

1. 研究目的

近年、「Pepper」のような大衆向けの感情認識ロボットが開発されている。将来には電話機から携帯電話のように大衆向けから個人（ユーザ）専用の相棒や秘書のような個人をサポートするコンピュータエージェント（以下、エージェント）の開発が予想される[1]。人間からの働きかけに反応するだけでなくエージェント自身から人間のサポートを行うには、人間同士が日常的に行っているようにユーザの精神（メンタル）状態を推定、把握する機能が必要であると考えられる。現在の感情推定ロボットはユーザの状態を把握するために、表情や言葉からユーザ自身の状態に関する情報を得ているが、人間の精神状態は人間自身が言葉や表情で表す以外に、脳波や心拍などの生体情報から得られることも知られている。脳波から精神状態の推定が可能となれば、ユーザの負担なくエージェント自身がユーザの好みや状態などの情報を得ることができ、ユーザに対してより適切な行動が可能であると考えられる。

そこで本研究では脳波を利用したメンタル推定システムの開発を行う。また集中、リラックス、ストレスが精神状態として代表的なものであると考え、それらを本研究におけるメンタル推定システムの中心とする。

2. 脳波の概要

脳波は周波数の帯域により名称が付けられる。表1に名称、周波数範囲、出現が見られる心理状況を挙げる。

表1 脳波について

名称	周波数 (Hz)	観察される状態
δ (デルタ) 波	1~4	睡眠時
θ (シータ) 波	4~8	睡眠時・注意時
α (アルファ) 波	8~13	リラックス・閉眼時
β (ベータ) 波	13~30	思考時・集中時
γ (ガンマ) 波	30以上	記憶・視覚処理時

一般にリラックス状態時には α 波の振幅が大きくなる。反対に緊張時には α 波の振幅が小さくなり β 波の出現が見られるなどの特徴がある。また β 波は思考状態、 γ 波は高次精神活動と関連しているとされ、 β/α は脳の活動を見るための指標としてよく用いられる。

3. メンタル推定システムの詳細

図1にシステム構成図を示す。開発するシステムに脳波情報の適用を考えた際、装着が容易で装着者の行動を制限せず、手軽に利用できる脳波計の方が理想と考えた。そのため測定には、NeuroSky社製のMindWave-Mobile(MWM)を使用する。

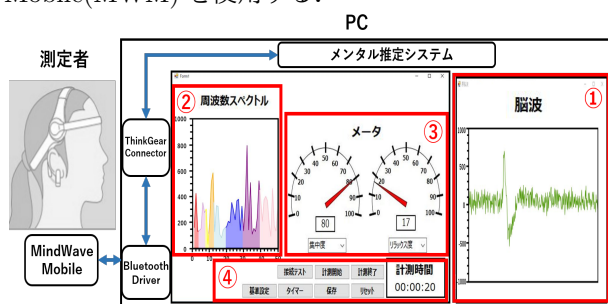


図1 システム構成図

3.1 原脳波

図1の①は、原脳波の表示である。MWMから得られた原脳波データをリアルタイムで表示し、アーチファクトを除去するためフィルタ処理を行った。

3.2 周波数スペクトル

図1の②が、周波数スペクトルの表示である。脳波全体の範囲は1Hz以上50Hz以下とし、各周波数帯域は表1に合わせた。

3.3 メータ

図1の③に、推定した精神状態を数値（百分率）とメータの形で表示する。得られた α 波や β 波などの増減や比率から精神状態（集中、リラックス、ストレス）の推定を行う。推定の詳細は3.5節に示す。

3.4 ボタン

図1の④が、測定の開始やデータ保存のためなどのボタンである。計測時間の表示と原脳波データ、各周波数成分、推定した各感情の数値の保存を可能にする。

3.5 メンタル推定

精神状態を推定するため、事前実験を通して考案した式を以下に示す。 $CC(a, b)$ が集中、 $RC(a, b)$ がリラックス、 $SC(a, b)$ がストレスを表し、 a は現在と平常時の α 波の比率、 b は現在と平常時 β 波の比率である。

$$CC(a, b) = \min\{100, \lfloor \frac{b}{2} (1 + \frac{1}{a}) \times \frac{100}{2} \rfloor\}$$

$$RC(a, b) = \min\{100, \lfloor (\max\{0, (1.0 - \frac{a}{3})\} + \frac{a}{2}) \times \frac{100}{2} \rfloor\}$$

$$SC(a, b) = \min\{100, \lfloor (\max\{0, \frac{1.0 - \frac{a}{3}}{5} + (\frac{b}{2a} \times 4)) \times 100 \rfloor\}$$

4. 開発したシステムの評価と実験結果

適切な推定が行えるか評価するために、成人男性5名に6つの実験を行った。実験は被験者に音楽鑑賞、漢字の書き取りテストを各90秒ずつ行い、実施時の精神状態の推定を行った。音楽鑑賞にはリラックスが出やすい音楽として「川の流れるように」、「Fly Me To The Moon」、またストレスを感じる音楽として「歯医者さんのドリルの音」、「工事現場の音」の4曲を使用した。音楽を流す順番はランダムとし、閉眼状態で行った。集中が高くなると想定した漢字テストでは難易度の違いによる比較のため中級と上級の2つを用意し、日本漢字能力検定協会による漢字検定の3級を中級、2級と準2級を上級として50問ずつ抜粋した。さらに前の実験の影響を考慮し、各実験の間には60秒間の休息を設けた。また実験前に個人の安静時の脳波を測定し、60秒間の平均を平常時の α 波、 β 波とした。全ての実験終了後に個人の精神状態を把握するため、被験者には各実験についてのアンケートを行った。

結果を表2に示す。各精神状態の中央値に偏りがあったため個人の精神状態ごとに偏差値を求め、全体で平均した値を結果とした。各精神状態の項目の中で上位2つを赤字で示した。

表2 実験結果

	名称	集中	リラックス	ストレス
A	川の流れるように	46.515	55.189	44.304
B	Fly Me To The Moon	39.819	58.054	40.514
C	歯医者さんのドリルの音	46.517	51.245	47.144
D	工事現場の音	50.343	51.458	49.724
E	漢字テスト (中級)	57.552	41.313	58.485
F	漢字テスト (上級)	59.254	42.741	59.829

表2の結果から、集中ではテストE、テストFが高い値を示し、リラックスでは曲A、曲Bが高い値を示した。そのため精神状態の推定ができていているといえる。ストレスではテストE、テストFがストレスが高くなると想定した曲C、曲Dよりも高い値となった。これはリラックスの指標である α 波帯域が閉眼時と比べ、閉眼時の方が減衰する[2]ことが影響していると考えられる。閉眼状態の音楽鑑賞では曲A、曲Bに比べ曲C、曲Dの方がストレスの値として高いため、精神状態の推定は正しくできているといえる。この結果から、メンタル推定システムの開発に成功したものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、将来エージェントがユーザに対して、より適切なサポートを可能とするためのメンタル推定システムを開発した。評価の結果、精神状態の推定が正しく行え、システムの開発に成功したといえる。今後の展望として、その他の精神状態の推定、開発が挙げられる。

参考文献

- [1] 溝口, 田口, 木村, 土井岡, 桂田, 新田, “知的エージェント学習実験プラットフォームの構築”, 人工知能学会全国大会論文集, JSAI08, pp. 374, 2008.
- [2] Higuchi S, Liu Y, Yuasa T, Maeda A, Motohashi Y, “Diurnal variations in alpha power density and subjective sleepiness while performing repeated vigilance tasks”, Clin Neurophysiol, 112(6):997-1000, 2001.