



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 51827

(13) C2

(51) 6 G06G7/60

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) МОДЕЛЬ НЕЙРОНА

1

2

(21) 2000063262

(22) 06 06 2000

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. №12, 2002 р.

(72) Красиленко Володимир Григорович, Нікольський Олександр Іванович, Скерський Олексій Євгенович, Панасюк Олег Володимирович

(73) Красиленко Володимир Григорович, Нікольський Олександр Іванович, Скерський Олексій Євгенович, Панасюк Олег Володимирович

(56) Авторское свидетельство СССР №1089592, М. кл. G06G 7/60, 1984

Авторское свидетельство СССР №1171773, М. кл. G06G 7/60, 1985

UA № 22956, М. кл. G06G 7/60, 1998

(57) 1 Модель нейрона, що містить модулятор лазерного випромінювання, лазер та голограму, на якій записано зовнішні зв'язки моделі нейрона, причому вихід модулятора лазерного випромінювання з'єднано з керуючим входом лазера, вихід якого оптично з'єднано з голограмою, а також біспін-прилад, електронний ключ та резистор навантаження, причому підкладка біспін-приладу з'єднана з виходом електронного ключа, приєднаного до загальної шини, а керуючим входом - до заперного контакту біспін-приладу, приєднаного через резистор до загальної шини, а омичний контакт біспін-приладу з'єднано з шиною живлення, а також два фотодіоди, перший з яких катодом з'єднано з ши-

ною живлення, яка відрізняється тим, що в неї введено перший, другий і третій відбивачі струму та генератор струму, вхід і вихід якого з'єднані відповідно з омичним контактом і з підкладкою біспін-приладу, причому анод першого фотодіода з'єднано з входом першого відбивача струму, вихід якого з'єднано з виходом третього відбивача струму і з виходом генератора струму, а другий фотодіод катодом з'єднано з шиною живлення, а анодом - з входом другого відбивача струму, вихід якого з'єднано з входом третього відбивача струму

2 Модель нейрона за п. 1, яка відрізняється тим, що перший та другий відбивачі струму виконано з двох n-канальних МДН-транзисторів, затвори яких з'єднані з входом відбивача струму і з током першого МДН-транзистора, стік другого МДН-транзистора є виходом відбивача струму, а витоки першого та другого МДН-транзисторів з'єднані з загальною шиною

3 Модель нейрона за п. 1, яка відрізняється тим, що третій відбивач струму виконано з двох p-канальних МДН-транзисторів, затвори яких з'єднані з входом відбивача струму і з током першого МДН-транзистора, стік другого МДН-транзистора є виходом відбивача струму, а витоки першого та другого МДН-транзисторів з'єднані з шиною живлення

Винахід відноситься до нейрокібернетики і може бути використаний при створенні систем обробки інформації та розпізнавання образів, які використовують принцип роботи нейронних мереж

Відомий пристрій для моделювання нейрона, що містить N збуджуючих і M гальмуючих входів, суматор, підсилювач напруги, перетворювач частоти в напругу, схему порівняння, блок, котрий задає початковий поріг, блок пам'яті, котрий містить аналоговий інтегратор і аналоговий ключ, формувач прямокутних імпульсів, підсилювач потужності і оптичний випромінювач. Суматор виконаний у вигляді двох зустрічно включених фотоприймачів [Авт. св. СССР №1089592 кл. G 06 G 7/60 опубл. 30 04 84 Бюл. №16]

Недоліком вказаного пристрою є низька точність

моделювання за рахунок того, що фотоприймачі збуджуючих та гальмівних входів працюють в фотогоальванічному режимі фото електрорушійної сили, складність всього пристрою обумовлена наявністю складного перетворення частоти в напругу аналогового інтегратора, формувача прямокутних імпульсів, підсилювача напруги, велика кількість взаємоперетворювань величин

Відома також модель нейрона, що складається з двох фотоприймачів, суматора, порогового елемента, формувача вихідних імпульсів, модулятора лазерного випромінювання, лазера та голограми, причому одні виводи фотоприймачів з'єднані з сумуючими та віднімаючими входами суматора відповідно, інші - до шини нульового потенціалу, вихід суматора з'єднаний через пороговий еле-

(13) C2

(11) 51827

(19) UA

мент з входом формувача вихідних імпульсів, вихід якого з'єднано з входом модулятора лазерного випромінювання, який з'єднаний з керуючим входом лазера, вихід якого оптично з'єднаний з голограмою [Авт. св. СССР №1171773А, кл. G 06 G 7/60 опубл. 07.08.85]

Недоліком даної моделі є її апаратна складність, вузька функціональна можливість через нездатність сприймати імпульсні вхідні сигнали, що також не відповідає реальному нейрону, який працює як з неперервними, так і з імпульсними вхідними сигналами, звужена область застосування через необхідність двополярного живлення для суматора. Найбільш близькою по технічній суті є модель нейрона, що містить два фотоприймачі, модулятор лазерного випромінювання, лазер та голограму, на якій записано зовнішні зв'язки нейрону, причому вихід модулятора лазерного випромінювання з'єднано з керуючим входом лазера, вихід якого оптично з'єднаний з голограмою, біспін-прилад, електронний ключ та резистор навантаження, причому підкладка біспін-приладу з'єднана з анодом першого фотоприймача, катодом другого фотоприймача та входом електронного ключа, вхід якого під'єднано до запираючого контакту біспін-приладу, першого вивода резистора навантаження та входу модулятора лазерного випромінювання, омичний контакт біспін-приладу та катод першого фотоприймача з'єднані з шиною живлення, анод другого фотоприймача, вихід електронного ключа та другий вивід резистора підключені до загальної шини, [Патент України 22956А, кл. G 06 G 7/60 опубл. 30.06.98 Бюл. №3]

Недоліком даної моделі нейрона є неможливість її функціонування при умовах, коли гальмуючі сигнали є більшими, ніж збуджуючі сигнали. Адже біспін-прилад перетворює в частоту слідування імпульсів вхідні струми тільки позитивного напрямку, тобто такі, які втікають в його підкладку (а витікають вхідні струми зривають генерацію імпульсів біспін-приладу)

В основу винаходу поставлена задача створення моделі нейрона, в якому за рахунок введення нових елементів (вузлів) та взаємозв'язків, забезпечується генерація вихідних імпульсів при будь-яких співвідношеннях збуджуючих і гальмуючих сигналів

Поставлена задача досягається тим, що модель нейрона, що містить модулятор лазерного випромінювання, лазер та голограму, на якій записано зовнішні зв'язки нейрона, причому вихід модулятора лазерного випромінювання з'єднано з керуючим входом лазера, вихід якого оптично з'єднано з голограмою, а також електронний ключ, біспін-прилад та резистор його навантаження, причому підкладка біспін-приладу зв'язана з виходом електронного ключа, приєднаного до загальної шини, а керуючим входом - до запираючого контакту біспін-приладу, приєднаного через резистор навантаження до загальної шини, а омичний контакт біспін-приладу з'єднано з шиною живлення, а також два фотодіоди, перший з яких катодом приєднано до шини живлення, додатково введено 1-ий, 2-ий, 3-ий відбивачі струму та генератор струму, вхід і вихід якого з'єднано відповідно з омичним контактом і з підкладкою біспін-приладу, причому анод першого

фото діода з'єднано зі входом першого відбивача струму і зі входом генератора струму, а другий фото діод катодом під'єднано до шини живлення, вихід якого з'єднано зі входом третього відбивача струму

Крім того, перший та другий відбивачі струму виконано в вигляді двох n-канальних МДН-транзисторів, затвори яких з'єднані зі входом відбивача струму і зі стоком першого МДН-транзистора, стік другого МДН-транзистора є виходом відбивача струму, а витоки першого та другого МДН-транзисторів приєднані до загальної шини

Крім того, третій відбивач струму виконано в вигляді двох р-канальних МДН-транзисторів, затвори яких з'єднані з входом відбивача струму і зі стоком першого МДН-транзистора, стік другого МДН-транзистора є виходом відбивача струму, а витоки першого і другого МДН-транзисторів до шини живлення

Розглянемо технічний результат

Очевидно, що введення до складу моделі нейрона нових вузлів генератора струму і трьох відбивачів струму, а також нових взаємозв'язків нових вузлів з іншими вузлами та елементами моделі нейрона дозволило "змістити" в робочу область біспін-приладу також і ті гальмівні сигнали, величини (енергія, потужність) яких більші, ніж величини збуджуючих сигналів, і тим самим забезпечити можливість функціонування моделі нейрона при будь-яких співвідношеннях величин гальмівних і збуджуючих сигналів

Крім того, додатковим технічним результатом (надсумарним ефектом) є ліквідовані в винаході похибки перетворення вхідних оптичних потужностей в струм, визваних неодинаковістю робочих напруг фотодіодів, притаманні прототипу

На Фіг. надана електрична схема моделі нейрона. Модель нейрона містить перший і другий фотодіоди 1 і 2 відповідно, електронний ключ 3, біспін-прилад 4 та резистор 5 його навантаження, модулятор 6 лазерного випромінювання, лазер 7, голограму 8, шину живлення 9, загальну шину 10, а також 1-ий, 2-ий і 3-ий відбивачі струму 11, 12 і 13 відповідно та генератор струму 14. Відбивачі струму 11 і 12 виконано з n-канальних МДН-транзисторів 15, 16 і 17, 18 відповідно. Відбивач струму 13 виконано з р-канальних МДН-транзисторів 19 і 20.

Вихід модулятора 6 лазерного випромінювання з'єднано з керуючим входом лазера 7, вихід якого оптично з'єднано з голограмою 8, на якій записано зовнішні зв'язки моделі нейрона. Підкладка біспін-приладу з'єднана з виходами відбивачів струму 11 і 13, з виходом генератора 14 струму та з виходом ключа 3, приєднаного до загальної шини 10, а керуючим входом - до запираючого контакту біспін-приладу 4, приєднаного через резистор 5 до загальної шини 10, а омичний контакт біспін-приладу 4 з'єднано з шиною 9 живлення. Перший фото діод 1 катодом приєднано до шини 9 живлення, а анодом - до входу відбивача 11 струму, вихід якого з'єднано з виходом відбивача 13 струму, другий фотодіод 2 катодом приєднано до шини 9 живлення, а анодом - до входу відбивача 12 струму, вихід якого з'єднано зі входом відбивача 13 струму.

Затвори транзисторів 15 і 16 з'єднані зі входом відбивача 11 струму і зі стоком транзистора 15, стік транзистора 16 є виходом відбивача 11 струму, а витоки транзисторів 15 і 16 з'єднані з загальною шиною 10

Затвори транзисторів 17 і 18 з'єднані зі входом відбивача 12 струму і зі стоком транзистора 17, стік транзистора 18 є виходом відбивача 12 струму, а витоки транзисторів 17 і 18 з'єднані з загальною шиною 10

Затвори транзисторів 19 і 20 з'єднані зі входом відбивача 13 струму і зі стоком транзистора 19, стік транзистора 20 є виходом відбивача 13 струму, а витоки транзисторів 17 і 18 з'єднані з загальною шиною 9 живлення

Модель нейрона працює таким чином

Фотодіод 1 приймає гальмуючі входні оптичні сигнали (неперервні або імпульсні), а фотодіод 2 приймає збуджуючі входні оптичні сигнали. При умові неперервних входних сигналів сума всіх гальмуючих сигналів викликає пропорційний до них фотострум через фотодіод 1, який поступає на вхід відбивача 11 струму і з його виходу відбивається (поступає) на вхід (підкладку) біспін-приладу 4. Сума всіх збуджуючих сигналів викликає пропорційний до них фотострум через фотодіод 2, який поступає на вхід відбивача 12 струму і з його виходу відбивається (поступає) на вхід відбивача 13 струму, а з виходу останнього поступає (відбивається) на вхід (підкладку) біспін-приладу 4. Крім того, на вхід біспін-приладу 4 поступає струм генератора 14. Таким чином, на вхід біспін-приладу 4 поступає (втікає в біспін-прилад 4) алгебраїчна сума струмів генератора 14 та відбивачів 11 і 12 струмів, яка завжди позитивна і рівна величині струму, втікаючого в біспін-приладу 4. Цим струмом заряджається підкладка біспін-приладу 4 до момента досягнення ним порогу генерації імпульса, коли на резисторі 5 починає фо-

рмуватись вихідний біспін-імпульс, який викликає відкривання ключа 3, яким ємність підкладки біспін-приладу 4 прискорено розряджається, що призводить до скорочення тривалості біспін-імпульса і до формування паузи між попереднім і наступним біспін-імпульсами. Після досягнення порогу генерації починається генерація наступного біспін-імпульса.

Частота слідування біспін-імпульса прямопропорційна вхідному струму біспін-приладу 4.

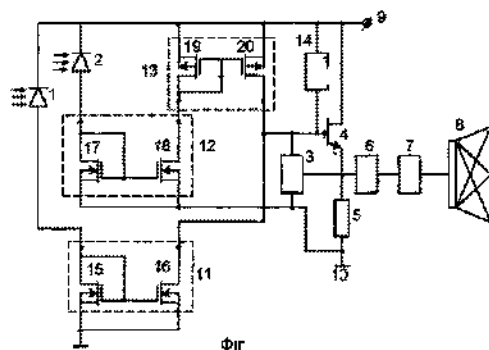
Через те, що ємність підкладки біспін-приладу 4, яка заряджається його вхідним струмом до моменту досягнення порогу генерації біспін-імпульса, виконує роль інтегруючого елемента щодо вхідного струму, біспін-прилад 4 аналогічно працює і у випадках, коли на фотодіоди 1 і 2 поступають імпульсні сигнали, які перетворюються фотодіодами 1 і 2 в імпульси фотоструму.

Вихідні біспін-імпульси надходять на вхід модулятора 6, який формує імпульси з параметрами, які забезпечують необхідний режим когерентного випромінювання лазера 7, що поступає на голограму 8 і відновлює з неї весь світлових променів, кожен з котрих передає сигнал на вхід певного нейрона (тобто є оптичним зв'язком нейрона).

Голограма розщеплює світловий сигнал лазера на множини гостро направлених і дозованих по амплітуді світлових сигналів, які поступають до входів нейронів.

При відновленні голограми елементи зв'язків відтворюються у вигляді світлових променів.

Для функціонування моделі нейрона необхідно вибрати (забезпечити) величину струму генератора 14, а також мінімальні і максимальні значення фотострумів фотодіодів 1 і 2 такими, щоб всі можливі їх значення не виходили за межі діапазону лінійного перетворення біспін-приладом 4 вхідних струмів в частоту слідування імпульсів.



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ "Міжнародний науковий комітет"

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71