-186, 2012-03-05

[12] 栗林賢, 坂本雄祐, 田中浩也, " I/O Plant: 植物とのインタラクティブ設計支援環境の構築", 第 15 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 日本/長崎, 2007 年 12 月.

[13] 鈴木詩織, 修士論文 2010 年度(平成 22 年)在宅療養患者と医療者をつなぐ双方向服薬支援システム慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文

[14] Hitomi Tsujita, Jun Rekimoto Smiling makes us happier: enhancing positive mood and communication with smile-encouraging digital appliances UbiComp '11 Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing Pages 1-10 ACM New York, NY, USA c2011 ISBN: 978-1-4503-0630-0 doi>10.1145/2030112.2030114