

Bluetooth とスマートフォンアプリを用いた動線解析技術の実用化に関する研究

笠 居 聡 宏

序論)

デザインにおけるマーケティング（市場調査）は、誰に、何を売るのか？どのような購入体験をしてもらうのか？を実地検証することから始まる（恩蔵，2004）。

したがって、マーケティングデータが正確でなければ、デザインが狙った効果は期待できないと言える。

ユーザーの趣味嗜好、生来の性格等も調査の大切な要素ではあるが、外的要因によって人の行動が左右されることは多々ある（青木，2010）。

例えば、ショッピングモールにおいて、顧客全体の建物内導線を設計時に考慮することは常識だが、開業後にPDCA サイクル（PLAN・DO・CHECK・ACT）を繰り返して、導線の改善を行うことは、なかなか困難な課題である。

また、展示会等のイベント会場においては、予め各出店者のブース設計が把握できないために導線設計がままならないことが多く、また、同様の理由から全体的な設計が徹底できず、開場後の顧客の流れを把握しにくいという問題もある。

現在、インターネット上においては顧客動線を取得することは容易だが（山浦，2014）、実際の店舗・商業施設などで顧客動線を分析するためには、会場各所に配置したカウントチェック要員などの人力に頼る作業が大きいと言わざるを得ない。

人力による動線解析には、先に述べた通り、チェック対象となるエリアの各所にカウントチェック要員を配置し、手作業によるカウントを行うことになるが、この方法によって知り得るデータは、「各チェックポイントを通過した延べ人数」でしかなく、モールにおける各店舗や、イベントにおける各ブースにどの程度の来客があったか、また店舗内やブース内にどの程度の時間滞在したか、店内の商品やブース内の展示物にどのような興味を示したか、などの詳細なデータを取得することは困難である。

インターネット上での顧客動線解析のように、「来訪」「滞在時間」「興味を持ったコンテンツ」などの詳細なデータを、実際の店舗やブースで取得することができれば、詳細な「CHECK」が可能になり、その後の「ACT・PLAN・DO」が有用な意味を持つことになる。

以上の事柄を解決するための方策として着目したのが Bluetooth（正確には弱電 Bluetooth

／Bluetooth Low Energy 以下 BLE) とスマートフォンアプリの組み合わせによるチェック機構である。

この技術により、人の行動を「見える化」する動線解析を研究し、かつ、デザインへの活用をゴールとした実用化を検証する目的での評価実験を実施することとした。

まず、BLE 端末の設置されたエリアに顧客が存在し、ビーコン信号に対してチェックイン動作を行ったことをサーバー・データベースに記録するところまでを、ごく初期の方策として構築することとし、2016年6月より設計。2017年1月にiOS及びAndroidOS用のスマートフォンアプリとして開発した。

本論)

■手法の仮定と概要

実際の店舗での「来訪」「滞在時間」「興味を持ったコンテンツ(商品)」をデータとして取得するために必要な事項として考えられるのは、以下の項目である。

- ・ユーザー情報
- ・入店時刻
- ・滞在時間
- ・購入品目
- ・手に取った商品
- ・一定時間立ち止まった陳列場所

これらを BLE とスマートフォンアプリの組み合わせで取得する方策を考えると、以下のようになる。

- ・ユーザー情報

スマートフォンアプリをインストールし初回起動した際に、個人を特定できる情報を入力してもらい、インターネット上のサーバーに送信および記録する。

- ・入店時刻

入店の際に、入口付近に設置した Bluetooth Low Energy Device (以下 BLE 端末) からの電波信号をスマートフォンが受け取り、ネット上のサーバーへ入店時刻を送信する。

- ・滞在時間

退店の際にも、入店時と同様の手順でスマートフォンからサーバーへ退店時刻を送信する。入店時刻との減算により、店舗での滞在時間を算出することが可能になる。

- ・購入品目

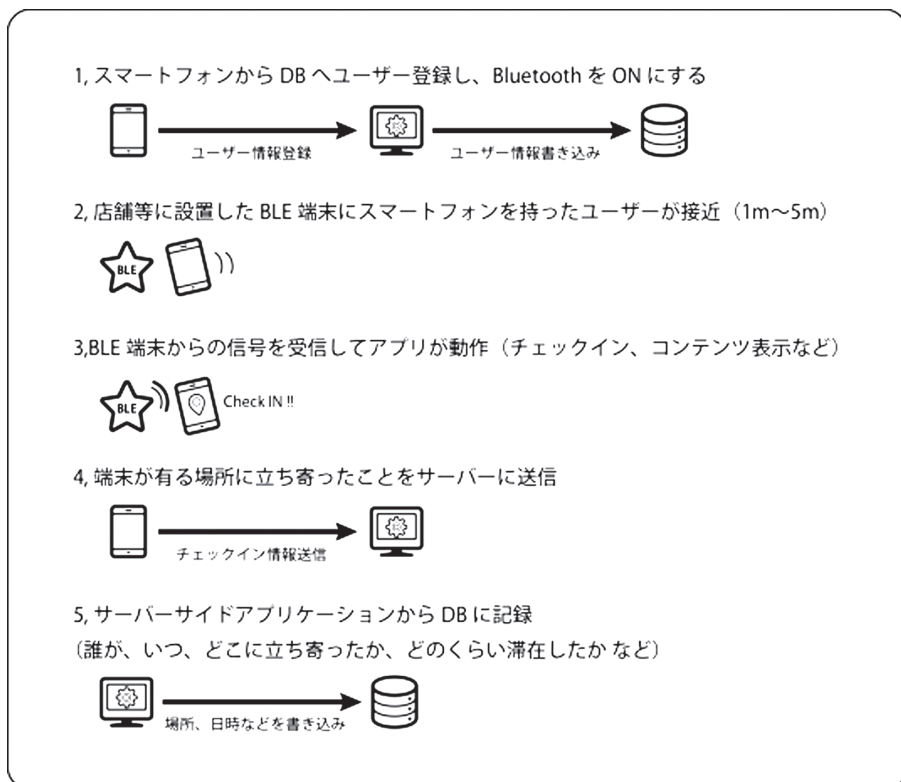
店舗レジシステムとの連動により、購入した品目をサーバーに記録する。

- ・手に取った商品

商品付近に設置した BLE 端末からの電波信号をスマートフォンが受信し、インターネット上のサーバーへ該当の品目を記録する。

- ・一定時間立ち止まった陳列場所

陳列棚に設置した BLE 端末からの電波信号をスマートフォンが受け取り、ネット上のサーバーへ該当の陳列場所を記録する。



ただし、これらの手順内にある「サーバーへのデータ送信」は、個人情報保護の観点から、無許可での情報収集には問題があるため、あくまでもユーザーの承認のもとに行われるべきである。

この点を解決するためには、データの送信によってユーザー側にもメリットを提供し、ユーザーの意思でデータを提供してくれるシステムにするべきである。

そのための方策としては、以下のようなことが考えられる。

・入店時や退店時のデータを送信することで、来店ポイントを付与し、顧客への還元を行う。

・商品や陳列棚に紐付けた BLE 端末から信号を受け取った際に、商品の PR 映像とともにクーポンなどを表示し、その場での割引などを行う。

こういったサービスを提供することで、ユーザー側もある程度積極的にデータを提供するためのモチベーションが高まると考えられる。

事実、類似の事例として、スマートフォンアプリで表示したバーコードや QR コードを店舗側の POS やレジ前の読取機で読み取って、その場での割引や来店ポイントを付与するようなシステムを導入している店も徐々にではあるが増えてきている。

・事例

無印良品、UNIQLO、ジャンボカラオケ広場 etc...

■評価実験のための機構構築

以上のようなシステムを構築するために、ある特定の場所に設置した BLE 端末からの ID 信号を受け取り、「端末近辺に本スマートフォンアプリをインストールしたスマートフォンがある」ことを検知しネット上のサーバーに知らせる機能を持った、スマートフォンアプリを開発することとした。

本機構の構築にあたり、必要最小限の機能を選定した結果、評価実験用のスマートフォンアプリおよび、サーバーサイドアプリケーションに実装する機能は以下の通りとした。

◎スマートフォンアプリ側の機能

・ユーザー登録

スマートフォンアプリのインストール後、初回起動時に個人を特定できる情報を入力し、サーバーへ送信する。

・入店記録

BLE 端末の周囲 3m 以内の範囲で端末からの信号を受け取ることで入店記録送信用のボタンを表示し、そのボタンをタップすると入店時刻をサーバーに送信する。また、入店したことをスマートフォンアプリ内に記録する。

・退店記録

入店の記録があることを前提とし、BLE 端末の周囲 3m 以内の範囲で端末からの信号を受け取ることで退店記録送信用のボタンを表示し、そのボタンをタップすると退店時刻をサーバーに送信する。

◎サーバーサイドアプリケーションの機能

・開店時間の登録

店舗が営業している日付と時間を、WEB ブラウザ上からあらかじめデータベースに登録する。

- ・ユーザー登録

スマートフォンアプリからのデータを受け取り、データベース (MySQL を使用) に、ユーザー情報を記録する。

- ・入店記録

スマートフォンアプリからの入店時刻データを受け取り、登録されたユーザー情報と照合したうえで、データベースに入店時刻を記録する。

- ・退店記録

スマートフォンアプリからの退店時刻データを受け取り、登録されたユーザー情報と照合したうえで、データベースに退店時刻を記録する。

- ・記録の閲覧及び、出力

各ユーザーの入店時刻、退店時刻の記録を WEB ブラウザ上で閲覧できる。かつ、そのデータを CSV 形式で出力し、PC にダウンロードできる。

・BLE による信号受信やデータ送信ができなかった場合に、WEB ブラウザから入店や退店の時刻を記録することができる。

なお、BLE 端末は電波信号の到達範囲の調整を容易にするため、専用のデバイスではなく、PC 用のアプリケーションを開発し、Bluetooth チップは PC に内蔵のものを流用することとした。

◎ BLE 端末として機能する PC 用アプリケーションの機能

・サーバーから「ユーザー情報」「開店時間情報」を受信し、その情報を含んだ Bluetooth 電波信号をスマートフォンアプリに対して発信する。

・Bluetooth 電波信号の到達範囲を 50cm ～ 10m の範囲で調整できる。

■実施手法

本システムの評価実験を行うにあたり、一定数の学生諸君の協力を仰ぎ、「店舗への入店」を「講義への出席」に置き換えてスマートフォンアプリの機能を検証することとした。

顧客動線の取得に必要とされる事柄を下記の通り、学生の授業への出席に置き換えてシミュレーションを行った。

- ・複数の店舗→大阪芸大内の複数の授業
- ・顧客として会員登録→各授業の受講登録
- ・来店→授業への出席
- ・店舗での滞在時間→授業終了時の退室時刻と出席時刻との減算により算出
- ・来店頻度→出席率

上記の各データの安定的取得が可能かを検証し、分析することができれば、顧客動線取得のシミュレーションが可能と考えた。

本実験の提案手法が確立して安定運用が可能になれば、実際の店舗における実証実験に進むことができると考える。

以上のような仮説のもと、協力学生延べ70名、設定授業3種という条件で、評価実験、スマートフォンアプリの改良、問題点の洗い出しなどの検証を約半年間にわたって行った。

■評価実験結果

実験／検証を繰り返した結果、多くの場合は期待した結果が得られたものの、1割程度の確率で問題点が浮上してきた。

・システムの流れに関して

スマートフォンアプリでのユーザー登録や、BLE 端末からの信号受信、サーバーへのデータ送信・記録など、大筋でシステムの流れは、ほぼ正常に機能し、改良の余地はあるものの、仮定した仕組みで運用することが可能であった。

ただし、以下に述べるいくつかの問題を解決する必要があり、安定的な運用というレベルに改善するには、抜本的な見直しが必要な部分があることがわかった。

・BLE 端末からの信号受信感度に関して

スマートフォンの機種や OS のバージョンにより、3m 以上離れても受信可能、1～2m の範囲で受信可能、BLE 端末に近接しないと受信できない、受信不可能、といった結果となった。

また、近接しないと受信ができない機種に関しては、受信のための時間もかかる結果となった。

デバイスの機能的には受信可能なはずの機種でも、受信ができないという現象がわずかなではあるが起こった。機能的に受信が不可能なスマートフォンについては後述する。

大きな問題としては、顧客（学生）の所有するスマートフォンによっては、BLE 端末からの信号を正確に受信できない場合があることである。

原因としては下記の通りである。

- ①スマートフォンの OS もしくはデバイスそのものが Bluetooth4.0 に対応していない。
- ②無線 LAN (2.4GHz 帯) との電波干渉により、BLE 端末からの信号が阻害される。
- ③各スマートフォン内蔵の Bluetooth チップと BLE 端末との相性。

■評価実験結果を基にした実用化への対応策

- ①に関して、弱電 Bluetooth は、IEEE 802.15.1 のバージョン 4.0 からの機能であり、それ

以前の Bluetooth バージョンを採用している端末では、受信も送信も不可能である。

デバイスの Bluetooth チップが 3.0 以下のバージョンだった場合は、OS がアップデートされても使用不可能なため、解決不可能である。

バージョン 4.0 の仕様書リリースは 2009 年だったため、今後においては 3.0 以前の Bluetooth を搭載した機種は、徐々に減少していくことが予想されるが、現時点では、わずかながらこのような機種が存在することを考慮に入れ、誤差が生じることを念頭に置いた分析が必要と思われる。

②について、Bluetooth に限らず、2.4GHz 帯の電波干渉は多くの問題を生み出している。

身近な事例で言うと、家庭内の無線 LAN と電子レンジの電磁波が同じ 2.4GHz 帯という周波数を使用しているため、電子レンジの使用中に無線 LAN の接続に問題が起こる等の事象である。

本評価実験では、近辺で使用する無線 LAN の帯域を 5GHz 帯に変更し、無線 LAN 機器から BLE 端末をできるだけ遠ざけることでほぼ解決できたが、実際の店舗やイベント会場では、多くの無線 LAN 電波が飛び交っており、また、5GHz 帯無線の普及も今ひとつ進んでいないため、このシステムの障害となる大きな問題であることは否定できない。

解決のための施策としては、Bluetooth の電波出力を上げる、無線 LAN 機器との距離をできるだけ離すなど、現時点では対処療法的な方法に頼るしかない。

③に関しては、今回の予算内では BLE 端末を複数種類購入して試験することがかなわなかったため、次の課題としたい。

また、単に「相性」で片付けるのではなく、ユーザーのデバイス情報も含めた、徹底した検証が必要になるが、学生のスマートフォンを借り受けて検証するのは現実的ではなく、また同機種を購入して検証するというのも、予算的に無理があると言える。

結論)

以上の検証結果を踏まえ、ある一定の場所における顧客動線は、BLE 端末とスマートフォンアプリの組み合わせにより、80～90%程度の確率で取得できる可能性があることがわかったが、10～20%の取りこぼしが生じることも確認できたので、来店に伴ったポイント付与などの顧客に対するインセンティブには問題が残る形となっている。

今回の評価実験では、来店（出席）と退店（退室）の 2 点のみでの検証となっているため、具体的な動線を取得・解析できたわけではないが、店舗内での動線や、ショッピングモール内・イベント会場内での顧客動線を取得することができる目処が立ち、スタートラインには立てたという状態だといえる。

システムの流れ自体を維持しつつ、このシステムによる動線解析を行う場合、取りこぼしが生じることを前提としたデータ解析の手法について考える必要があるが、80～90%の

データを収集することができれば、足りない部分を推測・補完することによって、おおよそ正しい顧客動線は取得できると考えられる。

ただし、システムが機能しなかった（BLE 信号の受信ができなかった）場合、別の方法でデータベースへの記録ができるようにするための回避策が必要となる。

ちなみに今回の評価実験での回避策としては、WEB ブラウザからの打刻を可能としたことがあげられるが、実際の運用に至るには、もっと店舗側にも顧客側にも簡便な仕組みが必要となると考えられる。

1 割の対象外となるユーザーが存在するとなれば、ユーザー側でデータ送信を承認する確率も下がると思われるため、収集できるデータの割合も下がってしまうことが想定できるので、先に述べた 80 ～ 90% のデータからほぼ正確な顧客動線を導き出す分析手法にも支障をきたすことになることは想像に難くない。

フローに問題が出た場合の補助的な手法として考えられるのは下記の 2 つである。

- ・ NFC（Near Field Communication 交通系カードやおサイフケータイに用いられている近接通信技術）を使用した近接通信によってデータ送信を行う。

- ・ バーコードや QR コードを用いた、POS レジやコード読取機からデータ送信を行う。

これらは店側に設備投資が必要となるが、BLE よりは確実にデータを取得できる可能性が高い。ただし、BLE とは違い、以下のようなデータの取得は難しいと考えられる。

- ・ 滞在時間
- ・ 興味を持ったコンテンツ（手に取った商品、一定時間立ち止まった陳列棚など）

NFC によるデータ送信については、POS レジや読取機といった専用機器ではなく、Arduino や Raspberry Pi といった ARM プロセッサ搭載シングルボードコンピュータを利用して、IC タグの読み取りからデータ送信までの機器を自作することが可能と思われるので、システムの補助機能として、次の研究に盛り込むことを予定している。

【参考文献】

- 恩蔵 直人（2004）『マーケティング』（日経文庫）日本経済新聞社
青木 幸弘（2010）『消費者行動の知識』（日経文庫）日本経済新聞社
山浦 直宏（2014）『Google Analytics パーフェクトガイド』SB クリエイティブ