

Технологія нейрокорекції зору

Наукове обґрунтування

Зорова система класично описується як ієрархія візуальних стадій обробки, починаючи від виявлення світла і передачі в око через кілька етапів просторового інтегрування, кожен етап формування рецептивних полів зростаючої складності.

Важливий етап в аналізі зображень, в первинній зоровій корі, включає в себе коркові клітини (нейрони), які є вузькоспеціалізованими і оптимізованими аналізаторами (фільтрами) зображення, тому вони реагують тільки в обмеженому діапазоні параметрів візуального образу, таких як орієнтація, розташування в полі зору і просторова частота. Таким чином, для характеристики зображення, візуальна обробка включає в себе спільні активності багатьох нейронів, ці нейронні взаємодії сприяють одночасно збудженню та затримці.

Контраст є одним з найбільш важливих параметрів, який активує коркові клітини, що беруть участь в обробці зору. Відгуки окремих нейронів на повторні відтворення аналогічними подразниками сильно варіюються (шумно). Шум може накласти фундаментальні обмеження на надійне виявлення та розпізнання візуальних сигналів по окремим корковим нейронам.

Нервові взаємодії визначають чутливість контрасту для кожної просторової частоти та поєднання нейронної діяльності встановлює функцію контрастної чутливості (ФКЧ).

Теорія припускає, що зв'язок між нейронними відгуками і сприйняттям, в основному, визначається співвідношенням сигнал-шум (відношення С/Ш) нейронної активності. Загальні відгуки мозку через багато нейронів усереднює шумну активність окремих клітин, тим самим покращуючи співвідношення С/Ш, що призводить до істотного поліпшення візуальних характеристик⁸.

У кількох дослідженнях було показано, що шум окремих коркових нейронів може бути подавлений шляхом відповідного вибору умов стимулювання. Вчені, показали, що контрастна чутливість на низьких рівнях може бути різко збільшена за рахунок контролю параметрів стимулювання. Цей точний контроль умов стимулювання, що призводить до збільшення ефективності нейронів є основним в ініціюванні нейронних змін, які є основою для пластичності мозку.

Пластичність мозку пов'язане зі здатністю нервової системи адаптуватися до нових умов, іноді після травми або ударів, але частіше в набутті нових навичок. Пластичність мозку була продемонстрована в багатьох основних завданнях з доказами, що вказують на фізичні зміни в корі головного мозку дорослого під час виконання повторюваних дій.

Технологія Neurovision вивчає специфічні нейронні взаємодії, використовуючи набір стимулів конкретного пацієнта, які покращують ефективність нейронів і викликають поліпшення ФКЧ за рахунок зниження шуму і збільшення рівня сигналу. Покращення нижнього рівня обробки (Контрастна чутливість і латеральні (бокові) взаємодії) призводить до поліпшення вищого рівня обробки (тобто Лист розпізнавання - гострота зору).

Neurovision підтвердило ці принципи в клінічному застосуванні з покращенням зору при амбліопії дорослих¹, короткозорості низького ступеню, дитячій короткозорості, пресбіопії, спортивного зору, після LASIK і після катаракти.

Візуальна якість сприйняття залежить, як від вхідного сигналу, отриманого через око, так і від обробки в зоровій корі, технологія Neurovision здатна компенсувати розмиті вхідні сигнали, що виходять із сітківки, шляхом підвищення нейронної обробки в головному мозку.

Впровадження нової технології

Типовим будівельним блоком цих візуальних стимуляцій (подразнень) є пляма Габора (малюнок 1), яка ефективно активує і повторює форму рецептивного поля в зоровій корі.

Основна методика контролю стимуляції називається "Бічне маскування", де колінеарно (на одній прямій) орієнтовані флангові Габори відображаються на додаток до цільового зображення Габора. Пацієнту послідовно надається два коротких зображення на екрані у випадковому порядку; пацієнт визначає одне, яке містить цільове Габор зображення (малюнок 2). Система забезпечує пацієнта звуковим зворотним зв'язком у випадку неправильної відповіді. Завдання повторюється поки пацієнт не досягне їх візуального порогового рівня.

Результати, показані на мал. 3, 4 отримані від суб'єктів (дорослі) з нормальним зором, які виконали психофізичні завдання використовуючи метод "Бічного маскування".

На першому етапі, суб'єкту надається набір завдань зорового сприйняття, спрямованих на аналіз і визначення нейронної неефективності або недоліків кожного суб'єкта. На підставі зазначеного аналізу ініціюється план лікування і специфічність суб'єкту досягається шляхом надання пацієнту конкретних стимулів в контрольованому середовищі. Параметри стимулів є автоматичними з урахуванням потреб кожного суб'єкта.

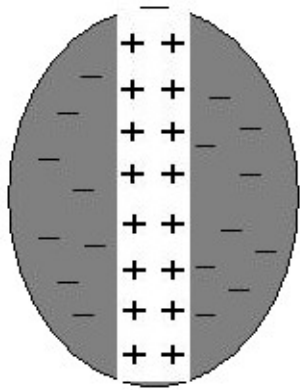
Параметри стимулів: просторова частота, просторове розташування Габорів, рівень контрастності, орієнтація (місцева і загальна), цільове завдання, супутні фактори, тривалість впливу.

Кожен сеанс призначений для навчання, безпосередньо і вибірково. Функцій в зоровій корі, які були діагностовані, в подальшому посилюється. На кожному сеансі алгоритм аналізує відповіді пацієнта і відповідно регулює рівень візуальних труднощів в найбільш ефективному діапазоні для подальшого вдосконалення. У період між сеансами, прогрес пацієнта вимірюється і враховується алгоритмом для формування наступного сеансу. Таким чином, для кожного суб'єкта на базі вихідного стану зорових характеристик, ступінь впливу дисфункції і прогресу в процесі лікування розроблений індивідуальний графік навчання.

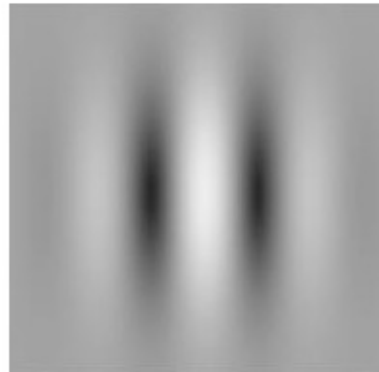
Лікування проводиться послідовними 30-хвилинними заняттями, 2-3 рази на тиждень і загальній кількості близько 30 сеансів. Кожні 5 сеансів перевіряється гострота зору суб'єкта для безперервного стеження за прогресом лікування.

Система лікування Neurovision основана на програмному забезпеченні, інтерактивна система спеціально і постійно адаптується до індивідуальних візуальних здібностей. Під час кожного сеансу лікування, пацієнту в клініці / вдома надаються візуальні зображення, що відображаються на моніторі комп'ютера. Пацієнт інтерактивно взаємодіє з комп'ютером за допомогою миші. Під час сеансу записується дані, які відображають параметри пацієнта. Наприкінці сеансу ці дані відправляються на веб-сервер Neurovision через інтернет. Запатентоване алгоритмічне програмне забезпечення на сервері, аналізує параметри пацієнта, прогрес і створює параметри для наступного сеансу.

Малюнок 1: Структура перцептивного поля та плями Габора



Структура перцептивного поля



Пляма Габора

Малюнок 2: Зображення бічного маскування

Перше зображення



Друге зображення



Малюнок 3, 4: Графіки бічного маскування — модуляція відгуку контрасту

