

医療福祉分野における ヒューマンインターフェース研究会

日時 平成16年6月28日(月) 13:00~15:30

場所 青山学院大学 相模原キャンパス L棟 L417室(相模原市淵野辺 5-10-1 JR 横浜線淵野辺駅下車 徒歩約10分, [URL:www.aoyama.ac.jp](http://www.aoyama.ac.jp), Tel. 042-759-6419)

1. 仮現運動とファントムセンセーションによる情報提示
上田真太郎、内田雅文 (電気通信大学)
2. 鼻部皮膚温による味覚刺激に伴うおいしさの定量化
岡 万友, 野澤昭雄(青山学院大学), 内田雅文(電気通信大学), 井出英人 (青山学院大学)
3. サーモグラフィを用いたリラクゼーション効果評価システムにおける鼻部熱画像の自動抽出
永峰康司, 野澤昭雄(青山学院大学), 田中久弥(工学院大学), 井出英人 (青山学院大学)
4. 身体動作を伴わない Brain-Machine Interface に関する研究動向
田中久弥 (工学院大学), 野澤昭雄, 井出英人 (青山学院大学)
5. 時間間隔予測の精度の評価 - 機能局在性の検討 -
楠本裕亮, 中園嘉巳, 野澤昭雄, 井出英人 (青山学院大学)

仮現運動とファントムセンセーションによる情報提示

上田真太郎 内田雅文 (電気通信大学)

1 はじめに

現在、視覚障害者のための感覚代行器の一つに触覚ディスプレイがある。従来の触覚ディスプレイでは、触刺激素子を複数用いているため、装置が大型になってしまう。そこで、本研究では、触刺激素子3つのみで構成される触覚ディスプレイの開発を目指す。情報提示方法には、Phantom Sensation(Phs)と仮現運動を併用し、ベクトル情報を提示する方法を提案する。

2 情報提示方法

本研究では触刺激素子にPZT振動子を用い、Phsと仮現運動を組み合わせて情報提示を行う。

仮現運動とは、二つのPZT振動子に与える刺激波形に時間差を与えた時、一つの刺激像が一方から他方へと移動するように知覚される現象である。すなわち、仮現運動よりベクトルを表現できる。また、Phsは二つのPZT振動子に同じ振幅の刺激波形を同時に与えた時、一つの刺激像(Phs像)がPZT振動子の中間に知覚される現象である。Phsには二つのPZT振動子に与える刺激波形の振幅が異なる場合は振幅の大きい方へ移動するという性質がある。すなわち、Phsより任意な位置にPhs像を生起させることができる。

本研究では、3つのPZT振動子のうち、二つのPZT振動子間の任意な位置にPhs像を生起させ、そのPhs像ともう一つのPZT振動子間に時間差を与えることで、仮現運動を生起させる。

3 ベクトル弁別実験

各PZT振動子をPzt1、Pzt2、Pzt3とする。被験者には、Pzt1~Pzt3を左手の人差し指、親指、小指の指腹部に装着し、3本の指で正三角形の頂点を描くように保持してもらい、弁別実験の前に、最も仮現運動を感じる周期 T_H 、 T_L 、時間差 τ を測定した結果、 $T_H=1000\text{ms}$ 、 $T_L=4\text{ms}$ 、 $\tau=250\text{ms}$ となった。

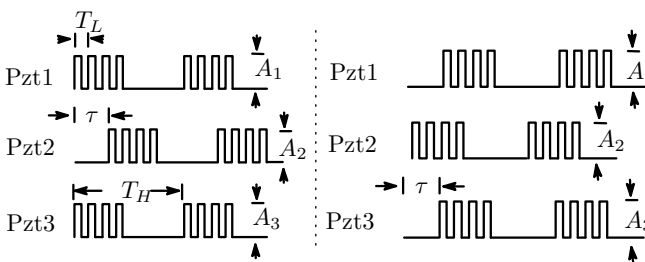


図1: 刺激波形-1

図2: 刺激波形-2

3.1 6方向のベクトル弁別実験

図1の振幅を $A_1=A_2=A_3$ とし、Pzt2に時間差 τ を与えることで、刺激像(Phs1)をPzt1-Pzt3の中間に生起させ、図3のように、V1への仮現運動が生起できる。逆に、図2のように、Pzt1とPzt3に τ を与えることで、V4への仮現運動が生起できる。同様にして、Pzt1-Pzt2の中間にPhs2が生起され、V3、V6への仮現運動が生起できる。また、Pzt2-Pzt3の中間にPhs3が生起され、V2、V5への仮現運動が生起できる。以上のように、図4のような6方向のベクトル提示を行う。ベクトル弁別実験は、V1~V6を3回ずつ提示し、被験者に仮現運動を感じられる方向を回答してもらい、以上を一試行とし、15試行(各ベクトル計45回提示)を行う。評価値として、正答率を求める。

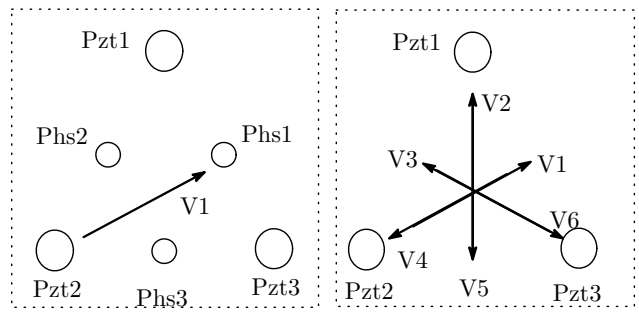


図3: Phs像の位置

図4: 6方向のベクトル提示

3.2 120方向のベクトル弁別実験

図1の A_1, A_3 を $(A_1, A_3)=(0[V], 10[V]), (0.5, 9.5), \dots, (10, 0)$ と変化させ、Pzt3-Pzt1間に図5のように、Phs1~Phs19を生起させる。また、Pzt2に τ を与えることで、ベクトルV0~V20への仮現運動を生起できる。逆に、Pzt2に対し、Pzt1とPzt3に τ を与えることで、図5のV60~V80への仮現運動を生起できる。同様にして、Pzt1-Pzt2間にPhs21~Phs39、Pzt2-Pzt3間にPhs41~Phs59を生起させ、V40~V60、V100~V0とV20~V40、V80~V100への仮現運動を生起できる。以上より、図6のような120方向のベクトル提示を行う。

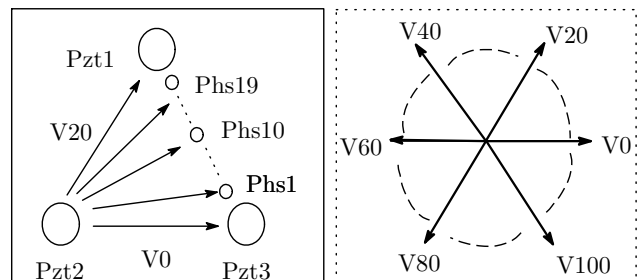


図5: Phs像の位置

図6: 120方向のベクトル提示

ベクトル弁別実験は、心理物理実験の極限法に従って行う。被験者がCRT画面上のスクロールボックスを操作することで、120方向のベクトルが反時計回りに提示される。被験者にはV0への仮現運動を感じられるように、スクロールボックスを調節してもらい。以上3回を一試行とし、10試行を行う。同様の測定をV5、V10、V15に対して行う。また、時計回りについても、V0、V5、V10、V15に対して測定を行う。測定結果から、30回提示の平均角度を求め、目標角度(V0、V5、V10、V15における角度)との角度差と標準偏差を求める。

4 結果および考察

実験は被験者4名で行った。6方向のベクトル弁別実験では正答率が80[%]以上になり、120方向のベクトル弁別実験では平均角度と目標角度との角度差は10°以内となった。また、標準偏差を考慮しても、平均角度と目標角度との最大角度差は15°以内になった。

5 おわりに

本研究では新たな情報提示方法を提案した。ベクトル弁別実験の結果、360°全方向のベクトルを提示するには最大で15°刻みまで可能であることが確認できた。今後は、別の目標角度で弁別実験を行うと共に、個人差を検討する予定である。

鼻部皮膚温による味覚刺激に伴うおいしさの定量化

岡 万 友* 野 澤 昭 雄 内 田 雅 文 井 出 英 人

Matomo Oka, Akio Nozawa (Aoyama Gakuin University), Masahumi Utida (The University of Electro-Communications), Hideto Ide (Aoyama Gakuin University)

1. はじめに

我々は日常において、様々なストレスを受けて生活しており、近年いわゆる「ストレス解消法」として、視覚、嗅覚、聴覚等の感覚刺激によって心身のリラクゼーションを支援する療法が注目されている。しかし、その効果は性別、身体条件、環境条件により著しく変動する。さらに個人的な嗜好性にも大きく左右されるという性質を持つため、未だ統一した見解は得られてない。

本稿では味覚刺激のうち特に酸味に着目した。不快な聴覚刺激と不快な塩味・酸味の味覚刺激、リラクゼーションを目的とした甘味の味覚刺激に対して、生理指標として顔面熱画像を測定した。VAS アンケートによる主観値評価値との比較から各味覚刺激による情動を評価した結果を報告する。

2. 顔面皮膚温による情動の評価

一時的な激しい感情の動きで、自律神経系や内分泌系などの身体的変化を伴うものを情動といい、情動を引き起こす因子を情動ストレスと呼ぶ。この情動ストレスに応じた生体反応が全身に出現する。得に、鼻部周辺部には、血流量を調整する動静脈吻合血管が集中しているため情動ストレスによる心理状態が鼻部皮膚温度に顕著に現れる。鼻部皮膚温は、不快状態推移時においては温度が下降する。鼻部皮膚温の変位を生理指標として用いることで、情動ストレスを定量化することができる。

また本稿では、心理状態の指標として VAS(Visual Analogue Scale) アンケートを用いた。実験前後の VAS 値の変位から主観的な情動の変化を定量化することができる。

3. 実験方法

本実験は電磁シールドルーム(幅 3.4 m × 奥行き 3.7 m × 高さ 2.3 m)で行った。室温は、 25.0 ± 1.0 とし、照度は約 200lx とした。サーモレーサ (NEC 三栄製 TH3102) を被験者は健常成人男性 (23 歳)。実験は被験者の室温への慣れを考慮し、入室後 15 分以上経過した後、刺激呈示中の顔面熱画像を 3 分間測定し、5 秒毎に 1 枚サンプリングした。また、顔面熱画像測定の前および直後に VAS アンケートを行い被験者の主観的な快・不快状態を測定する。呈示刺激は以下の 7 種類を検討した。

- (1) 聴覚刺激 (金属のスクラッチ音)
- (2) 味覚刺激 (甘味)
- (3) 聴覚刺激と味覚刺激 (甘味)
- (4) 味覚刺激 (塩味)

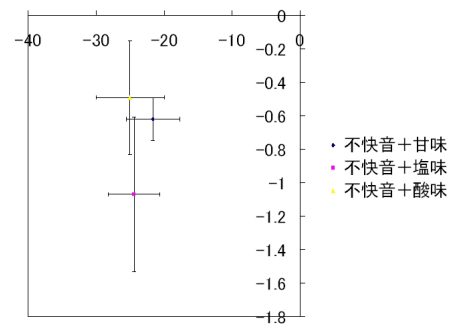


図 1 単一刺激実験結果

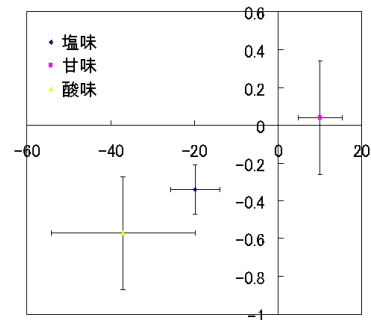


図 2 複合刺激実験結果

- (5) 聴覚刺激と味覚刺激 (塩味)
- (6) 味覚刺激 (酸味)
- (7) 聴覚刺激と味覚刺激 (酸味)

聴覚刺激は、不快の喚起を意図する金属のスクラッチ音とし、被験者の頭部両側に設置したステレオスピーカを用いて呈示した。味覚刺激は不快の喚起を意図し、測定開始と同時に口中に投与し、咀嚼せず溶解させた。測定中の被験者は安静閉眼座位とした。

複合刺激は、不快の喚起を意図する味覚刺激と、不快の喚起を意図する聴覚刺激の複合呈示とした。また、測定が円滑に正しく行われるように、被験者にはあらかじめ実験の主旨や測定の流れなどを詳しく説明した。

4. 結果及び考察

図 1 と図 2 に単一刺激実験と複合刺激実験の結果を E_{vas} と T_{max} の関係で示す。複合刺激実験では不快な味覚刺激 (塩味・酸味) が不快な聴覚刺激を促進する可能性を示唆した。また、最大温度変位と VAS 変位の相関関係 0.84 と高い相関を示した。

サーモグラフィを用いたリラクゼーション効果評価システムにおける鼻部熱画像の自動抽出法

永 峰 康 司 野 澤 昭 雄 田 中 久 弥 井 出 英 人

Automatic Extraction of Nasal Thermogram in Evaluation System of relaxation

Koji Nagamine, Akio Nozawa (Aoyama Gakuin University), Hisaya Tanaka (Kougakuin University),
Hidetoshi Ide (Aoyama Gakuin University)

1. はじめに

近年、香りによりリラクゼーションを行う療法としてアロマセラピーが注目されている。一方、大脳生理学や計測技術の進歩により、脳波などを用いて香りの効果を生理学的に検証する試みも行われている。また、ストレス負荷時において、血圧や心拍数などの生理指標を用いて、香りのストレス緩和効果を定量的に評価する研究も行われている。

我々はこれまで、サーモグラフィにより取得した鼻部周辺熱画像を用いて、人の感情を推定する研究を行ってきた。⁽¹⁾ 顔面皮膚温の非接触計測により感覚を推定する機器の実現には、皮膚温から感覚を推定する技術と非接触で皮膚温を計測する技術の開発が必要である。

本稿では、顔面熱画像に表れる皮膚温度の変化が、人間の感情を客観的に評価できることに注目し、顔面熱画像を用いたリラクゼーション効果評価システムの開発を検討する。

2. 鼻部皮膚温におけるリラクゼーション効果評価システム

主観的な心理状態の指標として、VAS(Visual Analogue Scale) アンケートを用い、客観的な生理指標として鼻部皮膚温の変位を用いた。実験前後の VAS 値の変位と鼻部皮膚温の変位を用いることで情動の変化を定量化することができる。鼻部周辺部には、血流量を調整する動静脈吻合血管が集中している。皮膚温度は血流量の変化に依存する為、鼻部皮膚温は、不快状態推移時においては温度が下降する。

先行研究では、リアルタイムに感情を解析できるインターフェイスとして、眉毛の位置と鼻孔に注目し、鼻部を自動抽出できるシステムの開発を行なった。⁽¹⁾ しかし、このシステムでは、眉毛の位置や温度に個人差が大きくなってしまふことと、呼吸のタイミングによって鼻孔の抽出が出来なくなる事があり、常に鼻部の位置を正確に自動抽出することはできなかった。そこで我々は、顔面熱画像から鼻部をより正確に自動抽出する、新たなインターフェイスの開発を検討する。

3. 嗅覚刺激に伴う感情の定量的評価と鼻部の自動抽出法

3-1 嗅覚刺激に伴う感情の定量的評価

不快の喚起を意図する「ストレス源となる嗅覚刺激」を被験者に呈示し、鼻部皮膚温を測定することによって、嗅覚刺激に対する主観的な情動の変化を測定した。VAS アンケートによる主観評価値との比較から嗅覚刺激による情動を評価した結果、鼻部皮膚温と主観評価値に高い相関が見られ、嗅覚刺激による主観的な情動の変化の有効性を示唆することができた。また、不快な聴覚刺激と(快・不快)嗅覚刺激を同時に呈示し、嗅覚刺激が聴覚刺激による不快度を抑制する可能性を示唆することができた。

3-2 顔面熱画像における鼻部の自動抽出

リアルタイムに感情を解析できるインターフェイス作成のために、顔面熱画像からの鼻部の自動抽出を行なう。平均顔面熱画像を作成し、平均顔面熱画像と、対象になるランダムな顔面熱画像との差分を計算する。この差分が最小になったときの平均顔面熱画像の鼻部の位置を抽出することで、ランダムに提示された顔面熱画像での鼻部の位置も抽出できる。このようにして、どのような顔面熱画像に対しても有効な、鼻部を自動抽出するインターフェイスを作成することができる。

4. ま と め

本稿では、リラクゼーション効果評価システムの作成のために、嗅覚刺激に伴う感情の定量的評価と顔面熱画像による鼻部の自動抽出について述べた。今後の課題として、リアルタイムで感情を定量的に評価するため、より正確に鼻部を自動抽出できるシステムの開発を行っていく。

文 献

- (1) H.Ide, A.Nozawa and H.Zenju: "Estimation of Unpleasant and Pleasant States by Nasal Thermogram," Forum on Information Technology 2002, Vol.3, pp.459-460(2002) 井出英人, 野澤昭雄, 善住秀行: 鼻部熱画像を用いた快・不快状態の推定, FIT 論文集, Vol.3, pp.459-460(2002)

身体動作を伴わない Brain-Machine Interface に関する研究動向

田中久弥 野澤昭雄¹ 井出英人¹

工学院大学情報科学研究教育センター¹ 青山学院大学理工学部

The research trend of Brain-Machine Interface without body actions

Hisaya TANAKA, *Akio NOZAWA and *Hideto IDE

The Center for Information Science, Kogakuin University

*Department of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

1. 事象関連電位による BMI

BMI は 1970 年代に mental task と脳波の対応関係を研究することから基礎を成し [1][2], 1980 年代後半から実際に動作する BMI システムがデモンストラーションされるようになった。初期の BMI の一つに, L.A. Farwell 氏, E. Donchin 氏が発表した事象関連電位 (ERP) の解析に基づいた文字入力システムがあり, 毎分 2.3 文字の入力パフォーマンスがあった (2000)[3]。その後 E. Donchin 氏らが 80% の確度で毎分 7.8 文字入力する事に成功している (2000)[4]。ただし 40 回以上の加算平均が必要なためリアルタイムでコミュニケーションを行うことが困難であった。日本では井上氏らが同様の BMI において ERP 信号を 1 回で解析 (単一試行解析) する研究を行っており成果報告がある (2000)[5]。

2. MRCP による BMI

運動関連脳電位 (MRCP) の準備電位である陰性緩電位 (SCPs) を利用した BMI として N. Birbaumer 氏らの成果がある [6]。上下の運動想起時に発現する 0.1~0.5Hz の脳波周波数成分を分析して文字入力支援等を行う (2000)[6]。著者らは陰性急峻電位 (NS) を利用した BMI を発表しており, わずかな身体動作を伴うものの毎分 3.7 文字の入力速度を報告している (2002)[7]。MRCP による BMI は mental task を必要としないので使用訓練が少なく済む。

3. 自発脳波による BMI

自発脳波 (Spontaneous EEG) の成分分析に基づいた BMI である。Graz 工科大学 (TUG) の研究者らは脊髄損傷で上肢麻痺の被験者に協力を得て μ 律動による BMI で FES をコントロールする研究を行っている (2003)[8]。一方 J.R. Wolpaw 氏らが発表している一次元のカーソルコントロールシステムがある。彼らは運動様式と脳波電極位置を変えながら運動肢の判別に最適な計測方法を発見した (2003)[9]。

4. 侵襲型 BMI

脳波を利用した BMI が非侵襲型であるのに対し, 侵襲型の研究報告もある。M.A.L. Nicolelis 氏らは赤毛サルの皮質脳波をマルチ電極で計測しスクリーンによる視覚的フィードバックのみを用いてロボットアームをリアルタイムで動かす実験に成功している (2000)[10]。また M.D. Serruya 氏らも一次運動野などの複数のニューロンの活動を同時記録して, ターゲットのコントロールを行わせている (2002)[1]。

5. まとめ

BMI 研究は 20 年以上行われているが研究の情報交換が活発に行われるようになったのはここ数年である。IEEE CVPRHCI で専門 workshop がもたれ (2003), 北米神経科学学会 (SFN) でもセッションが設けられる (2003) など一つの研究分野として成長しようとしている。BMI は脳信号が適正に計測されれば後は信号処理アルゴリズムとユーザーインタフェースの問題となる。そこで Wolpaw 氏や Graz 工科大学研究者らが提供する脳信号計測データを基に意図判読のアルゴリズムコンテストも行われ (2003), 研究者へ参加を呼びかけている [12]。

- [1] D. Galin and R. E. Ornstein. Hemispheric specialization and the duality of consciousness. *Human Behavior and Brain Function*, 1973.
- [2] J. C. Doyle, R. Ornstein, and D. Galin. Lateral specialization of cognitive mode: II EEG frequency analysis *Psychophysiology*, 11(5):567-578, 1974.
- [3] L. A. Farwell and E. Donchin. Talking off the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 70:510-523, 1988.
- [4] E. Donchin, K. M. Spencer, and R. Wijesinghe. The mental prosthesis: Assessing the speed of a P300-based brain-computer interface. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 3(2):174-179, June 2000.
- [5] 井上倫夫 他ハールウェープレットを用いた高速フィルタ処理による P300 の検出, *生体医工学*, Vol. 14 No. 3 2000
- [6] N. Birbaumer, A. K. Kubler, N. Ghanayim, T. Hinterberger, J. Perlmutter, J. Kaiser, I. Iversen, B. Kotchoubey, N. Neumann, and H. Flor. The thought translation device (TTD) for completely paralyzed patients. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 8(2):190-193, June 2000.
- [7] 田中他, "単一試行の運動関連脳電位解析による意図伝達システム" *電学論*, Vol. 122-C, No. 6, pp. 780/785, (2002).
- [8] G. R. Müller, C. Neuper, R. Rupp, C. Keirnath, H. J. Gerner, G. Pfurtscheller: Event-related beta EEG changes during wrist movements induced by functional electrical stimulation of forearm muscles in man. *Neurosci. Lett.*, vol. 340(2), pp. 143-147. 2003.
- [9] Wolpaw, J.R., McFarland, D.J., Vaughan, T.M. and Schalk, G. The Wadsworth Center Brain-Computer Interface (BCI) Research and Development Program. *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering* 11:204-207, 2003.
- [10] Wessberg J, Stambaugh CR, Kralik JD et al. Real-time prediction of hand trajectory by ensembles of cortical neurons in primates. *Nature* 408: 361-365 (2000)
- [11] M.D. Serruya, et al. Instant neural control of a movement signal. *Nature* 416: 416-417 (2002)
- [12] BCI classification competition 2003 <http://ida.first.fraunhofer.de/projects/bci/competition/>

時間間隔予測の精度の評価 ～機能局在性の検討～

楠本 裕亮^{*}, 中園 嘉巳, 野澤 昭雄, 井出 英人 (青山学院大学)

Evaluation of the precision of the time interval prediction
～Examination of function localization～

Yusuke Kusumoto, Yoshimi Nakazono, Akio Nozawa, Hideto Ide (Aoyama Gakuin University)

1. はじめに

将来、少子高齢化社会に伴い、介護支援ロボットやレスキューロボットなどが、人間の生活の中に溶け込んでいくことが予想される。その場合、人間とロボットが「間」を合わせ、予測的にタイミングを調整していくことが不可欠となる。例えば、タイミングや間が合うことによって、筋緊張の減少、過度の注意集中の解消、運動要素間の協応などが行える。また逆に、タイミングが極度に乱された状態が続くと、不快になりストレスを生じることもある。

よって人間の予測的なタイミング制御のメカニズムを知ること、人間とロボットが共生していくうえで重要な要素の一つであると考えられる。

本研究では、ある一定の時間間隔を持ったブザー音と聴覚マスキング音を用いて、左右それぞれの聴覚から入力された時間間隔を持つ刺激に右脳・左脳に負荷として用いられたマスキング音が与える影響について調べ、時間間隔予測の左右差について検討した。

2. 実験方法

本実験は、健常成人6名(22-24歳)を被験者として行われた。被験者は静寂な実験室において着席し、ヘッドフォンからのブザー音により時間間隔を持った情報を被験者に提示した。ブザー音の提示には、音刺激装置(日本光電,SSS-3200)を用い、被験者の可聴閾+40dBの音圧で与えた。

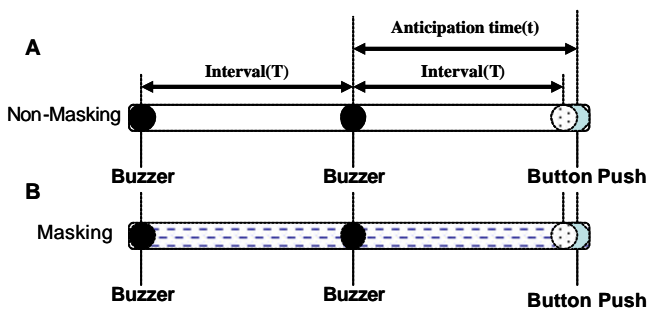


図1.時間間隔予測課題

Fig.1Task of time interval prediction

A) 1回の試行は、信号音提示とボタン押し動作で成り立っている。信号音は一定時間間隔(Interval)を持った二つのブザー音で構成される。信号音が片側のヘッドフォンから提示され、被験者はそのインターバルを認知し、引き続くインターバルを予測して、その時刻にボタン押しを行う。ここで、提示する時間間隔は500ms~4000msまで100ms刻みに変化させ、その順序はランダムになるように設定した。

B) ブザー音の提示は試行(A)と同じであるが、信号音提示から予測してボタン押しを行うまでの間、ブザー音に加えて同側・反対側にマスキング音を提示した。

3. 解析方法

予測時間(t)とインターバル値(T)の差が予測誤差(t)として計算された。予測時間あるいは予測誤差は統計量として集計され、提示条件ごとの平均値、標準偏差が求められた。また、 $T=t$ の回帰直線への当てはまり尺度として決定係数(Coefficient of determination: R^2)を用いた。統計処理には t 検定を用い危険率が5%以下の場合を統計的有意と判定した。

4. 結果・考察

予測精度を定量的に示す指標として用いた決定係数は、左の聴覚へブザー音を提示した場合、ブザー音のみ:0.885, 同側マスキング:0.847, 反対側マスキング:0.887, 右の聴覚からブザー音を提示した場合、ブザー音のみ:0.882, 同側マスキング:0.885, 反対側マスキング:0.831となった。つまり、左の聴覚にマスキング音を用いて右脳に負荷を与えた場合のみ時間間隔の予測精度を減少させる結果であった。このことは、時間間隔予測の右脳・左脳における機能局在性を支持し、時間間隔の認知が右脳において優位に働いていることを示唆した。

5. まとめ

本研究では、時間間隔予測の左右差について検討した。今後、時間間隔の認知過程における作業記憶(Working Memory)との関係性について調べ、その処理過程をモデル化し工学的な応用へと結び付けていきたい。