

This document is a supplemental file of the paper:

“Towards Active Physical Human-Robot Interaction: quantifying the human state during interactions”

Authors: Yue Hu, Naoko Abe, Mehdi Benallegue, Natsuki Yamanobe, Gentiane Venture, Eiichi Yoshida

Contact: Yue Hu, Department of Mechanical and Mechatronics Engineering, University of Waterloo, Canada, yue.hu@uwaterloo.ca

Experimental protocol the participants read after giving their consent in participating in the experiment.

This is the English version, all participants read a Japanese version (attached after the English version), which is a translation of the English version verified by a Japanese researcher.

pHRI experiment protocol and instructions

The experiment is divided into three stages, please read carefully the explanations of each stage and ask questions, if any.

In the following, the terminology will be as follows:

- The subject, the person who is taking part in the experiment (you).
- The instructor, the person who is guiding the experiment.
- The robot, the robot which is part of the experiment (Sawyer).

Stage 1 - Preparation

The subject has to be equipped with the following sensors:

- Motion capture markers, placed on the head, the torso, the back, both arms, both hands, and both feet. All the markers are placed on the clothes, so they will not be directly placed on the skin of the subject. The markers on the face are placed on a mask. Please change your mask with the one given by the instructor.
- Galvanic Skin Resistance (GSR) sensor, placed on the back of the subject. The GSR is measured via two single-use gel-type electrodes, placed on the back of the neck of the subject.
- Heart Rate Monitor (HRM, measured as photoplethysmogram - PPG), which is the same sensor as the GSR. The HRM is measured via an ear-clip, clipped on the left earlobe.
- Eye-tracking glasses, worn as a hat. The subject has to wear a shower cap below the hat.

The preparation stage proceeds as follows:

1. The subject's height and weight are measured and recorded.
2. The subject fills in the preliminary questionnaire and the personality test.
3. The subject removes their shoes and any accessory as per the instructor's request.
4. The subject can keep their own clothing.
5. The subject is equipped with the eye-tracking glasses.

6. The subject is equipped with the GSR + HRM sensor.
7. Eye-tracker calibration
8. The subject is equipped with the motion capture set.
9. Motion capture calibration.
10. The subject is asked to rest in a calm and mindless state for 5-10 minutes, sitting in the waiting room. During this time, recordings with the GSR + HRM sensor are performed.

Stage 2 - Experiment

The experiment stage is divided into three steps.

Step 1. Eye-tracking calibration

1. The subject stands facing the wall.
2. The instructor checks the positioning of the glasses, small adjustments might be necessary.
3. During the calibration, the subject must move only the eyes, and not the head nor the body. It is fine to blink during the calibration procedure, but please do not close the eyes for long times.
4. The instructor will use a laser pointer, the subject must look at the location pointed by the laser pointer until it changes location. The subject must follow the pointer with their eyes until the instructor says otherwise.

The procedure might have to be repeated according to the quality of the calibration.

Step 2. Head calibration

1. The eye-tracker is connected to the PC.
2. The subject has to perform some simple movement with the head.
3. The subject must look at the marker located on top of the wand, moving only the eyes, for about 12-15 different points.

The procedure might have to be repeated according to the quality of the calibration.

Step 3. Body calibration

1. The subject is asked to perform simple movements with the arms and legs, and walk a few steps.
2. The subject waits for about 5-10 minutes.

The procedure might have to be repeated according to the quality of the calibration.

Step 4. Interaction trial

The experiment consists of playing a coin catching game by using the arm of the robot as a joystick.

The purpose of the game is to catch coins. Each coin has a different score. The rewards paid for this experiment will include an additional bonus depending on the score of the experiment, in addition to the regular rewards for participating in the experiment. The

amount of the additional bonus will be the total score of the coins earned through the three experiments. (The trial is not included).

Each game lasts 2min30sec.

The subject has the possibility of trying the experiment up to two times, before the actual experiment.

Instructions for the game

Please watch the instructional video.

Trial procedure

Each trial proceeds as follows:

1. The subject stands outside of the red rectangular area, facing the robot, without moving.
2. The instructor will say "Start", the subject walks inside the red rectangular area and can start interacting with the robot, and play the game.
3. The subject must keep playing the game until it is over or until the instructor says otherwise.
4. For the whole duration of the trial, please stand inside the red rectangular area.
5. The instructor will say "Stop", the subject will stop playing (regardless of the status of the game) and go back to the initial position outside of the red rectangular area.
6. The instructor will say "Ok, finished", which will end the trial.

The subject can perform the trial maximum twice.

After all the trials, the subject is asked to fill in the questionnaires:

1. CH-33: contains 33 statements, the subject has to rate how much they agree with the statement from 1 to 7, where 1 is strongly disagree, and 7 is strongly agree.
2. SAM: contains 3 questions with pictures, the subject must select which one corresponding to their current state.

Step 5. Interaction experiment

After the trial, the actual experiment is carried out.

The experiment proceeds with the same procedure as the trial procedure.

Three consecutive experiments are performed.

After each experiment, the subject is asked to fill in the SAM again.

At the end of the whole experiment, the subject is asked to answer to CH-33 one more time.

At any time, if the subject feels uneasy or wants to pause/stop the experiment, please let the instructor know immediately.

Stage 3 - Interview

After the experiment, the subject goes to the waiting room.

All sensors are removed and it is possible to put back the subject's own clothes and accessories.

The subject will be interviewed by a researcher connected in remote, from the laptop.

The subject should answer all the questions honestly.

The subject has the choice of not answering if they feel uncomfortable with the question.

Japanese version

pHRI 実験プロトコルと指示

実験は3段階に分けられます。

各段階の説明をよく読んで、不明な点があれば質問してください。

以下では、用語は次のようになります。

- 被験者、実験に参加している人(あなた)。
- 実験担当者、実験を指導している人(Yue)。
- ロボット、実験の一部であるロボット(Sawyer)。

ステージ 1 - 準備

被験者は以下のセンサーを装着します:

- 頭、胴体、背中、両腕、両手、両足に配置するモーションキャプチャマーカー。すべてのマーカーは服の上に置かれるので、皮膚の上に直接置かれることはありません。顔のマーカーをマスクの上に乗せていきます。マスクは実験担当者から渡されたものと交換してください。
- 背中に配置する電気皮膚抵抗(GSR)センサー。GSR は、被験者の首の後ろに配置された2つの使い捨てゲル型電極を介して測定されます。
- 心拍数モニター(HRM)。これは GSR と同じセンサーです。HRM は左耳たぶにクリップ留めされたイヤークリップで測定されます。
- 視線追跡用メガネ。眼鏡は帽子の一部です。被験者は帽子の下にシャワーキャップを被っていただきます。

準備段階

1. 身長と体重を測定します。
2. 被験者は予備調査票に記入します。
3. 実験担当者の要求に従って自分の靴やアクセサリーをすべて外します。
4. 服は着替える必要はありません。
5. 視線追跡用メガネを装着します。
6. GSR + HRM センサーを装着します。
7. 視線追跡用メガネキャリブレーション
8. モーションキャプチャセットを装着します。
9. モーションキャプチャキャリブレーション

10. 5～10 分間、落ち着いて無心の状態で休むように求められます。この間、GSR + HRM センサーによる記録が行われます。

ステージ 2 - 実験

実験段階は 3 つのステップに分けられます。

ステップ 1. 視線追跡用メガネキャリブレーション

1. 被験者は、部屋の中央に立ち、顔を画面中央に向けます。
2. 実験担当者がメガネの位置を確認し、調整します。
3. キャリブレーション中は頭や身体は動かさず、目だけを動かすようにしてください。まばたきしても問題ありませんが、長時間目を閉じないでください。
4. 実験担当者はレーザーポインターを使用します。被験者はレーザーポインターが指し示した場所を場所が変わるまで見つづけてはならない。実験担当者が良いと言うまで、被験者は自分の目でポインタを追わなければなりません。

キャリブレーションの結果に応じて上記手順を繰り返す場合があります。

ステップ 2. 頭部キャリブレーション

1. PCには視線追跡用メガネが接続されています。
2. 被験者は頭を使って簡単な動作をします。
3. ワンドの上にあるマーカを、目だけを動かして12-15点ほど見ます。

キャリブレーションの結果に応じて上記手順を繰り返す場合があります。

ステップ 3. モーションキャプチャキャリブレーション

1. 手足を使った簡単な動作を行った後、数歩歩いていただきます。
2. 被験者は約5～10分待ちます。

キャリブレーションの結果に応じて上記手順を繰り返す場合があります。

ステップ 4. インタラクション試行

ロボットの腕をジョイスティックとして使ってコインキャッチゲームをする実験です。

ゲームの目的はコインをキャッチすることです。各コインのスコアは異なります。この実験で支払われる謝金には、実験にご協力いただいた通常の謝金分に加えて、実験のスコアに応じた追加ボーナスが上乘せされます。**追加ボーナスの金額は、3つの実験を通じて獲得したコインのスコアの総額になります。**(練習は含まれません)。

各ゲームは2分30秒続きます。

被験者は、実際の実験の前に、2回まで練習をすることができます。

ゲームのための指示

説明ビデオをご覧ください。

試行手順

各試行は次のように進行します。

1. 被験者は、赤い四角形の領域の外側に立ってロボットに向かい、指示があるまで移動せずに待ちます。
2. 実験担当者が「スタート」と言ったら、赤い四角形の領域の中に入り、ロボットを使ってゲームを始めてください。
3. 実験担当者から指示があるまで、ゲームをプレイし続けてください(必要なら再開しなければなりません)。
4. 実験中は赤い四角形の外側には出ないでください。
5. 実験担当者が「Stop」と言ったら、被験者は(ゲームの状態に関係なく)プレイを停止し、赤い四角形の領域の外側の初期位置に戻ります。
6. 実験担当者が「Ok、終了しました」と言ったら試験を終了します。

被験者は最大 2 回練習を行うことができます。

すべての試験の後、被験者はアンケートに記入するように求められます。

- CH-33: 33 の質問を含んでいます。内容にどれほど同意するかを 7 段階で評価してください。1 が強い反対、7 が強い同意です。
- SAM: 写真付きの3つの質問が含まれており、被験者は自分の現在の状態に対応するものを選択する必要があります。

ステップ 5. インタクション実験

練習後、実際の実験を行います。

実験は練習と同じ手順で進行し、3回連続で実施されます。

各実験の後、被験者には再びSAMを記入してもらいます。

実験全体の最後には、被験者にもう1度CH-33に答えてもらいます。

不安を感じたり実験を一時停止/中止したい場合は、いつでも実験担当者にすぐに知らせてください。

ステージ 3 - インタビュー

実験後、被験者は待合室に移動します。

すべてのセンサーが取り外され、自分の服やアクセサリーを身に着けることができます。

被験者は、リモートで接続された研究者によって、ノートパソコンからインタビューを受けます。被験者はすべての質問に正直に答えなければなりません。

被験者は、質問に不快感を感じた場合には、回答しないという選択肢があります。