Применение тематической модели классификации в информационном анализе электрокардиосигналов

Соболева Д. М.
Научный руководитель: Воронцов К. В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Факультет ВМК
Кафедра Математических Методов Прогнозирования

10 марта 2017 г.

Тематическая модель классификации

Дано: W^c – словарь терминов «метки классов»
$C = |W^c|$ – число различных классов
W^{gram3} – словарь терминов «триграммы»
$W = W^{gram3} \cup W^c$ – общий словарь терминов
D — коллекция текстовых документов

Найти: модель $p(c|d) = \sum_{t \in T} \varphi_{ct} \theta_{td}, c \in W^c$
$\varphi_t = p(c|t)$ – распределение классов в теме t
$\theta_{td} = p(t|d)$ – распределение тем в документе d

Тематическая модель классификации

Критерий оптимизации: максимум логарифма правдоподобия:

$$L(\varphi,\theta)=\sum_{d\in D}\sum_{w\in W^{gram3}} n_{dw}\ln\sum_{t\in T}\varphi_{wt}\theta_{td}+\tau\sum_{d\in D}\sum_{w\in W^{c}} n_{dw}\ln\sum_{t\in T}\varphi_{wt}\theta_{td}+$$

$$+R(\varphi_{gram3t},\theta)$$

$R(\varphi_{gram3t},\theta)$ – регуляризатор разреживания матрицы φ_{gram3t}
τ – вес модальности «метки классов»
n_{dw} – частота термина w в документе d

$$\begin{cases} L(\varphi,\theta)\to \max_{\varphi,\theta} \\ \sum_{w\in W}\varphi_{wt}=1, \quad \varphi_{wt}\geq 0 \\ \sum_{t\in T}\theta_{td}=1, \quad \theta_{td}\geq 0 \end{cases}$$

Наивный байесовский классификатор

Найти: модель $p(c|d) = \sum_{w \in W} p(c|w) p_{dw}$

$p_{dw} = \frac{n_{dw}}{n_d}$

$p(c|w) = \frac{n_{cw}}{n_w}$

n_{dw} – частота термина w в документе d

n_d – длина документа d

n_{cw} – частота термина w в классе c

n_w – частота термина w во всей коллекции документов

Синдромный алгоритм

Найти: модель[1] $p(c|d) = \sum_{w \in W} \gamma_{cw} p_{dw}$

Формула весов признаков:

Γ^5: $\gamma_{cw} = \ln \frac{B_w(X_m,\theta)(1-B_w(X,\theta))}{B_w(X,\theta)(1-B_w(X_m,\theta)}$

Γ^3: $\gamma_{cw} = B_w(X_m, \theta) - B_w(X, \theta)$

Критерий отбора K признаков с наибольшими значениями:

$B_w(X_m, \theta) = \frac{1}{|X_m|+2}(\sum_{s \in X_m}[p_w(s) \geq \theta] + 1)$

$p_{dw} = \frac{n_{dw}}{n_d}$

n_{dw} – частота термина w в документе d

n_d – длина документа d

[1] Целых В.Р. Статистические обоснования информационного анализа электрокардиосигналов для диагностики заболеваний внутренних органов.

Метрики качества (1)

1. Мера AUC

$$AUC = \frac{1}{C} \sum_{c \in C} \frac{1}{|D_c||D'_c|} \sum_{d \in D_c} \sum_{d' \in D'_c} [p(c|d) > p(c|d')]$$

2. Мера LogLoss

$$LogLoss = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (y_i \ln p_i + (1 - y_i) \ln(1 - p_i))$$

Метрики качества. Тематическая модель классификации

1. Разреженность матрицы φ по каждой отдельной модальности
   $\varphi = p(w|t), \quad w \in W^c, W^{gram3}$
2. Разреженность матрицы $p(t|c)$

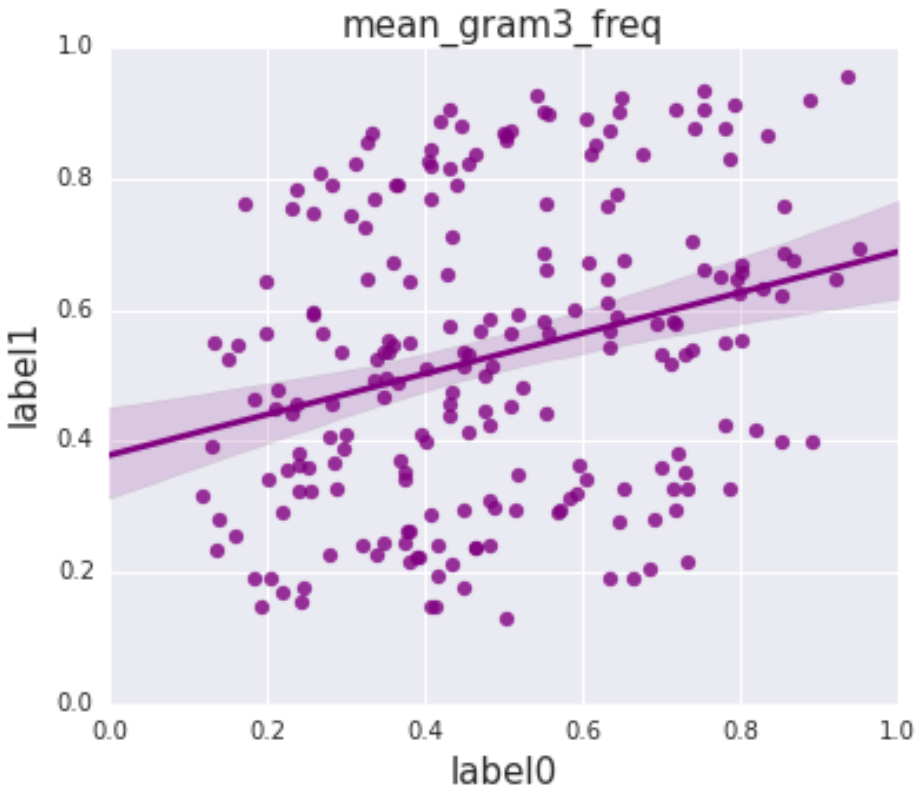
$$p(t|c) = \frac{p(c|t)p(t)}{p(c)}$$

$$p(t) = \sum_{d \in D} p(t|d)p(d) \qquad p(d) = \frac{1}{n_d} \qquad p(c) = \frac{1}{n_c}$$

Данные

Эталонная болезнь — хронический холецистит (ХХЭ).

X — кардиограммы ($|X| = 784$)
X_m — кардиограммы больных($|X_m| = 343$)



Цель экспериментов

Построение конкурентноспособной тематической модели классификации, подбор её параметров и стратегии регуляризации для достижения максимально возможной разреженности распределений:

$$p(w|t), w \in W^c, W^{gram3}$$

Описание экспериментов

Методы оценки моделей:

1. 10×10-кратная кросс-валидация.
2. hold-out

Начальная инициализация матрицы φ:

1. Случайные числа
2. Наивный байес с элементами кластеризации

Матрица θ всегда инициализируется равномерным распределением.

Начальная инициализация. Тематическая модель. $|T| = 2$ a.k.a наивный байесовский классификатор.

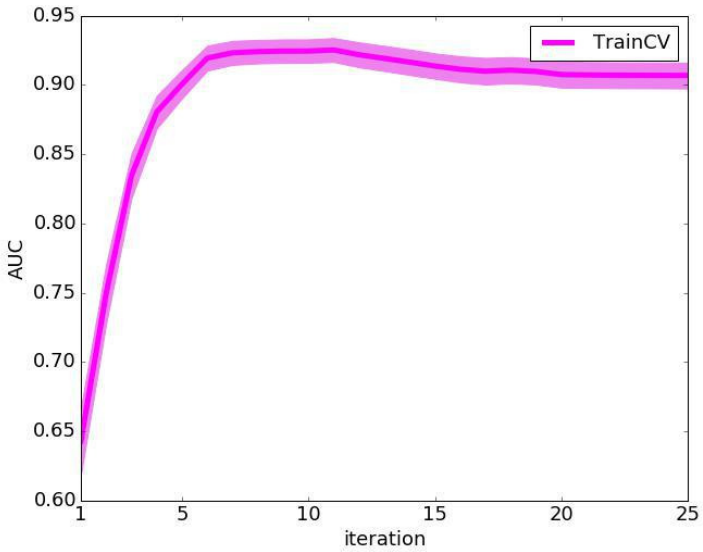


Рис.: AUC.Случайные числа

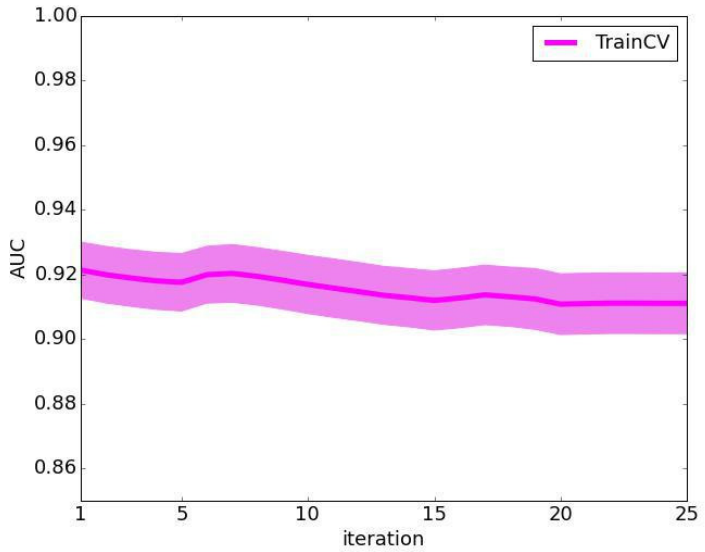


Рис.: AUC.Наивный байес

$|T| = 2$ a.k.a наивный байесовский классификатор

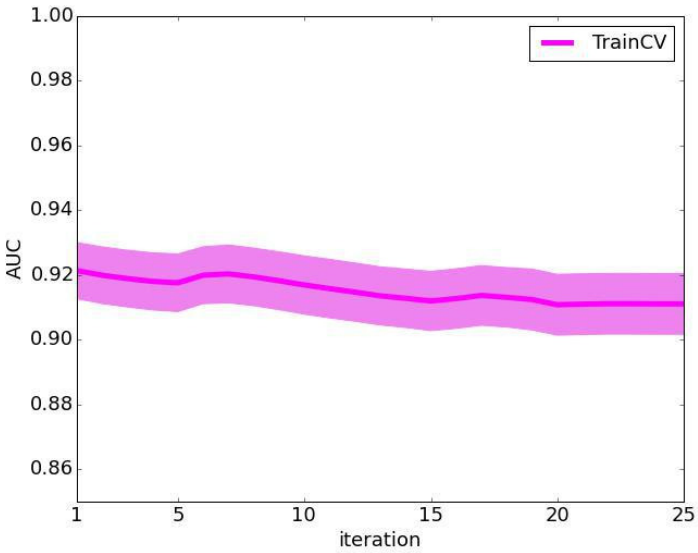


Рис.: AUC

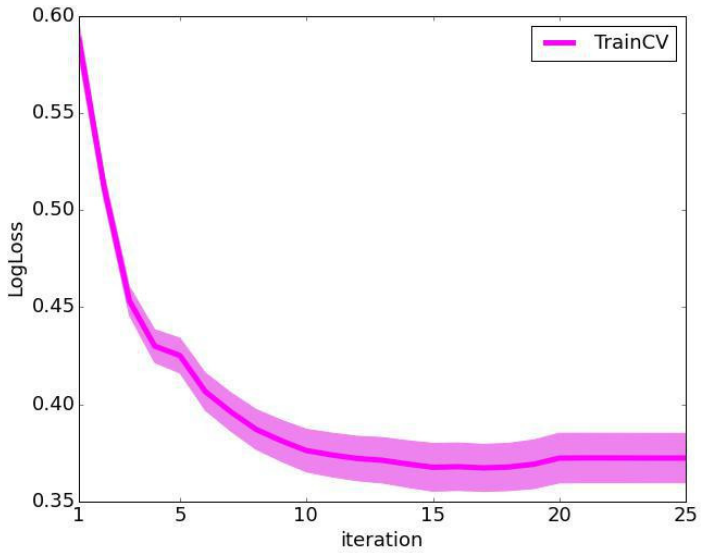


Рис.: LogLoss

$|T| = 2$ a.k.a наивный байесовский классификатор

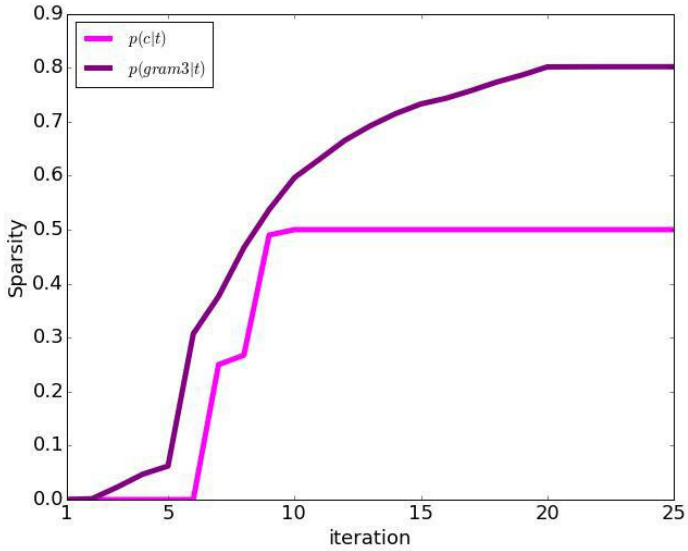


Рис.: Разреженность

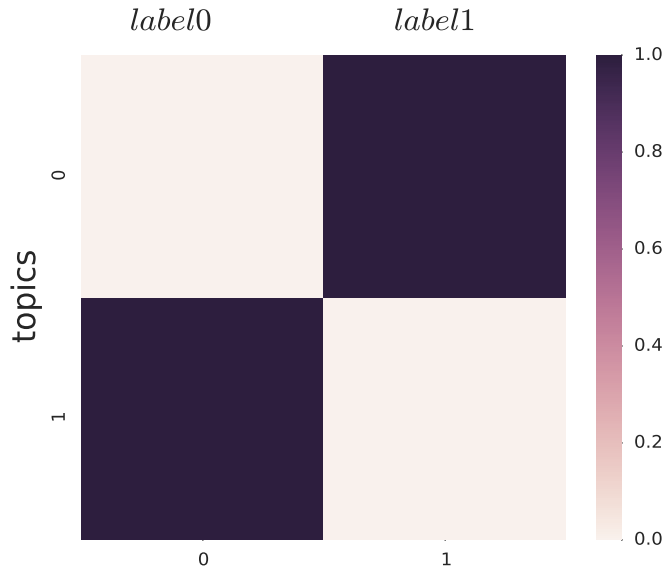


Рис.: $p(t|c)$

$|T| = 8$ a.k.a метод В.М. Успенского

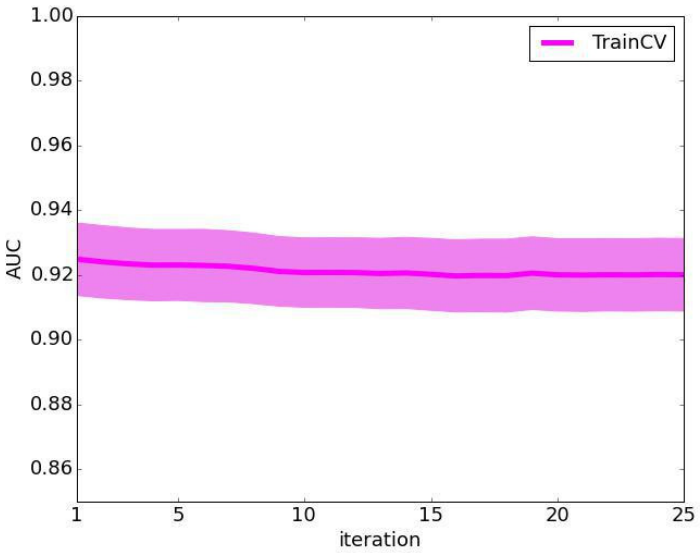


Рис.: Auc

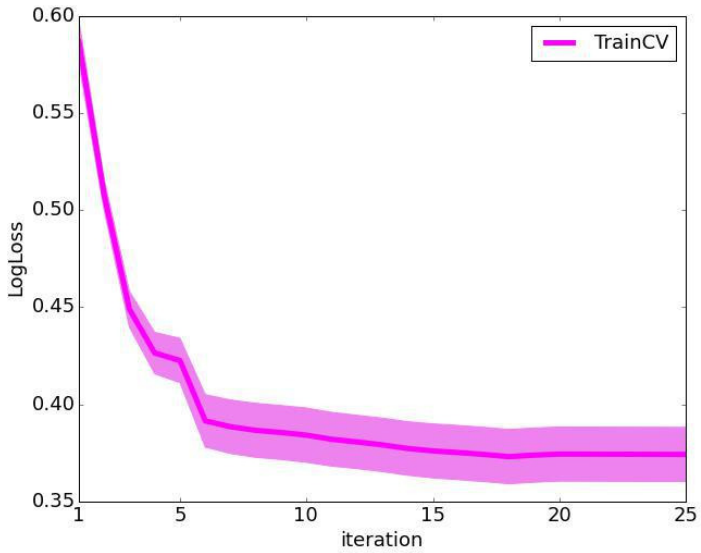


Рис.: LogLoss

$|T| = 8$ a.k.a метод В.М. Успенского

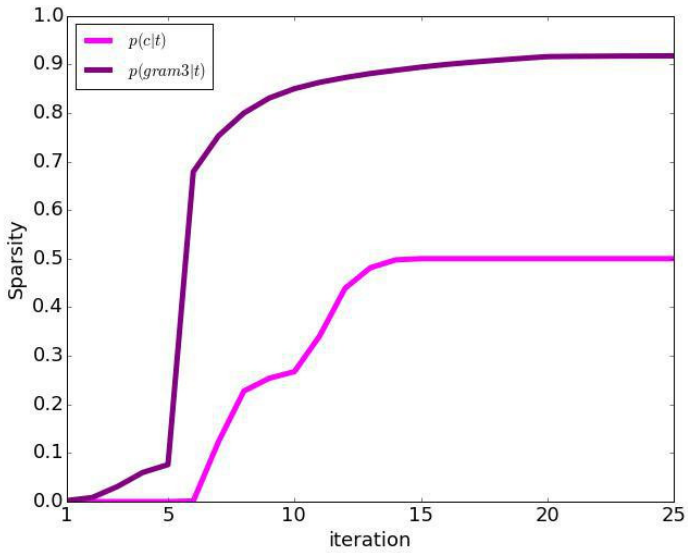


Рис.: Разреженность

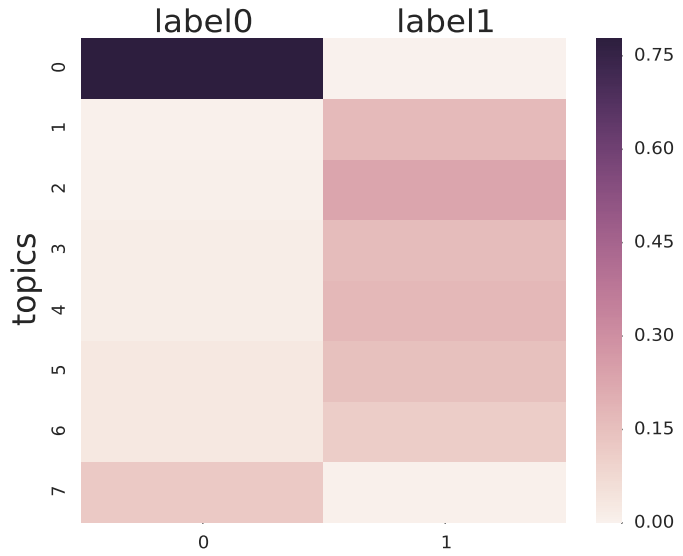


Рис.: $p(t|c)$

Сравнение моделей

Результаты доступны по ссылке.