

Ташатов Н.Н.
Евразийский национальный университет
им. Л.Н. Гумилева
Астана, Казахстан

Рассмотрим двухмерный (композиционный) код, изображенный на рисунке 1.



Рис. 1. Структура двухмерного композиционного кода

Структуру этого кода можно представить как массив данных, состоящий из k_1 строк и k_2 столбцов. В k_1 строках содержатся кодовые слова, образованные k_2 битами данных и $n_2 - k_2$ битами четности. Каждая из k_1 строк представляет собой кодовое слово кода (n_2, k_2) . Аналогично k_2 столбцов содержат кодовые слова, образованные из k_1 бит данных и $n_1 - k_1$ бит четности. Таким образом, каждый из k_2 столбцов представляет собой кодовые слова кода (n_1, k_1) . Обозначим различные участки массива следующим образом: d – для данных, p_h – для горизонтальной четности (вдоль строк) и p_v – для вертикальной четности (вдоль столбцов). Фактически получаем, что каждый

блок битов данных размером $k_1 \times k_2$, будет кодирован двумя кодами: горизонтальным и вертикальным.

На рисунке 1 присутствуют блоки L_{eh} и L_{ev} , которые содержат значения внешних LLR. Они получены из горизонтального и вертикального кодов [1]. Код с коррекцией ошибок дает некоторое улучшение достоверности передачи. Внешние LLR представляют собой меру этого улучшения. Такой композиционный код является простым примером каскадного кода. Его структура описывается двумя отдельными этапами кодирования: горизонтальным и вертикальным.

Как показывает уравнение

$$L(\hat{d}) = L_c(x) + L(d) + L_e(\hat{d}) \quad (1)$$

решение при финальном декодировании каждого бита и его надежности зависит от значения $L(\hat{d})$. Опираясь на (1), можно записать алгоритм, дающий финальное

$L(\hat{d})$ и внешние LLR (горизонтальное и вертикальное). Для композиционного кода алгоритм такого итеративного декодирования имеет следующий вид [2]:

1. Если априорные вероятности битов данных не равны, то устанавливается априорное LLR $L(d) = 0$.

2. Декодируется горизонтальный код и, на основе уравнения (1), вычисляется горизонтальное LLR.

$$L_{eh}(\hat{d}) = L(\hat{d}) - L(d) - L_c(x)$$

3. Для этапа 4 вертикального декодиро-

$$L(\hat{d}) = L_c(x) + L_{eh}(\hat{d}) + L_{ev}(\hat{d}) \quad (2)$$

вания устанавливается $L(d) = L_{eh}(\hat{d})$.

4. Декодируется вертикальный код и, на основе уравнения (1), вычисляется вертикальное LLR.

$$L_{ev}(\hat{d}) = L(\hat{d}) - L(d) - L_c(x)$$

5. Для этапа 2 горизонтального декодирования устанавливается $L(d) = L_{ev}(\hat{d})$. Затем повторяются этапы 2 – 5.

6. После достаточного для получения надежного решения количества итераций следует перейти к этапу 7.

7. Мягким решением на выходе будет

Рассмотрим пример, применения этого алгоритма к очень простому композиционному коду, т.е. двумерному коду с одним разрядом контроля четности.

Пусть в кодере биты данных и биты контроля четности имеют значения, как показано на рисунке 2, а). Связь между битами данных и битами контроля четности внутри конкретной строки или столбца выражается через двоичные цифры 0 и 1 следующим образом:

$$d_i \oplus d_j = p_{ij} \quad (3)$$

и

$$d_i = d_j \oplus p_{ij}, \quad i, j = \{(1,2), (3,4), (1,3), (2,4)\} \quad (4)$$

$d_1 = 1$	$d_2 = 0$	$p_{12} = 1$
$d_3 = 0$	$d_4 = 1$	$p_{24} = 1$
$p_{13} = 1$	$p_{24} = 1$	

а) выходные двоичные цифры кодера

$L_c(x_1) = 1.5$	$L_c(x_2) = 0.1$	$L_c(x_{12}) = 2.5$
$L_c(x_3) = 0.2$	$L_c(x_4) = 0.3$	$L_c(x_{34}) = 2.0$
$L_c(x_{13}) = 6.0$	$L_c(x_{24}) = 1.0$	

б) логарифмическое отношение функций правдоподобия $L_c(x)$ на входе декодера

Рис. 2. Пример композиционного кода

Переданные биты представлены последовательностью $d_1, d_2, d_3, d_4, p_{12}, p_{34}, p_{13}, p_{24}$. На входе приемника биты, искаженные помехами, представляются последовательностью $\{x_i\}, \{x_{ij}\}$. В этой ситуации для каждого принятого бита данных $x_i = d_i + n$, для каждого принятого бита контроля четности

$x_{ij} = p_{ij} + n$, а n представляет собой распределение помех, которое статистически независимо от d_i и p_{ij} . Индексы i и j обозначают позицию в выходном массиве кодера, изображенном на рисунке 2, а). Чтобы было удобно будем также использовать обозначение принятой

последовательности в виде $\{x_k\}$, где k является временным индексом. Оба типа обозначений будем рассматривать далее. Индексы i и j используются для позиционных отношений внутри композиционного кода, а k для более общих аспектов временной зависимости сигнала. Какое из обозначений должно быть заметно по контексту?

Если основываться на отношениях, установленных в уравнениях (11) – (14) [1], и считать модель каналом AWGN с помехами, LLR для канальных измерений сигнала x_k , принятого в момент k , имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} L_c(x_k) &= \ln \left[\frac{p(x_k / d_k = +1)}{p(x_k / d_k = -1)} \right] = \ln \left(\frac{\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_k - 1}{\sigma} \right)^2 \right]}{\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_k + 1}{\sigma} \right)^2 \right]} \right) = \\ &= -\frac{1}{2} \left(\frac{x_k - 1}{\sigma} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{x_k + 1}{\sigma} \right)^2 = \frac{2x_k}{\sigma^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь применяется натуральный логарифм. Если помеха имеет дисперсию равную 1, то получим

$$L_c(x_k) = 2x_k. \quad (6)$$

Пусть информационная последовательность d_1, d_2, d_3, d_4 образована двоичными числами 1 0 0 1, как показано на рисунке 2, а). Используя уравнение (3), получаем, что контрольная последовательность $p_{12}, p_{34}, p_{13}, p_{24}$ равна 1 1 1 1. Следовательно, переданная последовательность имеет следующий вид:

$$\{d_i\}, \{p_{ij}\} = 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1. \quad (7)$$

Если информационные биты выражаются через значения биполярного электрического напряжения +1 и -1, соответствующие логическим двоичным уровням 1 и 0, то переданная последовательность будет следующей:

$$\{d_i\}, \{p_{ij}\} = +1, -1, -1, +1, +1, +1, +1, +1.$$

Допустим, что помехи преобразуют эту последовательность информации и контрольных данных в принятую последовательность

$$\{x_i\}, \{x_{ij}\} = 0.75, 0.05, 0.10, 0.15, 1.25, 1.0, 3.0, 0.5, \quad (8)$$

где компоненты $\{x_i\}$, $\{x_{ij}\}$ указывают переданную информацию и контрольные данные $\{d_i\}$, $\{p_{ij}\}$. Следуя позиционному описанию, принятую последовательность можно записать следующим образом:

$$\{x_i\}, \{x_{ij}\} = x_1, x_2, x_3, x_4, x_{12}, x_{34}, x_{13}, x_{24}.$$

Применяя уравнение (6) предполагаемые каналные измерения дают следующие значения LLR:

$$\{L_c(x_i)\}, \{L_c(x_{ij})\} = 1.5, 0.1, 0.20, 0.3, 2.5, 2.0, 6.0, 1.0. \quad (9)$$

Эти величины показаны на рисунке 2, б) как входные измерения декодера. Заметим, что если принимаются жесткие решения на основе значений $\{x_k\}$ или $\{L_c(x_k)\}$, при равной априорной вероятности переданных данных, то такой процесс должен в результате давать две ошибки, т.к. и d_2 , и d_3 могут быть неправильно трактованы как двоичная 1.

Внешние функции правдоподобия

При выражении мягкого выхода для принятого сигнала, соответствующего данным d_1 , в случае композиционного кода, изображенного на рисунке 2, используется уравнение

$$L(\hat{d}) = L_c(x) + L(d) + L_e(\hat{d}) \quad [1], \text{ так что}$$

$$L(\hat{d}_1) = L_c(x_1) + L(d_1) + \{[L_c(x_2) + L(d_2)] \boxplus L_c(x_{12})\} \quad (10)$$

где члены $\{[L_c(x_2) + L(d_2)] \boxplus L_c(x_{12})\}$ представляют внешнее LLR, распределенное кодом, т.е. прием соответствующих данных d_2 и их априорной вероятности совместно с приемом соответствующей

четности p_{12} . В общем случае мягким выходом $L(\hat{d}_i)$ для принятого сигнала, соответствующего данным d_i будет

$$L(\hat{d}_i) = L_c(x_i) + L(d_i) + \{[L_c(x_j) + L(d_j)] \boxplus L_c(x_{ij})\} \quad (11)$$

где $L_c(x_i)$, $L_c(x_j)$ и $L_c(x_{ij})$ – каналное измерение LLR приема соответствующих d_i , d_j и p_{ij} . $L(d_i)$, $L(d_j)$ –

LLR для априорных вероятностей d_i и d_j , $\{[L_c(x_j) + L(d_j)] \boxplus L_c(x_{ij})\}$ – внешнее распределение LLR для кода. Уравнения (10) и (11) становятся понятнее при рассмотрении рисунка 2, б). Пусть происходит

равновероятная передача сигнала. Тогда в этой ситуации мягкий выход $L(\hat{d}_1)$ представляется измерением LLR детектора $L_c(x_1) = 1.5$ для приема, соответствующего данным d_1 плюс внешнее LLR $[L_c(x_2) + L(d_2)] \boxplus L_c(x_{12}) = 2.5$, получаемое в результате того, что данные d_2 и четность p_{12} также дают сведения о данных d_1 как это показывают уравнения (3) и (4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ташатов Н.Н. Турбокодирование и функции правдоподобия // В печати.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1104 с. ил.

Философия

К ВОПРОСУ ПРОТИВОРЕЧИЯ СОЗНАНИЯ
«Я» И ПРИРОДЫ

Шергенг Н.А., Егоров Н.П.

Стерлитамакский филиал ГОУ ВПО

«Бакинский государственный университет»

Стерлитамак, Россия

Согласно Бердяеву, страдание, как и метафизическая вина, есть результат зла. Но что такое зло? Если исходить из выше исследованной позиции Гегеля, то зло заключается в «грехе самомнения», который вырастает, в свою очередь, из того, что индивид жаждет завладеть миром, опираясь на силу своего естественного стремления и страсти, т.е. не преодолевая своей природности. Основное определение человека, если следовать духу гегелевских размышлений, заключается в том, что «человек не должен быть природным»⁴. Он должен выйти из неё свободно, а свобода, по Гегелю, означает «поворот духа в самого себя»⁵. Но как тогда остаться с тем определением, что подлинный дух есть тот, кто постоянно творит. «Мы ведь вообще часто видим, – говорит Шеллинг, – что чем выше стоит некое существо, тем более оно выходит из себя самого, а чем существо ограниченнее, тем менее оно отходит от себя и приходит к другому»⁶. Следовательно, зло не обязательно состоит в том, чтобы не принимать своей направленности исключительно на самого себя. Вечности добра и зла – это, безусловно, вечности разного порядка. Но лучше было бы говорить, как пишет Л.Н. Коган, «не о вечности добра и зла самих по себе, а о вечности их противоборства, оговаривая при этом, что его острота и масштабы будут различными в разные исторические эпохи»⁷.

Можно придерживаться того общераспространённого мнения, что зло, как и метафизическая вина, заключены в самой человеческой природе; можно говорить, что зло совершенно не зависит от человека и от общества в целом, что это – космическая потенция самого мироздания и её познание недоступно разуму; можно развивать ту мысль, что зло порождено реальными, земными отношениями людей, которые носят общественный характер, но все эти подходы, все эти концепции замешаны на идее преодоления зла, а значит, и человеческого страдания.

Подлинно философский подход к проблеме зла развивает И.В. Гёте, вкладывая в уста Мефистофеля следующие слова:

«Часть силы той, что без числа
Творит добро, всему желая зла»⁸.

В этих словах с огромной силой выражена вся глубина метафизической вины и страдания, вся позитивная сторона её сущности. Человеческому сознанию часто не хватает силы отчуждения, оно существует в страхе запятнать великолепие своего внутреннего мира деятельностью и бытием, желает сохранить чистоту своего сердца путём избегания соприкосновения с действительностью. При этом и метафизическая вина ослабевает.

В мёртвом нет ни зла, ни боли, поскольку в неорганической природе ничто не выступает наперекор своему наличному бытию. В жизни, напротив, существует это различие, а тем самым приобретает силу долженствование, которое вступает в противоречие с бытием (данное несоответствие Гегель называет злом)⁹.

Наша субъективность, наше духовное «Я» – это не только принципы блага и счастья; это – принципы зла и страдания. Я. Бёме также рассматривал «Ichheit» «как страдание и мучение и в то же время как источник природы и духа»¹⁰.

Размышляя над темами зла, страдания и вины человека, а также страданием мира, можно сделать вывод о том, что сознание разрыва «Я» и природы есть сознание бесконечного противоречия. Человеческое самосознание хотя и стремится противостоять миру, в то же время оно хочет сохранить связь с ним. Именно в этом, на наш взгляд, заключено глубокое страдание мира и имен поэтому, как заметили мы выше. Гегель подчёркивает, что «иудейский народ сохранил Бога как древнее страдание мира». Если бы этого не было, то человек никогда не смог бы начать преодолевать свою природную основу. Стремление к уравниванию «Я» в себе самом, которое нашло выражение в стоицизме, осталось бы чисто формальным занятием, не будь этого страдания, которое требует, в свою очередь, бесконечного страдания души. Когда человек бежит от действительности, от всех окружающих его страданий и болей, он тем самым бежит и из своей собственной действительности, из действительности своей воли. Поэтому страдание мира и страдание субъекта находятся в диалектическом единстве. Глубочайшая потребность человеческого духа заключается в том, чтобы противоположность между «Я» и миром в нём самом была доведена до её всеобщих пределов. При этом мы исходим из той мысли, что единство противоположностей отсюда и возникает. Это раздвоение,

⁴ Гегель Г.В.Ф. Философия религии. – Т. 2. – С. 109.

⁵ Там же.

⁶ См.: Шеллинг Ф.В.Й. Система мировых эпох: Мюнхенские лекции 1827-1828 гг. в записи Эрнста Ласо. – Томск: Изд-во «Водолей», 1999. – С. 230.

⁷ Коган Л.Н. Зло. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та 1992. – С. 106.

⁸ См.: Гёте И.В. Собр. соч. в 10-ти т.: Т. 2. – М.: Художественная литература, 1976. – С. 50.

⁹ См.: Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. – Т. 3. Философия духа. – М.: Мысль, 1997.

¹⁰ Там же.