

Яндекс



Goal-Oriented диалоговые движки

Евгений Волков

Что сегодня узнаем?

- Что такое Goal-Oriented DM

- Подходы к построению

- Как устроен production сейчас

- Как он может быть устроен в будущем

- Какие проблемы с голосом/чатботами?

Goal-Oriented DM

Помогает решить задачу пользователя:

- › Заказать такси
- › Забронировать гостиницу
- › Узнать погоду

Goal-Oriented vs Neural Conversational Models

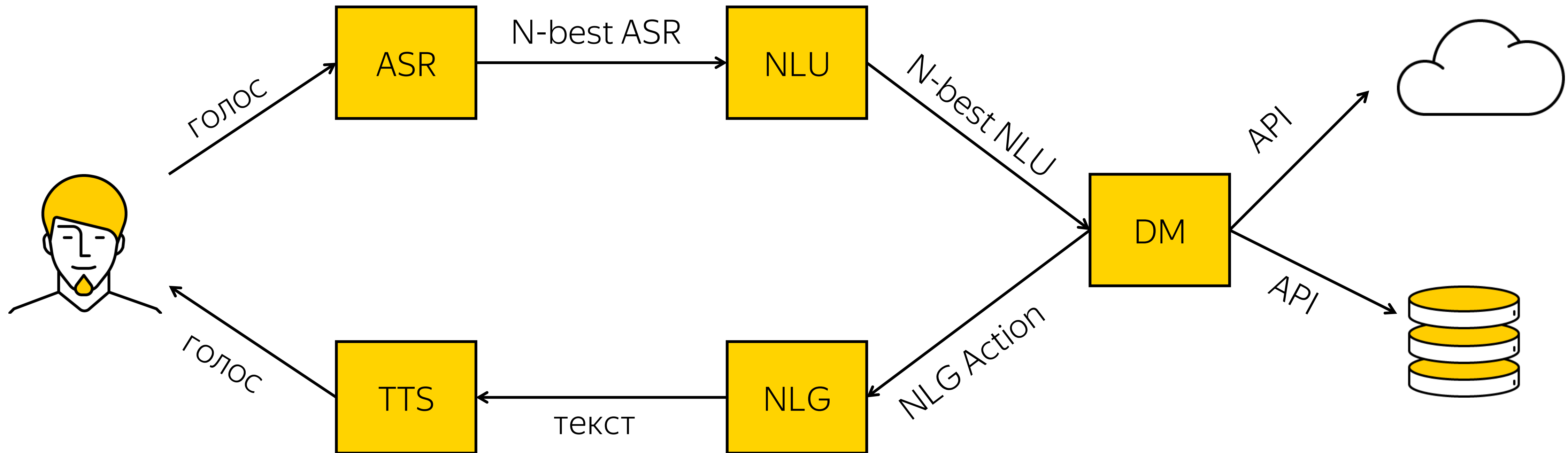
Результат – действие в реальном мире (RPC, API)

Датасетов для вашего проекта скорее всего нет

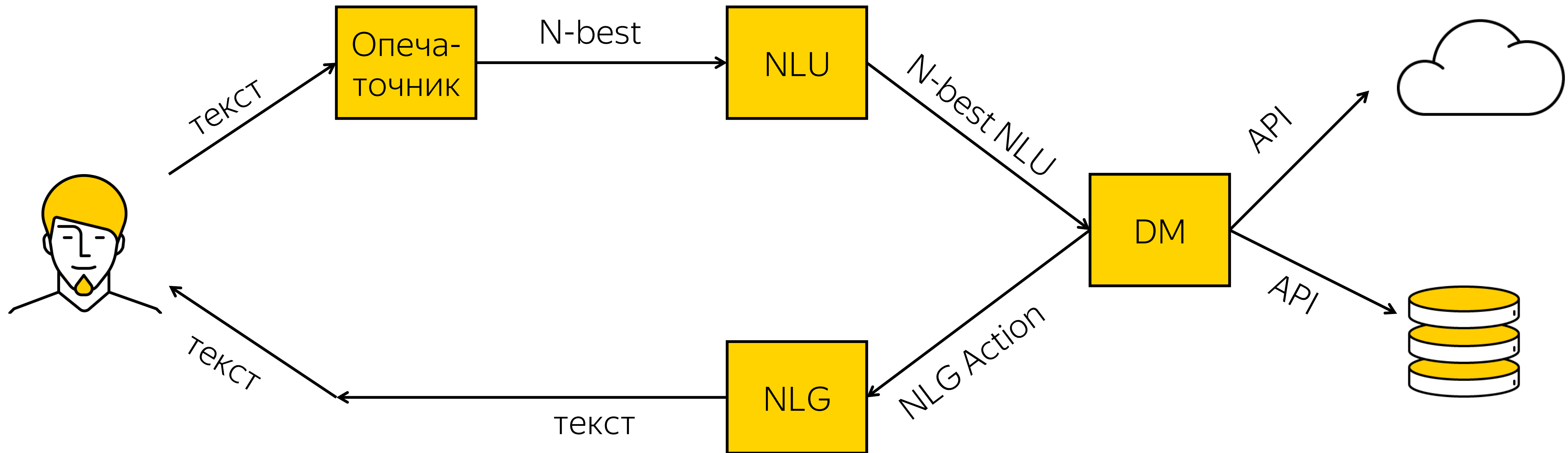
Доступные датасеты

- › DSTC (Dialog State Tracking Challenge)
- › ATIS (только NLU)

Goal-Oriented DM. Голос



Goal-Oriented DM. Чатбот



N-Best ASR

Маршрут до Люблинской улицы дом 5

- › Маршрут до Люблинской улицы дом 5 (0.5)
- › Маршрут до Люсиновской улицы дом 5 (0.3)
- › Маршрут до Люсиновской улицы дом 5a (0.2)

N-Best NLU

Заехать на Люблинскую улицу дом 5

- › Route(to='Люблинская улица дом 5') (0.80)
- › Route(via='Люблинская улица дом 5') (0.20)

(N-Best ASR) × (N-Best NLU)

Заехать на Люблинская улица дом 5

- › Route(to='Люблинская улица дом 5') (0.50)
- › Route(via='Люблинская улица дом 5') (0.20)
- › Route(to='Люсиновская улица дом 5') (0.10)
- › Route(via='Люсиновская улица дом 5') (0.10)
- › Route(to='Люсиновская улица дом 5a') (0.05)
- › Route(via='Люсиновская улица дом 5a') (0.05)

N-Best опечаточника

Маршрут до Люинской улицы дом 5

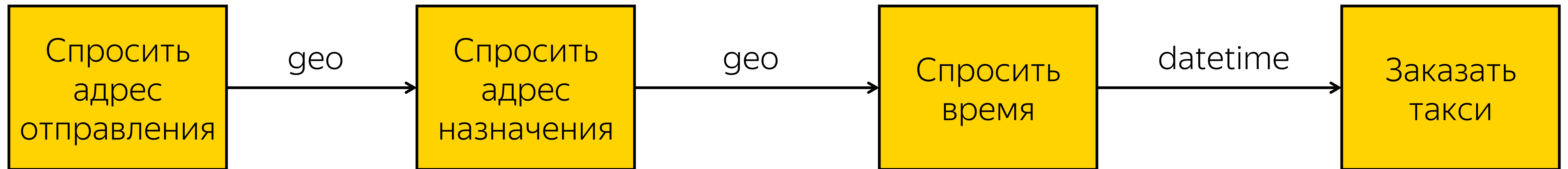
- › Маршрут до Люблинской улицы дом 5 (0.7)
- › Маршрут до Люсиновской улицы дом 5 (0.3)

Goal-oriented dm

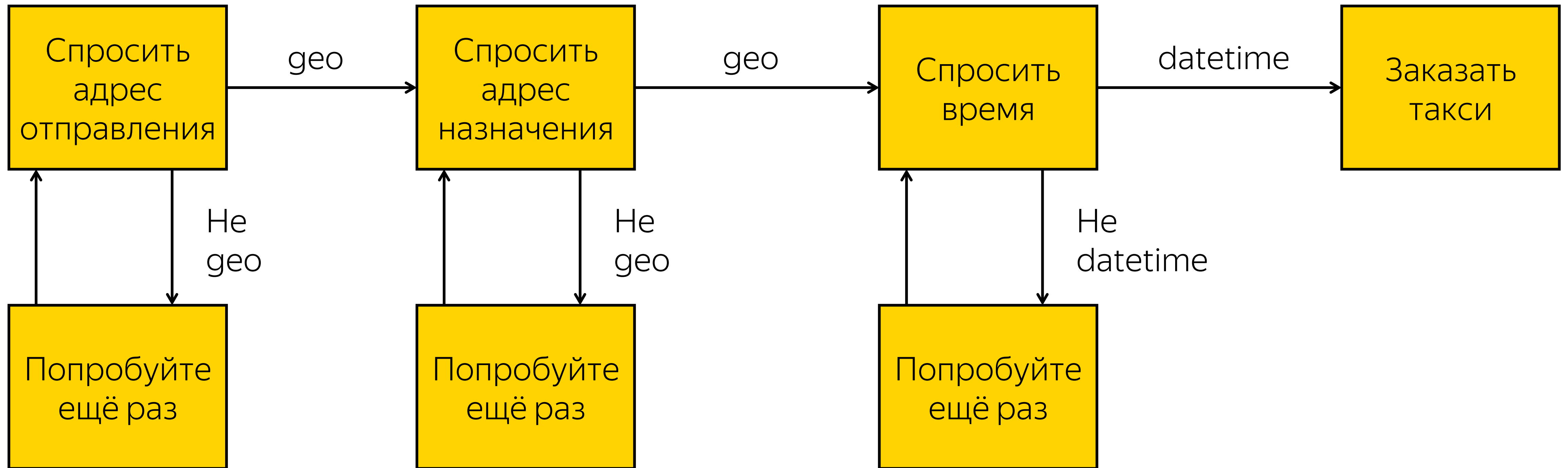
Подходы

- › CallFlow
- › FormFilling
- › Reinforcement Learning
- › Supervised Learning
- › Supervised Learning + Reinforcement Learning

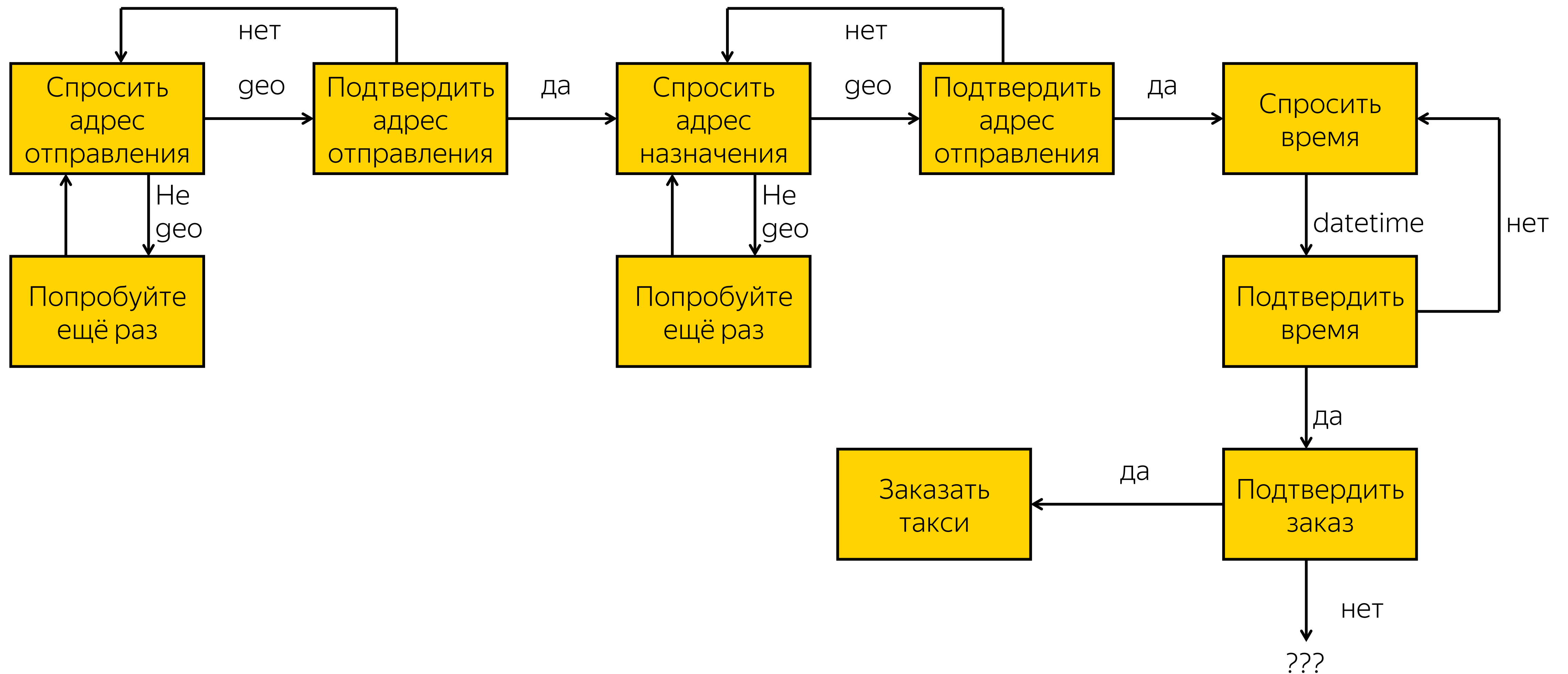
CallFlow



CallFlow



CallFlow



CallFlow. Достоинства

- Наглядность
- Дизайн диалога может делать непрограммист

CallFlow. Недостатки

Не учитывает модели пользовательского поведения

- › Добрый день, я хочу заказать такси
- › Куда подать машину?
- › На Льва Толстого дом 16 поеду в Одинцово через 2 часа

CallFlow. Недостатки

Не учитывает ошибки ASR






- › Итак, вы решили заказать такси от улицы льва толстого дом 16
- › до одинцово через 2 часа. Всё верно?
- › Шаверма (0.5)
- › Да верно (0.3)
- › Да наверное (0.2)


CallFlow. Недостатки

Действия на основе интуиции дизайнера диалогов,
но не оптимизация критериев

Работает в production на миллионах пользователей и
никак не учитывает этот факт!

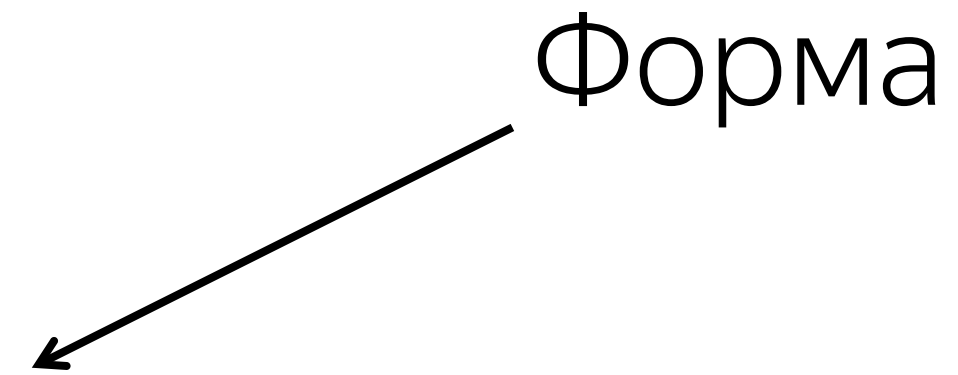
FormFilling

Откуда			Куда
На ближайшее время 	 Требования 	Телефон	
Тарифы	Комментарий к заказу		

Эконом от 99 ₽ 	Вызвать такси
--	---------------

Для расчёта приблизительной стоимости поездки заполните поля «Откуда» и «Куда».

FormFilling



Форма Заказ_Такси:

- › **Откуда** (адрес)
- › **Куда** (адрес)
- › **Когда** (дата_и_время)
- › *Детское_Кресло* (логический)
- › *Кондиционер* (логический)

Слоты

Пример:

- › Мне нужно заказать такси от улицы Льва Толстого дом 16 до улицы Маршала Неделина дом 6 через 15 минут, мне нужно детское кресло

Пример:

- › Мне нужно заказать такси от улицы Льва Толстого дом 16 до улицы Маршала Неделина дом 6 через 15 минут, мне нужно детское кресло

Форма Заказ_Такси (intent):

- › **Откуда** улица Льва Толстого дом 16
- › **Куда** улица Маршала Неделина дом 6
- › **Когда** через 15 минут
- › *Детское_Кресло* True
- › *Кондиционер* None

FormFilling. NLU

NLU – Natural Language Understanding

Основные компоненты:

- › Классификатор интенентов
- › Теггер слотов

FormFilling. NLU. Классификатор

Примеры:

- › Мне нужно заказать такси -> intent=Заказ_Такси
- › Я хочу отменить заказ -> intent=Отмена_Заказа
- › Скажи погоду -> intent=Погода
- › Поставь будильник на 7 утра -> intent=Будильник

FormFilling. NLU. Классификатор

Алгоритмы?

- › Логистическая регрессия
- › Глубокие нейронные сети
- › ...

FormFilling. NLU. Теггер

Пример:

- › Мне нужно такси на **улицу Льва Толстого дом 16** **через 15 минут**

FormFilling. NLU. Теггер

Пример:

- › Мне нужно такси на улицу Льва Толстого дом 16 через 15 минут

Заказ_Такси:

- › Откуда='улица Льва Толстого дом 16'
- › Когда='через 15 минут'

FormFilling. NLU. Теггер

Алгоритмы

- › CRF – Conditional random fields
- › Рекуррентные нейронные сети

FormFilling. NLG

- NLG – Natural Language Generation

- Задача

- › Из формы генерировать фразу на естественном языке

FormFilling. NLG

Подтвердить:

- › Откуда='улица Льва Толстого дом 16'
- › Когда='через 15 минут'

FormFilling. NLG

Подтвердить:

- › Откуда='улица Льва Толстого дом 16'
- › Когда='через 15 минут'

Результат:

- › Итак, вы заказали такси на улицу Льва Толстого дом 16 через 15 минут. Всё верно?

FormFilling. NLG



Алгоритмы

- › Контекстно-свободные грамматики
- › Нейронные сети *

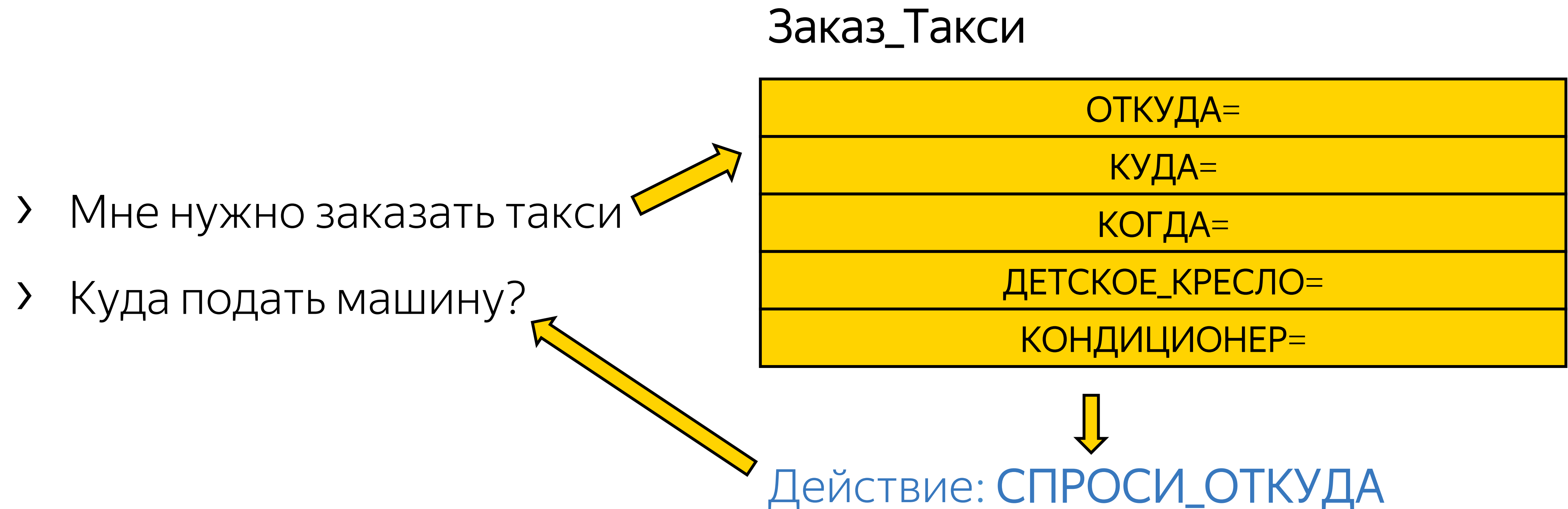
* Tsung-Hsien Wen et al. “Multi-domain Neural Network Language Generation for Spoken Dialogue Systems”

FormFilling. DM

Задачи

- › Связывает все компоненты вместе (NLU, NLG, API, и т.д.)
- › Выбор действия
- › Стек форм
- › Связь между формами
- › Переходы между формами
- › Вложенные формы

FormFilling. NLU+DM+NLG+API



FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Улица Льва Толстого дом 16
- › Куда поедете?

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=
КОГДА=
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: СПРОСИ_КУДА

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Улица Маршала Неделина дом 6
- › Когда подать машину?

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=улица Маршала Неделина дом 6
КОГДА=
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: СПРОСИ_КОГДА

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Через 30 минут и учтите пожалуйста, что я возьму с собой ребёнка
- › Итак, вы хотите заказать такси от улицы Льва Толстого 16 до улицы Маршала Неделина дом 6 через 30 минут и нужно детское кресло.
- › Всё верно?

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=улица Маршала Неделина дом 6
КОГДА=через 30 минут
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=True
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: ПОДТВЕРДИТЬ_ВСЁ

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Да, всё верно!
- › Хорошо, заказ сформирован!

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=улица Маршала Неделина дом 6
КОГДА=через 30 минут
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=True
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: ВЫПОЛНИТЬ

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- А теперь звонит более опытный пользователь

- Он видимо часто заказывает такси

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Мне нужно заказать такси на
улицу Льва Толстого дом 16
через 30 минут с детским
креслом
- › Куда поедете?

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=
КОГДА=через 30 минут
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=True
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: СПРОСИ_КУДА

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › На **улицу Маршала Неделина дом 6**
- › Итак, вы хотите заказать такси от **улицы Льва Толстого 16** до **улицы Маршала Неделина дом 6** **через 30 минут** и нужно **детское кресло**.
- › Всё верно?

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=улица Маршала Неделина дом 6
КОГДА=через 30 минут
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=True
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: **ПОДТВЕРДИТЬ_ВСЁ**

FormFilling. NLU+DM+NLG+API

- › Да, всё верно!
- › Хорошо, заказ сформирован!

Заказ_Такси

ОТКУДА=улица Льва Толстого дом 16
КУДА=улица Маршала Неделина дом 6
КОГДА=через 30 минут
ДЕТСКОЕ_КРЕСЛО=True
КОНДИЦИОНЕР=

Действие: ВЫПОЛНИТЬ

FormFilling. Стек форм

- › Мне нужно заказать гостиницу в Испании на 30 декабря
- › Когда планируете отъезжать?

БРОНИРОВАНИЕ_ГОСТИНИЦ

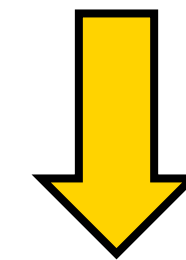
СТРАНА=Испания
ДАТА_ЗАЕЗДА=30 декабря
ДАТА_ОТЪЕЗДА=

FormFilling. Стек форм

- › Мне нужно заказать гостиницу в Испании на 30 декабря
- › Когда планируете отъезжать?
- › Кстати, какая там будет погода?

БРОНИРОВАНИЕ_ГОСТИНИЦ

СТРАНА=Испания
ДАТА_ЗАЕЗДА=30 декабря
ДАТА_ОТЪЕЗДА=



ПОГОДА

СТРАНА=
ГОРОД=
КОГДА=

FormFilling. Стек форм

- › Мне нужно заказать гостиницу в Испании на 30 декабря
- › Когда планируете отъезжать?
- › Кстати, какая там будет погода?
- › Погода в Испании на 30 декабря: +15



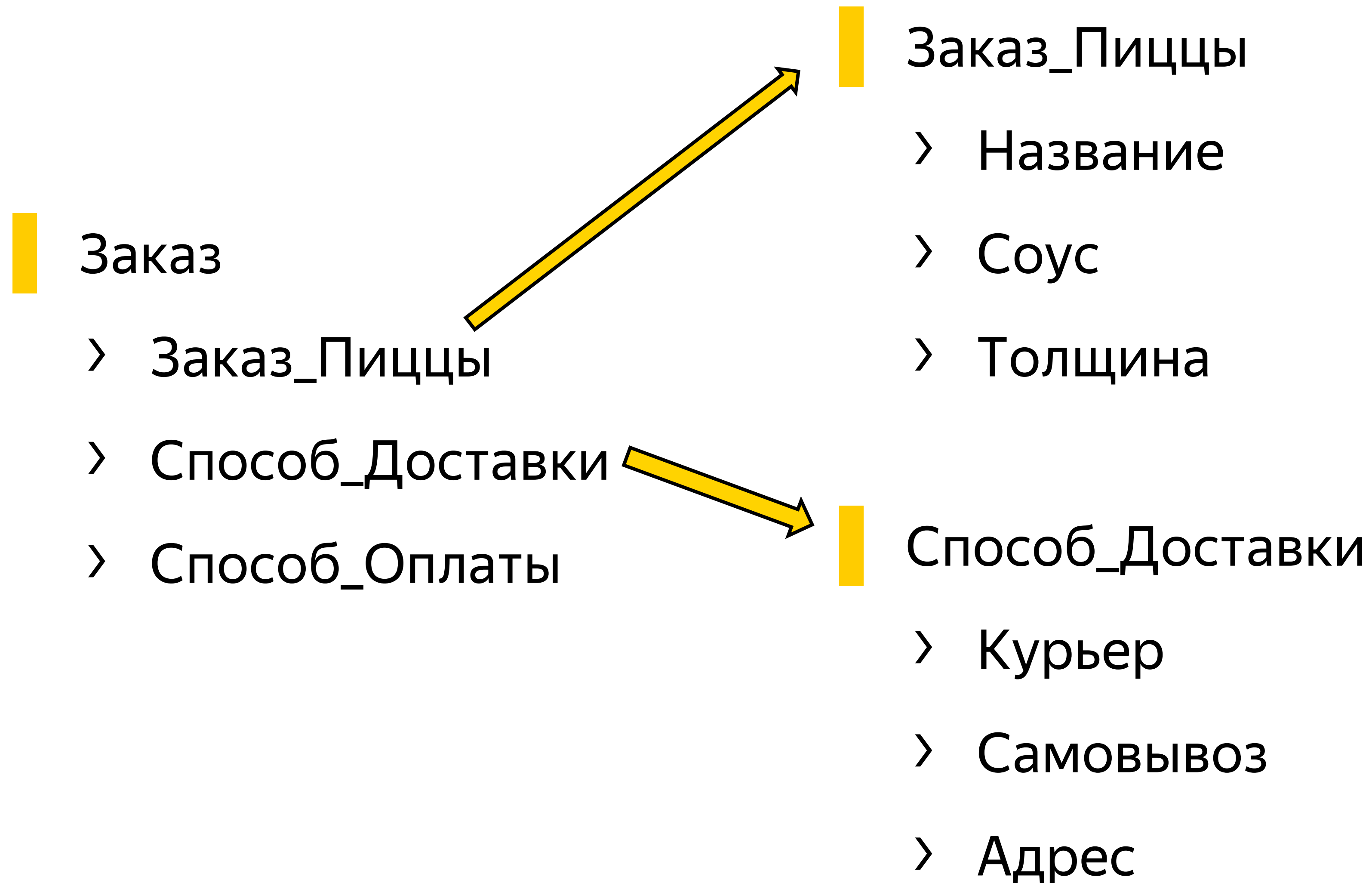
FormFilling. Стек форм

- › Продолжим бронировать гостиницу?
- › Да
- › Так когда планируете отъезд?

БРОНИРОВАНИЕ_ГОСТИНИЦ

СТРАНА=Испания
ДАТА_ЗАЕЗДА=30 декабря
ДАТА_ОТЪЕЗДА=

FormFilling. Вложенные формы



FormFilling. Достоинства

 Учитывает модели пользовательского поведения

- › Пользователь может говорить как ему удобно
- › Вся полезная информация попадает в форму

FormFilling. Недостатки

- DM логика из скриптов *
- Не учитывает ошибки ASR
- Действия на основе интуиции дизайнера диалогов, но не оптимизация критериев
- Работает в production на миллионах пользователей и никак не учитывает этот факт!

* Higashinaka et al .“On the difficulty of improving hand-crafted rules in chat-oriented dialogue systems”

RL — Reinforcement Learning

План

- › Зачем?
- › Основы RL
- › RL в диалогах

RL. Зачем?

Задача – максимизировать **«счастье»** клиента

- › Решить за минимальное время (кол-во шагов)
- › Решить максимально корректно

RL. Зачем?

Как?

- › Действия должны быть оптимальны
- › Нужно учитывать ошибки ASR, NLU, и т.д.

RL. Зачем? Примеры

■ Мне нужны билеты в Бостон

- › Бостон (0.5)
- › Остин (0.4)
- › Лондон (0.1)

■ Какое действие выбрать?

- › В слот -> Бостон
- › Спросить Бостон?
- › Спросить Бостон или Остин?
- › и т.д. ...

RL. Зачем? Примеры

■ Мне нужны билеты в Бостон

- › Бостон (0.80)
- › Остин (0.15)
- › Лондон (0.05)

■ Какое действие выбрать?

- › В слот -> Бостон
- › Спросить Бостон?
- › Спросить Бостон или Остин?
- › и т.д. ...

RL. Зачем? Примеры

■ Мне нужно такси от улицы
Маршала Неделина дом 6 до
улицы Льва Толстого дом 16
через 15 минут

■ Как подтверждать слоты?

RL. Зачем? Примеры

- › Машину нужно подать на **улицу Маршала Неделина дом 6?**
- › Да
- › Поедете на **улицу Льва Толстого дом 16?**
- › Да
- › Через **15 минут?**
- › Да
- › Ок, спасибо, заказ сформирован. Ожидайте

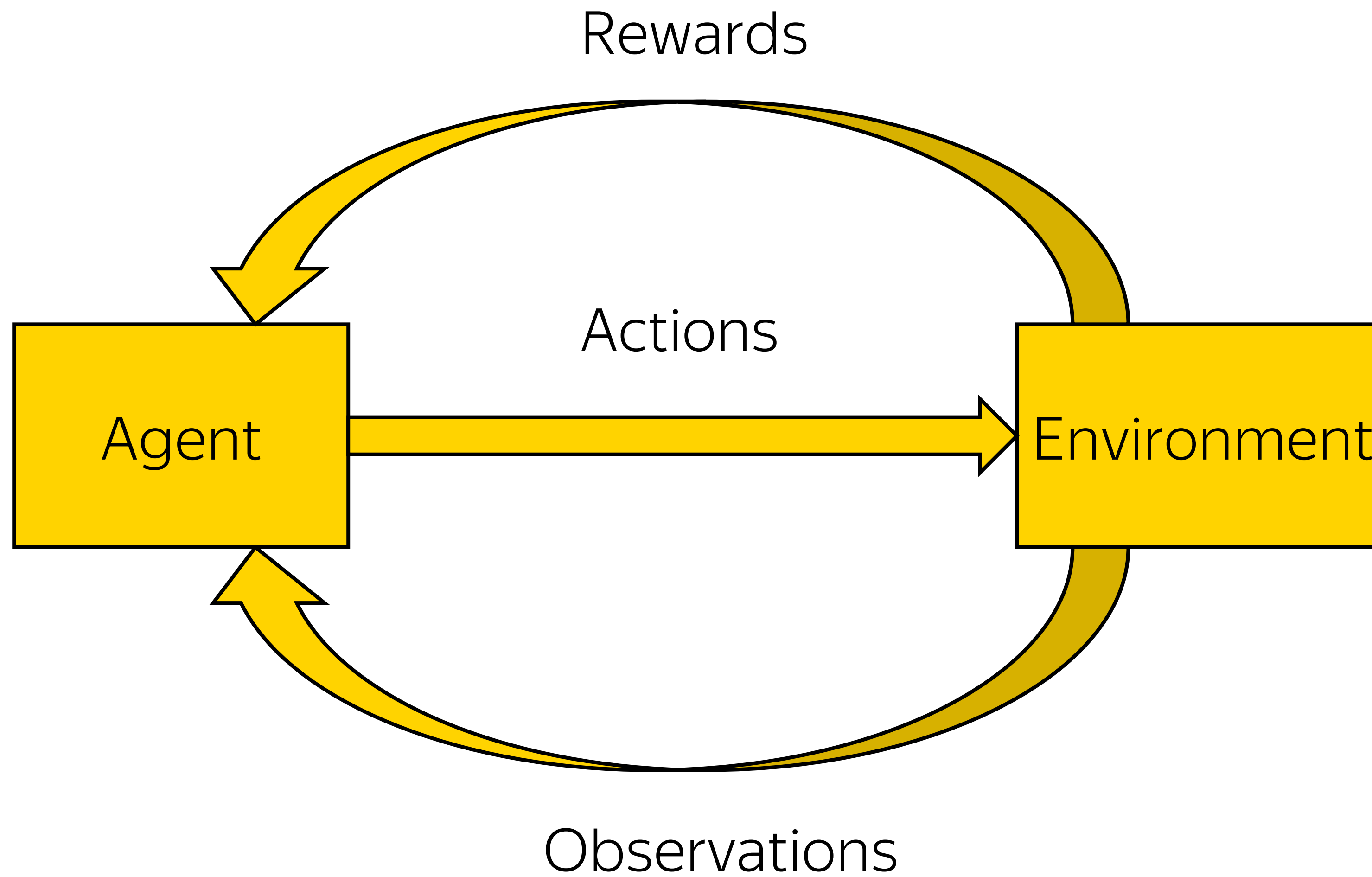
RL. Зачем? Примеры

- › Хотите заказать такси от улицы Маршала Неделина дом 6 до улицы Льва Толстого дом 16 через 15 минут?
- › Да
- › Ок, спасибо, заказ сформирован. Ожидайте

RL. Зачем? Примеры

- › Хотите заказать такси от улицы Маршала Неделина дом 6 через 15 минут?
- › Да
- › до улицы Льва Толстого дом 16?
- › Да
- › Ок, спасибо, заказ сформирован. Ожидайте

ОСНОВЫ RL



RL в диалогах

State Tracking / Belief Monitoring:

- › Цель пользователя -> скрытое состояние (belief state)
- › Байесовский вывод для трекинга belief state

Action Selection / Policy Optimization

- › belief state -> action (policy)
- › RL оптимизируем политику

Summary: POMDP-based Dialog Systems

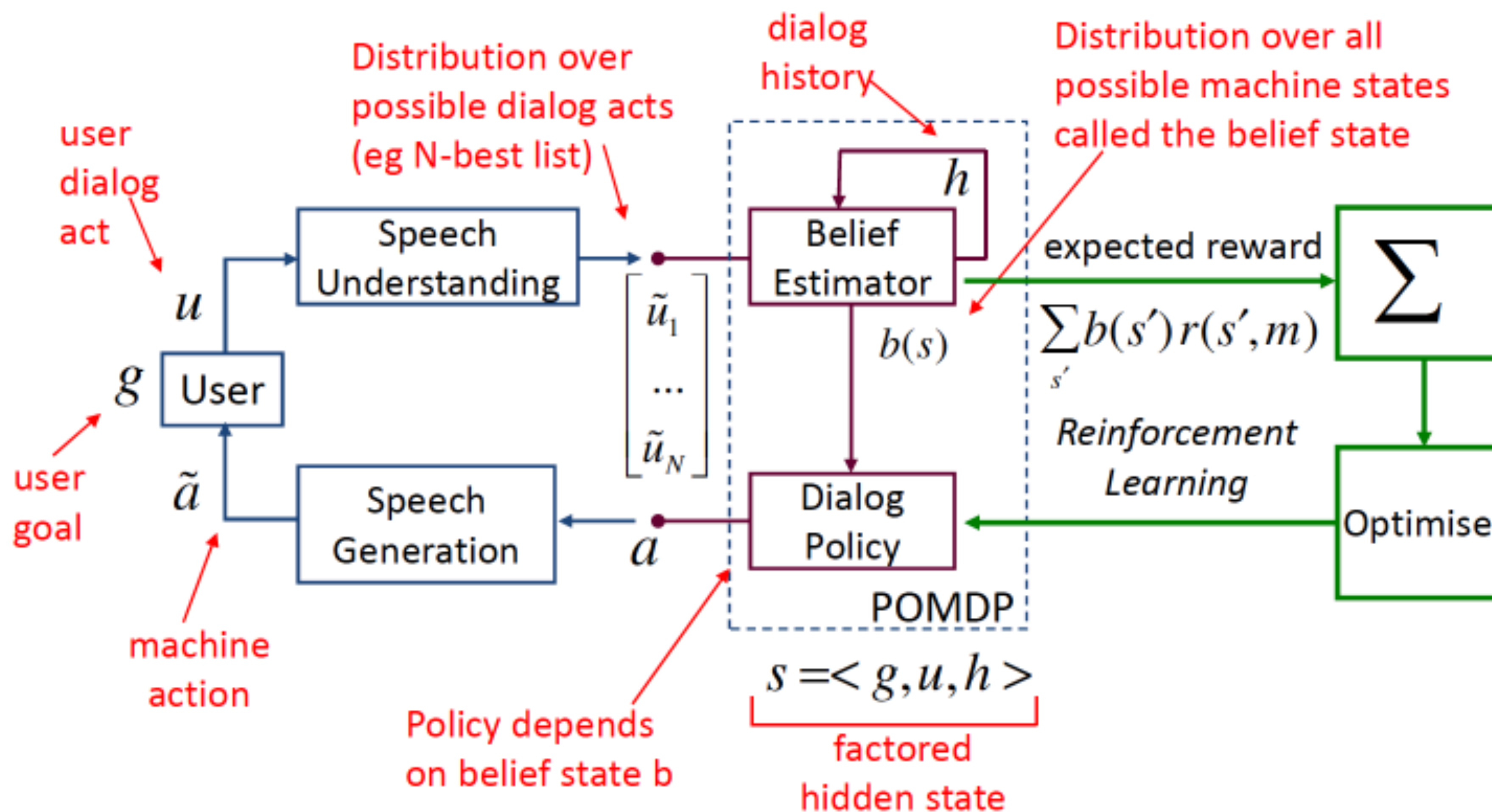
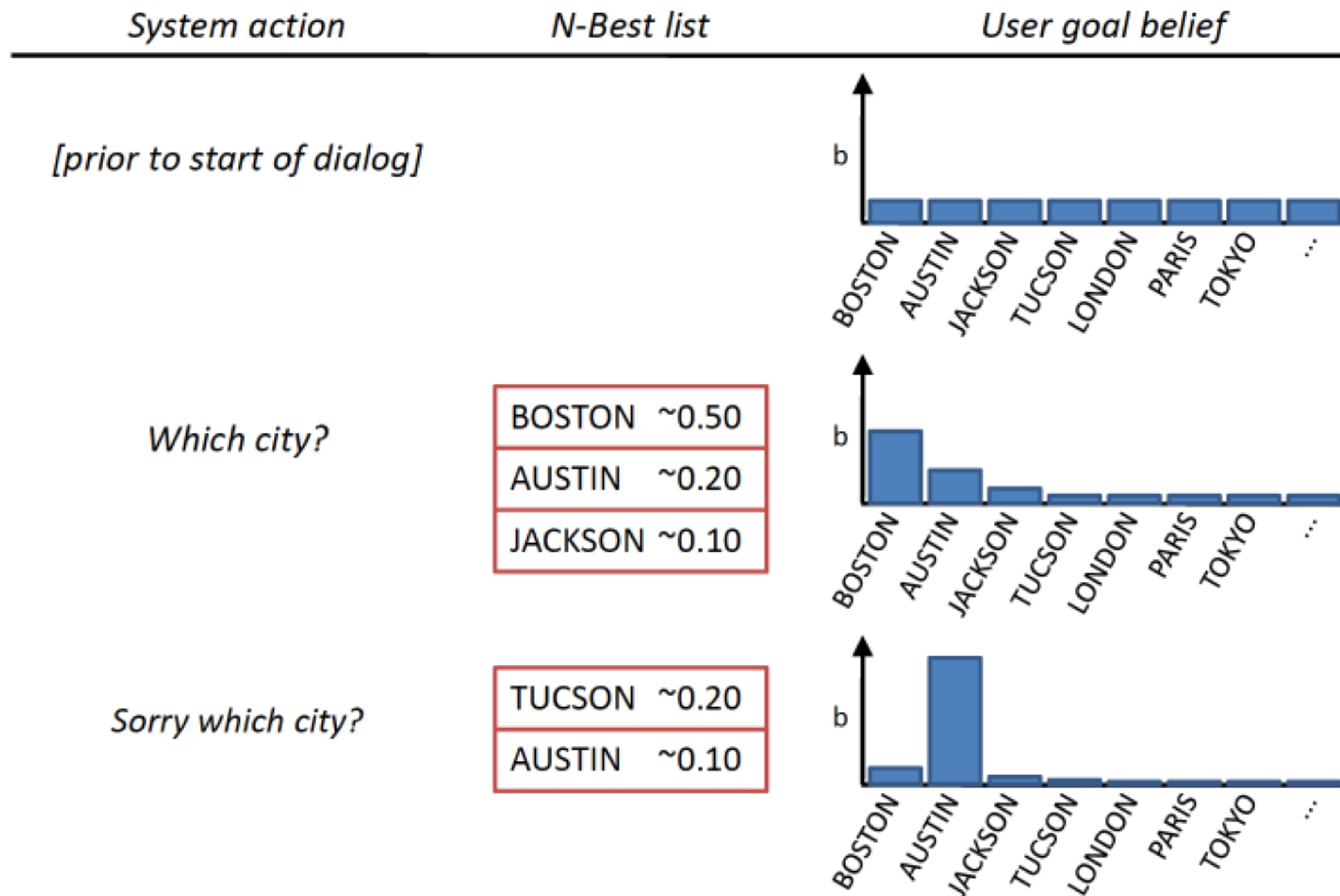
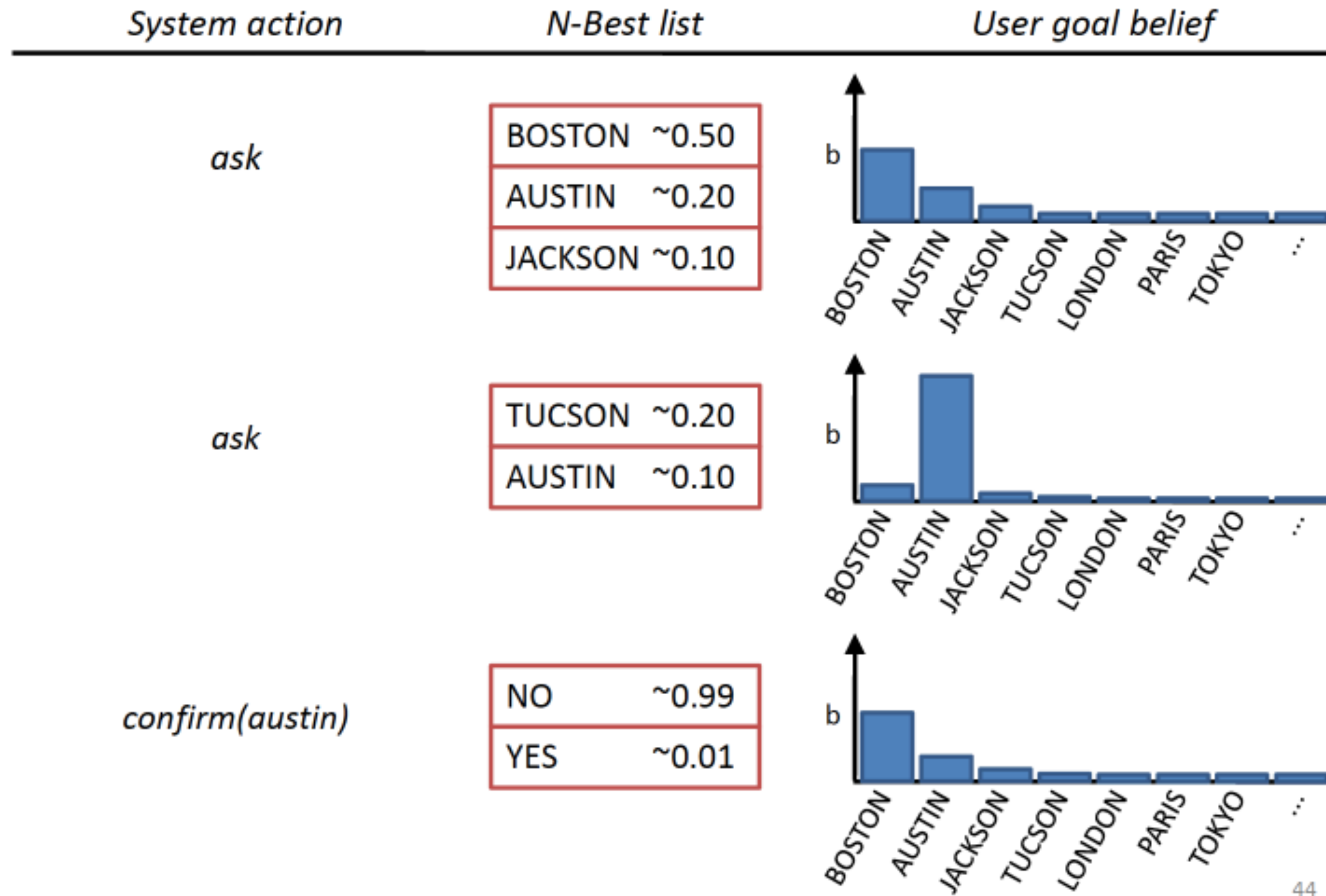


Illustration: synthesizing across N-Best lists

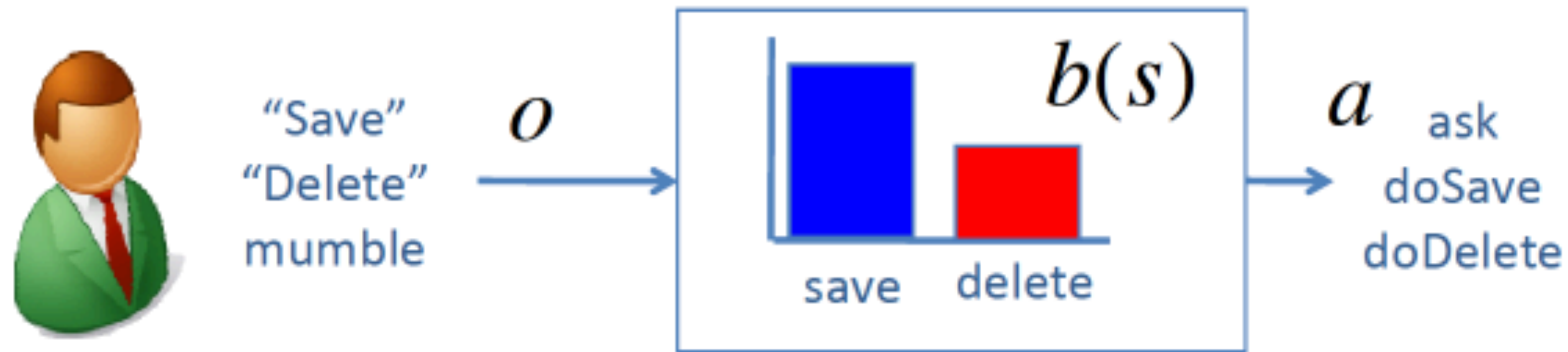


N-Best model illustration



44

A Simple Two State Example



Observation Probability

$$P(o' | s', a)$$

eg

"Save"	0.7
"Delete"	0.1
mumble	0.2

$$P(o' | \text{save}, \text{ask})$$

Transition Probability

$$P(s' | s, a)$$

	save	delete
save	1.0	0.0
delete	0.0	1.0

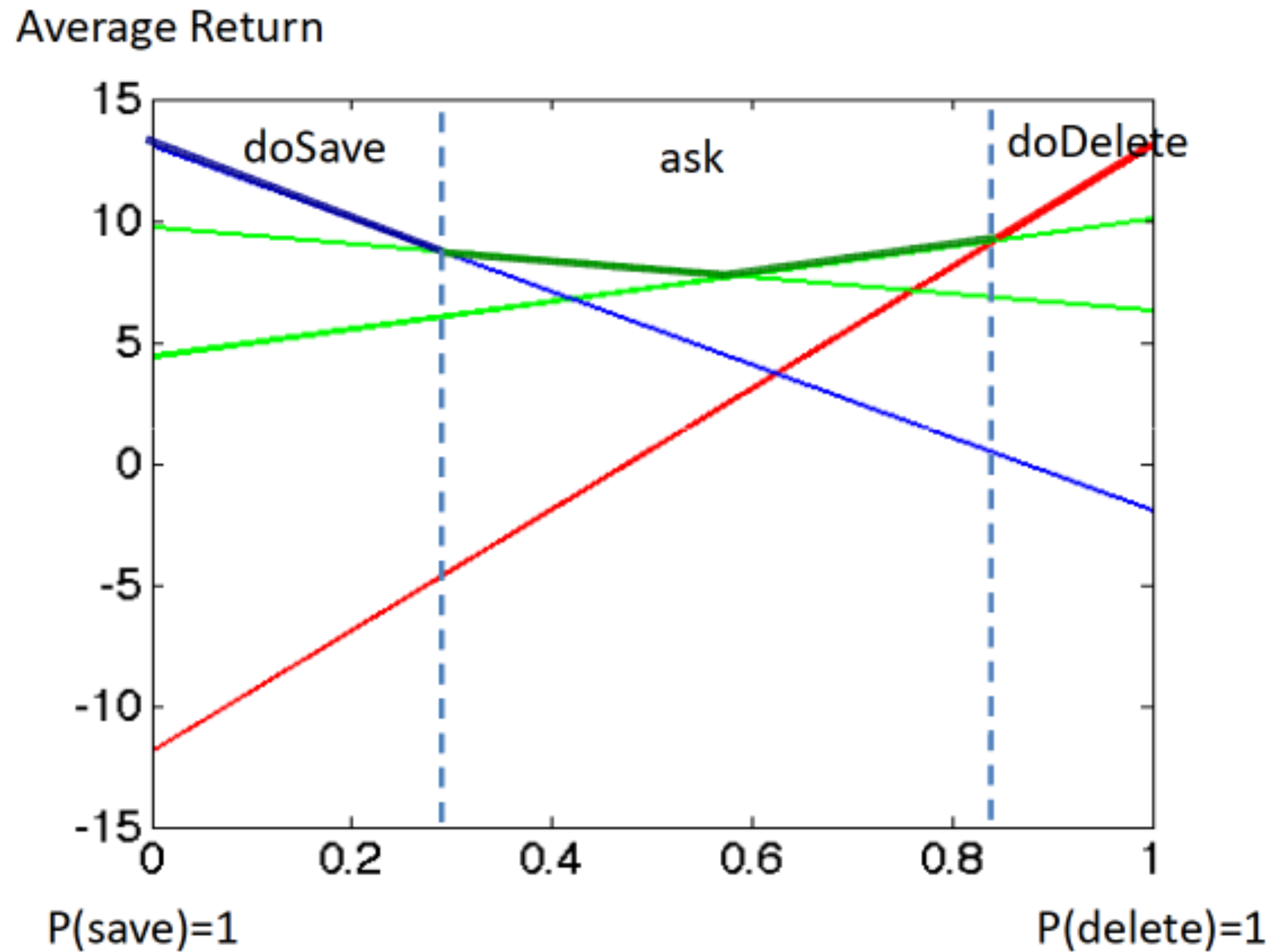
$$P(s' | s, \text{ask})$$

Reward Function

$$R(s, a)$$

	save	delete
ask	-1	-1
doSave	+5	-10
doDelete	-20	+5

Policy Value Function at 30% Error Rate



RL. Достоинства

 Учитывает модели пользовательского поведения

RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Действия на основе минимизации кол-ва шагов

RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Действия на основе минимизации кол-ва шагов
- Учитывает ошибки ASR

RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Действия на основе минимизации кол-ва шагов
- Учитывает ошибки ASR
- Может обучаться в production на миллионах пользователей

RL. Недостатки

- Необходим симулятор пользователя
- Долго тренируется

SL — Supervised Learning

- Data Driven подход

- На вход размеченные диалоги (NLU, NLG, Actions)

- На выходе Actions (NLG, API calls)

- Задача: реконструирование диалога

SL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения

SL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Учитывает ошибки ASR

SL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Учитывает ошибки ASR
- Data Driven

SL. Недостатки

- Кол-во шагов не минимизируется

SL. Недостатки

- Кол-во шагов не минимизируется
- Работает в production на миллионах пользователей и никак не учитывает этот факт!


SL + RL

- Data Driven подход
- Учимся на данных (реконструируем диалоги)

SL + RL

- Data Driven подход
- Учимся на данных (реконструируем диалоги)
- Симулятором пользователя эмулируем зашумлённую среду + поведение пользователя (возможно неадекватное)

SL + RL. Достоинства

 Учитывает модели пользовательского поведения

SL + RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Учитывает ошибки ASR

SL + RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Учитывает ошибки ASR
- Data Driven

SL + RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения

- Учитывает ошибки ASR

- Data Driven

- Действия на основе данных, и минимизации кол-ва шагов

SL + RL. Достоинства

- Учитывает модели пользовательского поведения
- Учитывает ошибки ASR
- Data Driven
- Действия на основе данных, и минимизации кол-ва шагов
- Работает в production на миллионах пользователей и учитывает этот факт!

SL + RL. Недостатки

- Сложность разработки
- Нужен симулятор пользователя
- Долго тренируется

Заключение

- CallFlow — не гибко
- FormFilling — лучше, но нужно больше масштабируемости
- SL + RL — пожалуй самое лучшее решение, но пока ни у кого нет в production

Литература

- Jason D. Williams. “Spoken dialog systems as an application of POMDPs”
- Gokhan Tur, Renato De Mori. “Spoken Language Understanding. Systems For Extracting Semantic Information From Speech”
- Jason D. Williams et al. “Statistical approaches to dialogue systems”
- Jason D. Williams. “Applying POMDPs to Dialog Systems in the Troubleshooting Domain”
- Steve Young et al. “POMDP-based Statistical Spoken Dialogue Systems: a Review”
- Jason D. Williams. “Partially Observable Markov Decision Processes for Spoken Dialogue Management”
- Oliver Lemon et al. “Reinforcement learning for adaptive dialogue systems”
- Jason D. Williams et al. “End-to-end LSTM-based dialog control optimized with supervised and reinforcement learning”
- Jason Weston et al. “Learning END-TO-END Goal-Oriented dialog”
- Tiancheng Zhao and Maxine Eskenazi. “Towards End-to-End Learning for Dialog State Tracking and Management using Deep Reinforcement Learning”

Вопросы?