

SmartUmbrella：歩行時における傘の危険保持に気づかせることを目的とした通知システム

最上 聖也^{1,a)} 渋谷 雄¹

概要： たたんだ長傘を持ち歩くと、傘を地面と水平もしくは傾けた状態で持っているとき、後ろの人を傘の先端で刺してしまう危険性がある。そこで、ユーザの傘の保持状態の危険度をユーザに通知する SmartUmbrella を提案する。SmartUmbrella は、この危険度を傘に取り付けた加速度センサの値を用いてリアルタイムに決定する。ユーザの傘の先端がユーザの背面よりも後ろへ出ている場合には、現在の危険度と過去一定時間の危険度を元にして、LED・振動・警告音の通知の組み合わせを決定し、SmartUmbrella からユーザへ通知を行う。この通知によって、傘の保持状態が危険であることを、ユーザに気づかせることを目的とする。

キーワード： 傘、傘の傾き推定、危険防止、振動フィードバック、音声フィードバック、視覚フィードバック

SmartUmbrella : An Umbrella of Making User Notice How to Hold the Umbrella is Dangerous While Walking

MOGAMI SEIYA^{1,a)} SHIBUYA YU¹

Abstract: The tip of umbrellas can easily stab surrounding people if it is held dangerously. Especially, holding the umbrella horizontally while going up stairs is very dangerous. The person who walks closely behind umbrella holder can be stabbed, broken his/her rib or losing his/her eyesight in the worst case. Therefore, we propose SmartUmbrella which makes umbrella holders notice how to hold their umbrella is dangerous by giving vibration and alert sounds depending on the degree of danger estimated using the value of 3-axis accelerometer.

Keywords: umbrella, inclination estimating, danger avoidance, haptic feedback, sound feedback, visual feedback

1. はじめに

たたんだ長傘を持ち歩いているとき、傘を地面と水平もしくは傾けた状態で持っている（以下、危険保持という）と、後ろの人を傘の先端で刺してしまう危険性がある。特に図 1 (a) のように階段で傘の危険保持をしていると、傘の先端がちょうど後ろに歩いている人の顔付近になり、もし突き刺した場合は大怪我につながる危険性がある。したがって、傘を安全に持つためには図 1 (b) のように地面と

垂直に持ち続ける必要がある。

東京都生活文化局消費生活部の調査 [1] によると、「たたんだ状態の傘にヒヤリもしくは怪我をさせられたことがあるか？」という質問に対し約 25%が「傘の危険保持による危害を受けた経験がある」と回答しており、おおよそ 4 人に 1 人が傘の危険性を経験していることがわかる。被害者の声として、「駅の階段で、水平持ちをしている人の後ろにいたら胸を突かれた (33 歳男性)」、「首を突かれたので文句を言ったが「だから何？」と言われたので被害届を提出した (34 歳男性)」、「満員電車にて、傘を水平に持っている人に胸を突かれ、肋骨にヒビが入った (52 歳女性)」と

¹ 京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology

^{a)} mogami@hi.cis.kit.ac.jp

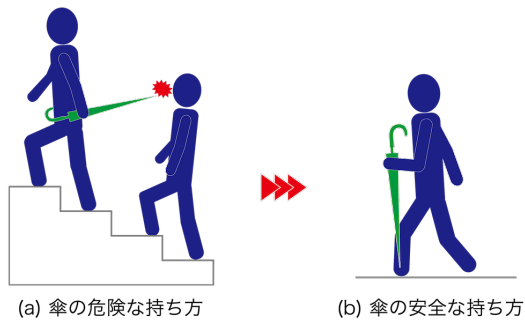


図 1 傘の (a) 危険な持ち方 (b) 安全な持ち方

Fig. 1 Holding umbrella status; (a) Dangerous, (b) Safe

いった、実際に大怪我をしたり警察沙汰になっているケースも存在する。また NHK の番組 [2] によると、「傘の水平持ちをしてしまう人は、そもそも危険と思っていないので、無意識のうちに、バランスのとりにやすい、歩きやすい持ち方、カバンを下げるような傘の持ち方をしてしまう」ということや、「傘を水平に持って普通に歩いた際の傘の先端の衝撃は 30kg 重の衝撃がある」ということがわかっている。

傘の危険保持に対してなされている対策は非常に少ない。Twitter[3] などの SNS を利用して注意喚起を呼びかけている人や、注意喚起用のポスターデータを無料で公開している人 [4] もいるが、行政が行っている対策はなく、傘のメーカー側も対策を行っていない。また、SNS を見ない人や、危険であることはわかっているが無意識に傘を危険保持してしまう人には意味をなさない。

そこで本研究では、傘の危険保持に気付かせることを目的とした通知システム、SmartUmbrella を提案する。SmartUmbrella は、傘に取り付けた加速度センサの値から傘の傾きや運動状態を推測し、それに応じて振動や警告音や光といったフィードバックをユーザに与える。これによって、ユーザに危険保持していることを気付かせ、副次的に他人に危害を加えることを防止することを期待する。

2. 関連研究

傘の危険保持防止に関する先行研究は見当たらないが、ここでは、傘に関する研究、特定の状態に対する気づきに関する研究を紹介する。

2.1 傘

松本らは、PILEUS[5] という写真共有や 3D マップナビゲーションが利用できるインターネットに接続された傘を提案している。傘に取り付けられたカメラで撮影した写真を Flickr にアップロードしたり、傘布の内側をスクリーンに見立てて小さいプロジェクトで Flickr の写真ストリームを表示できる。また、3D マップを傘の内側に表示することによって、自分がどの位置にいるのかを把握することができる。

神山らは、傘の形状がドーム状であることを活かして、サラウンド音響を傘の下に作り出す Oto-Shigure[6] を提案している。このデバイスを持っていると、傘の下で音を浴びる感覚を得られ、耳を占有することもなく持ち歩くこともできる。

吉田らは、雨による傘軸の振動を記録し追体験できるアソブレラ [7] を提案している。雨粒が傘に当たることによって傘軸に生じた振動を記録するだけでなく、ビー玉といった様々なものを傘で受け止める感覚を体験できたり、雨をリアルタイムに伝達しあうこともできる。

上述の 3 つの傘に関する研究は、いずれも傘を楽しいデバイスに変えようとしている研究であることに対して、本研究は傘の危険保持に着目している。

2.2 特定状態に対する気づき

Hosub Lee らは、スマートフォンを持つ姿勢が悪くなっていることに気づかせるための SmartPose[8] というシステムを提案している。姿勢の改善を目的としたシステムで、スマートフォンに搭載されているセンサの値やフロントカメラから得られる画像を利用して首の傾きを推定し、ユーザの姿勢が悪くなっているときにスマートフォンの画面上に通知され、姿勢が悪くなっていることに気がつけるようになっている。

Juan David らは、歩きスマホによって前方の障害物に衝突してしまうことを回避するために障害物気づかせるための Crash Alert[9] というシステムを提案している。スマートフォンの背面に取り付けた震度カメラ Kinect[10] を利用して前方の障害物までの距離と位置を測定し、スマートフォンの画面上部に帯状の前方イメージと障害物情報を表示することによって、障害物に気づけるようになっている。

上述の 2 つの特定状態に対する気づきに関する研究は、スマートフォン利用時の悪姿勢および歩きスマホ時の前方の障害物に気づかせるための研究であることに対して、本研究は傘の危険保持に気づかせるための研究である。

3. SmartUmbrella

SmartUmbrella は、ユーザに傘の危険保持を気づかせることを目的としている。それを達成するために、傘に取り付けた加速度センサの値を利用してユーザの傘の傾きや運動状態を危険度として推測し、現在および過去一定時間の危険度に応じてユーザへ通知を行う。

3.1 危険度

SmartUmbrella は傘の保持状態の危険度として、SAFE・RISKY・DANGEROUS の 3 状態を持っている。図 2 に示すように SmartUmbrella は、傘を地面と垂直に持っているときは SAFE、傘を方向に関係なく 25° 以上傾けているときは RISKY、腕の動きにあわせて傘を前後に振っている

危険度	傘の保持状態	通知方法
SAFE	 傘を地面と垂直に持っている	
RISKY	 傘を傾けている (前後の動きはない)	
DANGEROUS	 腕の動きにあわせて傘を前後に振る	

図 2 危険度と通知方法

Fig. 2 The degree of danger and notifying method

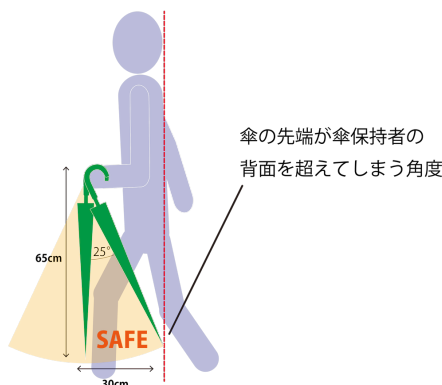


図 3 傘の傾きの安全な範囲

Fig. 3 The safe area of the inclination of an umbrella

ときは DANGEROUS と判定する。危険度は加速度センサの値を利用して 0.5 秒毎に算出され、過去 5 分間分がシステムに記録される。

危険度が RISKY となる傘の傾きが 25° である理由は、傘の先端が傘保持者の背面よりも後ろに出る角度がおおよそ 25° になるためである。一般的な傘の長さが 65cm であり、図 3 のように傘を保持者の少し前方で地面と垂直にしたときの傘の先端と保持者の背面の距離がおおよそ 30cm になる。この値で正接 (tan) を計算するとおおよそ 25 になる。また、傘を進行方向と逆向きに傾けている場合のみ RISKY にしない理由として、どの方向に傾けていても他人を刺してしまう可能性があるためである。特に前後に小さな子供がいる場合は顔や胴体を刺してしまうことになり、危険であるためである。

今回、3 軸加速度センサは図 5 (b) のような形で傘に装着されている。x 軸の値を利用して腕の動きにあわせて傘を振っているかを判断し、y, z 軸の値から傘の傾きを推測

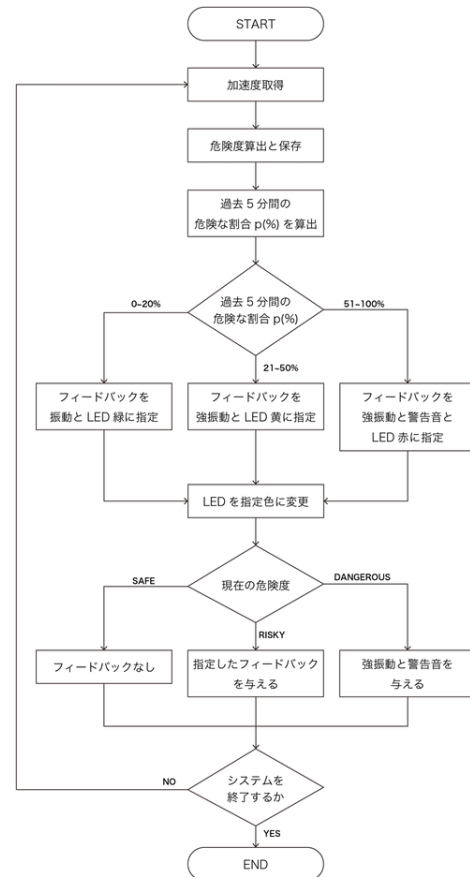


図 4 通知方法決定アルゴリズムのフローチャート

Fig. 4 Flowchart of notifying algorithm

している。

3.2 通知

通知方法決定アルゴリズムのフローチャートを図 4 に示す。危険度に応じて通知方法を変更する。SAFE の場合は、通知は行わない。RISKY の場合は、通知方法を動的に変更する。具体的には、過去 5 分間の危険度における RISKY と DANGEROUS が占める割合が 0~20% の場合には通常の振動、21~50% の場合には強い振動、51~100% の場合には強い振動と警告音を与える。これには、普段から傘を安全に持とうとしているユーザは振動のみを与えることによってできるだけ不快感をなくし、逆に普段から危険保持をしているユーザには強い振動と警告音を与えることによって何としても危険保持をやめさせようとする狙いがある。また、同時に LED 光の色でこの割合を示すことによって、他のユーザから見てどの人の後ろは歩かないほうがよいのかを判断できるようになっている。DANGEROUS の場合は、傘を強く振動させ警告音を鳴らす。

3.3 プロトタイプ

図 5 (a) に示すように、SmartUmbrella のプロトタイ

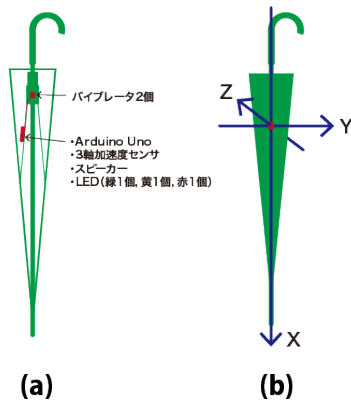


図 5 (a) SmartUmbrella のプロトタイプ機器, (b) 3 軸加速度センサの向き

Fig. 5 (a) Prototype of SmartUmbrella, (b) Direction of 3-axis accelerometer.

プを作成した。今回利用した機器を以下に示す。ただし、Bluetooth 通信機器は実験時に必要であるため利用している。

- Arduino Uno
- 加速度センサ：3 軸加速度計モジュール M3AXIS-ADXL335
- バイブレータ：円盤型振動モータ FM34F
- ブザー：他励振式圧電サウンダ PKM13EPYH4002-B0
- LED：赤色 LED, 黄色 LED, 緑色 LED
- Bluetooth：浅草ギ研 BLE モジュール

4. 評価実験

4.1 実験目的

以下の仮説を検証するために実験を行った。

- H1** SmartUmbrella は、ユーザの傘の危険保持状態を認識できる。
- H2** SmartUmbrella の通知によって、ユーザは傘の危険保持に気づくことができる。
- H3** SmartUmbrella を用いれば、ユーザの傘の危険保持を防止する効果がある。

4.2 実験システム

評価のために実験に用いたシステムは以下の 3 種類である。これらのシステムは 65cm ビニール傘に図 5 (a) のように取り付けられており、傘布がバタつかないように輪ゴムで閉じられている。

システム A (SmartUmbrella) 3 節の SmartUmbrella の機能を備えたシステム。

システム B SmartUmbrella の RISKY における通知方法を過去 5 分間の状態に応じた動的変更ではなく、強振動に固定したシステム。それに応じて LED 光の色の変化もリアルタイムな危険度の変化にあわせて、SAFE の場合は緑色、RISKY の場合は黄色、DANGEROUS

の場合は赤色としている。

システム C ユーザへの振動・ブザー音・LED といった通知を一切無くした SmartUmbrella。

システム A と B の実験結果を比較することによって、過去の危険度に応じた通知方法の動的変更機能を評価することができる。また、システム A と C を比較することによって、SmartUmbrella の通知によって傘の危険保持を防止する効果があったかどうかを評価できる。

4.3 実験タスク

以下の手順で被験者にタスクを実施させた。

- (1) 実験者は「傘の正しい持ち方や危険性、および各システム A・B・C と通知の意味」を被験者に伝える。
- (2) 被験者に、システム A・B・C のいずれかを持って決められたコースを普段通りに 3 周歩かせ、その後アンケートに答えさせる。ただし、どのシステムになっているかを被験者には伝えない。また、実験者は被験者の歩行の様子を真横からビデオで撮影する。
- (3) (2) を全システム分繰り返す。ただし、実施するシステムの順番は被験者ごとにバラバラにした。
- (4) 全 9 週の歩行後、実験終了後アンケートに答えさせる。なお歩行は、京都工芸繊維大学の建物内で行った。コースは、平坦な幅 2m の廊下と階段 1 階分の昇り降りの 1 周約 150m である。

4.4 評価項目

4.4.1 定量的評価

SmartUmbrella が、ユーザの傘の危険保持状態を正しく認識できているかの精度およびユーザの傘の危険保持を防止する効果を定量的に評価した。

精度を算出するために、タスク内での被験者の危険度を予め作成した実験用 Android アプリケーションに 0.5 秒に 1 回送信している。その危険度を被験者ごとに記録したものを（以下、傘データ）と危険度の正解データを比較することによって精度を算出することが可能である。しかし、正解データを用意することは不可能であるため、実験者が撮影しておいたビデオを見て正解データを用意することとした。正解データを用意を簡単にするために先ほどとは別の Android アプリケーションを作成した。このアプリケーションには START/STOP ボタンと RISKY ボタンと DANGEROUS ボタンがあり、START/STOP ボタンを押すとある被験者の正解データの作成が始まる。ボタンを押していない間は、SAFE に対応した 0 という値が 0.5 秒に 1 回順番にファイルに書き込まれる。RISKY または DANGEROUS ボタンを押している間は、1 または 2 という値が同様に書き込まれる。これを利用して、被験者の歩行の様子が写っているビデオを実験者が見ながら正解データを作成した。このように作成した正解データと傘

表 1 危険保持の認識精度算出用変数

Table 1 Variables for calculating the accuracy of recognizing the danger

傘\正解	SAFE	RISKY	DANGEROUS
SAFE	a	b	c
RISKY	d	e	f
DANGEROUS	g	h	i

データを比較し、表 1 の対応する箇所のカウントしていく。そして、以下の式を用いて認識精度を算出した。

$$\text{SAFE の認識精度} = \frac{a}{a+d+g} \times 100(\%)$$

$$\text{RISKY の認識精度} = \frac{e}{b+e+h} \times 100(\%)$$

$$\text{DANGEROUS の認識精度} = \frac{i}{c+f+i} \times 100(\%)$$

これらの結果を仮説 H1 の検証に利用する。

傘の危険保持を防止する効果を算出するために、各実験タスク間の危険保持の割合の変化を利用する。Android アプリケーションに保存されていた傘データを利用して、以下の式で危険保持の割合を求める。ただし、 N = システムが傘の保持状態を判定した回数、 p = RISKY の回数 + DANGEROUS の回数 とする。

$$\text{危険保持の割合} = \frac{p}{N} \times 100(\%)$$

この割合が、システム C 利用時に比べてシステム A 利用時のほうが減少していることを期待する。この結果を仮説 H3 の検証に利用する。

4.4.2 主観評価

各タスク終了後、アンケートによる主観評価によって以下のことを評価する。

- (1) 振動または警告音によって傘の危険保持に気づくことができたかどうか。
- (2) 振動または警告音によって傘の危険保持を実際にやめたかどうか。
- (3) 振動および警告音に対する不快感。
- (4) LED 光、振動強度や警告音の鳴りやすさの変化があったか、そしてそれに気づいたか、どのように感じたのか。
- (5) LED 光が自分の傘の状態や他人の傘の状態を判断するのに役立つかどうか。

(1) の結果を仮説 H2 の検証に利用する。また、実験終了後アンケートとして以下の質問に答えさせる。

- (1) 今後も SmartUmbrella を使いたいと思うかどうか。
- (2) SmartUmbrella を他人に使ってほしいと思うかどうか。
- (3) SmartUmbrella の良い所、悪い所。

5. おわりに

本研究は、傘の危険保持をユーザに気づかせるために通知を行うシステム、SmartUmbrella を提案した。傘に取り

付けた加速度センサの値から傘の傾きや運動状態を推測し、危険度を算出する。この危険度に応じて振動や警告音を与え、LED 光の色を変化させることによって、ユーザに傘の危険保持を気づかせ、防止することを目指した。そして、SmartUmbrella を評価するための実験計画を立てた。今後は、実験計画に従い実験を行い、評価・考察を行っていく。

参考文献

- [1] 東京都生活文化局消費生活部：ヒヤリ・ハット調査「降雨時の身の回りの危険」(2013). http://www.shouhiseikatu.metro.tokyo.jp/anzen/hiyarihat/rainy_130612.html 参照 2015 年 11 月 15 日。
- [2] NHK ONLINE 岡山放送局：梅雨ドキッ！傘の危険 (2014). <http://www.nhk.or.jp/okayama/program/mogitate/kindaichi/20140627.html> 参照 2015 年 11 月 15 日。
- [3] Twitter. <http://twitter.com> 参照 2015 年 11 月 4 日。
- [4] 皮算積人：ポスター (2014). <http://grayscale.main.jp/blog/poster/> 参照 2015 年 11 月 15 日。
- [5] Matsumoto, T. and Hashimoto, S.: Pileus Internet Umbrella: Tangible Mobile Interface of a Lovely Umbrella, TEI '09, ACM, pp. 41–42 (2009).
- [6] Yusuke, K., Mai, T. and Hiroya, T.: Oto-Shigure: An Umbrella-Shaped Sound Generator for Musical Expression, NIME08, pp. 352–353 (2008).
- [7] 吉田 愛, 伊藤雄一, 尾崎麻耶, 菊川哲也, 深澤 遼, 藤田和之, 高嶋和毅, 北村喜文, 岸野文郎：アソブレラ：傘軸の振動を記録・再生するシステム, 日本磁気学会, pp. 229–233 (2010).
- [8] Lee, H., Choi, Y. S., Lee, S. and Shim, E.: Smart Pose: Mobile Posture-aware System for Lowering Physical Health Risk of Smartphone Users, CHI EA '13, ACM, pp. 2257–2266 (2013).
- [9] Hincapié-Ramos, J. D. and Irani, P.: CrashAlert: Enhancing Peripheral Alertness for Eyes-busy Mobile Interaction While Walking, CHI '13, ACM, pp. 3385–3388 (2013).
- [10] Kinect. <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect> 参照 2015 年 11 月 15 日。