Emotion Door：扉を開閉するたびに進行する VR コンテンツのデザイン

寺内翼

本研究では，扉にモーションセンサを取り付けた小さな箱型デバイスと VR ゴーグルを用いて体験する VR コンテンツ「Emotion Door」を提案する．ユーザが箱の扉を開閉すると，開閉速度，ドアノブへの圧力の値を検出する．これらのセンサ値を利用し，小さなデバイスであっても，仮想空間内では実寸大の扉や窓を開いて世界を覗いているような感覚が得られる．本デバイスを用い，繰り返し扉を開閉して視聴したくなるコンテンツのデザインを検討した．

Emotion Door：A VR System and Content Design which Progress Every Time when User Opens and Closes the Door

Tsubasa Terauchi

In this study, we develop a VR system that uses both a small box device that has a door with some sensors and VR goggles. We also create some VR contents that can be experienced using the device, while opening and closing the door. When the user opens and closes the door of the box, the opening/closing speed and the amount of pressure on the door knob are sequentially detected. Using the sensor data, in the virtual space the user can feel like he/she is opening a real door and window and seeing the world outside the door, even if the device is small and does not have a real door/window. We examined the content design how we can make people want to open and close the door repeatedly.

1. 研究の背景と目的

近年，遊具や家具などのオブジェクトにセンサを取り付け，エンタテインメントや IoT 分野などで幅広く応用されている．エンタテインメント分野では，センサの値を利用することで，リアルタイムに映像が変化するインタラクティブなコンテンツの開発などに応用が多くなされている．

本研究では，オブジェクトとして扉に着目した． IoT 分野では主に防犯対策として様々なセンサが取り付けられている．[1] [2] エンタテインメント分野においても，扉にセンサやディスプレイを設置した作品は存在する．[3][4] 扉型デバイスの中には，開閉のインタラクションを活かしたコミュニケーション支援システムも数多く存在する．[5] [6] [7] しかしながら，それらの作品は，扉の開閉動作を細やかにセンシングし，それらのパラメータに応じて，リアルタイムにグラフィックが変化するコンテンツではない．

そこで本研究では，扉あるいは窓にモーションセンサを取り付けた，小型の箱型デバイスを提案する．取り付けた各種センサにより，扉を開閉する際のユーザの動きを細かくセンシングする．この値を利用することで，扉の開閉動作を繰り返すたびに，リアルタイムにグラフィックが変化する VR コンテンツ「Emotion Door」を制作する．

加えて本研究では，「開けたくなる」「閉めたくなる」という行動を，何度も繰り返すことで，VR コンテンツを進行させるコンテンツデザインに応用する方法も探求する．

2. コンセプト

2.1 「Emotion Door」のコンセプト

小型の箱型デバイスと VR ゴーグルを用いた「Emotion Door」の視聴のイメージを図 1 に示す．

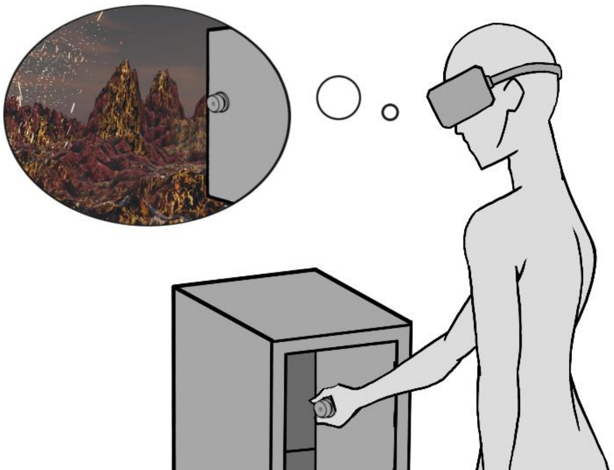

図 1 “Emotion Door”のコンセプト
Figure 1 Concept of the “Emotion Door” system

本研究ではまず，箱型デバイスを制作する前に，扉単体のデバイスを作成した．素材は木材を使用した．右側を蝶番で固定し，内開きの設計とした．扉の大きさは 600×400mm とし，周りのフレームで自立できるよう固定した．扉の裏には三軸加速度センサ：ADXL335，ジャイロセンサ：

ⓒ2018 Information Processing Society of Japan

L3GD20，ドアノブには圧力センサ：FSR-402，FSR-406 を取り付けた．センサの軸は図 2 の向きとなるようにした．

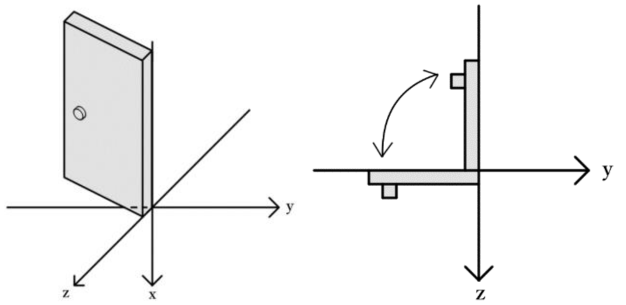

図 2　センサの取り付け方向
Figure 2　　Direction of sensor

これらのセンサにより，ユーザの動きを細かくセンシングした．取得した値により，リアルタイムにグラフィックが反映されるコンテンツを制作した．

一方，窓型デバイスのイメージを図 3 に示す．本研究では，窓型デバイスを引き込み窓で採用した．稼働する中央二つの窓の裏に加速度センサ，取っ手の部分に圧力センサを設置する．

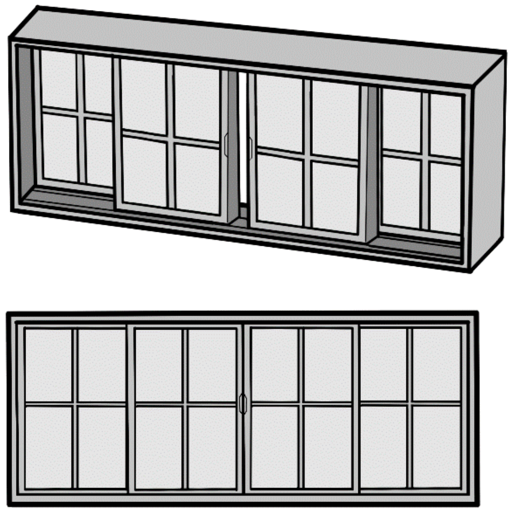

図 3　窓型デバイスのイメージ図
Figure 3　　Image type of window type device

2.2 システム構成

扉に取り付けた各種センサのデータは，Arduino Uno により，シリアル通信を用いて PC に送られる．そのデータを Unity で利用する．Unity 上でパラメータを操作し，リアルタイムに 3DCG コンテンツをインタラクティブに変化させる．そして Oculus rift を用いて，ユーザに VR コンテンツとしてフィードバックする．このシステムサイクルを繰り返すことで，インタラクティブな VR コンテンツとして視聴できるようにする．

2.3 扉の開閉状態検出手法

扉の開閉状態を検出するにあたって，基本的に次の方法が考えられる．

一つ目は，磁気センサを用いて開閉状態を判定する方法である．[8] これは磁石やホールセンサといった，二つのオブジェクトを利用する方法である．扉を閉じた状態において，磁石とホールセンサが接するように配置する．これにより扉が閉じた状態では，ホールセンサが磁石からの強い磁束密度を検出する．扉が開いた状態では，ホールセンサが検出する磁束密度が小さくなる．このパラメータの変化により，扉の開閉状態が判定できる．

二つ目は，ジャイロセンサを用いて扉の開閉角度を検出し，開閉状態を判定する方法である．これはジャイロセンサにより取得した角速度を積分し，角度を算出する．

本研究では，二つ目の検出方法を利用した．ジャイロセンサによる角度算出を利用することで，開閉状態判定だけでなく，細やかでインタラクティブなグラフィックの変化を実装した．

ジャイロセンサの角度算出による，扉の開閉状態を判定するアルゴリズムは図 4 のように設計した．扉の開閉角度 Angle が 80 度以上の時，開閉角度 90 度に到達したフラグ Angle90 を立てる．そして Angle が 10 度未満且つ，Angle90 のフラグが立っている時，閉じた動作を判定するフラグ Angle0 を立てる．この二つのフラグより，扉の開閉判定を行った．

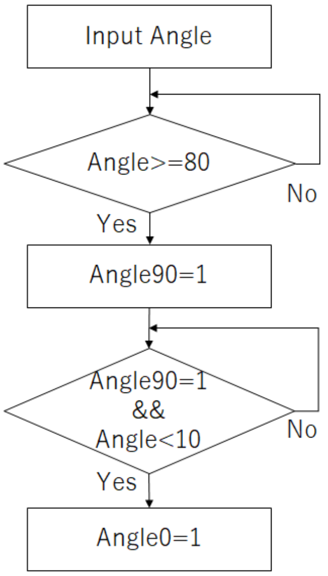

図 4　開閉判定フローチャート
Figure 4　Open / close determination flowchart

ⓒ2018 Information Processing Society of Japan

3. コンテンツデザイン

実際に作成したコンテンツは，無機質な部屋にある扉を中心に変化する．（図 5）それぞれのコンテンツは，開閉動作を繰り返し行うことで，ストーリーがインタラクティブに変化していく．

扉を開閉する際，現実のユーザはその場から移動しない．これでは，扉を開けた先の空間に入り込む感覚が乏しい．そのため，扉の開閉角度に応じて，視点が前後に移動するよう設計した．これにより，ユーザは扉を大きく開けることで，よりその空間を見渡せ，身近に体感することが可能となる．逆に，扉を閉じる動作により，その空間から退避する動きが可能となる．

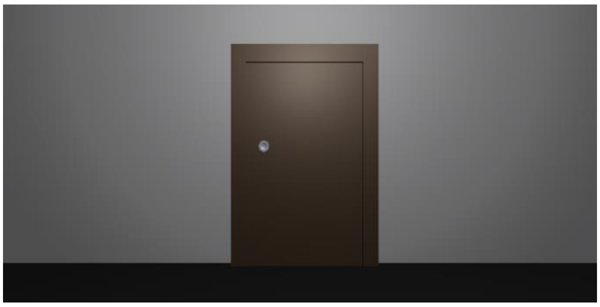

図 5　扉のグラフィック

Figure 5　Graphic image of a door

本研究のコンテンツは，開閉動作を繰り返す前提のデザインである．このデザインに適したコンテンツの種類を表 1 に示す．本研究では，これらのコンテンツ例のうち，「創造」と「未知」の制作を行った．

表 1　コンテンツの種類

Table 1　Content Type

タイトル	コンテンツ内容
物語	開閉のたび，主人公を中心とした物語が進行する．ユーザは物語の続きを知るために，扉を繰り返し開閉する．開閉状態により物語がインタラクティブに進行する．
創造	開閉のたび，何もない状態から世界がインタラクティブに創造されていく．　ユーザは世界がどう変化したのか確認するため，扉を繰り返し開閉する．
未知	開閉のたび，ランダムに恐怖を仰ぐ未知の空間を体験する．ユーザは不安感や興味心から扉を開け，恐怖や驚きにより扉を閉める．またインタラクティブにユーザを恐怖に陥れる．
旅行	開閉のたび，ランダムに世界各地を旅行する．ユーザは様々な国を訪問するために，繰り返し扉を開閉する．またインタラクティブに，その土地固有の気象や生物などが生成されていく．
成長	開閉のたび，生物が成長していく．ユーザは子供から大人へと成長していく生物を見守っていくため，繰り返し扉を開閉する．
問題	まず扉を開けると問題が出される．開閉のたび，その問題のヒントが出されていく．ユーザは答えがわからない場合，ヒントを得るため扉を繰り返し開閉する．

3.1 「創造」

これは開閉動作を行うたび，インタラクションに世界が創造されていくコンテンツである．創世記の天地創造をモチーフに世界が発展していく．大きく分けて 4 段階の要素を創造していく．（表 2）

表 2　「創造」におけるコンテンツ

Table 2　Contents in the “creation” scenes

1 段階	昼と夜
2 段階	空と大地（海）
3 段階	太陽と月
4 段階	生物と人

開閉過程において,「激しい動き」または「落ち着いた動き」を判定する．このセンシング結果の例を図 6 と図 7 に示す．横軸はフレーム数を取り，縦軸は加速度，圧力，角速度，開閉時間である．

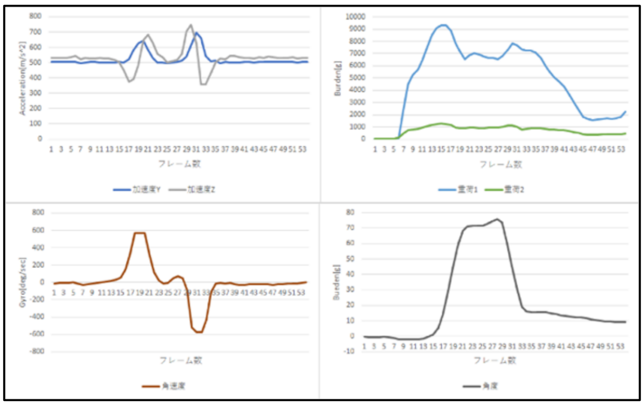

図 6　「激しい動き」の例

Figure 6　Example of "intense movement"

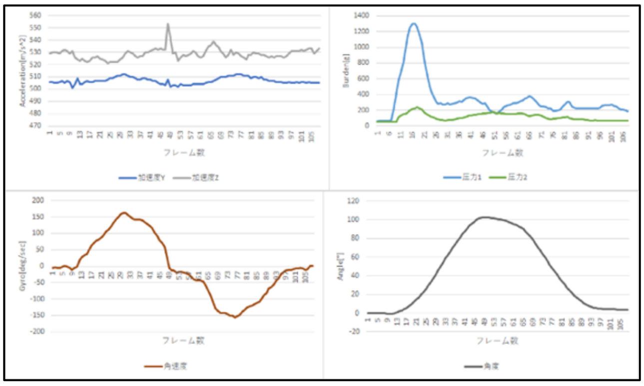

図 7　「落ち着いた動き」の例

Figure 7　Example of "calm movement"

このパラメータにより，世界がインタラクティブに変化していく．加えて，開閉中のアクションにより，その世界内でインタラクティブにイベントが発生する．グラフィックの一例を図 8 に示す．これは「激しい動き」を繰り返した結果，大地が荒廃したグラフィックである．ドアノブを強く握るといったアクションにより，火山の爆発が起こる．

ⓒ2018 Information Processing Society of Japan

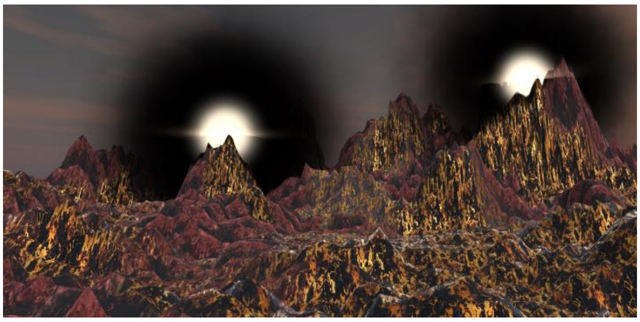

図 8　「創造」のグラフィック例
Figure 8　An image example of the “creation” scene

創造のコンテンツにおける，開閉動作とユーザの心理状態例は表 3 のように対応する．

表 3　「創造」における開閉動作とユーザの心理状態例
Table 3　Opening / closing motion in the “creation” scene and psychological states of the user

	ユーザの心理状態
扉を開ける	開閉のたびにグラフィックが変化していき，「次はどのようにグラフィックが変化しているのだろうか？」と興味心を抱き，扉を開ける．
開けている際のアクション	ユーザの行動により，世界がインタラクティブに生成されていく．「どのインタラクションでどのようなグラフィックが生成されていくのか？」と探索的に行動を起こす．
扉を閉める	グラフィックをあらかた生成し，「もうグラフィック生成に満足した」と次のグラフィックに遷移させるため，扉を閉める．

3.2 「未知」

これは開閉動作を行うたび，あらかじめ用意した世界へとランダムに遷移するコンテンツである.「驚き」や「恐怖」をテーマに次のようなコンテンツを想定した．(表 4)

表 4　「未知」のコンテンツ
Table 4　Contents in the “unknown” scenes

コンテンツ 1	視線
コンテンツ 2	お化け屋敷
コンテンツ 3	ゾンビ
コンテンツ 4	落下
コンテンツ 5	衝突

開閉中のアクションにより，その世界内でインタラクティブにイベントが発生する．グラフィックの一例を図 9 に示す．これはお化け屋敷のグラフィック例である．例えば扉の開閉速度により，お化けが飛び出す.

図 9　「未知」のグラフィック例
Figure 9　An image example of the “unknown” scene

未知のコンテンツにおける，開閉動作とユーザの心理状態例は表 5 のように対応する．

表 5　「未知」における開閉動作とユーザの心理状態例
Table 5　Opening / closing motion in the “unknown” scene and psychological states of the user

	ユーザの心理状態
扉を開ける	「中の様子を見たくはない」と思いつつも，実際に確認して安全を確保するために，扉を開ける．
開けている際のアクション	様々なインタラクションを試しつつ，未知の存在に対する不安を解消するため，行動を起こす．
扉を閉める	生成されたグラフィックに対し，「驚き」や「恐怖」を感じ，それらから遠ざかるべく，扉を閉める．

4. 考察と今後の展望

4.1 「Emotion Door」のコンテンツデザインについて

本研究では，小型の扉に取り付けた扉の開閉動作によってインタラクティブに変化する VR コンテンツ「Emotion Door」を提案した．現実の扉と VR 空間の扉の動きが連動し，扉の開閉のインタラクション性をユーザにフィードバックする．加えて，カメラの移動により，ユーザが扉を開けてワールドをのぞき込む，という動作を反映した．これらにより，VR 空間への没入感が増した．また開閉動作とグラフィックとの連動により，高いエンタテインメント性が期待できることが分かった．

VR コンテンツは，「扉を開けたくなる」，「扉を閉めたくなる」要素について検討し，何度も扉の開け閉めを繰り返したくなるようなデザインを考察した．今後，「物語」「旅行」「成長」「問題」のタイプのコンテンツの制作に進む予定である．

4.2 ハードウェアデザインについて

本研究では，扉を開閉できる小型の箱型デバイスを提案した．まず，扉単体でのデバイスを作成し，実際に CG と扉を連動させると，仮想空間に入り込んだ感覚に陥ることを確認できた．しかし，扉が引っかかって開きづらいなど何かしらの不備が生じると，途端に VR 世界でスムーズに

ⓒ2018 Information Processing Society of Japan

リアルタイムな体験ができなくなり，インタラクティブ性と没入感が失われてしまう．そのため，箱型デバイス，もしくは窓型デバイス制作の際は，より快適に開閉動作が行えるよう，安定した設計が不可欠となる．

謝辞：研究を進めるにあたり，電気通信大学情報理工学研究科児玉幸子准教授よりご指導頂きました．記してお礼申し上げます．

参考文献

［1］ Strobo：leafee mag，Strobo ，<https://leafee.me/mag/>（参照 2017-08-03）.
［2］ 梅田幹雄，坂井康弘：中村健太郎，圧電素子を用いた衝撃・振動による自己発電型ドアアラームシステム，電気学会論文誌 E，123 巻 12 号，pp.534-540.（2003）.
［3］ BANDAI NAMCOENTERTAINMENT Inc.：ドラえもん VR「どこでもドア」，BANDAI NAMCOENTERTAINMENT Inc.，＜https://project-ican.com/?utm_source=youtube&utm_medium=direct&utm_campaign=direct>（参照 2018-08-03）.
［4］ David-Alexandre Chanel，Romain Constant：Doors 2015，ACM SIGGRAPH 2016 Art Gallery，pp.370-371（2016）.
［5］ 川口一画，遠藤優，葛岡英明：Next Room：扉型インタフェースを用いた遠隔コミュニケーション支援システムの提案，情報処理学会インタラクション 2016，pp.744-745（2016）.
［6］ 株式会社 TYO デジタル・ワークス：運命の扉，株式会社 TYO デジタル・ワークス，＜http://www.tyo-id.jp/2015/01/doorofdestinies.php>（参照 2018-08-03）.
［7］ Kim Jaeyoung, Kang Byongsue, Kim Semi, Jo Hwanik, Choi Bonhwa, Sung Junghwan：Door : The Evolution of Messenger and Analogue Emotion，SIGGRAPH 2012, Los Angeles, California, August 5 – 9（2012）.
［8］ CQ 出版社：開閉スイッチの替わりになるセンサ，トランジスタ技術 2007 年 7 月号，pp.119-120，CQ 出版社.

ⓒ2018 Information Processing Society of Japan