

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 3 区分

【発行日】平成26年8月14日 (2014.8.14)

【公開番号】特開2012-123797(P2012-123797A)

【公開日】平成24年6月28日 (2012.6.28)

【年通号数】公開・登録公報2012-025

【出願番号】特願2011-260006(P2011-260006)

【国際特許分類】

G 0 6 N 3/063 (2006.01)

G 1 1 C 11/54 (2006.01)

G 1 1 C 13/00 (2006.01)

G 0 6 G 7/60 (2006.01)

【F I】

G 0 6 N 3/063

G 1 1 C 11/54

G 1 1 C 13/00 1 1 0 P

G 0 6 G 7/60

【手続補正書】

【提出日】平成26年6月10日 (2014.6.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

統合発火型電子ニューロンの外部スパイク信号に応じて、前記外部スパイク信号に基づいてデジタル膜電位を更新するステップであって、前記デジタル膜電位はニューロン膜電位を表す、前記更新するステップと、

漏れ率に基づいて前記デジタル膜電位を減衰するステップと、

前記デジタル膜電位がしきい値を超えたことに応じて、スパイク信号を生成するステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記膜電位を更新するステップが、

外部興奮性スパイク信号の受信に応じて、1 の時間ステップで受信した興奮性スパイク信号の数に第 1 のスケーリング・パラメータを掛けたものに等しい増加分だけ前記膜電位を増加するステップと、

外部抑制性スパイク信号の受信に応じて、1 の時間ステップで受信した抑制性スパイク信号の数に第 2 のスケーリング・パラメータを掛けたものに等しい減少分だけ前記膜電位を減少させるステップと

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 のスケーリング・パラメータが 2 の倍数であり、前記受信した興奮性スパイクの数に前記倍率を掛けることがデジタル・ビットシフト操作によって行われる、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 2 のスケーリング・パラメータが 2 の倍数であり、前記受信した抑制性スパイク

の数に前記倍率を掛けることがデジタル・ビットシフト操作によって行われる、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記膜電位を減衰するステップが、前記膜電位の現在値を時定数で割ったものに等しい漏れ率に基づいて前記膜電位を減衰するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記時定数が 2 の倍数であり、前記膜電位を前記時定数値で割ることがデジタル・ビットシフト操作によって行われる、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記膜電位を更新するステップが、抑制性スパイク信号の受信に応じて、抑制性チャンネル・コンダクタンス値を増加するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

前記抑制性チャンネル・コンダクタンス値の現在値を時定数で割ったものに等しい漏れ率に基づいて前記抑制性チャンネル・コンダクタンス値を減衰するステップであって、前記時定数が 2 の倍数であり、前記抑制性チャンネル・コンダクタンス値を前記時定数値で割ることがビットシフト操作によって行われる、前記減衰するステップと、

前記抑制性チャンネル・コンダクタンス値に基づいて前記膜電位を減少させることにより前記膜電位に抑制を適用するステップと

をさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記膜電位に抑制を適用するステップが、前記膜電位から前記膜電位値の現在値を除数値で割ったものを引くステップを含み、

前記除数値が倍率から前記抑制性チャンネル・コンダクタンス値内の最上位非ゼロ・ビットを引いたものに等しい冪指数だけ 2 を累乗したものを含む、

請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

各外部スパイク信号によって強度係数だけ増加する 2 つの抑制性チャンネル・コンダクタンス変数の差として前記電子ニューロン内のシナプス・チャンネル・コンダクタンスをモデル化するステップと、

時定数によって支配される減衰率に基づいて前記コンダクタンス変数を減衰するステップであって、前記時定数が 2 の倍数であり、前記減衰がデジタル・ビットシフト操作によって行われる、前記減衰するステップと

をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 11】

前記膜電位から前記膜電位の現在値を除数値で割ったものを引くことにより前記膜電位に抑制を適用するステップであって、前記除数値が倍率から前記抑制性チャンネル・コンダクタンス変数の前記差の値内の最上位非ゼロ・ビットを引いたものに等しい冪指数だけ 2 を累乗したものである、前記適用するステップと、

合計を生成するためにビットシフト操作を使用して膜電位補数値を興奮性強度シフト係数に加えることにより前記膜電位に興奮を適用し、倍率から前記興奮性チャンネル・コンダクタンス変数の前記差の値内の最上位非ゼロ・ビットを引いたものに等しい冪指数だけ 2 を累乗したものである除数で前記合計を割るステップと

をさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

統合発火型電子ニューロンであって、

統合発火型電子ニューロンの膜電位を表すデジタル・カウンタと、

外部スパイク信号に基づいて前記膜電位を更新するために構成されたコントローラであって、

外部興奮性スパイク信号の受信に応じて、変更する必要がある前記カウンタ内のビットのみが変更されるようなビット単位の操作を使用して増加分だけ前記膜電位を増分する

こと、

外部抑制性スパイク信号の受信に応じて、変更する必要がある前記カウンタ内のビットのみが変更されるようなビット単位の操作を使用して減少分だけ前記膜電位を減分すること、

によって前記膜電位を更新するための前記コントローラと、

アナログ抵抗・容量・モデルを使用して時定数に基づいて前記膜電位を減衰するために構成された減衰モジュールと、

前記膜電位がしきい値を超えたことに応じて、スパイク信号を生成するために構成されたスパイク・モジュールと

を備えている、前記統合発火型電子ニューロン。

【請求項 13】

前記減衰モジュールが、アナログ抵抗・容量モデルを使用して時定数に基づいて減衰イベントを発生することにより前記膜電位を減衰するために構成される、請求項 12 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 14】

減衰イベントの発生に応じて、前記カウンタの最上位ビットが 1 である場合に前記カウンタの前記最上位ビットがゼロに設定され、そうではない場合に前記カウンタのすべての下位ビットがゼロに設定される、請求項 13 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 15】

前記ニューロンがスパイク信号を生成すると、前記容量が急速に放電され、ある充電率で充電され、前記充電がしきい値への到達に応じて、減衰イベントが発生される、請求項 14 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 16】

前記ニューロンがスパイク信号を生成すると、前記容量が急速に放電され、ある充電率で充電され、前記充電が第 1 のしきい値への到達に応じて、減衰イベントが発生され、

前記容量がある率で放電され、前記充電が第 2 のしきい値への到達に応じて、減衰イベントが発生される、請求項 14 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 17】

前記抵抗・容量・モデルが 2 つの容量を含み、

前記膜の前記電位が、

前記ニューロンが第 1 のスパイク信号を生成したときに、第 2 の容量に切り替わりながら第 1 の容量を急速に放電することと、

前記ニューロンが第 2 のスパイク信号を生成したときに、前記第 1 の容量に切り替わりながら前記第 2 の容量を急速に放電すること

によって減衰される、

請求項 13 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 18】

イベント・ドリブン統合発火型電子ニューロン内で外部スパイク信号を受信したことに応じて、前記外部スパイク信号に基づいて電子ニューロンのデジタル膜電位を更新するステップと、

漏れ率に基づいて前記膜電位を減衰するステップと、

前記膜電位がしきい値を超えたことに応じて、スパイク信号を生成するステップとを含み、

前記膜電位を更新するステップが、興奮性イベント・タイプの発生に応じて、興奮性シナプス強度増加分だけ前記膜電位を増分するステップをさらに含む、方法。

【請求項 19】

前記膜電位を更新するステップが、抑制性イベント・タイプの発生に応じて、抑制性シナプス強度減少分だけ前記膜電位を減分するステップをさらに含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記膜電位を更新するステップが、減衰イベント・タイプの発生に応じて、漏れ強度減少分だけ前記膜電位を減分するステップをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

スパイク信号を生成するステップが、前記膜電位をリセット値に設定するステップをさらに含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

減衰イベントの発生に応じて、前記膜電位がしきい値より上である場合に前記ニューロンがスパイク・イベントを送信し、シミュレーションとハードウェアとの対応を維持する、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 23】

統合発火型電子ニューロンであって、
デジタル膜電位カウンタと、

統合発火型電子ニューロン内の外部スパイク信号に応じて、前記外部スパイク信号に基づいてデジタル膜電位を更新するために構成されたコントローラ・モジュールであって、前記デジタル膜電位がニューロン膜電位を表す、前記コントローラ・モジュールと、

漏れ率に基づいて前記デジタル膜電位を減衰するために構成された減衰モジュールと、
前記デジタル膜電位がしきい値を超えたことに応じて、スパイク信号を生成するために構成されたスパイク・モジュールと、

を備えている、前記統合発火型電子ニューロン。

【請求項 24】

前記コントローラ・モジュールが、

外部興奮性スパイク信号の受信に応じて、1つの時間ステップで受信した興奮性スパイク信号の数に第1のスケーリング・パラメータを掛けたものに等しい増加分だけ前記膜電位を増加することと、

外部抑制性スパイク信号の受信に応じて、1つの時間ステップで受信した抑制性スパイク信号の数に第2のスケーリング・パラメータを掛けたものに等しい減少分だけ前記膜電位を減少させること

によって前記膜電位を更新するためにさらに構成される、

請求項 23 に記載の統合発火型電子ニューロン。

【請求項 25】

前記第1のスケーリング・パラメータが2の倍数であり、前記受信した興奮性スパイクの数に前記倍率を掛けることがデジタル・ビットシフト操作によって行われるようになっており、

前記第2のスケーリング・パラメータが2の倍数であり、前記受信した抑制性スパイクの数に前記倍率を掛けることがデジタル・ビットシフト操作によって行われるようになっている、

請求項 24 に記載の統合発火型電子ニューロン。