

ユーザの脈拍数に応じて演出が変化する 没入感を高めたホラーゲームの開発

荒木勇人^{†1} 池田太一^{†1} 落合優介^{†1} 阿部将之^{†1}
小澤拓海^{†1} 一瀬啓太^{†1} 佐久間拓也^{†1} 川合康央^{†1}

概要： ヘッドマウントディスプレイと脈拍計を使用し、ユーザによって演出が変化するホラーゲームの開発。ユーザの脈拍数データを取得し、その脈拍数に応じて恐怖を与えるイベントが発生し、より高い恐怖感を与える。ユーザは椅子に座り、ヘッドマウントディスプレイとヘッドフォンを付け、リモートコントローラを使いプレイする。

Development of the Immersive Horror Game of the Fear Effect Changes by the User's Pulse Rate

HAYATO ARAKI^{†1} TAICHI IKEDA^{†1} YUSUKE OCHIAI^{†1}
MASAYUKI ABE^{†1} TAKUMI OZAWA^{†1} KEITA ICHINOSE^{†1}
TAKUYA SAKUMA^{†1} YASUO KAWAI^{†1}

Abstract: The purpose of this study is to develop of a horror game used head mounted display and pulse rate meter, and to change the fear effects by the user. This system acquires the pulse rate data of the user, giving a fear effects according to the pulse rate for giving a higher fear sense. The user sits on a chair and plays wearing head-mounted display and headphones, and using a remote controller.

1. 研究の目的

昨今の情報通信技術の発展は、ヘッドマウントディスプレイや身体計測センサーといったインタフェース機器の高性能化及び低価格化や、開発環境のフリー化・オープン化の普及などにみられるように、ハードウェア、ソフトウェアともに様々な新しい展開を見せ、安価で高品質な新規性のあるコンテンツの開発が可能となりつつある。しかし、これらは社会での幅広い分野に対しての展開が期待されているにもかかわらず、新しい情報技術の社会における実用的な普及が十分であるとはまだ言い難いものとなっている。本開発は、ゲームエンジンやコンピューターグラフィックスアプリケーションなどにおいて FLOSS（フリーオープンソースソフトウェア）を中心とした開発環境の活用と、ヘッドマウントディスプレイや身体計測センサー、立体音響システム等の入力インタフェースを複合的に組み合わせ、没入感を高めた身体反応によって演出が変化するホラーゲームの開発を行うものである。

身体計測センサーとして、本開発では脈拍測定バンド (Mio LINK Heart Rate Wristband [1]) を採用した。これら

の脈拍数を測定する装置は、ウェアラブルデバイスの普及により医療やヘルスケアといった観点からも注目されているが、身体反応における恐怖を測定するという観点からも非常に関連性が深い有効性のあるものであると考えた。人間は恐怖を感じた時に意識がそれを認識する、認識しないに関わらず脈拍数に値として表れる [2-4]。

またよりリアルにゲームをプレイできるようにヘッドマウントディスプレイ (Oculus Rift[5]) を使い、没入感を高めることとした。コンテンツ内で表現される仮想空間に対して、没入感が高まれば高まるほど、恐怖に伴う身体反応である脈拍数への影響も大きくなると考えられる [6]。ヘッドマウントディスプレイを用いたホラーゲームによって短時間で恐怖を体験可能なものとし、ユーザに高い満足感を与えることができると考えた。さらに、それを脈拍計によって後押しすることによって満足感を与える度合いを上げる事が可能である。

本研究では、ヘッドマウントディスプレイと脈拍測定バンドを使用し、ユーザによって演出が変化するホラーゲームの開発を行った。そこでは、ホラーゲームといったコンテンツとして最低限、恐怖を感じるということが重要な

^{†1} 文教大学
Bunkyo University

ってくる。またユーザの脈拍によって演出を変えることから、脈拍数を脈拍測定バンドから取得する技術も必要となった。他にも最大限にヘッドマウントディスプレイの没入感を高める為の環境整備など、コンテンツとして完成度の高いものを作成することを目標とした。

2. 調査及び分析

ホラーコンテンツを開発する上で「恐怖」への理解と原点を調査した[7,8].「恐怖」とは現実もしくは想像上の危険、喜ばしくないリスクに対する強い「生物学的な感覚」であり危険予測に対する動物の本能である。大きく分けて「身体的な恐怖」と「心理的な恐怖」が挙げられるが、いずれもそれを認知し、過去の経験を照らし合わせることで恐怖を感じるといった「知識的な恐怖」であると考えられる。既存の多くのホラーコンテンツはこの要素が複雑に絡み合っている。

その中でも特に映像やゲームなどにおけるホラーコンテンツで多く見られる要素として、「知識的な恐怖」が多く見受けられる。背後から物音がして振り向くときに感じる恐怖や、ドアを開ける際に感じる恐怖など、この先で何が起るのか、何が起っているのかという知らない事に対する恐怖が多くを占めている。

他にもホラーゲームに絞って考えてみると「身体的恐怖」も多い。近年、精神病棟を舞台にしたホラーゲーム[9]では、謎の生物や刃物をもった人間に襲われ、プレイヤーは傷を負いながらも逃げ、謎を解くといったものがある。

また、人間を含む動物は過度に恐怖を感じるとストレスを感じる。そこで、恐怖感を短時間で体験させる事によって過度なストレスを与え、ゲームがクリアされた際にそのストレスから解放されることによって満足感を得るものとして設計を行った。

恐怖に対する脈拍の推移の調査をするに当たって、過去の様々な分野の映像やゲームについて 20 本程度を選定し[10]、鑑賞及びプレイした。これらのうち、最も恐怖を意識的に感じた作品についての脈拍数は、最大脈拍数 127bpm、平均値が 65bpm となった (図 1)。

ここでは、意識的に恐怖を感じた場面は、「カメラが動いた際に襖の間から足が飛び出ているように見える」だったが、一瞬の出来事のため、脈拍に大きな反応は起こらなかった。

一方で、逆に最も脈拍数が上がった場面は「負傷した人物が立って部屋から出て行き、叫び声が聞こえる」といったものであった。この場面では、カメラが動いた瞬間に何かが起こると感じさせうえて、予測とは別の事が起き、それに対して恐怖を感じた場面を意識的にも脈拍数にも恐怖が見て取れる場面であった。他にも「何かカメラに向かって飛んでくる」などと予測できる場面でも怖いと感じたことに比例して脈拍が上がっていると考えた。

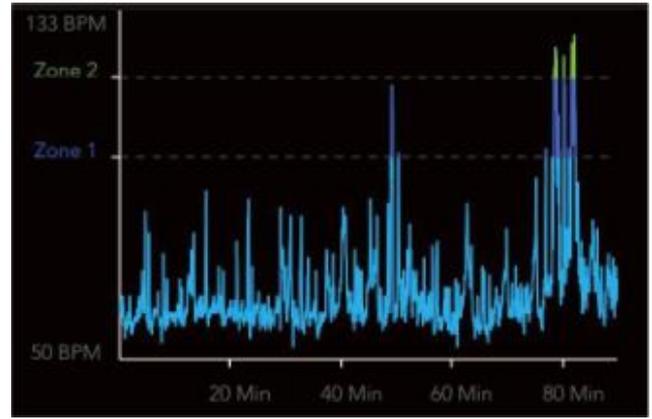


図 1 映像を見た際の脈拍数の推移

Figure 1 Transition of Pulse Rate when Seeing the Movie



図 2 VR コンテンツを体験した際の脈拍数の推移

Figure 2 Transition of Pulse Rate when Playing the VR

映画やゲームを鑑賞・プレイしている際、警戒しているため予測できる恐怖よりも、気を抜いている場面、気づくかわからないような場面の方が、意識的には恐怖を感じる。逆に警戒し「これから何かが起こる」と考えれば考えるほど、怖いシーンが起こった際に脈拍の上がり幅大きくなるのではないかと考えた。

また「何か物音がした」などといったように、聴覚から得る情報を元にして脳が次に起こることを予測するため、聴覚への情報も重要であるのではないかと考えた。その為、本コンテンツのようなホラーゲームでは視覚から得る恐怖と同じ程度に音のデザインが重要である。

ヘッドマウントディスプレイを利用するに当たり、先行する恐怖を対象とした VR コンテンツ[9]を体験した。そこでどのような仕掛けが恐怖を生むのかを脈拍測定バンドによって取得した (図 2)。また、実際に使用して明らかとなったことは、ユーザの置かれている状況 (プレイの体勢や

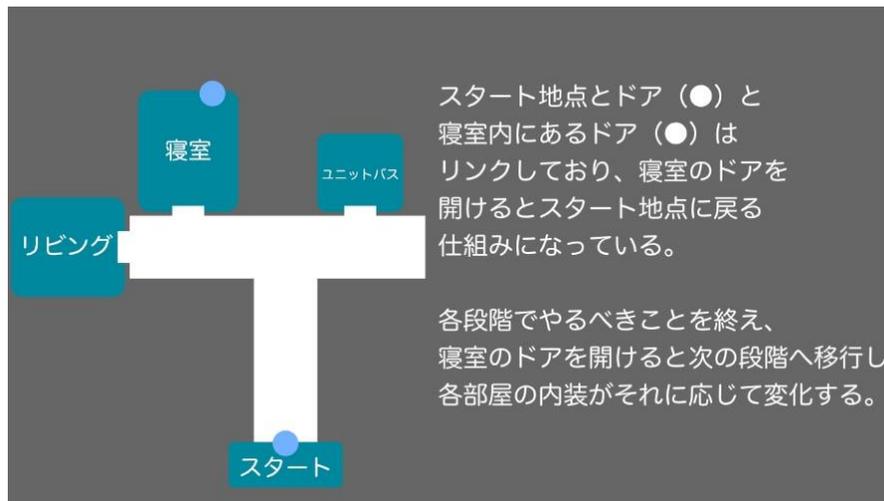


図3 ステージ構成
Figure 3 Stage Composition

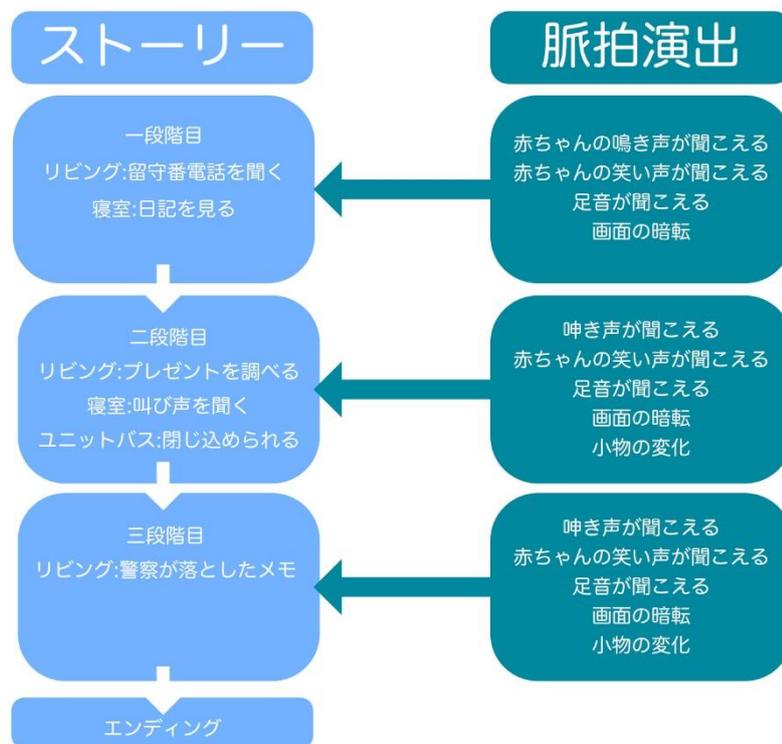


図4 ストーリーと脈拍演出
Figure 4 Story and Stage Effects by Pulse

姿勢) とゲーム内のキャラクタを同じ体勢にしないと没入感が薄れ、違和感を覚えるといったものである。例えば、ゲーム内で操作しているキャラクタは立っているのにも関わらず、ユーザは椅子に座っているという状況になると、プレイする際に大きな違和感が生じ、ゲームプレイに支障をきたす恐れがある。

3. システム開発

本ホラーゲームを開発するに当たって、ゲームの根幹となる舞台設定及びストーリーを考える事にした。また、開発メンバーに 3D モデリングの技術を持つものが居なかったため、モデリングの幅を小さくする事で時間効率を計り、より効率的に恐怖感を演出できるモデリングを行うこととした。ホラーゲームのプレイ時のユーザは、恐怖を回避しようと注意を多くの対象に対して行うため、一度に入っ



図5 提案したシステムの動作画面

Figure 5 Operation Screen of the Proposed System

くる情報量が多く、脳が全てを理解しようとしている間に不意に予測のできない事が起こる事が多い。先述したように近年のコンテンツで典型的にみられる精神病棟や大きなマップを、自由に動きプレイする形式を採用すると、モデリングをする範囲が広くなり必然的に一度に得られる情報量が少なくなってしまう。また、大規模マップはシステム容量を圧迫し、動作に遅延をもたらすこととなる。そこで、これを回避するため、本開発の舞台設定として一軒の小さな家を対象とした。さらに、先行コンテンツ[11]を参考にし、プログラムを用いてループさせることで、密度のある限定的な空間に広がりを持たせることとした(図3)。ユーザは、

何らかの理由でどこかの家の閉じ込められたと感じ、そこから脱出することを目的としてステージ内を自由に移動し何らかのアクションを行わせることとした。また、本コンテンツでは、他の人物やキャラクタに物理的な危害を加えられるようなものではなく、何かが起こるかもしれないという心理的な恐怖を演出するものとし、舞台と自分(の足元)以外のモデルは用意せず、恐怖表現としてサウンドエフェクトを中心とした聴覚情報を採用した。

シナリオとして、一軒の小さな家で行われた殺人事件をテーマに、事件前、事件当日、事件後の三つのステージを歩むストーリーにすることとした。ユーザは、その場で起

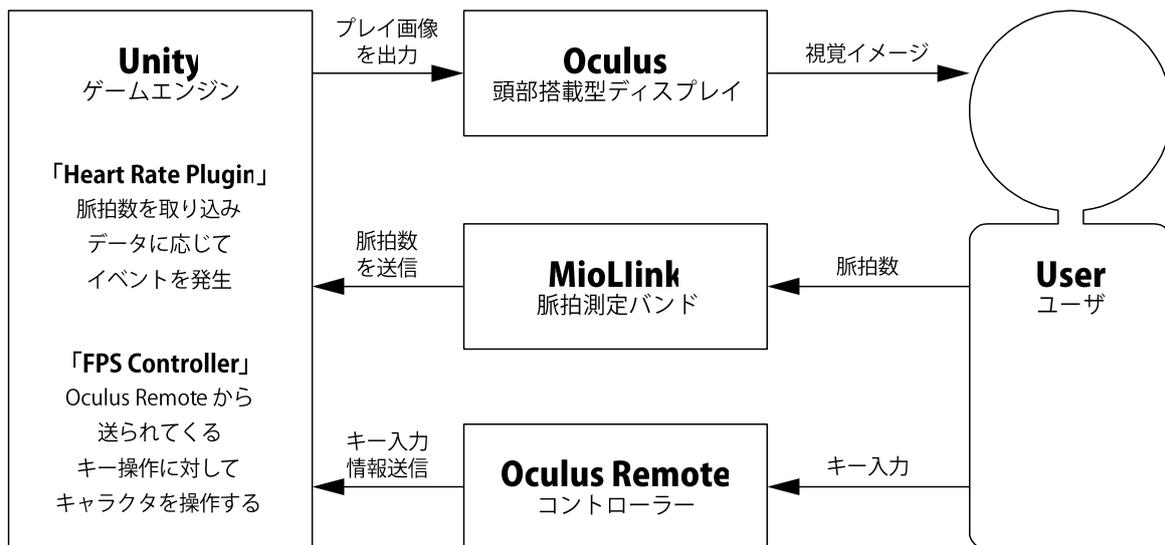


図 6 システム概略図

Figure 6 System Outline Diagram

こった悲劇を追体験し、その移り変わりに恐怖を感じるといったものとした (図 4,5)。

HMD を使用し没入感を高めるに当たってユーザとゲーム内のキャラクタをあたかも同じような状況にする必要があると考え、ユーザを椅子に座らせると同時にゲーム内キャラクタは車椅子での操作ということにし、没入感を高めた。結果、ゲーム内における姿勢と違和感のない操作性を実現することとなった。さらに視点高さを児童の目線程度に低く抑えることによって、一軒家という比較的小さな空間内においても、空間の広がり表現することが可能となった。

ユーザは、PC への情報入力装置として脈拍測定バンドを、PC からの情報出力装置としてヘッドマウントディスプレイとヘッドフォンを装着する (図 6)。また、VR 酔いに伴う危険性を回避するため、ユーザは着座にてプレイすることとした。

本システムの開発環境として、ゲームエンジン UNITY を採用することとした。プラグインとして、Heart Rate Plugin[12]を用い、脈拍測定バンドから脈拍数を取得し、これを数値化したものをイベント発生フラグの参照値とした。また、Oculus Remote からの入力情報を FPS Controller を用いて移動操作、視線回転操作を行うこととした (図 7)。ユーザは一人称視点で仮想空間内を自由に行動することが可能である。

当初、前後の移動だけで、ヘッドマウントディスプレイが向いている方向に進むという形にしていたが、ドアを開けて中に入る動作や、ものを調べる際の微妙な角度の調整等が難しく、ユーザのストレスに繋がるという事から、左右に平行的な移動を加えた (左右移動の移動速度は遅くした)。しかし、それでも VR 酔いが見られたため、ヘッドマ



図 7 提案したシステムのインターフェース

Figure 7 Interface of Proposed System

ウントディスプレイでの視点移動と車椅子の移動を別にした後、左右の移動を回転に変更し、左斜め上に進む場合は回転で向きを調整してから前進するようにした。ヘッドマウントディスプレイ上でのユーザの視点移動に動きを依存してしまうと、現実的にありえない動作になってしまうため、VR 酔いが発生したものと思われる。さらに、モデリング家具の大きさをなるべく実寸大に合わせ、現実世界との違和感を消し去る事はもちろん移動速度の調整も実際の車椅子に近い速度に設定することによって、大幅に VR 酔いを軽減することが可能であった。テストプレイにおいても、最初の方は 1 分プレイするだけで感じられた VR 酔いも、最終的には 5 分程度は問題ないものとなり、ユーザの快適な操作に寄与した。

また、ユーザ脈拍に応じてプレイ中に聞こえる脈拍音を変化させることとした。プレイ中の脈拍数を、視覚表示で

はなく音で伝える事によって、緊迫感や、焦りといったものが生じ、より脈拍数を上げる効果があると考えた。脈拍は自分が恐怖を意識している・いないに関わらず影響されるとあったが、実際に音でユーザ伝える事によってユーザの脈拍への意識につながった。脈拍の音は、平常時、上昇気味、演出が発生するラインと三段階に分けており、最後の脈拍音ではかなりの緊迫感が感じられるものとなった。

4. まとめ

作成したコンテンツは、学内の発表会において多くのユーザに体験してもらうこととなった。結果、強い恐怖を感じたユーザも多くみられ、恐怖感を体験するコンテンツとして目標に対しての一定程度の達成がなされたと思われる。一方で、非常に強い恐怖感によって、途中でプレイ続行が困難になるユーザや、逆にほとんど恐怖感を感じないユーザも見られた。恐怖感といったものには強い個人差があるということが明らかになったとともに、恐怖感情体験コンテンツとして、心拍数や他の身体的反応をもとにした、さらなるパーソナル化をはかっていくよう改良を施していく必要がある。

また、恐怖の表現を視覚的な刺激ではなく聴覚情報を中心にしたことは、視覚的な仕掛けを期待するユーザの予想を裏切り、人間の注意に対して予想外の方向から適度な刺激を与えることに成功した。恐怖の表現は様々なものが考えられるが、人が恐怖を認知するレベルの適切な刺激について、今後も様々な認知的側面から検討し、これをコンテンツに反映させていく。

参考文献

- [1] “Mio LINK Heart Rate Wristband | Strapless Heart Rate Monitor”. <http://www.mioglobal.com/en-us/Mio-Link-heart-rate-wristband/Product.aspx>, (参照 2016-12-24).
- [2] 中村透, 山本松樹, 佐藤弥. 映像刺激環境における心理状態と生理指標との相関モデルの研究. 生体医工学, 2010, vol.48, No.2, p.197-206.
- [3] 杉田典大, 吉澤誠, 田中明, 阿部健一, 山家智之, 仁田新一. 血圧-心拍数間の最大相互相関係数を用いた映像刺激の生体影響評価. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2002, Vol.4, No.4, p.227-234.
- [4] “‘Body Atlas’ shows where emotions hit the hardest”. <http://www.theverge.com/2013/12/31/5259884/finnish-study-maps-emotions-onto-a-human-body>, (参照 2016-12-24).
- [5] “Oculus Rift”. <https://www3.oculus.com/en-us/rift/>, (参照 2016-12-24).
- [6] 谷口正樹, 沢田英一, 堂島祥裕, 羽根義, 松岡 克典. VR を用いた危険場面における生理反応の評価. 人間工学, 2001, vol.37, p.420-421.
- [7] 山根一郎. 恐怖の現象学的心理学. 人間関係学研究, 2007, vol.5, p.113-129.
- [8] 山根一郎. 恐怖の現象学的心理学 (2) . 人間関係学研究, 2013, vol.12, p.105-117.
- [9] Bandai Namco Entertainment. 脱出病棟Ω (オメガ), VR Zone Project I Can, <http://project-ican.com/vr-zone/>, (参照 2016-12-24).
- [10] “Watching horror films burns nearly 200 calories a time”. <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/9638876/Watching-horror-films-burns-nearly-200-calories-a-time.html>, (参照 2016-12-24).
- [11] Konami Digital Entertainment, P.T. <http://www.konami.jp/pt/certification.php5>, (参照 2016-12-24).
- [12] “Heart Rate Plugin”. <https://www.assetstore.unity3d.com/jp/#!/content/8497>, (参照 2016-12-24).