

要旨

近年、ゲームやメディアアートなどの新しいメディア、特にエンタテインメントシステムに対する研究やイノベーション事例は多く学際分野から創出されている。しかし教育・研究の両側面において、その創出物に対する理論化や評価手法の確立が重要である。

本稿では赤外線レーザーによる測域センサをCloud Serviceと組み合わせ、エンタテインメントシステムに対する評価データを遠隔地から取得し、分析を行えるシステム「ResBe (Remote Entertainment Space Behavior Evaluation)」を開発した。アンケートによる主観的評価でなく、言語や文化に非依存な人間の自然な振る舞い状態を物理的に測定し、スマートフォンにおける動画視聴時の集中状態についての物理評価、ワークショップにおける「発生するイベント」の効果を評価、設置型エンタテインメントシステムを使った展示物に対する自然な振る舞いを取得する実験を行った。

結果、その計測から得られたデータを、可視化・データ処理プログラムを使用することにより、動画視聴時の各個人による動きの振れ幅の違い、「発生しているイベント」でのひとの動きの違い、複数人が共に行動している様子、人がどの場所に多く集まったのかという「人の自然な振る舞い状態」を定性的に見ることができた。

可視化したデータを利用する事により対象物および体験者周囲の環境設計や、教室、より良い作品作りの参考データに使用できる。

測域センサを用いた体験教育環境の物理的評価

岩楯翔仁¹・白井暁彦²

¹ 情報メディア学科 (iwadate@shirai.la)

² 情報メディア学科 (shirai@ic.kanagawa-it.ac.jp)

Physical evaluation methods for experience learning environments using laser range scanner.

Shoto IWADATE¹⁾, Akihiko SHIRAI²⁾

Abstract

Recently, establishment of theory and evaluation approach is important in education and research in innovation of entertainment system. Experience learning is important but its evaluation methods have not been established.

We have developed a system "ResBe" using laser range scanner and cloud service which obtain and analyze user's behavior without any wearable equipments.

In this article, we have obtained and visualized 2 cases using ResBe system. It found a concentrated behavior by heatmap method in a case of watching video by Smartphone.

In the other case, it visualized event sequences of experience learning activity in a workshop by flow lines of participant's paths.

Key Words: remote evaluation, visualization, laser sensor, education evaluation

1. 背景

近年メディアアートなどの新しいメディア、特にエンタテインメントシステムに対する研究やイノベーション事例は多くの学際分野から創出されている。しかし教育・研究の両側面において、その創出に対する理論化や評価手法の確立が重要となる。

また、システム評価において「遊戯状態」(図1)を、アンケートや主観的な評価ではなく、物理的・客観的な手法で測定することは、工学的な積み上げが可能な評価・検討を行う上で、非常に重要な意味を持つ⁽¹⁾。

本稿では「遊戯状態」とは、図1における6つの要素が全て成立したときであると定義する。



図1 遊戯状態成立のための6要素

オ等で遠隔から観察すると、被験者は必ずしも1名单独でエンタテインメントシステムに接しているわけではないことが分かる(図2)。

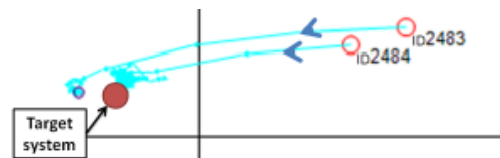


図2 複数人が並んで歩いている例

主たるプレイヤーのほかに、周囲でそれを見る、システムの中で起きている出来事をつぶやく、間接的に参加する人々、またその人垣を興味深く眺めるなど、遊戯空間の周りには「コミュニケーション場」と呼べる場が存在している(図3)。

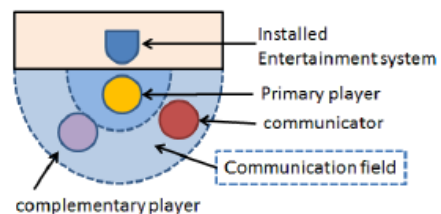


図3 コミュニケーション場のモデルケース

エンタテインメントシステム周囲の様子をセンサやビデオ

この「コミュニケーション場」測定についての研究は、先行事例として体験者へのアンケートやゲームシステムにおけるコイン投入数などのマーケティング手法、船津氏らによる CG アニメーション生成における確率場によるシミュレーション⁽²⁾ や、遠隔臨場感システムにおける HMD 装着による注視点測定⁽³⁾、血流・血圧や呼吸、GPS 装着による測位など装着物を使った測定法⁽⁴⁾ などが存在する。

デバイス装着による方法は、「Microsoft Kinect」⁽⁵⁾に代表されるような、プレイヤーにインタフェースそのものを装着させない実空間指向のエンタテインメントシステムの場合や、お年寄りや子供、外国人といった理解や同意を得るのが難しい一般の人々を対象とした場合、見た目、重量、行動制限などの装着感による特殊環境下での状態測定となり、「自然な振る舞い状態」を評価しているとは言いづらい。

また、プレイヤーだけでなく、対象のシステムとそれを取り巻く人々のコミュニケーション場について測定する方法を考えた場合、被験者がこのような測定デバイスを装着した時点で、被験者に実験者の意図を表示することになり正確なデータとは言い難い。アンケート方法もまた同様である。

コンピュータビジョンによるビデオ解析は非接触であるが、解析にはビデオを試聴して人的カウントをする場合が多く、時間を要する作業であることと、明るさなどの撮影環境に対してロバストではないという問題がある。

また、主体的に参加の意思の無い観戦者を対象とした撮影および記録映像の蓄積は、倫理面および被験者の心理的負荷、プライバシー侵害問題を生む可能性があるため「自然な振る舞い状態の計測」には望ましい方法ではない。そのため本研究では、「人の自然な振る舞い状態の計測」について赤外線使用のレーザーセンサを採用した。

本報告では、教室でのワークショップにおける参加者の動きの物理評価によるイベント分析と、携帯電話、特にスマートフォンでの動画視聴時における人間の注視状態の物理評価について報告する。

2. プロトタイプ ResBe の開発

図 4 に示す通りスキャナ式レンジセンサ（北陽電機株式会社製 UTM-30LX；以下測域センサ）を利用した、ユーザ非装着による遠隔測定システム ResBe (**R**emote **e**ntertainment **s**pace **B**ehavior **e**valuation) の開発を行った。

赤外線 ToF(Time of Flight) による奥行き測定が可能で、人体に影響が無く、かつ赤外線による目に見えないセンサを使用することにより、遊戯者の振る舞い状態、ビデオカメラでは難しい周囲の人々との物理的距離、滞在時間、移動による状態変化を光源環境に関わらずデータ化、物理的に取得できる。

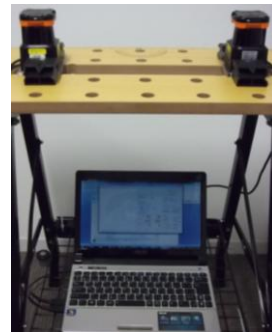


図 4 使用した測域センサ：UTM-30LX

今回使用した ResBe システムは、測域センサを 2 機 USB2.0 で接続したネットブック（ASUS 社 UL20A/Windows7）に、eMobile 社の公衆モバイルデータカード(7.2Mbps) を利用しインターネットに常時接続し、Dropbox を使った遠隔ファイル同期および TeamViewer によるモニタリングを利用し、低コストかつ高セキュリティな分散型遠隔監視システムとして構築した（図 5）。センサから取得したデータをインターネット経由で XML 等のデータベースに格納、そこから各種データの展開を行う。

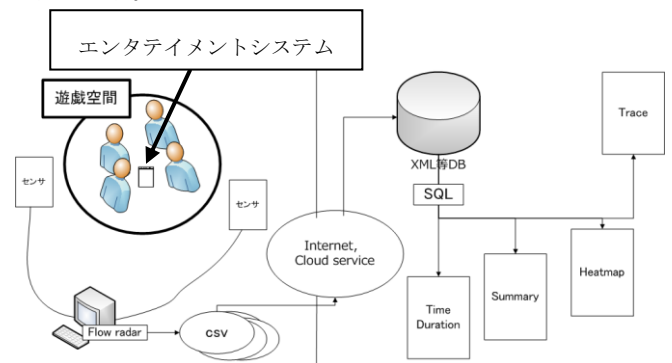


図 5 プロトタイプ ResBe システム構成

ソフトウェア構成は以下の通り。(1)測域センサによって取得できるリアルタイム奥行きデータを、北陽電機株式会社製流動計測ソフトウェア「Flow Radar」により、人間の動線データとして変型 CSV ファイルに保存、(2)遠隔側ホストにおいて、時系列の XML 等のデータベースに集約し、開発した C#.net プログラムにより注目する体験者の ID および計測時間を SQL クエリーとして個別の CSV ファイルに出力、(3) C#.net プログラム、マイクロソフト「Excel」および「Processing」⁽⁶⁾によるプログラムを用いて可視化を行う。なお本研究においては報告にあたり、人体検出アルゴリズムを独自開発のものとせず、一般性と再現性を重視した構成としている。

3. 設置型エンタテインメントシステムを用いての実地計測とデータの可視化

3.1 点群による可視化

図 6 は、設置型エンタテインメントシステム（以下設置型システム）を通路エレベータホール前に設置し、帰宅

時間帯(19:20~22:20) の 3 時間において遠隔観測した場合でのシステム周囲の人物の点群マップで、濃い部分はそれだけ人が集まったことを示す。図 6 上部がエレベータホールであり、多くの人々が帰宅のために、図中の下部中央に向かって進み、左右の出入口から退出する様子がみえる。

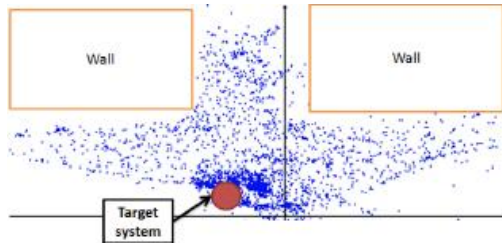


図 6 点群マップ

設置型システムは上図中の中央下部に設置されており、体験者によって設置型システム近辺の点群が密になっていることが読み取れる。また建築構造上は T 字型に通路が設置されているにもかかわらず、帰宅を急ぐ人々は左側出口に向けて放物線を描いて通過していることがわかる。

3. 2 軌跡の可視化

ResBe システムにおけるデータベースは、認識した体験者ごとに通し番号 ID を付与しており、毎秒ごとの X-Y 情報を mm 単位で記録している。ここで、実験エリアの床で 1 辺 500mm のタイルの升目にそって蛇行歩行をさせたケースの歩行動線を図 7 に示す。以後、この手法を「Flow line」と呼ぶ。

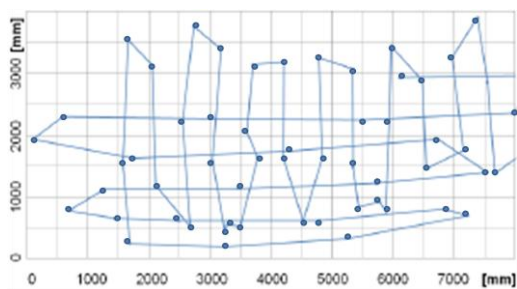


図 7 歩行動線サンプル

Flow line の抽出を利用して、独立プレイヤーのプレイ中の振る舞いを ResBe データベースより抽出し、Excel の散布図機能にて可視化した(図 8)。

今回使用した設置型システムは指先の反射神経を主に使用するゲームのため、遊戯状態におけるプレイヤーの動きは非常に少なくなる。

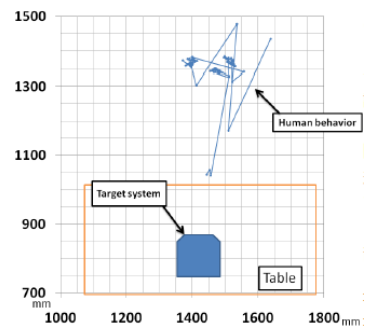


図 8 独立プレイヤーの挙動線

歩行動線可視化の精度を利用したトラッキングは、連続的なプレイヤーの動作傾向を読み取る上では利便性が高いが、描画構造上、今回の実験のように同一の場所に長い期間留まる様子を分析するケースでは使いづらく、また物理的な傾向として評価することが難しい。そのため、同一のデータ(1 秒ごとの座標記録) を 50mm の正方メッシュ区間で分割してカウントし、データの件数によって正規化した Heatmap として可視化したものが図 9 である。

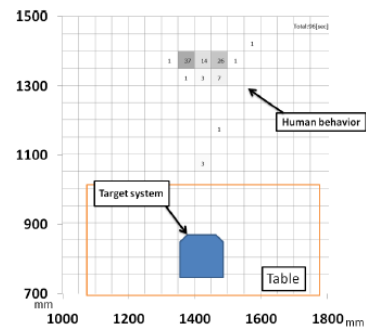


図 9 独立プレイヤーの Heatmap

4. スマートフォンにおける動画視聴時の集中(=注視状態)についての物理評価

Softbank 社製 iPhone を用いて、直立により動画視聴を行うエンタテインメント状態を測ることで視聴中の人々がどの程度の幅動いていたのかを Heatmap にて可視化、検討した(図 10)。

下図は左右で体験者以外は同じシチュエーションで計測を行ったものである。図にあるブロックの間隔は 50cm 角、動画の視聴時間は 3 分で、可視化した図ではそのうちの同じ動画場面での 1 分間を切り取っている。

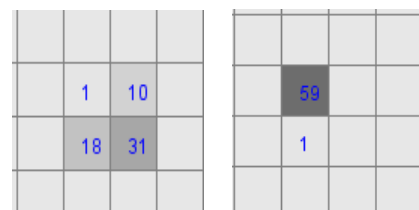


図 10 視聴状態における独立プレイヤー Heatmap

左の体験者は、滞在ブロックにバラツキがみられ、視聴時の動きに体の揺れがあることがわかるが、逆に右の

体験者は、動き幅が少ないため右体験者の方が視聴に集中ができていたのではないかと読み取れる。このように、カメラ認識では分かりづらいような些細な状況変化をも可視化することができ、物理的データとして取得・評価できる。

5. 教室内のワークショップにおけるイベント分析

図 11, 12 (図中○はセンサ位置) は、ワークショップ内 (図 13) で計測したデータを Flow line 手法を用いて可視化したものである。同じ環境での計測であるが、図 11 では、席を立てて話を聞きに動き回っているイベント、図 12 では席に座って代表者の発表を聞いているイベントというそれぞれで「異なったイベント」が発生している状態の 5 分間をそれぞれ切り取っている。

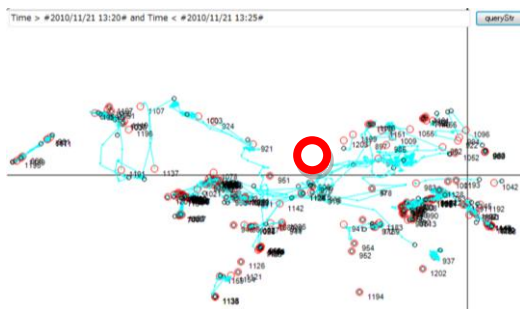


図 11 ワークショップ会場の様子 1

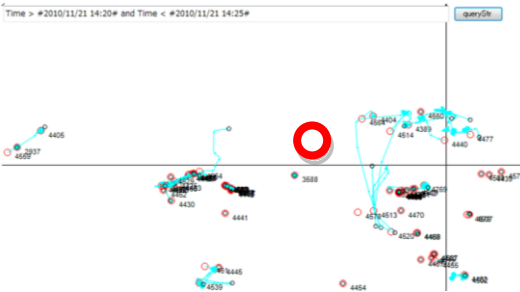


図 12 ワークショップ会場の様子 2



図 13 ワークショップ風景

図 11 では、話を聞くために動きまわっているため、軌跡の行動範囲がとても広い。それに比べ図 12 では、動き回らず席についている人が多い状態なために軌跡の描画がみられない。

このように、時間や個別の ID による軌跡の検索を行うことで「発生しているイベント」で人にどの程度影響があったのかといった「イベント状態」の評価を行うこ

とができる。この「イベント状態」の評価は、酒井氏らによるバーチャルクラスルームを利用した講義でのイベント評価⁽⁷⁾のようなものへの応用も考えられる。

6. まとめ

今回行った計測ではエンタテインメントシステム周囲での振る舞い計測を行ったが、この用途は ResBe の一部である。例えば人の自然な振る舞いを計測できることを利用し、その環境下での集中度合いを Heatmap と Flow line を使って測ることで、遠隔授業などでの生徒の学習状態を評価することもできる。

また教育面でも、生徒自らが生み出した作品への自然な評価も得ることができるため、展示のレイアウト、体験者環境の設計等より良い作品作りをする際の参考データに利用できることが期待できる。

謝辞：機器をご提供いただいた北陽電機株式会社、株式会社 HORI、研究のヒントとアドバイスをいただいた日本科学未来館、支援をいただいた神奈川工科大学情報教育研究センターをはじめ、本研究にご協力いただいた各位にこの場を借りて謝意を表します。

参考文献

- (1) 白井暁彦：エンタテインメントシステム，芸術科学会論誌，Vol. 3, No. 1, pp. 22-34, 2004.
- (2) 船津聡，齋藤豪，中嶋正之，”自律的エージェントのための確率場に基づく動作クラスを用いた動作生成”，電子情報通信学会大会講演論文集，2005,263 特殊号:情報・システム 2. 2005.
- (3) 里雄二，北原格，中村裕一，大田友一：複合コミュニティ空間における注目の共有～指示動作による注目の強調提示システム～，日本バーチャルリアリティ学会第 6 回大会論文集，pp. 235-238, 2001.
- (4) 上岡玲子，広田光一，廣瀬通孝：体験記録装置としてのウェアラブルコンピュータの研究，日本バーチャルリアリティ学会第 6 回大会論文集，pp. 149-152, 2001.
- (5) 「Kinect™ For Xbox360®」，<http://www.kinect.me/>.
- (6) プログラミング言語「Processing」，<http://processing.org/>.
- (7) 酒井土文，間下直晃，吉光康大，重野寛，岡田謙一，松下温：バーチャルクラスルームを利用した講義イベントによる講義の構造化，グループウェアとネットワークサービス，2002.