面向联合意图检测与槽位填充的波斯语基准

Masoud Akbari、Amir Hossein Karimi、Tayyebeh Saeedi、Dr. Zeinab Saeidi、Kiana Ghezelbash、Fatemeh Shamsezat、Dr. Mohammad Akbari、Dr. Ali Mohades

arXiv:2303.00408v1 [cs.CL] 1 Mar 2023

摘要—**自然语言理解（NLU）在当今技术领域至关重要，它使机器能够理解和处理人类语言，从而改善人机交互，并推动虚拟助手、聊天机器人和基于语言的人工智能系统等领域的发展。本文强调了推进低资源语言自然语言理解研究的重要性。意图检测和槽位填充是自然语言理解中的关键任务，过去常用 ATIS 和 SNIPS 数据集开展相关研究。然而，这些数据集仅适用于英语，不支持其他语言。为弥补这一空缺，我们基于 ATIS 数据集构建了一个用于联合意图检测与槽位填充的波斯语基准。为了评估该基准的有效性，我们采用了最先进的意图检测与槽位填充方法。**

索引词—**ATIS数据集、波斯语基准、意图检测、槽位填充。**

I. 引言

语言理解（**自然语言理解**）是任何面向目标的对话系统的重要组成部分，它通过处理话语来识别用户的需求。自然语言理解旨在自动识别用户想做什么（即用户的意图），提取相关论元（即槽位），并正确回应以满足用户的请求[1]。在此背景下，意图检测和槽位填充是自然语言理解的重要组成部分。过去十年间，已有多项研究探讨这些任务，但其中大多数关注英语语言理解 [2], [3], [4]。

也有一些研究探讨了其他语言的自然语言理解，例如罗马尼亚语 [5], 、中文 [6], 、阿拉伯语 [7], 和越南语[8]。尽管波斯语是全球第24大语言（使用者近7800万人），[9],由于缺少波斯语公共数据集，目前尚无波斯语理解方面的研究。没有这样的数据集，研究人员就难以开展自然语言理解（NLU）或一般意义上的自然语言处理（**自然语言处理**）任务。为解决这一问题，我们构建了一个波斯语数据集，并采用一些最先进的方法，推出了一个波斯语公共基准。

意图检测和槽位填充领域中最广泛使用的数据集之一是 **ATIS** （航空信息系统）数据集。该数据集最初为英语，包含意图和槽位标注。2018年，Upadhyay 等人将 ATIS 扩展到了印地语和土耳其语 [10]。此外，最近 [11] 中的作者推出了 **MultiATIS++** ，并将 ATIS 扩展到了四个语系中的另外六种语言。因此，MultiATIS++涵盖九种语言，包括英语、西班牙语、德语、法语、葡萄牙语、中文、日语、印地语和土耳其语。如前所述，MultiATIS++ 涵盖四个语系，分别是印欧语系、汉藏语系、日本语系和阿尔泰语系[11]。然而，MultiATIS++ 未能涵盖波斯语，而波斯语属于印欧语系。

本文旨在为自然语言处理领域的所有研究人员介绍一个公开的波斯语基准。我们使用原始 ATIS 数据集，并采用半自动方法构建波斯语数据集。为了为研究人员提供基线，我们进行了比较分析，以建立一个全面且公开的波斯语基准。该基准将帮助对波斯语理解任务感兴趣的研究人员改进其研究工作。

我们的贡献总结如下：

- 我们通过将 ATIS 数据集扩展到波斯语，构建了首个波斯语意图检测与槽位填充数据集，
- 我们对在所构建的波斯语数据集上表现最先进的模型进行了比较分析，
- 我们将该基准公开，供研究和教育用途。我们相信，该基准将成为未来波斯语自然语言理解研究与应用的起点。

II. 问题陈述

本文聚焦于意图检测和槽位填充，它们是自然语言理解中的两项主要任务。我们将能够同时执行意图检测和槽位填充的算法应用于所提供的波斯语数据集。首先，我们将解释这些问题及其在自然语言理解中的应用。

Masoud Akbari 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：ma.akbari421@aut.ac.ir）；Amir Hossein Karimi 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：ahkarimi@aut.ac.ir）；Tayyebeh Saeedi 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：t.saeedi@aut.ac.ir）；Dr. Zeinab Saeidi 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：zsaeidi2007@aut.ac.ir）；Kiana Ghezelbash 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：kghezelbash@aut.ac.ir）；Fatemeh Shamsezat 就职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系，同时任职于法萨大学理学院计算机科学系，伊朗法萨，邮编 74617-81189。（电子邮箱：shamsezat@aut.ac.ir）

Dr. Mohammad Akbari 任职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮件：ak-bari.ma@aut.ac.ir）

Dr. Ali Mohades 任职于阿米尔卡比尔理工大学数学与计算机科学系（电子邮箱：mohades@aut.ac.ir）

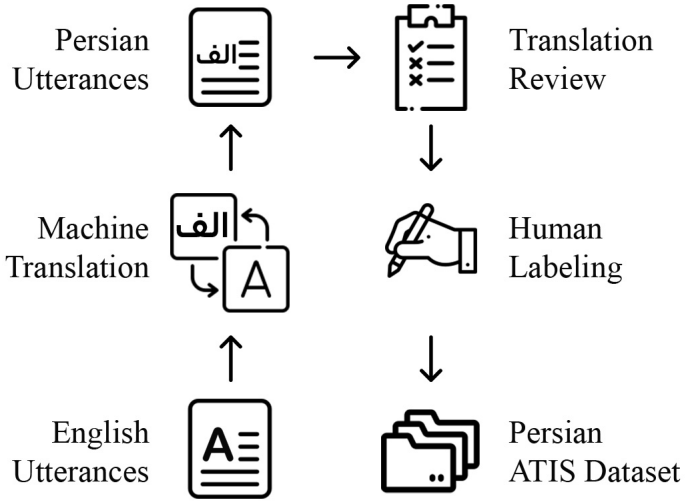

图 1. 通过翻译半自动构建波斯语 ATIS 的流程

A. 意图检测

如上所述，意图检测旨在识别用户想要做什么，并据此对用户作出恰当响应。因此，意图检测任务通常被建模为一个句子分类问题。由于意图检测任务中的句子来源于口语话语，意图分类与其他分类任务存在一些差异。因此，在应用任何分类算法进行意图分类之前，我们应提取句子中包含语义信息的特征。总体而言，自然语言理解中围绕意图检测的研究主要分为四个领域：搜索引擎、对话系统、问答系统和文本分类[3]。

B. 槽位填充

槽位填充通常被视为序列标注问题，即将语义标签赋予连续的词序列。槽位填充任务的输入是由一系列词构成的句子，输出则是为每个词对应一个标签的标签序列 [3], [15], [16], [17]。

对话系统是自然语言处理中最常使用槽位填充的领域。在对话系统中，槽位填充的作用是理解用户的自然语言句子，以便系统确定需要检索哪些信息，或需要为用户完成什么任务。采用面向任务的对话系统的网上购物网站也集成了槽填充模型。此外，借助槽位填充，可以更好地理解商品搜索查询，并为顾客提供购物辅助 [3]。

III. 波斯语数据集描述

目前已有用于问答 [12], [13], [14], 语言建模 [19], 或情感分析 [20]等自然语言处理任务的波斯语数据集。然而，目前还没有用于自然语言理解任务的波斯语基准数据集。自然语言理解对聊天机器人的性能有显著影响，因此需要波斯语数据集，以便在这一领域开展更多研究。ATIS是一个用于自然语言理解的英语基准数据集。如前所述，在这项工作中，我们选择了ATIS数据集，并通过自动翻译将其译成波斯语。我们选择该数据集，是因为ATIS话语的波斯语对应表达比SNIPS等数据集中的表达更有意义。例如，句子“查找米歇尔·福柯的小说《米歇尔·福柯的激情》。”包含一个在波斯语中并不常见的物品名称。另一方面，ATIS数据集中的句子“我想早上*8*点从波士顿出发，上午*11*点抵达丹佛，”的译文则包含在波斯语中更常见的词语。此外，ATIS数据集基于一个真实且热门的旅游领域构建，因此在多种语言中都具有意义。

ATIS数据集包含 5871 条英语话语（其中 4978 条用于训练，893 条用于评估）。图 1 展示了创建波斯语 ATIS 数据集的流程。第一步是使用机器翻译将 ATIS 翻译成波斯语。我们使用**EasyNMT**[1] 软件包作为机器翻译工具。EasyNMT 包含三种不同的神经机器翻译模型，支持 100 多种语言。mBart50 [18]是 EasyNMT 中支持波斯语的模型之一。我们还使用 mBart50 将英语 ATIS 翻译成波斯语。

[1]https://github.com/UKPLab/EasyNMT

由于机器翻译可能会出现一些小错误，例如将译出的词语放错位置（即在目标语中的位置不当），因此所有译文都由波斯语母语者进行了复核和修正。第三步是标注。话语的意图在翻译过程中保持不变，因此无需为话语设置意图标签。然而，由于翻译后有些词语会被替换，因此有必要进行槽位标注。图 2 展示了这一问题的一个示例。需要注意的是，标注工作由自然语言处理专家完成。

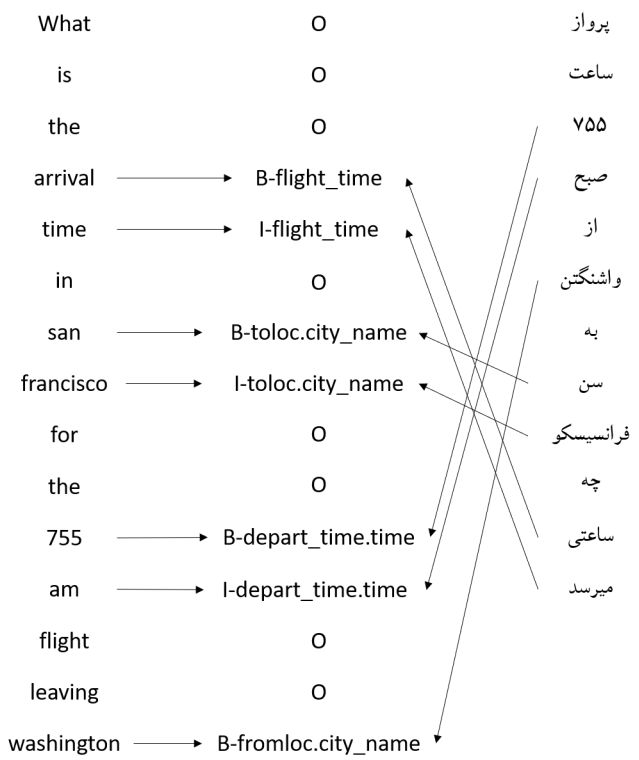

图 2. 翻译后词语替换的示例，以及重新标注槽位标签的必要性。

与其他自然语言处理任务一样，在最后一步中，对输入文本进行预处理是必要的。波斯语自然语言处理数据集面临一个与阿拉伯语和波斯语字母表相似性有关的挑战。这意味着，由于字符的不同 ASCII 码，两个外形相同的词可能被视为不同的词元。对数据进行规范化并统一字符可以解决这一问题。我们使用了**Hazm**[2] 波斯语自然语言处理库，并结合其他一些修改进行规范化处理。无用的标点符号也被删除。唯一字符的数量从 113 变为 69。翻译后的数据中仍存在一些特殊名称，例如 ATIS数据集中的城市或机场名称，即使在翻译过程之后也是如此，我们用波斯语对应词替换了它们。

[2]https://github.com/roshan-research/hazm

IV. 意图检测与槽位填充的分类体系

我们选择了一些最先进的方法来评估波斯语 ATIS 数据集。这些方法必须涵盖多种途径，以形成可靠的基准数据集。我们根据 [21] 中定义的分类体系选择了这些方法。该分类体系将自然语言理解中的方法划分为单一模型、联合模型和预训练范式。这些范式如图 3 所示，该图最初发表于 [21]。

在单模型范式中，意图检测任务与槽位填充任务之间没有交互。因此，意图检测和槽位填充无法利用二者之间的相关性，也无法共享有助于提升性能的信息。另一方面，联合模型利用了意图检测与槽位填充之间的共享知识。

联合范式也分为两类：显式和隐式。隐式联合建模仅使用共享编码器（表示），而不显式建模交互，这可能导致可解释性和性能较低。显式联合建模范式分为单向流交互和双向流交互。单向流仅考虑从意图到槽位的单一信息流。相比之下，双向流意味着模型考虑了意图检测与槽位填充之间的交叉影响。

最后，预训练范式指的是使用预训练语言模型（如 BERT）作为编码器来提取表征的范式。预训练模型能够提供丰富的语义特征，有助于提升口语语言理解任务的性能。

下一节中，我们将根据分类体系讨论选定的方法，并介绍它们在波斯语 ATIS 数据集上的性能。

V. 实验

本节中，我们在所提出的语料库和英语 ATIS 上评估并比较最先进的意图检测和槽位填充模型。我们根据分类体系，在数据集上应用以下模型：

A. 模型

以下模型是根据上一节讨论的分类体系选出的。

- **SF-ID [22]**：该模型属于显式联合建模范式。在这种方法中，双向模型会考虑槽位填充与意图检测之间的交叉影响。首先，通过注意力机制计算上下文向量。接下来是由槽填充子网络和意图检测子网络组成的网络，两者的顺序可以自定义（先进行槽填充，或先进行意图检测）。最后，在槽填充子网络的输出之上添加一个条件随机场层，以考虑相邻位置标签之间的相关性。该层会联合解码话语的最佳标签序列。

- **注意力循环神经网络 [23]**：该方法采用一种基于注意力机制的神经网络来解决

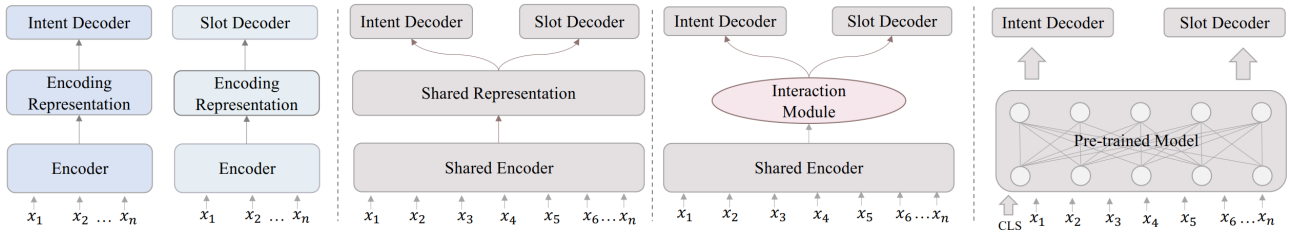

图3。 （a）单一模型。（b）隐式联合建模。（c）显式联合建模。（d）预训练模型范式。 [21]

表I 英语和波斯语 ATIS 数据集上最先进模型的意图准确率（百分比）

分类体系	模型	英语	波斯语
单任务	CNN-LSTM-CRF [24]	93.62	89.70
联合	CNN-LSTM-CRF [24]	93.73	91.83
	注意力循环神经网络 [23]	93.84	90.93
	槽门控 [25]	94.62	92.94
	SF-ID，SF优先 [22]	96.65	92.38
	SF-ID+条件随机场，SF优先 [22]	97.31	92.83
	SF-ID，ID优先 [22]	97.09	92.83
	SF-ID+条件随机场，ID优先 [22]	95.41	92.05
	协同交互变换器（GloVe） [26]	**97.54**	93.73
预训练	JointBERT [27]	97.42	**97.65**

表II 英语和波斯语 ATIS 数据集上最先进模型的槽位F1分数百分比

分类体系	模型	英语	波斯语
单独	CNN-LSTM-CRF [24]	94.46	88.41
联合	CNN-LSTM-CRF [24]	85.31	81.68
	注意力循环神经网络 [23]	95.59	87.96
	槽门控 [25]	94.91	87.70
	SF-ID，SF优先 [22]	94.65	85.38
	SF-ID+条件随机场，SF优先 [22]	94.72	85.56
	SF-ID，ID优先 [22]	95.06	85.32
	SF-ID+条件随机场，ID优先 [22]	94.55	85.57
	协同交互变换器（GloVe） [26]	**95.69**	86.14
预训练	JointBERT [27]	95.20	**96.75**

联合意图检测与槽位填充问题。该方法也属于隐式联合建模类别。所提出的模型由编码器和解码器组成，其中编码器采用双向长短期记忆网络，解码器采用长短期记忆网络。与最后一个隐藏状态相关的前向和后向序列的拼接结果将用于初始化解码器的隐藏状态。上下文向量也用于计算注意力。解码器的输出用于槽位填充，编码器的输出用于意图检测。

• **CNN-LSTM-CRF [24]**：该模型既可以单独训练，也可以作为联合模型进行训练。本文提出的方法首先使用卷积神经网络对词级话语进行编码，并捕获形态学信息，例如前缀和后缀。卷积神经网络的输出将经过双向长短期记忆网络处理，其输出再传递至条件随机场层以进行槽位填充，并传递至分类器以检测意图。

•**槽门控 [25]**：基于注意力的循环神经网络模型在联合意图检测与槽位填充中取得了最佳性能（其中意图检测与槽位填充的注意力权重彼此独立）。这种显式建模方法提出了一种槽位门控结构，旨在学习意图与槽位注意力向量之间的关系，并通过全局优化获得更好的语义框架。他们通过从意图到槽位的单向流交互，显式建模槽位与意图之间的关系。所提出的槽位门控模型引入了额外的门控，利用意图上下文向量对槽位与意图之间的关系进行建模，从而提升槽位填充性能。首先，将槽位上下文向量与意图上下文向量结合起来。换言之，在编码器中，对每个时间步，都会通过注意力机制计算一个槽位上下文向量和一个全局意图上下文向量。他们引入了槽位门控 g，并将其计算为上下文向量的函数。然后，将 g 用作第 i 个词的输入槽位标签的权重。为了同时获得槽位和意图标签，他们将目标函数定义为给定输入词序列时理解结果（槽位填充和意图预测）的条件概率。

• **协同交互变换器 [26]**：作为一种多任务学习模型，CIT 模型能够同时进行槽位填充和意图检测。该网络由两个子网络组成：槽填充网络和意图检测网络。

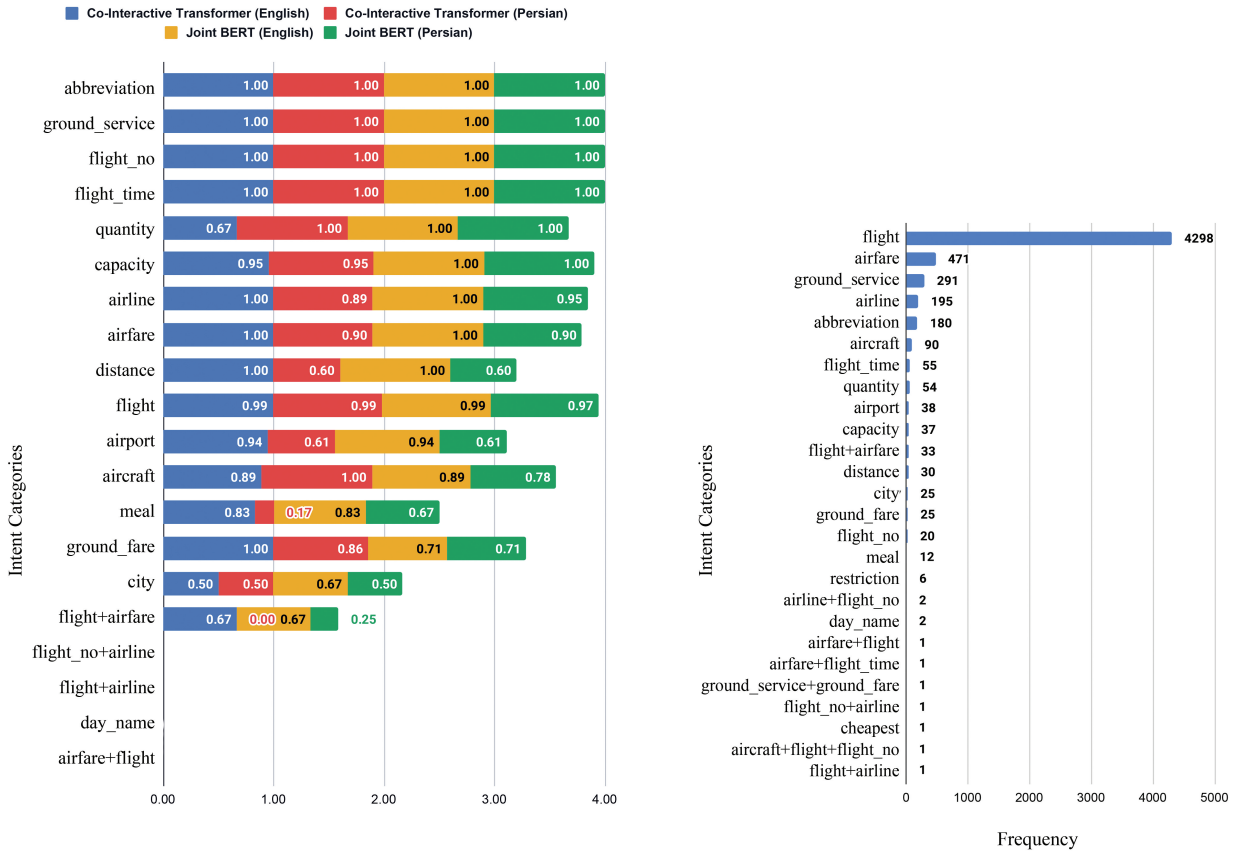

图4。（a）波斯语和英语数据集上意图检测最佳方法的对比；每个柱形由各方法的准确率堆叠而成，每部分的长度与其性能相关。（b）数据集中的所有意图类别及其频次

协同交互机制连接这两个子网络，使其能够交互并共享信息。槽填充网络使用 Transformer模型对输入文本进行编码，并通过线性层预测槽位标签。另一个基于 Transformer 的编码器对输入文本进行编码，线性层则预测整个文本的意图标签。多头注意力机制用于实现协同交互机制，使槽填充网络和意图检测网络能够交互并共享信息。具体而言，多头注意力机制计算槽填充表示与意图检测表示之间的注意力权重，然后根据这些注意力权重融合两个表示。该方法是一种显式联合建模方法。然而，由于 BERT 表示可以与该模型结合使用，因此所提出的方法也可以归类为预训练建模范式。在本文中，我们仅将其作为显式联合建模方法使用，因为使用 BERT 的官方实现不可用。

- **JointBERT [27]**：该方法使用预训练BERT模型的表示来解决意图检测与槽填充联合任务。对于每个输入的 CLS标签所对应的表示，使用 softmax 激活函数来检测意图；对于其他词元的最终隐藏状态，则使用 softmax 对槽位进行分类。该方法属于预训练范式。我们使用 BERT 的多语言版本，将该模型应用于波斯语和英语 ATIS [28]。

B. 评估指标

用于比较的两项指标是意图检测的准确率和槽填充的F1分数。由于 ATIS 数据集中的意图类别和槽类别均分布不均衡，我们还分别计算了每个类别的准确率和F1分数，以衡量所选模型的表现。

C. 实现设置

首先，我们将波斯语和英语 ATIS 划分为训练集、测试集和验证集。划分时确保英语和波斯语数据之间的对应关系保持一致。验证划分是随机选取的

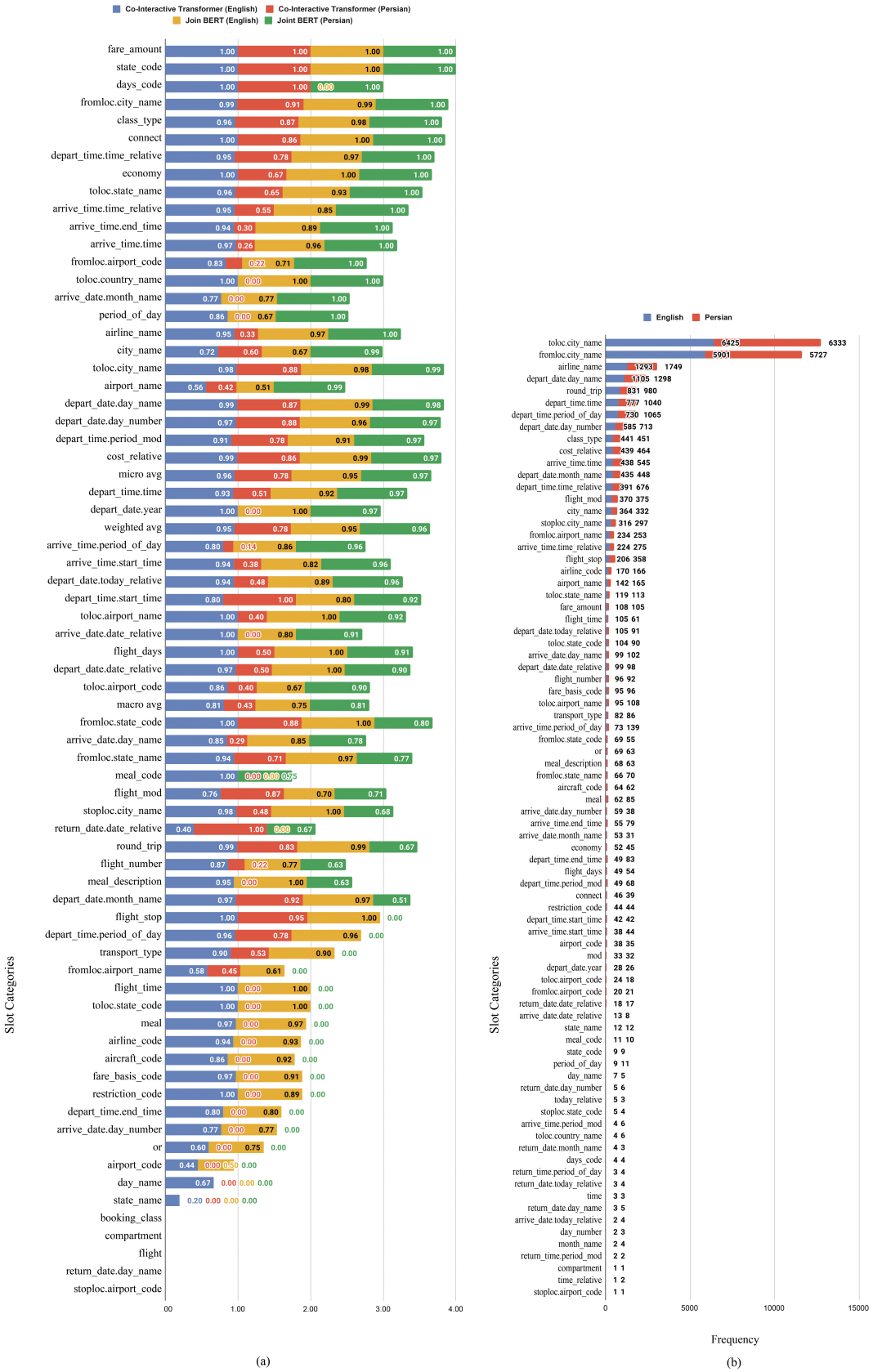

图5。(a) 在波斯语和英语数据集上，槽位填充最佳方法的比较；每个条形均由各方法的 F1分数堆叠而成，每个部分的长度与其性能相关。(b) 数据集中所有现有槽位类别及其频次；由于各槽位在不同数据集中的频次各不相同，因此分别展示其频次。

占主要训练集的20%。由于原始 ATIS 数据集的意图类别和槽位标签分布不均衡，我们划分出的测试集包含26个意图类别中的20个。此外，测试集包含83个槽位标签中的69个槽位类别。数据集中各意图类别和槽位类别的频次分别如图4和图5所示。此外，各模型的实验配置与原始设置相同。我们还使用了作者提供的可用代码。

D. 英语和波斯语 *ATIS* 数据集上的性能比较

1）意图检测：意图检测的准确率如表I所示。可以看出，Co-Interactive Transformer 方法在英语数据集上表现最佳，在波斯语数据集上表现第二；相比之下，JointBERT 方法在波斯语数据集上表现最佳，在英语数据集上表现第二。不过，Co-Interactive Transformer 与 JointBERT 在英语数据集上的性能差异微乎其微。JointBERT 优于其他方法的因素之一，是预训练BERT模型所提供的表示质量。总体而言，各方法在波斯语数据集上的表现较差，这也与表示和嵌入有关。例如，波斯语版 GloVe 为 50 维，因此其表示的可分性可能不如 300 维的英语 GloVe 嵌入。

图4展示了在英语和波斯语数据集上准确率最高的模型在测试数据集中分别检测各个类别的能力，同时也展示了数据集中每个意图的频率。在大多数情况下，随着某一类别样本数量的减少，准确率也会下降。这是因为模型学习了检测更常见类别的能力。

2) 槽位填充：表2给出了槽位填充的结果。表现最佳的方法与意图检测中的相同——英语使用协同交互变换器，波斯语使用JointBERT。注意力循环神经网络方法和JointBERT的表现分别位居第二和第三，差距很小。另一方面，单一学习模式下的卷积神经网络-长短期记忆网络-条件随机场在波斯语上的表现位居第二，但差距较大。英语和波斯语之间性能差异的原因，与我们此前在意图检测部分指出的原因相同。

图5比较了在波斯语和英语数据集上进行槽位填充时，各个标签对应的最佳方法的性能。波斯语中每个槽位的频率与英语中的不同。这种差异源于翻译过程中词语组成部分数量的变化。此外，各方法在每个槽位上的性能与该槽位频率之间的关系，与意图检测性能和各意图频率之间的关系相同。

VI. 致谢

我们谨向 Shahrzad Zolghadr、Fate mehGhoochani、Fatemeh Inanloo 和 Sepehr Moradi 致以诚挚的谢意，感谢他们提供帮助并抽出时间，助力我们实现本研究的目标。

VII. 结论

由于说波斯语的人数众多，以及缺乏专门用于波斯语意图识别和槽位填充的数据集，波斯语自然语言处理研究面临着越来越大的挑战。为解决这一问题，我们提出了首个公开可用的波斯语意图检测和槽位填充基准数据集。随后，我们研究了意图检测和槽位填充领域的最先进模型，并将其应用于我们近期建立的基准数据集，以说明这些模型在该特定数据集上的表现。

我们希望，新开发的用于联合意图检测和槽位填充的波斯语基准能够为自然语言理解模型提供有价值的训练数据，以及新颖且具有挑战性的测试平台。

参考文献

[1] Tur, G., Hakkani-T¨ur, D., & Heck, L. (2010). “ATIS中还有哪些内容尚未被理解？” *2010 IEEE* 语音语言技术研讨会， 19 24 10 1109 2010 5700816 – 。 2019 [2] https://doi.org/ 。/SLT. 。Chen, Q., Zhuo, Z., & Wang, W. ( )。“用于联合意图分类和槽位填充的Bert。” *ArXiv*预印本 *arXiv:1902.10909*。https://arxiv.org/abs/ 1902 10909 。Weld, H., Huang, X., Long, S., Poon, J., & Han, [3] S. C. (2021)。“自然语言理解中联合意图检测与槽位填充模型综述。” *ACM*计算调查 *(CSUR)*。https://doi.org/ 10 1145 3547138 。/ Roman, M., Shahid, A., Khan, S., Koubaa, A., & [4] Yu, L. (2021)。“使用词嵌入进行引用意图分类。” *IEEE Access*，9, 9982–9995。https://doi.org/ 10 1109 2021 3050547 。/ACCESS. 。Stoica, A., Kadar, T., [5] Lemnaru, C., Potolea, R., & Dinsoreanu, M. (2021)。“面向罗马尼亚语家庭助理的基于胶囊网络架构的意图检测与槽位填充。” *Sensors*，21(4), 1230。https://doi.org/ 10 3390 21041230 。/s Ni, P., Li, Y., Li, G., & Chang, V. (2020)。“基 [6] 于联合意图检测与槽位填充任务的物联网语音交互自然语言理解方法。” *Neural Computing and Applications*，32(20), 16149–16166。 https://link.springer.com/article/10.1007/s00521- 020-04805-x[7] Antoun, W., Baly, F., & Hajj, H. (2020)。“Arabert：用于阿拉伯语自然语言理解的基于Transformer的模型。” *ArXiv*预印本 *arXiv:* *2003 00104* 2003 00104 。 。https://arxiv.org/abs/ 。 [8] Dao, M. H., Truong, T. H., & Nguyen, D. Q. (2021)。“越南语的意图检测与槽位填充。” *ArXiv* 预印本 *arXiv:2104.02021*。https://arxiv.org/abs/2104.02021[9] “ 欢迎查阅第25版《民族语：世界语言》，第25版。” (2022)。 https://www.ethnologue.com/language/pes [10] Upadhyay, S., Faruqui, M., T¨ur, G., Dilek, H.-T., & Heck, L. (2018)。“（近乎）零样本跨语言口语理解。” *2018 IEEE*国际声学、语音与信号处理会议 *(ICASSP)*， 6034 6038 10 1109 2018 8461905 – 。 2020 [11] https://doi.org/ 。/ICASSP. 。Xu, W., Haider, B., & Mansour, S. ( )。“面向跨语言自然语言理解的端到端槽位对齐与识别。” *ArXiv*预印本 *arXiv:* *2004 14353* 2004 14353 。 。https://arxiv.org/abs/ 。 [12] Darvishi, K., Shahbodagh, N., Abbasiantaeb, Z., & Momtazi, S. (2022)。“PQuAD：一个波斯语问答数据集。” *ArXiv*预印本 *arXiv:* *2202 06219* 2202 06219 。 。https://arxiv.org/abs/ 。 2020 [13] Etezadi, R., & Shamsfard, M. ( )。“pecoq：一个用于知识图谱上波斯语复杂问答的数据集。” *2020*年第*11*届信息与知识技术国际会议 *(IKT)*，102–106。https://doi.org/ 10 1109 51791 2020 9345610 。/IKT 。 。Kazemi, A., Mozafari, [14] J., & Nematbakhsh, M. A. (2022)。“PersianQuAD：波斯语的原生问答数据集。” *IEEE Access*，*10, 26045–26057*。https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3157289

[15] S. Zhu, Z. Zhao, R. Ma and K. Yu，“用于自然语言理解中槽位填充的先验知识驱动标签嵌入，”载于*IEEE/ACM*《音频、语音与语言处理汇刊》，第28卷，第1440-1451页，2020年，doi: 10.1109/TASLP.2020.2980152。[16] R. Sarikaya, G. E. Hinton and A. Deoras，“深度置信网络在自然语言理解中的应用，”载于*IEEE/ACM*《音频、语音与语言处理汇刊》，第22卷，第4期，第778-784页，2014年4月，doi: 10.1109/TASLP.2014.2303296。[17] G. Mesnil 等，“将循环神经网络用于口语理解中的槽位填充，”载于*IEEE/ACM*《音频、语音与语言处理汇刊》，第23卷，第3期，第530-539页，2015年3月，doi: 10.1109/TASLP.2014.2383614。[18] Tang, Y., Tran, C., Li, X., Chen, P.-J., Goyal, N., Chaudhary, V., Gu, J., & Fan, A. (2020)。“通过可扩展的多语言预训练和微调实现多语言翻译。”*ArXiv*预印本 *arXiv:2008.00401*。[19] “波斯语维基百科数据集。”(2020)。
https://github.com/miladfa7/Persian-Wikipedia-Dataset。[20] Sharami, J. P. R., Sarabestani, P. A., & Mirroshandel, S. A. (2020)。“Deepsentipers：在所提出的扩增波斯语情感语料库上训练的新型深度学习模型。”*ArXiv*预印本 *arXiv:2004.05328*。[21] Qin, L., Xie, T., Che, W., & Liu, T. (2021)。“口语理解综述：最新进展与新前沿。”*ArXiv*预印本 *arXiv:*
2103 03095 2103 03095 。 。
[22] 2019
https://arxiv.org/abs/ 。Haihong, E., Niu, P., Chen, Z., & Song, M. ( )。“一种用于联合意图检测与槽位填充的新型双向关联模型。”第*57*届计算语言学协会年会论文集，*5467–5471*。https://aclanthology.org/P19-1544/ [23] Liu, Bing, & Lane, I. (2016)。“用于联合意图检测和槽位填充的基于注意力的循环神经网络模型。”*ArXiv*预印本 *arXiv:* *1609 01454* 1609 01454 。
。https://arxiv.org/abs/ 。[24] Kane, B., Rossi, F., Guinaudeau, O., Chiesa, V., Qu´enel, I., & Chau, S. (2021)。“通过CNN-LSTM-CRF进行联合意图检测和槽位填充。”*2020*年第*6*届*IEEE*信息科学与技术大会 *(CiSt)*，
342 347 10 1109 49399 2021 9357183 – 。https://doi.org/ 。/
[25] CiSt 。 。Goo, C.-W., Gao, G., Hsu, Y.-K., Huo, C.-L., Chen, T.-C., Hsu, K.-W., & Chen, Y.-N. (2018)。“用于联合槽位填充和意图预测的槽位门控建模。”*2018*年计算语言学协会北美分会会议：人类语言技术，第*2*卷（短论文），753–757。https://doi.org/ 10 18653 1 18 2118 。/v /N - Qin, L., [26]
Liu, T., Che, W., Kang, B., Zhao, S., & Liu, T. (2021)。“用于联合槽位填充和意图检测的协同交互变换器。”*ICASSP 2021-2021 IEEE*国际声学、语音与信号处理会议 *(ICASSP)*，8193–8197。https://doi.org/
10 1109 39728 2021 9414110 。/ICASSP 。 。Q. Chen, [27]
Z. Zhuo, and W. Wang，“用于联合意图分类和槽位填充的Bert，”*arXiv*预印本 *arXiv:1902.10909*，2019 年。[28] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova，“BERT：用于语言理解的深度双向Transformer预训练，”*CoRR*，第 *abs/1810* 卷。*04805*，2018，[在线]。可获取于：http://arxiv.org/abs/
1810 04805 。Cui, L., & Zhang, Y. (2019)。“用于序列标注 [29]
的层次化细化标签注意力网络。”*ArXiv*预印本 *arXiv:1908.08676*。
https://arxiv.org/abs/ 1908 08676 。Zhang, X., & [30]
Wang, H. (2016)。“用于口语理解的意图判定与槽位填充联合模型。”*IJCAI*，16(2016), 2993–2999。https://zxdcs.github.io/pdf/spoken language understanding.pdf

– –