

# エージェントに課されたタスクに適した アピランス設計論に向けて

Towards a Designing Methodology of Appropriate Appearances of Artificial Agents  
in Accordance with their Assigned Tasks

名取 俊<sup>\*1</sup> 小松 孝徳<sup>\*1</sup> 山田 誠二<sup>\*2</sup>

Shun Natori, Takanori Komatsu, and Seiji Yamada

<sup>\*1</sup> 信州大学 <sup>\*2</sup> 国立情報学研究所/総合研究大学院大学/東京工業大学

<sup>1</sup> Shinshu University <sup>2</sup> National Institute of Informatics/ SOKENDAI/ Tokyo Institute of Tech.

**Abstract:** How to design appropriate appearance of artificial agents, e.g., conversational agents or robotic agents, is now quite important issue in research area of human-agent interaction (HAI). To tackle with this issue, we are now trying to extract the specific elements of agents' appearance that can uniquely evoke specific functions of agents. In this paper, we report the results of two of our recent investigations, one is which kinds of tasks were assigned to artificial agents in published papers in ACM digital library and the other is which kinds of impressions about appearance of agents were related to the given tasks. We expected that these results can contribute in proposing a design methodology of appropriate appearances of artificial agents in accordance with their assigned tasks.

## 1. はじめに

現在, HAI (Human Agent Interaction) 研究分野において注目されている問題の一つが, エージェントの外見 (以下, アピランス) をどのようにデザインするのかということである. なぜなら, エージェントのアピランスは, エージェントとのインタラクション状態にあるユーザの態度および情報解釈などに大きな影響を与えていることが数々の先行研究にて報告されているからである.

例えば, 森 [1] は「不気味の谷」という考えを提唱し, 人型ロボットやエージェントのアピランスは人に似せるにつれてそのエージェントへの親近感が高まっていくが, ある境界を越えて人に似せられると強い違和感を与えるようになると警鐘を鳴らしている. 小松・山田 [2] は, 異なるアピランスを持つエージェントから同一の情報を表出させると, ユーザはそれらの情報に対して異なる解釈をすることを実験的に報告している. さらに, 黒澤ら [3] は, 「エージェントのアピランスからユーザが予測した機能 ( $F_{before}$ )」と「実際にユーザがエージェントから感じた機能 ( $F_{after}$ )」の差異を「適応ギャップ (Adaption Gap (AG);  $AG = F_{before} - F_{after}$ )」として定義し, この正負の値がユーザとエージェントとのインタラクションにどのような影響を及ぼすのかに関する調査を行った. その結果, エージェントの持つ機能がユーザの期待を下回るという適応ギャップが負の場合

( $F_{before} > F_{after}$ ), ユーザはエージェントに対して悪い印象を抱き, エージェントの機能がユーザの期待を上回るという適応ギャップが正の場合 ( $F_{before} < F_{after}$ ), ユーザはエージェントに対して良い印象を抱くことが確認された.

これらの先行研究が明らかにしたように, エージェントのアピランスをどのように設定するのかという問題は非常に重要である一方, そのアピランス自体をどのように設計すればよいのかという問題は現状では未解決であるといえる. そこで本研究では, ユーザがエージェントのどのようなアピランスの特徴からどのような機能を想起しているのかという関係性を明らかにすることで, エージェントが持つ機能をユーザに一意に想起させるアピランスを設計する方法論が構築できると考えた.

この研究は下記の三つのフェーズから構築される.

- フェーズ 1 : エージェントに一般的に課されるタスクの種類を先行研究から抜粋し分類.
- フェーズ 2 : 分類されたタスクに対しそれらのタスクを得意とするエージェント, 苦手とするエージェントの印象を形容詞対によって調査し, エージェントのイメージを構成するアピランスの特徴を抽出.
- フェーズ 3 : 抽出された要素と具体的なデザイン要素との結び付きを提案.

本稿においては、上記の三つのフェーズのうちフェーズ1および2に相当する調査を紹介し、エージェントが持つべき機能をユーザに一意に想起させるアピランスの設計論の構築に向けての現状と課題について報告する。

## 2. フェーズ1：エージェントに課される一般的なタスクの調査

一般的にエージェントが従事するタスクにはどういったものがあるかを客観的に抽出するため、過去の研究論文からエージェントが従事していた具体的なタスクを集め、集計および分類を行った。具体的な手順を以下に示す。

1. ACM Digital Library<sup>1</sup>の論文検索機能を用いて、human, agent, interaction, virtual, robot, onscreen, communication という7つのキーワードによって人とエージェントとのインタラクションに関する論文を検索。このとき、エージェントに関する研究であっても人間とのインタラクションを対象とした論文以外は除外し、合計152本の論文を抽出した。
2. 上記152本の論文のAbstract部分を読み、各研究でのエージェントの用途や研究内でエージェントに課されるタスクについての115個の用例を収集した(表1および2)。
3. 上記のプロセスにて抽出された115個のタスクの用例を分類した結果、意思決定、情報検索、個人秘書などに関するタスクを「ユーザ補助」、家庭教師、遠隔指導などを「教育」、おもちゃ、音楽などを「エンタテインメント」、介護、リハビリなどを「医療」、道案内、展示会ガイドなどを「案内」、その他分類できないものについては「その他」と6つのカテゴリに分けられた。なお、タスクの分類およびその名称の付与は、著者三名の合議によって行われた。

よって、「ユーザ補助」、「教育」、「エンタテインメント」、「医療」、「案内」という5種類のタスクを、エージェントが従事すべきタスクとみなすこととした。

## 3. フェーズ2：タスクとエージェントのイメージに関する調査

### 3.1 調査概要

上述の調査によって抽出された5つのタスクについて、そのタスクから想起するエージェントのアピランスのイメージをアンケートによって調査した。

具体的実験参加者には、エージェントが従事する「ユーザ補助」、「教育」、「エンタテインメント」、「医療」、「案内」という5種類のタスクについて、エージェントがそれらのタスクに従事している描写例を提示し(図1)、それぞれのタスクを得意とするエージェント、苦手とするエージェントがどのようなアピランスを持つかイメージしてもらい、その

イメージについて神田ら[4]が人型ロボットのアピランスの印象を調査するのに用いた36種類の形容詞対(最大値:7, 最小値:1)に回答するように指示を出した(表3)。

表1：収集したタスクと分類(ユーザ補助, 教育)

ユーザ補助 53件
資源市場で販売・購買決定
MSオフィスのインターフェースエージェント
銀行業アプリケーション
交渉エージェント
訪問者の仲間ロボットエージェント
農業意思決定シミュレート
仮想のマルチツール
株式・電子市場の入札エージェント
意思決定 2件
精製所の工程管理エージェント
情報検索エージェント
ヴァーチャルエンタープライズのパートナー
代理業務関係
市場買い物システムを用いてマルチエージェントが連携
CBRIVAと呼ばれるエージェント
サッカーシミュレーション
仮想のチームによって事故情報との相互作用
仮想の手・マルチツール
健康なライフスタイルを促すようアドバイス
交渉サポート
電子商取引市場をシミュレート
オンライン取引専門企業
電子小売りのサポート
大学で軽食を届ける
人間と一緒にチームで目標を達成する 2件
情報
個人秘書
情報検索タスク 2件
通知
面倒
明確化
交渉
議論
計画
中断
顧客サービス(旅行)
オンラインショッピングの製品推薦
情報ニーズを予期しユーザをサポート
スケジュールの管理
電子市場の自動化
販売運動
サービスロボット 3件
シェフ
注文
子供
仕事仲間
メイド
写真を元に皿のアレンジメントを行う
教育 15件
エージェントによる長期学習
エージェントによる教育環境モデルの開発
指導エージェント
トレーニング
マルチメディア学習教材
医学教育のための家庭教師
教育 2件
学習のサポート
個別指導システム
学生に通適切な教材を選択
教育環境モデル
遠隔学習の情報支援
家庭教師
教育的な分野のリモートクラスサポート・システム

<sup>1</sup> <http://dl.acm.org/>

表 2: 収集したタスクと分類 (エンタテインメント, 医療, 案内, その他)

エンタテインメント 10件	
エンターテイメント 2件	
クイズエージェント	
子供と遊ぶ	
対話的な移動ロボット 2件	
打楽器演奏	
おもちゃ 2件	
ゲーム	

  

医療 10件	
老人のための情報収集・健康管理のモニター・情報提供	
高齢者のために運動カウンセラー	
自閉症の子供の社会的損傷に打ち勝つ	
病院環境での子供用ロボット	
放射線治療患者の意見統合(医療)	
放射線研究者にイメージタイプの解釈サポート	
医療助手	
身体障害者とのコミュニケーション	
自閉症療法のためのゲーム	
厳しい運動不全の人々のための補助ロボット	

  

案内 7件	
ナビゲートロボット	
デモンストレーター	
説明	
展示会ガイドシステム	
ナビゲート 2件	
通行人に道を尋ねて目的地へ行く	

  

その他 19件	
エージェント自治 3件	
JSAエージェント	
自律エージェント	
仮想環境(世界)の住人 4件	
目標達成のためのパートナー	
空対地の兵器のシミュレート	
指揮統制	
調整可能な自治	
海軍消防インシデントシミュレーション	
船の衝突回避用レーダー警報装置	
バス輸送管理	
災害の救出(情報)	
実験経済学シミュレーション	
サッカー	

あなたが朝起きると、ユーザ補助エージェントがその日の予定や約束を知らせてくれます。今後の予定についても確認できます。朝ご飯を用意・配膳してくれます。食べたものの栄養素やカロリーをしっかりと管理してくれます。あなたの知りたいニュースの傾向を事前にリサーチしておき、求める情報をすぐにチェックできます。その他気になることがあれば情報検索してくれます。

買い物をするときには何を買ったらいいのか、その意思決定を助けるアドバイスをくれます。あなたの好みや各製品の情報をすぐに比較・検討してくれます。

図 1: 「ユーザ補助」タスクのストーリー例

### 3.2 調査結果

本調査には 19~25 歳の信州大学及び大学院の学生男女 65 人が参加した。各実験参加者にはそれぞれのタスクを得意とするエージェントおよび苦手とするエージェントに関しての 10 個におよぶ評価対象について 36 個の形容詞対に回答するように指示をした。また、それらの調査への平均的所要時間は 40 分程度であった。よって、タスクとイメージに関するアンケートによって得られたデータは、タスク (5 種類) × 得意/苦手 (2 パターン) からなる合計 10 個の各評価対象に対して評価項目 (形容詞対 36 種類) × 人 (調査参加者 65 人) という形式のデータとなる。

表 3: 形容詞対一覧

1 暖かい-冷たい	19 面白い-退屈な
2 アクセスしやすい-アクセスしにくい	20 鋭い-鈍い
3 率直な-堅い	21 複雑な-単純な
4 友好的な-友好的でない	22 清潔な-不潔な
5 楽しげな-寂しい	23 幸福な-不幸な
6 明るい-暗い	24 小さい-大きい
7 人間らしい-機械らしい	25 親切的な-厳しい
8 好意的な-好意的でない	26 明確な-ぼやけた
9 派手な-おとなしい	27 安全な-危険な
10 軽い-重い	28 愉快的な-不快な
11 能動的-受動的	29 きれいな-醜い
12 満ちた-空の	30 利他的な-利己的な
13 知識のある-知識のない	31 落ち着いた-興奮した
14 刺激的な-活気がない	32 急な-おそい
15 良い-悪い	33 すばやい-ゆっくり
16 新しい-古い	34 勇敢な-卑怯な
17 裕福な-貧乏な	35 たくまいいかよわい
18 感じのよい-感じの悪い	36 強い-弱い

アンケートによって得られたデータから、エージェントのタスクとアピラランスを結びつける要素を抽出するために因子分析を行った。具体的には統計パッケージソフト PASW statistics17 を用いて、10 個の評価対象(タスク 5 種類 × 得意/苦手 2 種類)ごとに因子分析 (重み付けのない最小 2 乗法, スクリーンプロットにより因子数を決定, プロマックス回転)を行い、その際に、最も高い因子負荷量が 0.4 未満である項目および複数の因子に対して因子負荷量が 0.4 以上である項目を除外しながら因子分析を繰り返すことで、上記の基準に対して不適切な項目が無くなるまで分析を繰り返した。分析の結果、以下に示すようなパターン行列が 10 個の各評価対象に対し作られた(表 4)。

表 4: パターン行列の一例 (ユーザ補助が得意なエージェントの場合)

	因子				
	1	2	3	4	5
明るい-暗い	.936	-.165	-.071	.130	-.008
軽い-重い	.874	-.193	-.200	.150	.164
楽しげな-寂しい	.860	.026	.162	.015	-.165
刺激的な-活気がない	.817	-.135	.147	.022	-.119
暖かい-冷たい	.689	.166	-.147	.103	-.015
面白い-退屈な	.645	.211	.038	-.319	.170
好意的な-好意的でない	.604	.293	-.069	-.024	-.169
友好的な-友好的でない	.596	.331	-.021	-.049	.059
人間らしい-機械らしい	.596	-.036	-.029	.114	.110
派手な-おとなしい	.553	-.072	-.027	-.268	.016
良い-悪い	-.173	.930	-.116	.036	-.041
感じのよい-感じの悪い	.099	.797	.242	-.015	-.059
アクセスしやすい-アクセスしにくい	-.007	.730	-.295	.079	.100
親切的な-厳しい	.033	.696	.076	-.020	.077
満ちた-空の	-.012	.607	.084	.156	-.045
強い-弱い	.030	-.044	1.009	.015	.000
たくまいいかよわい	-.080	-.069	.645	.119	.021
勇敢な-卑怯な	-.123	.030	.598	.047	.237
清潔な-不潔な	.132	.105	.042	.762	.205
落ち着いた-興奮した	-.286	.012	-.106	.741	-.063
きれいな-醜い	.096	.070	.280	.636	-.075
知識のある-知識のない	.163	.045	.037	.523	-.048
すばやい-ゆっくり	.070	.031	.049	.050	.907
急な-おそい	-.040	-.018	.271	-.067	.724

表 5：各評価項目と主要な因子

		因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
ユーザ補助	得意	性格の明るさ	感じの良さ	力強さ	見かけの良さ	俊敏さ
	苦手	感じの良さ	インテリジェンス	積極的	性格の明るい	
教育	得意	感じの良さ	力強さ	俊敏さ	難しさ	派手さ
	苦手	感じの良さ	洗練された	俊敏さ	力強さ	
エンタテインメント	得意	明るさ	洗練された	俊敏さ	力強さ	
	苦手	明るさ	洗練された	力強さ	難しさ	
医療	得意	感じの良さ	安心出来る	力強さ	軽快さ	俊敏さ
	苦手	冷静さ	親切さ	力強さ	難しさ	愉快さ
案内	得意	外見的にきれいな	力強さ	インテリジェンス	面白さ	俊敏さ
	苦手	外見的にきれいな	感じの良さ	俊敏さ	力強さ	はっきりした

合計 10 個の各評価対象におけるパタン行列から、因子負荷量が大きい値を示した形容詞対をまとめたものが上記の表 5 である。ここから、合計 10 個の各評価対象におけるパタン行列の結果を参照することで、「感じのよさ」「明るさ」「見かけの良い」「安心出来る」「俊敏さ」「力強い」「満ち足りた」「難しい」という 8 つの要素が、エージェントが従事するタスクに対して関連が深いアピランスの特徴であるとみなすこととした。

#### 4. おわりに

本稿では、エージェントに課されたタスクをユーザに一意に想起させることができるエージェントのアピランス設計論を確立するための基礎的調査について報告した。その結果、エージェントに課される一般的なタスク 5 種類、それらのタスクを実行するエージェントのアピランスの特徴 8 種類を決定することができた。

今後は、フェーズ 3 に相当する、エージェントのアピランスの特徴をどのようにしてデザインしていくのかという課題に取り組む予定である。現在その具体的方法として検討しているのが、各特徴についてデフォルメしてデザインしたエージェントの画像をユーザに提示し、ユーザがそのアピランスから狙い通りの特徴を想起できたのかということ进行调查するものである。ロボットデザイナーとして著名な園山[5]は、ロボット独自のデザイン要素を「構成要素」、「表出要素」、「形態要素」の 3 つに分類している。そのうち「形態要素」は、ロボットのサイズ、色彩、シルエット等の本研究で扱うアピランスの特徴に当たるものであるが、その種類自体が非常に多いために、それらの組合せを網羅的に調査することは非現実的であるといえる。そこで本研究ではエージェントの形態要素の範囲を「一般的にエージェントが持ち得る範囲」に限定することで、ある程度範囲を狭めて検討していく予定である。

また実際にデフォルメしたエージェントのアピランスを作成する段階で予想される課題は、フェーズ 2 で抽出したアピランスの特徴のうち「感じの良さ」、「明るさ」といったエージェントの内的特

徴をどのようにデザインするのかという点である。エージェントの身体能力の程度に関連する「力強い」「見かけの良い」といった外的特徴は身体各部位の大きさや体格などがユーザが抱く印象に直結していると想像できるが、エージェントの性格や雰囲気に関連する内的特徴の場合、頭部もしくは顔の表情や全体のシルエットによってその印象が決定されると考えられるため、今後慎重に検討していく予定である。

今後、上記の課題を踏まえながらフェーズ 3 に相当するアピランスの特徴と具体的デザイン要素との対応を決定することで、ユーザに対してある特定のイメージを想起させるデザイン手法を構築できると考えられる。よって本研究によって得られる成果は、エージェントのアピランスを生成する上で重要な指標となり得るものであり、プロダクトデザインの知識を持たない設計者、技術者もしくは一般ユーザであってもエージェントの機能に適したアピランス設計を行うことが可能となると期待される。

#### 参考文献

- [1] 森政弘:不気味の谷, Energy, vol.7 (4) pp. 33-35 (1970)
- [2] 小松孝徳, 山田誠二: エージェントの外見がユーザの情報解釈にどのような影響を与えるのか?, 信学技報 HCS2006-52, pp. 19-24 (2006)
- [3] Komatsu, T., Kurosawa, R., and Yamada, S. How does the Difference between Users' Expectations and Perceptions about a Robotic Agent Affect Their Behavior? International Journal of Social Robotics, vol. 4 (2), 109-116 (2012).
- [4] 神田崇行, 宮下敬宏, 長田拓, 配川有, 石黒浩: 人ロボット相互作用における人型ロボットの外見の影響, 日本ロボット学会誌, vol.24 (4), pp. 497-505 (2006)
- [5] 園山隆輔: ロボットデザイン概論, 株式会社毎日コミュニケーションズ (2007)