



# ハラショーな鷹匠

Fantastic Falconer

王宇卉<sup>1)</sup>, 池田徹志<sup>1)</sup>, 阿部真成斗<sup>2)</sup>, 板倉晃平<sup>2)</sup>, 大岡凌<sup>2)</sup>, 滕宇軒<sup>2)</sup>

Yuhui WANG, Tetsushi IKEDA, Manato ABE, Kohei ITAKURA, Ryo OOKA, and Yuxuan TENG

1) 東北大学 工学部 電気情報物理工学科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-05, denki-pr@grp.tohoku.ac.jp)

2) 東北大学 大学院情報科学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09, is-somu@grp.tohoku.ac.jp)

**概要:** 本企画は、実際の鷹匠体験を疑似体験できるコンテンツ「ハラショーな鷹匠」を提供する。体験者は HMD を被り、VR 空間上で鷹匠体験をする。その際に我々が開発する独自の腕型デバイスを通じて本物の鷹が腕に留まっている様に感じる重さと圧力を提示する。更に鷹が飛び去る際には重さと圧力もなくなる。加えて風力装置を利用して鷹が飛び際に発生する風も体験可能である。このような触覚を伴うことによるリアリティある鷹匠体験がルームスケール VR で行えることが本企画最大の特徴である。

**キーワード:** エンタテインメント, 仮想現実, ハプティック, マルチモーダル

## 1. はじめに

日本の伝統文化に鷹狩と呼ばれる鷹を操り動物を仕留める狩猟がある。古くは西暦 43 年の仁徳天皇の頃には既に鷹を使った狩りについての記述が存在し、江戸時代には織田信長や徳川家康といった時の権力者達が愛好していたと伝えられている。今日でも鷹を操る専門家である鷹匠の体験ができる施設があるだけでなく、狩りの要素がなくなり鷹が飛ぶ姿を観覧するバードパフォーマンスも那須どうぶつ王国[1]を筆頭に動物園等で開催され、エンタテインメントとして人々に広く親しまれている。



図 1 : 鷹匠のイメージ図

鷹狩に着目したコンテンツも開発されている。Outerloop Games 社が開発した PSVR 用ゲーム『Falcon Age』[2]は鷹を操るハンターとなり、鷹を飛ばしながら冒険を進めていく。一方、鷹狩ではなく、鷹そのものを要素として

組み入れたコンテンツも存在する。2016 年の IVRC 参加作品『鷹ニンジャ』(鷹パルクール/関西学院大学 理工学部)[3]は鷹に掴まれながら VR 空間内でパルクールができる体験であり、風圧と足元の感覚を提示することでコンセプトを実現していた。また、鷹に限らず鳥との触れ合いに着目したコンテンツも生み出されている。2012 年の IVRC を優勝した『この腕とまれ!』(かるくハルク/慶応大) [4]は箱の中に腕を入れることで、鳥に掴まれた腕が無理やり動かされる体験を見事に表現していた。以上のように鳥を利用するコンテンツは過去に多く開発されており、人々が関心を寄せていることは明白である。しかし、『Falcon Age』はコントローラを用いた簡易的な VR 体験で、触覚をはじめとする具体的な感覚提示が欠如しており、『鷹ニンジャ』はあくまで鷹が体験者を掴み補助するような体験のため鳥をメインに据えたコンテンツではない。そして『この腕とまれ!』は腕を箱の中での体験のため体験者と鳥の間でのインタラクティブ性が低く、受動的な体験となっている。

そこで我々は鷹狩自体に着目し、それを行う鷹匠を体験するコンテンツ「ハラショーな鷹匠」を提案する。このコンテンツでは体験者はヘッドマウントディスプレイ (HMD) を被り、腕に圧力と重さ提示が可能なデバイスを装着する。また、外部に風を送る装置を設置する。HMD から体験者の動きに応じた映像を提示、腕のデバイスからは鷹が腕に留まっているときや飛び立った後の重さ、鷹に掴まれている圧力を提示する。加えて風提示装置を利用して

鷹が飛び立ったり、降り立ったりした際に発生する風を再現する。本企画が提案するシステムはルームスケール規模でのVR体験が可能である。本企画は「高い自由度と触覚を伴ったVR鷹匠体験」を提示でき、過去3コンテンツとは十分差別化できており、鷹匠をイマーシブに体験できる唯一無二のコンテンツである。

## 2. システム構成

本章では、本企画「ハラショーな鷹匠」を実現するために必要なシステムの詳細とその実現方法について述べる。本企画では、鷹を飛ばす等のインタラクションを実現するために体験者の腕をトラッキングするシステム、鷹が腕に留まっている際の重さを体験者に提示するシステム、その他体験をよりリアルにするためのシステムが必要とされる。

### 2.1 トラッキングシステム

本システムではVIVEのトラッカーを用いたトラッキング手法を採用する。具体的な手法としては体験者の手と肘にトラッカーを1つずつ装着する。2トラッカー間の距離を計測し、それを基に体験者の腕の長さを推測し、VR空間上に仮想の腕を投影することでより高い没入感を体験者に提示できる。更にトラッカー間の角度を計算することで鷹を飛ばす行為を数値化でき、体験者の鷹狩を評価することも可能となる。

### 2.2 重さ提示システム

『世界大博物図鑑』によると、タカ目タカ科のオオタカは重さ約1.4kgであり[5]、本企画では鷹が腕に乗っている感覚を提示するために重さの増減を体験者に対して行う必要がある。そのため、我々は独自の重さ提示システムデバイスを開発する。図2がそのシステムの概図であり、図3はシステムの動作概念図である。本システムは図2のようにリストバンド、鷹の重さを模したおもり（約400g）、1端点がリストバンドについているおもりを通した紐A、おもりを1端点につけた紐Bから成り立っている。

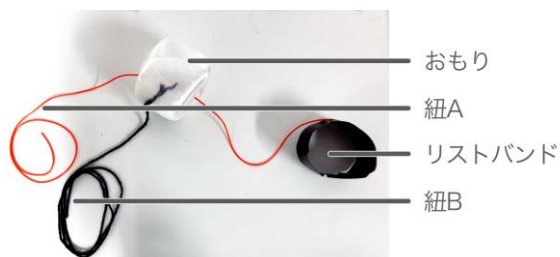


図2：重さ提示システム概図

体験者はリストバンドを腕に通し、紐Aと紐Bの両端点には天井（本コンテンツでは2mの懸垂バーを用いて、体験者の上部に天井を作る）に設置し、その紐をモーターで伸縮させることにより制御する。鷹が腕に留まっている際には図3(i)のように紐A紐B共に長く保ち、体験者が動いたり、腕を振ったりと自由に動くことができるようにする。なお、この時おもりはリストバンドに固定されている。鷹が腕から飛び立った際には図3(ii)のように紐Bを天井か

ら巻き取りおもりが腕から離れることで鷹の重さがなくなった感覚を提示する。その後シーンが進み、鷹が再度体験者の腕に降り立つ際には紐Bを伸ばしておもりを体験者の腕に戻す必要がある。そのためにまずは図3(iii)のように紐Aを巻き取って体験者の腕と天井にあるおもりとの間に一直線のガイドを作る。次に鷹が降り立つ映像に合わせて紐Bを長くし（図3(iv)）、体験者の腕におもりを戻す。最後に、紐Aを再度長くして体験者が自由に動けるようにする。なお、紐Bを巻き取っている間は体験者の自由な動きを妨げることになるが、この時体験者は鷹が戻ってくるよう腕を前に突き出したまま動かさないようにするシーンであるため、体験としての違和感は生じないと予想される。

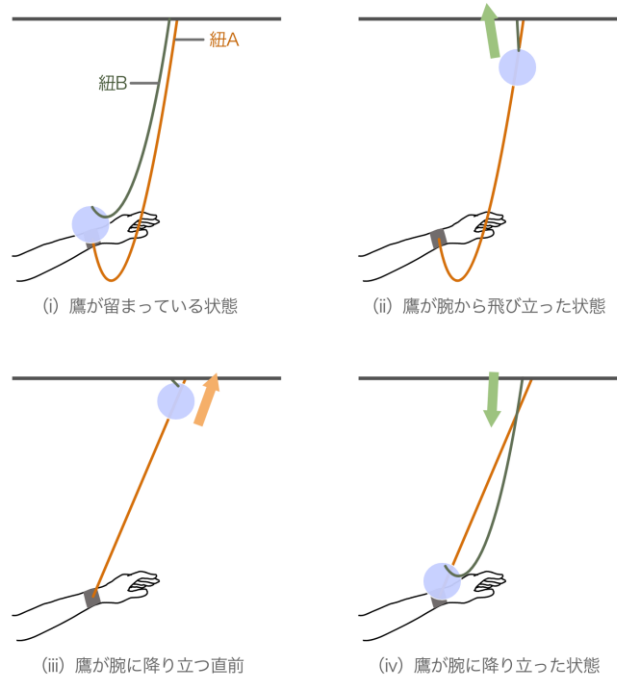


図3：重さ提示システム概念図

### 2.3 体験のリアリティの向上

本企画で鷹匠の体験をよりリアルにするために、著者内で”ふくろう腕のせ”を体験した者の経験と『世界大博物図鑑』[5]内での鷹への記述から以下の要素が必要であることがわかった。

#### 2.3.1 風

『世界大博物図鑑』によるとオオタカは体長約50cm~60cmであり、翼開長約100~130cmである[5]。揚力を発生させるために鷹は大きく羽ばたき、羽ばたいた際の風は鷹匠に当たる。ふくろうを乗せた場合でも飛ぶときに風が発生し、乗せた本人へと浴びせられた。よって風の再現は体験の向上に強く繋がっている。羽ばたくときに発生する風を再現するため、体験者の前方に風を発生させる機構として扇風機を設置する。体験者の動きに合わせて扇風機の風量をシステムで制御し、鷹が腕から飛び立つ際や鷹が腕に留まる際に風力を発生させて体験者に浴びせる。

### 2.3.2 掴まれている感覚（圧力）

鷹は鷹匠の腕に留まっている時、その腕をしっかりと掴んで体を固定する。この鳥の動きに注目して体験者の腕に感覚を与え、鳥に掴まれている感覚を再現したコンテンツが『この腕とまれ!』 [4]であり、鷹匠の再現を目指す本企画にも必要な機構である。本企画は鷹とのインタラクティブな体験に重きを置く。そのため、掴まれている感覚を詳細に再現する必要はなく血圧計のような機構にて同感覚を再現する（図4参照）。これによりユーザの動きに合わせて、鷹が腕に留まっている際には体験者の腕に圧力をかけ、体験者が腕を大きく振り鷹が飛び立つ直前には、鷹は鷹匠の腕にしっかりと掴まることから圧力を更に大きくし、その後鷹が飛び立った後は体験者の腕への圧力を無くす。



図4：腕に掴まれている感覚の提示システム図

## 3. 実装

2章を踏まえ、本章では本企画に使用予定のデバイスやソフトウェア、それらシステムの概要について示す。

### 3.1 使用デバイス・ソフトウェア

- ・HMD：HTC VIVE Pro — 本システムでは体験者の腕をトラッキングするためにVive Trackerを用いる。そのため、HMDにはHTC VIVE Proを使用する。
- ・ソフトウェア：Unity 2022.3.4 — ソフトウェアとしてVive Trackerを用いて開発できるUnityを使用する。
- ・鷹匠体験装置との通信：ESP32を用いたBluetooth通信 — 鷹匠体験装置として重さ提示、圧力提示のシステムがある。これらは腕に取り付けるシステムであり、体験者は大きく腕を振るためにPCとの通信ではコードレスであることが望まれる。そこで、移動の自由度を担保するため、鷹匠体験装置との通信にはBluetoothを利用し、ESP32を用いて実現する。

### 3.2 システム概要

本企画で制作予定のシステム概要について図5に示す。体験者の腕の動きをVive Trackerで取得し、VR空間内に再現する。その腕の動きをもとにVR内の体験者の腕に鷹を留まらせる。ユーザの腕の振る速度を閾値によって監視し、本コンテンツは進んでゆく。鷹の状態に応じてシステムから鷹匠体験装置にBluetooth通信によって重さ提示・圧力提示・風提示の制御をし、体験者に触覚提示を行う。

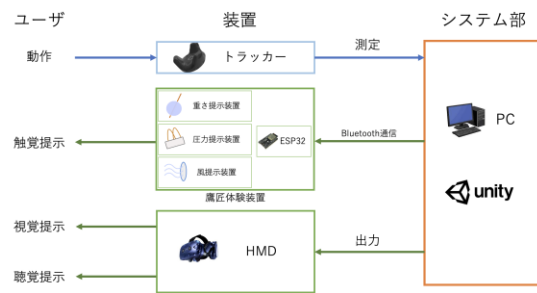


図5：システム概要図

## 4. 体験の流れ

本企画の体験前のセットアップと体験自体の流れを説明する。

初めに体験のセットアップについて説明する。事前に体験者には鷹が腕に降りる際に取りべき姿勢や鷹を飛ばす際の腕の振り方等を教示する。その後、体験者の手と肘にトラッカーを装着し、体験者に専用の腕型デバイスを取り付ける。最後に体験者がHMDを被り体験を開始する。

体験開始後には、まず体験者に腕を固定してもらい、鷹が腕に降り立つ体験をしてもらう。その際に体験者には、腕型デバイスを通じて鷹が腕に留まったことを表現する重さ提示と鷹の爪が体験者の腕を掴む圧力提示を行う。合わせて鷹が来たことを表現するために風装置から風を送る。その後、鷹を目標の場所に飛ばすタスクを体験者に課す。鷹を飛ばす方向や速度については手や肘に取り付けたトラッカーから推定し、反映させる。一方、鷹が飛び立つ瞬間に腕型デバイスの重さをなくし、腕への圧力も同時に取り除くことで鷹が腕からなくなったことを体験者に提示する。この際にも鷹が飛んだことを示すために体験者に対して風を送る。タスクとしては、鷹によってカラスを追い払ってもらい、適切な飛ばし方をすると多くのカラスを退散させられるようにし、その達成度合いで点数配分をつける。その後、鷹を腕に留まらせ、課題の点数を画面に表示し、体験は終了となる。腕に留まっている際は初めに鷹が腕に降り立った時と同様の提示を体験者に行う。体験終了後は各装置を外してもらい、本企画は終了となる。

### 参考文献

- [1] 那須どうぶつ王国,バードパフォーマンス,  
<https://www.nasu-oukoku.com/attraction/bird/>,(参照 2023-5-25)
- [2] Steam : Falcon Age,  
[https://store.steampowered.com/app/1075080/Falcon\\_Age/?l=japanese](https://store.steampowered.com/app/1075080/Falcon_Age/?l=japanese).(参照 2023-5-25)
- [3] 鷹ニンジャ(2016) | IVRC History Archive  
<http://ivrc.net/archive/%E9%B7%B9%E3%83%8B%E3%83%B3%E3%82%B8%E3%83%A32016/>.(参照 2023-5-25)
- [4] この腕とまれ! (2012) | IVRC History Archive

<http://ivrc.net/archive/konoudetomare/>,(参照 2023-5-25)

- [5] 荒俣宏 (2021). 世界大博物図鑑<4>鳥類(普及版) 平凡社