

# ソーシャルグルーミングによる情報通知インタラクション

## Information notification interaction using social grooming

倉谷 典明<sup>1\*</sup> 小林 一樹<sup>2</sup> 山田 誠二<sup>3,4,5</sup>  
Noriaki Kuratani<sup>1</sup> Kazuki Kobayashi<sup>2</sup> Seiji Yamada<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Shinshu University

<sup>2</sup> 信州大学 学術研究院

<sup>2</sup> Academic Assembly, Shinshu University

<sup>3</sup> 国立情報学研究所

<sup>3</sup> National Institute of Informatics

<sup>4</sup> 総合研究大学院大学

<sup>4</sup> The Graduate University for Advanced Studies

<sup>5</sup> 東京工業大学

<sup>5</sup> Tokyo Institute of Technology

**Abstract:** In order to realize a smooth and continuous interaction between an agent and a user, establishing an appropriate social relationship between them is important issue. This study proposes to realize the construction of a social relationship with the agent to perform the social grooming to the user. Specifically, using a notification agent in which based robot-arm, do a survey for the construction of social relationships in the interaction of the notification scene.

## 1 はじめに

近年、家電製品のIoT化の進行のために身の回りのものの多くが情報通信機能を持ち、実世界と情報との結びつきが強まりつつある [1]。そのような機器や製品は、本体やスマートフォンといった別の機器を通してユーザに操作インタフェースを提供するとともに、通知を行う。多くの場合、機器の状態が変わったり、イベントが発生したタイミングでユーザに通知され、ユーザの都合が考慮されることはない。たとえば、スマートフォンに Line や Facebook などの SNS [2] からの通知が届いた場合、ユーザは反射的にそれまでの作業を中断して通知に反応して注意と思考を奪われ、ストレスを感じることもある。

通知を待つことがユーザにとって最も優先すべき作業である場合は問題ないが、そうでない場合、頻繁な情報通知は集中の断絶や再開負荷を増大し、作業の遂行を阻害する問題がある。これまで、ユーザの作業を邪魔しない情報通知に関して、アプリケーションの切り替え時を検出する方法 [3] をはじめ、ユーザの行動

を推定して適切な通知タイミングを決定する方法が提案されている。これらの方法に対し、本研究では、通知タイミングを調整せずに阻害感覚を低減させるアプローチをとる。提案手法では通知タイミングを調整しないため、それに関係するセンシングや計算コストが不要である。具体的には、通知エージェントが社会的グルーミングを行うことで、ユーザとの親和的関係を高め、ユーザが感じる阻害感覚を低減させることを狙う。

## 2 ソーシャルグルーミング

動物によるグルーミングは毛づくろいや羽づくろいのことを指すが、自分自身へのものはセルフグルーミングと呼ばれ、他個体へのものはソーシャルグルーミングと呼ばれている [4]。グルーミングによって、寄生虫や汚れ、ゴミなどが除去されることは共通しているが、ソーシャルグルーミングでは緊張緩和 [5] や融和、敵対関係の中和 [6] といった社会的機能を持つとされている。グルーミングの開始行動に着目すると、チンパンジーでは相手への接近や相手の前で立ったり座ったりといった行動がある [4]。また、ボノボにおいては、相手へののぞき込み行動に続いてグルーミングが始まる、

\*連絡先：信州大学理工学研究科  
〒380-0921 長野県長野市若里 4-17-1  
E-mail: 15tm506a@shinshu-u.ac.jp

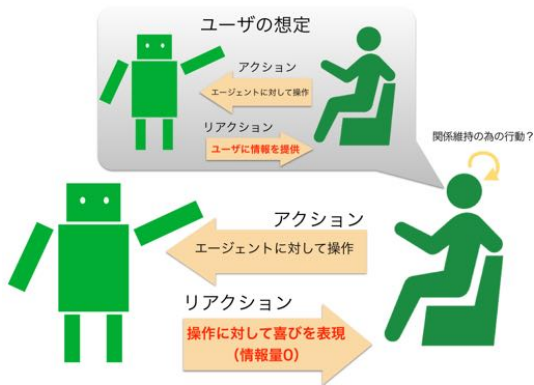


図 1: ソーシャルグルーミングに基づくインタラクション

[7]. 一方で、人間同士においてもソーシャルグルーミングがあり [8], 近年では SNS サイト Facebook における「いいね」やコメントなどの行動も人間関係維持を目的としたソーシャルグルーミングとみなされている [10].

### 3 ソーシャルグルーミングエージェント

人間と人工物との間においてソーシャルグルーミングを実現するためにソーシャルグルーミングエージェントを開発する。本研究では実験の題材として人間と人工物間で頻繁に行われるインタラクションである情報通知を対象とする。これらのエージェントは、情報を受けると人間の作業領域の境界付近で待機をし、情報の通知を行う情報通知行動と、通知行動と同様に作業領域の境界付近で待機をするが、実際には情報通知を行わないソーシャルグルーミング行動の2つを行う。人間とエージェントとの間にソーシャルグルーミングを成立させるためには、人間の「自身の行動を決定した動機に気が付かず、結果や周囲の状態により理由を後付する」[14] という性質を利用する。通常であればユーザはエージェントに対しての何らかのアクションを行い、それに対するエージェントからのリアクションで情報を得る、これに対して、提案手法では図1のように、同じユーザのアクションであっても情報を返さずに、エージェントの内部状態の表出を行う。ユーザはエージェントの表現を見ることにより、自身の行動をグルーミング行動であると解釈を後付けする。

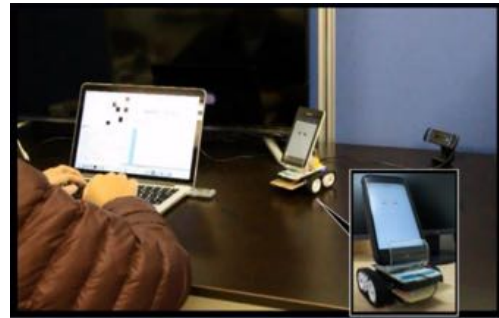


図 2: ホイールベースエージェント

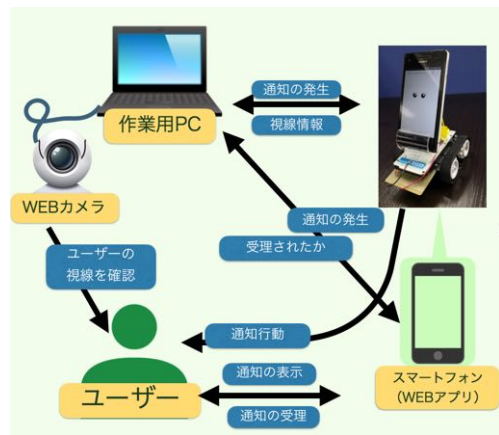


図 3: ホイールベースエージェントのシステム構成

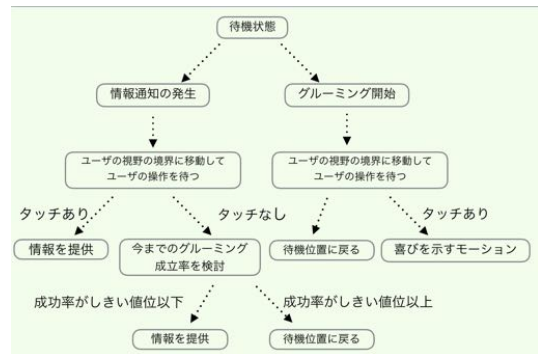


図 4: ホイールベースエージェントの動作フロー

## 4 ソーシャルグルーミングエージェント

### 4.1 ホイールベースエージェント

図2に提案手法を適用して開発したホイールベースのグルーミングエージェントの外観を示す。このエージェントは情報通知行動として、ユーザの視野外の待機場所とユーザ視野内の通知場所とを同じ経路で往復行動を行う。またグルーミング行動として、ユーザとの過去のやりとり回数に応じて、ユーザの視野境界で

視線を待つ行動をとる。ユーザがエージェントの方に顔を向けた時にユーザの手元まで近づき、ユーザからのタッチを待つ。このやりとりの回数が一定数を越えた場合には、視野境界でアイコンタクトを省略して通知する。ユーザにとっては情報を得るために必要であったアクションが一つ減少することになり、それまで行っていたアクションの解釈をグルーミングだと解釈させることを狙った設計である。

#### 4.1.1 システム構成

図3の示すように開発したエージェントはスマートフォンと固定した移動ロボットとWEBカメラを接続したPCから構成されており、図4に基づき行動する。移動ロボットはPCからZigBeeを利用し、無線接続を介してコントロールされる。

##### 移動ロボット

移動ロボットはArduinoにより制御され左右独立したモータで駆動を行うキャタピラで移動を行う。同じ経路の往復には、移動距離が短いため、デッドレコニングによる制御を用いた。また行動の決定はZigBeeを利用し無線接続されたPCからの指示にもとづいて行う。

##### スマートフォン

スマートフォンには情報通知および、グルーミング行動用のWEBアプリを表示し同時にユーザの操作を取得する。PCとの連携はWEBアプリによりPC内のCSVファイルを操作して行う。

##### WEBカメラとPC

ユーザとグルーミングエージェントの延長線上に設置したWEBカメラの映像をOpenCVによる画像処理を用いてユーザがエージェントの方を向いているかどうかを判別する。また、PC上ではProcessingで製作したプログラムを常時起動し、ユーザの視線情報やスマートフォンの操作情報および、視線検出から判断したグルーミングの成立頻度からエージェントの行動を決定しZigBeeを介して移動ロボットに命令を行いWiFi接続によってWEBアプリの操作を行う。

## 4.2 アームベースエージェント

図5に提案手法を適用して開発したアームベースのグルーミングエージェントを示す。このエージェントは情報通知行動として、図6aに示すようにモニタの裏側からスマートフォンの一部を出し、スマートフォンに表示された顔が覗く様に見せた状態で待機をする。その後ユーザがスマートフォンをタッチすると、図6dに



図5: アームベースエージェント

示すように画面の前にせり出して情報を表示する。またグルーミング行動として、図6dに示すようにモニタの裏側からスマートフォンの一部を出し、スマートフォンに表示された顔が覗くような状態で待機する。その後ユーザがスマートフォンをタッチすると図6cのように喜びを表した顔を2秒間表示し、液晶の裏側へと戻る。この際、表情変化を行うのは、先行研究[3, 11, 12]のように内部状態を表出する行為として表情が有効だと考えたためである。

#### 4.2.1 システム構成

図7に示すように、エージェントはスマートフォンを固定したロボットアームとサーバ用PC、マイクロコントローラ、スマートフォンから構成されており、図8に基づき行動する。ロボットアームはサーバからZigBeeを用いた無線接続を介してマイクロコントローラに命令が送信され、アームがコントロールされる。スマートフォンにはWEBアプリを表示している。

##### ロボットアーム

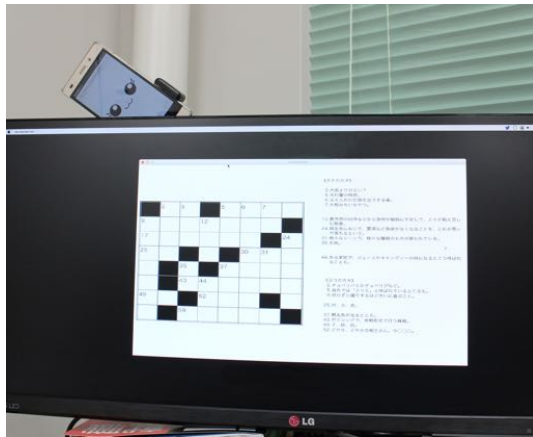
ロボットアームはグルーミングエージェント専用に製作したファームウェアが買い込まれたArduino互換の制御基板によって制御されている。ロボットアームの状態の管理はZigBeeを用いた無線接続されたサーバ用PC内のサーバプログラムにより管理される。

##### スマートフォン

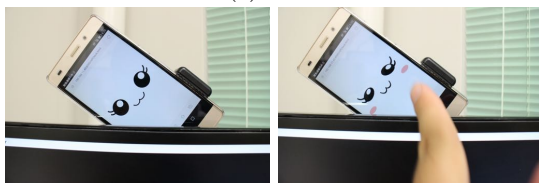
スマートフォンには情報通知及び、グルーミング行動用のWEBアプリが起動しており、サーバとWEB Socketを用いた通信を行うことで表示のコントロールと、ユーザの操作情報の記録が行われている。

##### サーバ用PC

サーバプログラムとしてProcessingで製作したプログラムを常時起動し、ユーザのスマートフォン操作情報からエージェントの行動を決定し無線接続によりエージェントに命令を送信する。

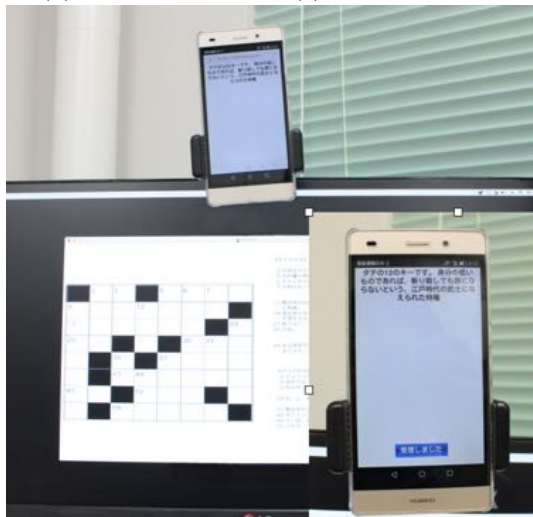


(a) 待機



(b) 待機中の表情

(c) 喜びを表した表情



(d) 通知

図 6: アームベースエージェントの行動

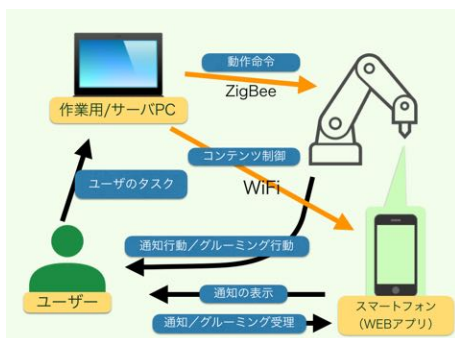


図 7: アームベースエージェントのシステム構成

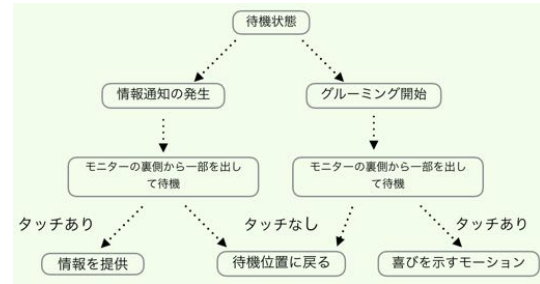


図 8: アームベースエージェントの動作フロー

## 5 実験 1

ホイールベースソーシャルグルーミングエージェントを用いて、ソーシャルグルーミング行動がエージェントとユーザとの社会的関係影響を調査するための実験を行った。

### 5.1 実験方法

参加者には制限時間内になるべく多くの問題を回答するよう指示した。また、エージェントの通知内容には時々パズルのヒントが含まれること、通知内容は受理(タッチ)するまで分からず、受理するかどうかは自由に判断するように説明した。実験参加者にはノートPCの画面に表示されるクロスワードパズルを25分間で解くように指示した。エージェントはパズルのヒントと無関係なニュースを1:2の割合でランダムに通知する。通知は30~80秒の間隔でランダムに行った。参加者は22~24歳の男性4名女性2名の計6名であり、半数をグルーミング行動あり条件に、もう半数をグルーミング行動なし条件に割り当てた。グルーミング行動が与える影響については、実験後のアンケートと情報受理率を条件間で比較し評価する。

### 5.2 評価指標

グルーミング行動の有無がエージェントとユーザの間の社会的関係に与える影響を調べるためにアンケートによる内観報告と通知の受理率およびエージェントが行動を起こした際にユーザがエージェントの方は向いていた割合を評価する。

### 5.3 実験結果

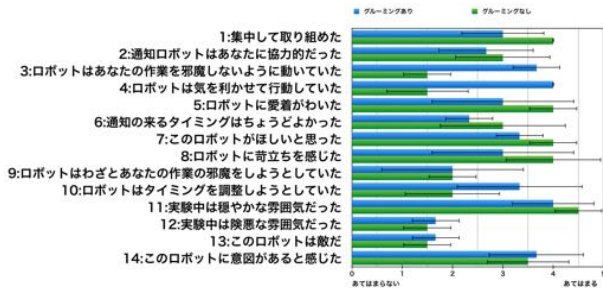


図 9: 実験 1 の結果

表 1: 通知の受理率

グルーミングの有無	受理率
あり	42%
なし	48%

図 9 にアンケート結果を示す。「ロボットはあなたの作業を邪魔しないようにしていた」という項目や、「ロボットは気を利かせて行動していた」という項目において、グルーミングあり条件の方が高い評価であった。これに対し、「ロボットがほしいと思った」や「ロボットに愛着を感じた」といった項目や操作時にエージェントを見ていた割合では、グルーミングなし条件の方が高く評価されている。情報受理率に関してはグルーミング行動あり条件で 42%、なし条で 48%であり、大きな違いは認められなかった。

#### 5.4 実験 1 の考察

実験の結果、エージェントがグルーミング行動を行うことで、気を利かせているという印象をユーザに与える可能性が示唆された。これは、エージェントの気遣いを評価していると考えられるが、愛着に関する項目については、好意的な評価が見られずユーザがソーシャルグルーミングと感じていない可能性が高い。この原因の 1 つとして、グルーミング行動なし条件と比較して、グルーミング行動あり条件では実験途中でグルーミング行動が省略されるなど行動に不規則性があるので、ユーザの期待とは違った振る舞いの影響 [13] が生じた可能性がある。また、実験で用いたエージェントは、車輪の空転による差異が累積し、往復時に通過地点が異なる問題や、バッテリー駆動のために長時間の動作が困難である問題が明らかとなった。したがって、精度の高い制御が可能な駆動部品や外部電源を採用したエージェントを使用する必要がある。

表 2: ユーザが見ていた率

グルーミングの有無	割合
あり	66%
なし	75%

## 6 実験 2

実験 1 での結果を踏まえ、高精度な繰り返し行動を長時間安定して実行できるアームベースソーシャルグルーミングエージェントを開発した。このエージェントによるグルーミング行動がエージェントとユーザとの社会的関係に与える影響を調査する実験を再度行った。

### 6.1 実験方法

実験方法は基本的に予備実験 1 に準拠するが、変更点としてエージェントの通知およびグルーミング行動の間隔を 50~60 秒とした。また 参加者は 20~23 歳の男性 6 名である。

### 6.2 実験方法

実験 1 と同じく、参加者には制限時間内になるべく多くの問題を回答するよう指示した。また、エージェントの通知内容には時々パズルのヒントが含まれること、通知内容は受理 (タッチ) するまで分からず、受理するかどうかは自由に判断するように説明した。実験参加者にはノート PC の画面上に表示されるクロスワードパズルを 25 分間で解くように指示した。エージェントはパズルのヒントと無関係なニュースを 1:2 の割合でランダムに通知する。通知およびグルーミング行動は 50~60 秒の間隔でランダムに行った。参加者は 20~23 歳の男性 6 名あり、半数をグルーミング行動あり条件に、もう半数をグルーミング行動なし条件に割り当てた。

### 6.3 評価指標

グルーミング行動の有無がエージェントとユーザの間の社会的関係に与える影響を調べるためにアンケートによる内観報告と通知の受理率を評価する。また、タスクパフォーマンスを調査するためパズルの正答率を比較する。

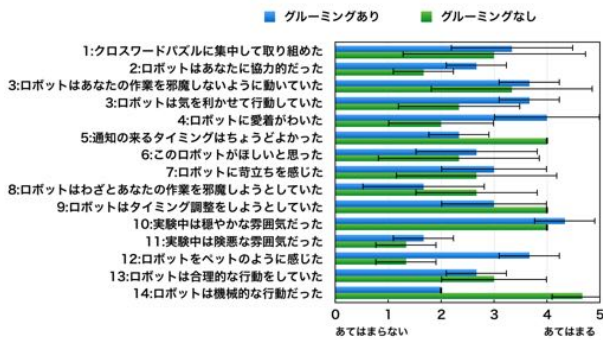


図 10: 実験の結果

表 3: 通知の受率率

グルーミングの有無	受率率
あり	91%
なし	55%

## 6.4 実験 2 の結果

図 10 にアンケートの調査の結果を示す。「通知の来るタイミングはちょうどよかった」という項目において、グルーミング行動あり条件がなし条件を大きく下回ったのにも関わらず、「ロボットに愛着がわいた」という項目ではグルーミングあり条件がない条件を上回っている。

続いて表 3 に通知の受率率、表 4 にパズルの正答率を示す。グルーミング行動あり条件では、なし条件と比較して通知の受率率は高く、正答率は低い傾向がある。

## 6.5 実験 2 の考察

実験の結果、グルーミング行動を行うことで、エージェントによる情報提供量とユーザのタスクパフォーマンスが低下しているにも関わらず、ソーシャルグルーミングを行うことでデバイスへの受率率が向上した。また、アンケート結果のうち愛着に関する項目の評価が高いことから、デバイスとユーザとの間に親和性の高い関係が築かれている可能性がある。これは、エージェントとのやり取りを人間がグルーミングと認知した可能性があり、ソーシャルグルーミングエージェントの設計方針を支持する結果といえる。

## 7 考察

実験 1 の結果から、エージェント行動を変化させることにより、ユーザが自身の行動を自己解釈する内

表 4: 正答率

グルーミングの有無	正答率
あり	28%
なし	44%

容に違いが生じることがわかった。そのことを踏まえ、実験 2 では実験 1 で発生したと思われるエージェントの行動の不規則性を排除し、ユーザの期待とは違った振る舞いの影響が出ないようにした。その結果、エージェントがソーシャルグルーミング行動を行った場合、ユーザとの社会的関係に関する主観的評価が高くなった。このことは、「自身の行動を決定した動機に気が付かず、結果や周囲の状態により理由を後付する」という人間の特性に基づき、エージェントのグルーミング行動をソーシャルグルーミングとしての解釈が行われたと思われる。また、結果的にタスクパフォーマンスが低下しているにも関わらず、デバイスの行動の受率率が向上したことや、アンケートにおいて愛着に関する項目の評価が高いことから、エージェントの行動に対するストレスを感じにくくなっていると思われる。今回の実験では比較的短い時間で行われた実験のため行動の繰り返しが少ない。そのため実験時間が長くなった場合異なる結果を示す可能性があり、長時間および長期間の実験を行うことが望ましい。

## 8 まとめ

本研究では、ソーシャルグルーミングの持つ緊張緩和や融和、敵対関係の中和などの効果を利用することでユーザの人工物に対するストレスの軽減を実現し人工物と人間との間に親和性の高い社会関係を構築する手法を提案した。エージェントによるソーシャルグルーミング行動がユーザに対しても有効であるかを検討するために、検証実験を行った。その結果から、ソーシャルグルーミングを行うことによりタスクパフォーマンスは低下してしまうが、ユーザは人工物に対して好意的な解釈を後付けし、良好な関係構築ができる可能性が示唆された。今後さらに、アームベースソーシャルグルーミングエージェントを用いて、より多くの実験参加者により詳細な検討を行うとともに、長期間持続可能な関係を構築する方法について取り組む予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費新学術領域研究「認知的デザイン学」(No.JP26118005) の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 岩野和生, 高島洋典, サイバーフィジカルシステムとIoT(モノのインターネット) 実世界と情報を結びつける, 情報管理, Vol.57, No.11, pp.826-834, (2015)
- [2] 大向一輝, SNSの歴史, 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, Vol.9, No.2, pp.70-75, (2015)
- [3] 田中貴紘, 藤田欣也, ユーザの割込み拒否度を考慮した円滑な会話開始支援エージェント, 電子情報通信学会 論文誌 A, Vol.J92-A, No.11, pp.852-863, (2009)
- [4] グドール J., 田中 正之, 松沢 哲郎: チンパンジーの行動目録, 霊長類研究, Vol.8, No.2, pp.123-152, (1992)
- [5] 松村 秀一, 社会的緊張を外からはかるには?, 霊長類研究. Vol.11. No.1, pp.9-16, (1995)
- [6] 安藤 明人, ニホンザルのグルーミング関係の分析, 動物心理学年報, Vol.32, No.2, pp.59-71, (1983)
- [7] 伊谷 原一, 視覚によるコミュニケーション-ボノボ(Pan paniscus)ののぞき込み行動, 霊長類研究, Vol.10, No.3, pp.253-259, (1994)
- [8] Nelson.H and Geher.G, Mutual Grooming in Human Dyadic Relationships: An Ethological Perspective, Current Psychology, Vol.26, No.2, pp.121-140, (2007)
- [9] June.A, Teenagers' Experiences With Social Network Sites: Relationships to Bridging and Bonding Social Capital, The Information Society: An International Journal, Vol.28, No.2, pp.99-109, (2012)
- [10] Lampe.C, Gray.R, Fiore.A.T and Ellison.N, Help is on the way: patterns of responses to resource requests on facebook, In Proc. of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing (CSCW '14), pp.3-15, (2014)
- [11] 嵯峨山 茂樹, 西本 卓也, 中沢 正幸, 擬人化音声対話エージェント, IPSJ Magazine, Vol.45, No.10, PP.1044-1049, (2004)
- [12] パズラテ・レジェブ, 中台 沙奈美, 西 雅智, 湯浅 将英, 武川 直樹, 顔の造作, 表情, 視線, 背景による擬人化エージェントの印象形成デザイン, HAI シンポジウム 1B-2, (2006)
- [13] 棟方 渚, ロボットに対する愛着行動の解析, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.8, pp.696-699, (2014)
- [14] Nisbett, Willson, Telling more than we can know; Verbal reports of mental processes, Psychological Review, Vol.84, pp.231-259, (1977)