

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-535231

(P2004-535231A)

(43) 公表日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int. Cl.⁷
A61B 5/16

F I
A61B 5/16 300A

テーマコード(参考)
4C038

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 97 頁)

(21) 出願番号 特願2003-503071(P2003-503071)
 (86) (22) 出願日 平成14年6月7日(2002.6.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年12月8日(2003.12.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/017750
 (87) 国際公開番号 W02002/100241
 (87) 国際公開日 平成14年12月19日(2002.12.19)
 (31) 優先権主張番号 60/296,222
 (32) 優先日 平成13年6月7日(2001.6.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 503450139
 フェアウェル ローレンス
 アメリカ合衆国、52556 アイオワ州
 、フェアフィールド、ピー・オー・ボック
 ス 176
 (74) 代理人 100104156
 弁理士 龍華 明裕
 (72) 発明者 フェアウェル ローレンス
 アメリカ合衆国、52556 アイオワ州
 、フェアフィールド、ピー・オー・ボック
 ス 176
 Fターム(参考) 4C038 PP09 PR01 PR04 PS03

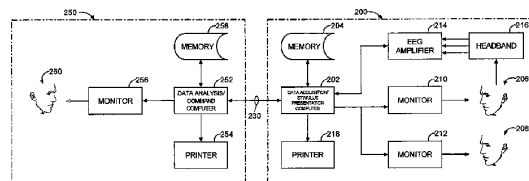
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脳機能における、脳指紋鑑定、測定、評価、及び分析の為の方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 脳で生成される電気的な信号が、測定され分析される。一実施形態においては本技術は、アルツハイマー病のような病気によって引起された認識障害を検知し、そして認識障害の治療の有効性を評価するために、認識機能を評価する手段として脳機能を評価するのに役立つ。他の実施形態においては、本技術は本発明者による既に特許が付与された技術の改良であって、特定の組織、行動、及び犯罪活動に参加したかどうかを検知する手段として脳内の情報を検知するのに役立つ。第3の実施形態においては、本技術は、宣伝広告、教育、及び訓練のそれぞれについてのプレゼンテーションの有効性を、脳波によって明らかにされる、これらのプレゼンテーションに対する注意、情報処理、及び記憶関連のそれぞれの反応を検知することによって、評価することに役立つ。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の脳に記憶された情報を検知する方法であって、
前記被験者へ刺激を提示する提示手段であり、当該刺激は、前記被験者が知識を有する場合に前記被験者に特定な脳反応をもたらす、捜査中の状況と関連のある探り刺激と、前記状況とは関係の無い無関係刺激と、少なくとも、それらの刺激が注目すべきものとして前記被験者に対して特定されるか、或いはそれらの刺激が、捜査中の前記状況と関係するかを表わす特性を備える標的刺激とを含んでおり、
前記標的刺激と他の刺激とを正しく区別し、明確な反応を通して前記区別を伝達するタスクを割り当てる割り当て手段と、
前記刺激のそれぞれ反応した前記被験者からの電気的な脳反応を検知する手段と、
特定の前記脳反応を発見するために、前記電気的な脳反応を分析する分析手段と、
前記探り刺激、前記無関係刺激及び、前記標的刺激により、前記探り刺激に反応した特定の前記脳反応が有るか無いかに基づいて、前記被験者における脳に前記情報が有るか無いかを検知するために、複数の前記電気的な脳反応を比較する比較手段と、
を備えた被験者の脳に記憶された情報を検知する方法。

10

【請求項2】

前記分析手段、及び前記電気的な脳反応についての前記比較手段は、
加重しない2つの中心を持つ相関関係をブートストラッピングする手段と、
単一の中心を持つ相関関係をブートストラッピングする手段と、
前記脳反応の波形の一部における正領域をブートストラッピングする手段と、
前記脳反応の波形の一部における負領域をブートストラッピングする手段と、
前記脳反応の波形における異なる部分における正領域及び負領域の組合せをブートストラッピングする手段と、
正ピークをブートストラッピングする手段と、
負ピークをブートストラッピングする手段と、
正ピークと負ピークとの違いをブートストラッピングする手段と、
テンプレートの共分散を算出する手段と、
テンプレートの相関関係を算出する手段と、
手段的な線形判別分析を行う手段と、
ダイナミックシステム(カオス)分析を行う手段と、
周波数スペクトルをブートストラッピングする手段と、
最適なデジタルフィルタを用いてフィルタリングを行う手段と、
信号の平均化を行う手段
の少なくとも1つを有する請求項1に記載の方法。

20

30

【請求項3】

前記脳に記憶された前記情報は特定の情報を含んでおり、当該情報は、
罪になる活動、及び犯罪行為に関連した活動、現場において、犯人及び専門家には既知であると期待される情報、
罪を犯した人々、及び、前記犯罪を思い付き、計画し、前記犯罪の実行における直接的な
参与を避けるか、或いは、前記犯罪を捜査することで、前記犯罪に関わっている個人にと
っては既知であると期待され、前記犯罪には関連していない人間にとって未知であると期
待される、犯罪についての詳細、
捜査中の犯罪、
捜査中の罪にならない状況、
ある特定の事件への参与、
特定の一連の事件への参与、
ある特定の事件についての知識、
特定の一連の事件についての知識、
特定の専門分野についての知識、

40

50

特定の訓練の様式についての知識、
 特定の組織についての知識、及び
 互いに提携した人々からなる特定の集団にとって知られている知識、
 の少なくとも1つに関連した情報に関することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記方法は、
 複数の因子の少なくとも1つにおいて、刺激提示及び実験計画法のための、適切な手段、
 測定技術、及びパラメタのそれぞれを設定するために適切な値を設定する設定手段、及び
 、前記刺激提示及び前記実験計画法のための、前記手段、前記測定技術、及び前記パラメ
 タのそれぞれを最適化する目的で前記複数の因子の少なくとも1つを分析し、実行された 10
 前記手段における前記分析の結果を含める手段
 の少なくとも1つの手段を更に備え、
 前記複数の因子は、
 目に見える単語、画像による刺激、耳で聞く単語、及び視覚と聴覚の同時提示の少なくと
 も1つを含む、提示における判断形態、
 聴覚判断形態における、時間経過及び、音韻的かつ意味論的な刺激の複雑さ、
 視覚画像判断形態における、刺激のサイズ、輝度、複雑さ、内容、及び構成要素のそれぞ
 れ、
 視覚言語判断形態における、音韻的、視覚的、かつ意味論的な刺激の複雑さ、
 刺激提示の長さ及び時間経過、 20
 刺激のサイズ、フォント、色、及び輝度、
 刺激イベントについての時間経過の最小時間、最大時間、及び最適時間の少なくとも1つ
 、
 必要とされる刺激の回数、
 各刺激の反復回数、
 刺激ブロックの回数及びタイミング、
 刺激継続期間、
 刺激間隔、および
 非同期刺激開始
 であることを特徴とする請求項1に記載の方法。 30

【請求項5】

前記方法は、
 前記被験者が居るローカルサイトにおいて、コンピュータを用いて刺激を与えデータを収
 集し、
 高度なデータ分析能力、及び付加的に専門家を利用できることの少なくとも1つを
 備えるリモートサイトとリアルタイムで情報伝達を行い、
 前記リモートサイトにおける脳反応の分析を管理するという3つの特徴を全て備え、
 前記方法は、
 前記ローカルサイトから、前記リモートサイトへ脳反応に関する情報を転送し、
 前記テストの実施に関する指示を、前記リモートサイトから、前記ローカルサイトへ転送 40
 し、
 前記テストの為の刺激を構成するための情報を前記リモートサイトから前記ローカルサイ
 トへ転送し、
 前記リモートサイトから、前記ローカルサイトへビデオ信号を転送し、
 前記リモートサイトから、前記ローカルサイトへ音声信号を転送し、
 前記ローカルサイトから、前記リモートサイトへビデオ信号を転送し、
 前記ローカルサイトから、前記リモートサイトへ音声信号を転送するという3つの特徴の
 少なくとも1つを備え、
 特定の前記脳反応は、P300成分、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及
 び符号化、事象関連脳電位、EEG信号における時間領域での特定の変換、及びEEG信 50

号における周波数領域での特定の変換の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記情報伝達は、電話回線、ラジオ、人工衛星、インターネット、及び仮想的な個人ネットワークの少なくとも一つを用いて実行され、

前記脳反応は、

P300成分、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化、事象関連脳電位、EEG信号における時間領域での特定の変換、及びEEG信号における周波数領域での特定の変換の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記方法は、忘れられない事件の記憶に影響を与える複数の因子を考慮して、複数の刺激及びデータ分析のそれぞれの選択肢の少なくとも1つを備えており、

前記複数の因子のそれぞれは、

捜査中の前記状況と関連のある前記事件から経過した時間、前記事件に前記被験者が参与した度合、前記刺激材料へ曝された繰返しの度合、前記刺激材料の顕著性情報の複雑さ、他のよく思い出すことのできる情報と、事件に関する情報との関係性、重要でない記憶と意味深い記憶、符号化時における情動、刺激による個人の参与度の情報、刺激による利己主義性の情報、刺激による行動に関する度合の情報、刺激による間接的な度合の情報、及び、刺激による捜査された事件に対する参与度の情報であり、

前記脳反応は、

P300成分、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化、事象関連脳電位、EEG信号における時間領域での特定の変換、及びEEG信号における周波数領域での特定の変換の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記脳反応は、P300成分と、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記脳反応は、P300成分と、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項10】

前記脳反応は、P300成分と、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項11】

前記脳反応は、P300成分と、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項12】

認識機能、認識障害、認識障害の治療の有効性、疾患過程による心的劣化、心的外傷による心的劣化、老化による心的劣化、アルツハイマー病による心的劣化、及び前記複数の心的劣化のための治療の有効性の少なくとも1つを評価する方法であって、

前記方法は、

認識的な側面を少なくとも1つ有したタスクを課す手段と、

前記タスクの行動上の出力、及び前記出力のタイミングの少なくとも一方を測定する手段と、

特定の認識処理の指標を与える複数の脳反応を測定し、かつ分析する手段と、

前記脳反応に基づいて前記認識機能及び前記認識障害を評価する手段と

を備え、

前記タスクが1つの難しさのレベルと共に割り当てられるか、又は前記タスクの認識における難しさが体系的に処理され、前記脳反応における当該処理の効果が測定されるというすくなくともどちらか一方のやり方により、前記タスクは、管理されることを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記脳反応のタイミングが測定され、前記評価は、複数の前記反応の時間経過の違いを含んだ測定指標を用いることにより実行されることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記脳反応は、事象関連脳電位、P300成分、及び多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記脳反応の分析は、周波数領域での分析、周波数領域及び時間領域の組合せ分析、及び、カオス分析として知られているダイナミックシステム分析の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。 10

【請求項 16】

前記タスクは、記憶セットにおける複数のアイテムを認識し、そして反応する手段を有し、前記タスクの難易度は、前記記憶セットにおける前記複数のアイテムの数を変えることにより操作され、

前記タスクは、前記被験者の人生経験に関する複数のアイテムを認識し、そして反応する手段を有し、前記タスクの難易度は、前記複数のアイテムを記憶することに対して影響を与える複数の因子を変えることにより操作され、

前記タスクは、前記複数のアイテムを分類する手段と、そして分類規則に従って複数のアイテムに対して異なる反応を行う手段とを有し、前記タスクの難易度は、前記分類規則を変えること、分類された複数のアイテムを変えること、分類すべきアイテムの数を変えること、及び分類すべきアイテムの種類を変えること、の少なくとも一つを操作することにより、操作される、ことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。 20

【請求項 17】

宣伝広告、情報宣伝、教育、及び訓練の少なくとも一つにおけるプレゼンテーションの有効性を評価する方法であって、

複数の被験者へ視覚的なプレゼンテーションを与える手段と、

前記プレゼンテーションの特定の部分、前記プレゼンテーションに含まれる特定のアイテム、前記プレゼンテーションの全体、及び被験者へ後に再び提示される前記プレゼンテーションから引き出される情報の、少なくとも一つに対する、一人以上の被験者からの脳反応を測定する手段と、 30

前記被験者によって払われる注意についてのレベルの判定、特定の認識情報処理プロセスの測定、および顕著性又は記憶の度合の少なくとも一方の測定の一つ以上を実行するために、前記脳反応を分析する手段とを備え、

前記分析は、

事象関連脳電位、多角的脳波反応分析、ダイナミックシステム分析、周波数領域分析、時間領域と周波数領域の組合せ分析、P300の検知、多角的脳波反応(MERMER)に関連する記憶及び符号化の少なくとも一つを有し、

前記宣伝広告プレゼンテーションにより喚起された注意のレベルと、前記プレゼンテーションによって喚起された認識情報処理プロセスの少なくとも一方、及び、前記被験者によって知覚された場合、前記プレゼンテーションによって作りだされた特定のアイテムの顕著性又は記憶の度合の少なくとも一方に基づいて、前記脳反応を測定した場合における前記プレゼンテーションの有効性を評価することを特徴とする方法。 40

【請求項 18】

前記プレゼンテーションは、コンピュータにより制御されスクリーン上に提示される不連続な画像、及び動画像の少なくとも一つから構成されることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記プレゼンテーションは、更に、前記画像と同時に音声を与えることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記方法は、

前記特定のアイテムを含んだ前記プレゼンテーションに被験者を曝し、その後、複数の前記被験者を、コンピュータ制御されたディスプレイに提示された前記特定のアイテムへ曝し、

前記その後前記複数の被験者が前記特定のアイテムに曝された場合の脳反応を記録及び分析し、

顕著性及び記憶の度合を上げるといふ点において、特定のアイテムの前記プレゼンテーションにおける有効性を、前記脳反応及び当該分析、及び前記脳反応及び行動上の反応の組合せの少なくとも一方に基づいて評価することにより、

顕著性及び記憶の度合を上げるといふ点において、特定のアイテムの前記プレゼンテーションにおける有効性が測定されることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2001年6月7日出願された米国特許仮出願第60/296、222号明細書、米国特許第5、363、858号明細書、発明の名称“多角的な脳波反応分析(MERA)の為の方法及び装置”、及び米国特許第5、406、956号明細書、発明の名称“真実検知の為の方法及び装置”に基づく優先権を主張しており、その内容はここで完全に援用される。

20

【背景技術】

【0002】

本発明は、脳機能における、脳指紋鑑定、測定、評価、及び分析の為の方法および装置に関する。

【0003】

本発明は、通常はあまり知られていない脳指紋鑑定という、出願人が先に特許を受けた技術に関する。脳指紋鑑定は広く試験され実績をつみ、そしてその実施のための明確な科学的プロトコルと技術とが確立されており。脳指紋鑑定に必要とされる科学は、徹底的に試験され、高い精度で実績を挙げ、その分野の専門家の査読を受け、公表されてきた。この科学は、関連する科学コミュニティにおいては広く受け入れられている。脳指紋鑑定は、

30

【0004】

脳指紋鑑定に組み込まれている、基本的なブートストラッピングデータ分析アルゴリズムは、今や実験室における研究だけではなく、実生活における出来事に関する情報を検知するケースにおいても、脳に記憶されている隠された情報を検知することに、極めて効果的であることが証明されている。とは言うものの、より洗練されたデータ分析技術によって、特に現場での様々な状況の要求に応えるという点で、当該技術の有効性を増すことが可能である。脳指紋鑑定の有効性を改良することを約束してくれる進化したデータ分析技術には、重み付けされていない2つの中心を持つ相関関係のブートストラッピング、単一の中心を持つ相関関係のブートストラッピング、陽性及び陰性領域のピークのブートストラッピング、テンプレートを有する共分散、手段的な線形判別式分析、ダイナミックシステム(カオス)分析、振動数分析、そして、周波数スペクトルのブートストラッピング、時間周波数分析、及び多電極相関関係を含む。

40

【0005】

更に、下記に述べられるように、脳指紋鑑定技術をより洗練することで、犯罪活動に取り組むことができる。犯罪活動捜査における中心的な課題は2つある。1)既に起きた犯罪の犯人を特定すること。2)具体的な犯罪を完遂しようと訓練された犯罪者を、罪を犯す前に特定すること、である。脳指紋鑑定は、これら両方のニーズを扱うことができる。

【0006】

50

脳指紋鑑定は、測定した電氣的な脳反応をコンピュータスクリーンに情報として提示ことにより、人間の脳に記憶された情報を、非常に高い精度で検知する。既知の情報、即ち、脳に記憶された情報と合致した情報に対する脳の応答は、未知の情報に対する脳の応答とは、明らかに区別し得る。

【0007】

脳指紋鑑定は、実際の犯罪および多くの他の状況に関して脳に記憶された情報を検知することに極めて有効であると判明した。同様にこの科学的技術は、特定の犯罪行為を犯した人間や、これらの犯罪行為の計画を手助けした人間の識別に使用することができる。脳指紋鑑定は、このように犯罪活動捜査において、キーとなる能力を提供することができる。

【0008】

更に脳指紋鑑定は、罪を犯す前に、罪を犯す為の方法を訓練されている個人を検知することができる。もし、FBI捜査官しか知らない情報に対する脳の応答（脳反応）を測定することにより、脳指紋鑑定がFBI捜査官を検知することができるならば、同じ技術を用いることで、一般には知られていない、特定の犯罪に関連した訓練や教化を受けた人間や、特定の犯罪集団の一員である個人を、それらの人間しか知らない情報に対する脳の反応を測定することで検知することができる。何らかの理由により疑いを掛けられている無実な人々は、その疑いを晴らし、各自の生活へ戻ることができる。

【0009】

先に記述において提起された問題点、限界、及び要求は、これを包括的に述べようとしているのではなくむしろ、従来脳指紋鑑定の為の方法やシステムは、まだ改良の余地があることを示すための一例である。

【0010】

効果的な診断ツールは、診断されるべき事柄についての明確かつ高度な理解に基づくべきである。診断ツールの開発の進展は、診断されるべき現象の定義を、より明確かつ高度に開発し、そして実験制御下において測定されるべき現象の決定的な側面に至る、客観的な測定手法を開発することを必然的に伴う。

【0011】

このような道筋に沿った相当な進展が、通常の老化過程での脳波に基づく測定及び、アルツハイマー病や他の老化に関連した疾患過程のための診断ツールを開発する目的として行われた。本発明者とその同僚達により発行された、事象関連脳電位の可能性及び老化について述べられた文献についての2つのレビューは、この発展における主だったマイルストーンの輪郭を描いている。一つは、ブレインリサーチ(Brain Research)第70巻において発行された、脳の老化とアルツハイマー病(Aging of the Brain and Alzheimer's Disease)においてであり、もう一方は、老人学及び老人医学の年次報告において(Annual Review of Gerontology and Geriatrics)の第7巻においてである。

【0012】

脳波測定を使用することで老化した脳を研究するという最初の試みにおいて、特定のタスクが割り当てられなかった状況における脳波の周波数分析を使用した。老化した脳波の周波数には、総合的に減退があるということが発見された。しかしながら、この種の測定は、2つの主な要因のために、不正確にならざるを得なかった。第一に、周波数分析(脳波の出力をアルファ波、 β 波、その他に分けること)は、脳波記録の活動について、非常に粗く非特異的な描像しか提供しない。第二に、より重要なことであるが、被験者が座ったまま何の指示も与えられず脳波を測定されるという状況での脳波測定では、実験的な制御下において、当面の問題と関連ある現象をもたらさない。タスクが何も割り当てられない場合、座って脳波を測定されるプロセスの間、被験者が自分の脳を用いて出来ることには、極めて広く多様な事柄が存在するのである。これにより、いかなる測定の結果においても、広い変動性が生じることとなり、彼の脳の中で何が行われているかの測定基準をより正確に反映させようとするほど、その結果は、ますます多様性に富んだものになってしまう。

10

20

30

40

50

【0013】

実際のところ、脳とは、脳波として頭皮で測定されるニューロンによるインパルスの、単純なる生成器ではない。脳とは、広く様々なタスクに反応して実施されうる広く様々な機能を備えた極めて複雑なシステムである。脳の活動を測定した結果は、その時に脳が何をしているかに依存する。実施することのできるアルゴリズムの幾つかは、老化、及び/又はアルツハイマー病に関連しており、幾つかのアルゴリズムはそうではない。従って、特定のタスクなしに脳波を単純に測定した場合でのその有用性、特異性、及び診断値は、特にアルツハイマー病のように関連する障害が高い次元の脳の処理過程にあるような場合、必然的に大幅に制限される。

【0014】

老化および疾患過程において脳機能の測定の次なる進歩のフェーズは、脳波を測定している最中に、特定の刺激を導入することであった。例えば、末梢神経の変質（感覚システムにおいて）は、コンピュータスクリーン上において被験者に示される、変化する視覚パターンに対する自動的な反応により測定できることが発見された。感覚刺激に対する反応を測定するというこのプロセスは、結果として、MSの進展を測定するための有用な診断ツールとなり、それは抹消の感覚神経系における神経の伝導速度に影響を及ぼしている。

【0015】

しかしながら、感覚刺激に対する脳波反応の測定もまた、必然的に限界を有する。測定されている事柄が、与えられた刺激によって完全に引き起された抹消の処理である場合に、この種の測定法は役に立つ。老化やアルツハイマー病や多くの他の疾患過程において影響を受ける脳の機能は、抹消感覚の処理ではなくむしろ、非常に複雑な中枢神経系における情報処理機能である。

【0016】

脳は、単純な刺激 反応箱を遥かに超えるものである。脳とは、非常に複雑なシステムであって、感覚刺激に依存するだけでなく、置かれた状況において被験者により実行される、知覚されたタスク、戦術、戦略及び情報処理アルゴリズムにも依存した非常に複雑な情報処理活動を行うことができる。老化及びアルツハイマー病によって引き起される記憶、認識タスク、他のより高度な次元の処理の障害に対して効果的な診断ツールとして可能性があるシステムとは、必然的に二つの目的を達成する必要がある。それは、関連する処理（例えば記憶へのアクセス）を、他と区別をつけて惹起させるとともに、これらの処理が実行される時における脳内での機能を、他と区別をつけて測定する必要がある。それらのタスクの実行最中における脳の活動を評価する為の要求と測定法に、タスクの高いレベルの特異性を所得することによってのみ、適切なる診断の測定法を達成することが可能となる。添付された2つの総論において、ファーウェル博士および彼の同僚により若干の詳細が議論されているが、診断に脳波を利用して不成功だった以前の試みは、該して、この必要条件を考慮に入れようとして失敗し、また同時に、脳および脳が実行する情報処理を、非現実的なほどに単純化した見方に依存していた。

【0017】

しかしながらむしろ、科学者達が考慮に入れた、脳が引き受けている情報処理活動の豊かさ、複雑さ、及び実験制御下においてこれらの異なる活動をもたらすとともにこれらの脳波上の徴候を区別して測定する必要性において、広大な研究の主体が存在していたのである。この分野は、脳波診断ツール及び老化やアルツハイマー病や他の老化に関する疾患過程のための測定法の開発に大きな見込を示す位置へと進歩した。

【0018】

高齢者が、若者よりもゆっくりとタスクをこなすことは、長い間、良く知られたことであり、アルツハイマー病に罹った人は、よりゆっくりとこれらのタスクをこなさざるを得ない。例えば、被験者がコンピュータスクリーンで点滅するフレーズを読み、割り当てられた記憶セットにあるかどうかを判断し、自分の反応を示す為に2つのボタンの1つを押さなければ成らないというタスクをとりあげる。高齢者が若者よりもゆっくりとこのタスクをこなすことは、驚くべきことではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

老化に関する初期の理論では、この種の効果は、老化によって、ニューロンの機能が、全体的に非特異的に減衰する結果であると考えた。しかしながら、事象関連電位の研究により、タスクを構成する情報処理や、感覚や、運動活動における異なるフェーズを科学者達が分析することができるようになると、この仮説に対する反証があがってきた。

【 0 0 2 0 】

例えば記憶を辿るといった思考の最中における全体的なタスクは、いくらかの情報処理活動を必ず伴い、これらはアルツハイマー病によって生じる障害と関連があるが、ボタンを親指で押すといった物理的な動作は、関連がない。重要な中枢神経系における、老化や特にアルツハイマー病に起因する障害による機能低下に関連する診断用ツールと測定法を開発するにあたって、我々は、単純なる運動や感覚の障害ではなく、より高度な次元における情報処理に関心を寄せている。老化によって遅延するということは、結果としては、老人の親指は若者のそれと比べてよりゆっくりと動作するという事実として表れるが、このような部分については、本文における興味の対象ではない。しかしながら、記憶を辿ることで必然的に生じるあるタスクの一面については、相当なる関心と関連がある。

10

【 0 0 2 1 】

タスクをその特定の情報処理の構成要素へと分析することにより、そしてこれらの構成要素は脳波測定を通して観測可能であるが、外見上の挙動からは観測することができないのであるが、事象関連電位における研究は、老化による遅延に相当な光を投じた。初期の頃の理論に反して、遅延は、ニューロンによる全ての活動及び処理に渡って、必ずしも同一ではない。具体的には、事象関連電位の研究によると、先述のような記憶のタスクでは、記憶を辿るために必要な処理における実際の構成要素において、ほとんど或いは全く、遅延は存在しないことがわかった。正常な被験者においては、老化に関連する遅延は、いくつかのフェーズで生じる。1) 刺激の評価。2) 反応の選択。3) 年輩者において、スピードよりもむしろ正確さを強調して、より保守的な戦略を採用すること(これは、障害ではない)。4) 運動活動。

20

【 0 0 2 2 】

これらの結果は、疾患過程がない正常な老化のケースにおいて見うけられた。アルツハイマー病や、記憶と認識の両方の障害を完全に有する場合、我々は異なる事態を予想する。アルツハイマー病患者において我々は、通常老化により、タスクにおける各局面が遅延するだけでなく、記憶を辿るという処理そのものの遅延を予想する。これは、ファーウェル博士により使用される、脳指紋鑑定の法医学アプリケーションにおいて、主な構成要素の1つとしてP300成分を使用した事象関連電位測定による正確な測定に従った処理である。

30

【 0 0 2 3 】

特にP300において事象関連電位を用いることは、他と区別すべき痴呆診断という意味で、既に、いくらかの準備手段というべき状況にある。研究では、痴呆性の被験者においてはP300の潜時間が実質的に増加することを示しており、これは、痴呆ではない機能低下により外見上は非常に良く似た症状を示す被験者達や正常に老化した被験者達には、見られないものであった。

40

【 0 0 2 4 】

これらの結果は、事象関連電位及び他の関連する脳波記録の技術が、アルツハイマー病の診断、疾患の経過の追跡、および治療に有効性についての迅速で客観的な評価について、将来発展しうる技術を開発するための重要な見込みを有することを示している。

【 0 0 2 5 】

脳指紋鑑定は、犯人の脳に記憶された犯罪やその他の行動の記録を検知する。脳指紋鑑定は、訓練された犯罪者や、犯罪団体のメンバーを、彼らが罪を犯す前に検知することができる。また、脳指紋鑑定は、無実の容疑者の容疑を、迅速かつストレスを感じさせずに、晴らすことができる。

【 0 0 2 6 】

50

A．米国の政府の試験において証明された技術精度

脳指紋鑑定は、コンピュータスクリーンに示された犯罪に関連する単語や画像に対する脳波の反応を測定することにより、犯人の脳に記憶された犯罪の記録を正確かつ科学的に検知する新しいコンピュータ技術である。脳指紋鑑定は、FBI捜査官、CIA、米国海軍、及び、実際の犯罪を含む実生活での状況のそれぞれを含んだ試験において、現在まで、正確であることが証明されている。

【0027】

B．犯人の脳における犯罪の記録の科学的な検知

脳指紋鑑定は、脳が全ての人間の行動の中心であるという原理に基づいている。犯罪行為においては、多くの種類の瑣末な証拠が有ったり無かったりするが、脳は、常にそこに存在して、犯罪を計画し、遂行し、そして記録する。犯人と、誤って告発された無実な人との根本的な違いは、既に罪を犯した犯人は、その脳に記憶された犯罪の詳細を持っていることであり、無実の容疑者は持っていないことである。これが脳指紋鑑定が科学的に検出することがらである。

10

【0028】

C．犯行現場からの証拠と犯人の証拠とを一致させる

従来の指紋鑑定が犯行現場の指紋と犯人の指紋とを一致させ、DNA鑑定が、犯行現場における生物学的サンプルと、犯人の体のDNAとを一致させるのと同様に、脳指紋鑑定は、犯行現場からの証拠と、犯人の脳に記憶された証拠とを一致させる。

【0029】

20

D．脳指紋鑑定の適用性

DNA鑑定や従来の指紋鑑定は、極めて正確な技術である。しかしながらDNAや指紋は、犯罪において少ないパーセンテージでしか見つからない。しかし、適用のパーセンテージが低いながらも、これらの技術は非常に価値がある。脳指紋鑑定は、DNA鑑定や従来の指紋鑑定よりも、より広い適用性を有する。脳は常にそこに存在しており、そして犯罪を計画し、遂行し、記録しているのである。ある特定のケースに脳指紋鑑定を適用するために必要とされる事柄の全ては、調査官が、起こったことの詳細に関する必要な証拠を集めて保存するということであり、その結果として、容疑者はそれらの詳細を知っているかを検査される。現在の方法（調査官が、本技術を適用するに最適であるように、証拠を集め保存することしない）が改良されない場合であっても、脳指紋鑑定は、犯罪捜査のほぼ

30

【0030】

E．脳指紋鑑定が、殺人事件において法廷で証拠能力があるとされた

2000年4月25日、ファーウェル博士は、殺人のため刑務所で23年を過ごした男性を試験するために脳指紋鑑定を使用した。2001年3月、アイオワの裁判官は、テリー・ハリントン事件において、脳指紋鑑定に法廷での証拠能力があると判決した。しかしながら裁判官は、彼に新規な審判を与えなかった。ハリントンは、アイオワ最高裁判所に、彼に新規な審判を与えない判決に対して上訴すると共に、脳指紋鑑定および他の証拠に基づいた新規な審判を求めている。

【0031】

40

ハリントンは1978年に、この犯罪に自身が参与している参考人の証拠のない宣誓証言に基づいて、警備員として働いていた退役警官殺害の罪で有罪判決を下された。

【0032】

脳指紋鑑定は、犯人であるならばその罪を犯した時に遭遇したであろう犯罪の詳細を、ハリントンの脳が含んでいないことを立証した。脳指紋鑑定は、ハリントンの脳に記憶されている記録が犯行現場とは一致せずハリントンのアリバイに一致していることを立証した。

【0033】

脳指紋鑑定の試験後、この犯罪に対してただ一人、証拠なく主張していた参考人は、そして彼の宣誓証言がハリントンの有罪判決の主要な根拠となっていたのであるが、その宣誓

50

証言を取消し、自分はハリントンが罪を犯すところを目撃してはいないことを、宣誓して認めたのであった。脳指紋鑑定、及び他の新しく発見された無罪を証明する証拠に基づいて、ハリントンの自由を獲得する法的な努力は進行中である。

【0034】

F. 本技術がどのように機能するか

脳指紋鑑定は次のように機能する。犯罪と関係のある単語やフレーズや画像が、犯罪とは無関係な単語や画像と一緒に、コンピュータスクリーンに点滅して提示される。電氣的な脳の反応は、センサを装備したヘッドバンドによって非侵襲的に測定される。脳は、脳が認知している注目すべき情報を処理する場合、特定の脳波反応が惹起されることは、科学的に立証されている。この認知の過程において惹起される、よく研究された反応は、P300として公知である。ファーウェル博士は、P300が、MERMER（多面的な脳波反応に関連した記憶及び情報の符号化）として公知の、より広範囲の応答の一部であることを発見した。従って、犯人だけが知っている犯罪の詳細が示されると、P300およびMERMERが犯人の脳から発せられるが、無実な容疑者の脳からは発せられない。脳指紋鑑定鑑定においては、コンピュータがP300/MERMERを検出するために脳の反応を分析し、これにより特定の犯罪に関連した情報が容疑者の脳に記憶されているか否かを科学的に判断するのである。

10

【0035】

G. 科学的な実験、実地試験および刑事事件

170人以上の個人を含む実地試験および実際の刑事事件についての5つの科学的な研究が、ローレンス・A・ファーウェル博士と彼の同僚により、さまざまな科学的な刊行物やテクニカル・レポートに記載されている。これらの科学的な試験は、脳指紋鑑定が、極めて高いレベルで、正確、効果的、そして有用であることを立証した。MERMERの発見以来、脳指紋鑑定は、今日まで実施された研究や実地試験や実際の事例において、科学的に極めて高い精度の結果を出している。脳指紋鑑定は、徹底的に試験され、研究所と現場の両方において試験され証明されている。実施された170の試験において、80以上が、実際の、現実の生活の出来事に関して情報を検出することを含む現実の試験であり、あとの残りは、実験室での研究であった。

20

【0036】

1. 連邦捜査局（FBI）での調査

脳指紋鑑定は、21人の被験者集団から、17人のFBI捜査官と、4人の非FBI捜査官とを区別するのに、科学的に100%正確な結果を得た。このFBI捜査官の検知により、本システムは、特定の犯罪の犯人を検知すると同様に、ある犯罪組織のメンバーを検知することが可能であることを示している。実験1において検知された情報は、ある個人をFBI捜査官であると認識可能な特定の知識であった。本実験の目的は、この方法がある集団や組織のメンバーや、特定の知識をもつ人々を検知するのに役立かどうかを判断することであった。刺激は、単語、フレーズ、及び頭文字であり、これらはコンピュータスクリーンに映し出された。FBIにおける実験2においては、個人が特定の现实生活の出来事に関わったかどうかを正しく検知した。

30

【0037】

2. 脳指紋鑑定鑑定により連続殺人犯を逮捕

1999年8月5日、ファーウェル博士は、連続殺人犯の容疑者ジェームズ・B・グリンダーの脳を試験するために、15年前に起きたジュリー・ヘルトンの強姦及び殺人の詳細を脳指紋鑑定鑑定に用いた。脳指紋鑑定鑑定試験は、グリンダーの脳が明らかにその犯罪の多くの記録を含んでいることを示した。ほぼ有罪判決が確定し、間違い無く死刑宣告になるという状況に直面して、一週間後に、グリンダーは、仮釈放無しの無期懲役刑と引きかえに、罪を認めた。彼は、現在その刑期に服務中であり、他の若い数人の女性の殺人を自白している。

40

【0038】

3. 脳指紋鑑定が、殺人事件において法廷で証拠能力があるとされた

50

2000年4月25日、ファーウェル博士は、殺人のための刑務所で23年を過ごした男性であるテリー・ハリントンを試験するために脳指紋鑑定鑑定を用いた。脳指紋鑑定鑑定は、彼の脳に記憶された記録が犯行現場と一致せずに、彼のアリバイと一致していることを示した。2001年1月、アイオワ裁判官は、ハリントン事件において、脳指紋鑑定鑑定を法廷での証拠能力があるとした。裁判官は、脳指紋鑑定鑑定が科学的に試験され、実績を積み、その分野の専門家の査読を受けて公表され、正確であり、科学的なコミュニティで認められており、従って、法廷の証拠能力の基準を満たしているとした。現在ハリントンは、この結果と他の証拠に基づいて、再審を上訴している。

【0039】

H. 研究、実地試験、及び調査のそれぞれにおける結果
上記実験における全ての被験者は、犯罪の情報を知っているかどうか、正確に分類された。陽性であると誤って判断したり、陰性であると誤って判断したり、どちらとも判断がつかないということは、一切なかった。上述した2つの殺人事件における脳指紋鑑定鑑定試験の結果は、強力な独立証拠として使用できることを示した。ある刑事事件においては脳指紋鑑定鑑定は、重犯罪で誤って告発された警官の潔白を証明した。別の刑事事件において、2人の被験者における2つの脳のそれぞれの反応は、一方の被験者が武装強盗に参加しており、他方は犯罪について何も知らないことを示した。脳指紋鑑定鑑定は、両方の被験者を正確に区別したのである。これらの全ての研究およびケースにおいて、コンピュータスクリーンに映し出された、犯罪やその他の状況に関連する情報を含んだ単語やフレーズや画像は、その犯罪の情報を所有している被験者だけから、P300およびMERME Rを惹起したのである。

10

20

【0040】

脳指紋鑑定鑑定の新規改良

過去に、脳指紋鑑定鑑定は、情報検知および法医学への適用に有効であることを証明してきた。後述するが、この技術の改良は、脳指紋鑑定鑑定の有効性を向上させ、脳指紋鑑定鑑定を犯罪と戦う為のより効果的なツールとなる。

【0041】

宣伝広告、訓練および教育における脳波の適用

上記に述べたように、脳波は、どのような情報が脳に記憶されているか、個人がどれくらい効果的に情報を処理しているかに関する情報を提供してくれる。宣伝広告及び訓練プログラムを評価する際に重要なことは、特定の公告や訓練手順が、どのくらい効果的に相手に情報を伝え、そしてその事柄についての注意、理解、および定着を促しているか、である。脳波によって提供されるこの脳へののぞき窓は、この必要性に対して十分に応えることができる。脳の反応の違いにより、これらのプログラムを見たり参加している個人の脳で実施された情報処理に対して、宣伝広告や訓練手順が、どのように異なる影響を及ぼすかを、明らかにすることができる。これについては、更に詳細に以下で記述される。

30

【0042】

このように、本発明の一般的な目的は、脳指紋鑑定の鑑定、測定、評価、及び、老化およびアルツハイマー病における脳機能の分析の為の方法及び装置を提供することであり、被験者の脳波活動を助成し、記録し、増幅し、そして分析するために、ソフトウェアおよびハードウェアを利用する。

40

【0043】

本発明の他の一般的な目的は、被験者の脳にどのような情報が記憶されているかを発見するための方法及び装置を提供することである。

【0044】

本発明の他の一般的な目的は、どれくらい効果的に脳が機能しているかを分析するための方法及び装置を提供することである。

【0045】

本発明の他の一般的な目的は、外的影響により、脳の機能がどのように影響されるかを分析するための方法及び装置を提供することである。

50

【0046】

本発明の具体的な目的は、被験者に刺激が与えられた時の脳波活動から記録されるデータを利用することで、認識障害を診断し、その種の障害のための治療の有効性を評価するための方法及び装置を提供することである。

【0047】

本発明の他の具体的な目的は、被験者が関係のある情報を認識しているかどうかを区別するための脳波活動のデータ分析を利用することで、法科学で利用できる証拠を作り上げるための方法及び装置を提供することである。

【0048】

本発明の他の具体的な目的は、公告や、教育や、訓練プログラムの有効性を評価するための方法及び装置を提供することであり、それらのプログラムが、どのくらい効果的に相手に情報を伝え、そしてその事柄についての注意、理解、および記憶の定着を促しているかを判断するのに、脳波活動のデータ分析を利用する。 10

【0049】

本発明の他の具体的な目的は、データ分析や、加重しない2つの中心を持つ相関関係のブートストラッピング等の信号処理技術を導入することにより、上記にリストアップされたような、脳指紋鑑定法のパフォーマンスを向上させることである。

【0050】

【非特許文献1】

ファーウェル、チェンバース (Chambers, R. D.)、ミラー、コールズ (Coles, M. G. H.) 及びドーチン著、「P300が欠落した老化被験者における、特定の記憶障害 (A Specific Memory Deficit in Elderly Subjects Who Lack a P300.)」、サイコフィシオロジー (Psychophysiology)、1985年、第23巻、p. 589、抄録 20

【非特許文献2】

ドーチン、ミラー、及びファーウェル著 (1986年a)、「事象関連電位の内在性構成要素 診断用ツール? (The Endogenous Components of the Event-Related Potential - A Diagnostic Tool?)」、イン・アドバンス・イン・ブレインリサーチ (In Advances in Brain Research)、1986年、アムステルダム、エルゼビア出版 30

【非特許文献3】

ドーチン、ミラー、及びファーウェル著 (1986年b)、「事象関連電位の内在性構成要素 診断用ツール? (The Endogenous Components of the Event-Related Potential - A Diagnostic Tool?)」、イン・アドバンス・イン・ブレインリサーチ (In Advances in Brain Research)、1986年、第70巻「脳の老化とアルツハイマー病 (Aging of the Brain and Alzheimer's Disease)」、スワーブ (D. F. Swaab)、フリエーズ (E. Fliers)、ミルミラン (M. Mirmiran)、バン・ゴール (W. A. Van Gool)、及びバン・ハーレン (F. VAN Haaren) 著、アムステルダム、エルゼビア出版 40

【非特許文献4】

ファーウェル及びドーチン著、「“脳検知器” : P300による偽り検知 (The “Brain Detector:” P300 in the Detection of Deception)」、サイコフィシオロジー (Psychophysiology)、第23巻、4、p. 434、抄録

【非特許文献5】

ファーウェル、ドーチン、及びクラマー (Kramer, A. F) 著、「頭は語る : EEGにおける事象関連電位を用いたコミュニケーションの為の心的なプロテーゼ (Tal 50

king Heads: A Mental Prosthesis for Communicating with Event-Related Brain Potentials of the EEG)」、サイコフィシオロジー (Psychophysiology)、第23巻、4、p. 434、抄録

【非特許文献6】

バッシュオール (Bashore, T. R.)、ミラー、ファーウェル、及びドーチン著、「老人病精神生理学の研究」、老人学及び老人医学の年次報告において、ニューヨーク、スプリング - 出版、1987年

【非特許文献7】

ファーウェル、及びドーチン著、「あなたの頭の表面との会話：事象関連電位を利用した心的なプロテーゼ」、脳波記録法および臨床神経生理学、第70巻、1988年、p. 510 - 513 10

【非特許文献8】

ファーウェル、及びドーチン著、「疑惑ポリグラフ法における事象関連電位：ブートストラッピングを用いた分析」、サイコフィシオロジー、第25巻、1988年、4、p. 445、抄録

【非特許文献9】

ファーウェル、及びドーチン著、「ERPsを用いての有罪知識検知」、サイコフィシオロジー、第26巻、4A、S8、1989年10月、精神生理学研究のための、第28回年次会において講演された抄録」 20

【非特許文献10】

ファーウェル、及びドーチン著、「真実は現れる：事象関連電位を用いた疑惑ポリグラフ法 (“嘘発見器”)」、サイコフィシオロジー、第28巻、1991年、4、p. 531 - 547

【非特許文献11】

ファーウェル著、「脳波情報検知システム (BID)：精神生理学的な情報検知のためのニューパラダイム (」、イリノイ大学でのアーバナ-キャンペンにおける博士論文、1992年

【非特許文献12】

ファーウェル著、「事象関連電位情報検出のためのファーウェルシステム：精神生理学的な隠れた情報検知のためのニューパラダイム」、中央情報局の研究及び開発のために準備された技術報告書、1992年 30

【非特許文献13】

ファーウェル著、真実検知器における2つの新規な工夫：職業上の情報を脳波で検知する、サイコフィシオロジー、第29巻、4A：S3、1992年10月、精神生理学研究のための、第32回年次会において講演された抄録

【非特許文献14】

ファーウェル、マーティネール、バッシュオール、及びラップ著、「長時間の事象関連電位の為の最適なデジタルフィルタ」、サイコフィシオロジー、第30巻、3、1993年、p. 306 - 315 40

【非特許文献15】

ラップ、アルパノ、シュメール、及びファーウェル著、「フィルター済ノイズは、低い次元のカオスアトラクターと似た振るまいをする」、フィジカル・レビュー・E、第47巻、4、1993年、p. 2289 - 2297、

【非特許文献16】

ファーウェル及びリチャードソン著、「ファーウェルによるMERAシステムを用いたFBI捜査官の検知：精神生理学的な隠れた情報検知のためのニューパラダイム」、技術論文、人体脳研究所株式会社、1993年、

【非特許文献17】

ファーウェル著、「脳MERMERS：ファーウェルMERAシステムを用いた、FBI 50

捜査官及び犯罪関連情報の検知」、国際安全システムシンポジウム議事録、ワシントンD.C.、1993年

【非特許文献18】

ファーウェル、及びエルナンデス著、「隠された情報における脳波検知」、中央情報局の研究及び開発のために準備された技術報告書#92*F138600*000、1993年

【非特許文献19】

ファーウェル及びファーウェル(Farwell, G.W.)著、「量子力学的プロセスと意識」、プレティン・オブ・アメリカン・フィジカル・ソサイアティ、第40巻、2、1995年、p.956-957

【非特許文献20】

ファーウェル及びスミス著、「隠そうと努力している隠された知識を検知するための、脳MERMERテストの適用」、ジャーナル・オブ・ファーレンシック・サイエンス第46巻、1、2001年、p.135-143

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0051】

前述した目的の少なくともいくつかを達成するために、本発明は、脳指紋鑑定の鑑定、測定、評価、及び、脳機能の分析の方法及び装置を提供する。脳波は、脳へののぞき窓を提供する。本発明は、どのような情報が脳に記憶されているか、その脳がどれくらい効果的に機能しているのか、そしてさまざまな外的影響によってその脳における機能はどのように影響を受けるのかを発見するための脳波を利用した技術を備える。

【課題を解決するための手段】

【0052】

この技術は、次に述べるように、異なるアプリケーションの組を備えた、いくつかの関連した実施形態を有する。

【実施例】

【0053】

医療：認識障害の診断と、治療の有効性についての評価。

脳がどのように情報を処理するかを検知することにより、我々は脳がどれくらい効率よく機能しているかに光を投じることができ、そして、外見上の挙動からは直接的には観測することはできない、脳における特定の情報処理活動の速度を、客観的に測定することができる。これは、認識機能及び認識障害を客観的に評価できることを意味する。本技術は、アルツハイマー病のような疾患に起因する認識障害に対して客観的な試験を提供することができ、そして、早期診断や病気の経過や治療の効果を測定する客観的な方法を潜在的にもたらす。これは、認識についての重要な構成要素を含んだタスクを被験者に与え、そして、それらのタスクに反応して行われる電気的な脳活動を測定することによって、実施される。タスクの難易度を変化させ、そしてタスクの難易度を変えた場合の脳の反応を測定することにより、脳が認知的にどれくらいよく機能しているかについて、追加的な情報を得ることができる。

【0054】

法医学：脳指紋鑑定の改良。

どのような情報が脳に記憶されているかを判断することによって、ある人が参与した事件に関する証拠を作り上げることができる。これにより、当局は、例えばある犯罪に密接に関わっていた人と潔白な人、或いは、ある特定の犯罪の計画に関わっていた人と潔白な人とを区別することができる。これは、コンピュータスクリーンに、調査中の詳細な状況を示した単語や画像を、他の無関係な事項をおりませつつ写し出すことにより実施される。特徴的な脳の反応、それは信号分析技術により検知することができるのであるが、この脳の反応は、被験者が、重要人物として、関連した情報を認識しているかどうかを明示する。本発明は、本発明者に対して付与された先の3つの特許で示された基本的技術の、更な

10

20

30

40

50

る洗練と改良とを備える。

【0055】

宣伝広告、教育、及び訓練：宣伝広告、教育、及び訓練プレゼンテーションにおける有効性の評価。

どのようにして脳が情報を処理しているかを検知することにより、本技術は、個人に対してどの手法で、近づき教えるのが最も効果的であるかを明らかにしてくれる。宣伝広告分野においては、脳波測定によって、被験者に高いレベルで注意を向けさせたり、重要な事項を人目を引く顕著なものとしたり、後まで覚えておいてもらいたいメッセージを与えるための宣伝広告の有効性を、明示することができる。これは、宣伝広告の提示最中に意識を向けたり注意を示している脳反応を測定し、そして更に、既に被験者により見られた事柄をその後で見た場合の脳反応を測定することにより達成される。同様にして、脳波は、気を引いたり、決定的に重要な情報に対して相手が注意を向け、それを処理するように刺激したり、記憶に留まるように情報を与えたりする場合における訓練や教育の有効性について光を投じることができる。

【0056】

本発明に係る他の目的及び長所は、以下、図面と共に詳細に記載された好ましい実施形態の記述より明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0057】

A．隠された情報の検知

1．実験計画法の洗練

脳指紋鑑定鑑定の最適な適用を完全に理解するという事は、記憶に関連した現象についての理解の前進を意味しており、この記憶に関連した現象とは、脳内の情報処理の一因であり、これらの情報処理が、情報の検知をもたらす。脳指紋鑑定鑑定の有効性は、事件の記憶に影響を与える様々な因子を巧みに処理することにより、最適化することができる。体系的に処理される因子には、事件からの経過時間、参与のレベル、反復性、顕著性、情報の複雑さ、他の良く思い出すことのできる情報と事件に関する情報との関係性、重要な記憶と意味深な記憶、符号化時における影響、その情報についての利己主義性、その情報についての行動指向、及び、その情報の間接的な度合を含む。

【0058】

2．装置と技術 - 試験へとリアルタイムの遠隔参加。

図1を参照すると、脳指紋鑑定システム100は、パーソナルコンピュータ110（例えばペンティアムIV、1GHz IBM PC）、データ収集ボード（例えばサイエンティフィックソリューション ラブマスター AD）、2つのモニタ120、130、4チャンネルのEEGアンプシステム140（例えばニューロサイエンス）、及びデータ収集および信号処理のためのソフトウェアを備える。電気的な脳活動を測定するために使用される複数の電極が、本システムのために本発明者により設計された特別ヘッドバンド150にとりつけられている。ソフトウェアは、刺激を与え、脳波記録のデータを集め、そのデータを分析する。

【0059】

視覚刺激、例えばコンピュータスクリーンに示される画像または単語、の刺激継続期間は、例えば300msと、比較的短い。また刺激は、例えばヘッドホンを通して与えられる聴覚言語刺激のように、聴覚による判断の様式により与えられても良いことは理解されよう。刺激間隔又は刺激開始における非同時性は、ある刺激の開始から次の刺激の開始まで、約2～3秒である。選択されるべき刺激間隔の長さは、主に刺激の特性に依存する：刺激がより複雑で、このため、被験者によって処理により長く時間がかかる場合は、より長い間隔の刺激間隔が用いられる。

【0060】

脳の電気的な活動は、頭部の正中線における3箇所（Fz、Cz、Pz）の頭皮部分より記録される：即ち、前頭部（Fz）、中心部（Cz）および頭頂部（Pz）は、連結された両耳、又は連結され

10

20

30

40

50

た乳様突起（耳の後にある）へ繋がれる。他の頭皮部分から測定された付加的な脳の信号を、同様にして使用してもよいことは理解されるであろう。眼球運動によって発生する電気的な活動は、眼球の上の電極により記録される。

【0061】

脳の電気的な活動は増幅され、アナログフィルタリング（例えば30Hzのローパスフィルタリング、0.1Hzのハイパスフィルタリング）され、デジタル化（例えば333Hz）され、オンラインで分析され、メモリ装置160に記憶される。各試行は、約2秒間のデータとして、1つの刺激の提示あるいは提示と共に記録される脳の活動から構成される。

【0062】

一組の複数の刺激はランダム化されて、これらの刺激はビデオモニタ120に一つずつ、被験者に対して提示される。一旦刺激の全てが提示されると、それらは再びランダム化され、再び提示される。ある特定の試行回数（trial）になるまで、または、人為的な偏りがなくなるほどに十分な回数の試行が蓄積するまで、これは繰り返される。

【0063】

データを収集している間、被験者に対して、この刺激は1台のビデオモニタ120に提示されており、実験者は他のモニタ130を見る。オペレータのディスプレイは、1)被験者が見ているものと同じもの、2)要約された文字情報、及び3)波形の提示を含む。

【0064】

分析結果をモニタ130に表示することに加えて、本システムは、またプリンタ170に、統計結果、要約された文字情報、及び波形の表示を印刷してもよい。

【0065】

従来の脳指紋鑑定における技術水準にでは、被験者と同じ場所に配置された単一のシステムを含む。システムの必要な一部分だけを局所的に配置し、遠隔操作でバランスのとれたタスクを行うことが好ましいという状況は、多々ある。図2を参照すると、被験者206が位置するローカルサイト200において、刺激の提示を行うことができる。ローカルサイト200は、図1において開示された構成と動作および機能の点で同一な構成を備える。ローカルサイト200は、図1におけるコンピュータ110と動作および機能において同一な構成を備えた、データ収集および刺激提示のためにローカルコンピュータ202、図1で示された2台のモニタ120、130と動作及び機能において同一の構成を備えた、2台のローカルモニタ210、212、図1で示されたEEGアンプシステム140と動作及び機能において同一の構成を備えた、4チャンネルのEEGアンプシステム214、図1で示されたヘッドバンド150と動作及び機能において同一の構成を備えた、ヘッドバンド216、及び、図1で示されたプリンタ170と動作及び機能において同一の構成を備えた、ローカルプリンタ218を備える。

【0066】

データ分析および/または刺激の構造の設定は、リモートサイト250で行うことができる。離れた場所にいる専門家260は、遠隔モニタ256を経由してデータを見て、リアルタイムにローカルサイトの試験を監視することができ、そして遠隔データリンクにより、ローカルサイトの人員208に対して、試験の進行に関して指示を送ることができる。それだけでなく、試験の進行に関して、リモートサイト250のリモートコンピュータ（データ分析/命令コンピュータ）252から、ローカルコンピュータ（データ収集/刺激提示コンピュータ）202へ、遠隔データリンク230を介して、遠隔コマンドを送信することもできる。分析結果をリモートモニタ256に提示あるいは表示することに加えて、本システムはまた、リモートプリンタ254に、統計結果、要約された文字情報、及び波形の表示を印刷してもよい。

【0067】

この遠隔双方向通信は、最も高い水準で訓練され、その資格を有する本システムの専門家達の時間を効率的に利用することを考慮している。トップの専門家達が本部サイトに居るのに対し、より劣った専門知識をもつ人々は、全世界の何処ででも、リアルタイムな本部

10

20

30

40

50

の参加と監視管理を受けながら、ローカルサイトにおいて試験を行うことができる。このようにシステムを分割した別の利点は、本技術が例えば刑務所や海外や戦闘状況において適用される場合、本システムの専門家達の安全と利便性が高められることである。更には、現地の専門家208が、ある必然的な組織的提携や、空間的な隔たり、交通に影響のあるその他の要因を抱えている一方で、遠隔地の専門家はより高いレベルの専門知識を持っているような状況が発生するかもしれない。本システムを分割することにより、我々は両者を利用することができる。

【0068】

ローカルサイト200において、刺激が提示されることが必須であることは明らかであって、その場所に被験者206が居るのである。脳波を測定するためには、被験者の頭部に対して、直接、局所的に連結する必要がある。そして、脳の反応をローカルサイトにおいて増幅しデジタル化することは、明確な信号を取得する為には、必要であるか極めて望ましいことである。この処理が実行され、データがコンピュータ202に置かれると、管理やデータ分析等、手元で実行するタスクに必要なとされる同程度の情報が、リモートサイト250へ送信される。増幅され、そしてアナログフィルタリングを経た脳の電氣的活動は、ローカルメモリ装置204、又は、遠隔メモリ装置258に記憶されてよい。更に、試験に先行してあるいは試験の間に、遠隔データリンク230を介して、リモートサイト250からローカルサイト200へ複数の命令を送信することができる。そうすることが必要であるか又は有用な場所においては、ローカルサイト200とリモートサイト250との間で一方向または双方向のテレビ及び/又はオーディオのリンクを提供してもよい。この遠隔データリンク230は、遠隔地の専門家260および現地の専門家208及び/または被験者206との間で、所見及び/またはコミュニケーションを提供することができる。

【0069】

最新の脳指紋鑑定システムは、電話回線、ラジオ、及び衛星通信を介して、リモートアクセスできるように設計されており、高速インターネットや、仮想的な個人ネットワークが利用できる場所では、これらを介してもリモートアクセスすることができる。

【0070】

3. データ分析アルゴリズム

脳指紋鑑定に既に取り入れられる基本的なブートストラッピングデータ分析アルゴリズムは、現在まで実施された研究においては、被験者を分類するのに非常に効果的であることが判っている。ブートストラッピングは、米国特許明細書5、406、956号のカラム73の65行からカラム74の55行、及びその明細書の請求項8に記載されている。請求項8、9及び10は、加重された2つの中心を持つ相関関係のブートストラッピングについて記載している。加重された2つの中心を持つ相関関係とは、相関関係を計算する前の各波形から総平均波形を減じた複数の波形の組同士の相関関係のことである。

【0071】

しかしながら、更に、より高度なデータ分析技術により、本システムの有効性を強化することが可能である。これらの技術は、加重しない2つの中心を持つ相関関係のブートストラッピング、単一の中心を持つ相関関係のブートストラッピング、陽性及び陰性領域のピークのブートストラッピング、テンプレートを有する共分散、手段的な線形判別式分析、ダイナミックシステム(カオス)分析、振動数領域分析、そして、周波数スペクトルのブートストラッピング、時間周波数分析、及び多電極相関関係を含む。

【0072】

ブートストラッピングは、探り波形、標的波形、及び無関係波形、そしてこれらの波形同士の関係のための、様々な異なる種類の測定法を用いることで、実装される。精度を改善可能な標準アルゴリズムの変更とは、加重しない2つの中心を持つ波形のブートストラッピングを使用することである。加重しない2つの中心を持つ波形は、次のように計算される。最初に、探り波形、標的波形、及び無関係な波形が計算される。次に、これらの3つの波形の平均値が計算される。相関関係を計算する前に、各々の波形からこの平均値が減

10

20

30

40

50

じられる。これは、加重された2つの中心を持つ相関関係とは異なる。なぜならば、加重しない2つの中心を持つ相関関係においては、試行回数とは関係なく、探り波形、標的波形、及び無関係な波形から等しく影響を受けるのに対して、加重された2つの中心を持つ波形において、減じられる総平均値は、試行される型（通常の場合と、関係のない場合）の中でも最も多く行われた試行に偏って影響されるからである。

【0073】

加重しない2つの中心を持つ波形のブートストラッピングは、好ましい方法である。この方法は3つの試行タイプに同等の重を与えることによって手順の正確さを改善し、その一方で、各試行タイプにおいて総平均を減じる場合の違いを際立たせる。

【0074】

単一の中心を持つ相関関係のブートストラッピングの手順は同じブートストラッピングの手順から成っており、各波形における全ての点の平均値を各点から減じた値の波形から計算される。陽性領域のブートストラッピングとは、ある時間範囲におけるデータ点の合計値へと適用されたブートストラッピングの手順であって、その時間範囲においては、正電位が予想され、一般的に波形は正電位となる、つまり、頭皮の電圧が正電位となる。同様に、陰性領域のブートストラッピングとは、ある時間範囲におけるデータ点の合計値へと適用されたブートストラッピングの手順であって、その時間範囲においては、負電位が予想され、一般的に波形は負電位となる、つまり、頭皮の電圧が負電位となる。

【0075】

陽性及び陰性領域の組合せのブートストラッピングとは、陽性領域と陰性領域とを合計し、この合計に基づくブートストラップ統計値を計算するという手順である

【0076】

陽性ピークのブートストラッピングとは、ある特定の時間経過において最も高電位の点に基づいてブートストラップ統計値を計算するという手順である。陰性ピークのブートストラッピングとは、ある特定の時間経過において最も低電位の点に基づいてブートストラップ統計値を計算するという手順である。陽性ピークと陰性ピークとの違いのブートストラッピングは、ある特定の時間経過における最も高電位の点と、異なるある時間経過における最も低電位の点との違いに基づいてブートストラップ統計値を算出する手順から成り、例えば、MERMERにおける早い手段の正の構成要素のピークと、後の手段における負の構成要素のピークから計算する。

【0077】

他の実施形態において、異なるタイプの刺激に対する脳の反応と、異なるタイプの波形の類似性を見積もるために、テンプレートをを用いた共分散又は相関関係が、ブートストラッピングと一緒に、或いは個別に利用される。標準テンプレートは、多くの被験者のデータのまとめりやデータの平均値、既に知られているタスクに反応した現被験者のデータ、或いは予想される脳反応の数学的近似（例えば、正弦波の一部）から持ってくる事ができる。そして共分散または相関関係は、標準的な統計による標準的な方法で計算される。

【0078】

ブートストラッピングは、通常、時間領域での波形に対して計算される。他の実施形態においては、それらの波形は、例えば離散フーリエ変換により、時間領域から周波数領域へと変換される。これにより本分析では、時間領域の信号が平均化されるにあたって、周波数領域において位相の違いを検知することが可能となり、そして信号平均化処理において余分なものが除去される。なぜならば、これらの周波数領域の事象は刺激時間に対して位相固定されないからである。この周波数領域の変換がブートストラッピングに組み込まれた場合には、異なった試行タイプに対する反応の違いに対する貢献度合の差異を、評価することができる。

【0079】

4. 刺激提示方法、様相、及びパラメタ

刺激提示のための、最適な方法、判断の形態、及びパラメタを最適化することにより、脳指紋鑑定鑑定の有効性を改良することができる。様々な提示についての判断形態を適用す

10

20

30

40

50

ることができ、ある特定のアプリケーションのシステムを最適化するように、その結果は分析される。これらの判断の形態は、目に見える単語、画像による刺激、耳で聞く単語、及び視覚と聴覚の同時提示を含む。聴覚を使う場合には、時間の経過と、刺激における音韻的かつ意味論的な複雑さを最適化することができる。視覚における画像を使う場合には、サイズ、輝度、複雑さ、内容、及び構成要素が、特定のアプリケーションにとって最適な刺激提示になるように、体系的に巧みに調整される。視覚における言語を使う場合には、音韻的、視覚的、及び意味論的な複雑さ、即ち、長さ、時間経過、サイズ、フォント、色、輝度、及び他の物理的パラメタが巧みに調整され、それらの結果は、システムのパフォーマンス、脳波の確度、脳波の差異、脳波の信号対雑音比のそれぞれを最適化するために記録され、そして分析される。

10

【0080】

刺激イベントにおける最短時間、最長時間、及び最適時間は、必要な刺激の回数や、各刺激の繰返しの回数や、そして刺激ブロック、刺激継続期間、刺激間隔期間の回数及びタイミングに基づいて最適化することができる。

【0081】

B. 脳波の医療への適用

神経科学における新たな開発は、脳指紋鑑定鑑定の法医学への適用に加えて、人類の努力における幾つかのフィールドにおいて非常に価値ある応用技術を提供することができる。これらの応用技術の幾つかを以下に述べる。

【0082】

1. アルツハイマー病と、機能中の有効な脳

かつてはおもに、挙動観察に基づく主観的な評価、及び、挙動観察に主観的評価をまじえた世話人や家族からの間接的な報告を基本として、アルツハイマー病の診断、疾患の経過の追跡、及び治療の有効性についての評価が、なされていた。当該利用可能な方法は、限定された特性、客観性、および精度しかなく、素早く適用することはできない。当該利用可能な方法は、特異性、客観性および精度について非常に限定されており、また、素早く適用することは難しい。

20

【0083】

脳活動を測定することで、客観性と特異性とにおいて望ましい特徴を備えた、利用可能な技術の選択肢や補足を提供することを約束してくれ、そして、素早い適用が可能である。

30

【0084】

アルツハイマー病および他の疾患過程に脳波を適用する場合、以下の基本的なフェーズを備える。

- a. その疾患を特徴付ける脳機能の特定の障害、例えば、特定の認識処理や記憶障害（これは、アルツハイマー病のケースでは広く発生する）を確定する。
- b. それらの障害（障害）が発生した場合、その能力を使用することが知られている特定の情報処理タスクを割り当てる。
- c. これらのタスクの間に、脳活動が提供する、脳プロセスに伴って生じるその効果の客観的な指標を測定する。

【0085】

正常な老化の過程においては、精神的及び身体的な処理が遅延することが、広く知られている。これに対して、アルツハイマー病や他の疾患過程では、抹消の運動処理は遅延せず、ある特定の認識処理の遅延が起こる。脳波測定は、ある特定の個人において、どういった処理がどの程度衰えているか、客観的かつ定量的に判断する方法を提供することができる。これにより、アルツハイマー病といった疾患過程の診断、疾患過程の進行の評価、投薬の有効性、及び、疾患の進行を遅らせたり好転させたりする他の治療の有効性に関して客観的な測定を提供する。

40

【0086】

例えば、事象関連電位（脳指紋鑑定鑑定で利用される主要な脳反応）におけるP300成分の潜時間は、反応の選択や反応の実行とは独立して、認識刺激評価の速度の指標を提供

50

するという研究が確立されている。被験者は、刺激を評価する必要のある認識タスク（例えば、コンピュータスクリーンに点滅させられたフレーズや画像）を割り当てられ、反応を選択（例えば、刺激についてのある特徴に従って、ボタンを押すべきどちらかの親指を選び）し、そして、反応を実行（その親指でボタンを押す）する。正常な老化過程では、親指を動かすという筋肉活動を含めて、このタスクの全てのフェーズが遅延する。アルツハイマー病により生じた認識障害においては、親指を動かす動作は遅延しないが、刺激判断における認識処理が、それも特に記憶に関するタスクにおいて、遅延する。脳波測定は、認識処理のある特定なフェーズにおける客観的な指標を提供してくれ、このことは、行動の観察のみ通してでは不可能である。

【0087】

好ましい実施形態においては、これは次のように実施される。被験者は、ある記憶セットとして示された、記憶すべき1組のアイテムを与えられる。この好ましい実施形態においては、この記憶セットは、例えば、様々な地理名称や一般の事柄の名前等、単語やフレーズから構成される。そして、一連の刺激（例えば、単語やフレーズ）が、コンピュータスクリーン上に、短い間（例えば0.3秒間）、同時に（例えば1アイテムについて2秒毎に）提示（表示）される。この手順において、アイテムのいくつかは、先の記憶セットに含まれており、いくつかは含まれていない。被験者は、スクリーンに記憶セットのアイテムが表示されたらボタン（例えば、左手の親指で）を押し、記憶セットにないアイテムが表示されたら別のボタン（例えば右手の親指で）押すように指示される。反応時間と、事象関連電位が記録される。

【0088】

被験者が行うべきタスクは、以下のフェーズを含む。

A. 刺激の評価処理

1. 刺激の符号化：刺激が知覚され認識される。
2. 記憶検索：それは記憶セットに入っていたか？

B. 反応の選択及び実行処理

3. 反応の選択：右又は左のボタン押下を判断する
4. 反応の実行：ボタンを押下する

【0089】

反応時間は、これらの一連のタスクの全てを実行するのにかかる時間の測定値、即ち、個々のタスクの時間の合計値、を提供する正常の老化においては、全体的な反応時間が遅くなる。脳波を測定することにより、各処理におけるどのフェーズが、この遅延に寄与しているのか、そして他の異なるフェーズがどの程度、その遅延に寄与しているのかを、我々は判断することができる。これは重要なことである。なぜならば、アルツハイマー病等によってたらされた認識障害は、この処理における異なるフェーズに異なる影響を及ぼし、そして、正常な老化では影響されない処理におけるフェーズに、影響を及ぼすからである。

【0090】

事象関連電位、反応時間、及び老化についてのこれまでの研究では、正常な老化に伴って生じる遅延に関して、次のような結論を指摘している。

1. 刺激の評価は遅れる

2. 記憶検索は、正常な老化においては遅延しない。アルツハイマー病のような疾患過程に起因して記憶関連処理が劣化する範囲内において、記憶検索は遅延する。

3. 反応選択は、正常の老人において遅延するが、認識の遅延だけが原因というわけではない。老人がより保守的な戦略を採用する、つまり、正しい反応を行う為にゆっくりと反応するという事は、かなり確実なことである。反応の速度と正確さとは、常にトレードオフの関係にあり、老人は、スピードを犠牲にして正確さを好む傾向がある。

4. 反応の実行、即ち、ボタンの押下は、老人においては、神経及び筋肉の処理を含んだ、より遅い運動処理の為に、遅延する。

【0091】

10

20

30

40

50

脳波の反応は、以下に示す要因に従って、このプロセスに対する我々の理解及び測定を説明してくれ、そして、アルツハイマー病のような病気による認識障害の貢献度合を説明してくれる。

1) 脳波測定は、全体的なプロセスについての指標だけではなく、全体のプロセスにおける個々のフェーズについての指標を提供してくれる。

2) 特に記憶検索においてであるが、このプロセスにおけるある複数のフェーズは、通常の老化でもたらされる認識障害ではなく、アルツハイマー病によりもたらされる認識障害により影響を受ける。アルツハイマー病を原因とするような認識障害を解明し、正常な老化で起こる一般的な遅延現象による認識障害との区別をつけるという目的を達成するためには、我々は、このプロセスにおける異なるフェーズをそれぞれ独立に巧みに調整しつつ測定する必要がある。

10

【0092】

アルツハイマー病のような病気が原因の認識障害を評価する際、興味深い第一のプロセスは、前記のフェーズ2における記憶検索である。このフェーズにおいて、被験者は、記憶セットに提示されたアイテムが有るかどうかを判断するために、自分の記憶の検索を実行する。先の述べたように、脳波研究により、この記憶検索は、正常な老化では遅延しないことが判っている。しかしながら、もし、記憶に影響を及ぼすアルツハイマー病のような病気により認識の劣化が起こっているならば、この記憶検索は遅延することになる。このような場合、フェーズ2は遅延し、このフェーズの遅延は、反応時間全体の遅延に寄与する。しかしながら、全体的な反応時間は、いかなる病状も呈しない正常な老化に関する変質のために、フェーズ1、3、及び4において遅延する。

20

【0093】

もし、我々が、全体の反応時間だけを測定するのであるならば、この遅延反応(そして、更には、記憶セットが増すにつれてより遅延が増加すること)が、認識障害によってもたらされたフェーズ2における非効率的な記憶検索によるものであるのか、病状とは無関係の正常な老化によってもたらされたその他のフェーズによる遅延によるものであるのか、を知るすべがない。記憶検索フェーズを阻害する、特に病変による認識障害が原因の遅延と、その他のフェーズの処理を遅らせる正常な老化に関係した遅延とを、我々はどのようにして測定すればよいのであろうか?

【0094】

ここが、脳反応が、唯一のそして他の方法では不可能な解決策を提供するところである。研究では、事象関連電位におけるP300(又は、P3)成分の潜時間は、刺激評価に影響され、刺激選択と刺激実行には影響されないことが判っている。これは、P300の潜時間は、その被験者が刺激を認識するのにかかった時間、及び提示されたアイテムが記憶セットにあったかどうかを記憶検索して判断するまでの時間に影響されることを意味する。P300の潜時間は、その人物が自分の反応を選択しボタンを押すのに必要な時間には影響されないのである。

30

【0095】

全体的な潜時間は、老人においては、病変による認識劣化があろうがなかろうが、遅延する。認識劣化の限度内において、記憶検索は遅延し、P300の潜時間も遅延する。記憶検索を遅らせる病変による認識劣化を、正常な老化から切り離すためには、一方で、同じタスクにおけるその他のフェーズをそのまましておきながら、そのタスクにおけるこの特定のフェーズを取り扱い、そして、この取り扱いが脳反応において備える効果を測定する必要がある。

40

【0096】

これは、記憶セットの大きさを変えることによって実行される。記憶セットがただ1つのアイテムを含むのであれば、被験者は、記憶セットにあるかどうかを判断するために、その1つのアイテムの検索を行う必要がある。例えば1アイテムから、同時に6アイテムへと記憶セットのサイズが増加すると、記憶検索タスクで必要とされる処理は、それに応じて増加することになる。P300の潜時間は、被験者が1つのアイテムを検索するのに必

50

要であると示された時間を、記憶セットの各増加に対し手段的に増加させる。

【0097】

このように脳反応におけるP300成分の潜時間、及び、特に記憶セットの大きさを手段的に増加させた場合に潜時間がインクリメンタルに増加する様子は、記憶に影響を及ぼす認識障害についての測定と、記憶とは無関係な他の要因とは独立して、影響を受けない測定を提供する。この他の要因とは、一般的な遅延（例えば親指や初期手段の刺激認識）、より保守的な反応戦略、タスクの難しさが増加するにつれて反応選択が更に遅延することを含む。これらの他の要因の全ては正常な老化において発生するものであり、病変によるいかなる認識障害も示さない。

【0098】

アルツハイマー病により生じた認識障害は、タスクに含まれる記憶検索にかかる時間、特に記憶セットに新しいアイテムが追加されるにつれて、記憶検索にかかる時間の増加に影響を与える。この効果は、P300の潜時間を測定することにより、事実上、測定することができる。P300成分の潜時間は、刺激評価にかかる時間についての指標を提供する。記憶セットのサイズをインクリメンタルに増加させることにより、P300の潜時間がインクリメンタルに増加するということは、記憶検索にかかる時間消費についての指標を与えてくれる。この脳波に基づいた測定法は、認識遅延の核心へ至る知見を与えてくれると共に、正常な老化よりむしろ、アルツハイマー病のような病気の結果としての疾患過程の程度についての知見を与えてくれる。

【0099】

一方では認識障害と共に生じる（しかし、正常な老化では発生しない）記憶検索処理における病変による遅延と、他方では病変による認識障害があろうがなかろうが正常な老化と共に生じる他のフェーズの遅延とをそれぞれ区別する手段を、潜時間だけでは提供してはくれない。正常な老化においては、このタスクにおける潜時間は、いくつかの要因により遅延する：a) フェーズ1、刺激符号化での遅延、b) フェーズ3、反応選択での遅延、c) フェーズ4、反応実行での遅延。脳波研究より記憶検索は正常な老化では遅延しないことが判っている。しかしながら、正常な老化では、例えば記憶セットのサイズが増える等、タスクがより複雑な方へ増加した場合、反応選択のフェーズは遅延する。フェーズ3におけるこのインクリメンタルな遅延は、潜時間だけが測定された場合においては、フェーズ2における記憶検索の遅延と混同される。この場合、潜時間だけを測定していたのでは、記憶検索の時間、つまり正常な老化ではなく認識障害による時間、を測定することは不可能である。

【0100】

脳波測定は、記憶検索に関連した特定の遅延を測定するための、直接的な方法を提供し、これにより、アルツハイマー病のような病気の結果としての記憶に関連した認識障害の貢献度合を、タスク全体のパフォーマンスの遅延から分離する。これにより脳波測定は、一連の高尚なタスク操作と組み合わせられて、アルツハイマー病のような病気の結果としての認識障害を評価するための効果的な唯一の方法を提供する。

【0101】

記憶検索タスクを与えたり、記憶セットのサイズを変えたりすることは、このタスクの認識の難易度を操作する方法の一例である。これを行うにあたり、数多くの他の方法が存在する。他の実施形態においては、被験者は、動詞と名詞といった認識カテゴリの区別を含むタスクを課され、カテゴリに応じた異なる刺激に対して反応する。ここでの操作は、刺激評価の難易度について影響を与えるものである。従って、P300の潜時間に影響する。例えば、名詞と動詞を区別するよりも困難な、他動詞と自動詞のカテゴリ化を要求したり、或いは、認識されカテゴリ化されるべきアイテムやアイテムの種類を変えるなど、カテゴリのルールを変更することによって、このタスクの難易度は多様化される。更に他の実施形態においては、被験者は、通常記憶されるべきアイテム認識（例えば、被験者の住所、家族の名前、具体的な人生上の出来事）を含んだ記憶に関するタスクを課され、このタスクの認識の難しさは、認識されていてしかるべき、忘れられない事柄に影響を与

10

20

30

40

50

えている要因を変化させる（例えば、被験者によって、あまり目立たないアイテムを提示することにより、多様化される。それぞれの場合において脳波測定は、認識タスクにおける速度と有効性についての計測技術と、タスクの難しさの増加による認識機能への影響を提供する。これにより、疾患過程や怪我に起因する認識障害を、検知すると共に定量化することができる。

【0102】

他の脳波技術は、病気により影響を受けている他の認識処理の客観的な測定を提供する。ダイナミックシステム分析（カオス数学）は、特定の認識タスクを特定の被験者に実施した場合に生じる脳における処理の秩序性および複雑性の測定値を、その行動を測定した場合とは独立に、提供する。多角的脳波反応分析（MERA）は、脳指紋鑑定鑑定についての本発明者により発明され、特許を受けた脳波測定の手順であるが、また、客観的かつ、行動を測定した場合とは独立な、認識処理における秩序性についての別の測定方法を提供する。これら両方の技術は、アルツハイマー病に関連した特定の障害の調査へ適用することができると共に、診断、疾患の進行の評価、そして治療の有効性の評価に役立つ複数の指標を提供することにも適用することができる。

10

【0103】

アルツハイマー病や他の認識障害の診断に脳波を適用するためには、アルツハイマー病や他の疾患過程に関連した認識障害を総合的に調査することが必要であり、それは、各認識障害と最も正確に対応した脳反応を1つ1つ区別し、診断プロトコルを開発し、疾患の進行の変性を追跡し、そして、認識の機能及び、治療の有効性のその後の様子の客観的な測定方法を提供するために脳波測定を用いることである。この技術は、以下を含む。

20

A．アルツハイマー病と関連した変性過程に参加した特定の認識処理についての、事象関連電位指標。

B．アルツハイマー病と関連した記憶障害についての、事象関連電位指標。

C．疾患過程の診断と評価のための、事象関連電位プロトコル。

D．事象関連電位を用いた場合の、投薬及び他の介入についての有効性の客観的な評価。

E．認識機能、疾患過程での有効性、及び、アルツハイマー病における秩序性と複雑性を考慮した認識障害のそれぞれを評価するためのダイナミックシステム分析技術。

F．疾患の経過診断と評価のための、ダイナミックシステム分析プロトコル。

G．ダイナミックシステム分析を用いた場合の、投薬及び他の介入についての有効性の客観的な評価。

30

H．認識機能と疾患過程の効果とを評価するための多角的脳波反応分析（MERA）技術。

I．疾患の経過の診断と評価のための、MERAプロトコル。

J．MERAを使用している場合の、投薬及び他の介入についての有効性の客観的な評価。

【0104】

C．法医学技術としての脳指紋鑑定鑑定

犯罪活動捜査における中心的な課題は2つある。1)過去に起きた犯罪の犯人、及びそれらに荷担し計画した人間を特定すること。2)将来犯罪となる行動を実行しようとする訓練されている犯罪者を特定することである。脳指紋鑑定は、これら両方のニーズを扱うことができる。

40

【0105】

1．犯罪行動の調査

犯罪の犯人と、容疑をかけられた無実な人との根本的な違いは、犯人がその罪を犯し、彼は自分の脳にその事件の記録を有しているが、無実な人にはそれが無いことである。脳指紋鑑定鑑定の発明までは、この根本的な違いを検知する方法は存在しなかった。脳内に、記憶された情報が有るか無いかを検知することにより、脳指紋鑑定鑑定は、犯罪との闘いにおける中心課題に対して正確で科学的な解決方法を提供する。

【0106】

50

科学的な研究と現実的な適用により、脳指紋鑑定鑑定は、コンピュータスクリーンに提示（表示）された情報に対する電氣的な脳反応を測定することにより人間の脳に記憶された情報を非常に高い精度で検知することが判明している。既知の情報、即ち、その脳に記憶された情報と一致した情報、に対する脳の反応は、未知の情報、または無関係な情報とは、明らかに区別し得る。

【0107】

FBI捜査官でのテスト、実生活における様々な状況、及び実犯罪のケースにおいて、実際の犯罪や他の多くの状況に関して、脳指紋鑑定鑑定は、脳に記憶された情報を、極めて正確かつ効果的に検知することが判明している。同様に、この科学技術は、特定の犯罪行動に荷担したり、それらの行動の計画を手助けしたことがある人間を特定するのに役立つことができる。このように、脳指紋鑑定鑑定は、犯罪操作のキーとなる能力を提供することができる。

10

【0108】

一旦犯罪が発生すると、調査官は、犯罪行為だけでなく、その犯罪につながる荷担や計画についての幅広い証拠を、しばしば発見することができる。一旦これらの詳細が明らかになると、脳指紋鑑定鑑定は、生き残ることができた（そうではないかもしれないが）、その犯罪行為の直接的な犯人達だけではなく、巨大犯罪を犯すのに必要な、計画や訓練や援助に参加したいかなる人間をも、検知することに使用することができる。

【0109】

調査官が情報を公開すればそれだけ、その情報に参加した人間を特定できる情報が、公知になることを意味する。脳指紋鑑定鑑定は、特定の犯罪行為における内部構造についての情報を、誰が知っていて誰が知らないのか、客観的に判別することができ、その情報は、当該犯罪活動で役割を演じた人間（そして、それらの犯罪活動を調査した人間）には知られているが、例えば、人種、民族、服装、生活様式、或いは、知らずに犯人と接触した等のいわれなき理由により疑わしく見える無実の人々には、知られていない。

20

【0110】

組織化された大規模な犯罪においては、しばしば、犯罪を思い付いて計画する立案者は、実際の犯行には別の人間を送り込む。このような方法によって、直接手を下した犯人がつかまったり生き残らない場合であっても、立案者は、検挙を逃れて、犯罪活動を続けることができる。これらの犯罪の立案者、共謀者および計画者達は、結局のところ犯罪に直接参加せず、そのために、外的な物的証拠や目撃者により検挙することが脆弱になるのであるが、しかし、それでもなお、彼らは、その深く関わったものだけが知っている、その犯罪や連続犯罪の詳細な記録を持っているのである。脳内におけるこの情報を検知することによって、脳指紋鑑定鑑定は、直接手を下した犯人だけではなく、実際に犯罪を思い付き、作り上げ、計画した人間をも検知する手段を提供することができるのである。

30

【0111】

2. 犯行を犯す前に犯罪を検知する
脳指紋鑑定鑑定は、過去の犯罪の犯人や計画者を検知することができるのみならず、罪を犯すために訓練をして人間を、犯行に及ぶ前に検知することもできる。ある組織化された犯罪組織のメンバーと、無実な人との根本的な違いは、犯罪者は、犯罪組織や計画に関する犯罪情報を持っているが、無実な人にはこれが無いという点である。もし、脳指紋鑑定鑑定が、FBI捜査官しか知らない情報に対する脳の反応を測定することによって、FBI捜査官を検知できるならば、同じ技術が、特定の犯罪訓練や、大衆には知られていない教義や、組織化された犯罪組織の内部構造に詳しい犯人を検知することに利用することができる。これは、そうした人々にだけ知られている情報に対する脳の反応を測定することにより行われる。脳指紋鑑定鑑定は、この情報の有無を検知することができ、これにより、無実な人と犯人とを区別することができる。犯罪者は、相応に扱われる。何かの理由で容疑を掛けられていた無実な人は、その疑いを晴らし、自分の生活へ戻ることができる。

40

【0112】

他のいかなる科学とも同じように、脳指紋鑑定鑑定は、慎重かつ賢明に適用されるべきで

50

ある。

脳指紋鑑定鑑定テストを管理する前に、調査官は、その個人が、特定の調査対象について犯罪とは無関係な理由で、その情報に関心を持ってアクセスしたことがあるかどうかを、確かめなければならない。もしある人が、犯罪学の専門家であり、組織犯罪を研究していたら、明らかに、その人物は、通常の人が知らない組織化された犯罪に関する情報を持っているであろう。彼は、そういった犯罪の調査へ参与することにより、特定の犯罪についての詳細を知っているかもしれない。このような場合、脳指紋鑑定鑑定は適用できない。一方で、容疑を掛けられている犯罪組織の親分が、一連の犯罪を含む組織的な犯罪共謀については知らないと主張した場合には、脳指紋鑑定鑑定は、実際に、彼が“有罪となる知識”を持っているかどうかを判別するのに利用することができる。

10

【0113】

3. 脳指紋鑑定鑑定は、一般的なスクリーニングには適用できない

“スクリーニング”という用語は、一般的なスクリーニングプログラムに関して最も良く使用されており、この場合、調査官は、特別に何を検知するかについては知らない。一般的なスクリーニングは、後述される特別なスクリーニングとは区別されるべきである。一般的なスクリーニングの一例とは、高い秘密事項扱い許可が与えられる立場のための、採用前や定期的なスクリーニングであり、この場合、当局は、この希望者が、財政的な問題や、ドラッグやアルコールの問題がないか、いかなる種類であれ過去に犯罪活動がないか、変質行動はないか、いかなるかたちであれ組織に危害を加える意図はないか、或いは、彼の地位を危うくする活動や、彼又は彼女に与えられた信用を損なわせるような圧力をかけやすい活動がないかどうかを判断するために行う。脳指紋鑑定鑑定は、このような一般的なスクリーニングプログラムには適用できない。自分が探すべき特定の活動や情報が何であるかを当局は知らない場合、何によりテストをするかの判断の方法がない。希望者や雇用者が有するであろう全ての考えられる、調査対象の組織にとって憂慮すべき経験のために一組の刺激を作り上げることは、明らかに不可能である。

20

【0114】

4. 脳指紋鑑定鑑定は、特定のスクリーニングには、非常に効果的で正確である

特定のスクリーニングアプリケーションにおいて調査官は、特定の知識、情報、或いは、ある特定の個人により所有されており他の人には所有されていない専門知識、例えば、組織化された特定の犯罪組織の人員、を探している。多くの状況において、特に犯罪活動の調査においては、調査官は自分が探している事柄についての良い考えを持っている。調査官が、自分が探している情報について合理的な考えを持っている場合、脳指紋鑑定鑑定は、相当な価値がある。このことは、FBI調査官とそうでは無い人との区別をつけた脳指紋鑑定鑑定におけるFBI捜査官研究において証明された。

30

【0115】

他のいかなる科学技術と同じように、脳指紋鑑定鑑定は、慎重かつ賢明でなければならない。もちろん、犯人ではない人が、組織化された犯罪活動や訓練について、相当なる知識を持つ場合がある。例えば、大学教授、軍人、及び法執行の専門家は、課題のかなり詳細を研究しているかもしれない。これは、問題ではない。特定の犯罪関連の知識を有することに合法的な理由を有する人間は、必要で適切な時に、彼らの背景とその経歴の正確さを、インタビューによりチェックすることにより、特定することができる。

40

【0116】

5. 人権の保持

犯罪の犯人を特定する一方で、人権を保持し、無実の容疑者の心の傷を最小化することは、絶対に重要である。脳指紋鑑定鑑定は、これら両方のニーズにも応える。脳指紋鑑定鑑定は、非侵襲的、非ストレス的、及び、非証言的である。無実な人は、コンピュータスクリーン上の、一連の、単語やフレーズや画像をただ眺めるだけでよく、いずれが犯罪や犯人に関連するかについて、知りさえしない。犯罪に関連する情報を彼が認識していないということは、彼の脳の反応が証明してくれるのであって、これにより無実な人々は、ストレスや心の傷を最小にしたままで、その一方で、彼または彼女の権利と尊厳を保持したま

50

まで、身の潔白を証明することができる。

【0117】

脳指紋鑑定によりテストすることで実際の犯人を特定する場合において、犯行におよぶ前に、罪を犯す計画を持つ人間を十分に早期に検知した場合、脳指紋鑑定は、そうした犯罪による生命や所有物への損害を避ける為に用いることができる。既に起こった犯罪行為の犯人や計画者を検知するために用いられた場合には、脳指紋鑑定は、それらの犯罪者を司法官へと引き渡すことにより、犯罪者から社会が更に損害を被ることを避けることができる。

【0118】

D. 宣伝広告、訓練、および教育における脳波の適用

先に述べたように、法医学アプリケーションにおいて、脳波測定は、特定の脳に何の情報か記憶されているかを判断するために用いられる。先に述べた医療アプリケーションにおいて、脳波測定は、疾患過程が原因の認識障害や記憶障害における脳波のかたちの測定に基づき、疾患過程の診断に用いられる。同様にして、脳測定は、疾患の進行を追跡し、治療の有効性を評価するために利用される。

【0119】

訓練プログラムや教育プログラムの評価、そしてまた、宣伝広告の有効性の評価においては、測定するための価値ある重要なことは、その被験者が何を知っている、或いは、その被験者がどのくらい効率良く機能しているかではなく、むしろ、特定の宣伝や訓練プロトコルが、どのくらい効果的に情報を与え、注意や理解や事柄の記憶を喚起しているかである。換言すれば、法医学アプリケーションは、人が何を知っているかについて評価する。医療アプリケーションは、人がどれくらい効率良く、認知的にものを処理し学習し記憶しているかを評価する。教育や訓練や宣伝番組を評価するタスクとは、特定のプログラムが、どのくらい効率良く、その人に対して注意を喚起し、処理や情報の記憶を活性化させるかを判断することである。

【0120】

医療アプリケーションで利用されたのと同じ脳波反応、及び同じプロトコルが、宣伝と訓練を評価することについての好ましい実施形態で使用される。医療アプリケーションにおいては、テクニックは、標準的な入力を利用して、各人がどのように反応するかを評価することである。訓練、教育、及び宣伝広告における評価においては、テクニックとは、正常な被験者へ与えられる入力を変え、そして、脳が生成する、異なった脳反応を測定することで、異なった情報提示の選択に対する影響を、評価することである。これらの脳反応は、その入力が見ている人に望ましい影響を生じさせたかどうか、そしてその入力がどの程度、見ている人に望ましい影響を生じさせたかどうかについての客観的な測定方法を与える。

【0121】

例えば、訓練や教育ビデオ、又はテレビ宣伝広告における評価において、第一に、我々は、このメディアが見ている人の注意を喚起するのに効果的であるかを知りたい。次に我々は、見ている人が、提示された重要な特徴、例えば製品のブランド名や重要な訓練情報に注意を向けて、認識的に処理を行っているかどうかを知りたい。そして第3に、重要な情報が記憶されたかどうかを知りたい。

【0122】

事象関連脳電位、ダイナミックシステム分析、及び多角的脳波反応分析(MERA)の全てについて、特定の刺激セットを与えることにより注意のレベルについての客観的な測定値を被験者に与えることができるということが、知られている。また、これらの技術の全ては、認識処理におけるレベル、複雑さ、及び秩序性のそれぞれを評価するのに効果的であることが示されている。事象関連電位およびMERAは、人が注意を向けて処理を行っている特定の事柄の効果的な測定値を与えることが示されている。事象関連電位およびMERAは、また、記憶処理の評価においても効果的である。

【0123】

10

20

30

40

50

好ましい実施形態において、宣伝広告、教育メディア及び訓練メディアが提示している間に、これらの事柄により惹起された注意と処理とを評価するために、そして、特にプレゼンテーションにおいて、被験者が注意を向け、処理を行い、記憶しようとしているのは何であるかを評価するために、これらの脳波測定は適用される。宣伝広告や、訓練メディア、教育メディアが公開された後に、被験者達はその公開以来、何を記憶しつづけているかをテストする場合において、脳波測定はまた適用される。標準プロトコルを利用することにより、テストは、広範囲にわたる方法で、効果的に適用される。

【0124】

宣伝広告、訓練および教育の評価の為の脳波適用は、以下を含む

- A．事象関連脳電位測定により、宣伝広告による注意の惹起に関する有効性を評価すること。 10
- B．MERAにより、宣伝広告による注意の惹起に関する有効性を評価すること。
- C．ダイナミックシステム分析により、宣伝広告による注意の惹起に関する有効性を評価すること。
- D．事象関連脳電位を測定することにより、教育及び訓練教材による注意の惹起に関する有効性を評価すること。
- E．MERAにより、教育及び訓練教材による注意の惹起に関する有効性を評価すること。
- F．ダイナミックシステム分析により、教育及び訓練教材による注意の惹起に関する有効性を評価すること。 20
- G．事象関連脳電位を測定することにより、宣伝広告による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。
- H．MERAにより、宣伝広告による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。
- I．ダイナミックシステム分析により、宣伝広告による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。
- J．事象関連脳電位を測定することにより、教育及び訓練教材による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。
- K．MERAにより、教育及び訓練教材による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。 30
- L．ダイナミックシステム分析により、教育及び訓練教材による関連した認識処理の惹起に関する有効性を評価すること。
- M．事象関連脳電位測定により、その宣伝広告が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。
- N．MERAにより、その宣伝広告が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。
- O．ダイナミックシステム分析により、その宣伝広告が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。
- P．事象関連脳電位測定により、教育及び訓練教材が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。 40
- Q．MERAにより、教育及び訓練教材が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。
- R．ダイナミックシステム分析により、教育及び訓練教材が重要な事柄を顕著化しかつ記憶させることができたかを評価すること。

【産業上の利用可能性】

【0125】

前述された本発明に係る好ましい実施形態を、図示した図面と共に、読みそして理解すれば、本主題、即ち、脳機能における、脳指紋鑑定、測定、評価、及び分析の為の方法および装置に関するいくつかの明確な効果が得られることは、明らかである。

【0126】

本発明に関する一つの効果は、認識障害を診断し、かつ認識障害の為の治療の有効性を評価する手法を提供することである。

【0127】

本発明に関する他の効果は、ある特定の個人において、精神的および身体的処理におけるいずれの処理が、減衰しているのか、そしてどのくらい減衰しているのか、を客観的かつ定量的に判断する手段を提供することである。

本発明に関する更に他の効果は、法科学に用いることのできる証拠を作る手段を提供することである。

本発明の更なる効果は、宣伝広告、教育、および訓練の評価に利用できることである。

前述した内容によれば、本発明は、老化及びアルツハイマー病において、脳機能における、脳指紋鑑定鑑定、測定、評価、及び分析の為の方法および装置を提供する。 10

【0128】

本発明の記載において参照された内容を、本発明における好ましい実施形態及び図示する効果にしてもよい。そして当業者は、本発明の技術的範囲において、実施形態に、多様な変更、又は改良を加えることができる。そのような変更又は改良を加えることができるのは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】本出願人の発明に係る装置のブロック図の一例を示す。

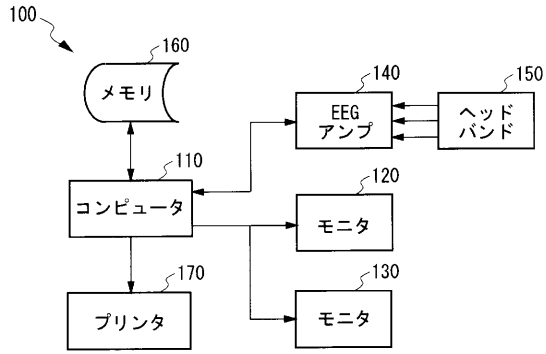
【図2】本出願人の発明に係る装置を遠隔部から操作する概要を示す。 20

【符号の説明】

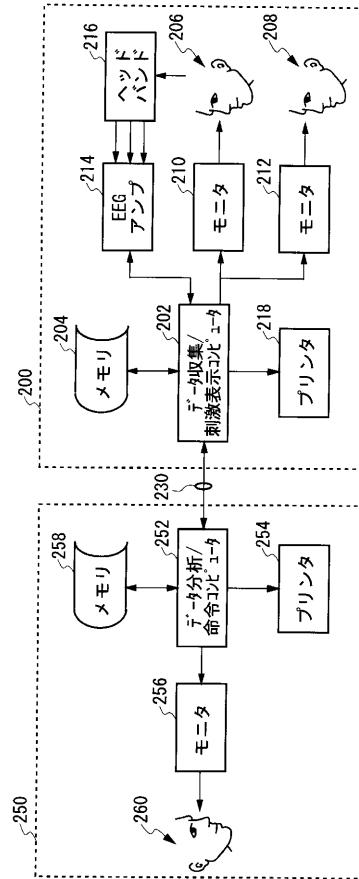
【0130】

100...脳指紋鑑定鑑定システム、110...パーソナルコンピュータ、120, 130...モニタ、140...4チャンネルのEEGアンプシステム、150...特別ヘッドバンド、160...メモリ装置、170...プリンタ、200...ローカルサイト

【 図 1 】



【 図 2 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
19 December 2002 (19.12.2002)

PCT

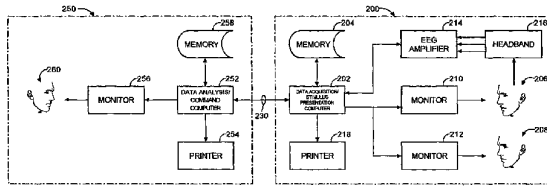
(10) International Publication Number
WO 02/100241 A2

- (51) International Patent Classification: **A61B** CZ, DE, DK, DM, DZ, FC, FE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, IR, IU, IT, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (21) International Application Number: PCT/US02/17750
- (22) International Filing Date: 7 June 2002 (07.06.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/296,222 7 June 2001 (07.06.2001) US
- (71) Applicant and (72) Inventor: FARWELL, Lawrence [US/US]; P.O. Box 176, Fairfield, IA 52556 (US).
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BI, CI, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (74) Agent: KILE, Bradford, E.; Kile, Gookjian, Lerner & Reed P.L.L.C., Suite 800, 1101 Pennsylvania Avenue, N.W., Washington, DC 20004 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,

Published: without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR BRAIN FINGERPRINTING, MEASUREMENT, ASSESSMENT AND ANALYSIS OF BRAIN FUNCTION



(57) Abstract: Electrical signals originating in the brain are measured and analysed. In one embodiment, this technology serves to assess brain functioning as a means to evaluate cognitive functioning, to detect cognitive deficits such as those brought about by Alzheimer's, and to assess the efficacy of treatments for cognitive disorders. In another embodiment, which is an improvement on technology previously patented by the inventor, this technology serves to detect information in the brain as a means of detecting participation in specific organizations, acts, or criminal activity. In a third embodiment, this technology serves to evaluate the effectiveness of advertising, educational and training presentations by detecting the attention, information processing, and memory related responses to these presentations as revealed by brain waves.

WO 02/100241 A2

WO 02/100241

PCT/US02/17750

METHOD AND APPARATUS FOR BRAIN FINGERPRINTING,
MEASUREMENT, ASSESSMENT AND ANALYSIS OF BRAIN FUNCTION

RELATED PATENTS

5 This application relates to prior United States patents 5,363,858 entitled
"Method and Apparatus for Multifaceted Electroencephalographic Response
Analysis (MERA);" 5,406,956 entitled "Method and Apparatus for Truth
Detection;" and 5,467,777 entitled "Method for Electroencephalographic
Information Detection;" all of common inventorship with the subject application.
10 The disclosures of these prior patents are hereby incorporated by reference as
though set forth in length.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

15 The present invention relates to a method and apparatus for Brain
Fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function.

Detection of Concealed Information through Electrical Brain Responses

 The invention relates to applicant's prior patented technology which is no
20 commonly known as Brain Fingerprinting. Brain Fingerprinting has been
extensively tested and proven, and clear scientific protocols and techniques have
been established for its implementation. The science involved in Brain
Fingerprinting has been thoroughly tested, proven highly accurate, and extensively
peer reviewed and published. This science is widely accepted in the relevant
25 scientific community. Brain Fingerprinting has been admitted as evidence in
court. Refinements in the technology, however, are still both possible and
valuable.

 The basic bootstrapping data analysis algorithm now incorporated in

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Brain Fingerprinting has proved to be highly effective in detecting concealed information stored in the brain, including not only laboratory research but also cases of detecting information regarding real-life events. Nevertheless, additional, more sophisticated data analysis techniques can add to the efficacy of the technology, particularly in demanding field situations. The advanced data analysis techniques that show promise for improving the efficacy of Brain Fingerprinting include bootstrapping on unweighted double-centered correlations, bootstrapping on single centered correlations, bootstrapping on positive and negative areas and peaks, covariance with a template, stepwise linear discriminant analysis, dynamical systems (chaos) analysis, frequency domain analysis, bootstrapping on the frequency spectra, time-frequency analysis, and multiple-electrode correlations.

Moreover, refinements of the Brain Fingerprinting technology, as described below, can be applied to address criminal activity. A central problem in investigating criminal activity is twofold: 1) to identify the perpetrators of criminal acts that have already occurred, and 2) to identify criminals who are trained to accomplish specific crimes before they strike. Brain Fingerprinting addresses both of these needs.

Brain Fingerprinting detects information stored in the human brain with extremely high accuracy by measuring electrical brain responses to information presented on a computer screen. The brain response to known information -- that is, information that matches the information stored in the brain -- is clearly distinguishable from the brain response to unknown information.

Brain Fingerprinting has proven to be extremely effective in detecting information stored in the brain regarding actual crimes and many other situations.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

In the same way, this scientific technology can be used to identify those who have perpetrated specific criminal acts or have helped in the planning of these acts. Brain Fingerprinting thus can provide a key capability in the investigation of criminal activity.

5 Moreover, Brain Fingerprinting can detect individuals trained in methods for perpetrating crimes before they strike. If Brain Fingerprinting can detect an FBI agent by measuring brain responses to information known only to FBI agents, we can use the same technology to detect an individual who has had specific crime-related training or indoctrination not known to the general public, or who is a
10 member of a specific criminal group, by measuring brain responses to information uniquely known to such individuals. Innocent people who may have fallen under suspicion for any reason can be cleared of suspicion and allowed to go on with their lives.

 The difficulties, limitations and desires suggested in the preceding are not
15 intended to be exhaustive, but rather are among many which demonstrate that prior art methods and systems for Brain Fingerprinting will admit to worthwhile improvement.

OVERVIEW OF BRAIN FINGERPRINTING

Electrical Brain Responses as a Diagnostic Tool

20 An effective diagnostic tool must be based on a specific and sophisticated understanding of that which is to be diagnosed. Progress in the development of a diagnostic tool involves developing an increasingly specific and sophisticated definition of the phenomenon to be diagnosed, and developing objective measures that bring under experimental control critical aspects of the phenomenon to be
25 measured.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Considerable progress along these lines has taken place towards the goals of developing brain-wave-based measures of the normal aging process and diagnostic tools for Alzheimer's and other aging-related disease processes. Two reviews of the literature on event-related brain potentials and aging that have been published by the inventor and his colleagues outline some of the major milestones in this progress. One was published in *Progress in Brain Research, Volume 70: Aging of the Brain and Alzheimer's Disease*, the other in *Annual Review of Gerontology and Geriatrics, Volume 7*.

Initial attempts to study the aging brain through the use of brain-wave measurements used frequency analysis of brain waves in situations where no specific tasks were assigned. It was discovered that there was a generalized reduction in the frequency of brain waves in aging. Such measurements were inevitably imprecise, however, due to two major factors. First of all, frequency analysis (dividing the electroencephalographic output into alpha waves, beta waves, etc.) provides only a very coarse and non-specific picture of electroencephalographic activity. Second, and more importantly, measuring brain waves in a situation where the subject is given no instructions other than to sit and have his brain waves measured fails to bring under experimental control the relevant phenomena. In the absence of any assigned task, there is an extremely wide variety of things that a subject may be doing with his brain during the process of sitting and having his brain waves measured. Thus, there will be wide variability in the results of any measurement, and the more accurate the metric is in reflecting what is going on in the brain, the greater the variability of results.

The fact is that the brain is not a simple generator of neuronal impulses that can be measured at the scalp electroencephalographically. It is an extremely

WO 02/100241

PCT/US02/17750

complex system with widely varying functions that can be implemented in response to widely varying tasks. The results of measurements of its activity depend on what it is doing at the time. Some of the algorithms it can implement are relevant to aging and/or Alzheimer's, and some are not. Thus, the utility, specificity, and
5 diagnostic value of simple measurements of brain waves in the absence of specific tasks will inevitably be severely limited, particularly in cases such as Alzheimer's where the relevant deficits are in higher-order brain processes.

The next phase of progress in the measurement of brain functioning in aging and disease processes came with the introduction of specific stimuli while
10 brain waves were being measured. It was found, for example, that peripheral nerve degeneration (in the sensory systems) could be measured by the automatic response to changing visual patterns presented to the subject on a computer screen. This process of measuring responses to sensory stimuli resulted in a useful diagnostic tool for measuring the progress of MS, which affects the speed of nerve
15 conduction in the peripheral sensory nervous system.

The measurement of brain-wave responses to sensory stimuli, however, also has inevitable limitations. Such metrics are useful when what is being measured is a peripheral process that is entirely driven by the stimulus presented. In aging, Alzheimer's, and many other disease processes, the brain functions
20 affected are not peripheral sensory processing, but rather highly complex central nervous system information-processing functions.

The brain is much more than a simple stimulus-response box. It is a highly complex system, capable of highly complex information-processing activities that vary depending not only on the sensory stimulus, but also on the state, perceived
25 tasks, tactics, strategies, and information-processing algorithms implemented by

WO 02/100241

PCT/US02/17750

the subject. Any system that will stand a chance of being an effective diagnostic tool for deficits in memory, cognitive tasks, and other higher-order processes that are affected by aging and by Alzheimer's must necessarily accomplish two goals. It must differentially elicit the relevant processes (e.g., memory access), and it must
5 differentially measure the functioning of the brain when these processes are implemented. Only by achieving a high level of specificity in task demands and metrics to assess the brain's activities while accomplishing these tasks is it possible to achieve an adequate diagnostic metric. As is discussed in some detail in the two attached review articles by Dr. Farwell and his colleagues, previous unsuccessful
10 attempts to utilize brain-waves diagnostically have generally failed to take this requirement into account, and have relied on an unrealistically simplistic view of the brain and the information processing it carries out.

A rather extensive body of research exists, however, where scientists have taken into account the richness and complexity of the information-processing
15 activities undertaken by the brain, and the need to bring these different activities under experimental control and to differentially measure their electroencephalographic manifestations. This field has progressed to the point where it shows great promise for developing electroencephalographic diagnostic tools and metrics for aging, Alzheimer's, and other aging-related disease processes.

It has long been known that elderly people accomplish tasks more slowly
20 than younger people, and that people with Alzheimer's accomplish some of these tasks even more slowly. Take, for example a task where a subject must read a phrase flashed on a computer screen, determine whether or not it is in an assigned memory set, and push one of two buttons indicating his response. It comes as no
25 surprise that older people perform this task more slowly than younger people.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Early theories of aging held that this kind of effect was due to a generalized, non-specific slowing of neuronal functioning in aging. Event-related potential research, however, has disproved this hypothesis, by enabling scientists to parse the different phases of the information-processing, sensory, and motor activity that
5 comprise the task.

Note that the overall task under consideration involves some information-processing activities, such as a memory search, that are relevant to the deficits produced by Alzheimer's, and other activities, such as physically moving the thumb down on a button, that are not. In developing diagnostic tools and metrics
10 relevant to important central-nervous-system decline in functioning due to aging, and in particular deficits due to Alzheimer's, we are concerned with higher-order information-processing, and not with purely motor or sensory deficits. That portion of the age-related slowing that takes place as a result of the fact that old peoples' thumbs move more slowly than those of the young is not of interest in this
15 context. The aspect of the task that involves a memory search, however, is of considerable interest and relevance.

By parsing the task into its specific information-processing components -- which are observable through electroencephalographic measures but are not observable through overt behavior -- research in event-related brain potentials has
20 shed considerable light on the locus of slowing in aging. Contrary to early theories, this slowing is not uniform across all neuronal activities and processes. Specifically, event-related potential research showed that in the memory task described above, there was little or no slowing in the actual component of the process that involved memory search. In normal subjects, the age-related slowing
25 took place in several phases: 1) evaluation of the stimulus; 2) response selection; 3)

WO 02/100241

PCT/US02/17750

the adoption of a more conservative strategy emphasizing accuracy rather than speed in the elderly (which is not a deficit); and 4) motor activity.

These results were found in the case of normal aging in the absence of disease processes. With Alzheimer's and the well-established concomitant memory and cognitive deficits, we would expect a different picture. In Alzheimer's patients, we would expect a slowing not only in those aspects of the task that slow with normal aging, but also a slowing in the memory search process itself. This is a process that is amenable to precise measurement through event-related potential measurements using the P300 component, one of the major components used by Dr. Farwell in the forensic applications of Brain Fingerprinting.

There has been some preliminary progress already in using event-related potentials, in particular the P300, in the differential diagnosis of dementia. Research has shown substantial increase in the latency of P300 in demented subjects that was not found in subjects showing very similar outward symptoms due to depression rather than dementia, nor was it found in normal elderly subjects.

Such results show that event-related brain potentials and other related electroencephalographic technologies hold significant promise for developing a viable technology for diagnosis of Alzheimer's, tracking of the progress of the disease, and quick and objective evaluation of the effectiveness of treatment.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Electrical Brain Responses as a Forensic Tool

Brain Fingerprinting detects the record of a crime or other act stored in the brain of a perpetrator. It can detect trained criminals or members of criminal groups before they strike. It is also capable of exonerating innocent suspects quickly and non-stressfully.

A. A technique of proven accuracy in US government tests

Brain Fingerprinting is a new computer-based technology to detect the record of a crime stored in the brain of a perpetrator accurately and scientifically by measuring brain-wave responses to crime-relevant words or pictures presented on a computer screen. Brain Fingerprinting has proven accurate to date in tests, including tests on FBI agents, tests for the CIA and for the US Navy, and tests on real-life situations including actual crimes.

B. Scientific detection of the record of the crime in the perpetrator's brain

Brain Fingerprinting is based on the principle that the brain is central to all human acts. In a criminal act, there may or may not be many kinds of peripheral evidence, but the brain is always there, planning, executing, and recording the crime. The fundamental difference between a perpetrator and a falsely accused, innocent person is that the perpetrator, having committed the crime, has the details of the crime stored in his brain, and the innocent suspect does not. This is what Brain Fingerprinting detects scientifically.

C. Matching evidence from a crime scene with evidence on the perpetrator

Brain Fingerprinting matches evidence from a crime scene with evidence stored in the brain of the perpetrator, similarly to the way conventional fingerprinting matches fingerprints at the crime scene with the fingers of the perpetrator, and DNA fingerprinting matches biological samples from the crime

WO 02/100241

PCT/US02/17750

scene with the DNA in the body of the perpetrator.

D. Applicability of Brain Fingerprinting

DNA and conventional fingerprinting are extremely accurate techniques. DNA and fingerprints, however, are found in only a small percent of crimes. Even with a low percent of applicability, however, these techniques are highly valuable. Brain Fingerprinting has a much wider applicability than DNA and conventional fingerprinting. The brain is always there, planning, executing, and recording the crime. All that is necessary for Brain Fingerprinting to be applicable in a particular case is that the investigators properly collect and preserve the necessary evidence of the specific details of what happened, so that suspects can be tested for knowledge of these details. Even with no improvement in present methods (where investigators do not typically collect and preserve evidence in an optimal way to apply the technique), Brain Fingerprinting can be applied in approximately 10% of criminal investigations.

E. Brain Fingerprinting found admissible in court in murder case

On April 25, 2000, Dr. Farwell used Brain Fingerprinting to test a man who has spent 23 years in prison for murder. In March, 2001 an Iowa judge ruled Brain Fingerprinting admissible in the Terry Harrington case. The judge did not, however, grant him a new trial. Harrington is appealing the decision denying him a new trial to the Iowa Supreme Court, seeking a new trial based on Brain Fingerprinting and other evidence.

Harrington was convicted in 1978 of the murder of a retired policeman who was working as a security guard, based primarily on the testimony of an alleged witness who was himself involved in the crime.

Brain Fingerprinting proved that Harrington's brain did not contain

WO 02/100241

PCT/US02/17750

details of the crime that the perpetrator would have encountered in committing the crime. Brain Fingerprinting proved that the record stored in Harrington's brain did not match the crime scene, and did match Harrington's alibi.

After the Brain Fingerprinting test, the only alleged witness to the crime -- whose testimony was the primary basis for Harrington's conviction -- recanted his testimony and admitted under oath that he did not witness Harrington committing the crime. Legal efforts to win Harrington's freedom based on Brain Fingerprinting and other newly discovered exculpatory evidence are ongoing.

F. How the technology works

Brain Fingerprinting works as follows. Words, phrases, or pictures relevant to a crime are flashed on a computer screen, along with other, irrelevant words or pictures. Electrical brain responses are measured non-invasively through a headband equipped with sensors. It has been well established scientifically that a specific brain-wave response is elicited when the brain processes noteworthy information it recognizes. A thoroughly researched response that is elicited by this recognition process is known as a P300. Dr. Farwell has discovered that the P300 is a part of a more comprehensive response known as a MERMER (memory and encoding related multifaceted electroencephalographic response). Thus, when details of the crime that only the perpetrator would know are presented, a P300 and a MERMER are emitted by the brain of a perpetrator, but not by the brain of an innocent suspect. In Brain Fingerprinting, a computer analyzes the brain response to detect the P300/MERMER, and thus determines scientifically whether or not the specific crime-relevant information is stored in the brain of the suspect.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

G. Scientific experiments, field tests, and criminal cases

Five scientific studies, along with field tests and actual criminal cases, involving over 170 individuals, are described in various scientific publications and technical reports by Dr. Lawrence A. Farwell and his colleagues. These scientific tests have verified the extremely high level of accuracy, effectiveness, and utility of Brain Fingerprinting. Since the discovery of the MERMER, Brain Fingerprinting has had highly accurate scientific results in studies, field tests, and actual cases conducted to date. Brain Fingerprinting has been thoroughly tested and proven both in the laboratory and in the field. Of the 170 tests conducted, over 80 were real-life tests involving detecting information regarding actual, real-life events, and the rest were laboratory studies.

1. Federal Bureau of Investigation (FBI) studies

Brain Fingerprinting had 100% accurate scientific results in distinguishing 17 FBI agents and 4 non-FBI agents from a group of 21 subjects. The detection of FBI agents indicates that the system could detect members of a criminal organization as well as perpetrators of a specific crime. In Experiment 1, the information detected was specific knowledge that would identify an individual as an FBI agent. The purpose of this experiment was to determine whether this method could be useful in detecting members of a group or organization or people with a particular knowledge. Stimuli were words, phrases, and acronyms flashed on a computer screen. Experiment 2 at the FBI correctly detected whether or not individuals had participated in specific, real-life events.

2. Brain Fingerprinting catches a serial killer

On August 5, 1999 Dr. Farwell used Brain Fingerprinting to test the brain of suspected serial killer James B. Grinder for the details of the rape and murder

WO 02/100241

PCT/US02/17750

of Julie Helton that had occurred 15 years earlier. The Brain Fingerprinting test showed that Grinder's brain clearly contained a comprehensive record of the crime. Faced with an almost certain conviction and probable death sentence, Grinder pleaded guilty one week later in exchange for a sentence of life in prison without parole. He is currently serving that sentence, and has confessed to the murders of several other young women.

3. Brain Fingerprinting found admissible in court in murder case

On April 25, 2000, Dr. Farwell used Brain Fingerprinting to test Terry Harrington, a man who has spent 23 years in prison for murder. Brain Fingerprinting showed that the record stored in his brain did not match the crime scene and did match his alibi. In January, 2001 an Iowa judge ruled Brain Fingerprinting admissible in the Harrington case. He found that Brain Fingerprinting was scientifically tested and proven, peer reviewed and published, accurate, and well accepted in the scientific community, thus meeting the standard for admissibility in court. Harrington is currently appealing for a new trial based on this and other evidence.

H. Results of research, field tests, and investigations

All of the subjects in the above experiments were correctly classified as possessing or not possessing the critical information. There were no false positives, no false negatives, and no indeterminates. In the two murder cases described above, the results of the Brain Fingerprinting tests were corroborated by substantial independent evidence. In one criminal case, Brain Fingerprinting vindicated a police officer falsely accused of a felony. In another actual criminal case, brain responses of two subjects showed that one subject was present at an armed robbery, and the other knew nothing of the crime. Brain Fingerprinting

WO 02/100241

PCT/US02/17750

correctly classified both subjects. In all of these studies and cases, words, phrases, or pictures flashed on a computer screen containing information relevant to the crimes or other situations elicited a P300 and a MERMER only in the subjects who possessed the critical information.

5 New Refinements of Brain Fingerprinting

In the past, Brain Fingerprinting has proven effective in information detection and forensic applications. Refinements in the technology, described below, improve the effectiveness of Brain Fingerprinting, and make Brain Fingerprinting a more effective tool in fighting crime.

10 Applications of Brain Waves in Advertising, Training, and Education

As described above, brain waves can provide information regarding what information is stored in a brain, and how effectively an individual is processing information. In the evaluation of advertising and training programs, what is important is how effective a particular advertisement or training protocol is in imparting information and stimulating attention, understanding, and retention of material. The window into the brain provided by brain waves can address this need as well. Differences in brain responses can reveal how different advertising and training programs affect the information processing accomplished in the brains of the individuals viewing or participating in these programs. This is described in more detail below.

It is, therefore, a general object of the invention to provide a method and apparatus for Brain Fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function in aging and Alzheimer's disease, which utilizes software and hardware to promote, record, amplify and analyze brainwave activity in a subject.

It is another general object of the invention to provide a method and

WO 02/100241

PCT/US02/17750

apparatus for discovering what information is stored in a subject's brain.

It is another general object of the invention to provide a method and apparatus for analyzing how effectively a brain is functioning.

It is another general object of the invention to provide a method and apparatus for analyzing how brain functioning is affected by outside influences.

It is a specific object of the invention to provide a method and apparatus for diagnosing cognitive disorders and making assessments of treatment effectiveness for such disorders, utilizing data recorded from brainwave activity when a subject is provided with stimuli.

It is another specific object of the invention to provide a method and apparatus for developing evidence for use in forensic science, utilizing data analysis of brainwave activity to distinguish whether a subject recognizes relevant information.

It is another general object of the invention to provide a method and apparatus for evaluating the effectiveness of advertising, education, and training programs; utilizing data analysis of brainwave activity to determine how effective the programs are in imparting information, stimulating attention, understanding and retention of material.

It is another general object of the invention to provide a method of improving the performance of Brain Fingerprinting methods, such as those listed above, by employing data analysis and signal processing techniques such as bootstrapping on unweighted double-centered waveforms as well as other techniques.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

SUMMARY OF THE INVENTION

To achieve at least some of the foregoing objects, the subject invention provides a method and apparatus for Brain Fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function. Brain waves provide a window into the
5 brain. This invention comprises a technology for using brain waves to discover what information is stored in a brain, how effectively that brain is functioning, and how the functioning of that brain is affected by various outside influences.

This technology has several related embodiments, each with a different set of applications, as follows.

10 **Medical: Diagnosis of cognitive disorders and assessments of treatment effectiveness.** By detecting how the brain processes information, we can shed light on how effectively the brain is functioning and objectively measure the speed of certain information-processing brain activities that are not directly observable through overt behavior. This allows for an objective assessment of
15 cognitive functioning and cognitive deficits. This technology can provide an objective test for cognitive deficits resulting from diseases such as Alzheimer's, potentially yielding a means of early diagnosis and an objective way to measure the progress of the disease and the effectiveness of treatments. This is accomplished by presenting the subject with tasks which have a significant cognitive component
20 and measuring the electrical brain activity undertaken in response to these tasks. By varying the difficulty of the tasks and measuring the brain's response to changes in task difficulty, additional information can be obtained on how well the brain is functioning cognitively.

Forensic Science: Improvements in Brain Fingerprinting. By
25 determining what information is stored in a brain, it is possible to develop evidence

WO 02/100241

PCT/US02/17750

regarding what events a person has participated in. This allows authorities to distinguish, for example, between a person intimately involved in a crime and an innocent individual, or between a person who was involved in planning specific crimes and an innocent person. This is accomplished by presenting on a computer screen words or pictures depicting details of the situation under investigation, mixed in with other, irrelevant items. A characteristic brain response, which can be detected through signal-analysis techniques, reveals whether or not the subject recognizes the relevant information as significant. This invention constitutes further refinements and improvements of the basic technology embodied in three previous patents issued to the inventor.

Advertising, Education, and Training: Evaluating the effectiveness of advertising, educational, and training presentations. By detecting how the brain processes information, this technology can shed light on what methods of reaching and teaching an individual are most effective. In the advertising field, brain-wave measurements can reveal the effectiveness of advertising presentations in eliciting a high level of attention from subjects, in making critical items noticeable and salient, and in imparting a message that is later remembered. This is accomplished by measuring brain responses indicating recognition or attention during the presentation of advertising presentations, and also by measuring brain responses during later presentation of items that have been previously viewed by a subject in an advertisement. Similarly, brain waves can shed light on the effectiveness of training and educational presentations in eliciting attention, in stimulating the subject to notice and process critical information, and in presenting information in such a way that it is retained.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

DRAWINGS

Other objects and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description of preferred embodiments thereof taken in conjunction with the accompanying drawings, wherein:

5 **FIGURE 1** is a block diagram of an apparatus in accordance with applicant's invention.

FIGURE 2 is a schematic of the operation of an apparatus in accordance with applicant's invention from a remote site.

10 **DETAILED DESCRIPTION**

Description of Preferred Embodiments**A. Detection of Concealed Information**

15 **1. Refinements in experimental design**

A full understanding of the optimum application of Brain Fingerprinting includes advancements in the understanding of the memory-related phenomena that contribute to the brain information processing that yields the information
20 detection. The effectiveness of Brain Fingerprinting can be optimized by manipulating various factors that may affect memorability of events. Factors to be systematically manipulated include time elapsed since the event, level of participation, repetitions, salience, complexity of information, relationship of relevant information with other well-recalled information, episodic versus
25 semantic memory, affect at the time of encoding, self-referral nature of the information, action orientation of the information, and degree to which the information is consequential.

2. Equipment and Technology – Real-Time Remote Participation in

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Testing

Referring to FIGURE 1, the Brain Fingerprinting System 100 comprises a personal computer 110 (e.g., Pentium IV, 1 GHz IBM PC); a data acquisition board (e.g., Scientific Solutions Lab Master AD); two monitors 120, 130; a four-channel EEG amplifier system 140 (e.g., Neuroscience); and software for data acquisition and signal processing. The electrodes to be used to measure electrical brain activity are held in place by a special headband 150 designed and constructed by the inventor for this purpose. The software presents the stimuli, collects the electroencephalographic data, and analyzes the data.

Stimulus duration of the visual stimuli, e.g., a picture or a word presented on a computer screen, is relatively brief, e.g., 300 msec. It will be understood that stimuli can also be presented through the auditory modality, e.g., as auditory verbal stimuli presented through headphones. Inter-stimulus interval, or stimulus onset asynchrony, is about 2-3 seconds from the onset of one stimulus to the next stimulus onset. The length of the inter-stimulus interval selected depends primarily on the stimulus characteristics: a longer inter-stimulus interval is used when the stimuli are more complex and therefore take longer for the subject to process.

Brain electrical activity is recorded from three midline scalp locations on the head: frontal (Fz), central (Cz) and parietal (Pz), referenced to linked ears or linked mastoids (behind the ear). It will be understood that additional brain signals measured from other scalp locations may be used as well. Electrical activity generated by eye movements is recorded by an electrode above one eye.

Brain electrical activity is amplified, analog filtered (e.g., low-pass 30 Hz, high pass 0.1 Hz) digitized (e.g., at 333 Hz), analyzed on-line, and stored on a

WO 02/100241

PCT/US02/17750

memory device 160. Each trial consists of the brain activity recorded in conjunction with one stimulus presentation, about 2 seconds of data.

The full set of stimuli is randomized and the stimuli are presented to the subject one at a time on a video monitor 120. Once all of the stimuli have been presented, they are randomized again and presented again. This is repeated until a specified number of trials have been presented, or until a sufficient number of artifact-free trials have accumulated.

During data collection, the stimuli are displayed to the subject on one video monitor 120, and the experimenter views another monitor 130. Operator displays include 1) the same thing the subject sees, 2) summary textual information, and 3) waveform displays.

In addition to displaying the results of the analysis on the monitor 130, the system may also print out on a printer 170 the statistical results, the summary of the textual information, and the waveform displays.

The previous state of the art in Brain Fingerprinting involved a single system deployed at the location of the subject. There are numerous situations in which it would be optimal to deploy only the necessary part of the system locally, and accomplish the balance of the tasks remotely. Referring to FIGURE 2, the stimulus presentation can take place at the local site 200 where the subject 206 is located. The local site 200 contains components that are similar in operation and function to those disclosed in FIGURE 1. The local site 200 comprises a local computer 202 for data acquisition and stimulus presentation, which is similar in operation and function to the computer 110 in FIGURE 1; two local monitors 210, 212, which are similar in operation and function to the two monitors 120, 130 disclosed in FIGURE 1; a four-channel EEG amplifier system 214, which is similar

WO 02/100241

PCT/US02/17750

in operation and function to the EEG amplifier system 140 disclosed in FIGURE 1; a headband 216, which is similar in operation and function to the headband 150 disclosed in FIGURE 1; and a local printer 218, which is similar in operation and function to the printer 170 disclosed in FIGURE 1.

5 Data analysis and/or stimulus set construction can take place remotely at a remote site 250. A remote expert 260 can oversee a local test in real time, viewing data via a remote monitor 256, and can transmit not only guidance to the local personnel 208, regarding the conduct of a test, through a remote data link. Also, remote commands can be transmitted from the remote site 250 from a remote
10 computer (a data analysis/command computer) 252 to a local computer (a data acquisition/stimulus presentation computer) 202 through a remote data link 230, regarding the conduct of the test. In addition to displaying the results of the analysis on the remote monitor 256, the system may also print out on a remote printer 254 the statistical results, the summary of the textual information, and the
15 waveform displays.

This remote interaction allows for efficient use of the time of the most highly trained and qualified system experts. Top experts can remain at a headquarters site, while individuals with lesser expertise can conduct tests at local sites throughout the world with real-time participation and oversight from
20 headquarters. Another advantage of such a division of the system is enhanced safety and convenience for the system experts, when the technology is applied, for example, in prisons, overseas locations, or combat situations. Moreover, situations may arise in which a local expert 208 has specific necessary organizational affiliations, clearances, or other factors affecting access, while the remote expert
25 has a higher level of expertise. A division of the system will allow us to take

WO 02/100241

PCT/US02/17750

advantage of both.

Obviously, it is necessary for the stimuli to be presented at the local site 200, where the subject 206 is located. It is necessary to have a direct, local connection with the subject's head to measure the brain waves. It is necessary -- or
5 at least extremely desirable with respect to obtaining a clear signal -- to amplify and digitize the brain responses locally. Once this has been accomplished, and the data are in the local computer 202, as much information as is necessary for the task at hand -- oversight, data analysis, etc. -- can be transmitted to the remote site 250. Brain electrical activity that is amplified and analog filtered may be stored by
10 a local memory device 204 or a remote memory device 258. Moreover, commands can be transmitted from the remote site 250 to the local site 200 through a remote data link 230 prior to or during the test itself. Where necessary or useful, a one-way or two-way video and/or audio link can be provided between the local site 200 and the remote site 250. This remote data link 230 can provide for observation
15 and/or communication between a remote expert 260 and the local expert 208 and/or subject 206.

The newest Brain Fingerprinting system is designed to provide for remote access through telephone lines, through radio and satellite communications, and, where available, through high-speed internet links and virtual private networks

20 3. Data Analysis Algorithms

The basic bootstrapping data analysis algorithm previously incorporated in Brain Fingerprinting has proved to be highly effective in classifying subjects in the studies conducted to date. Bootstrapping is described in patent 5,406,956, col.
25 73 line 65 -- col. 74 line 55, and in claim 8 of that patent. Claims 8, 9, and 10 of that patent taken together describe bootstrapping on weighted double-centered

WO 02/100241

PCT/US02/17750

correlations. Weighted double-centered correlations are correlations between pairs of waveforms which have the grand mean waveform subtracted from each waveform before computing the correlation.

Additional, more sophisticated data analysis techniques, however, can enhance the effectiveness of the system. These techniques include bootstrapping on unweighted double centered correlations, bootstrapping on single centered correlations, bootstrapping on positive and negative areas and peaks, covariance with a template, stepwise linear discriminant analysis, dynamical systems (chaos) analysis, frequency domain analysis, bootstrapping on the frequency spectra, time-frequency analysis, and combined analysis of multiple electrodes.

Bootstrapping can be implemented using a variety of different metrics for the probe, target, and irrelevant waveforms and the relationships between these waveforms. A modification of the standard algorithm which may improve accuracy is to use bootstrapping on unweighted double-centered waveforms. Unweighted double-centered waveforms are computed as follows. First, average probe, target, and irrelevant waveforms are computed. Then the average of these three waveforms is computed. This average is subtracted from each waveform before computing the correlations. This is different from weighted double-centered correlations, because the grand mean subtracted in weighted double-centered waveforms is disproportionately influenced by the trial type (ordinarily, irrelevant), which has the largest number of trials, whereas in unweighted double-centered correlations the mean is equally influenced by targets, probes, and irrelevant, regardless of the number of each type of trials.

Bootstrapping on unweighted double-centered waveforms is the preferred method. This method improves the accuracy of the procedure by giving equal

WO 02/100241

PCT/US02/17750

weight to the three trial types, while highlighting the differences in trial types by subtracting the grand mean.

The procedure of bootstrapping on single-centered correlations comprises the same bootstrapping procedure, computed on waveforms from which the mean of all points in each individual waveform (not the grand mean across waveforms) has been subtracted from each point.

Bootstrapping on positive areas is a procedure of bootstrapping applied to the sum of the data points in a time range in which a positive electrical potential is expected, and the waveform is generally positive, i.e., the voltage at the scalp is positive. Similarly, Bootstrapping on negative areas is a procedure of bootstrapping applied to the sum of the data points in a time range in which a negative electrical potential is expected, and the waveform is generally negative, i.e., the voltage at the scalp is negative.

Bootstrapping on a combination of positive and negative areas is a procedure of summing positive and negative areas (after reversing the sign of the negative areas) and computing the bootstrap statistic on this sum.

Bootstrapping on positive peaks is a procedure of computing the bootstrap statistic based on the most positive point in a particular time range. Bootstrapping on negative peaks is a procedure of computing the bootstrap statistic based on the most negative point in a particular time range. Bootstrapping on the difference between positive and negative peaks constitutes computing the bootstrap statistic on the difference between the most positive point in a specific range and the most negative point in a different time range, e.g., the peak of the early positive component of the MERMER and the peak of peak of the late negative component of the MERMER.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

In an alternative embodiment, covariance or correlation with a template is be used either with or without bootstrapping to estimate the brain responses to the different stimulus types and the similarity of the waveforms of the different types. A standard template can be derived from a compilation or average of the data of many subjects, from the data of the current subject in response to a known task, or from a mathematical approximation (e.g., part of a sine wave) of the expected brain responses. Covariance or correlation is then computed in the standard manner according to standard statistics.

Bootstrapping is ordinarily computed on waveforms in the time domain. In an alternative embodiment, the waveforms are be transformed from the time domain to the frequency domain, e.g., by a discrete Fourier transform. This allows the analysis to detect phasic differences in frequency-domain activity that are eliminated in the signal-averaging process when time-domain signals are averaged because these frequency-domain phenomena are not phase-locked to the time of the stimulus. When this transformation to the frequency domain is combined with bootstrapping, the contribution of these differences to the distinction between responses to the different trial types can be assessed.

4. Stimulus Presentation Methods, Modalities, and Parameters

The optimum methods, modalities, and parameters for stimulus presentation can be optimized to improve the effectiveness of Brain Fingerprinting. Various modalities of presentation can be applied, and the results analyzed to optimize the system for specific applications. These include visual words, pictorial stimuli, auditory words, and simultaneous auditory and visual presentation. In the auditory modality, the time course and phonological and semantic complexity of the stimuli can be optimized. In the visual pictorial

WO 02/100241

PCT/US02/17750

modality, the size, luminance, complexity, content, and composition will be manipulated systematically to titrate the optimum stimulus presentation methods for specific applications. In the visual linguistic modality, the phonological, visual, and semantic complexity; length and time course; size, font, color, luminance, and other physical parameters can be manipulated, and results recorded and analyzed so as to optimize system performance and brain-wave clarity, distinctiveness, and signal-to-noise ratio.

The minimum, maximum, and optimum time course of stimulus events can also be optimized with respect to the number of stimuli required, the number of repetitions of each stimulus, the number and timing of blocks of stimuli, stimulus duration, and interstimulus interval, by systematically manipulating these parameters to titrate optimum performance in a given setting.

B. Medical Applications of Brain Waves

In addition to the forensic application of Brain Fingerprinting, new developments in neuroscience can provide highly valuable applied technologies in several fields of human endeavor. Some these applied technologies are described below.

1. Alzheimer's and effective brain functioning

In the past, diagnosis of Alzheimer's, tracking of the progress of the disease, and evaluation of the effectiveness of treatments were accomplished primarily on the basis of subjective evaluation based on observation of behavior and second-hand reports from caretakers or family members regarding their subjective evaluations of observations of behavior. Currently available methods have very limited specificity, objectivity, and accuracy, and cannot be applied quickly.

Measurements of brain activity promise to provide an alternative or

WO 02/100241

PCT/US02/17750

supplement to available techniques that has the desirable features of objectivity and specificity, and can be applied quickly.

The application of brain waves in Alzheimer's and other disease processes has the following basic phases.

- 5 a. Establish the specific deficits in brain functioning that characterize the disease – e.g., specific cognitive processing and memory deficits. (This has been largely accomplished in the case of Alzheimer's.)
- b. Assign specific information-processing tasks that are known to apply the faculties in which these deficits occur.
- 10 c. Measure brain activity during these tasks that provides an objective index of the effectiveness of the brain processes involved.

It is well known that the normal process of aging involves a generalized slowing of mental and physical processes. Alzheimer's and other specific disease processes, by contrast, produce a slowing of certain cognitive functions, but not of peripheral motor processes. Brain-wave measurements can provide a means of
15 determining objectively and quantitatively which processes are slowing in a specific individual, and how much. This provides an objective measure regarding the diagnosis of disease processes such as Alzheimer's, the evaluation of the progress of the disease process, and the effectiveness of drugs and other treatments
20 in delaying or reversing the progress of the disease.

For example, research has established that the latency of the P300 component of the event-related potential (a major brain response used in Brain Fingerprinting) provides an index of the speed of cognitive stimulus evaluation, separate from response selection and execution. A subject may be assigned a
25 cognitive task that involves evaluating a stimulus (say, a phrase or picture flashed

WO 02/100241

PCT/US02/17750

on a computer screen), selecting a response (say, a button press with one or the other thumb, depending on certain characteristics of the stimulus), and executing the response (pressing a button with the thumb). The normal aging process will slow all phases of accomplishing this task, including the muscle activities involved in moving the thumb. The cognitive deficits produced by Alzheimer's will not slow the motion of the thumb, but will slow the cognitive process of stimulus evaluation, particularly when the task involves memory. Brain-wave measurements provide an objective index of this specific phase of cognitive processing, which is unavailable through behavioral measures alone.

10 In the preferred embodiment, this is accomplished in the following way. A subject is presented with a set of items to remember, referred to herein as a memory set. In the preferred embodiment, the memory set consists of a series of words or phrases such as the names of various geographical locations or common items. Pictures may also be used. Then a series of stimuli (e.g., words or phrases) is presented briefly (e.g., for 0.3 seconds) one at a time (e.g., one item every 2 seconds) on a computer screen. Some of the items in the sequence are in the memory set, and some are not. The subject is instructed to press a button (e.g., with the left thumb) when an item from the memory set appears on the screen, and another button (e.g., with the right thumb) when an item not in the memory set appears. Reaction times and event-related brain potentials are recorded.

The task the subject must undertake involves the following phases:

A. Stimulus evaluation processes

1. Stimulus encoding: the stimulus is perceived and recognized
2. Memory search: is it in the memory set?

25 B. Response selection and execution processes

WO 02/100241

PCT/US02/17750

3. Response selection: decide on left or right button press

4. Response execution: push the button

Reaction time provides a measure of the time taken to accomplish of all of these tasks in series, that is, the sum of the times for the individual tasks. In
5 normal aging, overall reaction time slows down. Brain-wave measurements allow us to determine which phases in the process contribute to this slowing, and how much different phases contribute. This is important, because cognitive deficits such as those brought about by Alzheimer's differentially affect different phases of the process, and will affect phases of the process that are unaffected by normal
10 aging.

Previous research on event-related potentials, reaction time, and aging points to the following conclusions regarding the slowing that takes place with normal aging:

1. Stimulus evaluation is slowed.
- 15 2. The memory search is NOT slowed by normal aging. To the extent that memory-related cognitive processes have deteriorated due to disease processes such as Alzheimer's, the memory search IS slowed.
3. Response selection is slowed in normal elderly people, but not only because of cognitive slowing. There is also considerable evidence that
20 older people adopt a more conservative strategy, that is, they respond more slowly to make sure that they are giving the correct response. There is always a trade-off between speed of response and accuracy, and older people tend to favor accuracy at the expense of speed.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

4. Response execution, that is, pushing the button, is slowed in the elderly due to slower motor processes, including the neuronal and muscular processes involved.

Brain-wave responses can add to our understanding and measurement of this process, and to the contribution of cognitive deficits due to diseases such as Alzheimer's, due to the following factors: 1) brain-wave measurements can provide an index not only of the whole process, but of individual phases of the overall process; and 2) certain phases of this process – specifically, the memory search – are affected by cognitive deficits such as those brought about by Alzheimer's but not by normal aging. To accomplish the goal of revealing cognitive deficits such as those caused by Alzheimer's, and distinguishing such cognitive deficits from the generalized slowing that takes place in aging, we must independently manipulate and measure the different phases of this process.

The primary process of interest for the evaluation of cognitive deficits such as those resulting from Alzheimer's is the memory search, phase 2 of the above process. In this phase a subject must conduct a search of his memory to determine whether or not the item presented is in the memory set. As noted above, brain-wave research has shown that this memory search is not slower with normal aging. If there has been cognitive deterioration due to diseases such as Alzheimer's that affect memory, however, this memory search will be slowed. In this case, phase 2 will be slowed, the slowing of this phase will contribute to an overall slowing of reaction time. Overall reaction time, however, is also slowed by normal age-related changes in phases 1, 3, and 4 that do not involve any pathology.

If we measure only overall reaction time, we have no way of knowing whether the slow responses (and the additional incremental slowing of responses

WO 02/100241

PCT/US02/17750

with increase in the memory set size) result from ineffective memory search in phase 2 brought about by cognitive deficits, or from slowness in some other phase that may be brought about by normal aging in the absence of any pathology. How do we measure the slowing that results specifically from pathological cognitive deficits that will interfere with the memory search phase of the task, and not from the slowness associated with normal aging that will retard the other phases of the task?

This is where brain responses provide a unique and otherwise unavailable solution. Research has shown that the latency of the P300 (or P3) component of the event-related potential is affected by stimulus evaluation, and not by response selection and execution. This means that the P300 latency will be affected by how long it takes the subject to recognize the stimulus, and by the time taken for the memory search to decide whether the presented item is in the memory set. P300 latency will not be affected by how long it takes the person to select his response and push the button.

Overall reaction time will be slowed in an elderly individual whether there is pathological cognitive deterioration or not. To the extent that there has been cognitive deterioration, memory search will be slowed, and P300 latency will be slowed. To isolate the effect of pathological cognitive deterioration – which, unlike normal aging, will retard the memory search – it is necessary to manipulate this specific phase of the task, while leaving the other phases of the task the same, and to measure the effect this manipulation has on the brain responses.

This is accomplished by varying the size of the memory set. If the memory set contains only one item, then the subject must search only one item to determine if it is in the memory set or not. If the set size is increased, one item at a time, up to

WO 02/100241

PCT/US02/17750

six items, the memory search task requirement will increase in increments. The P300 latency will increase in increments, each increment representing the time it takes for the subject to search memory for one item.

In this way the latency of the P300 component of the brain response, and specifically the incremental variation in latency with incremental increases in the size of the memory set, provides a measure of the cognitive deficits affecting memory, a measure that is independent of and unaffected by other factors unrelated to memory. These other factors include the general slowing (e.g., of the thumb and of the initial stimulus recognition), the more conservative response strategy, and the incremental slowing in response selection with increased task difficulty. All of these other factors take place in normal aging, and do not indicate any pathological cognitive deficit.

Cognitive deficits such as those produced by Alzheimer's will affect the time it takes to accomplish the memory search involved in this task, and specifically the increase in time it takes for the memory search as each new item is added to the memory set. This effect can be effectively measured by measuring P300 latency. The latency of the P300 component provides an index of stimulus evaluation time. The incremental increases in P300 latency with incremental increases in memory set size provide an index of the time consumed by the memory search. This brain-wave-based metric provides insight into the locus of cognitive slowing, and the degree to which it is a result disease processes such as Alzheimer's rather than normal aging.

Reaction time alone does not provide a means to differentiate between pathological slowing of the memory-search processes that takes place with cognitive deficits (but not with normal aging) on the one hand, and slowing of

WO 02/100241

PCT/US02/17750

other phases that takes place with normal aging whether there are pathological cognitive deficits or not on the other hand. In normal aging, reaction time in this task is slowed due to several factors: a) slowness in phase 1, stimulus encoding, b) slowness in phase 3, response selection, c) slowness in phase 4, response execution.

5 Brain-wave research has shown that the memory search is not slowed in normal aging. In normal aging, however, the response selection phase is slowed incrementally more when the task is made incrementally more difficult, e.g., when the memory set size is increased. This incremental slowing in phase 3 is confounded with the memory-search slowing in phase 2 when reaction time alone

10 is measured. This makes it impossible to measure the timing of the memory search – which is affected by cognitive deficits but not by normal aging – through measuring reaction time alone.

Brain-wave measurements provide a direct means to measure the specific slowing associated with the memory search, and thus to isolate the contribution of

15 memory-related cognitive deficits such as those resulting from Alzheimer's to overall slowing in task performance. Thus, brain-wave measurements, combined with a sophisticated series of task manipulations, provide a uniquely effective method of assessing cognitive deficits such as those resulting from Alzheimer's.

Presenting a memory-search task and varying the size of the memory set is

20 one method of manipulating the cognitive difficulty of the task. There are numerous other ways to accomplish this. In an alternative embodiment, the subject is assigned a task involving distinguishing cognitive categories, such as verbs versus nouns, and responding differentially to stimuli based on their categories. This manipulation will affect the difficulty of stimulus evaluation, and

25 therefore will affect P300 latency. The task difficulty is varied by varying the

WO 02/100241

PCT/US02/17750

categorization rule, for example, by requiring categorization of transitive versus intransitive verbs, a more difficult distinction than nouns versus verbs, or by varying the items or type of items to be recognized and categorized. In another alternative embodiment, the subject is assigned a memory-related task involving recognition of items that are commonly remembered (e.g., the subject's address, the names of relatives, specific major life events), and the cognitive difficulty of the task is varied by varying factors affecting the memorability of items to be recognized (e.g., by presenting items that are less salient for the subject). In each case, brain wave measurements can provide a metric of the speed and effectiveness of implementation of the cognitive task, and of the impact on cognitive functioning of increasing the task difficulty. Thus, cognitive deficits resulting from disease processes or injury can be detected and quantified.

Other brain-wave techniques can provide objective measurements of other cognitive processes that are affected by the disease. Research has shown that dynamical systems analysis (chaos mathematics) can provide a measure of the orderliness and complexity of the brain processes involved in a specific subject's implementation of a specific cognitive task – independent of any behavioral measures involved. Multifaceted electroencephalographic response analysis (MERA), a patented process of brain-wave measurement invented by the inventor of Brain Fingerprinting, provides yet another means of measuring the orderliness of cognitive processes that is objective and independent of behavioral measures. Both of these techniques can be applied to investigate the specific deficits associated with Alzheimer's, and to provide indices for use in diagnosis, evaluation of the progress of the disease, and evaluation of the effectiveness of treatment.

Application of brain waves in the diagnosis of Alzheimer's and other

WO 02/100241

PCT/US02/17750

cognitive disorders involves a comprehensive investigation of cognitive deficits associated with Alzheimer's and other disease processes, isolating the brain responses that most accurately index these cognitive deficits, developing protocols for diagnosis, tracking of the degenerative progress of the disease, and using brain-wave measurements to provide an objective measure of cognitive functioning and hence of the effectiveness of treatments. This technology includes the following:

- A. Event-related potential indices of specific cognitive processes involved in the degenerative processes associated with Alzheimer's.
- B. Event-related potential indices of memory deficits associated with Alzheimer's.
- C. Event-related potential protocols for diagnosis and evaluation of the progress of the disease.
- D. Objective evaluation of the effectiveness of drugs and other interventions using event-related potentials.
- E. Dynamical systems analysis techniques for assessing cognitive functioning and the effect of disease processes, and cognitive deficits in orderliness and complexity of thinking in Alzheimer's.
- F. Dynamical systems analysis protocols for diagnosis and evaluation of the progress of the disease.
- G. Objective evaluation of the effectiveness of drugs and other interventions using dynamical systems analysis.
- H. Multifaceted electroencephalographic response analysis (MERA) techniques for assessing cognitive functioning and the effect of disease processes.
- I. MERA protocols for diagnosis and evaluation of the progress of the disease.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

J. Objective evaluation of the effectiveness of drugs and other interventions using MERA.

C. Brain Fingerprinting as a Forensic Technology

The central problem in investigating crimes is twofold: 1) to identify the perpetrators of past criminal acts and those who provided support and planning for them, and 2) to identify trained criminals who are planning future criminal acts. Brain Fingerprinting addresses both of these needs.

1. Investigation of Criminal Act

The fundamental difference between a perpetrator of a criminal act and an innocent person who may be a suspect is that the perpetrator, having committed the crime, has a record of that event stored in his brain, and the innocent suspect does not. Until the invention of Brain Fingerprinting, there was no scientific way to detect this fundamental difference. By detecting the presence or absence of information stored in the brain, Brain Fingerprinting provides an accurate, scientific solution to a central problem in the fight against crime.

Scientific research and actual applications have proven that Brain Fingerprinting detects information stored in the human brain with high accuracy by measuring electrical brain responses to information presented on a computer screen. The brain response to known information -- that is, information that matches the information stored in the brain -- is clearly distinguishable from the brain response to unknown or irrelevant information.

In tests on FBI agents, in real-life situations, and in actual criminal cases, Brain Fingerprinting has proven to be extremely accurate and effective in detecting information stored in the brain regarding actual crimes and many other situations. In the same way, this scientific technology can be used to identify those

WO 02/100241

PCT/US02/17750

who have perpetrated specific criminal acts or have helped in the planning of these acts. Brain Fingerprinting thus can provide a key capability in the investigation of crimes.

5 Once a criminal act has occurred, the investigators are often able to discover extensive evidence of not only the act itself, but the support and planning that led up to the crime. Once these details are known, Brain Fingerprinting can be used to detect not only direct perpetrators of the crime act who may have survived (if any), but also anyone who has participated in the planning, training, and support activities necessary to perpetrate the large-scale crime.

10 As investigators unveil criminal activity more and more information will become known that can identify the people involved. Brain Fingerprinting can determine objectively who has and does not have knowledge of the inner workings of specific criminal act – incriminating information that is known to those who play a role in the criminal activities (and those who investigate them), and not to
15 innocent people who may appear suspicious for innocent reasons such as race, ethnicity, dress or way of life, or unknowing contact with criminals.

In organized and large-scale crimes, often the masterminds who conceive and plan the crimes send others to actually commit the crimes. In this way the masterminds can avoid detection and continue to create criminal activities even if
20 the hands-on perpetrators are caught or do not survive. These criminal masterminds, conspirators, and planners may not have direct participation in the end criminal act – which would make them vulnerable to detection by external physical evidence or eyewitnesses – but they nevertheless do have a record of the details of the crime or series of crimes that would be known only to those
25 intimately involved. By detecting this information in the brain, Brain

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Fingerprinting provides an effective means to detect not only the hands-on perpetrators, but those who actually conceive, create, and plan crimes.

2. **Detecting Criminals before they Strike**

Brain Fingerprinting can not only detect the perpetrators and planners of
5 past crimes, it can also detect those trained to perpetrate crimes before they strike. The fundamental difference between a member of an organized crime organization and an innocent person is that the criminal has critical information regarding
10 criminal organizations and plans that an innocent person does not have. If Brain Fingerprinting can detect an FBI agent by measuring brain responses to information known only to FBI agents, it can use the same technology to detect a
15 criminal who has had specific criminal training or indoctrination not known to the general public, or is familiar with the inner workings of an organized criminal organization. This can be accomplished by measuring brain responses to information uniquely known to such individuals. Brain Fingerprinting can detect
the presence or absence of this information, and thus distinguish the criminal from
the innocent person. Criminals can be dealt with appropriately. Innocent people
who may have fallen under suspicion for any reason can be cleared of suspicion
and allowed to go on with their lives.

Like any other science, it is necessary to apply Brain Fingerprinting
20 carefully and intelligently. Prior to administering a Brain Fingerprinting test, investigators must ascertain if there is any non-crime-related reason why an individual has had access to information of interest in that specific investigation. Obviously, if someone is an expert in criminology and has studied organized crime,
he will have information about organized crime that the general public does not
25 know. He may know details about specific crimes because of participation in the

WO 02/100241

PCT/US02/17750

investigation of these crimes. In such a case, Brain Fingerprinting would not be applicable. If, on the other hand, a suspected organized crime boss claimed to know nothing about an organized crime conspiracy involving a series of crimes, Brain Fingerprinting could be used to determine if in fact he had such "guilty knowledge."

3. Brain Fingerprinting is not applicable for general screening.

The term "screening" is most commonly used to refer to a general screening program, where the investigators do not know specifically what they are seeking to detect. General screening must be distinguished from specific screening, which is described below. An example of general screening is pre-employment or periodic screening for a position requiring a high security clearance, in which authorities may seek to determine whether the applicant has financial problems, drug or alcohol problems, past criminal activities of any sort, deviant behavior, intention to cause harm to the organization in any way, or any one of a myriad of other activities that may tend to compromise the position of the applicant or make him or her susceptible to pressure to violate the trust he or she is to be given. Brain Fingerprinting is not applicable in such a general screening program. When authorities do not know what specific activities or information they are looking for, there is no way of determining what to test for. Clearly, it is not feasible to construct a set of stimuli for every imaginable experience an applicant or employee might have had that would be of concern to the investigating organization.

4. Brain Fingerprinting is highly effective and accurate for specific screening.

In specific screening applications the investigators are looking for specific knowledge, information, or expertise that is possessed by certain individuals – e.g.,

WO 02/100241

PCT/US02/17750

members of a specific organized crime organization – and not by others. In many situations, particularly in the investigating criminal activity, investigators have a good idea of what they are looking for. In situations where the investigators have a reasonable idea of what they are looking for, Brain Fingerprinting can be of tremendous value. This was proven in the FBI agent study in which Brain Fingerprinting distinguished between FBI agents and non-agents.

Like any other scientific technology, Brain Fingerprinting must be intelligently and carefully. There will, of course, be cases where someone who is not a criminal has considerable specific knowledge about organized criminal activities and training. For example, a university professor or a military or law enforcement expert may have studied the subject in some detail. This does not present a problem. People who have a legitimate reason for having specific crime-related knowledge can be identified by interviews, and, when necessary and appropriate, by checking their background and the accuracy of their stories.

5. Preserving Human Rights

While identifying criminal perpetrators, it is also vitally important to preserve human rights and to minimize the trauma for innocent suspects. Brain Fingerprinting addresses both of these needs. Brain Fingerprinting is non-invasive, non-stressful, and non-testimonial. An innocent person simply views a series of words, phrases, or pictures on a computer screen, and does not even know which ones are relevant to a crime or a criminal. His lack of recognition of the crime-relevant information will be revealed in his brain responses, and thus an innocent person can be exonerated with a minimum of stress and trauma, while his or her human rights and human dignity are preserved.

In the case of an actual criminal being tested with Brain Fingerprinting, if

WO 02/100241

PCT/US02/17750

it is applied early enough to detect a person involved in a plan to commit a crime before he strikes, Brain Fingerprinting can be used to avoid damage to life and property – of such a crime. If it is used to detect the perpetrators and planners of criminal acts that have already occurred, Brain Fingerprinting will serve to free
5 society from any further damage from these criminals by helping to bring the criminals to justice.

D. Applications of Brain Waves in Advertising, Training, and Education

In the forensic applications described above, brain-wave measurements are used to determine what information is stored in a particular brain. In the
10 medical applications described above, brain-wave measurements are used to diagnose disease processes based on measuring the brain-wave manifestations of the cognitive and memory deficits caused by the disease process. Similarly, brain measurements are used to track the progress of disease and evaluate the effectiveness of treatment.

In evaluation of training and educational programs and also in the
15 evaluation of the effectiveness of advertising, the critical variable to measure is not what the subject knows, or how effectively the subject is functioning, but rather how effective a particular advertisement or training protocol is in imparting information and stimulating attention, understanding, and retention of material.
20 In other words, forensic applications evaluate what a person knows; medical applications evaluate how effectively a person cognitively processes, learns, and remembers things. The task in evaluating educational, training, and advertising programs is to determine how effective a particular program is in stimulating a person to attend to, process, and retain information.

25 The same brain-wave responses as those used in medical applications, and

WO 02/100241

PCT/US02/17750

similar protocols, are used in the preferred embodiment in the evaluation of advertising and training materials. In medical applications, the technique is to use a standard input, and evaluate how each person responds. In the evaluation of training, education, and advertising, the technique is to vary the input provided to a group of normal subjects, and evaluate the impact of the different information-
5 presentation options by measuring the different brain responses they produce. These brain responses provide an objective measure of whether and to what degree the input is producing the desired impact on the viewer.

In evaluating, for example, a training or educational video or a television
10 advertisement, first we want to know if the medium is effective in stimulating the viewer to pay attention. Second, we want to know if the viewer notices and cognitively processes the critical features presented – e.g., the brand-name product or the critical training information. Third, we want to know if this critical information is retained.

15 Event-related brain potentials, dynamical systems analysis, and multifaceted electroencephalographic response analysis (MERA) all are known to be capable of providing an objective measure of the level of attention a subject is paying to a particular set of stimuli. All of these technologies have also been shown to be effective in evaluating the level, complexity, and orderliness of cognitive
20 processing. Event-related potentials and MERA have been shown to provide effective measures of what specific items a person notices and processes. Event-related potentials and MERA have also been shown to be effective in evaluating memory processes.

In the preferred embodiment, these brain-wave measurements are applied
25 during the viewing of the advertising, educational, or training media to evaluate

WO 02/100241

PCT/US02/17750

the attention and processing elicited by these materials, and to evaluate what specifically in the presentation the subjects are attending to, processing, and taking note of. Brain-wave measurements are also applied in testing after the exposure to the advertising, training, or educational media to evaluate what the subjects have retained from that exposure. Using standard protocols, tests can be applied efficiently in a widespread manner.

Application of brain waves in the evaluation of advertising, training, and educational materials involves the following:

- A. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting attention by measuring event-related brain potentials.
- B. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting attention through MERA.
- C. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting attention through dynamical systems analysis.
- D. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting attention by measuring event-related brain potentials.
- E. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting attention through MERA.
- F. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting attention through dynamical systems analysis.
- G. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting relevant cognitive processing by measuring event-related brain potentials.
- H. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting relevant cognitive processing through MERA.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

- I. Assessment of the effectiveness of ads in eliciting relevant cognitive processing through dynamical systems analysis.
- J. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting relevant cognitive processing by measuring event-related brain potentials.
- 5
- K. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting relevant cognitive processing through MERA.
- L. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in eliciting relevant cognitive processing through dynamical systems analysis.
- 10
- M. Assessment of the effectiveness of ads in creating salience and memorability of critical items by measuring event-related brain potentials.
- N. Assessment of the effectiveness of ads in creating salience and memorability of critical items through MERA.
- 15
- O. Assessment of the effectiveness of ads in creating salience and memorability of critical items through dynamical systems analysis.
- P. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in creating salience and memorability of critical items by measuring event-related brain potentials.
- 20
- Q. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in creating salience and memorability of critical items through MERA.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

R. Assessment of the effectiveness of educational and training materials in creating salience and memorability of critical items through dynamical systems analysis.

Summary of Major Advantages of the Invention

5 After reading and understanding the foregoing description of preferred embodiments of the invention, in conjunction with the illustrative drawings, it will be appreciated that several distinct advantages of the subject a method and apparatus for Brain Fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function is obtained.

10 One advantage of the present invention is that it provides a means for diagnosing cognitive disorders and making assessments of treatment effectiveness for such disorders.

Another advantage of the present invention is that it provides a means of determining objectively and quantitatively which mental and physical processes are slowing in a specific individual, and how much..

15 Yet another advantage of the present invention is that it provides a means for developing evidence for use in forensic science.

A further advantage of the present invention is that it allows for evaluation of advertising, education, and training.

20 In accordance with the foregoing, the present invention provides a method and apparatus for Brain Fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function in aging and Alzheimer's disease.

In describing the invention, reference has been made to preferred embodiments and illustrative advantages of the invention. Those skilled in the art, however, and familiar with the instant disclosure of the subject invention, may

WO 02/100241

PCT/US02/17750

recognize additions, deletions, modifications, substitutions and other changes that fall within the purview of the subject invention.

OTHER PUBLICATIONS

5 The disclosures of the following publications are incorporated by reference into the specification.

Farwell, L. A., Chambers, R. D., Miller, G. A., Coles, M. G. H., and Donchin, E. (1985).

A Specific Memory Deficit in Elderly Subjects Who Lack A P300.

10 *Psychophysiology*, 23, 589 (Abstract).

Donchin, E., Miller, G. A., and Farwell, L. A. (1986a)

The Endogenous Components of the Event-Related Potential - A Diagnostic Tool? In *Advances in Brain Research*, 1986. Amsterdam: Elsevier .

15

Donchin, E., Miller, G. A., and Farwell, L. A. (1986b)

The Endogenous Components of the Event-Related Potential - A Diagnostic Tool? In *Progress in Brain Research, Vol. 70: Aging of the Brain and Alzheimer's Disease*, D. F. Swaab, E. Fliers, M. Mirmiran, W. A. Van Gool, and F. Van Haaren, eds. Amsterdam: Elsevier.

20

Farwell, L. A. and Donchin, E. (1986)

The "Brain Detector:" P300 in the Detection of Deception.

Psychophysiology, 23, 4: 434 (Abstract).

25

Farwell, L. A., Donchin, E., and Kramer, A. F.(1986)

Talking Heads: A Mental Prosthesis for Communicating with Event-Related Brain Potentials of the EEG.

Psychophysiology, 23, 4: 434 (Abstract).

30

Bashore, T.R., Miller, G. A., Farwell, L. A., and Donchin, E. (1987).

Research in Geriatric Psychophysiology.

In *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*. New York: Springer.

35

Farwell, L. A. and Donchin, E. (1988)

WO 02/100241

PCT/US02/17750

Talking Off The Top Of Your Head: A Mental Prosthesis Utilizing Event-Related Brain Potentials.

Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 70: 510-513.

- 5 Farwell, L. A. and Donchin, E. (1988)
Event-Related Brain Potentials in Interrogative Polygraphy: Analysis Using Bootstrapping.
Psychophysiology, 25, 4: 445 (Abstract).
- 10 Farwell, L. A. and Donchin, E. (1989)
Detection of Guilty Knowledge with ERPs.
Psychophysiology, 26, 4A: S8. (Abstract of an address presented at the Twenty-Eighth Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research, October, 1989.)
- 15 Farwell, L. A. and Donchin, E. (1991)
The Truth Will Out: Interrogative Polygraphy ("Lie Detection") With Event-Related Brain Potentials.
Psychophysiology, 28:531-547.
- 20 Farwell, L. A. (1992)
The Brain-wave Information Detection (BID) System: A New Paradigm for Psychophysiological Detection of Information.
Doctoral Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1992.
- 25 Farwell, L. A. (1992)
The Farwell System for Event-Related Brain Potential Information Detection: A New Paradigm in Psychophysiological Detection of Concealed Information.
Technical Report prepared for the Office of Research and Development of the
30 Central Intelligence Agency, 1992.
- Farwell, L. A. (1992)
Two New Twists on the Truth Defector: Brain-wave Detection of Occupational Information.
35 *Psychophysiology*, 29, 4A: S3 (Abstract of an address presented at the Thirty-Second Annual Meeting at the Society for Psychophysiological Research, October 1992.)

WO 02/100241

PCT/US02/17750

- Farwell, L. A., Martinerie, J. M., Bashore, T. R., and Rapp, P. E. (1993)
Optimal Digital Filters for Long Latency Event-Related Brain Potentials.
Psychophysiology, 30, 3, 306-315.
- 5 Rapp, P. E., Albano, A.M., Schmah, T.I., and Farwell, L. A. (1993)
Filtered Noise Can Mimic Low Dimensional Chaotic Attractors.
Physical Review E, 47,4, 2289-2297.
- Farwell, L. A. and Richardson, D. A. (1993)
10 Detection of FBI Agents with the Farwell MERA System: A New Paradigm for
Psychophysiological Detection of Concealed Information.
Technical Report, Human Brain Research Laboratory, Inc.
- Farwell, L. A. (1993)
15 Brain MERMERS: Detection of FBI Agents and Crime-Relevant Information with
the Farwell MERA System.
Proceedings of the International Security Systems Symposium, Washington, D.C.
- Farwell, L. A. and Hernandez, R. (1993)
20 Brain-Wave Detection of Concealed Information.
Technical Report #92*F138600*000 prepared for the Office of Research and
Development of the Central Intelligence Agency.
- Farwell, L. A. and Farwell, G.W. (1995)
25 Quantum-Mechanical Processes and Consciousness.
Bulletin of the American Physical Society, 40, 2, 956-57.
- Farwell, L. A. and Smith, S. S. (2001).
Using Brain MERMER Testing to Detect Concealed Knowledge Despite Efforts to
30 Conceal.
Journal of Forensic Sciences 46,1: 135-143

WO 02/100241

PCT/US02/17750

WHAT IS CLAIMED:

1. A method of detecting information stored in the brain of a subject comprising:

- 5 **presenting to said subject stimuli including:**
- probe stimuli relevant to a situation under investigation for effecting in said subject a specific brain response when said subject has knowledge thereof;**
 - irrelevant stimuli not relevant to said situation; and**
 - 10 **target stimuli having at least one of the following characteristics:**
 - they are identified to said subject as being noteworthy; and**
 - they are relevant to said situation under investigation;**
- assigning a task that involves discriminating between target stimuli and**
- 15 **other stimuli and communicating this discrimination through an overt response;**
- detecting an electrical brain response from said subject in response to each of said stimuli;**
- 20 **analyzing said electrical brain responses for uncovering said specific brain response therein; and**
- comparing said electrical brain responses due to said probe, irrelevant, and**
- 25 **target stimuli for detecting the presence or absence of said information in**

WO 02/100241

PCT/US02/17750

said subject's brain based on the presence or absence of said specific brain response in response to said probe stimuli,

2. A method according to claim 1 wherein said analyzing and comparing of said electrical brain responses include at least one of the following:

- bootstrapping on unweighted double-centered correlations;
- bootstrapping on single-centered correlations;
- bootstrapping on positive areas under a part of the brain-response waveform;
- 10 bootstrapping on negative areas under a part of the brain-response waveform;
- bootstrapping on a combination of positive and negative areas under different parts of the brain-response waveform;
- bootstrapping on positive peaks;
- 15 bootstrapping on negative peaks;
- bootstrapping on the difference between positive and negative peaks;
- covariance with a template;
- correlation with a template;
- stepwise linear discriminant analysis;
- 20 dynamical systems (chaos) analysis;
- bootstrapping on the frequency spectra;
- filtering with optimal digital filters; and
- signal averaging;

25 3. A method according to claim 1 wherein said information stored in the brain

WO 02/100241

PCT/US02/17750

comprises specific information regarding at least one of the following:

activities related to criminal activity and the commission of crimes;

information that can be expected to be known by criminals and by experts
in the field;

5 details of a crime or crimes that can be expected to be known by the
following people:

those who perpetrate a crime or crimes; and individuals who were
involved in at least one of two ways:

10 conceiving and planning said crime or crimes, avoiding
any direct participation in carrying out said crime or
crimes;

and by those who are investigating said crime or crimes;
and not known to people who have no connection to said crime or
crimes;

15 a crime under investigation;

a non-criminal situation under investigation;

participation in a specific event;

participation in a specific series of events;

knowledge of a specific event;

20 knowledge of a specific series of events;

knowledge of a specific field of expertise;

knowledge of a specific type of training;

knowledge of a specific organization;

knowledge known by a specific group of mutually affiliated people.

25

WO 02/100241

PCT/US02/17750

4. A method according to claim 1 wherein said method includes at least one of
- establishing appropriate values for at least one of the following factors in order to establish appropriate methods, modalities, and parameters for stimulus presentation and experimental design; and
- 5 analyzing at least one of said factors for the purpose of optimizing methods, modalities, and parameters for stimulus presentation and experimental design and including the results of said analyzing in the method practiced; said factors being the following:
- modalities of presentation, including at least one of visual words,
- 10 pictorial stimuli, auditory words, and simultaneous auditory and visual presentation;
- in the auditory modality, the time course, and phonological, and semantic complexity of the stimuli;
- in the visual pictorial modality, the size, luminance, complexity,
- 15 content, and composition of the stimuli;
- in the visual linguistic modality, the phonological, visual, and semantic complexity of the stimuli;
- length and time course of stimulus presentation; size, font, color, and luminance of the stimuli;
- 20 at least one of the minimum, maximum, and optimum time course of stimulus events;
- the number of stimuli required;
- the number of repetitions of each stimulus;
- the number and timing of blocks of stimuli;
- 25 stimulus duration;

WO 02/100241

PCT/US02/17750

interstimulus interval;
stimulus onset asynchrony.

5 **5. A method according to claim 1 wherein said method includes all of the following three features:**

presenting stimuli and collecting data using a computer at a local site where the subject is located;

10 **communicating in real time with a remote site which has at least one of advanced data analysis capabilities and the availability of additional expert personnel;**

conducting analysis of brain responses at said remote site,

and at least one of the following three features:

15 **transmitting from said local site to said remote site information regarding brain responses;**

transmitting from said remote site to said local site instructions regarding the implementation of the test;

transmitting from said remote site to said local site information for structuring the stimuli for the test;

20 **transmitting from said remote site to said local site video signals;**

transmitting from said remote site to said local site audio signals;

transmitting from said local site to said remote site video signals;

transmitting from said local site to said remote site audio signals;

25 **wherein said specific brain response includes at least one of**

WO 02/100241

PCT/US02/17750

a P300 component; and
a memory and encoding related multifaceted
electroencephalographic response (MERMER);
event-related brain potentials;
5 specific changes in the time domain in the EEG signal;
specific changes in the frequency domain in the EEG signal.

6. A method according to claim 5 wherein said communication is
accomplished using at least one of telephone, radio, satellite, the internet, and a
10 virtual private network, and

wherein said specific brain response includes at least one of

a P300 component; and
a memory and encoding related multifaceted
electroencephalographic response (MERMER);
15 event-related brain potentials;
specific changes in the time domain in the EEG signal;
specific changes in the frequency domain in the EEG signal.

7. A method according to claim 1 wherein said method includes, in at least one
20 of the selection of stimuli and data analysis, consideration of factors that may
affect

memorability of events, including at least one of the following:

time elapsed since the events relevant to said situation under investigation;
level of participation of the subject in said event;
25 repetitions of exposure to the stimulus material;

WO 02/100241

PCT/US02/17750

salience of stimulus material;
complexity of information;
relationship of relevant information with other well-recalled information;
episodic versus semantic memory;
5 **affect at the time of encoding;**
personal relevance of information involved in stimuli;
self-referral quality of information involved in stimuli;
the degree to which information involved in stimuli is action related;
the degree to which information involved in stimuli is consequential; and
10 **relevance of information involved in stimuli to an investigated event; and**

wherein said specific brain response includes at least one of

a P300 component; and
a memory and encoding related multifaceted electroencephalographic
15 **response (MERMER);**
event-related brain potentials;
specific changes in the time domain in the EEG signal;
specific changes in the frequency domain in the EEG signal.

20 8. A method according to claim 1 wherein said specific brain response
includes at least one of a P300 component and a memory and encoding related
multifaceted electroencephalographic response (MERMER).

25 9. A method according to claim 2 wherein said specific brain response
includes at least one of a P300 component and a memory and encoding related

WO 02/100241

PCT/US02/17750

multifaceted electroencephalographic response (MERMER).

10. A method according to claim 3 wherein said specific brain response includes at least one of a P300 component and a memory and encoding related
5 **multifaceted electroencephalographic response (MERMER).**

11. A method according to claim 4 wherein said specific brain response includes at least one of a P300 component and a memory and encoding related
multifaceted electroencephalographic response (MERMER).

10

12. A method of assessing at least one of the following:

cognitive functioning;

cognitive deficits;

15 **efficacy of treatments for cognitive deficits;**

mental deterioration due to disease processes;

mental deterioration due to trauma;

mental deterioration due to aging;

mental deterioration due to Alzheimer's disease; and

20 **efficacy of treatments for said mental deterioration;**

comprising

assigning a task that has at least one cognitive aspect;

25 **measuring at least one of behavioral output of said task and the timing of**

WO 02/100241

PCT/US02/17750

said output;
measuring and analyzing brain responses that provide an index of specific
cognitive processes;
evaluating cognitive functioning and deficits on the basis of said brain
5 responses;

wherein said task is administered in at least one of the following two ways:

a task with one level of difficulty is assigned; and
the cognitive difficulty of said task is systematically manipulated, and the
10 effect of such manipulation on said brain responses is measured.

13. A method according to claim 12 wherein the timing of said brain responses
is measured, and said evaluation is accomplished using metrics that include
differences in the time course of said responses.

15

14. A method according to claim 13 wherein said brain responses include at
least one of the following:

event-related brain potentials;
a P300 component;
20 a memory and encoding related multifaceted electroencephalographic
response (MERMER).

15. A method according to claim 12 wherein the analysis of said brain
responses includes at least one of the following:

25

frequency-domain analysis;

WO 02/100241

PCT/US02/17750

a combination of frequency-domain and time-domain analysis;
dynamical systems analysis, also known as chaos analysis.

16. A method according to claim 12 wherein at least one of the following
5 applies:

said task includes recognizing and responding to items in a memory set, and
the difficulty of said task is manipulated by varying the number of items in
said memory set;

10 said task includes recognizing and responding to items relevant to life
experiences of the subject, and the difficulty of said task is manipulated by
varying factors affecting memorability of items;

said task involves classifying and differentially responding to items
according to a classification rule, and the difficulty of said task is
manipulated by at least one of

15 varying the classification rule; varying the items to be classified;
varying the number of items to be classified; and
varying the type of items to be classified.

17. A method for assessing the effectiveness of presentations for at least one of
20 advertising;
information-dissemination;
education; and
training

25 comprising the following phases:

WO 02/100241

PCT/US02/17750

presenting a visual presentation to subjects;

measuring brain responses from one or more subjects to at least one of

5 specific portions of said presentation;
 specific items within said presentation;
 the entire presentation;
 information derived from said presentation that is presented to
 subjects again later;

10

analyzing said brain responses to accomplish one or more of the following:

 to determine the level of attention paid by subjects;
 to measure specific cognitive information-processing processes;
 to measure at least one of
15 the level of salience; and
 the level of memorability
 imparted to said specific items by said presentation as perceived by said
 subjects;

20

wherein said analysis includes at least one of

 event-related brain potentials;
 multifaceted electroencephalographic response analysis;
 dynamical systems analysis;
 frequency-domain analysis;
25 combined time-domain and frequency-domains analysis;

WO 02/100241

PCT/US02/17750

detection of a P300; and
detection of a memory and encoding related multifaceted
electroencephalographic response (MERMER);

5 and assessing the effectiveness of said presentations on the basis of at least
one of

the level of attention elicited by said advertising presentations;
the cognitive information-processing processes elicited by said
presentations;

10 at least one of

the level of salience; and
the level of memorability;

of specific items created by said presentation as perceived by said
subjects;

15

as measured by said brain responses.

18. A method according to claim 17 wherein said presentation comprises at
least one of

20

discrete images presented on a screen controlled by a computer; and
moving video images.

19. A method according to claim 18 wherein said presentation also includes

25

sound presented simultaneously with the video images.

WO 02/100241

PCT/US02/17750

20. A method according to claim 17 wherein the effectiveness of said presentation in creating salience and memorability of specific items is measured by

5 exposing a subject to said presentations, including said specific items;

at a later time, exposing said subjects to said specific items on a display under computer control;

10 recording and analyzing brain responses when said subjects are exposed to said specific items at said specific later time;

evaluating the effectiveness of said presentation in creating salience and memorability of said specific items on the basis of at least one of

15 said brain responses and the analysis thereof; and

a combination of said brain responses and behavioral responses.

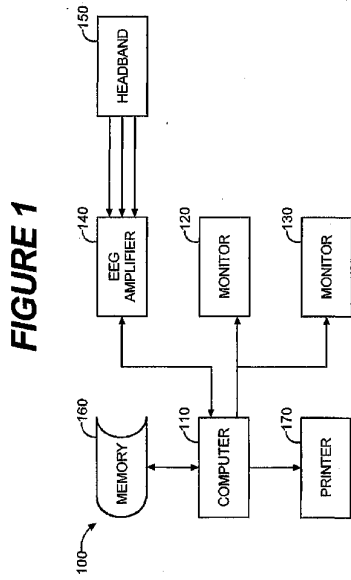
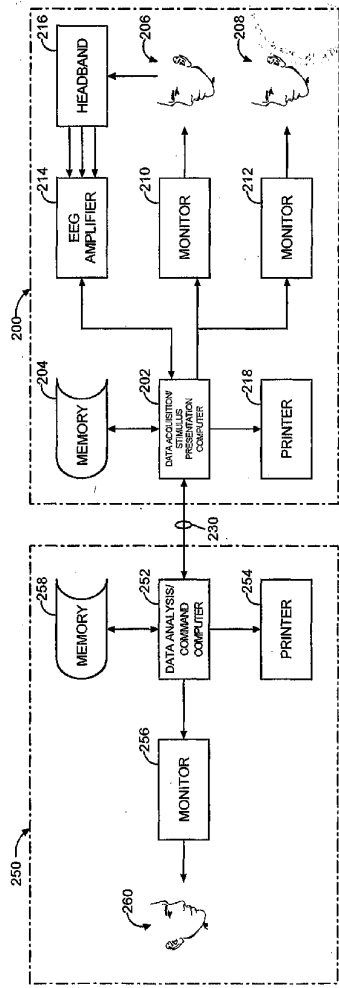


FIGURE 2



【国際公開パンフレット(コレクトバージョン)】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
19 December 2002 (19.12.2002)

PCT

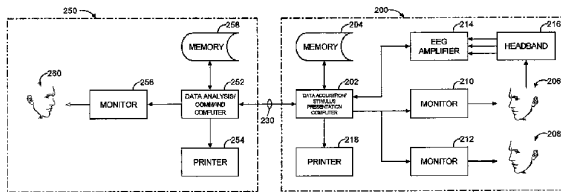
(10) International Publication Number
WO 02/100241 A3

- (51) International Patent Classification: **A61B 5/04** C7, DI, DK, DM, DZ, EC, FI, IS, IT, GB, GD, GE, GH, GM, IR, IU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PI, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (21) International Application Number: PCT/US02/17750
- (22) International Filing Date: 7 June 2002 (07.06.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/296,222 7 June 2001 (07.06.2001) US
- (71) Applicant and
(72) Inventor: FARWELL, Lawrence [US/US]; P.O. Box 176, Fairfield, IA 52556 (US).
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).
- Published: — with international search report

- (74) Agent: KILE, Bradford, E., Kile, Guekjian, Lerner & Reed PLLC, Suite 800, 1101 Pennsylvania Avenue, N.W., Washington, DC 20004 (US).
- (88) Date of publication of the international search report: 6 November 2003

(81) Designated States (national): AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, ...
For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR BRAIN FINGERPRINTING, MEASUREMENT, ASSESSMENT AND ANALYSIS OF BRAIN FUNCTION



(57) Abstract: Electrical signals originating in the brain are measured and analysed. In one embodiment, this technology serves to assess brain functioning as a means to evaluate cognitive functioning (P300), to detect cognitive deficits such as those brought about by Alzheimer's, and to assess the efficacy of treatments for cognitive disorders. In another embodiment, which is an improvement on technology previously patented by the inventor, this technology serves to detect information in the brain as a means of detecting participation in specific organizations, acts, or criminal activity. In a third embodiment, this technology serves to evaluate the effectiveness of advertising, educational and training presentations by detecting the attention, information processing, and memory related responses to these presentations as revealed by brain waves.

WO 02/100241 A3

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/17750															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER																	
IPC(7) : A 61 B 5/04 US CL : 600/544 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED																	
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 600/544, 587-795																	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched None																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT																	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
A	US 6,240,308 B1 (HARDY et al.) 29 May 2001, See Entire Disclosure.	1-20															
A	US 5,467,777 A (FARWELL) 21 November 1995, See Entire Disclosure.	1-20															
A	US 4,094,307 A (YOUNG, Jr.) 13 June 1987, See Entire Disclosure	1-20															
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td style="width: 33%;">*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> <td style="width: 33%;">*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>*E* earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> <td></td> </tr> <tr> <td>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td>*&* document member of the same patent family</td> <td></td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	*E* earlier application or patent published on or after the international filing date	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art		*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)			*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means			*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*&* document member of the same patent family	
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention															
E earlier application or patent published on or after the international filing date	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art																
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)																	
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means																	
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*&* document member of the same patent family																
Date of the actual completion of the international search 23 September 2002 (23.09.2002)	Date of mailing of this report 25 MAR 2003																
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703)305-3230	Authorized officer Patricia Wingood Telephone No. (703)308-0858																

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

ペンティアム

专利名称(译)	用于脑功能中的脑指纹识别，测量，评估和分析的方法和装置		
公开(公告)号	JP2004535231A	公开(公告)日	2004-11-25
申请号	JP2003503071	申请日	2002-06-07
[标]申请(专利权)人(译)	告别劳伦斯		
申请(专利权)人(译)	告别劳伦斯		
[标]发明人	フェアウェルローレンス		
发明人	フェアウェル ローレンス		
IPC分类号	A61B5/04 A61B5/00 A61B5/0484 A61B5/16		
CPC分类号	A61B5/164 A61B5/0006 A61B5/0484 A61B5/4088		
FI分类号	A61B5/16.300.A		
F-TERM分类号	4C038/PP09 4C038/PR01 4C038/PR04 4C038/PS03		
代理人(译)	龙华 明裕		
优先权	60/296222 2001-06-07 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

测量并分析大脑中产生的电信号。在一个实施例中，该技术将脑功能评估为一种评估认知功能的手段，以便检测由诸如阿尔茨海默氏病之类的病症引起的认知障碍并评估认知障碍治疗的有效性。帮忙。在另一个实施例中，该技术是对本发明人已经获得专利的技术的改进，并且使用大脑中的信息作为检测人是否参与特定组织，行为和犯罪活动的手段。帮助检测。在第三实施例中，本技术分别通过脑电图，注意力，信息处理和与这些演示中的每一个相关的存储器来识别演示对于广告，教育和培训的有效性。它有助于通过检测反应来进行评估。[选择图]图2

