

ユーザの性格特性が人工物とのインタラクションに与える影響 —生体信号の個人差からインタラクションを評価する—

棟方 渚 小松 孝徳 櫻沢 繁 塚原 保夫 松原 仁

公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科

〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

E-mail: {g3106012, komatsu, sakura, yasuo, matsubar}@fun.ac.jp

あらまし 本研究では、バイオフィードバック系を利用したゲームシステムにおける、ユーザとそのシステムとのインタラクションの状態を、被験者のSCR(Skin Conductance Response), SRL(Skin Resistance Level)の表出パターンや性格特性、内省報告によって評価した。システムとのインタラクションが持続していた被験者やインタラクションが発生しなかった被験者のSCR, SRLの表出パターンと内省報告の個人差を調べると、同じグループ間でもインタラクションの状態に大きな違いがあることがわかった。

キーワード インタラクションの状態, SCR, SRL, 性格特性, 個人差

Effects of Users' Personality Traits on their Interaction with Artifacts —Evaluating Users' Interaction by Individual Differences of their Biological Signals—

Nagisa MUNEKATA Takanori KOMATSU Yasuo TSUKAHARA and Hitoshi MATSUBARA

Future University of HAKODATE 116-2 Kamedanakano-cho, Hakodate-city, Hokkaido, 041-8655 Japan

E-mail: {g3106012, komatsu, yasuo, matsubar}@fun.ac.jp

Abstract The final purpose of this study is to develop an interactive system that can realize a sustained man-machine interaction that is a bilateral interaction in which human and artifacts affect each other. As a preliminary trail to tackle this issue, we investigated the detailed interaction between the game system using a biofeedback and its users, and then their interactions were evaluated by means of their biological signals (SCR: skin conductance response, SRL: skin resistance level) and questionnaires (e.g., personality trait, self-contemplation).

Keyword sustained man-machine interaction, SCR, SRL, psychological questionnaires

1. はじめに

近年、私達の日常生活における様々なタスク達成を補助するために、様々な人工物の開発が進められている。それらのエージェントとしては、例えば、人間の表出した言語やジェスチャーを認識することで、人間の意思を理解するシステム[1]、人工物が人間の感情を理解するようなインタフェースなどが挙げられる[2]。

その一方、人工物を擬人化して認識することで、その人工物に対して愛着をもつ人は少なくない。そのような人間の認知的な特性を利用して、人間が人工物に対して、人間相手のような社会的関係を築くことを狙いとしたロボットの開発も進められている。例えば、KISMET[3]、Robovie[4]、WAKAMARU[5]などのパーソナルロボットの開発が代表的研究として挙げられる。それらは人間と長時間にわたってインタラクションをすることを想定したパーソナルロボットであるが、人

間の慣れに対してどのように対応したらよいのか、また人間の期待を逸脱しないような適応方法などは、未だ解決されていないといえる。よって未だに、人間と人工物との間には、持続的なインタラクションが構築されたとはいえない状態にあると考えられる。

まず、人間が人工物とインタラクションを行う必然性について考えてみる。例えば多くの場合、人間はあるタスクの達成に対する支援を目的として人工物を使用すると考えられる。その際、人間は人工物に対し所望の動作の達成のみを期待するため、人工物は人間の要求に対して効率的かつ合理的に処理する道具として認識されているといえる。よってそのタスクが達成されると、このような人間と人工物とのインタラクションは、次のタスクを達成する必要性が表れるまで発生しない。前述のようなパーソナルロボットと人間とのインタラクションを考える場合、ロボットとインタラ

クションを開始する時の人間のモチベーションの度合いによって、その後の人間の行動に大きな個人差を生むと考えられる。このような個人差を把握することが、人間と人工物とのより円滑なインタラクションを構築する上で重要な要素であると考えられる。

そこで本研究では、人間と人工物とのインタラクションにおいて、人間の人工物への印象や内省の違いがその後のインタラクションでの行動や持続にどのような影響を与えるかを調査した。具体的には、人間とインタラクションを行うシステムとして、びっくりクマさんのゲーム[6]を利用した。そのシステムは人間の情動の指標として生体信号を用い、人間の生体信号の変動を人工物が認識しそれに対応した振る舞いをするような一種のバイオフィードバック系である。また、生体信号の表出パターンを解析し、そのパターンと心理測定尺度や内省報告による人間の性格特性とを比較した。

2. ユーザの性格特性を把握するための心理測定尺度

本研究ではユーザの性格特性を把握するための以下の3つの心理測定尺度を使用した。

2.1. Big Five

1980年代以降、人間の基本的性格特性が5次元で記述できるとするBigFive研究が盛んに行われてきた[7]。性格特性論の立場では、人間は試行や感情、行動の背後にある一貫した反応傾向を内在化していると仮定し、個人がその特性をどの程度有しているかによって人間の性格を記述する。BigFive論とは、性格特性の基本次元が、以下の5つに集約されるとする仮定である。

- 情動不安定性(Neuroticism)
- 外向性(Extraversion)
- 開放性(Openness to experience)
- 調和性(Agreeableness)
- 誠実性(Conscientiousness)

本尺度は、形容詞尺度の利点を活かし性格特性の基本5次元を簡便に測定できる計60項目の尺度である。本研究ではこの尺度によりユーザの基本的な性格特性を把握した。

2.2. 動物に対する愛着尺度

この尺度は、動物一般に対する愛着度を測定する尺度である。計6項目から成り、5段階リッカートスケールでの回答が求められる。この尺度は、岸本[8]において、高い内的一貫性が確認されている。本研究では、この尺度を使用し、動物に対する愛着がこのシステムに対してどのような影響を与えるかを調べた。

2.3. 情動的共感性尺度

高木[9]の作成した情動的共感性尺度は、他者の情動

や感情に対する共感性を測定するための尺度である。他者の心情を感じ取る能力を共感性といい、共感性の程度はユーザの対人態度に影響するとされている。“感情的暖かさ”、“感情的冷淡さ”、“感情的被影響性”の3つの下位尺度から成る。この尺度項目について岸本[8]で得られた調査結果に基づき、“感情的暖かさ”因子が、さらに“感動しやすさ”と“同情”の2因子に分かれ、合計4因子構造であることが確認された。本研究では、ここで確認された因子構造及びそれを構成する質問項目を用い、ユーザの情動的共感性がシステムに与える影響について調べることにした。

3. インタラクション状態を把握するための生体信号

本研究では、人間と人工物とのインタラクションの評価にSCR(Skin Conductance Response)とSRL(Skin Resistance Level)を使用した。それらの皮膚電気活動は、手掌に装着した一対の電極間に微弱な電流を流し、見かけ上の抵抗変化を調べる通電法で測定される。これらの相違点は、測定単位系のみであり、どちらも通電法であるという点では同じであるが、SCRは一過性の反応(response)として、SRLは緩徐な変動(level)で観察される[10]。それらは人間の情動状態を評価する方法として用いられている[11,12]。刺激提示に対応して生じるSCRの反応は簡単に同定することができるが、外来刺激なしに安静時にも出現する反応(自発性SCR)がある。本研究で用いたSRLと同じ性質を示すSCLがSCRよりも被験者の情動安定性を調べるのに適しており、被験者の精神的不安や安静状態の評価としてSRLを用いることが有効であることが示された[13]。

本研究ではこれらの知見から、SCRによってゲームにおける被験者の一過性の情動表出を調べ、同時にSRLによってゲーム中またはゲーム後の安静時における情動安定性を調べた。

3.1. SCRの評価方法

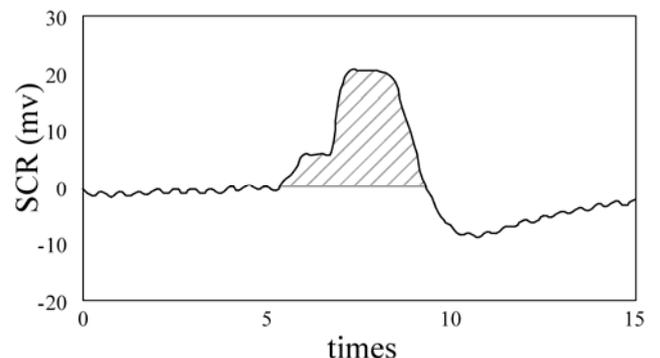


図1 SCRの変動量

本実験では SCR の変動量として、先行研究[15]と同様に図 1 に示した SCR のグラフのうち斜線部分の面積 (SCR の正の値の積分値) をゲームのプレイ時間で割ったものを SCR 変動量とし、それを情動表出の評価として用いた。つまり、SCR 変動量が大きい値を示すと、被験者に大きな情動の変化が生じたと考えられ、また、それらが小さければ情動の変化は小さかったと考えた。

3.2. SRL の評価方法

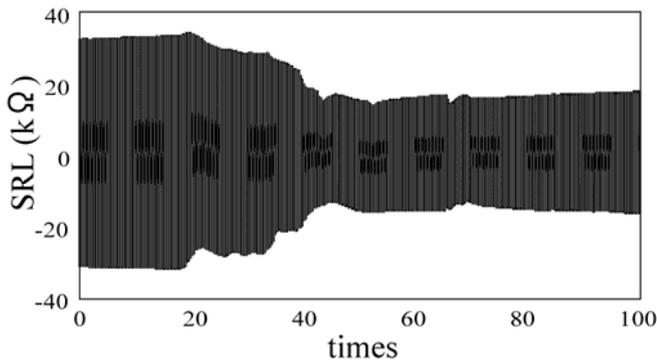


図 2 SRL の変動

本実験では、SRL の評価方法として SRL のグラフの振幅に注目した。図 2 のグラフは SRL が徐々に変動する様子を示しており、振幅が大きいほど皮膚の抵抗値は高く、小さいほど低い。各被験者について安静時の振幅を基準とし、情動状態の変化や持続を評価した。

4. ロボットを用いた“びっくりクマさん”のゲーム

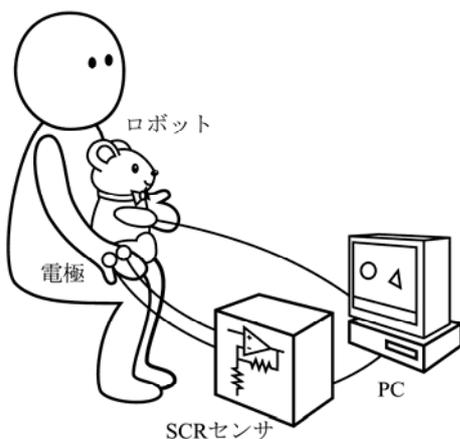


図 3 システム構成

本研究で用いたゲームのシステムを図 3 に示す。このゲームは、ゲーム中のプレイヤーの SCR を観測し、その様子をリアルタイムにゲーム画面上のインジケータに表示すると共に、SCR の変動に応じてロボットが動

くようなシステムである。プレイヤーには、片方の手掌に電極を装着し、膝の上に置いたロボットを抱えさせた。ここで使用した SCR 測定装置は、生体信号を利用したゲーム[14]と同じ測定器を使用した。このゲームのストーリーは、蜂の巣から蜂蜜を盗んだクマが、蜂蜜の入った壺をこっそりと家へ持ち帰るところから始まる。図 4 の PC ディスプレイ上のキャラクターのクマが蜂蜜を家へ持ち帰っている様子を眺めることがプレイヤーのタスクである。プレイヤーが落ち着いて見守ることが出来れば、クマは無事に蜂蜜を手に入れることができる。しかし、プレイヤーがなんらかの理由で興奮または緊張を感じ SCR が変動した場合、図 5 のようにクマは驚いて蜂蜜を地面に落としてしまい、そこで蜂に気付かれ、クマは蜂に刺されてしまう。

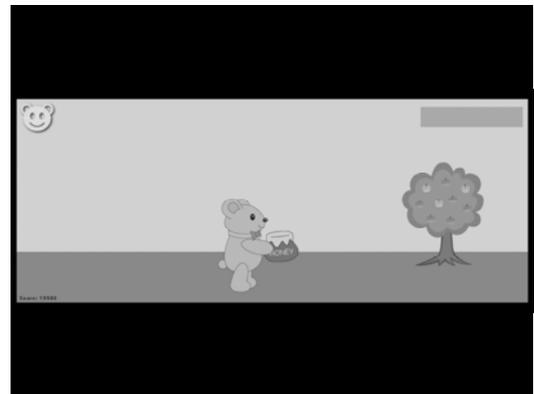


図 4 ゲーム画面(安静時)

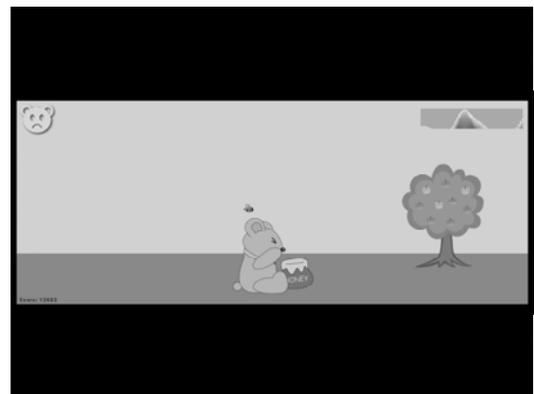


図 5 ゲーム画面(SCR 変動時)

ロボットの動作として、プレイヤーの SCR の変動に合わせて両手を上下に動かすと共に、蜂に刺された時は震えるなどして痛がるような振る舞いをさせた。3 回蜂に刺されるとクマは気絶し、ゲームオーバーとなる。ゲームの所要時間は最長で約 1 分とした。用いたロボットとは、外観的親和性のあるイワヤ株式会社のデイベア型のロボット IP ROBOT PHONE を使用した。(片腕 2 自由度×2, 首 2 自由度, 計 6 自由度)[15]。

5. 実験

ここでは、ユーザの性格特性の違いがインタラクションへ与える影響を調べ、人間と人工物とのインタラクション状態やその持続について評価した。

5.1. 概要

実験では、被験者に対し「びっくりクマさんのゲーム」を10回プレイしてもらい、ゲームが終了する毎に、2分程度の安静時測定を行った。また、このゲームにおけるロボットの動きの影響を考え、ロボットを通常通り使用したゲームをプレイするグループ(ロボットのモーション有群)と、ロボットが動かないゲームをプレイするグループ(ロボットのモーション無群)とに被験者を分けて実験を行った。ここでは、ゲーム中のSCRの変動と、休憩中の自発性SCRの変動を調べ、ゲーム中の没入の状態を評価した。また、SRLによる情動の安定性を調べ、インタラクション状態が持続されているかどうかを評価した。これらの結果と、被験者の性格特性と内省報告を比較し、被験者の性格特性によるインタラクションへ与える影響を調べた。

5.2. 手順

全ての被験者には予め、ゲームのストーリーやシステムの仕組みなどの内容、実験の進め方等を説明し、ロボットのモーション有、無群どちらも、ロボットを膝の上に置き、ロボットを抱えるよう指示した。またゲームを始める前に、安静時のSCR、SRLを10分程度測定した。その時被験者には、力を抜いてリラックスするよう指示した。実験の所要時間は1人1時間程度である。

5.3. 被験者

被験者は健康な大学生男女9人で、ロボットのモーション有群5人(男性3人、女性2人)と、ロボットのモーション無群4人(男性2人、女性2人)とした。

6. 結果

6.1. SCR 表出パターン(情動表出の評価)

全ての被験者9人のうち、ゲーム中のSCR変動量とその後の安静時におけるSCRの変動量よりも大きい者が5人、ゲーム中のSCRの変動量が極端に少なく安静時の自発性SCRの変動量の方が大きい者が4人いた。それらのSCR表出パターンの典型的なグラフをそれぞれ図6、7に示す。グラフ中の縦線は、ゲームが終了した時点を示し、その時点から左がゲームを試行している時間で、右が安静時測定を行っている時間である。

通常、安静時のSCRの変動は個人差があり、自発性SCRが全く出現しないか、自発性SCRを伴うかに分かれる。しかし、ゲーム時のSCR変動量が極端に少なく、安静時のSCR変動量の方が大きいグループに関して

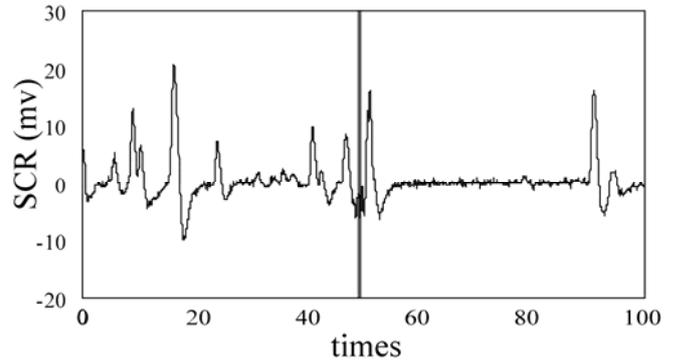


図6 ゲーム時のSCRの変動量が大きいグループ

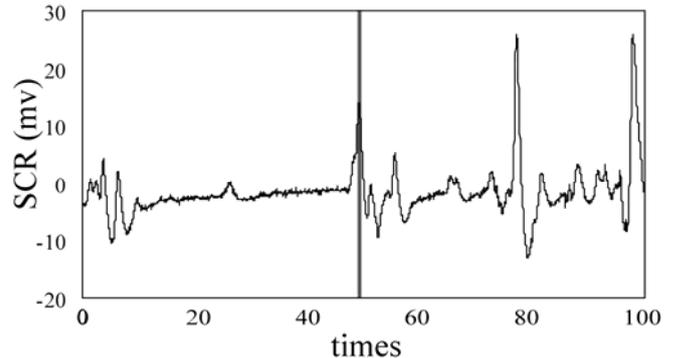


図7 ゲーム時のSCRの変動量が少ないグループ

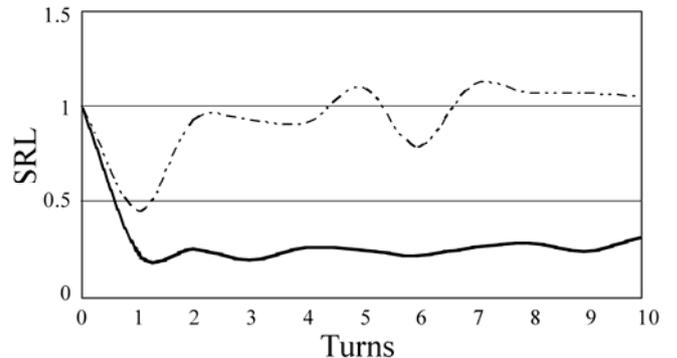


図8 SRL表出パターン

は、安静時に自発性SCRの出現が起こった。

6.2. SCR 表出パターン(情動表出の評価)

全ての被験者9人のSRL表出パターンを調べた結果、ゲームをしているにも関わらず安静時のSRLの値とほぼ同等もしくはそれ以上の情動安定を示した被験者が4人、ゲーム中のSRLの値が下がっていた情動不安定を示した被験者が5人いた。それらの典型的なグラフを図8に示す。

図8のグラフは安静時のSRLの値を縦軸の1とし、そのゲーム毎のSRLの平均を正規化したものを示した。二つのグラフのうち点線で示した方は、情動が安定している被験者で、実線で示した方は情動が安定しなかった被験者のグラフである。

		システムに対する印象	ロボットやキャラクターへの愛着	一般動物愛着尺度	Big Five 情動的共感性尺度	SRL表出パターン	内省報告	
ゲーム時 SCR 大	①	正	有	21	外向性:高	●	キャラクターがかわいく、ゲームも面白かった。	①
	②	正	無	19	外向性:高, 冷淡	○	自分の生体信号をコントロールするのが楽しかった	②
	③	正	有	24	外向性:高	●	キャラクターがかわいく、ゲームも面白かった	③
	④	正	無	27	外向性:低	●	自分の生体信号に興味があり面白かった	④
	⑤	正	有	20	外向性:高, 冷淡	○	蜂に刺されるキャラクターがかわいかった	⑤
ゲーム時 SCR 小	⑥	負	無	30	外向性:高	●	ロボットの動きが気持ち悪かった	⑥
	⑦	負	無	18	外向性:低, 冷淡	○	ロボットのサーボ音が気になり集中できなかった	⑦
	⑧	負	無	21	外向性:低, 冷淡	○	集中はしたが、ゲームが面白くなかった	⑧
	⑨	負	無	17	外向性:低	●	自分の生体信号に興味がないので面白くなかった	⑨

■…ロボットのモーション有群

●…情動不安定

○…情動安定

図9 結果のまとめ(SCR と SRL の表出パターン, 心理測定尺度, 内省報告)

6.3. 被験者の SCR, SRL の表出パターンと性格特性, 内省報告の結果

全ての被験者(①～⑨)について, このシステムに対する印象やロボットやキャラクターに対する愛着の有無を質問した。また SCR, SRL の表出パターンや性格特性, 内省報告をまとめて図9に示した。

①～⑤の被験者“ゲーム時 SCR 大”がゲーム時の SCR の変動量が大きいグループで, ⑥～⑨の被験者“ゲーム時 SCR 小”はゲーム時の SCR の変動量が少ないグループとした。

“システムに対する印象”については, ゲームが面白かったかどうかという質問に対し, 被験者が正の印象を持つか, 負の印象を持つかを示した。(例: 面白い=正, 面白くない=負)。

“ロボットやキャラクター”への愛着については, 被験者が, ゲーム画面上のキャラクターまたはロボットに対して愛着が湧いた場合「有」, 湧かなかった場合「無」とした。

3つの心理測定尺度のうち, “一般動物愛着尺度”は動物に対する愛着尺度の数値(最大値 30)をそのまま記した。また, “BigFive”と“情動的共感性尺度”については, 特徴が表れた項目について記述した(BigFive: 外向性, 情動的共感性尺度: 冷淡)。

“SRL 表出パターン”については, 安静時の SRL の値に近似またはそれ以上に情動が安定している被験者を○で示し, 安静時の SRL に比べて, 情動が安定しなかった被験者を●で示した。

被験者の“内省報告”については, システムに対する内省を自由に, 用紙や口頭で報告してもらい, それらから抜粋またはまとめたものを記述した。

7. 考察

“ゲーム時 SCR 大”の被験者は, 全員がシステムに対して正の印象をもち, 5人中3人がロボットやキャラクター

に対する愛着が湧いたと答えていた。また, BigFive の結果によると外向性が高い傾向が, 一般動物愛着尺度でも高い値を示す傾向が確認され, そして内省報告からは, キャラクターをかわいと感じた者や自分自身の生体信号に興味がある者等, 様々な理由でそれぞれがゲームを楽しんでいることがわかった。一方, “ゲーム時 SCR 小”の被験者は, 全員がシステムに対して負の印象をもち, 外向性が低い傾向があり, ロボットやキャラクターに対する愛着が湧いた者はいなかった。また, 一般動物愛着尺度では低い値を示す傾向があり, 内省報告に注目すると, ロボットの動きやキャラクターに対して違和感を覚えた, または自分の生体信号に興味がないなど, それぞれが様々な理由でゲームに積極的に参加することが出来なかったと考えられた。

次に, SRL の表出パターンについて注目すると, 情動が安定している被験者(○)は, 情動的共感性尺度では比較的冷淡であると示されている。したがって, このシステムでは, 比較的冷淡と考えられた被験者は, ゲーム時においても, 安静時と同様に情動が安定していることがわかった。

ここで, 注目すべき点は, SRL 表出パターンが○となった被験者のうち2人が“ゲーム時 SCR 大”で, 内省報告でもゲームを楽しんでいるということである。つまり, 安静時のようにリラックスしながらも, ゲームを楽しんでいるということである。その2人のうち, 「自分の生体信号をコントロールするのが楽しかった」と答えた②の被験者については, ゲームの進行に関わらず生体信号を意図的に変動させることを試みていたと答えていた。また, もう1人の⑤の被験者の内省報告では, 「蜂に刺されるキャラクターがかわいかった」と答えており, ゲームにとって不利になる状況をも楽しんでいたことがわかる。そのような結果について考えると, どちらの被験者についても, ゲームの作

成者が意図した、基本的なゲームの楽しみ方(クリアすることを目的とすること)と異なり、彼らなりの楽しみ方をしていたと考えられた。その場合、ゲームにとって不利になるイベントを回避するといった緊張感が発生しないため、情動が安定していながらも、SCRの変動量が増大したのではないかと考えられる。この結果から、リラックスしながらゲームを楽しむことができる状況があることがわかった。

一方、SRL表出パターンが●となった2人の被験者について、情動が不安定であったにも関わらず、ゲーム中のSCR変動量が少なく(“ゲーム時SCR小”),内省報告でもゲームを楽しんでいないことがわかった。それらの被験者のうち、⑥の被験者の内省報告では、「ロボットの動きが気持ち悪かった」と答えており、それについて詳しく質問すると、最初にテディベア型ロボットを見たときはかわいいと感じ、ロボットの動きに期待していたが、実際の動きと期待とのギャップが激しく、ゲームをしている時に気持ち悪く感じてしまったと答えていた。さらにこの被験者は実験が終了するまでロボットに対する嫌悪感が持続していた。そのような強い嫌悪感が、情動を不安定にしていたのではないかと考えられる。また、もう1人の⑨の被験者については、内省報告で、単調なゲームに飽き、実験に対し苛立ちを感じたと答えており、そのような苛立ちが情動を不安定にさせていたと考えられる。それらの被験者について、情動が不安定であるのにも関わらずSCRが変動しなかった理由としては、激しい嫌悪感や苛立ちが実験の間持続していたため、ある一定の情動が持続しているという点で、一過性の反応であるSCRの変動として表出しなかったのではないかと考えられた。

このように、システムに対する印象やSCR、SRLの表出パターン、性格特性を調べることで、どのような被験者が、ゲームの作成者が意図したゲームの楽しみ方をするのができるのかといった傾向を把握することができた。しかし、ゲームの楽しみ方は、個人間で大きな違いがあり、それらがSCRやSRLに大きな影響を与えることがわかった。

8. おわりに

本研究では、“びっくりクマさん”のゲームにおけるインタラクションの持続性を、SCRとSRLの表出パターンと性格特性や内省報告によって評価した。ゲーム中のSCRの変動量が大きかった被験者は全員ゲームを楽しんでいる、つまりインタラクションを持続できた傾向があり、SRLの表出パターンと内省報告によって、それらの持続の方法(ゲームの楽しみ方)に大きな違いがあることがわかった。

このような、生体信号や性格特性や内省報告の個人差について考察することが、より持続的なインタラクションを実現させるために、重要な要素であると考えられる。また、将来的にはより情動的なエンタテインメントコンテンツの開発やロボットにユーザのインタラクション状態を与えることで、より円滑なマンマシンインタフェースの実現などへも応用可能であると考えられる。

文 献

- [1] Bing-Hwang,J., Furui,S, Automatic recognition and understanding of spoken language-a first step toward natural human-machine communication, Prof.IEEE, 88, pp.1142-1165, 2000.
- [2] Cowie,R., Douglas-Cowie,E., Tsapatsoulis,N., Votsis,G., Kollias,S., Fellens,W., Taylor,J.G., Emotion recognition in human-computer interaction, IEEE Signal Process. Mag., 18, pp.31-80, 2001.
- [3] Breazeal,C., Valaszquez,J., Toward Teaching a Robot'Infant' using Emotive Communication Acts, In Proceedings of 1998 Simulation of Adaptive Behavior, workshop on Socially Situated Intelligence, pp.25-40, 1998.
- [4] Ishiguro,H., Ono,T., Imai,M., Maeda,T., Kanda,T., Nakatsu,R., Robovie : an interactive humanoid robot, International Journal of Industrial Robot, Vol.28, No6, pp.498-503, 2001.
- [5] Wakamaru, www.mhi.co.jp/kobe/wakamaru/
- [6] 棟方渚, 吉田直史, 櫻沢繁, 塚原保夫, 松原仁, モーションメディアを使用したバイオフィードバックデザイン, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.11, No.2, pp.275-282, 2006.
- [7] 堀洋道, 山本真理子, 心理測定尺度集 I, サイエンス社, 2001.
- [8] 岸本渉, 「あなたはなぜ動物を助けるのですか?」, 社会的効果理論と共感性からみる援助行動, 日本グループ・ダイナミクス学会第 48 回大会発表論文集, pp126-127, 2000.
- [9] 高木秀明, 情動的共感性と援助行動の関係に関する研究, 日本教育心理学会第 18 回総会発表論文集, pp448-449, 1976.
- [10] 山崎勝男, 藤澤清, 柿木昇治, 宮田洋, 新生理心理学 3 巻, 北大路書房, 1998.
- [11] 新美良純, 白藤美隆, 皮膚電気反射—基礎と応用, 医歯薬出版, 1969.
- [12] 宮田洋, 藤澤清, 柿木昇治, 生理心理学, 朝倉書店, 1985.
- [13] 生月誠, 原野広太郎, 山口正二, バイオフィードバックにおける情動安定性の指標としての SCL の検討, バイオフィードバック研究, Vol.21, pp29-36, 1994.
- [14] Sakurazawa,S, Munekata,N, Naofumi,Y, Tsukahara,Y, Matsubara,H, Entertainment Feature of the Computer Game Using a Skin Conductance Response, ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology ACE 2004, pp.181-186, 2004.
- [15] 関口大陸, 稲見昌彦, 中野八千穂, 中野殖夫, 舘暲, 「IP ロボットフォン」の製品化, 日本ロボット学会誌, Vol.23, No2, pp159-164, 2005.