

視線分析に基づく擬人化エージェントのユーザビリティ評価の検討

深山 篤^{*†} VincentBao Pham^{††} 大野健彦^{**†}

† 日本電信電話株式会社

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

〒 243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮 3-1

†† スタンフォード大学

E-mail: *fukayama@eye.brl.ntt.co.jp, **takehiko@brl.ntt.co.jp

あらまし 擬人化エージェントは多くの場面で使用されているが、その効果や悪影響の定量的評価はまだ不十分である。想定される悪影響の一つに、エージェントがユーザの注意を引き付けることでタスクへの集中を阻害することが挙げられる。我々は視線測定に基づいてこのことを検証することを試みた。タスクには写真を見ながらある場所の説明を受けるバーチャルツアーを選び、写真の再認記憶率と視線統計量の関連を調べた。擬人化エージェントを表示する条件 (Agent 条件) と表示しない条件 (No-agent 条件) 各々15人の被験者について実験を行なった。その結果、両条件を通してタスクに無関係な情報への注視時間 (t_{irr}) と記憶率の間に負の相関があった。この結果は、この問題における集中度のパロメータとしての t_{irr} の妥当性を示唆している。また、Agent 条件において t_{irr} が有意に増加し、擬人化エージェントが集中を阻害する可能性が示唆された。その原因を視線統計量に基づいて考察する。

キーワード 擬人化エージェント、意識集中、バーチャルツアー、視線測定、記憶、主観評価

Analysis of User's Gaze for Usability Assessment of Anthropomorphic Agents

Atsushi FUKAYAMA^{*†}, Vincent BAO PHAM^{††}, and Takehiko OHNO^{**†}

† NTT Communication Science Laboratories

NTT Corporation

Morinosato Wakamiya 3-1,

Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0198 Japan

†† Stanford University

E-mail: *fukayama@eye.brl.ntt.co.jp, **takehiko@brl.ntt.co.jp

Abstract We report an experiment that confirms the validity of using eye-movement data to evaluate the distractive effect of displaying an anthropomorphic agent, which is presumed to be caused by its grabbing user attention. Subjects took a virtual tour with/without a simple anthropomorphic agent and their eye movement was recorded. Afterward, they performed a recognition memory test about the tour to assess their concentration. Among the six eye-movement measures we propose, duration for which the subjects attended to irrelevant information (t_{irr}) had correlation with the memory test performance and differed between the conditions. This indicates that the eye-movement measures can be used for precise investigation of the effect of agents on user concentration. We also discuss about between-condition differences in eye-movement measures and types of those correlated with the memorization performance.

Key words Anthropomorphic agent, concentration, virtual tour, eye-tracking, memory, subjective survey

1. はじめに

擬人化エージェントやアバタなどの、キャラクタを画面に表

示しユーザとコミュニケーションするインタフェース (以下、擬人化エージェントと総称) が多くの場面で利用されるようになってきている。しかし、その意義や悪影響については従来より議

論が為されており [1], 未だ決着をみているとは言い難い. そこで, 擬人化エージェントに期待されている効果を過去の研究・応用事例に基づいてまとめたところ, 我々は以下の3点があると考え.

- (A.) **非言語的情報伝達:** 文章だけでは言い表しにくい個性, 感情や発言の意図を, 擬人化エージェントの外見・表情などの手段で伝える. 遠隔地間通信で重要となる. アバタを使ったオンラインコミュニティなどで応用が進んでいる.
- (B.) **社会的反応の誘発:** 人間どうしに近いインタラクションをユーザと擬人化エージェントの間で行なうことで, ユーザが無意識的に人間どうしのコミュニケーション理論に沿った反応をすることが期待される. ユーザに対して販売を行なうシステムにおいて, 提示される情報の信頼性が高まるように対人コミュニケーションの知見を擬人化エージェントの行動に適用した例 [2] などがある.
- (C.) **関与行動の促進:** 人間や動物の映像が動いたり語りかけたりすることで, ユーザの興味を引く, 楽しさを感じさせる, などの心理的效果を与える. それによりユーザがそのシステムを使用するに当たって, 抵抗感を持たずに気軽に使用できる, やる気・積極性を与え作業効率を高める, 満足感を与え製品の使用や購買を促進する, などの行動面の効果が期待される. ユーザの積極性が重要な教育システムや, 機器に不慣れなユーザを対象にした情報端末などで特に重要となるが, ユーザのシステム使用を促すという観点から, その他の多くの場面でも有効である.

我々は, 音声対話システムにおける画像を介したインタフェースについて研究している. タスクとしては, 交通や施設の案内, 広告情報などをユーザの問合せに応じて提供するものを想定している. このようなシステムを例えば街角の観光案内所の代わりに設置する, 会社の来客用待合スペースにおいて会社情報を提供する, などといった例を想定した場合, 抵抗感無く積極的に「使ってみよう」という気を起こさせることが非常に重要である. さもなくば, 設置したものの誰にも使用されないシステムになってしまう. ここで上記の (C.) を振り返ると, ユーザのシステム利用を促進するために, 我々は擬人化インタフェースを選択すべきなのであるだろうか?

ここで「選択すべきである」「すべきでない」という一般的な結論を出すのは早計であり, 未だ明らかにしなければいけないいくつかの問題がある. その一つの大きな問題点として, 擬人化エージェントを表示することによって, タスクそのものに関連する重要な情報からユーザの意識が削がれることが指摘されている. ユーザに提供する情報が非常に単純なもので無い限り, 関連情報も合わせて表示することになる. こういった場合, 擬人化エージェントがユーザの集中を妨げる可能性がある.

また, 関与行動の促進についても, 実はその効果を示す明確な定量的根拠は未だ不十分である. 定量的評価尺度としてはタ

スクパフォーマンスを調べることが考えられるが, 多くの場合, 個人特性 (性格・能力) などが大きく関わるため, エージェントの有無による比較において有意な差が検出されにくい. システムが情報提供を行なう場面でのタスクパフォーマンスの例としては, 提供された情報の記憶や理解度などが挙げられる [3] [4].

これらの問題を統一的に取り扱った研究は見られないが, Mulken らは教育システムを模したシナリオにおいて関与行動の促進を調査した. 擬人化エージェント表示により, 関与行動促進が期待できる主観評価の向上は見られたにも関わらず, タスクパフォーマンス (記憶テスト) に効果が現れなかったのは, タスクへの集中が阻害されたことによって効果が相殺されている可能性があると考えしている [3]. このように擬人化エージェントによる関与行動促進と集中度低下の間にはトレードオフが存在することは十分考えられる. ユーザがより楽しさを感じるよう擬人化エージェントを凝ったデザインにした結果, 注意がそちらに引きつけられてパフォーマンスが下がる, といったような場合である.

我々はまず, 上記のトレードオフ問題のうち, 視線による集中の阻害について評価することを試みた. 本稿では, ユーザの視線測定に基づく擬人化エージェントの評価法を提案する. 視線は注意対象と深い関連があり, 集中の阻害を検証するには適していると考えられる. また, 人間の情報処理過程を直接的に反映していると考えられるため, 記憶や理解度を調べるよりもインタフェースのデザインをより直接的に反映すると考えられる.

本稿では, 視線測定に基づく6種類の統計量を提案し, そのいずれがユーザの集中度と関連があるかを実験結果を基に示す. それにより, 提案した視線統計量が, 擬人化エージェントからの情報提供時のユーザの集中度を表す尺度として使用できる可能性のあることを示す. 以下, 関連研究と問題設定を詳細に述べることで実験の前提を明らかにし, 実験の内容, 結果を紹介し, それを基に考察を展開する.

2. 関連研究

擬人化エージェントによる集中の阻害が起こるための前提として, そもそもユーザは擬人化エージェントに注意を向けるのであろうか. このことを確認した研究として, Witkowski らの研究が挙げられる. 彼らは, 自分たちが作成した擬人化エージェントがユーザの注目を集めているのか, 視線測定装置を用いて検証している [5]. 擬人化エージェントが商品の説明をする E-Commerce 状況における視線を測定したところ, 実験時間全体の 9.3~38.9%の間, 被験者はエージェントを見ていたという結果が得られた. なお, この設定では商品の説明文がエージェントとは別に文字で表示されており, エージェントを必ずしも見なくても良い設定であった. この結果から, 個人差はあるものの, 必ずしもエージェントを見る必要が無いにもかかわらず, ユーザが擬人化エージェントに注意を払うことが示唆される.

本研究は擬人化エージェントを視線で評価するという方法論の点で Witkowski らの研究と類似しているが, 本研究では集中の阻害を評価することを目的としている点で異なっている.

3. 問題設定

3.1 タスク

我々は以下に示す理由から、擬人化エージェントを用いてユーザが行なうタスクとして、バーチャルツアー（外国の大学のキャンパス紹介）を選んだ。まず、既に述べたように、我々は擬人化エージェントによる情報提供システムにおいて、擬人化エージェントとその他関連情報が画面に表示されている状況を想定しており、このタスクはそれに適している。さらに、外国の大学の案内をコンテンツに選ぶことで、全ての被験者がその内容についての知識を全く持っていないことが期待できる。また、インタラクティブ性を抑え、ユーザの集中に影響を与える要因を制限することができる。

図1は、タスク実行中に被験者に提示される映像の例である。スクリーンは9個の矩形領域に分割され、周囲の8領域のうち1~2領域にはタスクに関連する写真が表示され、その他の領域には全く無関係な写真が表示される。中心はAgent条件(図1(a))においては擬人化エージェントが表示され、No-agent条件(図1(b))では何も表示されない。音声は両条件ともFinalFluetによる合成音声を用いている。

図中、Agent条件では擬人化エージェント（画面中央の丸いボール状の顔）の顔と目が左を向いており、No-agent条件では左中段の写真が赤枠でハイライトされている。これは、現在この左中段の写真について音声で説明が為されていることを示している（以後、条件に関わらずこれを指示動作と呼ぶ）。指示動作は話題がその写真に移ったと同時に行なわれ、その話題が終わるまで保持される。擬人化エージェントの動作は指示動作と指示動作が保持されている間に時折被験者の方（正面）へ目だけ向ける動作のみで、他のタスクに無関連な動作は行なわない。両条件間で指示動作の開始・終了時刻は同じになっている。

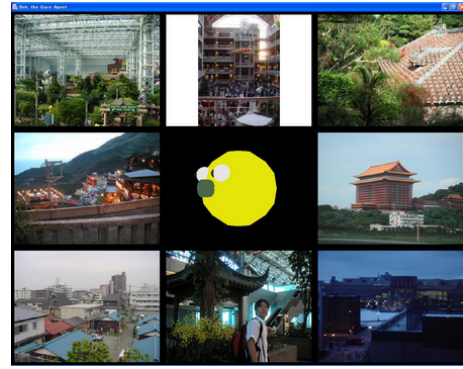
同時に表示されている8枚のうち、1または2枚についてのみ説明が加えられる。その他の写真は話題には全く関係の無い写真となっている。今後、前者を関連画像、後者を無関連画像と称する。関連画像の説明が終わると8枚の画像全てが別の8枚に入れ替わる。1回のタスクで8回に入れ替えがあり、合計9セットの画像群が存在する。9セット終了するまで約6分を要する。

3.2 測定項目

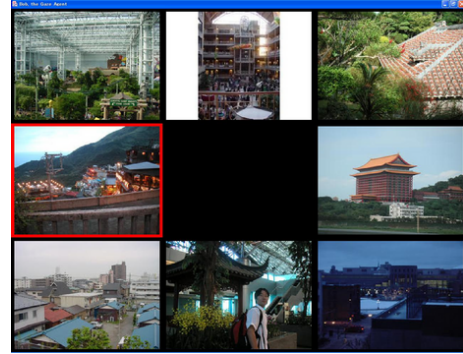
3.2.1 視線統計量

このようなタスクでユーザの集中度に関連すると予想される視線統計量として、以下の6種類のものを被験者ごとに調べることにした。以下で、 T_{all} はタスク実行中に得られた視線データのうち、分析対象となる部分の時間の総和である。

- i. 関連画像注視時間 t_{rel} [%]: T_{all} に占める、被験者が関連画像を注視していた時間の割合
- ii. 無関連画像注視時間 t_{irr} [%]: T_{all} に占める、被験者が無関連画像を注視していた時間の割合
- iii. エージェント領域注視時間 t_{agt} [%]: T_{all} に占める、被験



(a) Agent 条件



(b) No-agent 条件

図1 タスク実行中の画面例。

著作権に関する問題のため、図中には実際に実験で使用したものは異なる画像を掲載している。

者がエージェント領域(図1中の中央の領域)を被験者が注視していた時間の割合

- iv. 共同注視時間 t_{sha} [%]: タスク実行中に指示動作が行なわれていた時間の総和 T_{dir} に占める、指示動作と同時にその指示されている関連画像を被験者が注視していた時間の割合
- v. 視線反応時間 T_{rt} [s]: 指示動作が開始されてからその指示されている関連画像を初めて被験者が注視するまでの平均時間
- vi. 注視持続時間 T_{gz} [s]: 被験者がある画像を注視し始めてから別の画像を注視するまでの時間の中央値

視線がスクリーンの外に向けられている時間は T_{all} には含まれないため、 $t_{rel} + t_{irr} + t_{agt} = 100[\%]$ である。

3.2.2 記憶テスト

タスクへの被験者の集中度を直接測定するのは不可能である。そこで、タスク中に提供された情報（バーチャルツアーで紹介された大学の情報）に関する記憶率が、タスク実行中の集中度と相関があることを仮定し、記憶率を測定する。記憶率は、関連画像の再認テストにおける再認率を、以下の式によって修正した値として定義する。

$$P_M = \frac{P_{TP} - P_{FP}}{1 - P_{FP}}$$

ただし、 P_M が記憶率、 PTP が正再認率 (True-positive rate)、 FPF が虚再認率 (False-positive rate) である。

本研究では、タスク集中度を反映した視線統計量を探ることが主たる目的であるが、その判断は記憶率 P_M と相関があることを確認することによって行なう。またこのことを逆に捉えると、 P_M が集中度のみでなく個人特性など他の要因にも影響されるため、 P_M の変動量のうち、被験者が何にどのように注意を払っていたかを表す視線統計量と相関する部分のみを集中度を反映しているとみなして抽出しているとも言える。

3.2.3 主観評価

第1節で述べたように、集中の阻害による記憶率 P_M の低下が関与行動促進の効果により打ち消される可能性がある。そのため、主観評価も合わせて行ない、関与行動を促進するような心理的效果 (楽しさなど) を擬人化エージェントが被験者に与えていないことを確認する。主観評価には以下のアンケート項目を用いた。それぞれの項目に対し、「全く当てはまらない」(1点)～「よく当てはまる」(5点)で評価させた。

タスク全体に関する項目: 楽しかった/その場にいる気分だった/退屈だった/満足した

ツアーガイド (擬人化エージェントまたは音声) に関する項目: 一緒にいる気がした/機械的だった/説明が分かりにくかった/指示動作が分かりやすかった/声が聞き取りやすかった/説明は嘘だと思った/博識だと思った/親しみやすかった/自信ありげだった

被験者自身の視線に関する項目: 指示された画像に視線が引きつけられた

3.3 結果の予測

まず、いずれの視線統計量が記憶率 P_M と高い相関を示すであろうか。過去の視覚記憶の研究では、短期の視覚記憶はその刺激が被験者に呈示されている時間と正の相関を持つという結果が得られている [6]。この知見から考えると、再認すべき画像を見ていた時間割合である関連画像注視時間 t_{rel} が P_M と高い相関を示すと予測される。

次に、Agent/No-agent 条件間での P_M および視線統計量の差について考える。第1節で述べたように、我々は擬人化エージェント表示による関与行動促進と集中度低下のトレードオフの存在を仮定している。今回のタスクに用いる擬人化エージェントは、関与行動促進の効果を与えないよう形状も動作も非常に単純なものとしている。これにより、トレードオフの一方である関与行動促進効果が得られず、擬人化エージェントが被験者の注意を引いて t_{rel} が減少し、それにつれ P_M も低下するものと予測される。

4. 実験

4.1 被験者

被験者は20代から30代の男性15人と女性15人である。被験者はランダムに Agent/No-agent 条件のいずれかに割り振られた。男性7人と女性8人が Agent 条件であった。被験者には作業時間に応じて謝礼を支払った。

4.2 手順

実験開始時、被験者は実験者に案内され一人ずつ実験室へ通された。被験者に対して、アメリカのある大学のキャンパス

質問1. バーチャルツアーの中で説明があった場所の写真はどれでしょうか?



図2 記憶テストの出題例。

図1を見ると(c)が説明されているので、この場合、(c)が正解。複数回答の場合もある。

表2 主観評価因子。

	解釈	寄与率	関連するアンケート項目
I	楽しさ	17.2%	その場にいる気分 (.794), ガイドと一緒にいる気がした (.758)
II	分かり易さ	14.2%	分かりにくかった (-.827), 聞き取り易かった (.784)
III	視線誘引	11.6%	視線が引きつけられた (.678)

を案内するバーチャルツアーをよく見て、その後に行なうアンケートに答えるよう指示した。このとき、コンテンツに関する記憶テストを行なうことは伝えなかった。画像を指し示す指示動作 (擬人化エージェントの回転/ハイライト) の意味について説明を行ない、指示された写真をよく見るよう伝えた。

上記の説明の後、実験者が被験者とモニタの位置を調整し、視線測定装置のキャリブレーションを行なった。被験者はモニタから60cm離れた椅子に座った。使用したモニタは19インチのCRTモニタで、スクリーン領域の大きさは幅430mmで1280ピクセル、縦横比は3:4であった。視線測定装置はNAC社のEMR-NCを使用した。これは角膜反射法を用いた装置で、被験者に赤外線反射板付きの眼鏡フレームを装着させることで、顔が装置からの視角60度程度の範囲で移動しても視線を追跡できる。測定は30Hzで行なわれ、分解能は0.3度であり、これは今回の設定では3mm(9ピクセル)に相当する。被験者には実験終了まで視線を測定していることは伝えず、目の疲労を測定していると伝えた。

バーチャルツアー終了後、別室で記憶テストと、それに続き主観評価アンケートを行なった。記憶テストでは図2のような画面を被験者に見せ、被験者は手元の解答用紙に丸を付ける。画面の切替は実験者が行ない、被験者は自身の以前の回答や先の問題を見ることはできない。

表 1 主観評価因子, 視線統計量, 記憶率の測定結果.

	主観評価因子			視線統計量						記憶率
	I	II	III	t_{rel} [%]	t_{irr} [%]	t_{agt} [%]	t_{sha} [%]	T_{rt} [s]	T_{gz} [s]	P_M [%]
Agent avg.	-.0869	-.264	-.461	44.8	37.7	17.5	35.6	1.19	.631	77.2
($N = 14$) sdv.	1.03	.942	.785	7.82	11.6	8.29	9.77	.365	.160	15.2
No-agent avg.	.0931	.283	.494	70.9	28.0	1.08	34.7	1.32	1.45	78.2
($N = 14$) sdv.	.782	.808	.623	11.0	10.7	1.31	12.7	.638	2.20	18.2
Mann-Whitney's U	95	70	**34	**5	*46	-	93	87	67	81.5

** : $p < .01$, * : $p < .05$

表 3 回帰分析の結果 (視線統計量-記憶率)

R は相関係数, β は回帰係数, F は分散分析における F 値.

条件	説明変数	R	R^2	β	F
Both	L_{irr}	.550	.302	-.752	**11.3
Agent	L_{agt}	.595	.354	1.09	*6.59
No-agent	L_{rel}	.731	.534	1.21	**13.8

** : $p < .01$, * : $p < .05$

表 4 回帰分析の結果 (主観評価因子-視線統計量).

説明変数	従属変数	R	R^2	β	F
L_{rel}	因子 III	.474	.225	8.90	*7.55
L_{agt}	因子 II	.409	.167	-4.62	*5.23
T_{gz}	因子 III	.382	.146	.699	*4.44

** : $p < .01$, * : $p < .05$

5. 結果

3種類の測定項目の結果を表1にまとめた. 被験者数は視線測定の失敗により各条件1人ずつ減って14人となっている. L_{agt} 以外の全ての測定値で条件間に分散の差が無く, 多くの測定値の分布が正規分布とは有意に異なったため, 条件間の比較ではMann-WhitneyのU検定を用いた. また, L_{agt} については, 条件間の比較に意味が無いため(No-agent条件では何も表示されておらずほとんど注視されない)平均値の差の検定を行わなかった. 以下, 各測定項目の結果について詳述する.

5.1 視線統計量

視線測定装置EMR-NCから得られる出力は, 各タイムステップ(毎秒30ステップ)に被験者が見ていたスクリーン上の2次元座標である. この生データから視線が停留している(移動視角が1タイムステップ当たり0.5度以下)区間を抜き出し, 各区間に属する出力座標の平均を停留点として, これ以降の分析に用いた. したがって, 第3.2.1節で示した, 視線データのうち視線統計量計算に使用する部分の時間の総和 T_{au} は, 視線が停留している時間の総和となる.

このようにして求めた停留点は測定誤差により実際に被験者が注視していた点からずれている. このずれを補正するため, 停留点数のヒストグラムをスクリーン座標の横軸・縦軸に沿って作成し, ヒストグラム上の度数の極小点が図1の領域の境界線に一致するよう, 停留点を平行移動した. なお, ヒストグラムの階級数はSturgesのルールを修正(3つの正規分布が混合されていることを仮定)したものに基いて決定した.

以上の手続きで求めた修正された停留点をもとに, 各タイム

ステップで被験者がどの領域を見ていたかを判断し, 視線統計量を算出した. 表1を見ると, 関連画像注視時間 t_{rel} と無関連画像注視時間 t_{irr} において条件間に有意な差が見られた.

5.2 記憶テスト

記憶テスト実施後に口頭で確認したところ, タスクで紹介された外国の大学内の施設について事前知識を持っている被験者はいなかった. また, 記憶率の最大値は100%, 最小値は27%でそれぞれ一人ずつであり, 平均値は条件ごとに77.2%, 78.2%で標準偏差は15.2, 18.2(表1)であることから, 天井効果・床効果ともに見られないと判断した. 条件間の比較では有意差は見られなかった.

5.3 主観評価

主観評価における14のアンケート項目は因子分析により表2の3因子にまとめられた. それぞれの因子をその関連するアンケート項目から判断して, 「楽しさ」「分かり易さ」「視線誘引」と解釈した. これらのうち, 視線誘引(因子III)のみ条件間で有意差を示した(表1).

5.4 視線統計量と記憶率の相関

6種類の視線統計量を説明変数, 記憶率を従属変数として線形多重回帰分析を行なった. 投入, 除去基準を各々 $p = .05, .10$ としたステップワイズ法を用いた. 結果を表3に示す. 全ての被験者のデータを分析に用いた場合, 無関連画像注視時間 t_{irr} と記憶率の間に負の相関が検出された($R = .550$). Agent条件の被験者では t_{agt} と, No-agent条件では t_{rel} と記憶率にそれぞれ正の相関が見られた($R = .595, .731$).

5.5 主観評価因子と他の測定項目の相関

3種類の主観評価因子を説明変数として, 6種類の視線統計量と記憶率を従属変数とする7回の線形多重回帰分析を行なった. その結果, 主観評価因子IIIの視線誘引が関連画像注視時間 t_{rel} および注視持続時間 T_{gz} と相関があった. また, 因子IIの分かり易さが t_{agt} と相関があった(表4). いずれの主観評価因子も記憶率との相関は見られなかった.

6. 考察

6.1 視線統計量による集中度の評価について

Agent条件, No-agent条件のデータを混合した場合, 無関連画像注視時間 t_{irr} が記憶率 P_M と負の相関を持っていた. このことは, 記憶率とタスク集中の相関の仮定(第3.2.2節)を踏まえると, タスク(バーチャルツアーの説明を聞く)に集中していないと, 注意が他の無関連な情報に分散し, 無関連画像

注視時間が長くなり、これらの結果として記憶率 P_M が低下した、という解釈が可能である。

今回の実験で、視線統計量 t_{irr} が今回のような情報提供場面における記憶率と相関があることが分かった。ただし、相関係数は .550 であり、 t_{irr} によって P_M の変動の 30% しか説明されていないことになり、弱い相関であると言える。そのため、記憶率 P_M と同様に、インタフェースの形態によるタスク集中度の違いの指標として使用することができると結論付けるには、まだ検討が必要である。

第 3.3 節で示した結果予測では、視覚記憶に関する知見に基づいて関連画像注視時間 t_{rel} と P_M の相関が検出されると予測した。No-agent 条件では比較的高い寄与率 (53%) で t_{rel} と P_M の相関が検出されたものの、Agent 条件での分析と両条件を合わせた分析では異なる結果となった。

この原因を考察すると、 t_{rel} よりも十分に短い時間で関連画像の記録はできていた可能性が考えられる。スクリーン上に一度に表示される画像は、全て建造物が写った写真であるという点では統一されていたが、それぞれは一目でその違いを識別できるようなものであった。したがって、関連画像を見ていた時間は、先に挙げた視覚記憶研究 [6] における刺激呈示時間とは異なり、記録に必要であったわけではなく、タスクに集中した結果として指示された画像を注視していた時間であったと考えられる。

Agent 条件でエージェント領域注視時間 t_{agt} が P_M と相関を示したことも同様に解釈できる。擬人化エージェントを長く見ていたために P_M が向上したというより、タスクに集中した結果として、バーチャルツアーの説明を行なっている主体である擬人化エージェントを注視していたものと考えられる。この結果から、本実験のように記録や理解に長い時間がかかるようなコンテンツでない場合、擬人化エージェントを表示してユーザの注意を集めることは、ユーザの集中度を阻害し記憶や理解を妨げるものではないことが示唆される。

6.2 条件間の比較

我々は、関与行動促進と集中度の阻害の間のトレードオフに基づいて、関与行動促進につながるような主観評価値が Agent 条件において高くない場合、Agent 条件では集中度阻害の効果として P_M の低下が見られると予測していた。結果を見ると、楽しさ因子 (I) は両条件間で有意な差はなかったにも関わらず、 P_M にも差が見られなかった。

一方で、記憶率 P_M と相関があった無関連画像注視時間 t_{irr} は、Agent 条件で P_M を悪化させる方向に条件間で有意差が認められた。しかし、もちろんこのことのみから、記憶率では検出できなかった条件間の差を視線統計量が検出できたと結論することはできない。

しかし我々は、主観評価因子の分析から、今回検出された t_{irr} の差は、実験で用いた擬人化エージェントによるユーザ集中度の阻害を示していると考えている。3つの主観評価因子のうち視線誘引因子 (III) は、指示動作によって被験者が自然に指示対象の関連画像に視線が誘導されたと感じた度合いを示している。表 1 によると、Agent 条件で有意に低い値を示してい

る。また、表 4 に示すように、この主観評価因子は関連画像注視時間 t_{rel} と注視持続時間 T_{gz} と相関を持っている。これは、指示動作が直観的に分かりにくい場合、関連画像を見つけるのが困難になり、かつ、視線が探索的な動きをするため各領域に留まる時間が短くなるためであると解釈できる。

今回用いた擬人化エージェントの指示動作 (図 1) は、ハイライトと比べると分かりづらく、その影響が Agent 条件における t_{irr} の増加につながった可能性がある。このように関連情報の指示の方法が分かりにくいと、ユーザにストレスが掛かり、集中度の低下を招く可能性がある。例えば、作為的にさらに指示動作が分かりにくいエージェントを使用するなどすれば、 P_M にも影響を与える可能性がある。

このようにして、ユーザ集中度への影響が異なると予想されるデザインの擬人化エージェントを複数用意し、継続的に視線統計量や記憶率を調査することで、視線統計量の有効性がより明確に示すことが今後必要である。

7. 結 論

本稿では、擬人化エージェントが情報提供を行なうシステムにおけるユーザ集中度の阻害を、視線を用いて評価することを目的とし、視線に基づく統計量とタスク内容についての記憶との相関を調べた。その結果、タスクに無関係な情報に注目している時間と記憶率の間に相関が見られ ($R = .550$)、また、擬人化エージェントの有無により有意にその値が変化した。これにより、この統計量を集中度の評価に用いることの妥当性が示唆された。今後はユーザ集中度への影響が異なると予想される複数の擬人化エージェントについて調査を進め、本手法の有効性や適用範囲を明らかにすることが必要である。

文 献

- [1] 間瀬, 長谷川: “ディベート: 「仮想ネットワーク社会に自律擬人化エージェントは必要か」の主旨と論点”, 情報処理学会研究報告, ヒューマンインタフェース, 97-HI-73-7, pp. 37-41 (1997).
- [2] T. Bickmore and J. Cassell: “Relational agents: A model and implementation of building user trust”, Proceedings of ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI2001, pp. 396-403 (2001).
- [3] S. van Mulken, E. André and J. Müller: “The persona effect: How substantial is it?”, Proceedings of the 1998 Annual British HCI Group Conference, Human Computer Interaction '98, pp. 53-66 (1998).
- [4] J. C. Lester, S. A. Converse, S. E. Kahler, S. T. Barlow, B. A. Stone and R. S. Bhoga: “The persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents”, Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI'97, pp. 359-366 (1997).
- [5] M. Witkowski, Y. Arafa and O. de Bruijn: “Evaluating user reaction to character agent mediated displays using eye-tracking technology”, Proceedings of AISB'01 Symposium on Information Agents for Electronic Commerce (2001).
- [6] M. Potter and E. Levy: “Recognition memory for a rapid sequence of pictures”, Journal of Experimental Psychology, **81**, pp. 10-15 (1969).