

ResBe:エンタテイメントシステム周囲の コミュニケーション場に対する遠隔評価手法の提案

ResBe:Remote evaluation method for entertainment system and
its communication field

岩楯翔仁, 荒原一成, 周立, 白井暁彦

Shoto IWADATE and Kazunari ARAHARA and Li ZHOU and Akihiko SHIRAI

神奈川工科大学 情報学部情報メディア学科白井暁彦研究室
(〒 243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030)

Abstract : ResBe(Remote entertainment space Behavior Evaluation) system enabled to evaluate by numerical objectively, attribute and time of experience, repeater rate, frequency of utterance, communication field of around examinee. New entertainment systems applied virtual reality technology is suggesting and creating in recent years. However, it call for providing with appropriate to playing condition for appropriate of user model, and also evaluation method of its quality on physically and objectively for evaluate and review of those systems. Therefore we developed the remote data collection system for natural playing condition without wearable device, and tested by Table Coin Game. It use laser sensor with high-speed tracking systems, video and audio recording with regard for examinee's privacy.

Key Words: Remote evaluation, Laser sensor, Communication field.

1. 背景

近年バーチャルリアリティ技術を応用した、新しいエンタテイメントシステムが多数提案・創出されている。

これらの新しいエンタテイメントシステムの効果や意味、特に、システムに対する評価や、印象に直接影響を及ぼす、興味や共感、複数の人間が関わる「コミュニケーション場」を測定することは、人間そのものの心理メカニズムが複雑であるため、大変難しい課題であるといえる。このような「遊戯状態」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]。

本論文では、測域センサをクラウドサービスと組み合わせ、安価で安定に、遠隔地から動的な体験者の遊戯状態のデータ収集・分析を行うシステム「ResBe」(Remote entertainment space Behavior evaluation) System の開発について報告し、エンタテイメントシステムと体験者間に介在するコミュニケーション場についての物理的測定手法の可能性を提案する。

2. 「コミュニケーション場」について

エンタテイメントシステムをビデオ等を用いて遠隔から観察すると、被験者は必ずしも 1 名単独でエンタテイ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]。

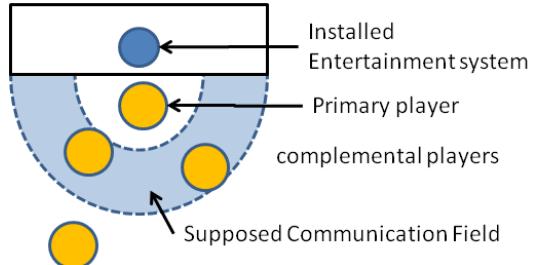


図 1: 本稿における「コミュニケーション場」の定義

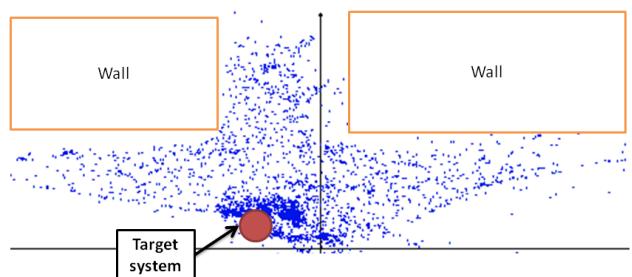


図 2: エンタテイメントシステム周囲の人の集まり（上面図・提案システムによる人物の点群）

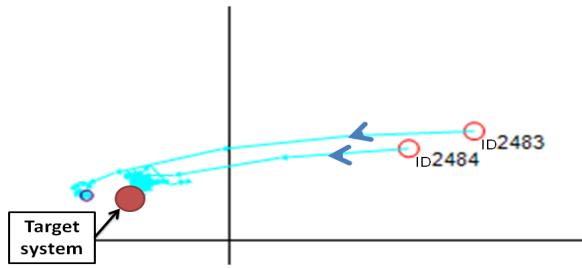


図 3: 複数人がエンタテイメントシステムへ向かう様子（図 2 の拡大・提案システムによる歩行状態のトレース）

主たるプレイヤのほかに、周囲でそれを見たり、システムの中で起きている出来事をつぶやき、間接的に参加する人々、またその人垣を興味深くかつ距離を持つ人々など、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]。

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・血压や呼気、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ヒューマンインターフェースの入力を記録することでデータを得られる場合は、比較的被験者のストレスが少ない利点があるが、「Microsoft Kinect」[7]に代表されるような、被験者およびプレイヤにインター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メントシステムの場合や、不特定多数の公共空間におけるパブリックインスタレーション [6]、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、自然な遊戯状態を評価しているとは言えない。

また、プレイヤだけでなく、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。アンケートをとるという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、明るさなどの撮影環境に対してロバストではなく、また主体的に参加の意思の無い観戦者を対象とした記録映像の蓄積およびデータ化はプライバシー侵害問題を生む可能性があるため望ましい方法ではない。

我々はこの課題に対し、実験者が被験者および観戦者と対面するのではなく、遠隔観測において、被験者同士の自然なコミュニケーション状態を維持したまま体験者の物理

的状態を把握することに注目している。また次世代型エンタテイメントシステムを視野に入れ、実空間指向のプレイフィールドにおいて、ひとり、もしくは複数存在する体験者を扱うことができる方法が必要であると考えている。

3. 開発

3.1 測域センサを用いた計測

我々は前節で掲げた課題に対し、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）[図 4]を利用した、ユーザ非装着による遠隔測定手法を提案する。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測域センサを使用する事により、遊戯者の自然な行動をデータ化することができ、遊戯者の遊戯状態、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物理的に取得できる可能性がある。

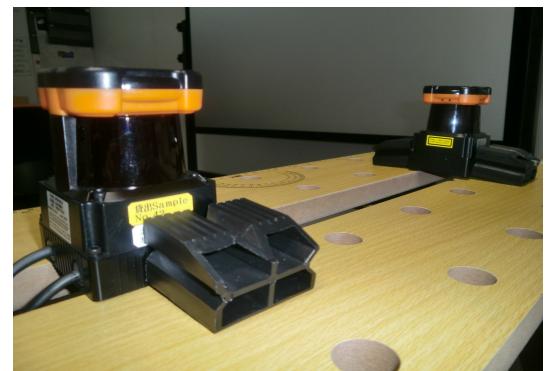


図 4: 使用した測域センサ：UTM-30LX

3.2 プロトタイプの開発

プロトタイプシステム名は「ResBe」(Remote entertainment space Behavior evaluation) とし、測域センサを本来のコミュニケーションロボットのためのセンシングではなく、エンタテイメント空間の自然な評価に使用する。

ResBe の開発にあたり、さまざまなエンタテイメントシステムに対する予備測定および公共施設へのヒアリングを実施し、セキュリティを維持した状態で、遠隔無人運転による測定システム構築の需要の必要性を知見として得た。

プロトタイプシステムは、UTM-30LX を 2 機 USB2.0 接続したネットブック (ASUS 社 UL20A, WindowsPC ベース) システムを、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監視システムを構築した [図 5]。

UTM-30LX から取得したデータは HOKUYO 社「Flow Radar」により変型 CSV ファイルに保存し、遠隔側ホストにおいて開発した C# プログラムにより事後、XML データベースとして分析を行った。

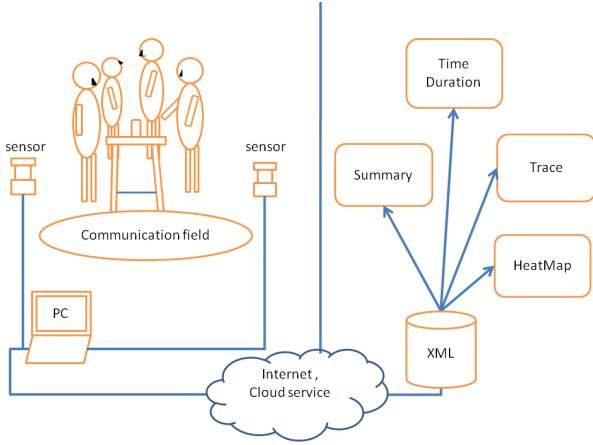


図 5: システム構成

4. 実験

4.1 設置型エンタテイメントシステム「TCG」

ResBe を評価するにあたり、より自然なエンタテイメント環境における提案システムの評価実験を行うため、設置型業務用エンタテイメントシステムを用いて実験を行った。



図 6: TCG

高さ 750mm の設置台に株式会社 Hori 製テーブルコインゲーム（以下、TCG）を設置した。この業務用小型エンタテイメントシステムは、縦 140mm、横 130mm、高さ 195mm の 20 個のボタン型を有する小型筐体であり、100 円玉を入れると稼働、LED により光るボタンを制限時間内で押す「もぐらたたき」形式の業務用ゲーム機である [図 6]。電池を内蔵し、約 1 年稼働する事ができる。「光ったボタンを押すだけ」という単純操作かつ 20 個の 3 色の LED 明滅で構成されたディスプレイであるが、インタラクションとして奥深く、幅広いプレイヤーが熱中できるように設計されている。通常のプレイヤーは 90 秒、300 点台で終了するが、反射神経およびアルゴリズムに対する洞察と集中力が高いプレイヤーは、100 点ごとに獲得できる追加のプレイタイム（10 秒）により、500 点以上のスコア（140 秒）を記録することもある。

TCG をプレイしている人、および周りで見ている人々の振舞いを取得するため、TCG と ResBe システムの測域センサ 2 台を死角側（90 度）を外側に向けて、高さ 750mm の台に設置し、2 つの台を 700mm 離してプレイヤーを観測する空間を準備した [図 7]、学会の懇親会を利用して 20 代～50

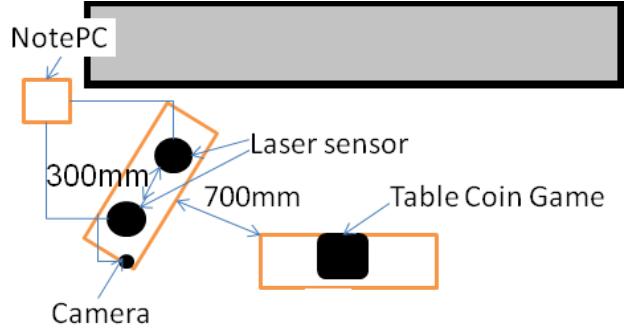


図 7: 実験システムの配置

代の方々を対象に、実験目的を伝えずに自由に体験させた。本実験においては 100 円玉は回収せず TCG 下から排出させ無料であることを明示した。なお、今回に限りビデオカメラを設置し、体験終了後に任意で年齢等の簡単なプロファイルをヒアリングおよびビデオ分析により取得した。

TCG やセンサ、人体による遮蔽を最小限に保つため、測域センサ 2 台および TCG 十分に離すことが望ましい。

「コミュニケーション場」は人々とその空間によって構成されるため、一意に最適な条件を割り出すことは難しいが、今回の設置条件で取得できたセンシング領域（3m 四方）においては最大 18 名の被験者が確認できた。

4.2 TCG を用いた自然な遊戯計測

より幾何的な特性を考察すると、使用している測域センサ UTM-30LX の角度分解能は 0.25step（360 度/1440 分割）であるため、目安として角度分解能が 1mm となる測定円周半径が 229mm と求められる。360 度中 90 度は死角であり、全方位に対して 25 % の損失があると表現できる。今回の条件では 1 つの台に置いた 2 つのセンサ間距離は 325mm、かつ、死角を外側に向いている状態ではあるが、他方のセンサ（60mm 角）の損失は 3 %、700mm 離れた TCG も同様に幅 140mm として 3 % 程度の遮蔽と算出できる。なお「FlowRadar」のアルゴリズムでは「直径 400mm 程度の丸みをもった人影を人間とみなす」ことから、理論上最低の条件、つまり 4 点で円をなす検出状態では測定円周半径が 23m と求めることができる。

ここで、センサからの半径 $R(\text{mm})$ において検出できる最大の検出可能人数について考察する。いま、1 台のセンサにおいて死角を除き 270 度の測定範囲があり、その円周 R 上に 400mm の人が隙間なく N 体並んだとする。この関係は、

$$\frac{3}{2}\pi R = 400N$$

と表現できる。 $R = 3000\text{mm}$ において 35 名と求めることができ、サンプリング定理からも「3 メートル四方で 18 名検出」という結果は十分妥当であると考えられる。

4.3 プレイ時間と滞在時間の比較

2 時間の実験における TCG 体験者数は 8 名（20 代 = 6, 30 代 = 1, 50 代 = 1），遊戯時間は平均 147 秒（最長 156

秒，最短 116 秒)であった。TCG に直接触らないが，付近に滞在していた被験者は平均 162 秒(最長 361 秒、最短 25 秒)と記録されており，実際のゲームプレイよりも長く，かつパラつきを持って TCG のコミュニケーション場に滞在している傾向があることが確認できた。

ビデオ観察から，遊戯しているプレイヤは，TCG の光るボタンから目を離さず集中をしており，身体の動搖は少ない。注目すべきはゲーム終了後であり，笑顔など表情の変化とともに発話や会話など再度動搖が現れる傾向があった。また，ギャラリーは体験者の後ろで，左右から TCG をのぞきこんだり，左右にそわそわした様子がそれぞれみられ「興味はあるが自らがプレイはしない」という「プレイしないプレイヤ」の存在が確認できた。ビデオ分析だけでは把握が難しく ResBe の 2 台の測域センサによってより詳細に，またこのプレイヤの集中や興味などの傾向を見る事ができた。

4.4 「コミュニケーション場」についての考察



図 8: 実験の様子

今回 ResBe システムと TCG を用いて，様々なコミュニケーション場について観測する事ができるようになった。特に，単位面積当たりの滞在時間をカウントし，HeatMap を作成することで，ビデオ分析では難しい，メインプレイヤの背後に存在する複数人が，エンタテイメントシステムを囲みながら自然な「コミュニケーション場」を作り出している状況について物理的に観測する方法が確認できたことは興味深い。今後，分析方法も含め報告したい。

5. まとめ

我々は「ResBe」と呼ぶエンタテイメントシステム周囲のコミュニケーション場に対する遠隔評価が可能となるシステムおよび手法を提案した。

本報告においては，特に「コミュニケーション場」を定義し，測定するにあたり，センサ特性および設置の条件の検討と，実際に自然なエンタテイメント体験を遠隔で測定するまでの知見や課題について述べた。

今回は TCG という限定された表現能力しか有しないエンタテイメントシステムをあえて対象とし，自然な遊戯体験の測定を行った。

ResBe で使用している赤外線 ToF 測域センサは，次世代のエンタテイメントシステムの中核をなすであろう「Microsoft Kinect」[7] のような実空間指向のヒューマンインターフェースにおける基盤技術ともいえる技術である。そして今回の実験により，デバイスのセンシング領域によっては，ゲームをプレイしている人物だけでなく，その周囲にいる「プレイしないプレイヤ」についてもシステムが把握可能であり，よりシステムが高度なコミュニケーションやエンタテイメント体験に寄与できる可能性を持っていることが知見として得られた事は意味深い。

また ResBe はゲーム以外にも，美術館や水族館，博物館などのミュージアムにおいても，どの場所がどのくらいの人に見られたのか，どれくらいの時間足を止めていたのか，どのような軌跡を辿ったのかというデータが取得できるため，展示物のレイアウトや順番などを考える上でも有用であるといえる。

今後は，今回提案した幾何的な計測を拡張し，時間的な変化や人々の興味の方向の推定，信号処理や適応型学習などの手法を用い，体験の質的評価のための物理測定方法構築へと展開したいと考えている。

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 晓彦：エンタテイメントシステム，芸術科学会論誌，Vol. 3 , No. 1 , pp. 22-34 , 2004.
- [2] 船津聰，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：複合コミュニケーション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] 前田 太郎，安藤 英由樹，渡邊 淳司，野村 宜邦，三木 健：行動モデル化のためのウェアラブルロボティクス-パラサイトヒューマンの研究第 6 報-，日本バーチャルリアリティ学会第 6 回大会論文集，pp. 153-156 , 2001.
- [6] OZTURK Ovgu , MATSUNAMI Tomoaki , SUZUKI Yasuhiro , YAMASAKI Toshihiko , AIZAWA Kiyoharu : Can you SEE your "FUTURE FOOTSTEPS"? , LAVAL VIRTUAL VRIC 2010 Proceedings, pp. 317-320,2010.
- [7] Microsoft 社 「Kinect」: <http://www.xbox.com/en-US/community/events/e3/kinect.htm>