

Beacon による屋内危険空間への接近通知の認識

辻川直斗^{†1} 竹本一哉^{†1} 藤井誠貴^{†1} 中道上^{†1} 渡辺恵太^{†2} 小滝泰弘^{†3}福山大学工学部^{†1} 株式会社 DNP 情報システム^{†2} 株式会社信興テクノミスト^{†3}

1. はじめに

日本は自然災害が多い国であるため、地震や台風による大雨や土砂崩れ、洪水などが頻繁に起きている。近年では、東日本大震災や 2011 年の台風 12 号といった大規模な自然災害が起きている。屋外では GPS を用いた安全かつ迅速な避難を可能にする環境を整備するための研究が行われている。

中井ら[1]は広域な範囲で危険な空間が発生した際に、マップ上に二次災害の発生する可能性のあるエリアを危険エリアに設定する。そのエリアを通知し、不用意な接近の防止と円滑な避難を支援する。しかし、大型施設内で被災した際にその施設の一部に崩落等の危険のある場所が発生する可能性がある。現時点では施設の管理者等が現場へ向かい封鎖や誘導を行うが、到着するまでの時間が存在するため、二次災害を防止することが困難な場合がある。

本研究では、Beacon を活用して立ち入り禁止空間を携帯端末に通知するシステムを提案する。これにより、GPS が利用できない屋内での被災時にも滞在している施設内の危険空間を把握でき、迅速かつ円滑に避難を行うことが可能となる。Beacon を用いた立ち入り禁止空間の携帯端末での通知の有用性について、評価実験を実施した。

2. 立ち入り禁止空間通知システムについて

本研究では建物内での被災時において、損壊および崩落等の危険性のある地点が発生する可能性がある。その際、管理者が利用者に対して、その地点への立ち入り禁止空間をいち早く通知するために携帯端末を用いた通知システムを提案する。提案システムは、Bluetooth Beacon を用いて立ち入り禁止空間を設定する。人が立ち入り禁止空間に接近した場合に、接近した人の携帯端末に対して「立ち入り禁止空間への接近」を通知する。以降、本論文では、立ち入り禁止空間を禁止空間、損壊および崩落等の危険性の



図1 ソフトウェア実装画面

ある地点を危険地点、Bluetooth Beacon を Beacon と呼ぶ。

提案システムでは、管理者が危険地点に隣接する Beacon を設定し、その情報を建物内にいる利用者の携帯端末に送信する。利用者の携帯端末内で設定された Beacon の ID と受信した ID を照合し、一致した場合に禁止空間への接近と判定、利用者の携帯端末に「立ち入り禁止空間に接近しています」と表示するとともに通知音とバイブを鳴動させる。

本研究では、Beacon の電波を受信し携帯端末を鳴動させ、利用者に禁止空間への接近を知らせる携帯端末上のソフトウェアを実装した。実装したソフトウェアの画面を図1に示す。RSSI 値は電波強度、Tx Power は電波出力値、Distance(m)は RSSI 値と Tx Power をもとにした Beacon までの距離が表示されている。下部のシークバーの設定値では鳴動させる RSSI 値を設定する。本ソフトウェアの利用方法は、鳴動させる RSSI 値を設定し START ボタンを押すことで Beacon の電波の測定を開始する。終了する際は STOP ボタンを押すことで終了する。

3. 事前調査

立ち入り禁止空間通知システムを提案するにあたり、Beacon から携帯端末までの距離を正確に計測する必要がある。距離の算出は RSSI 値と Tx Power から可能ではあるが、取得数値のばらつきが大きい。このことから RSSI 値を Beacon から携帯端末までの距離を測定する値とする。

RSSI 値の測定は図2に示す方法で三つの距離毎にそれぞれ5回取得する。135cmの区間は本調

Recognition of intrusion notification into an indoor hazardous area using Beacon

†1Naoto Tsujikawa †1Kazuya Takemoto

†1Masataka Fuji †1Noboru Nakamichi

†2 Keita Watanabe †3Yasuhiro Odaki

†1Fukuyama University

†2DNP Information Systems Co.,Ltd

†3Shinko Technomist Co.

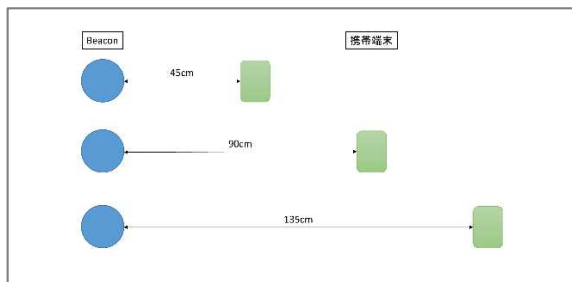


図2 Beacon のRSSI 値の測定方法

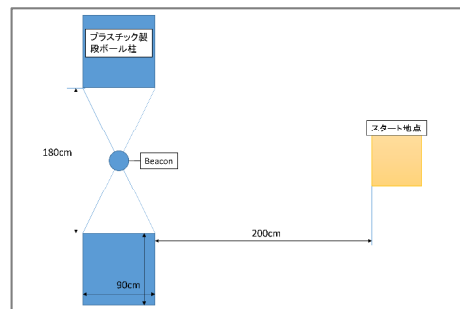


図3 実験用配置図

表1 RSSI 値の信頼区間および平均

距離	信頼区間 95%	信頼区間 75%	平均
45cm	-82	-76	-73.5
90cm	-90	-87	-80.6

査においては、90cm以降の変位の状態を確認するために取得した。距離45cmと90cmで取得したRSSI値をもとに信頼区間95%と75%におけるRSSI値および平均値を表1に示す。表1より、携帯端末上のソフトウェアでBeaconまでの距離を計測するために利用するRSSI値として-76, -81, -87を用いることとする。

4. 通知距離による立ち入り禁止の主観的評価

立ち入り禁止空間通知システムの機能及びそれらの設定を決定するため、参加者である大学生15名に対して評価実験を行った。この実験において携帯端末上のソフトウェアでBeaconまでの距離を計測するために利用するRSSI値は-76, -81, -87を用いる。

実験は図3に示す配置で行った。参加者はスタート地点からBeaconの方向へ携帯端末を手を持った状態で歩行する。各RSSI値で禁止空間への接近を音とバイブレーションで通知した。

実験後、禁止空間への接近に対する主観的な認識しやすさ、またその要因についてアンケートを行った。RSSI値毎の主観的な禁止空間の認識しやすさを表2に示す。この結果から、表2より、Beaconから最も遠い距離であるRSSI: -87を選択した人数が最多であることがわかった。このことから、禁止空間の端に位置するBeaconから通知開始位置までの距離がある程度離れている必要があると考えられる。

5. 模擬環境を用いた避難体験

4章での結果をもとに模擬環境を設置し、避難体験を行った。模擬環境では、直進や曲がり角を想定した施設を仮設し、2016年10月15-16日の2日間に行われた大学祭で実演した。今回は図4の通り、プラスチック製ダンボール柱を5x5で設置した。設置間隔は福山大学学生会館の床タイ

表2 RSSI 値別主観的認識しやすさの集計

RSSI 値	人数
-76	1
-81	6
-87	8

ルサイズ(45cmx45cm)を基に、大人二人が通る際に余裕のある180cmに設定した。模擬環境の大きさは約12m角の正方形となった。実演において、小さい子供(小学校低学年程度まで)では設置しているBeaconまでの距離が遠くなるため、反応が悪くなるという問題点が発覚した。このことから小さい子供に対しての精度面での改善、調整も必要である。



図4 模擬環境の設置

6. まとめ

本研究では、屋内における立ち入り禁止空間を通知するため、携帯端末を利用した通知システムを提案する。携帯端末上のソフトウェアでは、Beaconの電波を受信し、設定されたRSSI値以上になると立ち入り禁止空間に接近していると判定し、利用者に音とバイブレーションで知らせる。

実験結果から、接近の通知を始める距離を長めに設定することと、携帯端末の鳴動による通知が有効であることが確認できた。今後の課題として、管理者側の設定画面の設計が必要となる。

参考文献

[1] 中井美穂, 中道上, 渡辺恵太, “二次災害の防止のための危険エリア通知システム”, 平成27年度(第66回)電気・情報関連学会中国支部連合大会論文集, 2 ページ, 2015年