

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-139454
(P2015-139454A)

(43) 公開日 平成27年8月3日(2015. 8. 3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/1455 (2006.01) A 6 1 B 5/14 3 2 2 4 C 0 3 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-11947 (P2014-11947)
(22) 出願日 平成26年1月27日 (2014. 1. 27)

(71) 出願人 503027931
学校法人同志社
京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地
(74) 代理人 110000475
特許業務法人みのり特許事務所
(72) 発明者 廣安 知之
京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学内
(72) 発明者 福島 亜梨花
京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学内
Fターム(参考) 4C038 KK01 KL05 KL07

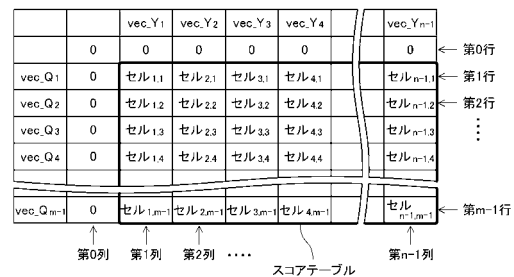
(54) 【発明の名称】 時系列データの類似部分抽出方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 解析者に負担をかけることなく、客観的な基準に従って複数の時系列データの類似部分を抽出可能な類似部分抽出方法を提供する。

【解決手段】 i 番目の第1ベクトル i および j 番目の第2ベクトル j のコサイン類似度 i, j を算出し、(1) コサイン類似度 i, j が所定の許容閾値 よりも大きい場合は、セル $i-1, j-1$ のスコアに該コサイン類似度 i, j を加算したものをセル i, j のスコアとする一方、(2) コサイン類似度 i, j が許容閾値 よりも小さい場合は、セル $i-1, j$ のスコアにコサイン類似度 $i-1, j$ を加算したものの、またはセル $i, j-1$ のスコアにコサイン類似度 $i, j-1$ を加算したもののから、所定のペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとするスコアテーブル作成工程を含む。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

任意の物理量を一定時間毎に n 回（ただし、 n は 3 以上の整数）測定することにより得た第 1 時系列データと、前記物理量を一定時間毎に m 回（ただし、 m は 3 以上の整数）測定することにより得た第 2 時系列データとの類似部分を抽出する方法であって、

前記第 1 時系列データを構成する連続する 2 つの測定点の差に基づいて $n - 1$ 個の第 1 ベクトルを生成するとともに、前記第 2 時系列データを構成する連続する 2 つの測定点の差に基づいて $m - 1$ 個の第 2 ベクトルを生成するベクトル化工程と、

前記第 1 ベクトルおよび前記第 2 ベクトルに基づいて、 $(n - 1) \times (m - 1)$ 個のセルで構成されたスコアテーブルを作成するステップであって、前記 $n - 1$ 個の第 1 ベクトルのうちの i 番目（ただし、 i は $n - 1$ 以下の自然数）の第 1 ベクトル i および前記 $m - 1$ 個の第 2 ベクトルのうちの j 番目（ただし、 j は $m - 1$ 以下の自然数）の第 2 ベクトル j のコサイン類似度 i, j を算出し、(1) 前記コサイン類似度 i, j が所定の許容閾値よりも大きい場合は、セル $i - 1, j - 1$ のスコアに該コサイン類似度 i, j を加算したものをセル i, j のスコアとする一方、(2) 前記コサイン類似度 i, j が前記許容閾値よりも小さい場合は、セル $i - 1, j$ のスコアにコサイン類似度 $i - 1, j$ を加算、またはセル $i, j - 1$ のスコアにコサイン類似度 $i, j - 1$ を加算したもものから、所定のペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとするスコアテーブル作成工程と、

前記スコアテーブルを構成する前記セルのうちの最もスコアの高いセルから出発して、該セルのスコアを算出する際に使用したスコアのセルをトレースバックして行き、前記トレースバックの軌跡に対応する前記第 1 ベクトルおよび前記第 2 ベクトルを特定するトレースバック工程と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記スコアテーブル作成工程において、(2) 前記コサイン類似度 i, j が前記許容閾値よりも小さい場合は、第 1 ベクトル $i - 1$ および第 2 ベクトル j のコサイン類似度 $i - 1, j$ と第 1 ベクトル i および第 2 ベクトル $j - 1$ のコサイン類似度 $i, j - 1$ との大きさを比較し、(2 - 1) 前記コサイン類似度 $i - 1, j$ の方が大きい場合は、セル $i - 1, j$ のスコアに前記コサイン類似度 $i - 1, j$ を加算し、前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとする一方、(2 - 2) 前記コサイン類似度 $i, j - 1$ の方が大きい場合は、セル $i, j - 1$ のスコアに前記コサイン類似度 $i, j - 1$ を加算し、前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとする、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記スコアテーブル作成工程において、(3) 前記コサイン類似度 i, j 、前記コサイン類似度 $i - 1, j$ 、および前記コサイン類似度 $i, j - 1$ のいずれもが前記許容閾値よりも小さい場合は、セル $i - 1, j - 1$ のスコアから前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとする、ことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ペナルティ値を $\cos 0^\circ$ に設定したことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記物理量が局所的な脳活動により生じる血流量の増減であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、任意の物理量の時間変動に関する複数の時系列データの類似部分を抽出する類似部分抽出方法に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

近年、f N I R S (functional Near-infrared Spectroscopy) 装置を用いて測定した脳の局所的な領域における血流量の増減に基づいて脳機能を探ろうとする研究が注目を集めている (非特許文献 1 参照) 。 f N I R S 装置としては、例えば、株式会社日立メディコ製の f N I R S 装置 (型名 : ETG-7100) が知られている。この f N I R S 装置によれば、0.1 秒毎にサンプリングされた複数の測定点からなる最大 1 2 0 チャンネルの時系列データを同時に得ることができる。

【 0 0 0 3 】

脳機能を探るためには、この膨大な数の時系列データの中から時間変動が類似している部分を抽出することが有効である。類似部分を抽出することができれば、特定の脳活動において、脳のどの領域とどの領域とが連動しているのかを知ることができる。

10

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 非特許文献 1 】 S.C.Bunce, M.T.Izzetoglu, K.Izzetoglu, B.Onaral and K.Pourrezaei, "Functional near-infrared spectroscopy", Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol. 25, No. 4, pp. 52-62, 2006.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、通常、上記類似部分の抽出は、解析者が経験に基づいて目視で行っている。このため、従来の類似部分の抽出は、(1) 抽出結果に客観性がない、(2) 時系列データの数が増えるにつれて解析者の負担が増大する、といった問題を有していた。また、脳活動の種類によっては、ある領域における血流量の時間変動を時間方向に圧縮 / 伸張したような血流量の時間変動が別の領域に現われることがあるが、これらを解析者が類似と判断するのは非常に困難であった。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、解析者に負担をかけることなく、客観的な基準に従って複数の時系列データの類似部分を精度良く抽出することができる類似部分抽出方法を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本発明に係る類似部分抽出方法は、任意の物理量を一定時間毎に n 回 (ただし、 n は 3 以上の整数) 測定することにより得た第 1 時系列データと、前記物理量を一定時間毎に m 回 (ただし、 m は 3 以上の整数) 測定することにより得た第 2 時系列データとの類似部分を抽出する方法であって、前記第 1 時系列データを構成する連続する 2 つの測定点の差に基づいて $n - 1$ 個の第 1 ベクトルを生成するとともに、前記第 2 時系列データを構成する連続する 2 つの測定点の差に基づいて $m - 1$ 個の第 2 ベクトルを生成するベクトル化工程と、前記第 1 ベクトルおよび前記第 2 ベクトルに基づいて、 $(n - 1) \times (m - 1)$ 個のセルで構成されたスコアテーブルを作成するステップであって、前記 $n - 1$ 個の第 1 ベクトルのうちの i 番目 (ただし、 i は $n - 1$ 以下の自然数) の第 1 ベクトル i および前記 $m - 1$ 個の第 2 ベクトルのうちの j 番目 (ただし、 j は $m - 1$ 以下の自然数) の第 2 ベクトル j のコサイン類似度 i, j を算出し、(1) 前記コサイン類似度 i, j が所定の許容閾値よりも大きい場合は、セル $i - 1, j - 1$ のスコアに該コサイン類似度 i, j を加算したものをセル i, j のスコアとする一方、(2) 前記コサイン類似度 i, j が前記許容閾値よりも小さい場合は、セル $i - 1, j$ のスコアにコサイン類似度 $i - 1, j$ を加算、またはセル $i, j - 1$ のスコアにコサイン類似度 $i, j - 1$ を加算したのから、所定のペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとするスコアテーブル作成工程と、前記スコアテーブルを構成する前記セルのうちの最もスコアの高いセルから出発して、該セルのスコアを算出する際に使用したスコアのセルをトレースバ

40

50

ックして行き、前記トレースバックの軌跡に対応する前記第 1 ベクトルおよび前記第 2 ベクトルを特定するトレースバック工程と、を含む。

【0008】

上記類似部分抽出方法は、例えば、前記スコアテーブル作成工程において、(2)前記コサイン類似度 i, j が前記許容閾値よりも小さい場合は、第 1 ベクトル $i-1$ および第 2 ベクトル j のコサイン類似度 $i-1, j$ と第 1 ベクトル i および第 2 ベクトル $j-1$ のコサイン類似度 $i, j-1$ との大小を比較し、(2-1)前記コサイン類似度 $i-1, j$ の方が大きい場合は、セル $i-1, j$ のスコアに前記コサイン類似度 $i-1, j$ を加算し、前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとする一方、(2-2)前記コサイン類似度 $i, j-1$ の方が大きい場合は、セル $i, j-1$ のスコアに前記コサイン類似度 $i, j-1$ を加算し、前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとする。

10

【0009】

また、上記類似部分抽出方法は、前記スコアテーブル作成工程において、(3)前記コサイン類似度 i, j 、前記コサイン類似度 $i-1, j$ 、および前記コサイン類似度 $i, j-1$ のいずれもが前記許容閾値よりも小さい場合は、セル $i-1, j-1$ のスコアから前記ペナルティ値を減算したものをセル i, j のスコアとすることが好ましい。

【0010】

なお、上記類似部分抽出方法では、例えば、前記ペナルティ値を $\cos 0^\circ$ 設定すればよい。

20

【0011】

上記類似部分抽出方法は、例えば、局所的な脳活動により生じる血流量の増減に関する時系列データの類似部分を抽出することができるが、対象とし得る物理量はこれに限定されない。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、解析者に負担をかけることなく、客観的な基準に従って複数の時系列データの類似部分を抽出可能な類似部分抽出方法を提供することができる。特に、本発明に係る類似部分抽出方法よれば、時系列データの形のみ注目して類似部分を抽出するので、時間方向に圧縮/伸張された時系列データと圧縮/伸張される前の時系列データとの類似部分を抽出することもできる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】類似部分を有する 2 つの時系列データのグラフである。

【図 2】本発明に係る類似部分抽出方法のフロー図である。

【図 3】本発明に係る類似部分抽出方法のベクトル化工程を説明するための図である。

【図 4】本発明に係る類似部分抽出方法のスコアテーブル作成工程を説明するための図である。

【図 5】本発明に係る類似部分抽出方法のスコアテーブル作成工程で作成したスコアテーブルの具体例 1 を示す図である。

40

【図 6】本発明に係る類似部分抽出方法のトレースバック工程で行ったトレースバックの具体例 1 を示す図である。

【図 7】本発明に係る類似部分抽出方法のスコアテーブル作成工程で作成したスコアテーブルの具体例 2 を示す図である。

【図 8】本発明に係る類似部分抽出方法のトレースバック工程で行ったトレースバックの具体例 2 を示す図である。

【図 9】許容閾値を $\cos 15^\circ$ に設定して類似部分を抽出した結果を示す図である。

【図 10】許容閾値を $\cos 10^\circ$ に設定して類似部分を抽出した結果を示す図である。

【図 11】許容閾値を $\cos 20^\circ$ に設定して類似部分を抽出した結果を示す図である

50

。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参考にしつつ、本発明に係る類似部分抽出方法の実施例について説明する。

【0015】

本発明の実施例に係る類似部分抽出方法は、任意の物理量を一定時間毎に n 回（ただし、 n は 3 以上の整数）測定することにより得た第 1 時系列データと、該物理量を一定時間毎に m 回（ただし、 m は 3 以上の整数）測定することにより得た第 2 時系列データとの類似部分を抽出する方法である。

10

【0016】

例えば、第 1 時系列データが、脳の局所領域における血流量の時間変動を示すデータ（図 1 A 参照）であり、第 2 時系列データが、脳の別の局所領域における血流量の時間変動を示すデータ（図 1 B 参照）である場合、類似部分抽出方法を実行することにより、第 1 時系列データの部分 a と第 2 時系列データの部分 b が類似していることを知ることができる。なお、本実施例に係る類似部分抽出方法によれば、第 1 時系列データの全体と第 2 時系列データの全体が類似している場合のみならず、第 1 時系列データの一部分が第 2 時系列データの一部分に類似している場合においても、類似部分を抽出することができる。第 1 時系列データの一部分と第 2 時系列データの一部分は、時間的に対応していなくてもよい。

20

【0017】

図 2 に示すように、本実施例に係る類似部分抽出方法は、順次実行される 4 つの工程、すなわち、ベクトル化工程 S_1 、正規化工程 S_2 、スコアテーブル作成工程 S_3 およびトレースバック工程 S_4 を含む。これらのうち、正規化工程 S_2 は、スコアテーブル作成工程 S_3 における計算を容易にするための工程であり、その必要がない場合は省略することができる。

【0018】

[ベクトル化工程]

ベクトル化工程 S_1 では、第 1 時系列データを構成する時間的に連続する 2 つの測定点の差に基づいて $n - 1$ 個の第 1 ベクトルを生成するとともに、第 2 時系列データを構成する連続する 2 つの測定点の差に基づいて $m - 1$ 個の第 2 ベクトルを生成する。

30

【0019】

図 3 A に示すように、第 1 時系列データが 10 個の測定点 $A_1 \sim A_{10}$ で構成されている場合は、測定点 $A_2 (x_2, y_2)$ と $A_1 (x_1, y_1)$ との差に基づいて 1 番目の第 1 ベクトル $vec_A_1 (x_2 - x_1, y_2 - y_1)$ を生成し、測定点 $A_3 (x_3, y_3)$ と $A_2 (x_2, y_2)$ との差に基づいて 2 番目の第 1 ベクトル $vec_A_2 (x_3 - x_2, y_3 - y_2)$ を生成し、 \dots 、測定点 $A_{10} (x_{10}, y_{10})$ と $A_9 (x_9, y_9)$ との差に基づいて 9 番目の第 1 ベクトル $vec_A_9 (x_{10} - x_9, y_{10} - y_9)$ を生成する（図 3 B、図 3 C 参照）。

40

【0020】

同様に、第 2 時系列データが 9 個の測定点 $B_1 \sim B_9$ で構成されている場合は、測定点 $B_2 (x_2, y_2)$ と $B_1 (x_1, y_1)$ との差に基づいて 1 番目の第 2 ベクトル $vec_B_1 (x_2 - x_1, y_2 - y_1)$ を生成し、測定点 $B_3 (x_3, y_3)$ と $B_2 (x_2, y_2)$ との差に基づいて 2 番目の第 2 ベクトル $vec_B_2 (x_3 - x_2, y_3 - y_2)$ を生成し、 \dots 、測定点 $B_9 (x_9, y_9)$ と $B_8 (x_8, y_8)$ との差に基づいて 8 番目の第 2 ベクトル $vec_B_8 (x_9 - x_8, y_9 - y_8)$ を生成する。

【0021】

なお、本明細書では、 i 番目（ただし、 i は $n - 1$ 以下の自然数）の第 1 ベクトル vec_A_i の x 成分および y 成分をそれぞれ vec_x_i 、 vec_y_i と呼び、 j 番目（ただし、 j は $m - 1$ 以下の自然数）の第 2 ベクトル vec_B_j の x 成分および y 成分を

50

それぞれ vec_p_j 、 vec_q_j と呼ぶこととする。第 1 時系列データおよび第 2 時系列データが同一の f N I R S 装置で測定されたものである場合、 vec_x_i および vec_p_j は、いずれも該 f N I R S 装置のサンプリング時間（例えば、0.1 秒）に等しくなる。

【0022】

[正規化工程]

正規化工程 S 2 では、第 1 ベクトル vec_A_i の y 成分 vec_y_i および第 2 ベクトル vec_B_j の y 成分 vec_q_j を、次式を用いて -1 ~ +1 の範囲内で正規化する。

【数 1】

$$vec_Y_i = 2 \times \left(\frac{vec_y_i - \min}{\max - \min} - \frac{1}{2} \right) \quad \dots (1)$$

$$vec_Q_j = 2 \times \left(\frac{vec_q_j - \min}{\max - \min} - \frac{1}{2} \right) \quad \dots (2)$$

ここで、 vec_Y_i および vec_Q_j は、それぞれ i 番目の第 1 ベクトル vec_A_i の y 成分 vec_y_i および j 番目の第 2 ベクトル vec_B_j の y 成分 vec_q_j を正規化したものである。また、 \max および \min は、それぞれ vec_y_i ($i = 1, 2, \dots, n-1$) および vec_q_j ($j = 1, 2, \dots, m-1$) の最大値および最小値である。

【0023】

[スコアテーブル作成工程]

スコアテーブル作成工程 S 3 では、第 1 ベクトル vec_A_i の正規化後の y 成分 vec_Y_i ($i = 1, 2, \dots, n-1$) および第 2 ベクトル vec_B_j の正規化後の y 成分 vec_Q_j ($j = 1, 2, \dots, m-1$) に基づいてスコアテーブルを作成する。図 4 に示すように、スコアテーブルは $(n-1) \times (m-1)$ 個のセルで構成されている。また、スコアテーブルには第 0 行および第 0 列が付加されている。第 0 行および第 0 列の各セルには、初期値である 0 を入れておく。

【0024】

その他のセル i, j には、 vec_Y_i と vec_Q_j のコサイン類似度 $\cos_{i,j}$ に基づいて算出したスコアを入れる。コサイン類似度 $\cos_{i,j}$ は、2 つの値 (vec_Y_i 、 vec_Q_j) の類似度を評価するための指標であり、次式により算出することができる。

【数 2】

$$\cos\theta_{i,j} = \frac{1 + vec_Y_i \times vec_Q_j}{\sqrt{vec_Y_i^2 + 1} \times \sqrt{vec_Q_j^2 + 1}} \quad \dots (3)$$

コサイン類似度 $\cos_{i,j}$ は、+1 に近ければ近いほど評価する 2 つの値が類似していることを示す一方、-1 に近ければ近いほど評価する 2 つの値がかけ離れていることを示す。

【0025】

vec_Y_i と vec_Q_j のコサイン類似度 $\cos_{i,j}$ が所定の許容閾値よりも大きい場合、すなわち、第 1 ベクトル vec_A_i と第 2 ベクトル vec_B_j が完全に同一であるか、または許容し得る範囲内で相違している場合は、セル i, j のスコアを次式により算出された $S_{i,j}$ とする。

10

20

30

40

50

【数 3】

$$S_{i,j} = S_{i-1,j-1} + \cos \theta_{i,j} \quad \dots (4)$$

ここで、 $S_{i-1,j-1}$ は、先に算出されたセル $i-1, j-1$ のスコアである。

【0026】

許容閾値 は、解析者が任意に設定できるパラメータである。例えば、解析者が許容閾値 を $\cos 15^\circ (= 0.96593)$ に設定した場合は、第1ベクトル vec_A_i と第2ベクトル vec_B_j のなす角が 15° よりも小さいとコサイン類似度 $\cos_{i,j}$ が許容閾値 よりも大きくなり、反対に、第1ベクトル vec_A_i と第2ベクトル vec_B_j のなす角が 15° よりも大きいとコサイン類似度 $\cos_{i,j}$ が許容閾値 よりも小さくなる。

【0027】

解析者は、許容閾値 を調整することにより、抽出の曖昧さを任意に調整することができる。すなわち、解析者は、許容閾値 を下げることで、より多くの部分を類似部分として抽出することができる。一方、解析者は、許容閾値 を上げることで、類似度の高い部分だけを抽出することができる。

【0028】

コサイン類似度 $\cos_{i,j}$ が許容閾値 よりも小さい場合、すなわち、第1ベクトル vec_A_i と第2ベクトル vec_B_j が許容し得る範囲を超えて相違している場合は、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 vec_Y_{i-1} と vec_Q_j のコサイン類似度 $\cos_{i-1,j}$ 、および vec_Y_i と vec_Q_{j-1} のコサイン類似度 $\cos_{i,j-1}$ を算出し、両者の大小を比較する。そして、コサイン類似度 $\cos_{i-1,j}$ の方が大きい場合は、セル i,j のスコアを次式により算出された $S_{i,j}$ とする。

【数 4】

$$S_{i,j} = S_{i-1,j} + \cos \theta_{i-1,j} - \beta \quad \dots (5)$$

一方、コサイン類似度 $\cos_{i,j-1}$ の方が大きい場合は、セル i,j のスコアを次式により算出された $S_{i,j}$ とする。

【数 5】

$$S_{i,j} = S_{i,j-1} + \cos \theta_{i,j-1} - \beta \quad \dots (6)$$

ここで、 β はペナルティ値である。ペナルティ値 は、例えば、 $\cos 0^\circ (= 1)$ に設定される。これにより、(5)式の“ $\cos_{i-1,j}$ ”部分および(6)式の“ $\cos_{i,j-1}$ ”部分が必ず負数となり、その結果、セル i,j のスコア $S_{i,j}$ が $S_{i-1,j}$ または $S_{i,j-1}$ を超えるのを防ぐことができる。

【0029】

時間方向の圧縮/伸張を考慮するために算出したコサイン類似度 $\cos_{i-1,j}$ およびコサイン類似度 $\cos_{i,j-1}$ のいずれもが許容閾値 よりも小さい場合は、(5)式または(6)式ではなく、次式によりセル i,j のスコア $S_{i,j}$ を算出する。

【数 6】

$$S_{i,j} = S_{i-1,j-1} - \beta \quad \dots (7)$$

【0030】

なお、(4)～(7)式のいずれかでセル i, j のスコア $S_{i, j}$ を算出した結果、スコア $S_{i, j}$ が負数となった場合は、スコア $S_{i, j}$ を0に修正する。

【0031】

このように、スコアテーブル作成工程S3では、セル i, j のスコア $S_{i, j}$ を算出する際に、左上にあるセル $i-1, j-1$ のスコア $S_{i-1, j-1}$ 、左にあるセル $i-1, j$ のスコア $S_{i-1, j}$ 、および上にあるセル $i, j-1$ のスコア $S_{i, j-1}$ のいずれかを使用する。したがって、セル i, j のスコア $S_{i, j}$ を算出するためには、上記3つのスコアを先に算出しておく必要がある。

【0032】

[トレースバック工程]

トレースバック工程S4では、スコアテーブルを構成する全セルのうちの最もスコアの高いセルから出発して、該セルのスコアを算出する際に使用したスコアのセルをトレースバックして行く。そして、これにより得られたトレースバックの軌跡に対応する第1ベクトルおよび第2ベクトルを特定する。

【0033】

例えば、セル $4, 4$ のスコア $S_{4, 4}$ が最も高く、かつスコア $S_{4, 4}$ が(4)式により算出されたものであった場合は、セル $4, 4$ からセル $3, 3$ に進み、セル $3, 3$ のスコア $S_{3, 3}$ が(5)式により算出されたものであった場合は、セル $3, 3$ からセル $2, 3$ に進み、さらに、セル $2, 3$ のスコア $S_{2, 3}$ が(4)式により算出されたものであった場合は、セル $2, 3$ からセル $1, 2$ に進む。この場合、トレースバックの軌跡は、セル $4, 4$ 、セル $3, 3$ 、セル $2, 3$ 、セル $1, 2$ となる。上記の軌跡に対応する第1ベクトルおよび第2ベクトルは、 vec_A_{1-4} および vec_B_{2-4} である。したがって、この例では、第1時系列データの測定点 A_1 と測定点 A_5 の間の部分と、第2時系列データの測定点 B_2 と測定点 B_5 の間の部分が類似するとの判断がなされたことになる。

【0034】

続いて、スコアテーブル作成工程S3およびトレースバック工程S4の具体例1および具体例2について説明する。

【0035】

[具体例1]

具体例1では、第1ベクトル vec_A_{1-5} の正規化後のy成分 vec_Y_{1-5} を0.14、0.15、0.13、0.13、-0.50とし、第2ベクトル vec_B_{1-5} の正規化後のy成分 vec_Q_{1-5} を0.13、0.12、0.11、-0.42、-0.50とし、許容閾値を0.9とした。

【0036】

図5に、スコアテーブル作成工程S3で作成したスコアテーブルを示す。スコアテーブルを構成する $5 \times 5 = 25$ 個のセル $1, 1 \sim 5, 5$ のスコア $S_{1, 1 \sim 5, 5}$ うち、セル $1, 1$ のスコア $S_{1, 1}$ 、セル $5, 2$ のスコア $S_{5, 2}$ 、セル $2, 4$ のスコア $S_{2, 4}$ 、およびセル $2, 5$ のスコア $S_{2, 5}$ を算出する手順について以下に説明する。

【0037】

[スコア $S_{1, 1}$]

(i) $vec_Y_1 (= 0.14)$ と $vec_Q_1 (= 0.13)$ を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $cos_{1, 1}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $cos_{1, 1} (= 0.99995)$ と許容閾値 $(= 0.9)$ の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $cos_{1, 1}$ の方が大きいので、上記(4)式に従い、スコア $S_{1, 1}$ を、セル $1-1, 1-1$ のスコア $S_{0, 0} (= 初期値0)$ とコサイン類似度 $cos_{1, 1} (= 0.99995)$ の和 $(= 0.99995)$ とする。

【0038】

[スコア $S_{5, 2}$]

10

20

30

40

50

(i) $\text{vec_}Y_5 (= -0.50)$ と $\text{vec_}Q_2 (= 0.12)$ を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $\cos_{5,2}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{5,2} (= 0.83477)$ と許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{5,2}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 $\text{vec_}Y_{5-1} (= 0.13)$ と $\text{vec_}Q_2 (= 0.12)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{4,2}$ を算出するとともに、 $\text{vec_}Y_5 (= -0.50)$ と $\text{vec_}Q_{2-1} (= 0.13)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{5,1}$ を算出する。

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{4,2} (= 0.99995)$ とコサイン類似度 $\cos_{5,1} (= 0.82931)$ の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(v) コサイン類似度 $\cos_{5,1}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{4,2}$ の方が大きく、かつ許容閾値 よりもコサイン類似度 $\cos_{5,1}$ の方が大きいので、上記(5)式に従い、スコア $S_{5,2}$ を、セル $5-1, 2$ のスコア $S_{4,2} (= 1.99995)$ とコサイン類似度 $\cos_{4,2} (= 0.99995)$ の和からペナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= 1.99990$) とする。

【0039】

[スコア $S_{2,4}$]

(i) $\text{vec_}Y_2 (= 0.15)$ と $\text{vec_}Q_4 (= -0.42)$ を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{2,4} (= 0.85434)$ と許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 $\text{vec_}Y_{2-1} (= 0.14)$ と $\text{vec_}Q_4 (= -0.42)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{1,4}$ を算出するとともに、 $\text{vec_}Y_2 (= 0.15)$ と $\text{vec_}Q_{4-1} (= 0.11)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ を算出する。

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{1,4} (= 0.85939)$ とコサイン類似度 $\cos_{2,3} (= 0.99923)$ の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(v) コサイン類似度 $\cos_{1,4}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ の方が大きく、かつ許容閾値 よりもコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ の方が大きいので、上記(6)式に従い、スコア $S_{2,4}$ を、セル $2, 4-1$ のスコア $S_{2,3} (= 1.99903)$ とコサイン類似度 $\cos_{2,3} (= 0.99923)$ の和からペナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= 1.99826$) とする。

【0040】

[スコア $S_{2,5}$]

(i) $\text{vec_}Y_2 (= 0.15)$ と $\text{vec_}Q_5 (= -0.50)$ を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $\cos_{2,5}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{2,5} (= 0.81819)$ と許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{2,5}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 $\text{vec_}Y_{2-1} (= 0.14)$ と $\text{vec_}Q_5 (= -0.50)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ を算出するとともに、 $\text{vec_}Y_2 (= 0.15)$ と $\text{vec_}Q_{5-1} (= -0.42)$ を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{2,4}$ を算出する。

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{1,5} (= 0.82378)$ とコサイン類似度 $\cos_{2,4} (= 0.85434)$ の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

10

20

30

40

50

(v) コサイン類似度 $\cos_{1,5}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{2,4}$ の方が大きい
が、コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ は許容閾値 よりも小さいので、上記(7)式に従い
、スコア $S_{2,5}$ を、セル $2-1, 5-1$ のスコア $S_{1,4}$ ($= 0.99913$) からペ
ナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= -0.00087$) とする。なお、スコア $S_{2,5}$
は負数なので、最終的に 0 に修正される。

【0041】

図6に、トレースバック工程 S_4 で行ったトレースバックの軌跡を示す。最大スコア
あるスコア $S_{5,5}$ ($= 3.99937$) は(4)式により算出されたものなので、セル
 $5, 5$ の1つ前のセルはセル $4, 4$ である。セル $4, 4$ のスコア $S_{4,4}$ ($= 2.999$
 37) は(6)式により算出されたものなので、セル $4, 4$ の1つ前のセルはセル $4, 3$
である。セル $4, 3$ のスコア $S_{4,3}$ ($= 2.99956$) は(4)式により算出され
たものなので、セル $4, 3$ の1つ前のセルはセル $3, 2$ である。セル $3, 2$ のスコア $S_{3,2}$
 2 ($= 1.99976$) は(4)式により算出されたものなので、セル $3, 2$ の1つ前
のセルはセル $2, 1$ である。

10

【0042】

このトレースバックの軌跡(セル $5, 5$ セル $4, 4$ セル $4, 3$ セル $3, 2$ セル
 $2, 1$)に対応する第1ベクトルおよび第2ベクトルは、 vec_A_{2-5} および vec
 $_B_{1-5}$ である。したがって、具体例1では、第1時系列データの測定点 A_2 と測定点
 A_5 の間の部分と、第2時系列データの測定点 B_1 と測定点 B_5 の間の部分が類似すると
判断したことになる。

20

【0043】

[具体例2]

具体例2では、第1ベクトル vec_A_1 の正規化後の y 成分 vec_Y_1 および第1
ベクトル vec_A_5 の正規化後の y 成分 vec_Y_5 をそれぞれ -0.30 および $0.$
 70 とし、それ以外の条件は全て具体例1と同じにした。

【0044】

図7に、スコアテーブル作成工程 S_3 で作成したスコアテーブルを示す。スコアテー
ブルを構成する $5 \times 5 = 25$ 個のセル $1, 1 \sim 5, 5$ のスコア $S_{1,1} \sim S_{5,5}$ うち、セル
 $1, 1$ のスコア $S_{1,1}$ 、セル $2, 4$ のスコア $S_{2,4}$ 、セル $2, 5$ のスコア $S_{2,5}$ 、
およびセル $4, 5$ のスコア $S_{3,5}$ を算出する手順について以下に説明する。

30

【0045】

[スコア $S_{1,1}$]

(i) vec_Y_1 ($= -0.30$) と vec_Q_1 ($= 0.13$) を上記(3)式に代入
し、コサイン類似度 $\cos_{1,1}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{1,1}$ ($= 0.91279$) と許容閾値 ($=$
 0.9) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{1,1}$ の方が大きいので、上記(4)式に従い、スコ
ア $S_{1,1}$ を、セル $1-1, 1-1$ のスコア $S_{0,0}$ ($=$ 初期値 0) とコサイン類似度 c
 $os_{1,1}$ ($= 0.91279$) の和 ($= 0.91279$) とする。

40

【0046】

[スコア $S_{2,4}$]

(i) vec_Y_2 ($= 0.15$) と vec_Q_4 ($= -0.42$) を上記(3)式に代
入し、コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{2,4}$ ($= 0.85434$) と許容閾値 ($=$
 0.9) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考
慮するために、 vec_Y_{2-1} ($= -0.30$) と vec_Q_{4-1} ($= -0.42$) を上
記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{1,4}$ を算出するとともに、 vec_Y_2
($= 0.15$) と vec_Q_{4-1} ($= 0.11$) を上記(3)式に代入してコサイン類
似度 $\cos_{2,3}$ を算出する。

50

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{1,4}$ ($= 0.99437$) とコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ ($= 0.99923$) の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(v) コサイン類似度 $\cos_{1,4}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ の方が大きく、かつ許容閾値 よりもコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ の方が大きいので、上記(6)式に従い、スコア $S_{2,4}$ を、セル $2,4-1$ のスコア $S_{2,3}$ ($= 1.91599$) とコサイン類似度 $\cos_{2,3}$ ($= 0.99923$) の和からペナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= 1.91522$) とする。

【0047】

[スコア $S_{2,5}$]

(i) $\text{vec_}Y_2$ ($= 0.15$) と $\text{vec_}Q_5$ ($= -0.50$) を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $\cos_{2,5}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{2,5}$ ($= 0.81819$) と許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{2,5}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 $\text{vec_}Y_{2-1}$ ($= -0.30$) と $\text{vec_}Q_5$ ($= -0.50$) を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ を算出するとともに、 $\text{vec_}Y_2$ ($= 0.15$) と $\text{vec_}Q_{5-1}$ ($= -0.42$) を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{2,4}$ を算出する。

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ ($= 0.98521$) とコサイン類似度 $\cos_{2,4}$ ($= 0.85434$) の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(v) コサイン類似度 $\cos_{2,4}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ の方が大きく、かつ許容閾値 よりもコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ の方が大きいので、上記(5)式に従い、スコア $S_{2,5}$ を、セル $2-1,5$ のスコア $S_{1,5}$ ($= 0.98521$) とコサイン類似度 $\cos_{1,5}$ ($= 0.98521$) の和からペナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= 0.97042$) とする。

【0048】

[スコア $S_{3,5}$]

(i) $\text{vec_}Y_3$ ($= 0.13$) と $\text{vec_}Q_5$ ($= -0.50$) を上記(3)式に代入し、コサイン類似度 $\cos_{3,5}$ を算出する。

(ii) 算出したコサイン類似度 $\cos_{3,5}$ ($= 0.82931$) と許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(iii) コサイン類似度 $\cos_{3,5}$ の方が小さいので、時間方向の圧縮/伸張を考慮するために、 $\text{vec_}Y_{3-1}$ ($= 0.15$) と $\text{vec_}Q_5$ ($= -0.50$) を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{2,5}$ を算出するとともに、 $\text{vec_}Y_3$ ($= 0.13$) と $\text{vec_}Q_{5-1}$ ($= -0.42$) を上記(3)式に代入してコサイン類似度 $\cos_{3,4}$ を算出する。

(iv) 算出したコサイン類似度 $\cos_{2,5}$ ($= 0.81819$) とコサイン類似度 $\cos_{3,4}$ ($= 0.86437$) の大小を比較するとともに、これらと許容閾値 ($= 0.9$) の大小を比較する。

(v) コサイン類似度 $\cos_{2,5}$ よりもコサイン類似度 $\cos_{3,4}$ の方が大きいですが、コサイン類似度 $\cos_{3,4}$ は許容閾値 よりも小さいので、上記(7)式に従い、スコア $S_{3,5}$ を、セル $3-1,5-1$ のスコア $S_{2,4}$ ($= 1.91522$) からペナルティ値 ($= 1$) を引いた値 ($= 0.91522$) とする。

【0049】

図8に、トレースバック工程 S_4 で行ったトレースバックの軌跡を示す。最大スコアあるスコア $S_{4,3}$ ($= 2.99956$) は(4)式により算出されたものなので、セル $4,3$ の1つ前のセルはセル $3,2$ である。セル $3,2$ のスコア $S_{3,2}$ ($= 1.99976$) も(4)式により算出されたものなので、セル $3,2$ の1つ前のセルはセル $2,1$

10

20

30

40

50

である。

【0050】

このトレースバックの軌跡（セル_{4,3}セル_{3,2}セル_{2,1}）に対応する第1ベクトルおよび第2ベクトルは、 vec_A_{2-4} および vec_B_{1-3} である。したがって、具体例2では、第1時系列データの測定点A₂と測定点A₅の間の部分と、第2時系列データの測定点B₁と測定点B₄の間の部分が類似すると判断したことになる。

【0051】

最後に、fNIRS装置を用いて取得した血流量の時間変動に関する時系列データCH1と、同時に取得した時系列データCH2~24との類似部分を抽出した結果について説明する。

10

【0052】

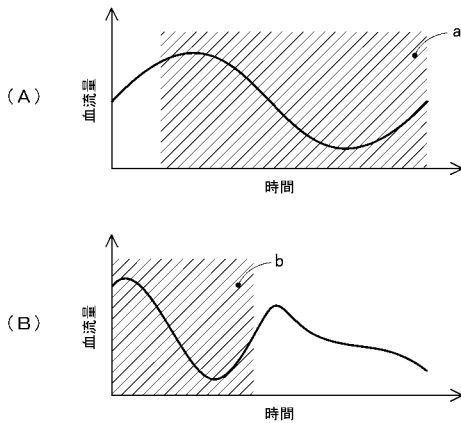
図9は許容閾値を $\cos 15^\circ$ に設定した場合、図10は許容閾値を $\cos 10^\circ$ に設定した場合、そして図11は許容閾値を $\cos 20^\circ$ に設定した場合の、各CHのCH1に類似すると判断された部分を示している。これらの図から明らかなように、実施例に係る類似部分抽出方法では、許容閾値を大きくすることにより類似部分を漏れなく確実に抽出することができる一方、許容閾値を小さくすることにより類似度の高い部分に絞った抽出を行うことができる。

【0053】

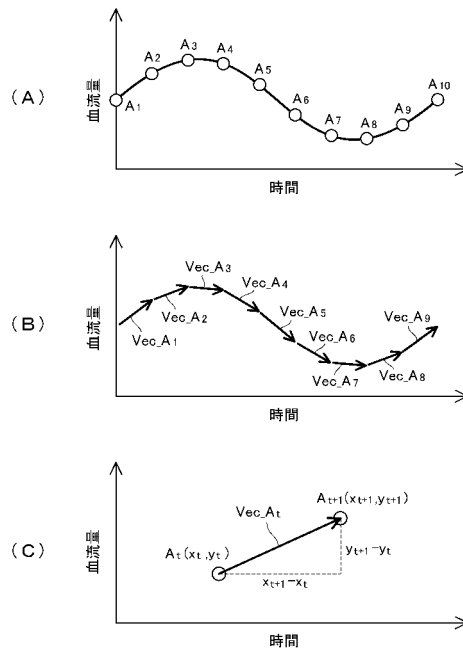
以上、本発明に係る類似部分抽出方法の実施例について説明してきたが、本発明の構成は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能であることは言うまでもない。

20

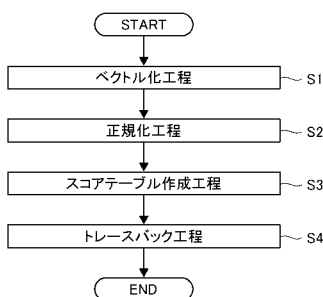
【図1】



【図3】



【図2】



【 図 4 】

		vec_Y ₁	vec_Y ₂	vec_Y ₃	vec_Y ₄	...	vec_Y _{n-1}	
	0	0	0	0	0	...	0	← 第0行
vec_Q ₁	0	セル _{1,1}	セル _{2,1}	セル _{3,1}	セル _{4,1}	...	セル _{n-1,1}	← 第1行
vec_Q ₂	0	セル _{1,2}	セル _{2,2}	セル _{3,2}	セル _{4,2}	...	セル _{n-1,2}	← 第2行
vec_Q ₃	0	セル _{1,3}	セル _{2,3}	セル _{3,3}	セル _{4,3}	...	セル _{n-1,3}	⋮
vec_Q ₄	0	セル _{1,4}	セル _{2,4}	セル _{3,4}	セル _{4,4}	...	セル _{n-1,4}	⋮
...								
vec_Q _{m-1}	0	セル _{1,m-1}	セル _{2,m-1}	セル _{3,m-1}	セル _{4,m-1}	...	セル _{n-1,m-1}	← 第m-1行

↑ 第0列 ↑ 第1列 ↑ 第2列 ... ↑ 第n-1列
 スコアテーブル

【 図 5 】

		vec_Yi				
		0.14	0.15	0.13	0.13	-0.50
		0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.13		0.00000	0.99995	0.99981	1.00000	1.00000
0.12		0.00000	0.99981	1.99952	1.99976	1.99995
0.11		0.00000	0.99956	1.99903	2.99932	2.99956
-0.42		0.00000	0.99913	1.99826	2.99913	2.99937
-0.50		0.00000	0.00000	0.00000	0.99826	1.99913
						3.99937

vec_Qj

【 図 6 】

		vec_Yi				
		0.14	0.15	0.13	0.13	-0.50
vec_Qj		0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.13	0.00000		0.99981		
	0.12	0.00000			1.99976	
	0.11	0.00000				2.99956
	-0.42	0.00000				2.99937
	-0.50	0.00000				3.99937

【 図 7 】

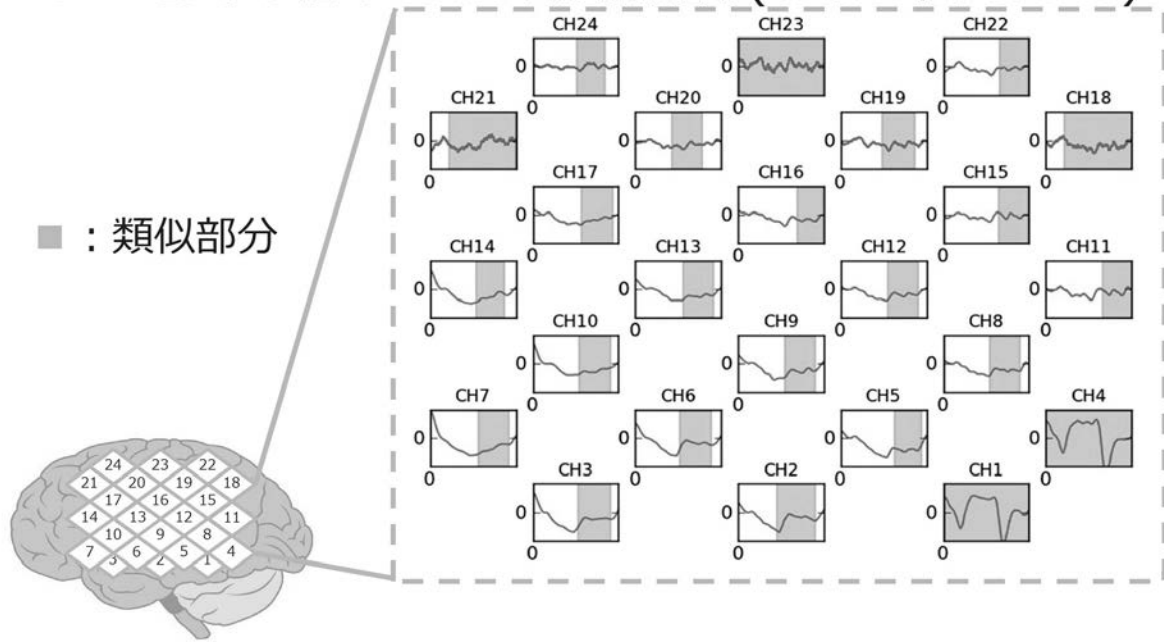
		vec_Yi				
		-0.30	0.15	0.13	0.13	0.70
vec_Qj		0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.13	0.00000	0.91279	0.99981	1.00000	1.00000
	0.12	0.00000	0.91677	1.91236	1.99976	1.99995
	0.11	0.00000	0.92066	1.91599	2.91216	2.99956
	-0.42	0.00000	0.99437	1.91522	2.91197	2.99937
	-0.50	0.00000	0.98521	0.97042	0.91522	1.91197

【 図 8 】

		vec_Yi				
		-0.30	0.15	0.13	0.13	0.70
vec_Qj		0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.13	0.00000		0.99981		
	0.12	0.00000			1.99976	
	0.11	0.00000				2.99956
	-0.42	0.00000				
	-0.50	0.00000				

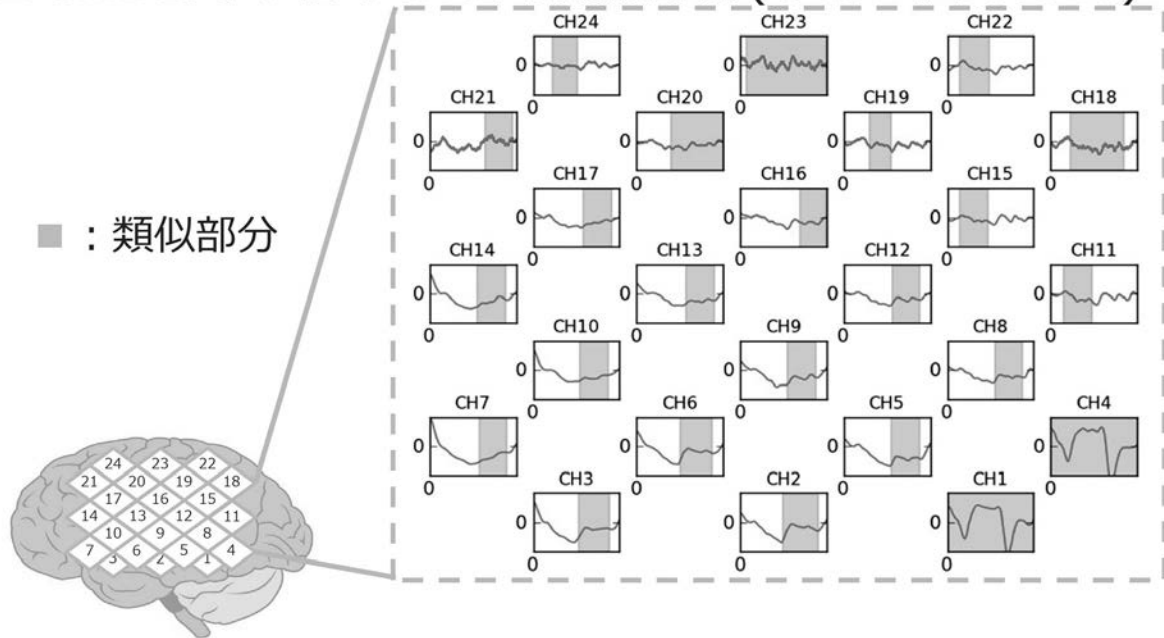
【 図 9 】

□ CH1とその他のCHとの類似部分(しきい値:cos15)



【 図 1 0 】

□ CH1とその他のCHとの類似部分(しきい値:cos10)



【図 1 1】

□ CH1とその他のCHとの類似部分(しきい値:cos20)

