

コンピュータによる脳波解析を用いた効果的な
マーケティングに関する研究

脳情報総合研究室 脳情報並列計算研究ラボ
代表 佐々木直人

1. はじめに

企業活動の1つであるマーケティングにおいて、脳情報を用いたニューロマーケティングという手法がある。これは、従来行われてきたアンケートやインタビューでは捉えきれない人の無意識から生じる行動原理を脳情報から明らかにし、マーケティング活動に役立てようとする手法である。脳波を用いてニューロマーケティングを行う場合、相手の深層心理を知るために事象関連電位 (Event-related potential: 以下 ERP と略す) がある。今年度、本ミッションでは以下のことを行った。

・ 安価な脳波計を用いた ERP の取得と応用

・ 並列計算機の構築, 性能評価

まず、脳波をマーケティングに利用する第一歩として、安価な脳波計を用いた ERP の取得を行った。また、取得できた ERP を用いて、心理学的なアプローチを試みた。

また、大学内で使われていたスペックの低い PC を再利用して、並列計算機を構築することをを行った。この並列計算機は脳波解析等の処理時間を高速化するために用いる。今回、本ミッションでは、3 台の PC を用いて安価な並列計算機の構築を行い、性能評価を行った。

2. 研究成果

2.1 事象関連電位の取得

事象関連電位 (ERP) は、外的あるいは内的な事象に時間的に関連して生じる脳の一過性の電位変動である。意識をもって活動する人間から安全に記録できるため、心理学におけるツールとして利用されることが近年増えてきた[1]。本ミッションでは、ERP の中でも最も研究されてきた成分である P300 の取得を試みた[2]。

P300 は、オドボール課題によって惹起される ERP の一種である。オドボール課題とは、同じ刺激を繰り返し提示される最中に、低頻度で異なった刺激が提示される。そして、これを行っているときの脳波を記録すると、低頻度な刺激が提示されてから約 300ms 後に正電位の方向に振れが生じる。この現象が P300 である。

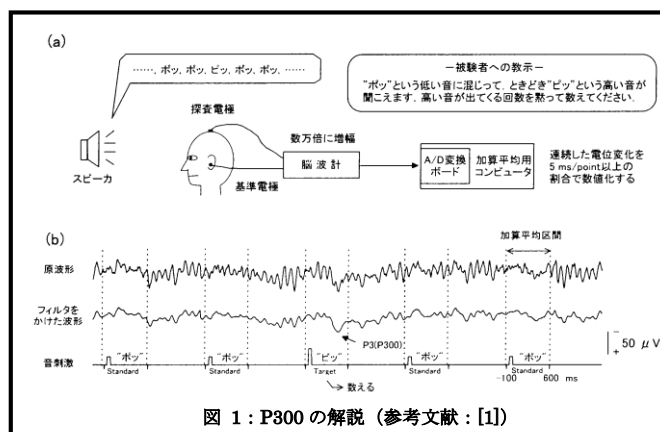


図 1 : P300 の解説 (参考文献 : [1])

今回は被験者一人につき、低頻度刺激が 30 回以上提示されるように 実験を行った。そして取得した脳波データを加算平均することで P300 を計測することに成功した。したがって、安価な脳波計でも P300 を計測できることが確かめられた。それを踏まえて、安価な脳波計を用いて、P300 を利用した研究を行った。

2.2 事象関連電位の取得

脳波を用いて、相手の深層心理へアプローチするために、P300 の心理学的応用を試みた。今回は、人が呼ばれるときに「苗字」か「名前」、どちらで呼ばれた方が反応しやすいかを P300 を用いて調査した。実験では、オドボール課題の低頻度の刺激を「苗字」と「名前」の 2 種類の音声とした。また、実験中は常にホワイトノイズが流れている状態とした。この実験では被験者 7 人中 3 人から P300 が検出された。

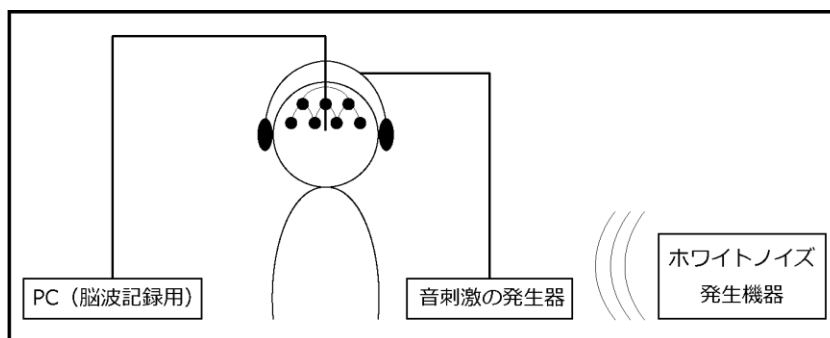


図 2 : 実験図

P300 が検出された 3 人の脳波データについて、加算平均した後に引算法により、P300 の成分を抽出した。「苗字で呼ばれた場合」では、P300 の強さは $10[\mu V]$ 以上であった。反対に「名前で呼ばれた場合」では、強さが $10[\mu V]$ 未満である。2 つの場合を比較した結果、P300 の強さに大きな差は生じなかった。これは、被験者が少なかったことが主な原因と考えられる。また、本実験の環境ではホワイトノイズを流しているが、より現実に近づけるために、人の声による雑音などを用いるべきだったと考えられる。

この P300 の応用研究はサイエンスインカレに投稿したが、残念ながら落選した。

審査員からのコメントの一部引用

- ・ 着目点は独創的に興味深い
- ・ 苗字と名前に反応したのか、白色ノイズと音声の違いに反応したのか不明確だ
- ・ 実験自体が議論できる水準を満たしているとは言い難い
- ・ ヒトに関するデータはばらつきが多くなる傾向があるため、さらに多くの実験が必要と考えられる

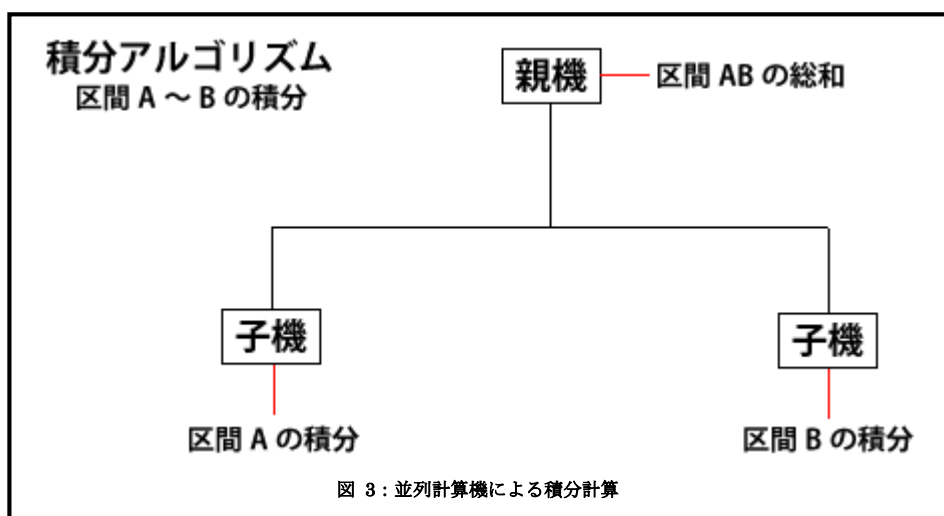
これらのコメントから、テーマは悪くなかったと考えられる。しかし、白色ノイズと音声を比較したことにより、P300 の反応が何に対するものなのか不明確になってしまうなど、実験計画の部分が悪かった。今後、実験をしていく上で、先行研究を参考に実験計画を考えていく必要がある。

また、被験者が大変少なく、この実験結果が偶然なのか否か不明確になっている。そのため、今後、被験者を増やしていくことも課題として挙げられる。

2.3 並列計算機の構築と性能評価

今回、大学で使われてきた古いパソコンを用いて、並列計算機を構築した。この並列計算機は、将来大量の脳波データを解析することを想定して構築した。そして、積分を行う並列計算用のアルゴリズムを作成して、構築した並列計算機の性能評価を行った。

今回は試験的に 3 台の計算機を繋ぎ、C 言語の MPI と呼ばれる分散メモリ型の代表的なライブラリによる並列プログラミングを行った。MPI では、実行させるプログラム自体は、すべての計算機で同じである。しかし、データはそれぞれの計算機によって異なり、分散させることで並列計算を行う。今回は、データ量 10000 のデータに対して積分処理を実行し、その計算時間を計測した。



今回は、計算機が1台の場合と3台の場合で実験を20回以上行った。検定を行った結果、作成した並列計算のアルゴリズムによって計算速度は速くなることの有意性が認められた。今後はさらに台数を増やし、脳波解析に関連した計算を行わせることを検討する。

3. 今後の展望

本ミッションでは、脳波をマーケティングに応用する第一歩として、安価な脳波計による事象関連電位(ERP)の取得を行った。今回は、ERPの中でも代表的なP300の取得に成功した。しかし、P300の応用面では改良の余地があると考えられる。まず、より多くの被験者による実験である。人を対象に実験を行うため、個人差の問題などは避けて通れない。それらの問題を解消するために、被験者を増やすことは重要である。また、被験者が増えたことで得られたデータをもとに、統計学に基づく検定も行う必要があると考えられる。また、今回の応用では実験計画に関しても問題があった。今後は、先行研究を参考に実験計画を工夫していく必要がある。

並列計算機の面では、試作段階ではあるが、スペックの低い計算機を用いて並列計算機の構築には成功した。今後は、繋ぐ台数を増やしていくことを検討する。また、実際の脳波の分析には使用していないため、今後は脳波分析に使用していくことも検討する。

参考文献

- [1] 入戸野 宏, 堀 忠雄: 事象関連電位入門, <http://cplnet.jp/erp.pdf>, (2006)
- [2] 菅井 康祐: ERP (事象関連電位) データを読み解くための基礎知識, 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロロジー研究部会 2012 年度報告論集

参考資料: 並列計算機の実験データ

- 1台で処理した時の処理時間の平均 \bar{X} は0.0527秒, 不偏分散 u_1 は0.0012, 実行回数 n_1 は26回
- 3台で処理した時の処理時間の平均 \bar{Y} は0.0171秒, 不偏分散 u_2 は0.0044, 実行回数 n_2 は38回

以上のデータを、平均の差で標準正規分布をもとに検定にかける。

帰無仮説 H_0 は $\mu_1 = \mu_2$ (処理時間に差はない)

対立仮説 H_1 は $\mu_1 > \mu_2$ とすると

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{u_1^2}{n_1} + \frac{u_2^2}{n_2}}} = 7.94085$$

優位水準0.1%では棄却域は $3.009 < Z$ なのでこれは棄却域に含まれ、帰無仮説は棄却される。よって、2つの実験には有意な差があったと認められる。