

機関番号：13201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21710160

研究課題名（和文） 脳情報を用いた商品選好に関する研究

研究課題名（英文） A Study on Product Preference Using Brain Information

研究代表者

参沢 匡将 (MISAWA TADANOBU)

富山大学・大学院理工学研究部（工学）・講師

研究者番号：90398991

研究成果の概要（和文）：本研究では商品選好時における脳の働きを計測し、人間の選好過程を脳機能の観点から解明し、これを応用したシステム（Brain-Computer Interface）を構築した。具体的には、2つの商品画像を提示し、それぞれの商品閲覧中の脳血流量（酸素化ヘモグロビン濃度）を計測し、血流量からどちらの商品を好むかを判別するシステムを構築した。実験の結果、約80%で判別可能であることが分かった。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study are to find out a brain activity of product preference using brain image techniques and development for a brain-computer interface for purchase decision making. Specifically, we proposed a system for a discrimination of a preference of the user among two items using blood flow volume in the brain (oxyHb density). As a result of experiments, the performance was about 80%.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2800,000	840,000	3640,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3500,000	1050,000	4550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：経営工学，心理学，脳科学

1. 研究開始当初の背景

近年、非侵襲的脳機能計測技術が発達し、人間の脳機能の解明が進んでいる。これらは運動補助のような医療分野ばかりでなく、ニューロエコノミクス、ニューロマーケティングといった経済・経営活動の解明にも応用されている。このように、脳科学の応用は様々な分野が関係すると考えられ、今後は分野横断的な研究が重要になってくると考えられる。研究代表者自身、工学分野（専攻：人工知能）であるが、経営学部にも所属し、共同研究を通してその重要性を感じている。現在ま

でエージェントベースシミュレーションによる株価変動に関する研究、行動ファイナンスに関する研究、脳血流の変化による経済・経営活動の解明を行った。脳血流量の計測として代表的なものは機能的磁気共鳴画像法（functional Magnetic Resonance Imaging, 以下fMRIと略す）である。fMRIは脳の深部まで計測可能であるが、高価であり、被験者への拘束性が高く、大きな雑音が生じる。そのため、経済・経営活動の計測のような現実的な環境を考慮した実験には向いていないと考えられる。これに対し、機能

的金赤外線分光法 (functional Near-Infrared Spectroscopy, 以下 fNIRS と略す) は頭皮から深さ 2~3cm の計測であるが、fMRI に比べ安価であり、拘束性が低く、雑音は生じない。そのため、現実的な環境での測定に向いている。実際に 2008 年 3 月、島津製作所から試用として fNIRS を 5 日間借り、経済・経営意思決定時の脳情報の計測を行った。しかし、被験者数が少ないため、様々な分析を行うことができない。そこで、本研究では fNIRS を用いて、さらに商品選好に関する実験を行い、購買意思決定のための Brain-Computer Interface (以下 BCI と略す) を構築する。

2. 研究の目的

脳機能の解明では、ある活動に関して脳のどの部位の血流が変化するかを計測し、その関連性を検証するものが主流である。しかし、脳血流量の変化に関しては明確な定義はなく、目測などによって変化の有無を確認している。BCI を構築するためには、コンピュータが脳血流量の変化の有無を自動判別しなければならないため、その手法が必要とされる。つまり、個人や状況に応じて変化を判別するためのしきい値を動的に決定する必要がある。これに対して、感覚概念を導入したしきい値を動的に変動させる手法を提案する。研究代表者はこれまでに、時系列データ (ニオイセンサの出力値、株価) に対して、感覚概念を導入した手法について研究を行っている。この手法を用いて、脳血流量の変化の有無をコンピュータによって自動判別する手法を提案すると共に、商品選好時における脳血流量の変化領域を特定する。

さらに、商品選好時における脳血流量の変化領域を用いて、被験者の商品選好 (提示した 2 つの商品について、どちらの商品が好みであるか) を自動判別する BCI を構築する。現在までに提案している標準データによる判別手法や強化学習、サポート・ベクター・マシン (以下 SVM と略す) などを用いて判別を行う。

以上のように、本研究では商品選好時における脳血流量の変化の自動判別および領域の特定とその領域を用いた BCI の構築を目的とする。

3. 研究の方法

以下の方法により研究を行った。

(1) 実験計画の立案および準備

商品選好時に脳血流量が変化する領域を特定するためのシミュレータを作成した。具体的には商品画像の選別、提示方法および時間、レスト時間などを検討し、導入した。また、アンケートも作成した。また、実験は被験者への負担などを考え、被験者 1 人当たり 2 時間とし、1 時間終了後に休憩を入れるようにした。

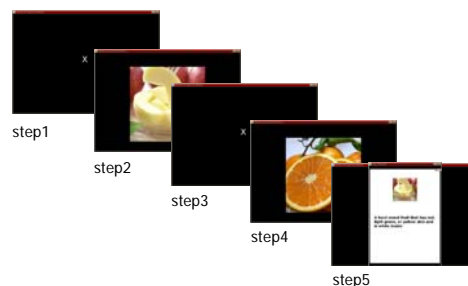


図 1 シミュレータ概要



図 2 測定部位

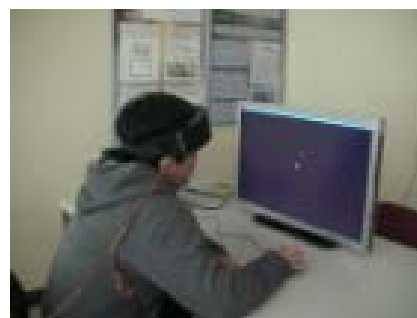


図 3 実験風景

タスクは具体的には次のような手順である (図 1 参照)。

商品選好タスク

Step1: レスト

oxyHb 濃度データを安定させるため、5 秒間 '×' を表示する。

Step2: 商品 1 の表示

2 種類の商品 (商品 1, 商品 2) の内、商品 1 を 5 秒間表示する

Step3: レスト

oxyHb 濃度データを安定させるため、5 秒間 '×' を表示する。

Step4: レスト

商品 1 とは別のもう 1 つの商品 2 を 5 秒間表示する。5 秒間表示後、過去 64 サンプルの oxyHB 濃度データを取得する

Step5: 詳細情報の表示

好むと思われる商品について詳細情報を別ウインドウに表示する。

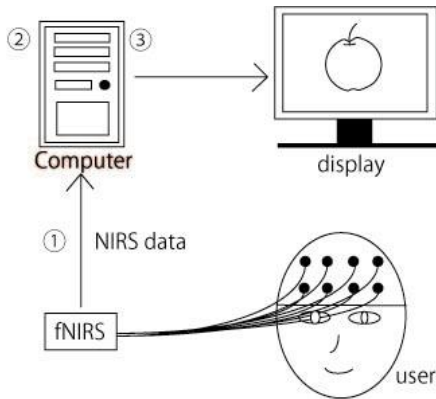


図4 システム概要図

(2) 実験の実施

富山大学の学生に対して、上記(1)で作成したシミュレータを用いて実験を行った。本研究では脳情報（血流量）の測定には Spectoratech 社の NIRS (OEG-16) を用いた。測定箇所は頭髪などの影響がない前頭前野 (図 2 に示す部位) とした。また、商品画像は好き嫌いがあり、イメージを喚起しやすいように食べ物の画像とした。実験の様子を図 3 に示す。

(3) 実験データの分析

上記実験によって得られたデータに関して、特に商品選好時に脳血流量が変化する領域を特定するために、ノイズの除去などを行って分析を行った。

(4) BCI の作成

上記(3)の分析結果に基づき、BCI を作成し、実験を行った。システム構成図を図 4 に示す。具体的には f NIRS によって脳情報を取得しそのデータは UDP によって PC に転送される (図 4①)。得られた脳情報は生体情報であるため生体ノイズが含まれることからデータの前処理処理としてローパスフィルタを用いた (図 4②)。また、(1)の商品選好タスクの詳細情報を表示するための学習・判別には SVM を用いた (図 4③)。ここで、step5 では、被験者は選好しない商品の情報が表示された場合、別ウインドウをクリックすることで別の情報 (表示されていない方の商品の詳細情報) に切り替えることができ、また、どちらも選択できない場合 (どちらも好きあるいは嫌い) は別ウインドウの閉じるボタンをクリックすることで意思決定することができる。

(5) BCI の分析

上記(4)で行った実験結果に関して精度向上を目的に分析を行った。具体的には、どのチャンネルの脳情報を用いると判別精度が良くなるのか、個人による差はないのかなどについて検討した。

表 1 実験結果

	accuracy
subject A	0.57
subject B	0.53
subject C	0.53
subject D	0.87
subject E	0.53
subject F	0.53
subject G	0.67
average	0.60

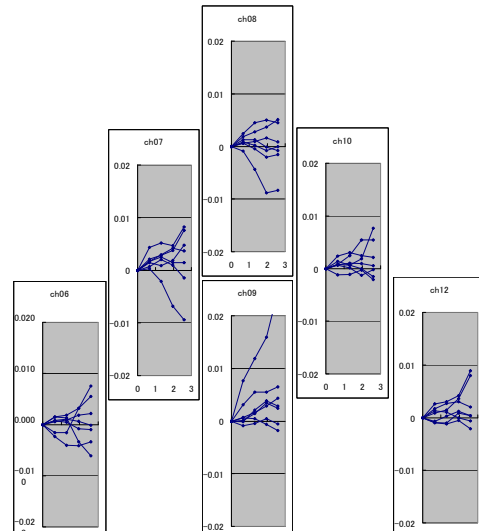


図5 脳血流量変化

4. 研究成果

本研究で作成した BCI では先行研究を基に、用いる脳情報は ch8, 9 とした。実験の結果を表 1 に示す。表 1 から平均して約 60% の判別精度であることがわかる。詳しく見ると、最も良い被験者が 87%、最も悪い被験者が 53% と差が大きく、個人差があることが分かる。また、本研究の判別は 2 択であるため、約 60% の判別率は実用性を考慮すると、十分に高い精度であるとは言えない。そこで、実際の血流量がどのように変化しているかを検証した。図 5 に実験で得られた血流量変化について ch6~ch11 のグラフを示す。このグラフでは全被験者の好む商品を見た場合の血流量変化から好まない商品を見た場合の血流量変化を引いた結果である。つまり、グラフが正に変化している場合は、好みの商品を見たときの方が脳血流量が増加することを意味している。図 5 から先行研究と同様に ch8, 9 において脳血流量変化がみられるがその他のチャンネルでも脳血流量変化がみられることがわかる。また、個人によっても脳血流量が顕著に変化するチャンネルが異なることがわかる。

表2 1つのチャンネルのみを用いた場合

ch	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch12
subject A	0.38	0.46	0.78	0.53	0.41	0.76
subject B	0.6	0.88	0.64	0.6	0.52	0.8
subject C	0.52	0.4	0.4	0.4	0.76	0.4
subject D	0.56	0.6	0.56	0.72	0.64	0.52
subject E	0.28	0.52	0.52	0.64	0.4	0.76
subject F	0.52	0.56	0.56	0.4	0.68	0.52
subject G	0.6	0.72	0.68	0.72	0.64	0.56
average	0.476667	0.591429	0.591429	0.572857	0.578571	0.617143
std	0.1216	0.163241	0.122124	0.135489	0.138134	0.154673

表3 組み合わせごとの判別精度

ch	ch12	ch9,12	ch9,10,12	max
subject A	0.76	0.67	0.37	0.76
subject B	0.8	0.56	0.6	0.8
subject C	0.4	0.76	0.68	0.76
subject D	0.52	0.68	0.76	0.76
subject E	0.76	0.56	0.52	0.76
subject F	0.52	0.6	0.84	0.84
subject G	0.56	0.68	0.88	0.88
average	0.617143	0.644286	0.664286	0.794286
std	0.154673	0.073905	0.181829	0.048599

そこで、個人差に対応するために、前述の実験ではch8, 9を用いたが、他の測定箇所を用いた場合についての分析を行った。対象は変化が比較的顕著にみられるch6~12chとし、このチャンネルの実験で得られたデータを用いて5-fold cross validationによって検証を行った。具体的にはチャンネル1つの場合、2つの場合…についてすべての組み合わせに対してSVMでの判別精度を分析した。具体例を表2に示す。表2は1つのチャンネルのみを用いた場合の結果である。表2からわかるように1つのチャンネルのみを用いた場合は平均するとピンク色で示したch12がよい精度となることが分かる。同様に2つのチャンネルを用いた場合はch9, 12、3つのチャンネルを用いた場合はch9, 10, 12がよい精度となることが分かった。また、4つ以上のチャンネルを用いた場合は逆に精度が低下することから、最大で3チャンネルを用いるのが適していると考えられる。よって、計測箇所としてはch9, 10, 12が適していると考えられ、測定箇所が特定できたと考えられる。

しかし、上記で特定した個所でも組み合わせは個人によって異なることが分かった。具体的にはチャンネル数を増やすと精度が悪くなる被験者、チャンネル数を増やすと精度がよくなる被験者、中間の被験者の3種類に分けられることが分かった。これらをまとめたものが表3である。これら3つの組み合わせの中で各被験者において判別精度が最も良くなる場合(赤色)の平均を求めると約80%となり、高い精度で判別が可能であることがわかり、購買意思決定において、脳情報を用いることが可能であることが示唆できたとと思われる。

さらに実用的なシステムとするためには、個人差への対応が必要であると考えられる。つまり、上記で示したように各被験者に適したチャンネル(部位)を自動で識別し、最も良い組み合わせを用いる手法が必要である。そのためには、統計的手法などの導入が必要であろうと考えられる。また、精度向上のためには、本研究で用いた学習手法であるSVM以外の手法(例えば隠れマルコフモデル)などの比較検討が必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① Tadanobu Misawa, Shinichi Shiomi, Kyoko Suzuki, Tetsuya Shimokawa, “A Brain-computer Interface for Purchase Decision-making”, International Journal of Computational Science, 査読有 vol. 4, no. 2, 2010, pp. 173-185.

〔学会発表〕(計7件)

- ① Shinya Takano, Tadanobu Misawa, Tetsuya Shimokawa, Shigeki Hirobayashi, “Experiment on Control of Decision-making Abilities in Prefrontal Cortex”, Proc. of the 40th International Conference on Computers & Industrial Engineering, OrgSsn07jp-b1, July 25-28, 2010.

〔図書〕(計1件)

- ① ヒューマンサイエンスとセンシング調査専門委員会(分担執筆), 海文堂出版, “心とからだのセンシング - 健康・医療・福祉のためのテクノロジー -”, 2009, pp. 54-55.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

参沢 匡将 (MISAWA TADANOBU)
富山大学・大学院理工学研究部(工学)・講師
研究者番号: 90398991

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: