

ユーザの作業状態に応じた室内環境演出システム ～ヴァーチャル・スタバ～

三井 健史[†] 大橋 省吾[†] 小林 拳人[†] 志津野 之也[‡] 濱川 礼[†][†]中京大学 情報理工学部 情報システム工学科 [‡]中京大学 大学院 情報理工学部情報科学研究科

1. 概要

本論文では、作業時のユーザのキーアクティビティ、作業内容、姿勢などから集中度を推定し、集中、思考、注意散漫、眠気 の 4 種類の状態に分類した後、作業状態に応じてアロマ噴霧や環境音再生を行うことで室内環境演出を行うシステム「ヴァーチャル・スタバ」について述べる。

2. 背景・目的

喫茶店で行う作業は一般に捗ると言われている。これは、店内の程よい雑音^[1]や店内に漂うコーヒーの香り^[2]が作業への集中度を高める働きがあることが要因として挙げられる。しかし、PC 作業を喫茶店で現実に行おうと考えた時、電源環境やネットワーク環境が提供されていない店がほとんどであり長時間 PC 作業を行うのは難しい。

そこで、気軽に自宅で喫茶店の環境を再現する「ヴァーチャル・スタバ」を作成した。

3. 関連研究

作業への集中度を推定する研究は多岐にわたる。本田ら^[3]は作業中の“キーボード・マウスを利用する頻度”、“椅子を回転させる頻度”から集中度推定を行った。植田ら^[4]は胸ポケットに入れたスマートフォンの加速度情報からユーザの“姿勢・行動”を推定し、集中度推定を行った。

また、アロマや環境音が作業への集中度に及ぼす影響について調べた研究では五藤^[5]が 2 ヶ月にわたり“環境変化の無い群”、“アロマによる香り変化の群”、“音楽による環境音変化の群”、“香り・環境音変化の群”の 4 種類の群に分かれ仕事を行った結果、“香り・環境音変化の群”で作業効率が最も向上するという結論が得られた。

ヴァーチャル・スタバでは、上記の研究^{[3][4]}を参考に集中度推定を行っている。しかし、ヴァーチャル・スタバでは、集中度という一つの指標ではなくさまざまなユーザの状態に合わせて環境演出を行う必要がある。そこで、上記の研究^{[3][4]}では検出出来ない“眠気状態”や、本来の作業とは関係のない Web ブラウジングなどの“注意散漫状態”に対応する為、ヴァーチャル・スタバでは“作業内容”と“視線”の測定が有効と考え、その状態に応じた出力を行う。

4. 作業状態推定手法

4.1 実験

上記から、“集中状態”に加え“眠気状態”と“注意散漫状態”の 3 種類の状態を検出するためそれぞれの状態の識別表(図 4.1.1)を仮定し以下の実験を行った。

被験者 7 名に、約 30 分間の研究作業(プログラミング、Web ブラウジング等)を行ってもらった。その間の“キー入力”の頻度、“作業内容”、“瞳検出”、“姿勢”を 1 分間隔で測定し、実験中の被験者と PC のディスプレイをビデオカメラで撮影した。実験後、撮影した動画を被験者が確認し、集中している区間を報告してもらうという形で作業状態を判別した。

キー入力	作業内容	瞳検出	姿勢	結果
あり	関連	—	—	集中
		非関連	—	散漫
	非関連	あり	—	集中
		非関連	—	散漫
なし	関連	あり	前傾	眠気
			後傾	集中
		なし	前傾	眠気
			後傾	集中
	非関連	あり	前傾	散漫
			後傾	眠気
		なし	前傾	散漫
			後傾	眠気

図 4.1.1 作業状態識別仮定図

4.2 結果

散漫状態と回答した区間では、非関連作業をしている時間が長く、作業内容の推定が有効な結果だった。眠気状態と回答した区間では、視線が外れ、上体を前後に預けるような姿勢である時間が長く、視線の有無と姿勢の推定が有効な結果だった。

また実験前では、集中状態と眠気状態と注意散漫状態の 3 種類の分類分けを行っていたが、被験者がプログラミングを考える等、瞑想/思考している時(キー入力無く、瞳が検出出来ない時)、システムでは眠気状態に誤分類されてしまっていた。そこでヴァーチャル・スタバでは、この状態を思考状態として加えた。

思考状態は、連続 5 分間までとした。これは実験中、被験者の最長思考時間が 5 分を上回ることが無かったためである。

4.3 作業状態推定手法

実験結果より、ヴァーチャル・スタバでは集中、眠気、注意散漫、思考の 4 種類の作業状態を識別し演出するものとした。そして、識別仮定図(図 4.1.1)では眠気状態と分類される状態は思考状態と分類され、思考状態が 5 分以上連続で続くとユーザは睡眠していると判断される(図 4.3.1)。

ユーザの作業状態は、関連作業を行っているかいかで集中状態と散漫状態に大きく分けられ、キー入力と視線の有無で思考状態かを推定する。

キー入力はキーボードとマウス入力情報、作業内容はアクティブアプリケーション名を取得し推定する。

瞳検出は Web カメラを用い、姿勢はスマートフォンの傾きセンサを用いて推定する。各入力の詳細は後述する。

キー入力	作業内容	瞳検出	姿勢	連続思考時間	結果
あり	関連	—	—	—	集中
		非関連	—	—	散漫
	非関連	あり	—	—	集中
		非関連	—	—	散漫
なし	関連	あり	前傾	5 分未満	思考
			後傾	5 分以上	眠気
		なし	前傾	5 分未満	集中
			後傾	5 分以上	眠気
	非関連	あり	前傾	5 分未満	散漫
			後傾	5 分以上	思考
		なし	前傾	5 分未満	散漫
			後傾	5 分以上	眠気

図 4.3.1 作業状態推定表

出力は 2 種類に分け、“眠気状態”は眠気覚ましになるようなメンソール系のアロマを出力し、非集中である“注意散漫状態”には集中を促す為コーヒーのアロマの出力を行う。また、嗅覚疲労による嗅覚感度の低下を防ぐ為、単位時間の半分である 30 秒間とした。

状態	アロマ	噴霧時間	環境音
集中	—	—	雑踏
思考	—	—	雑踏
散漫	コーヒー	30秒	雑踏
眠気	メンソール	30秒	アラーム

図 4.3.2 出力表

5. システム概要

ヴァーチャル・スタバは、PC クライアントプログラムと

スマートフォンアプリを起動し、出力装置を設置することで利用できる。PC クライアント部では、キーアクティビティ取得部、作業内容推定部、瞳検出部が、スマートフォンアプリでは、姿勢推定部がそれぞれ動作しサーバへデータが自動で送信され、先述した作業状態推定処理が行われる。出力装置では定期的に自動でサーバから作業状態を取得することでそれに合わせたアロマ噴霧処理と環境音再生を行う(図 5. 1)。

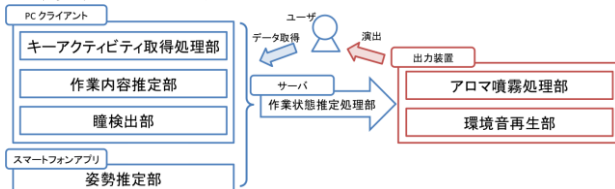


図 5. 1. ヴァーチャル・スタバの全体の構成

それぞれ処理部の詳細については、以下章に示す。

5.1.1 PC クライアント

PC クライアントでは、キーアクティビティ取得処理部と、作業内容推定部と、瞳検出部の処理が起動と同時に開始される(図 5. 1. 1. 1)。

キーアクティビティ取得処理部では、単位時間内に行なわれたキーボード/マウス入力からユーザが作業を行っているか判断する。作業内容推定部では、アクティブになっているアプリケーションが作業に関連するかを判断する。瞳検出部では、Web カメラ映像を基に、EyeLike^[6]を用いて瞳が検出できるか否かで目の開閉を判断する。

その後、各処理部で取得した値はサーバに送信される。

5.1.2 スマートフォンアプリ

スマートフォンアプリでは、スマートフォンに搭載された傾きセンサデータから姿勢推定処理を行う(図 5. 1. 2. 1)。スマートフォンに搭載されている傾きセンサから情報を取得後、単位時間に占める姿勢時間の割合が最も高かった姿勢情報をサーバへ送信する。



左図 5. 1. 2. 1.1 PC クライアント起動画面

右図 5. 1. 2. 1.2 スマートフォンアプリ起動画面

5.2 サーバ

サーバでは、各クライアントから送られてきたデータを基に、先述の作業状態推定法を用いユーザの作業状態をデータベースに保存する処理を行う。

また、Web API を実装し各クライアント/出力装置はこれを用いてデータの送受信を行う。

5.3 出力装置

出力装置では、アロマ噴霧処理と環境音再生処理を行う。サーバから毎分ユーザの状態を取得し、それに応じた出力を行う。アロマ噴霧には USB 給電式のアロマ噴霧器と Raspberry Pi^[7]を用いる。Raspberry Pi の GPIO からリレー回路を制御し、USB への給電をオン/オフすることでアロマ噴霧処理を行う。(図 5. 3. 1) 環境音再生は、Raspberry Pi にスピーカーを接続し再生した。



図 5. 3. 1 左から順に Raspberry Pi, リレー回路, 噴霧器

6. 評価・成果

事前に「コーヒーの匂いが好きか」という質問に対し「好き」と回答した学生 7 名を対象に、システム未使用時と使用時での作業状態を比較する実験を 1 時間行った。その後、作業中の録画を確認し、各時間帯の状態を自己申告で回答してもらった。

被験者毎に“注意散漫状態”の平均持続時間を算出したところシステム未使用時で 4.21 分、システム使用時で 1.63 分となり t 検定を行った結果、有意差が見られた($P=0.0329$)。同様に“眠気状態”の平均持続時間を算出したところシステム未使用時で 2.29 分、システム使用時で 1.43 分となり t 検定を行った結果、こちらにも有意差が見られた($P=0.0452$)。

また、「ヴァーチャル・スタバを使用して、作業効率向上に効果があると感じたか」という質問に対し 71% が「あると感じた」との回答を得た。この結果から、各状態から集中を促す、という目的を達成できたといえる。

「ヴァーチャル・スタバは使いやすいか」という質問に対し、評価者 7 名全員が「はい」と回答した。これは、クライアントプログラムを起動すれば半自動的にヴァーチャル・スタバを利用することが出来るようシステムを設計したことが要因として挙げられる。

「ヴァーチャル・スタバを利用することで作業をスムーズに行えた気がする」、「程よい雑音によりカフェにいるような雰囲気を感じ集中できた」といった意見を貰った。このことから、自室で気軽に喫茶店の環境を再現するシステムを作成することが出来たといえる。

7. 展望

システム評価とは別に学生 38 名に行った事前アンケートで、良い作業環境が備える要因として約半数の 18 名が「周囲の視線/気配を感じる」ことを挙げている。

より現実的な喫茶店を再現するため、ヴァーチャル・スタバを複数のユーザが同時に利用している場合、個々のユーザの打鍵音や咳払いなどの作業音を取得・合成したものを環境音として再生することで「周囲の気配」を感じてもらう仕組みなどを考えている。

8. 参考文献

- [1] Is Noise Always Bad? Exploring the Effects of Ambient Noise on Creative Cognition / <http://www.jstor.org/stable/10.1086/665048>
- [2] 食品の香りが脳機能に与える影響の生理学的検討 / <http://ci.nii.ac.jp/naid/110004848814/>
- [3] 本田 新九郎 / 作業者の集中度に応じた在宅勤務環境の提供：仮想オフィスシステム Valentine / 情報処理学会論文誌 vol.39
- [4] 植田 智明ら / センサデータからの人間の行動推定 / jsai2013
- [5] 五藤 寿樹 / オフィス環境における積極的環境効果とその実験調査についての研究 / 日本都市情報学会学会誌(7) 1995
- [6] EyeLike / <https://github.com/trishume/eyeLike>
- [7] Raspiberry Pi / <http://raspinerrypi.org/>