Алгоритм фильтр/вейвлет установлен SNAP и SVM родственные параметры (степень, цена и количество особенностей) установлены зарегистрированные значения, когда была достигнута самая низкая ошибка перекрестной проверки. Проведена подготовка по всем данным (которые ранее были разделены в обучении и тесте, который установлен для перекрестной проверки). Обученный алгоритм был затем испытан на официальном тестовом наборе, данные алгоритма некогда ранее не обучались и не проверялись.

VI результаты

А. Р300 распознание букв

Уровень производительности каждого вейвлета для задачи распознания Р300 букв обобщается в таблице1. Вейвлеты проверены в порядке от лучшего алгоритма производительности к худшему.

Коэффициент ошибок алгоритма использовался как функция вейвлет/фильтр и ранжировался от 6,92% до 11,99%, почти в два раза(twofold), когда дифференциация между Р300 распознанными и нераспознанными ответами с мелькающими буквами. Алгоритм достигнул, при использование SNAP фильтра, 6,92% ошибки, лучше чем для любого из шести стандартных испытанных вейвлетов (7,14% до 11,99% ошибок, исключая седьмой вейвлет Хаара – 50% ошибки).

В. Сравнение левого и правого движения рук.

Уровень производительности каждого вейвлета для задачи сравнения левого и правого движения рук обобщается в таблице 2. SNAP фильтр с которым достигнута 10,03% ошибки занимает второе из шести стандартных вейвлетов, которые ранжировались от 9,54% до 12,00% ошибки. Диапазон точности(The range of accuracy) для этой задачи не самый лучший как у задачи Р300 распознанных букв, но все еще возможно увидеть относительный успех каждого вейвлета. Через оба набора данных может наблюдаться общая тенденция; SNAP фильтр или Coif3 вейвлет выполнены лучше всего, затем следует биортогональные(the Biorthogonal), Симплет(Symlet), вейвлет Даубеша.

С. CWT значение значения коэффициента различимости(*Coefficient Discriminability*) данных левого и правого движения рук.

Значения различимости для CWT коэффициентов отсортированы по значению и графику на рисунке 10., которые показывают, что SNAP коэффициенты были последовательно(consistently) больше различимы, чем коэффициенты Db4. Наклон (The slope) SNAP отсортированной различимости графика был нежнее, чем Db4 поскольку тенденция большой различимости продолжили через практически все SNAP коэффициенты. Сравнение значений различимости SNAP и Db4 CWT коэффициентов является еще одним подтверждением, что они действительно разные фильтры, несмотря на факт того, что использовался Db4 как главный во время преобразования SNAP фильтра.

D. NIPS2001 Семинар по взаимодействию компьютера с мозгом пост семинар результатов конкурса данных.

При ранжировании по производительности на тестовом наборе(the competition test set) для набора данных левого и правого движения рук, описанный в этой статье ЭЭГ классификационный алгоритм (который для этого испытания использовал SNAP фильтр) производил коэффициент ошибок(an error rate of) 7% (см. таблицу 3). Это была не формальная запись в испытании, но эта производительность была всего 2 процентных пункта(percentage points) позади записей из NASA Ames Research Center and Tsinghua University и 3 процентных пункта позади победителя испытаний. Также было на 6 процентных пунктов более точным, чем следующая самая точная запись.

VII Обсуждение.

Вейвлет/вейвлет подобный фильтр использован в ЭЭГ классификационном алгоритме, который имеет заметный эффект над общей производительностью на испытанном наборе данных. Легитимность алгоритма(The algorithm’s legitimacy) как платформы для вейвлет сравнения утверждена международной конкурентоспособной производительностью на NIPS набор тестов для соревнования. Из девяти проверенных SNAP фильтр и Coif3 вейвлет выполнены лучше всего и являются наиболее подходящими для ЭЭГ анализа. Результаты обнадеживают, т.к. SNAP и Coif3 выполнены лучше всего на двух наборах данных (две разные задачи и два разных предмета). Одна из задач является добровольным движение(a voluntary movement), а вторая включает ответ распознания от мелькающих столбцов/строк букв.

Эти две разные задачи имеют в значительной степени(substantially) разные типы отличительных признаков(distinguishing characteristics), что использовали SNAP и Coif3 для кодирования в вейвлет коэффициенты. Наиболее очевидная отличительная характеристика для задачи сравнения левого и правого движения рук является BP - неуклонно растет разница в напряжении (около DC) сквозь две стороны моторной коры(the motor cortex). Когда сигналы распознания Р300 букв усредняются по многим испытаниям, известная отличительная характеристика является положительный спайк(a positive

spike) с напряжением 300мс после вспышки.

Однако карты различимости (рис.7е и 8е) указывают, что может быть больше сложных явлений, что не возможно наблюдать при других значениях визуализации. Это очень очевидно для данных Р300: в отличие от одного положительного всплеска(positive spike visible), когда вместе усредняются данные Р300, карта различимости показывает две очень особенные области различимости от 250 до 350мс и от 430 до 520мс после вспышки. Карта различимости для сравнения данных левого и правого движения рук также показывает другие области различимости, чем у ВР. Карта показывает увеличение различимости в самых низких частотах, начиная с 0,75с до начала движения пальца, который согласуется с определением ВР, но также показывает область различимости между 1,5 и 1,3с до начала движения пальца. Эти дополнительные явления, хотя и видимы в картах различимости, может быть тоже неуловимыми, чтобы выбрать в исходных данных.