

ブクブカメラ：ダイビングにおける 三人称視点からの遊泳記録手法

廣瀬雅治^{†1} 杉浦裕太^{†1} 南澤孝太^{†1} 稲見昌彦^{†1}

本論文では、「ブクブカメラ」という、ダイビング中にユーザを三人称視点で記録し振り返ることができるシステムについて述べる。「ブクブカメラ」は、ダイバーに装着した紐の先端に浮きをつけ、この紐に平行になるようにカメラを取り付けることで常にユーザを視野中心に捉え続ける。この手法の特徴として、ダイビングの移動速度に従って視点が自然と前方になり、非制御で興味対象を捉えることができる。また、遊泳方向や潮の流れなどの影響により、環境のコンテキストを伴った映像を取得できる。ユーザの無意識的な行動や観察対象、周囲の環境とのインタラクションを記録ができ、ダイビングの振り返り体験を拡張することを目指した。

Bukubucam: Recording the third-person View in SUCBA Diving

MASAHARU HIROSE^{†1} YUTA SUGIURA^{†1}
KOUTA MINAMIZAWA^{†1} MASAHIKO INAMI^{†1}

In this paper, we propose “Bukubukamera” system, an apparatus that can record ones third-person view while diving and enjoy the diving experience while watching at a later time. “Bukubukamera” continues to always capture the center of the divers view point by attaching a floating camera to the divers head using a string. With this simple technique, it is possible to maintain the same viewpoint always regardless of the diving speed or the underwater waves. This allow the user to dive naturally without thinking about the camera, and the camera apparatus will always follow the diver while capturing the divers center. The goal of this system is to extend diving experience by recording third-persion unconscious behavior and interaction with the surroundings.

1. はじめに

スキューバダイビング（以下ダイビング）とは、空気を詰めたタンクを使っての潜水である。水面から数十メートルの海の中には陸上では見られないような美しい色彩の魚やサンゴ礁が水面を透過した光を浴びて輝き、非日常かつ幻想的な世界が展開される。そういった世界に自ら足を踏み入れることに人々はレジャーとしての楽しみを感じる。本研究では、この非日常体験の記録に着目する。

近年の Go Pro などに代表される小型解像度カメラの登場で、非日常シーンにおける自分の体験を常に記録し、後日見返すことで追体験をしたり、それを SNS で共有することで、他者との体験の共有が簡単にできるようになっている[1]。このような小型カメラは、アタッチメントにより身体の様々な部位に装着でき、体験を一人称的に記録する。ダイビングにおいても耐水ケースを利用すれば体験の記録は容易である。

一方で、一人称的視点映像は、場面において自分自身がどのような振る舞いをしていたか捉えることが難しい。映像には自分の身体が写らない場合が多く、実際には思いがけないような表情や動きをしている場合でもそれを撮り逃してしまう。自分がその場面で何を感じたかは映像と自分の記憶のマッチングに頼るしかない。ダイビングにおいて

は、水中にいる生物や環境とのインタラクションが重要なエンタテインメントであり、このインタラクションを記録できることが重要である。

そこで我々は山本らによるブクブカメラの設計手法を応用し[2]、ダイビング中にユーザを三人称視点で記録し振り返ることができるシステム「ブクブカメラ」を開発した。本システムを利用することで、ユーザを視野中心に捉え続ける映像を撮影することが出来る。ハンズフリーで使用可



図 1 ブクブカメラ使用の様子

Figure 1 Appearance with Using Bukubucamera

^{†1} 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Graduate School of Media Design, Keio University

能なため、ダイビングの体験に大きな影響を与えず使用することができ、普段無意識に振舞っている自分の姿を見ること、また普段の自分が周りの環境とどういう関係性を持っているのかということ、環境と自分自身を三人称視点で撮影することで洗い出すことができる。またそれを振り返ることで、一人称視点の撮影では想起できないような思い出も想起できるのではないかと考えた。インターフェースを水中で使用したときの様子を図1に記載する。

本論文ではインターフェースの設計手法、また実環境を想定した環境での検証とその結果を述べる。

2. 関連研究

近年カメラの小型化と計量化が急激に進み、高性能小型軽量かつ耐水耐圧のカメラが開発され、その結果陸海空において多用かつ特殊な環境での撮影が可能となった。例えばNHK Balloon Camera[3]は小型気球船にカメラを取り付けることにより、クレーンなどの特殊な機材を使うことなく上空からの撮影を実現した。また樋口らによる無人航空機を用いた flying eyes[4]では、小型無人ヘリコプターを撮影プラットフォームにすることで、容易に利用できる空間的制約に縛られないカメラワークを実現した。カメラワーク指示を出すためのユーザインタフェースにより、おおまかなカメラワークの指示から自動的にカメラパスを計算、撮影対象者との位置関係を計測しながら追跡する無人ヘリコプターの自律飛行を実現した。体験者は自分の活動する様子を三人称視点から観測することが可能であり、スポーツアシスタントとしての応用を提案している。加えて樋口らは人間の頭部動作と無人航空機を同期することで、身体動作を利用した前後左右への移動や回転といった制御を実現した[5]。ここではHMDを利用し無人航空機に搭載したカメラの映像を操作者の視界に同期している。

これら研究はカメラの撮影に加え、小型気球船や無人航空機の複雑な位置制御を行っている。山本らが行ったプカプカカメラ[2]はそういった複雑な制御を風船という比較的簡易な機構で実現した。風船の浮力を用いて視野内に体験者を捉え続ける設計を行い、撮影されることを意識すること無く三人称視点から自動的に撮影を行うことが出来る。一方我々は水中の環境を利用して、浮力として釣り具に使われる浮きを利用し、簡易な対象者の自動撮影を試みた。プカプカカメラではシステムの応用として、旅の体験自体を楽しく演出することを提案した。我々の研究でも同様にダイビングという非日常体験を記録し、体験の楽しさの拡張を目指している。

また制御可能な浮遊物にカメラを取り付ける機構とは異なり、対象者にカメラを直接取り付けて行う三人称視点の観測をポーランドのオープンソース技術チーム Mepi[6]が行っている。ここではHMDを用いて撮影映像を対象者

の視界とリンクすることで、三人称視点でリアルタイムに自分の活動する様子を観測することが出来る。

こういった三人称視点からの観測を目的とした研究も見られる中、我々は水中という特殊な環境での観測を目的とした。鵜飼らはスイマーと共に泳ぎスイマーの支援を行う伴泳ロボットを提案し、伴泳ロボットを用いて水泳支援を行うシステム Swimoid[7]を実装した。利用者は水中でリアルタイムに自らのフォームの確認を行う事ができる上に、フォームの認識を容易にする機能も実装している。ここでは耐水加工を施した大規模なロボットがプールの底を移動しスイマーの伴泳を行うため、ダイビングのようなイレギュラーな環境で機能させることは難しい。一方我々はより簡易な仕組みで、ダイビングという環境にフォーカスしたシステムを目指している。

3. インターフェース

3.1 インターフェースの外観

構成は浮き、カメラ、またカメラを対象者に引きつけるための紐で構成されている。浮きは一般的な釣りに使われるもので、1つあたり25gの浮力を持っている。カメラは

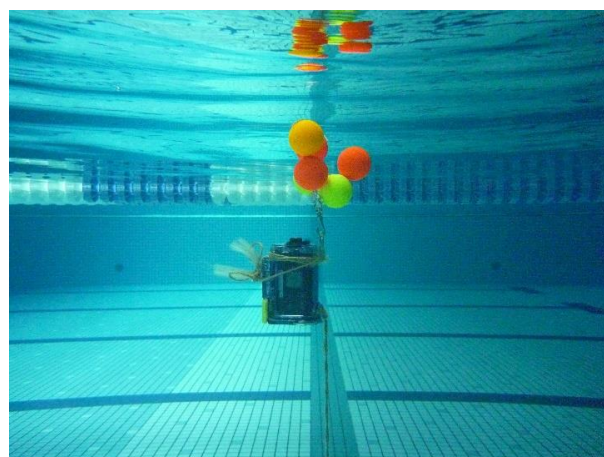


図2 水中でのブクブカメラ

Figure 2 BukubuCamera in the Water

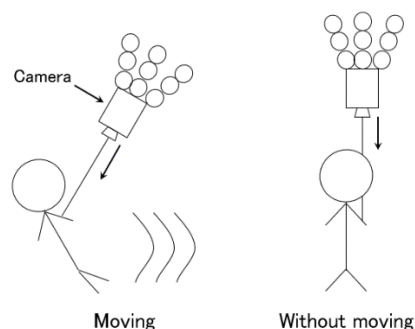


図3 カメラ角度の制御

Figure 3 Controlling Camera Angle

SONY のデジタル HD ビデオカメラ HDR-AS15[8]を利用した。システムが水中に沈めたときの様子を図 2 に示す。

3.2 常に対象を撮り続けるための仕組み

カメラは常に対象者を視野中心に撮影し続ける機構となっている。このシステムはブクブカメラ[2]を元にして設計されており、対象者に紐を取り付け、浮力と張力でカメラのバランスを設計することにより、カメラの向きを常に制御し対象者を追うカメラワークを実現する。図 3 は対象者が動いているときとそうでないときの対象者とカメラの位置関係である。この設計により水中の移動や水の流れによりカメラが、流れたとしても常に対象者を捉えることが出来る。

3.3 浮きの設計

浮力を加える機構として浮きを利用した。浮きの数によってカメラを引きつける張力は変化し、それに応じてカメラの角度も変化するため、ダイビングを行う環境で細かい調節を行なう必要がある。そのため浮き一つ一つを柔らかい針金で固定し、取り外し可能な機構にした。浮きはプラスチック製で、直径 4.5[cm]の球体のものを使用した。

3.4 紐と画角の設計

紐の長さによりカメラと対象者との距離が決定し、どの程度範囲で対象者の周囲を撮影することができるか決まる。そのため最適な撮影範囲を考慮した上で紐の長さを決定する必要がある。最適な撮影範囲はブクブカメラ[2]を参考にした。しかし水中と空中との屈折率の違いによりカメラの画角は変化するため、使用環境の違いを考慮に入れなければならない。実機を用いて画角の実測を行った結果、空中でのカメラの画角は 136° 、水中での画角は 118° だった。そこから計算して紐の長さを 2.2[m]に決定した。

4. システムの検証

4.1 検証の目的

水中でインターフェースの機能を確認するために実際のダイビングの環境に近い環境で利用し、その様子を撮影することで検証とした。浮力の調節、適切な撮影映像が撮れるかどうか、取り付けた状態で泳いでインターフェースが遊泳の邪魔にならないか、などを評価のポイントとした。

4.2 検証の環境

横浜市港北区にあるプールを利用した。実際のダイビングに呼吸のためのタンクを背負い、システムを利用した。プールの深さは 1.4[m]であり、これは実際にダイビングを行う環境と異なる点である。そのため紐の長さが 1.0[m]程度と実際のダイビングの環境よりも短い。

4.3 撮影映像

図 1, 図 4, 図 5, 図 6 は検証における撮影映像のキャプチャである。

図 4 はカメラの撮影対象となる点を左右に移動させたときの様子である。左図では左へ、右図では右へと、カメラが移動方向に向き続けて撮影をしていることがわかる。

図 5 はそのときの撮影映像である。紐がたゆむことなく対象を追っており、浮き 6 つ分の浮力を持った状態では十分であることがわかる。

図 1 はインターフェースを装着して泳いだ時の様子である。映像からはカメラが左右に激しく揺れている様子が観測された。

図 6 はその時の撮影映像である。実際のダイビングの環境とは違い十分な水深が得られなかったことから、水泡がカメラの視界を遮っている様子、またカメラと対象が近づき過ぎている様子が見られる。また映像から激しいぶれが観測された。カメラにスタビライザーを取り付け動きを少なくする必要がある。

5. 考察

図 6 のように水泡がカメラの視界を遮っている様子、またカメラと対象が近づき過ぎている様子が見られた。この点に関しては今回の検証で十分な深さが確保できなかった

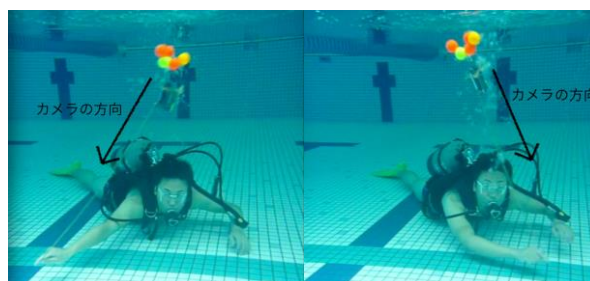


図 4 カメラの方向制御の様子

Figure 4 Control Camera Angle



図 5 カメラの方向制御の様子

Figure 5 Control Camera Angle



図 6 ブクブカメラの撮影映像

ため、紐の長さが 1[m]程度とダイビングの環境よりも短かったことが原因であると考えられる。実際のダイビングの環境ならば適切な紐の長さである 2.3[m]以上の深さを確保できるため、実環境で行う上では問題は無いと考えられる。

また紐は映像への映り込みが少ないテグスを用いることも検討したが、ダイビング体験中に体験者あるいは他の体験者に紐が絡まる可能性があり、危険であると判断したため、ある程度目で捉えられる色と太さの紐を利用した。

撮影映像のぶれに関しては、カメラ自体にスタビライザーを取り付け、ぶれの軽減を行った。

6. 今後の予定

本システムを実際に海中環境において利用する。またダイビングの体験者が三人称視点をリアルタイムで観測するシステムの実装と検証を行う。

謝辞 本研究の検証実験におきましてプール施設を利用させてくれたセントラルスポーツ株式会のスタッフの皆様には、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。

参考文献

- 1) <http://jp.gopro.com/>
- 2) Yamamoto, Tsubasa, et al. "PukaPuCam: Enhance Travel Logging Experience through Third-Person View Camera Attached to Balloons." *Advances in Computer Entertainment*. Springer International Publishing, 2013. 428-439.
<http://office.microsoft.com/ja-jp/word-help/CH010097020.aspx>
- 3) NHK Balloon Camera Shoots Stable Aerial Footage,
<http://www.diginfo.tv/v/12-0020-r-en.php>
- 4) Higuchi, Keita, Yoshio Ishiguro, and Jun Rekimoto. "Flying eyes: free-space content creation using autonomous aerial vehicles." CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2011.
- 5) Higuchi, Keita, and Jun Rekimoto. "Flying Head: head-synchronized unmanned aerial vehicle control for flying telepresence." SIGGRAPH Asia 2012 Emerging Technologies. ACM, 2012.
- 6) <http://mepi.pl/>
- 7) Ukai, Yu, and Jun Rekimoto. "Swimoid: a swim support system using an underwater buddy robot." Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference. ACM, 2013.
- 8) <http://www.sony.jp/actioncam/products/HDR-AS15/>