

# The Rational Speech Act Framework

Функциональные модели в естественном языке

# Теория рационального речевого акта

- прагматика
- моделирование
- вероятностный подход
- общая теория коммуникации, которую можно распространить на сложные феномены, например, на метафору (Kao et al., 2014), гиперболу (Kao et al., 2014), степенную семантику (Lassiter and Goodman, 2013)

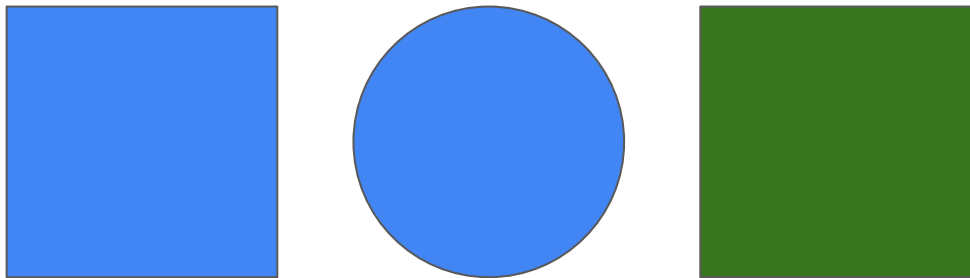
# Теория рационального речевого акта

- коммуникация как рекурсивное мышление слушающего и говорящего друг о друге
- слушающий интерпретирует высказывание говорящего, считая, что говорящий кооперативен и пытается объяснить наивному (буквальному) слушающему какое-то положение дел
- слушающий пытается понять, каково положение дел, учитывая, что говорящий произнёс то высказывание, которое он произнёс, и полагая, что говорящий размышлял о том, как слушающий наиболее вероятно проинтерпретирует высказывание
- таким образом, возникает (по крайней мере) три уровня интерпретации: прагматический слушающий L1 размышляет о прагматическом говорящем S1 и делает вывод о положении дел s, учитывая, что говорящий произнес высказывание u, говорящий выбирает высказывание u максимизируя вероятность того, что буквальный слушающий L0 правильно поймет положение дел s, учитывая буквальное значение u

# Ванильная версия RSA

[Frank and Goodman \(2012\)](#)

Референциальная игра, в которой говорящий выбирает однословное высказывание  $u$ , чтобы указать на один объект  $s$



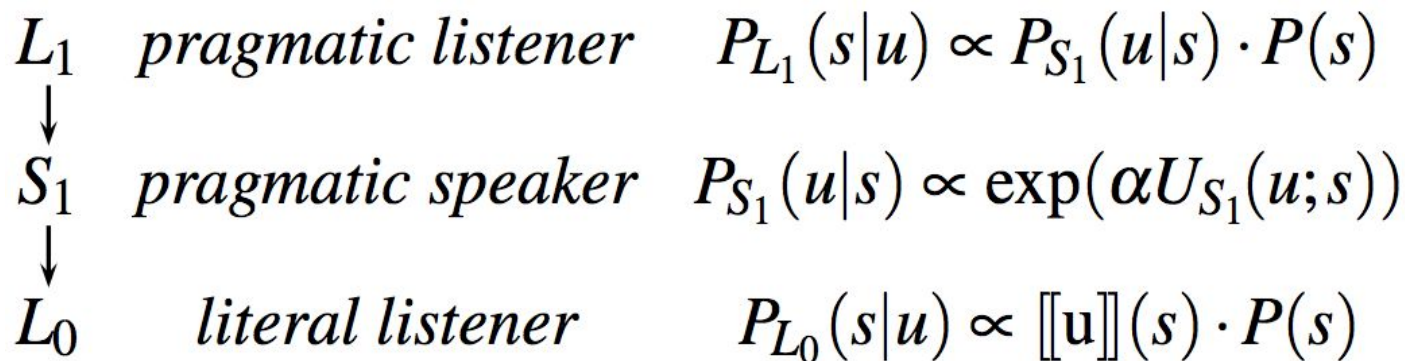
# Ванильная версия RSA

Контекстное множество (set of world states):

$S = \{\text{blue-square, blue-circle, green-square}\}$

Множество высказываний (set of utterances):

$U = \{\text{"square", "circle", "green", "blue"}\}$



# Буквальный слушающий (Literal Listener L0)

Буквальный слушающий интерпретирует высказывание согласно его значению: он вычисляет вероятность положения дел (объекта)  $s$ , учитывая высказывание  $u$ , согласно семантике  $u$  и исходной вероятности  $s$

Например, высказывание “blue” истинно для “blue-square”, “blue-circle”, ложно для “green-square”,  $[[u]]: S \mapsto \{0, 1\}$

$P_{L0}(s | u) \propto [[u]](s) \cdot P(s)$ , где  $P(s)$  -- априорная вероятность (prior) того, что говорящий говорит об  $s$ , зависит от знаний о мире, перцептивной выделенности и т.п.

<https://www.problang.org/chapters/01-introduction.html>

# Прагматический говорящий (Pragmatic Speaker)

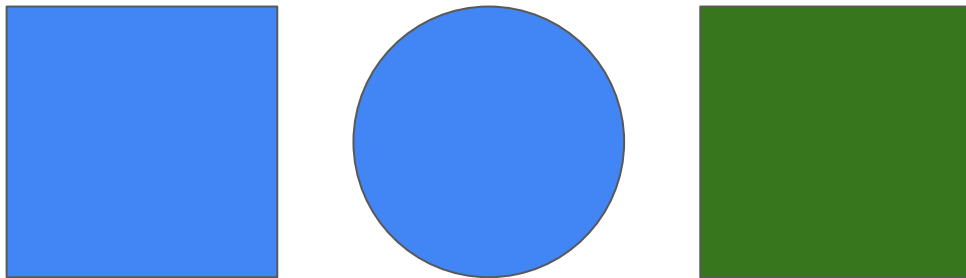
$P_{S1}(u|s) \propto \exp(\alpha(\log L_0(s|u) - C(u)))$ ,  $\alpha$  -- рациональность (оптимальность) выбора высказывания,  $C(u)$  -- цена (cost) высказывания

<https://www.problang.org/chapters/01-introduction.html>

# Прагматический слушающий (Pragmatic Listener L1)

$$P_{L1}(s|u) \propto P_{S1}(u|s) \cdot P(s)$$

<https://www.problang.org/chapters/01-introduction.html>





# Параллели с Грайсом

Грайс	RSA
качество	
количество	
способ	
релевантность	

# Параллели с Грайсом

Рекурсивная природа TRPA соотносится с определением конверсациональной импликатуры (слушающий думает, что говорящий думает, что слушающий думает....)

Грайс	RSA
качество	все участники приписывают нулевую вероятность ложным высказываниям
количество	говорящий предпочитает информативные высказывания
способ	функция цены высказывания $C(u)$
релевантность	условные вероятности: при выборе высказывания учитываются объекты, при выборе объекта, учитывается высказывание

# Простая скалярная импликатура

$$P(r_1) = P(r_2) = 0.5$$

$$C(m) = 0$$

$$\alpha = 1$$



$r_1$



$r_2$

$P_{\text{Lit}}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.5	0.5

	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.67	0.33

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.75	0.25

$$P_{\text{Lit}}(r \mid m) = \frac{\llbracket m \rrbracket(r)}{\sum_{r' \in R} \llbracket m \rrbracket(r')}$$

$$P_S(m \mid r) = \frac{P_{\text{Lit}}(r \mid m)}{\sum_{m' \in M} P_{\text{Lit}}(r \mid m')}$$

$$P_L(r \mid m) = \frac{P_S(m \mid r)}{\sum_{r' \in R} P_S(m \mid r')}$$

# Простая скалярная импликатура

- 1) Начинаем с лексикона:      2) Нормализуем ряды:      3) Транспонируем:

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	1	1

	$P_{Lit}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1	
'glasses'	0.5	0.5	

	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	0.5
$r_2$	1	0.5

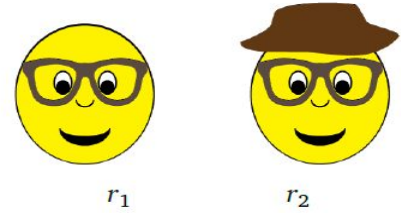
- 4) Нормализуем ряды:      5) Транспонируем:      6) Нормализуем ряды:

$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.67	0.33

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0.67
'glasses'	1	0.33

	$P_L$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1	
'glasses'	0.75	0.25	

# Роль функции цены высказывания



$$P(r_1) = P(r_2) = 0.5$$

$$C(\text{'hat'}) = -6$$

$$C(\text{'glasses'}) = 0$$

$$\alpha = 1$$

$P_{\text{Lit}}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.5	0.5

$$P_{\text{Lit}}(r \mid m) = \frac{[[m]](r) \cdot P(r)}{\sum_{r' \in R} [[m]](r') \cdot P(r')}$$

$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.0049	0.9951

$$P_S(m \mid r) = \frac{\exp(\alpha \cdot (\log P_{\text{Lit}}(r \mid m) + C(m)))}{\sum_{m' \in M} \exp(\alpha \cdot (\log P_{\text{Lit}}(r \mid m') + C(m')))}$$

$P_L$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.5012	0.4988

$$P_L(r \mid m) = \frac{P_S(m \mid r) \cdot P(r)}{\sum_{r' \in R} P_S(m \mid r') \cdot P(r')}$$

# Роль функции цены высказывания

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	1	1

	$P_{Lit}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1	
'glasses'	0.5	0.5	

	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	0.5
$r_2$	1	0.5

	'hat'	'glasses'		'hat'	'glasses'
$r_1$	$\exp(\log(0) - 6)$	$\exp(\log(0.5) - 0)$	$\Rightarrow$	0	0.5
$r_2$	$\exp(\log(1) - 6)$	$\exp(\log(0.5) - 0)$		0.0025	0.5

$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.0049	0.9951

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0.0049
'glasses'	1	0.9951

	$P_L$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0		1
'glasses'	0.5012	0.4988	

# Роль параметра альфа

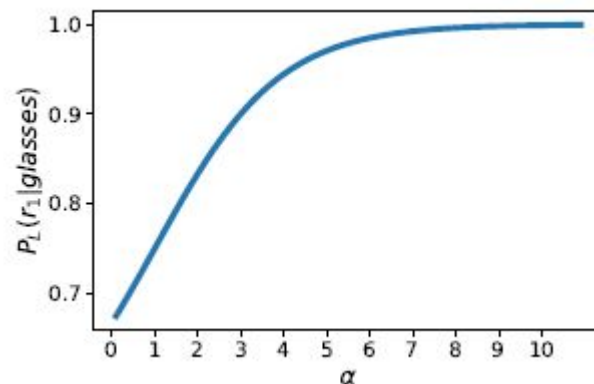
$$P_S(m | r) = \frac{\exp(\alpha \cdot (\log P_{\text{Lit}}(r | m)))}{\sum_{m' \in M} \exp(\alpha \cdot (\log P_{\text{Lit}}(r | m'))))$$

$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.67	0.33

$\alpha = 1$

$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.94	0.06

$\alpha = 4$



# Роль исходной вероятности $P(r)$

$P_{\text{Lit}}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.3	0.7

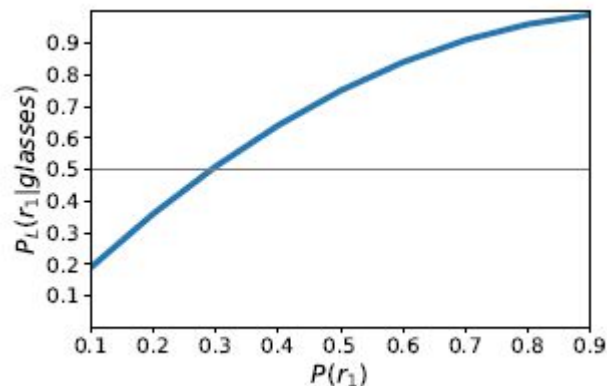
$P_S$	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.59	0.41

$P_L$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	0.51	0.49

$$P_{\text{Lit}}(r | m) = \frac{[m](r) \cdot P(r)}{\sum_{r' \in R} [m](r') \cdot P(r')}$$

$$P_S(m | r) = \frac{P_{\text{Lit}}(r | m)}{\sum_{m' \in M} P_{\text{Lit}}(r | m')}$$

$$P_L(r | m) = \frac{P_S(m | r) \cdot P(r)}{\sum_{r' \in R} P_S(m | r') \cdot P(r')}$$





# Роль исходной вероятности $P(r)$

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	1
'glasses'	1	1

	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	0.3
$r_2$	1	0.7

	$r_1$	$r_2$
'hat'	$0 \cdot 0.3$	$1 \cdot 0.7$
'glasses'	$1 \cdot 0.3$	$1 \cdot 0.7$

	'hat'	'glasses'
$r_1$	0	1
$r_2$	0.59	0.41

$\Rightarrow$

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0.7
'glasses'	0.3	0.7

	$r_1$	$r_2$
'hat'	$0 \cdot 0.3$	$0.59 \cdot 0.7$
'glasses'	$1 \cdot 0.3$	$0.41 \cdot 0.7$

$\Rightarrow$

	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0.413
'glasses'	0.3	0.287

	$P_{Lit}$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0	1
'glasses'	0.3	0.3	0.7

	$P_S$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0	0.59
'glasses'	1	1	0.41

	$P_L$	$r_1$	$r_2$
'hat'	0	0	1
'glasses'	0.51	0.51	0.49

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“шляпа”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий/прагматический слушающий/мы: r3



r1



r2



r3

“шляпа”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“ОЧКИ”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий/прагматический слушающий/мы: r2



r1



r2



r3

“очки”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“шляпа”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий:  $r1 \rightarrow 0.5$ ,  $r2 \rightarrow 0.5$

прагматический слушающий:  $r1 \rightarrow 0.75$ ,  $r2 \rightarrow 0.25$

мы:



$r1$



$r2$



$r3$

“шляпа”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“усы”



# Мини-эксперимент

буквальный слушающий:  $r1 \rightarrow 0.5$ ,  $r3 \rightarrow 0.5$

прагматический слушающий:  $r1 \rightarrow 0.33(3)$ ,  $r3 \rightarrow 0.66(6)$

мы:



r1

r2

r3

“усы”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“усы”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий:  $r2 \rightarrow 0.5$ ,  $r3 \rightarrow 0.5$

прагматический слушающий ожидает  $r2$

мы:



$r1$



$r2$



$r3$

“усы”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“очки”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий:  $r1 \rightarrow 0.5$ ,  $r2 \rightarrow 0.5$

прагматический слушающий ожидает  $r1$

мы:



$r1$

$r2$

$r3$

“очки”

# Мини-эксперимент



r1



r2



r3

“очки”

# Мини-эксперимент

буквальный слушающий/прагматический слушающий/мы:  $r1 \rightarrow 0.5$ ,  $r3 \rightarrow 0.5$



$r1$



$r2$



$r3$

“очки”

# Мини-эксперимент

мы:



r1



r2



r3

“усы”