# 第8章 基于任务导向的对话系统

通过前面的学习，我们已经掌握了如何从零开始搭建一个完整的问答系统的过程，然而实际生产生活中，为了准确获取用户的真实意图，往往需要人机之间进行多轮次的交互对话，进而获取到必要的信息，得到用户明确的指令。相较于问答系统这种单轮对话所表现出的一问一答的形式，多轮对话需要系统有效利用对话中的上下文信息，并对对话状态做出管理。。

多轮对话一般可以分为开放领域的多轮对话以及特定领域的多轮对话，比如陪伴型的闲聊机器人即属于开放领域的多轮对话，而任务导向的多轮对话即属于限定领域的多轮对话。限定领域的问答系统和限定领域的对话系统的区别主要在于是否维护需要维护一个对话状态，以及是否需要一个决策过程来完成任务。

任务导向型对话系统是指用户带着明确的任务来，希望得到明确满足特定限定条件的信息或者服务，比如订餐、订票或者购买某件商品等，由于用户的需求比较复杂，需要多轮陈述，且用户与系统在交互的过程中也会不断修正完善自己的需求，此外，当用户陈述的信息不够具体或者明确的情况瞎，系统也可以通过询问、澄清或者确认来帮助用户找到满意的回复结果。因此任务导向的多轮对话不仅是一个自然语言理解的问题，还需要在对话过程中，不断根据当前的对话状态下决策下一步应该采取的动作，进而有效快速地帮助用户完成信息获取服务获取的任务。

下面我们将重点介绍基于任务导向的多轮对话系统的架构设计及各个模块主要的功能，同时，我们将介绍几种当前常用的基于任务导向的多轮对话系统的框架。。

本章主要涉及到的知识点有：

* 系统介绍：任务导向多轮对话系统的架构。
* 自然语言理解模块
* 对话状态管理模块
* 自然语言生产模块
* 常用框架Rasa介绍

注意：本章代码地址：xxx

## 8.1 任务导向多轮对话系统介绍

生活中很多人都有过订餐的经历，在订餐的过程中，对方会询问你们一些基本的问题，比如就餐人数、就餐时间、预定的菜品信息、是否有忌口、是否有喜欢的位置等等，通过对这些问题的沟通，对方会明确用户的需求，进而给出满足以上条件的最优解决策略。

任务导向的多轮对话系统的对话过程和点餐的过程是很相似的，系统通过对用户输入的信息进行理解，将相应的信息填入该任务所需的信息“槽”中，当所有的“槽”均填满或者满足一定的条件后，即可通过决策完成相应的任务。常见的任务导向多轮对话系统的架构如下图所示：

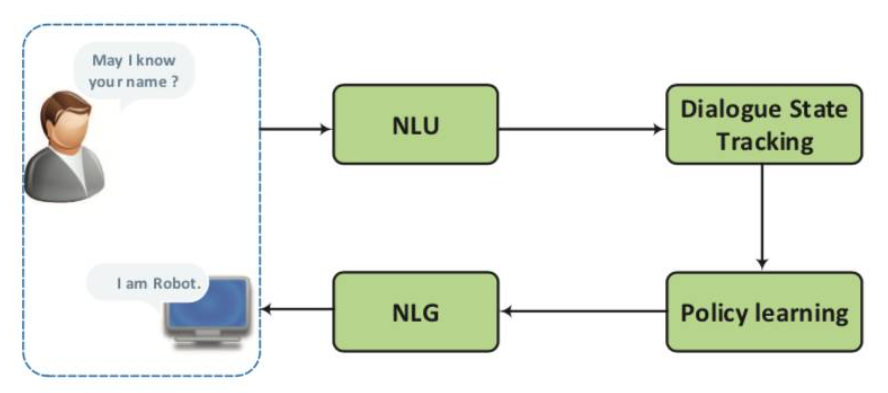


图8.1 任务导向型对话系统框架

任务导向的对话系统框架中三个主要的模块分别是自然语言理解模块（NLU）、对话状态管理模块（DM）及对话生成模块（NLG），对话系统的主要功能是需要理解自然语言所表示的抽象意义，并给出相应的回答。其中对话状态管理模块一般分为两部分，分别是对话状态追踪（DST）及对话策略管理（PL），主要负责管理当前对话中的上下文信息，并根据当前的对话状态及输入信息决策对话系统下一步的具体操作。下面我们分别介绍下每个模块的主要功能：

## 8.2 自然语言理解模块

对于用户输入的信息，首先需要通过自然语言理解模块（Natural Language Understanding）进行处理，该模块主要的功能在于接收用户输入的信息，将其转变成计算机可以理解的形式。 自然语言理解模块一般包含三个子模块，分别是领域识别、意图识别与槽填充。

### 8.2.1 领域识别

对于用户输入的信息，首先需要判定当前用户所谈论的话题属于哪个领域？对于常见的单领域对话系统只需要判定用户的输入是否属于当前的任务场景，比如对于一个订餐对话系统，我们需要判定用户输入的信息是否是关于订餐时间及餐品种类等订餐相关的信息。而对于一个酒店的对话系统，可能涉及多领域的对话，需要判定当前用户所谈论的话题是关于订餐还是预定酒店房间。

确定对话领域后，可以快速帮助我们缩小对话范围，更加精准的获取用户的对话意图，帮助对话系统快速获取所需的信息，进而给与用户有效的反馈。

领域识别是一个分类问题，一般通过基于规则的关键字进行识别，页可以通过基于机器学习算法进行识别。

### 8.2.2 意图识别

用户输入的信息通过领域识别确定所属领域后，开始自然语言理解中最重要的部分，也就是意图识别，在意图识别的过程中，需要对用户输入的信息进行深度的分析，主要包括对用户输入的实体信息进行识别，分析句子成分以及句子间的关系，进而理解其潜在的语义信息，通过对输入的实体信息进行识别，便于下一步对信息槽的填充。

同时对输入信息的意图识别可以作为对话管理模块的输入，结合当前对话的上下文信息，更新当前对话的状态信息。比如在订餐任务中，若在前面的对话轮次中我们已经获取到用户期望的用餐时间及餐品信息，那么当系统询问订餐人数信息时，对于用户的回复，系统需要判定当前信息是否可以填充到用餐人数的槽中。

意图识别本质上也是一个分类问题，常见的处理方式如基于规则的方式，通过预先设置的规则，当用户输入满足特定规则，则将相应信息识别为特定的意图信息；此外还有基于传统机器学习的算法，如支持向量机（SVM），以及基于深度学习的算法，如CNN、LSTM、C-LSTM。FaseText等。

### 8.2.3 槽信息获取

槽是任务导向多轮对话系统中的重要概念，是将初步的用户意图转换为明确的用户指令所需要补全的信息对话管理模块，一个槽与一个任务的处理中所需要获取的一种信息相对应。

比如当用户想在披萨店定一个披萨时候，披萨店的店员会依次询问用户要定的披萨种类信息，披萨的大小信息，预定送货的时间等信息，这些信息均可以当作完成本次定匹配任务的槽信息，当店员获取到全部所需信息后，可以看作所需的全部槽已经填满。

槽可以分为词槽与接口槽，利用用户输入的信息中的关键词来填充的槽属于词槽，利用用户画像以及其他外部常见信息填写的槽叫做接口槽。

在槽信息的获取中，对话系统会通过澄清话术来明确用户输入信息的准确含义，对于不确定的输入，系统会通过确认话术来确定信息是否真实。

## 8.3 对话管理模块

对话管理（Dialog Management，DM）控制着人机交互对话的全部进程，对话管理同对自然语言理解模块输出的处理来进行和用户之间的交互。对于有明确意图的用户，在对话管理过程中可以帮助用户快速完善或明晰自己的需求，当用户意图不够具体明确的时候，对话管理也可以帮助用户明确需求及澄清用户的需求，进而推动对话任务的完成。

对话管理主要包括两部分工作，分别是对话状态追踪（Dialog State Track）及对话策略管理（Dialog Policy）。

### 8.3.1 对话状态追踪

什么是对话状态？对话状态是用户与对话系统交互过程中，用户期望完成的任务的达成状态。

对话状态追踪包括持续对对话过程中的各种信息进行管理，包括对话的上一个状态，当前用户状态与当前对话系统的状态，基于这些信息来更新当前对话的状态。

比如在预定机票的场景中，若对话系统所需的全部信息为目的地、出发地及出发时间，上一个状态中，对话系统以及获取到用户预定机票的出发地信息为“北京”，当前用户的输入信息表示用户预定机票的目的地为“上海”，那么当前用户预定机票任务所需的信息已经获取到出发地信息与目的地信息。更新当前的对话状态可以发现仅有出发时间的信息没有获取，那么系统下一次的行为即为询问用户的出发时间。

传统的对话状态追踪通过维护一个对话状态表示向量，随着用户输入信息，不断更新对话状态表示的向量。随着深度学习的发展，当前可以通过深度网络来完成对话状态信息的管理。

### 8.3.2 对话策略管理

对话策略管理是指根据当前时刻的对话状态以及产生的系统行为，如何决定系统下一步的具体行为，具体表示为随着用户的输入，系统所给与的相应的反馈。

常用的对话策略管理为基于规则的对话策略管理，其优点在于可以很方便的控制对话的逻辑结构，但是系统的动作序列相对固定，智能性较差。

另一种实现思路是基于有限状态机来完成，通过不同的对话状态，基于预先设置的有限状态机来管理系统的动作，其优点在于状态转移很容易设置，且系统行为较为固定，可预测性较高，但是对于较为复杂的对话系统需要设计复杂的状态机转移策略。

当前主流的对话策略管理是基于强化学习的思路来设计，通过系统与环境的交互，自动学习并决定对话系统的下一步行为。

## 8.4 自然语言生成模块

自然语言生成（（Natural Language Generate，NLG）是指通过系统的动作生成用于返回给用户的信息，如系统的动作为向用户询问出发日期信息，最终生成如下语句：“请问您预计什么时候出发？”

自然语言生成模块一般采用基于模板、基于语法或模型两种思路，其中基于模板与语法主要通过基于规则的策略来生成，我们前面的项目中均采用这种方法来生成。基于模型的方法及通过生成模型来实现，如Seq2Seq等网络生成自然语言。

## 8.5 对话系统评价指标

如何客观而科学地评测对话系统的性能，是评判一个对话系统智能性的关键问题，当前在商业应用及科研实践过程中，尚未形成统一且标准的评测标准。其中一方面的原因在于高质量的对话数据集较为缺乏，另一方面在于对话场景往往是限定于某个领域，具有一定的特异性，无法很好的迁移到其他的场景中。

对于任务导向型的对话系统的评测也是当前研究中的一个难点，任务导向型对话系统由任务驱动，通常涉及多轮次的对话场景，可以看作一个决策过程，因此对于任务导向型对话系统的评估往往通过评估整体对话系统的效果来实现。任务导向型对话系统的核心目的在于帮助用户快速有效地获取信息或服务，因此最直接的两个指标即为对话成功率和对话成本消耗（如对话时长、系统给出确认性回复所需的对话轮数等）。

实际应用中，对话系统于人进行交互过程中，任务完成的程度往往较难来界定，当前常用的评测方法有三种，分别是数据驱动型对话评价方法、用户模拟方法和人工评价方法。

### 8.5.1 数据驱动型对话评价方法

数据驱动型对话评价方法即通过优质的标注数据来评估对话系统，然而这种优质对话数据很难获取。同时由于对话系统本身具有的多轮交互，同时考虑上下文的对话状态，使得评价对话系统的难度远远大于评价一般的自然语言处理任务，如通过BLUE评价机器翻译任务。事实上，评价对话系统的最终目标是评测用户的满意度，然而在评测过程中往往会出现其他因素导致评价结果于用户的真实感受和体验无法完全吻合，使得评测结果出现偏差。

### 8.5.2 用户模拟评价

用户模拟评价是当前最有效，最简单的评价策略，通过模拟不同场景下的对话过程，可以尽可能地覆盖最大的对话空间，并且在大范围下进行有效的测试和评价。这种方法的缺点在于用户模拟器很难真实模拟用户，用户模拟器的好坏往往会影响评价结果的准确度。

### 8.5.3 人工评价法

人工评价是最准确的评测方法，通过安排专门的评测人员与对话系统进行交互，对结果进行评价，同时产生的评价数据也最能反应人的真实感受和体验。其缺点在于人工评价需要耗费较大的人力、物力和财力，同时人为的评分往往带有一定的主观性，评测结果的质量严重依赖评测人员的专业性。

### 8.5.4 对话系统评测数据集

当前对话系统领域最权威的评测会议为微软公司发起的DSTC评测会议，该会议从2013年开展第一届，至今已经发布一些经典对话场景的对话数据集，如公交车路线咨询、参观咨询、旅游咨询等。