



日米学生によるバーチャルロボット設計・開発・ 感性評価 PBL の設計と実施

Design and Implementation of a PBL Entitled “Design, Development, and Affective Evaluation of Virtual Robots”
by Japanese and U.S. Students

大倉典子¹⁾, ラオハカンワンウィット ティポーン²⁾, スリーピアン ピーラヤー²⁾, 菅谷みどり²⁾,
千葉浩子³⁾, バーク デイブ³⁾

Michiko OHKURA, Tipporn LAOHAKANGVALVIT, Peeraya SRIPIAN, Midori SUGAYA,
Hiroko CHIBA, and Dave BERQUE

- 1) 芝浦工業大学 SIT 総合研究所 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, ohkura@sic.shibaura-it.ac.jp)
2) 芝浦工業大学 工学部 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, {tipporn, peeraya, doly}@shibaura-it.ac.jp)
3) DePauw University (46135-0037 204E.Seminary, Greencastle, Indiana, U.S.A, {hchiba, dberque}@depauw.edu)

概要: 芝浦工業大学とアメリカのデポー大学は, “Involving Undergraduates in research on Design and Cross-Cultural Perceptions of Cuteness in Robotic Gadgets”と題する共同研究を行っており, その一環で, アメリカの学生が来日して芝浦工大の学生と7週間の共同作業を行うプロジェクトを実施している. 昨年, 今年と, バーチャルな来日となったが, そこでバーチャル空間で印象の異なるロボットを制作するプロジェクトを実施した. 印象の違いは脳波と心拍で評価した. ここでは, そのプロジェクトの設計と実施について紹介する.

キーワード: 教育, 感性計測, かわいい, 生体信号

1. はじめに

著者らは, アメリカ国立科学財団 (National Science Foundation, NSF) の International Research Experiences for Students (IRES) プログラムに応募し, 2019 年に採択された[1]. その Non-technical abstract については, 参考文献[2]を参照されたい.

このプロポーザルに基づき, ロボットを設計, 開発, 感性評価する 7 週間の日米学生の共同プロジェクトを設計し, 2020 年 6 月に東京で実施予定だった. しかし, COVID-19 パンデミックにより, デポー大学の学生の来日・来校はおろか芝浦工大の学生も構内に立ち入りできない状況となった. そこで, 筆頭著者が既に実施していた演習授業[3]やグローバル PBL [4] の内容を参考にして, 新しいプロジェクトを設計して実施した[2][5]. そして捲土重来を期した 2021 年 6 月, 収束の見えない COVID-19 パンデミックのため, またもやデポー大学の学生のリアルな来日はできなかった. そこで今年度は, バーチャルなロボットの制作は昨年度と同じだが, プロポーザルに記載の通り, その感性評価は脳波などの生体信号を用いて行うことにした. この新プロジェクトの設計と実施について紹介する.

2. プロジェクトの設計

2.1 概要

学生の協働作業は, かわいいバーチャルロボットの制作とその感性評価である. ロボットとその環境の制作には Unity, コミュニケーションには zoom と Slack を使用した.

日米 2 名ずつで計 4 名の学生のチームを 2 チーム編成し, 各チームはペルソナ/シナリオ法を用いてコンパニオンロボットの使用シーンを決定した. それに基づき, 学生は各自で 4 種類 (表 1) のロボットを制作した. 各ロボットの印象の違いが脳波または心拍の異なる反応をもたらすよう, 各学生は自分の脳波や心拍で反応を確認した.

2.2 スケジュール

表 2 に本プロジェクトのスケジュールを示す. 日米の 13 時間の時差のため, 各ミーティングは, 米国が夜 7 時から, 日本は朝 8 時からで, 約 2 時間行った. なお学生には, 事前に参考資料[6][7]で「かわいい工学」に関する予備知識を得てもらった.

3. プロジェクトの実施

3.1 ウェルカムミーティング

初日のウェルカムミーティングでは、本プロジェクトの実施場所である芝浦工大豊洲校舎とオーガナイザ（図 1）を紹介し、さらにロボットの社会における位置づけ、および本プロジェクトのスケジュール（表 2）を説明した。

3.2 ペルソナ／シナリオ法による使用の設計

ペルソナ／シナリオ法を説明した後、各チームでコンパニオンロボットの使用者のペルソナと使用シナリオについて討論してもらった。さらに、最終的に作成するロボットの 20 秒の動画のシーンを、シナリオから決定してもらった。

3.3 ロボットの設計と開発

各チームのペルソナとシナリオに基づき、各学生は表 1 の 4 種類のロボットを設計した。4 種類のロボットの例を図 2 に示す。

その後、各学生は Unity を使用してロボットに動きと音声を加し、20 秒の動画を作成した。動きと音声は、チームごとに共通とした。4 種類のロボットが脳波または心拍で異なった反応をもたらすよう、脳波は Mind Wave mobile 2 (NeuroSky 社製)、心拍は Cardio (iPhone ユーザ) または REPS 社製の Heart Rate Monitor (Android ユーザ) を用いて測定した。

3.4 最終プレゼンテーションとロボットの評価

各学生は、それぞれ 20 秒の動画を用いて各ロボットを紹介した。各ロボットの紹介の間には、25 秒の休憩を挟んだ。教員は、各ロボットの動画の視聴中に心拍を測定し、また最初のロボットの視聴前から最後のロボットの視聴後まで脳波を測定した。使用デバイスは、学生が使用した前掲のデバイスと同じで、脳波の測定には NeuroExperimenter というアプリを使用した。NeuroExperimenter を用いた脳波測定の例を図 3 に示す。

脳波は、各ロボットの動画視聴中の 20 秒間の平均値とその直前の休憩の 20 秒間の平均値の差分を算出した。心拍は、各ロボットの動画視聴中の 20 秒間の平均心拍を算出した。教員の図 2 のロボット視聴時の脳波 (Attention と Meditation) と心拍の測定結果を図 4 に示す。脳波には一定の傾向が見られなかったが、心拍については、モノクロの #2 と #4 視聴時の値よりも、それぞれと対応する #1 と #3 視聴時の方が値が大きく、また #1 は #4 より値が大きかった。「かわいい」には「わくわく系かわいい」と「癒やし系かわいい」の 2 種類があり、前者は心拍が上がる事が知られているが [8]、図 2 に示したかわいいロボット #1 は、心拍の上がる「わくわく系かわいい」である可能性が示唆された (休憩時との比較ではないので、厳密ではない)。

また、著者らが録画を見て各ロボットのかわいさを 10 点満点で採点した結果では、図 2 の #1 が最も平均点が高かった。平均点が高かった他のロボットの例と、逆に平均点の低かったロボットの例を、図 5 に示す。平均点は、どの学生のロボットにおいても、最もかわいくるように制

表 1: ロボットの詳細

番号	ロボット
#1	動物のような特徴を持ち、丸型でかわいい色の、最もかわいいロボット
#2	#1 と同じ形で色がモノクロなロボット
#3	動物のような特徴を持たず、丸くない形のロボット
#4	#3 と同じ形で色がモノクロなロボット

表 2: スケジュール

	EDT	JST	Content
1	23 rd May	24 th May	Welcome meeting
2	25 th May	26 th May	Lecture of personas and scenarios
3	1 st June	2 nd June	Presentation of personas and scenarios
4	8 th June	9 th June	Presentation of design of virtual robots, Begin development
5	15 th June	16 th June	Regular meeting with special lecture by Tipporn
6	22 nd June	23 rd June	Presentations of appearance of robots with EEG and HR
7	29 th June	30 th June	Regular meeting with special lecture by Peeraya
8	6 th July	7 th July	Presentation of robots and their evaluation
9	8 th July	9 th July	Farewell meeting



図 1: オーガナイザの紹介

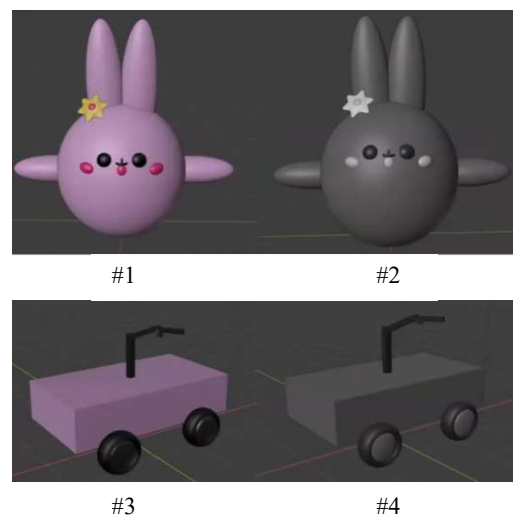


図 2: 4 種類のロボットの例

作された#1が最も高く、#2、#3、#4の順であった。

3.5 フェアウェルミーティング

最終日には、2020年のこの大会で使用されたバーチャルSNSのClusterを用いて、修了証を授与した(図6)。

4. 考察

はじめに述べたように、本プログラムの当初の予定は、アメリカのデポー大学の学生が来日して、芝浦工大の学生と共同でロボットの設計、開発を行い、そのロボットを感性評価することであった。しかしながらCOVID-19パンデミックのために、初年度の2020年に続き、2021年もリアルな来日が不可能となった。そこで2年目は、1年目と同じバーチャルなロボットを制作するだけでなく、プロポーザルの記載に従い、感性評価を脳波や心拍という生体信号を用いて行うことにした。制作するロボットはコンパニオンロボットとし、ペルソナ/シナリオ法を用いて、チームごとにこのロボットの使用シーンを決定した。各学生は、それによって形や色の異なる4種類のバーチャルロボットを開発し、それぞれ20秒の動画を制作した。4種類のロボットのかわいさの違いが脳波や心拍の反応に反映するように、各学生は自分の脳波や心拍で確認した。また最終発表では、著者らオーガナイザが、自分の脳波や心拍を測定して、これらのロボットの感性評価を行った。まだ分析中ではあるが、その結果は必ずしも期待通りではなさそうである。その理由として、以下が考えられる。

- ・ 学生が4種類のロボットの動画を制作する際に、生体信号の違いを十分に確認しなかった可能性がある。ロボットの設計時点では、生体信号を確認していたが、動きと音声を加えて動画にする際の確認が不十分だった可能性がある。
- ・ かわいいロボット(#1)にかわいい動きと音声を付与し、他のロボット(#2~#4)も同じ動きと音声なので、見かけがそれほどかわいくななくても動きや音声により(無意識下で)教員がかわいいという印象を抱いてしまった可能性がある。
- ・ 実験者が実験協力者の生体信号を計測するのが通常の実験方法であるにもかかわらず、今回は著者らが自宅からミーティングに参加したため、実験者が実験協力者を兼ねる一人二役をこなす状態で計測せざるを得なかった。そこで計測が適切に行えなかった可能性がある。
- ・ 米国は夜、日本は早朝というミーティングの時間のため、実験者兼実験協力者である著者らの体調が、精神状態を生体信号で計測するにはベストな状態とはいえなかった可能性がある。

10 点満点でかわいさを評価した結果からは、どの学生のロボットでも平均点が#1から#4の順という結果を得たが、これは生体信号の傾向と必ずしも一致していなかった。個人ごとの生体信号と点数との関係のさらに詳細な分析は、今後の課題である。

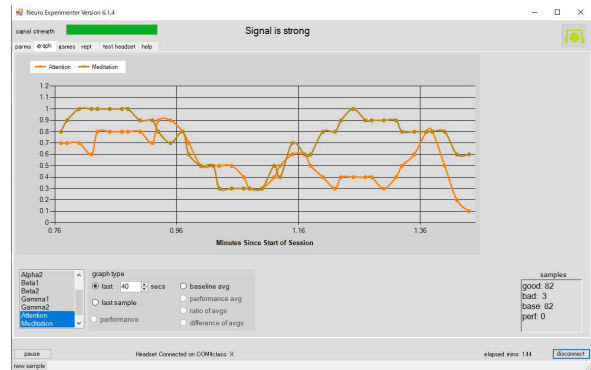
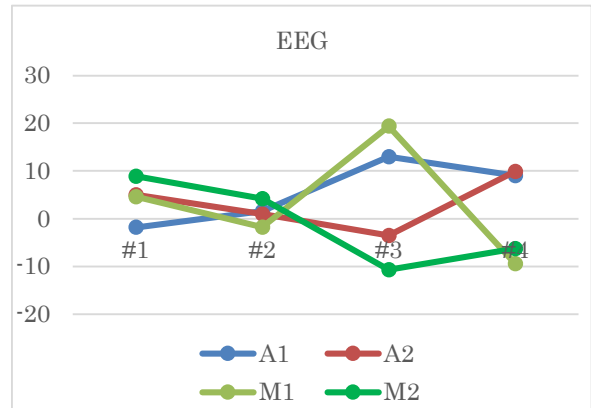
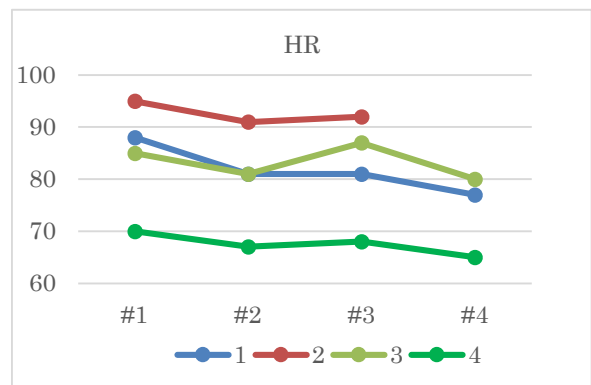


図 3: NeuroExperimenter による脳波の測定の例



(a) 脳波 (Attention と Meditation)



(b) 心拍 (bpm)

図 4: 図 2 のロボットの動画視聴時の脳波と心拍

著者らは、2020年のプロジェクトで学生が制作したロボットを対象として、種々の感性語を用いたアンケートによる感性評価実験を、日米の学生を対象として実施した[9]。今回も、学生が制作したロボットを用いて、生体信号による感性評価実験を実施予定なので、そのためには各ロボットが生体信号の反応の違いをもたらすように、形・色・動き・音声を改善することも今後の課題である。

5. 結論

芝浦工業大学とアメリカのデポー大学は、共同研究を行っており、その一環で、アメリカの学生が来日して芝浦工大の学生と7週間の共同作業を行うプロジェクトを実施している。昨年に続き、今年もバーチャルな来日と

なったが、そこでバーチャル空間で印象の異なるロボットを制作するプロジェクトを実施し、印象の違いは生体信号（脳波と心拍）で評価した。ここでは、そのプロジェクトの設計と実施について紹介し、生体信号による感性評価の結果の今後の検討事項についても整理した。

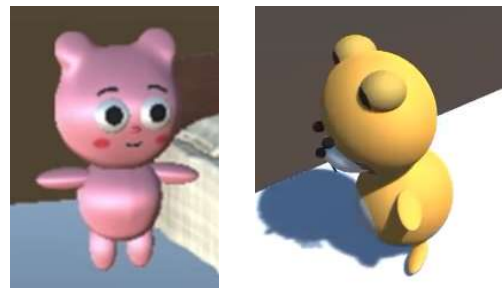
謝辞

本資料はアメリカ国立科学財団助成金番号 No. OISE-1854255 によって支援されている研究に基づいたものです。この資料の中で表現されている意見、調査結果、結論や推薦事項はすべて著者のものであり、必ずしもアメリカ国立科学財団の見解を反映しているものではありません。

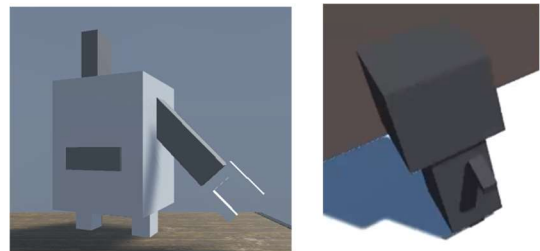
このプログラムに参加したデポー大学の Grace TODD, Haley SCHWIPPS, Liam GUINEE, Rafael MARTINEZ, 芝浦工業大学の井村舜, 大塚嵩柱, Narumon, JADRAM, NG SHEONG FONG に感謝します。

参考文献

- [1] DePauw University: NSF GRANT WILL SUPPORT DEPAUW-JAPAN RESEARCH ON ROBOTS' "CUTENESS", <https://www.depauw.edu/news-media/latest-news/details/34340/> retrieved on Jan. 5, 2021.
- [2] M. Ohkura, et al.: Design and Implementation of Kawaii Robots by Japanese and American University Students using Remote Collaboration, Proc. ISASE2021, 6B-03, 2021.
- [3] 大倉典子, 泉谷 聡, 青砥哲朗: 創成型演習授業「バーチャル空間の設計と構築」の実践, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2007-86, pp. 13-17, 2008.
- [4] M. Ohkura, et al.: Multi-media Global PBL with HTML5 and TECHTILE Toolkit for Japanese and Thai Students, 2017 JSEE Annual Conference, pp. 45-50, Tokyo, 2017.
- [5] D. Berque, et al.: Fostering Cross-cultural Research by Cross-cultural Student Teams: A Case Study related to Kawaii (Cute) Robot Design. In; P. Rau (Ed.) Cross-Cultural Design, User Experience of products, Services, and Intelligent Environments HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12192, pp.553-563, Springer, 2020.
- [6] M. Ohkura, T. Komatsu, and T. Aoto: Kawaii Rules: Increasing Affective Value of Industrial Products, In; J. Watada, H. Shiizuka, K. Lee, T. Otani, and V. Lim (Ed.) Industrial Applications of Affective Engineering, pp.97-110, Springer, 2014.
- [7] 大倉典子: かわいいの系統的研究、情報処理, Vol. 57, No. 2, pp. 124-127, 2016.
- [8] M. Yanagi, et al.: Differences in heartbeat modulation between excited and relaxed kawaii feelings during photograph observation, International Journal of Affective Engineering, vol. 15, no.2, pp. 189-193, 2016.



(a) 高評価のロボットの例



(b) 低評価のロボットの例

図 5: 高評価のロボットと低評価のロボットの例



(a) Cluster を用いたバーチャル空間内での修了証の授与



(b) 集合写真

図 6: Cluster を用いたバーチャル空間内での修了証の授与と最後の集合写真

- [9] D. Berque et al.: Cross-Cultural Design and Evaluation of Robot Prototypes Based on Kawaii (Cute) Attributes, In; Rau PL. P. Rau (Ed.) Cross-Cultural Design. Applications in Cultural Heritage, Tourism, Autonomous Vehicles, and Intelligent Agents. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12773, pp.319-334, Springer, 2021.