

ドローンを用いた弱視者参加型球技競技の開発

筑波大学 図書館情報メディア系
准教授 落合 陽一
2021年10月21日



研究テーマ：

「ドローンを用いた弱視者参加型のバウンドを必要としない
球技競技の開発」

新技術の特徴：

- ドローンを球として用いた新たなラリー技術の開発
- ドローンを球として用いることが可能な新ラケットの開発
- 上記の技術を用いた新スポーツのルールを始めとする
スポーツデザインの作成



弱視者が抱える問題



- 精神疾患や肥満率の高さ
 - 視覚障害者は周囲の環境を把握することが困難であり、**転倒**や**交通事故**、**失業**、**運動機会の損失**につながることもある
 - 上記に伴い、**精神疾患**や**肥満**の割合もかなり高い*
- これまで可能であった習慣や行為への挫折
 - 日本の視覚障害者の8割が中途障害
 - 以前は容易であった動作が不可能になっていく心境

*社団法人 日本眼科医会 視覚障害がもたらす社会損失額、8.8兆円!! ~視覚障害から生じる生産性やQOLの低下を、初めて試算~ https://www.gankaikai.or.jp/press/20091115_socialcost.pdf

スポーツの重要性



スポーツの利点:

- 運動不足の解消、精神衛生面の改善
- 他人との交流
- 課題克服の達成感

スポーツの多くは視覚情報に依存することが多い

=>これまで、**習慣としてきた競技を辞める**当事者は多い

弱視者競技について

そのような中で視覚障害者用に改良した競技も多く存在する。
パラリンピックでは、30種目中**11種目**が視覚障害者向けの競技である。

球技競技の工夫点

- 球の中に**音源を入れる**ことで、ボールの位置を音によって把握可能にする。
- バウンド回数を多く設定することで、**バウンド音**による**現在地の更新**を増やし、減速を図る。
- 目隠しを強制することで、**様々な見え方が存在するプレイヤーの視力を一定にする**

	Model Sports	Sports for Low Vision People	Features		
			Ball Bounce	Auditory	Perceptual
Conventional Approach	Softball  Hit the thrown ball	Grand Softball  Hit the rolled ball	A necessary condition	Emitted from the ball when it bounces	Players need to look down
	Tennis  One bounce is allowed	Blind Tennis  Several bounces are allowed			

従来の弱視者球技の問題



これまで、バウンドを必要とせず、三次元移動する球を認識し、ラリーしあう弱視者向けの競技は存在しない

- バウンド音を必要とする球技ばかりで、**競技内の動作や行動のパターンには限界**がある(下を向く、かがむという動作が強制される)
- これらの制限により弱視者競技の種類幅は、晴眼者のそれと比べ、**かなり狭いもの**になっている
- 種類の制限は、運動の機会を奪うことにもつながるため、先述した健康被害を被る可能性がある

飛行する球を位置認識する際の課題のヒアリング

対象者:

弱視者フットサルチームのプレイヤー10名程度

期間:

約半年間

行ったこと:

インタビューや行動観察

これまでの競技遍歴や飛行する球への認識に関する課題の確認

明らかになった課題点:

- 球の大きさが**小さく**、空中での認識が困難である。
- 音によるフィードバックを得ることが難しく、**位置把握のための手がかりとなる情報が少ない**
- バウンドによる減速がないため、**球の速度が早く**、ラケットを振るタイミングが掴みづらい

ドローンというアイデア

ヒアリングの中でドローンを球として扱うというアイデアが出てきた

ドローンを用いる利点：

- 球として十分な大きさを有していること
- ケージを取り付けることで、安全性を確保できるドローンもあるということ
- プログラム可能であるため、速度や軌道を調節することができること
- 自身から飛行音が鳴っているため、プレイヤーは音によるフィードバックを得ることができること

=>そこで、弱視者に向けた、ドローンを球として用いる初のスポーツデザインの開発を行う

ドローンの選定

使用したドローン：
DJI社のTello*

Telloの利点：

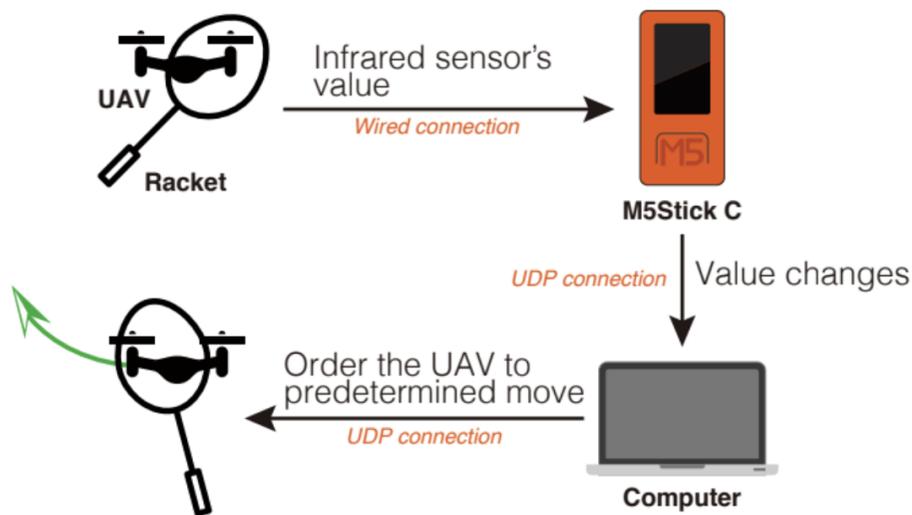
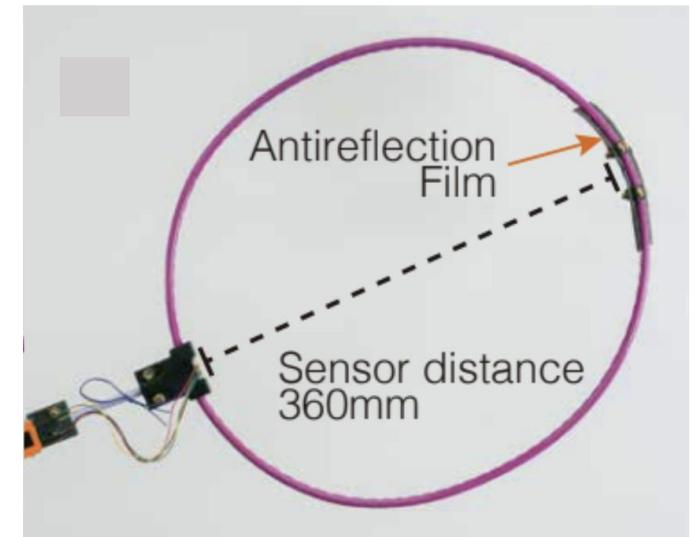
- 重量が80g(プロペラとバッテリー込)
 - 外で扱う場合でも**航空法の規定**を満たしている
- 安全性が高い
 - トイドローンであるため、プレイヤーと衝突した場合でも怪我を負いにくい
 - **ケージを装着**することで、より安全性が増す
- プログラマブルである
 - **SDKが公開**されているため、実装が比較的容易である



* Ryze Tech, <https://www.ryzerobotics.com/jp/tello>

新たなラリー手法

- 1.ガットの代わりに**赤外線センサー**を取り付け、フレーム内をドローンが通過したことを判定する。
- 2.通過判定時、ドローンを**反対方向に自動で移動**するシステムを構築した。



Pre-Studyでの方向性の確認

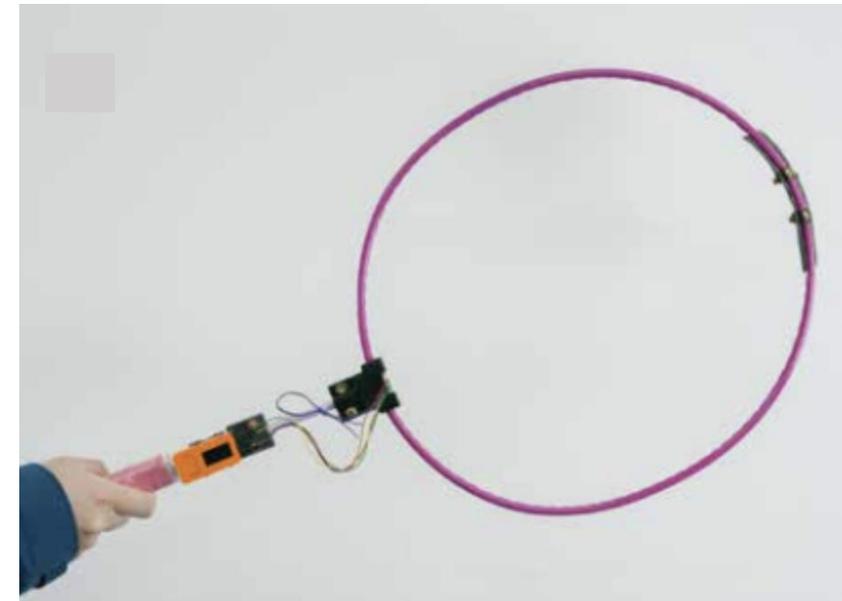
提案するスポーツデザインはアイデア先行の実装が多いため、プロトタイプを作成し、当事者とのディスカッションを目的としたPre Studyを行った

	P1	P2	P3	P4
性別	男	男	男	男
年齢	35	35	23	22
白杖について	時々使用	使用しない	使用しない	使用しない
運動について	週3,4 フットサル	月2,3 フットサル	コロナ前) 週1,2 フットサル	コロナ前) 週2 フットサル
先天性 後天性	26歳 発症	16歳 発症	先天性	18歳 発症
色覚について	コントラスト で見え方変化	コントラスト で見え方変化	正常	コントラスト で見え方変化
病名	レーベル病	レーベル病	視神経 萎縮	レーベル病

	P1	P2	P3	P4
視野について	中心暗転	中心暗転	正常	正常
バドミントンの経験	発症前) 遊びや体育 発症後) なし	発症前) 遊びや体育 発症後) なし	遊びや体育	発症前) 遊びや体育 発症後) なし
視力の等級	1種2級	1種2級	2種5級	1種2級

Pre-Studyで確認したいことと実装

- 好まれる軌道の確認
 - 直線軌道と半円状の軌道を用意
- ドローンをフレーム内に通して、行うスポーツデザインについての意見
- ラケットデザインについての意見
- ドローンの視認性について
- ラケットのフレームの大きさと通過率について



Pre-Studyの内容

Experiment①

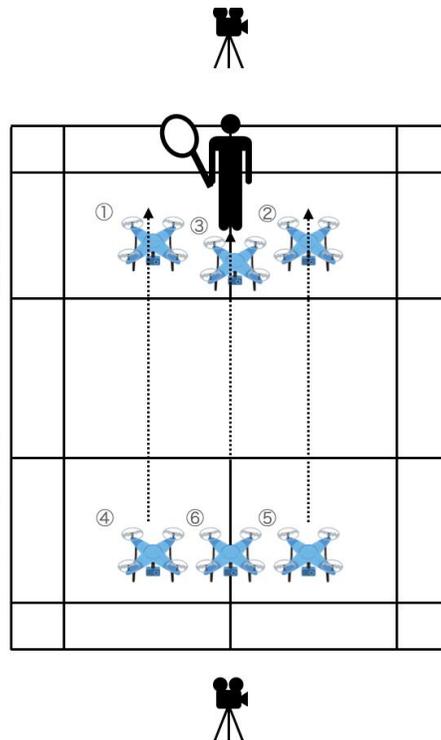
①ドローンを実際に触ってもらったり、ラケットを通すことを
実際に手を使ってイメージしてもらう

- ①右側で浮いているドローンをラケットで通してもらう
- ②左側で浮いているドローンをラケットで通してもらう
- ③頭上で浮いているドローンをラケットで通してもらう



- ④右側から向かってくるドローンをラケットで通してもらう
- ⑤左側から向かってくるドローンをラケットで通してもらう
- ⑥頭上に向かってくるドローンをラケットで通してもらう

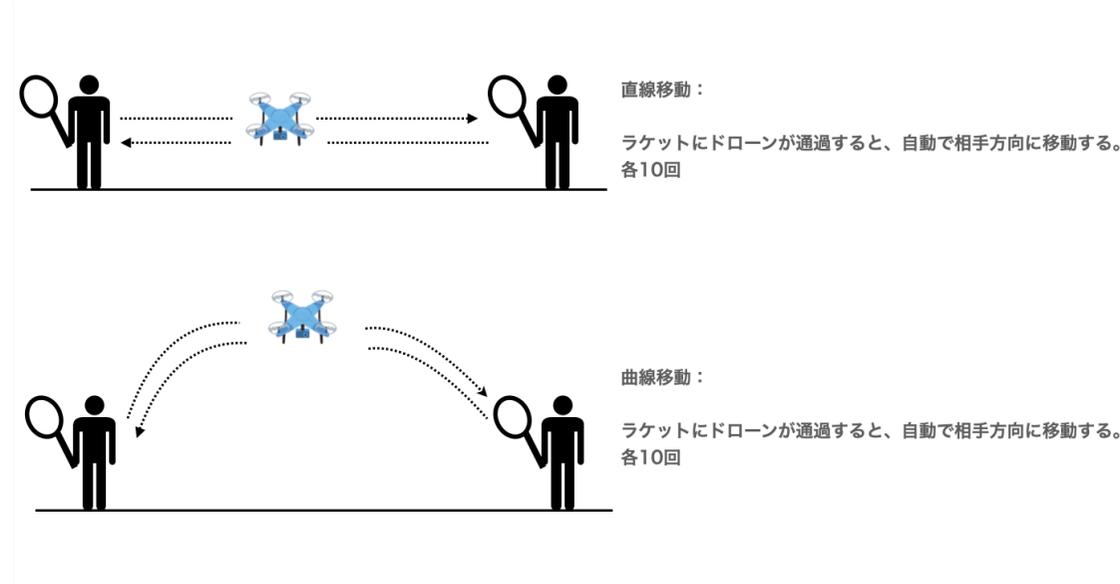
各5回ずつ(①~⑥)



目的：

- ドローンに慣れてもらう
- フレーム内にドローンを通過する練習をさせる

Experiment②



目的：

- 他者とラリーを行ってもらう
- 好まれる軌道の確認

Pre-Studyの結果

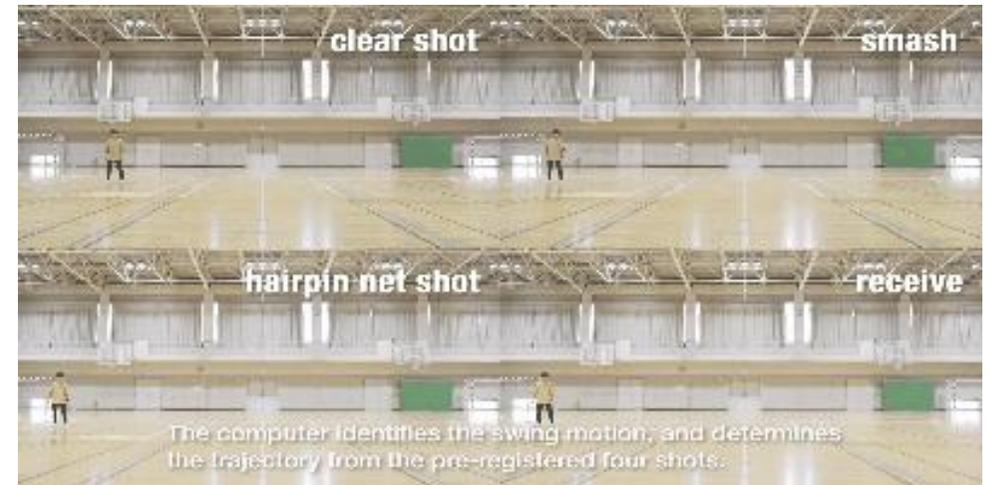


- ドローンの位置をはっきり認識出来る訳ではないが、**黒いモヤが飛行音を近づけながら動いてくる**というイメージで認識できた
 - **6割**程度の通過達成率
- ラケットの**柄の部分が必要ではない**
 - 普段、視覚障害者の人たちは手でものを触れることで、ものの形状や距離感を測っているため、距離感を測りにくいデザインは困る
- **通った際のフィードバック**が欲しい
 - ドローンがフレームを無事に通過したかどうかの認識が難しい
- ドローンに対する**恐怖心はなかった**
 - 普段接触の多い競技をしているため
- 道具の選択肢を増やして欲しい
 - 視覚障害者の見え方は多様であるため、**全員にあったものを開発することは難しい**
- ドローンがラケットと衝突し墜落することで、バッテリーはあるが、ドローンが起動できなくなる
 - ドローンとラケットの**接触を減らすシステムやルール作りが必要**

Pre Studyを経て追加した機能

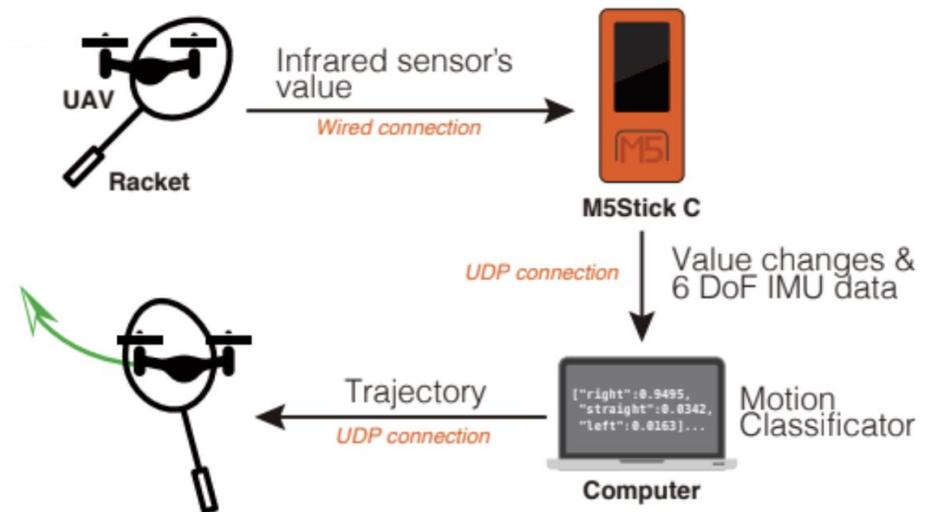
スイングによる軌道/方向変化

事前に軌道とスイングのデータセットを準備しておくことで、**機械学習**を利用し、**プレイヤーのスイングに応じた軌道**をドローンが再生できるようにした



スイングによる軌道変化による戦術性の向上

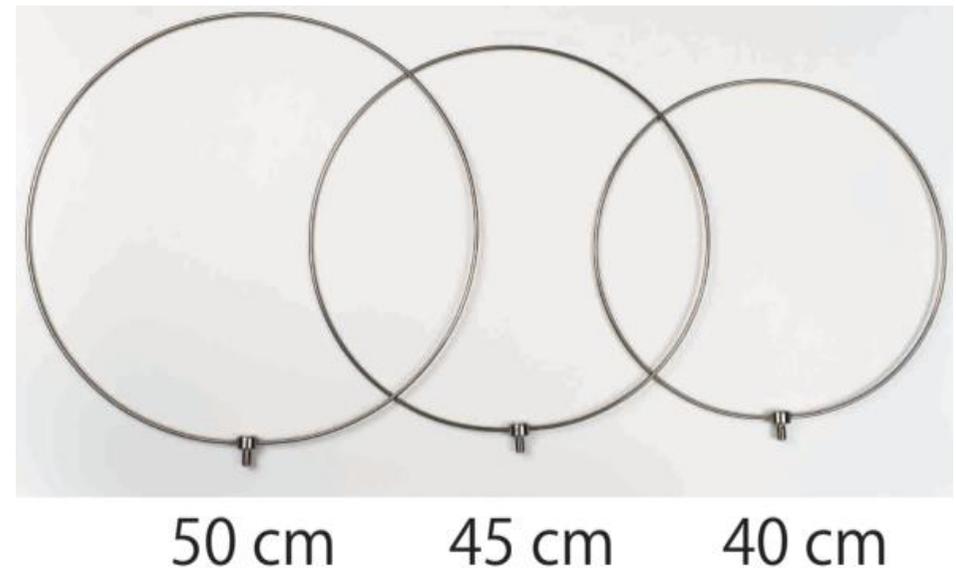
使用している小型モジュールから取得できる**6軸データ**を利用し、ショットとその方向のデータセットを作成する。
プレイヤーのスイングに合わせてCoreMLで作成したモデルから**最適なショットと方向**が**決定し、ドローンに再生**させる。



ショットやその向きを変えることを可能にすることで、**自由度が高く**、相手プレイヤーを意図的に移動させる**戦術性の含んだ競技**に発展することができる。

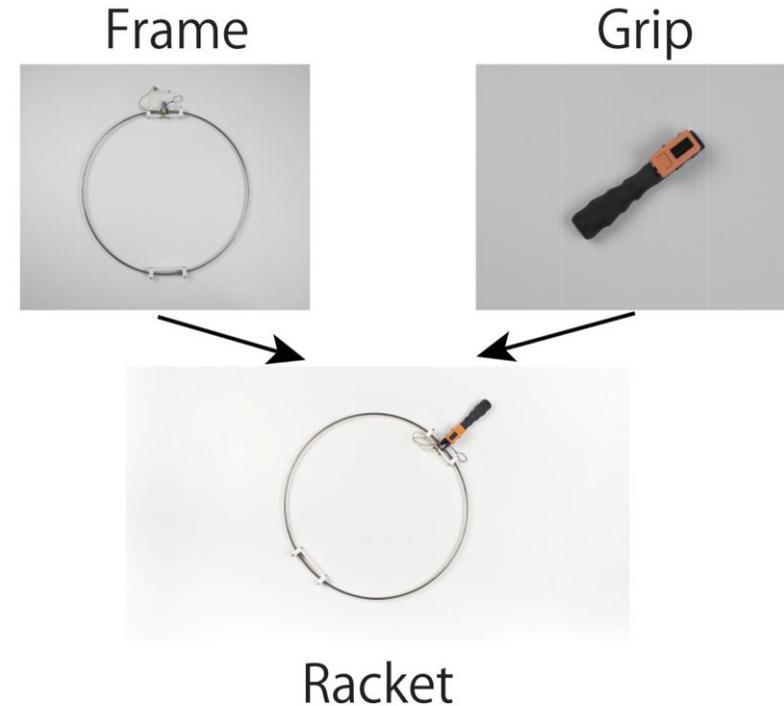
ラケットのフレームの大きさを選択可能に

様々な見え方のある視覚障害では、
各プレイヤーに適したフレームの大きさを
考案することは困難である。
そこで、フレームとグリップを分離させ、
プレイヤーに自分にあったフレームの
大きさを選んでもらうことで、対応する。



フレームの大きさをただ大きくすることも良いが、ドローンを通過させる達成感
やフレームの大きさを小さくする挑戦心を養うことができる。
また、将来的に様々な形のフレームを用意することで、よりエンターテインメント性
のあるスポーツ体験を提供できる

グリップのデザイン



- **柄の部分を極力除いたデザイン**
 - 本来、柄のしなりにより、球を遠くまで速く飛ばすことを可能にしていた。
 - 本スポーツデザインでは柄の存在は必要がなく、プレイヤーの手とドロウンの距離感を混乱させる要因になっていた
 - 視覚障害者は手でものを触ることで形状や大きさを日常的に理解していることから**対象物と手の距離感のずれはないように工夫する必要があった**
- **凹凸のあるグリップデザイン**
 - 機械学習によりスイングのデータセットがあるため、手の位置をなるべく固定するように凹凸をつけた

スマートフォン用アプリの開発(開発中)

目的:

PCで操作していた箇所をアプリケーション化することで、より気軽にスポーツが出来るようにする

課題:

- 弱視者が扱いやすいようなUIを心懸がける
- 実験時に試してもらい、意見をもらう

触覚デバイス(開発中)

目的:

フレーム内にドローンが通過したかどうかのフィードバックを振動によってプレイヤーに与える

課題:

- プレイの邪魔にならないような振動の強さに調節

実験(予定)

対象者:

弱視者6~10名程度(競技者かどうかは問わない)

実施予定場所:

東京都(交渉中)、筑波大学

得たい実験データ:

- ・提案するゲームに対する印象
 - ドローンの速度に対する感じ方
 - ドローンの速度をあらかじめ図っておく
 - ・プレイヤーの近くにきた時の速度
 - ・平均速度
 - 通過させた時の達成感について
 - 振動デバイスに対する印象
 - 振動のHzとかも書いておく
- ・ドローンの通過率
 - ドローンの通過した回数 / スイング回数
- ・ゲームデザインについての改善ディスカッション
 - ゲーム終了後にゲームルールについてプレイヤーとディスカッションする
- ・ドローンの起動時間の測定
 - 何分に一回バッテリーを変えたのか / おおよそ、何回ラリーした時なのか

スポーツデザイン例

1. 1対1で指定得点を先取したプレイヤーの勝利
 - ・スイングの回数は1ラリーに一回 / スイング後はラケットを体の前へ
 - ・ラケットにドローンが衝突して墜落、空振りした場合相手に1ポイント与える
 - 上記は、ドローンとラケットの衝突を防ぐため
 - ・点数は5点ほど
2. 二人一組となり、ラリーの回数に応じて速度が上がるドローンを使ったラリー回数を更新するゲーム
 - ・競い合うものではなく、レクリエーション寄りのゲーム
 - ・ペア相手との交流を図ることが期待される
3. 輪投げの要領で遠くにある複数のゴールにドローン进行操作して着地させ、近くのゴールに与えられた点数をゲットする
 - ・遠くのゴールの視認性、ゴールの得点を理解できる仕組みを開発する必要がある
 - ・ドローンの操作に慣れることが期待される

実用化に向けた課題

- ドローンの**最大飛行時間**
 - 現状市販のドローンを使っており、最大飛行時間は13分
 - 複数台のドローンとバッテリーの携帯が必要
- より**自由度の高いドローン操作**方法の開発
 - 現状では、事前に学習させたスイングと対応した軌道
- 弱視者コミュニティとの交流
 - 多くの意見を取り入れることが必要である

企業への期待

下記に関連する技術を持つ企業との共同研究を希望

- ドローンを始めとした、ロボット開発技術を有している企業
 - Drone Badmintonに最適なドローンの開発
 - 最大飛行時間の向上
 - 視認性の高いドローンデザイン
 - 6軸データなどを基に、最適なドローンの軌道をシミュレーション
- 弱視者コミュニティと繋がりを有している企業
 - 開発したスポーツのデザインを議論できるワークショップの開催

本技術に関する知的財産権

- 発明名称: ドローンを球として用いた弱視者が
競技可能な球技システム
- 出願番号: 63/216529
- 出願人: 国立大学法人筑波大学
- 発明者: 貞末真明、皆川達也、伏見龍樹、落合陽一

お問い合わせ先

筑波大学 国際産学連携本部
技術移転マネージャー 後藤 秀利

TEL 029-859-1497

FAX 029-859-1693

e-mail goto.hidetoshi.fw@un.tsukuba.ac.jp