资源推荐方法、资源推荐模型的训练方法、装置及设备

技术领域

本申请要求于 2024 年 08 月 09 日提交中国专利局、申请号为 2024110976362、发明名称为“资源推荐方法、资源推荐模型的训练方法、装置及设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及计算机技术领域，特别涉及一种资源推荐方法、资源推荐模型的训练方法、装置及设备。

背景技术

随着计算机技术的飞速发展，人工智能技术在推荐领域的应用越来越广泛。例如可以向用户推荐物品、视频、音乐等资源，用户会对收到的资源进行反馈，反馈数据可以作为推荐系统向用户进行推荐的依据。

相关技术中，对于某一领域下的推荐任务，通常根据用户在该领域下产生的反馈数据，来推测为用户推荐该领域下的哪些资源。但是，如果用户在该领域下产生的反馈数据较少，则进行资源推荐时所依据的数据量不足，进而导致资源推荐的准确性较低。

发明内容

本申请实施例提供了一种资源推荐方法、资源推荐模型的训练方法、装置及设备，能够提高资源推荐的准确性。所述技术方案如下：

一方面，本申请提供了一种资源推荐方法，所述方法包括：

获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，所述目标资源属于目标域，所述目标域为任一领域；

获取所述对象的第一源域互动数据和所述对象的目标域互动数据，所述第一源域互动数据包括多个源域互动事项，所述源域互动事项是指所述对象与源域中的资源进行互动的事项，所述目标域互动数据包括多个目标域互动事项，所述目标域互动事项是指所述对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据；

基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述对象推荐所述目标资源的情况下，所述对象与所述目标资源的互动情况。

可选地，所述若所述源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联，包括：

获取每个所述目标实体的目标实体特征；

对所述源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到源域实体特征；

若所述源域实体特征与任一所述目标实体特征之间的相似度大于所述相似度阈值，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述特征提取子模型还包括第二注意力网络，所述第二注意力网络包括第二映射矩阵；所述基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征，包括：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

通过所述第二注意力网络，将所述资源特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征，将所述中间源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

通过所述第二注意力网络，将所述第二查询特征、所述第二键特征和所述第二值特征进行融合，得到所述源域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第三注意力网络，所述第三注意力网络包括第三映射矩阵；所述基于所述第二融合互动特征，确定所述目标域互动特征，包括：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

通过所述第三注意力网络，将所述资源特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三查询特

征，将所述中间目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

通过所述第三注意力网络，将所述第三查询特征、所述第三键特征和所述第三值特征进行融合，得到所述目标域互动特征。

可选地，所述基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果之后，所述方法还包括：

若所述推荐预测结果满足推荐条件，则向所述对象推荐所述目标资源。

另一方面，本申请提供了一种资源推荐模型的训练方法，所述方法包括：

获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，所述样本资源属于目标域，所述样本标签用于表示在为所述样本对象推荐所述样本资源后，所述样本对象与所述样本资源的真实互动情况，所述目标域为任一领域；

获取所述样本对象的第一样本源域互动数据和所述样本对象的样本目标域互动数据，所述第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，所述样本源域互动事项是指所述样本对象与源域中的资源进行互动的事项，所述样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，所述样本目标域互动事项是指所述样本对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据；

通过资源推荐模型，基于所述样本对象数据、所述样本资源数据、所述第二样本源域互动数据和所述目标域样本互动数据，确定所述样本资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述样本对象推荐所述样本资源的情况下，所述样本对象与所述样本资源的预测互动情况；

基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，所述第一注意力网络包括第一映射矩阵；所述通过所述特征提取子模型，对所述第二样本源域互动数据和所述样本目标域互动数据进行特征提取，得到样本源域互动特征和样本目标域互动特征，包括：

通过所述特征提取网络，对所述第二样本源域互动数据进行特征提取，得到初始样本源域互动特征，对所述样本目标域互动数据进行特征提取，得到初始样本目标域互动特征；

通过所述特征融合网络，将所述初始样本源域互动特征和所述初始样本目标域互动特征进行融合，得到第一样本融合互动特征；

通过所述第一注意力网络，将所述第一样本融合互动特征与所述第一映射矩阵相乘，得到第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征，将所述第一样本查询特征、所述第一样本键特征和所述第一样本值特征进行融合，得到第二样本融合互动特征；

基于所述第二样本融合互动特征，确定所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第二注意力网络，所述第二注意力网络包括第二映射矩阵；所述基于所述第二样本融合互动特征，确定所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征，包括：

在所述第二样本融合互动特征中拆分出中间样本源域互动特征；

通过所述第二注意力网络，将所述样本资源特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二样本查询特征，将所述中间样本源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二样本键特征和第二样本值特征；

通过所述第二注意力网络，将所述第二样本查询特征、所述第二样本键特征和所述第二样本值特征进行融合，得到所述样本源域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第三注意力网络，所述第三注意力网络包括第三映射矩阵；所述基于所述第二样本融合互动特征，确定所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征，包括：

在所述第二样本融合互动特征中拆分出中间样本目标域互动特征；

通过所述第三注意力网络，将所述样本资源特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三样本查询特征，将所述中间样本目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三样本键特

征和第三样本值特征；

通过所述第三注意力网络，将所述第三样本查询特征、所述第三样本键特征和所述第三样本值特征进行融合，得到所述样本目标域互动特征。

可选地，所述在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，包括：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若所述样本源域互动事项中的资源所属的实体为任一所述目标实体，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，包括：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若所述样本源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述若所述样本源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联，包括：

获取每个所述目标实体的目标实体特征；

对所述样本源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到样本源域实体特征；

若所述样本源域实体特征与任一所述目标实体特征之间的相似度大于所述相似度阈值，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

另一方面，本申请提供了一种资源推荐装置，所述装置包括：

第一获取模块，用于获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，所述目标资源属于目标域，所述目标域为任一领域；

第二获取模块，拥有获取所述对象的第一源域互动数据和所述对象的目标域互动数据，所述第一源域互动数据包括多个源域互动事项，所述源域互动事项是指所述对象与源域中的资源进行互动的事项，所述目标域互动数据包括多个目标域互动事项，所述目标域互动事项是指所述对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

筛选模块，用于在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据；

预测模块，用于基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述对象推荐所述目标资源的情况下，所述对象与所述目标资源的互动情况。

可选地，所述筛选模块，用于：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若所述源域互动事项中的资源所属的实体为任一所述目标实体，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述筛选模块，用于：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若所述源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述筛选模块，用于：

获取每个所述目标实体的目标实体特征；

对所述源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到源域实体特征；

若所述源域实体特征与任一所述目标实体特征之间的相似度大于所述相似度阈值，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述预测模块，用于：

对所述对象数据进行特征提取，得到对象特征；

对所述资源数据进行特征提取，得到资源特征；

对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

基于所述对象特征、所述资源特征、所述源域互动特征和所述目标域互动特征，确定所述目标资源的推荐预测结果。

可选地，所述预测模块，用于：

对所述第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对所述目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

将所述初始源域互动特征和所述初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

将所述第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征；

将所述第一查询特征、所述第一键特征和所述第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征和所述目标域互动特征。

可选地，所述预测模块，用于：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

将所述资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征；

将所述中间源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

将所述第二查询特征、所述第二键特征和所述第二值特征进行融合，得到所述源域互动特征。

可选地，所述预测模块，用于：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

将所述资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征；

将所述中间目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

将所述第三查询特征、所述第三键特征和所述第三值特征进行融合，得到所述目标域互动特征。

可选地，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型，所述预测模块，用于：

通过所述特征提取子模型，对所述对象数据进行特征提取，得到对象特征；

通过所述特征提取子模型，对所述资源数据进行特征提取，得到资源特征；

通过所述特征提取子模型，对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

通过所述推荐预测子模型，基于所述对象特征、所述资源特征、所述源域互动特征和所述目标域互动特征，确定所述目标资源的推荐预测结果。

可选地，所述特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，所述第一注意力网络包括第一映射矩阵；所述预测模块，用于：

通过所述特征提取网络，对所述第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对所述目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

通过所述特征融合网络，将所述初始源域互动特征和所述初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

通过所述第一注意力网络，将所述第一融合互动特征与所述第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征，将所述第一查询特征、所述第一键特征和所述第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征和所述目标域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第二注意力网络，所述第二注意力网络包括第二映射矩阵；所述预测模块，用于：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

通过所述第二注意力网络，将所述资源特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征，将所述中间源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

通过所述第二注意力网络，将所述第二查询特征、所述第二键特征和所述第二值特征进行融合，得到所述源域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第三注意力网络，所述第三注意力网络包括第三映射矩阵；所述预测模块，用于：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

通过所述第三注意力网络，将所述资源特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征，将所述中间目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

通过所述第三注意力网络，将所述第三查询特征、所述第三键特征和所述第三值特征进行融合，得到所述目标域互动特征。

可选地，所述装置还包括：

推荐模块，用于若所述推荐预测结果满足推荐条件，则向所述对象推荐所述目标资源。

另一方面，本申请提供了一种资源推荐装置，所述装置包括：

第一获取模块，用于获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，所述样本资源属于目标域，所述样本标签用于表示在为所述样本对象推荐所述样本资源后，所述样本对象与所述样本资源的真实互动情况，所述目标域为任一领域；

第二获取模块，用于获取所述样本对象的第一样本源域互动数据和所述样本对象的样本目标域互动数据，所述第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，所述样本源域互动事项是指所述样本对象与源域中的资源进行互动的事项，所述样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，所述样本目标域互动事项是指所述样本对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

筛选模块，用于在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据；

预测模块，用于通过资源推荐模型，基于所述样本对象数据、所述样本资源数据、所述第二样本源域互动数据和所述目标域样本互动数据，确定所述样本资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述样本对象推荐所述样本资源的情况下，所述样本对象与所述样本资源的预测互动情况；

训练模块，用于基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型；所述预测模块，用于：

通过所述特征提取子模型，对所述样本对象数据进行特征提取，得到样本对象特征；

通过所述特征提取子模型，对所述样本资源数据进行特征提取，得到样本资源特征；

通过所述特征提取子模型，对所述第二样本源域互动数据和所述样本目标域互动数据进行特征提取，得到样本源域互动特征和样本目标域互动特征；

通过所述推荐预测子模型，基于所述样本对象特征、所述样本资源特征、所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征，确定所述推荐预测结果。

可选地，所述样本源域互动事项包括源域资源和所述源域资源的互动时间点，所述样本目标域互动事项包括目标域资源和所述目标域资源的互动时间点，所述样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，所述样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；所述装置还包括：

第一确定模块，用于对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在所述样本目标域互动数据中确定第一目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第一目标域资源的目标域资源特征确定为第一正样本对，所述第一目标域资源的互动时间点与所述源域资源的互动时间点最接近；确定所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述训练模块，用于：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述装置还包括：

第二确定模块，用于对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在除了所述样本对象之外的任意对象的样本目标域互动数据中确定第二目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第二目标域资源的目标域资源特征确定为第一负样本对，所述第二目标域资源为所述任意对象的样本目标域互动数据中的任一目标域资源；确定所述第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述训练模块，用于：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、所述第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述样本源域互动事项包括源域资源和所述源域资源所属的实体，所述样本目标域互动事项包括目标域资源和所述目标域资源所属的实体，所述样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，所述样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；所述装置还包括：

第三确定模块，用于对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在所述样本目标域互动数据中确定第三目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第三目标域资源的目标域资源特征确定为第二正样本对，所述第三目标域资源所属的实体与所述源域资源所属的实体相同；确定所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述训练模块，用于：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述装置还包括：

第四确定模块，用于对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，确定第四目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第四目标域资源的目标域资源特征确定为第二负样本对，所述第四目标域资源为与所述源域资源所属的实体不同的任一目标域资源；所述第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述训练模块，用于：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、所述第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

可选地，所述特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，所述第一注意力网络包括第一映射矩阵；所述预测模块，用于：

通过所述特征提取网络，对所述第二样本源域互动数据进行特征提取，得到初始样本源域互动特征，对所述样本目标域互动数据进行特征提取，得到初始样本目标域互动特征；

通过所述特征融合网络，将所述初始样本源域互动特征和所述初始样本目标域互动特征进行融合，得到第一样本融合互动特征；

通过所述第一注意力网络，将所述第一样本融合互动特征与所述第一映射矩阵相乘，得到第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征，将所述第一样本查询特征、所述第一样本键特征和所述第一样本值特征进行融合，得到第二样本融合互动特征；

基于所述第二样本融合互动特征，确定所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第二注意力网络，所述第二注意力网络包括第二映射矩阵；所述预测模块，用于：

在所述第二样本融合互动特征中拆分出中间样本源域互动特征；

通过所述第二注意力网络，将所述样本资源特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二样本查询特征，将所述中间样本源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二样本键特征和第二样本值特征；

通过所述第二注意力网络，将所述第二样本查询特征、所述第二样本键特征和所述第二样本值特征进行融合，得到所述样本源域互动特征。

可选地，所述特征提取子模型还包括第三注意力网络，所述第三注意力网络包括第三映射矩阵；所述预测模块，用于：

在所述第二样本融合互动特征中拆分出中间样本目标域互动特征；

通过所述第三注意力网络，将所述样本资源特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三样本查询特征，将所述中间样本目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三样本键特征和第三样本值特征；

通过所述第三注意力网络，将所述第三样本查询特征、所述第三样本键特征和所述第三样本值特征进行融合，得到所述样本目标域互动特征。

可选地，所述筛选模块，用于：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若所述样本源域互动事项中的资源所属的实体为任一所述目标实体，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述筛选模块，用于：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体，所述实体是指提供资源的对象；

对于所述第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若所述样本源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

可选地，所述筛选模块，用于：

获取每个所述目标实体的目标实体特征；

对所述样本源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到样本源域实体特征；

若所述样本源域实体特征与任一所述目标实体特征之间的相似度大于所述相似度阈值，则确定所述样本源域互动事项与所述目标域关联。

另一方面，本申请提供了一种计算机设备，所述计算机设备包括处理器和存储器，所述存储器中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由所述处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如上述方面所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

另一方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如上述方面所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

另一方面，本申请提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序由处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如上述方面所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

本申请实施例提供的方案，在确定是否为对象推荐目标域的目标资源时，需要参考该对象与其他资源的历史互动情况，来推断该对象对目标资源的互动倾向。因此，获取该对象在目标域的目标域互动数据，考虑到目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该对象在源域的源域互动数据，并在源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以目标域互动数据和筛选出的源域互动数据为参考，来预测若向该对象推荐目标资源，该对象与目标资源的互动情况。一方面，由于引入了源域互动数据，因此可以弥补目标域互动数据不足的缺陷，缓解了目标域互动数据稀疏造成的影响，另一方面，由于仅考虑与目标域关联的源域互动数据，摒弃了与目标域无关的源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的源域互动数据对预测结果造成的干扰，从而整体提高了资源推荐的准确性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请实施例的一些实施例，对

于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请实施例提供的一种实施环境的示意图；

图 2 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的流程图；

图 3 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图；

图 4 是本申请实施例提供的一种数据量对比图；

图 5 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的示意图；

图 6 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图；

图 7 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练方法的流程图；

图 8 是本申请实施例提供的另一种资源推荐模型的训练方法的流程图；

图 9 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练方法的示意图；

图 10 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的整体架构图；

图 11 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图；

图 12 是本申请实施例提供的一种服务界面的示意图；

图 13 是本申请实施例提供的一种充值界面的示意图；

图 14 是本申请实施例提供的另一种服务界面的示意图；

图 15 是本申请实施例提供的一种资源推荐装置的结构示意图；

图 16 是本申请实施例提供的另一种资源推荐装置的结构示意图；

图 17 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练装置的结构示意图；

图 18 是本申请实施例提供的另一种资源推荐模型的训练装置的结构示意图；

图 19 是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图；

图 20 是本申请实施例提供的一种服务器的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

可以理解，本申请所使用的术语“第一”、“第二”等可在本文中用于描述各种概念，但除非特别说明，这些概念不受这些术语限制。这些术语仅用于将一个概念与另一个概念区分。举例来说，在不脱离本申请的范围的情况下，可以将第一源域互动数据称为第二源域互动数据，且类似地，可将第二源域互动数据称为第一源域互动数据。

其中，至少一个是指一个或者一个以上，例如，至少一个源域互动事项可以是一个源域互动事项、两个源域互动事项、三个源域互动事项等任一大于等于一的整数个源域互动事项。多个是指两个或者两个以上，例如，多个源域互动事项可以是两个源域互动事项、三个源域互动事项等任一大于等于二的整数个源域互动事项。每个是指至少一个中的每一个，例如，每个源域互动事项是指多个源域互动事项中的每一个源域互动事项，若多个源域互动事项为 3 个源域互动事项，则每个源域互动事项是指 3 个源域互动事项中的每一个源域互动事项。

需要说明的是，本申请所涉及的信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）、数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等）以及信号（包括但不限于用户终端与其他设备之间传输的信号等），均为经用户或相关方面充分授权的，且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

例如，本申请中涉及到的对象数据、资源数据、源域互动数据和目标域互动数据等，均为经用户或相关方面充分授权的，且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

本申请实施例提供的资源推荐方法，能够用于计算机设备中。可选地，该计算机设备为终端或服务器。可选地，该服务器是独立的物理服务器，或者，是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，或者，是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。可选地，该终端是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能音箱、智能手表、智能语音交互设备、

智能家电、车载终端、飞行器等，但并不局限于此。本申请实施例可应用于各种场景，包括但不限于云技术、人工智能、智慧交通、辅助驾驶等。

在一种可能实现方式中，本申请实施例所涉及的计算机程序可被部署在一个计算机设备上执行，或者在位于一个地点的多个计算机设备上执行，又或者，在分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算机设备上执行，分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算机设备能够组成区块链系统。

在一种可能实现方式中，本申请实施例中的计算机设备是区块链系统中的节点，该节点能够将对象数据、资源数据、源域互动数据和目标域互动数据等存储在区块链中，之后该节点或者该区块链中的其他设备对应的节点可通过访问区块链查询区块链中存储的数据。

图 1 是本申请实施例提供的一种实施环境的示意图，参见图 1，该实施环境包括：终端 101 和服务器 102。终端 101 和服务器 102 之间通过无线或有线网络连接。

终端 101 安装和运行有客户端 111，该客户端 111 可以是社交应用客户端、线上支付客户端、网络购物客户端、游戏客户端、医疗服务客户端、视频客户端等类型。当终端 101 运行客户端 111 时，终端 101 的屏幕上显示客户端 111 的用户界面。终端 101 是用户 121 使用的终端。

可选地，终端 101 可以泛指多个终端中的一个，终端 101 包括：智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能语音交互设备、智能家电、车载终端、飞行器、VR（Virtual Reality，虚拟现实）装置、AR（Augmented Reality，增强现实）装置等，但并不局限于此。

本领域技术人员可以知晓，上述终端的数量可以更多或更少。比如上述终端可以仅为一个，或者上述终端为 6 个或 8 个或者更多数量。本申请实施例对终端的数量和设备类型不加以限定。

图 1 中仅示出了一个终端，但在不同实施例中存在多个其它终端 103 可以接入服务器 102。可选地，还存在一个或多个终端 103 是开发者对应的终端，在终端 103 上安装有客户端的开发和编辑平台，开发者可在终端 103 上对客户端进行编辑和更新，并将更新后的客户端安装包通过有线或无线网络传输至服务器 102，终端 101 可从服务器 102 下载客户端安装包实现对客户端的更新。

终端 101 以及其它终端 103 通过有线网络或无线网络与服务器 102 相连。

服务器 102 包括一台服务器、多台服务器、云计算平台和虚拟化中心中的至少一种。服务器 102 用于为客户端提供后台服务。可选地，服务器 102 承担主要计算工作，终端 101 承担次要计算工作；或者，服务器 102 承担次要计算工作，终端 101 承担主要计算工作；或者，服务器 102 和终端 101 之间采用分布式计算架构进行协同计算。

在本申请实施例中，终端 101 向服务器 102 发送针对对象的推荐任务，服务器 102 在接收到该推荐任务后，获取对象的对象数据和待推荐的目标资源的资源数据，并获取该对象的源域互动数据和目标域互动数据，该目标资源属于目标域的资源。服务器 102 根据对象的对象数据、目标资源的资源数据、源域互动数据和目标域互动数据，来确定推荐预测结果，如果该推荐预测结果表示若向该对象推荐该目标资源，该对象与该目标资源进行互动的可能性比较大，则服务器 102 向终端 101 返回目标资源。终端 101 接收目标资源，向对象推荐该目标资源。

需要说明的是，上述实施环境仅是示例，本申请实施例提供的方法还可以由终端 101 或服务器 102 单独执行，或者由其他的计算机设备执行，本申请实施例对此不做限定。

图 2 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，该计算机设备为如图 1 所示的终端 101 或服务器 102 等设备。参见图 2，该方法包括：

201、计算机设备获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，目标资源属于目标域。

计算机设备获取对象的对象数据，该对象是待推荐资源的对象，例如该对象可以为账号等。对象数据包括对象昵称、对象年龄、对象标签以及对象的偏好信息等。

计算机设备获取目标资源，该目标资源是待推荐给对象的资源。本申请实施例中，资源可以包括虚拟资源、物品资源、图像资源、视频资源、图文资源等。例如，虚拟资源可以为用于换取物品的兑换券等。

本申请实施例中，该目标资源属于目标域，目标域可以为任一领域。例如，该目标域可以为广告投放领域、视频推荐领域、物品推荐领域等，本申请实施例对此不作限定。

202、计算机设备获取对象的第一源域互动数据和对象的目标域互动数据，第一源域互动数据包括多个源域互动事项，源域互动事项是指对象与源域中的资源进行互动的事项**，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，目标域互动事项是指对象与目标域中的资源进行互动**的事项**，源域和目标域属于不同领域。**

本申请实施例中，源域可以为与目标域不同的任一领域，例如，该源域可以为购物领域、视频播放领域等。

计算机设备获取该对象的第一源域互动数据，该第一源域互动数据是根据该对象与源域中的至少一个资源的历史互动情况所获取到的。其中，第一源域互动数据包括多个源域互动事项，一个源域互动事项是指对象与源域中的资源进行一次互动的事项，也即是，源域互动事项记录有对象曾经互动过的源域中的资源。

计算机设备获取该对象的目标域互动数据，该目标域互动数据是根据该对象与目标域中的至少一个资源的历史互动情况所获取到的。其中，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，一个目标域互动事项是指对象与目标域中的资源进行一次互动的事项，也即是，目标域互动事项记录有对象曾经互动过的目标域中的资源。

可选地，对象与资源进行互动的方式包括多种。例如，资源为物品，对象与资源进行互动是指对象购买物品；再例如，资源为虚拟资源（兑换券等），对象与资源进行互动是指对象领取虚拟资源；再例如，资源为视频，对象与资源进行互动是指对象播放视频；再例如，资源为电子书籍，对象与资源进行互动是指对象阅读电子书籍等。

203、计算机设备在第一源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据。

第一源域互动数据中包括多个源域互动事项，有些源域互动事项与目标域关联，有些源域互动事项与目标域无关。本申请实施例中，需要以源域互动事项为参考来预测是否向对象推荐目标域中的目标资源，如果参考的源域互动事项与目标域无关，则会对预测结果造成干扰，且也会增加处理负担。

因此，在确定第一源域互动数据后，从中筛选出与目标域关联的至少一个源域互动事项，构成第二源域互动数据，后续利用与目标域关联的第二源域互动数据来预测是否向对象推荐目标域中的目标资源。

204、计算机设备基于对象数据、资源数据、第二源域互动数据和目标域互动数据，确定目标资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源的情况下，对象与目标资源的互动情况。

由于对象数据能够反映对象的特点，资源数据能够反映目标资源的特点，第二源域互动数据能够反映对象对源域中的资源的兴趣倾向，目标域互动数据能够反映对象对目标域中的资源的兴趣倾向，因此利用对象数据、资源数据、第二源域互动数据和目标域互动数据，能够推测对象对该目标资源的兴趣倾向，进而确定目标资源的推荐预测结果，该推荐预测结果用来表示对象对该目标资源的互动倾向，也即是若向对象推荐该目标资源，该对象与该目标资源进行互动的可能性有多大。如果对象与该目标资源进行互动的可能性比较大，则后续可以向该对象推荐该目标资源，如果对象与该目标资源进行互动的可能性比较小，则后续可以不向对象推荐该目标资源。

本申请实施例提供的方法，在确定是否为对象推荐目标域的目标资源时，需要参考该对象与其他资源的历史互动情况，来推断该对象对目标资源的互动倾向。因此，获取该对象在目标域的目标域互动数据，考虑到目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该对象在源域的源域互动数据，并在源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以目标域互动数据和筛选出的源域互动数据为参考，来预测若向该对象推荐目标资源时，该对象与目标资源的互动情况。一方面，由于引入了源域互动数据，因此可以弥补目标域互动数据不足的缺陷，缓解了目标域互动数据稀疏造成的影响，另一方面，由于仅考虑与目标域关联的源域互动数据，摒弃了与目标域无关的源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的源域互动数据对预测结果造成的干扰，从而整体提高了资源推荐的准确性。

在上述实施例的基础上，图 3 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图，本

申请实施例由计算机设备执行，该计算机设备为如图 1 所示的终端 101 或服务器 102 等设备。参见图 3，该方法包括：

301、计算机设备获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，目标资源属于目标域。

在一种可能实现方式中，计算机设备获取对象的注册数据、对象曾经互动过的资源数据等，作为对象的对象数据。该注册数据是指注册该对象时所提供的数据，可以包括对象昵称、对象年龄等。

在一种可能实现方式中，计算机设备获取目标资源的资源名称、资源类型、资源所属的实体等数据，作为目标资源的资源数据。

302、计算机设备获取对象的第一源域互动数据和对象的目标域互动数据，第一源域互动数据包括多个源域互动事项，源域互动事项是指对象与源域中的资源进行互动的事项，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，目标域互动事项是指对象与目标域中的资源进行互动的事项，源域和目标域属于不同领域。

在一种可能实现方式中，计算机设备获取在当前时间点之前的预设时长内该对象发生过的多个源域互动事项，将在该预设时长内的多个源域互动事项作为第一源域互动数据。

可选地，该预设时长为预先设置的，例如为 6 个月、3 个月等。

可选地，每个源域互动事项包括对象互动过的源域资源、源域资源所属的实体以及互动时间点。其中，源域资源所属的实体是指提供该源域资源的对象，例如该实体可以为公司或者厂家等。

示例性的，在源域为购物场景的情况下，源域资源为购买的物品，该源域互动事项是指购物事项，计算机设备关联有目标客户端，该目标客户端提供有支付功能，该计算机设备存储有该对象在目标客户端中执行的支付操作所生成的支付账单。计算机设备获取在当前时间点之间的预设时长内生成的该对象的多个支付账单，对于每个支付账单，计算机设备基于该支付账单，生成一个源域互动事项，该源域互动事项包括支付账单中所购买的物品、物品所属的实体以及支付时间点，购买的物品也即是上述源域资源，支付时间点也即是上述互动时间点。

在一种可能实现方式中，计算机设备获取在当前时间点之前的预设时长内该对象发生过的多个目标域互动事项，将在该预设时长内的多个目标域互动事项作为第一目标域互动数据。

可选地，每个目标域互动事项包括对象互动过的目标域资源、目标域资源所属的实体以及互动时间点。其中，目标域资源所属的实体是指提供该目标域资源的对象，例如该实体可以为公司或者厂家等。

示例性的，在目标域为广告投放场景的情况下，目标域资源为投放的广告中所包含的虚拟资源，虚拟资源用于交换源域中的物品。该目标域互动事项是指虚拟资源领取事项，计算机设备关联有目标客户端，该目标客户端提供有广告投放功能，可以在目标客户端中投放包含虚拟资源的广告。该计算机设备存储有该对象在目标客户端中执行的虚拟资源领取操作所生成的领取记录。计算机设备获取在当前时间点之间的预设时长内生成的该对象的多个领取记录，对于每个领取记录，计算机设备基于该领取记录，生成一个目标域互动事项，该目标域互动事项包括领取记录中所领取的虚拟资源、虚拟资源所属的实体以及领取时间点，购买的虚拟资源也即是上述目标域资源，领取时间点也即是上述互动时间点。

303、计算机设备在第一源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据。

计算机设备存储有多个对象的互动数据，每个对象对应有各自的源域互动事项和目标域互动事项，其中，每个对象的源域互动事项的数据量是巨大的。如图 4 所示，对多个对象的源域互动事项和目标域互动事项的总数量进行统计，源域互动事项的总数量的最大数达到 5000 左右，源域互动事项的总数量的中位数达到 1000 左右，而目标域互动事项的总数量的最大数远小于 1000。

因此，计算机设备获取到的第一源域互动数据中的多个源域互动事项的数量也较大。但是，多个源域互动事项中，有些源域互动事项与目标域关联，有些源域互动事项与目标域无关。本申请实施例中，需要以源域互动事项为参考来预测是否向对象推荐目标域中的目标资源，如果参考的源域互动事项与目标域无关，则会对预测结果造成干扰，并且由于数据量较大，也会增加处理负担。

基于此，本申请实施例在确定第一源域互动数据后，从中筛选出与目标域关联的至少一个源域互动事项，构成第二源域互动数据，以保证第二源域互动数据中所有的源域互动事项均与目标域有关，后续利用第二源域互动数据来预测是否向对象推荐目标域中的目标资源。一方面能够保证参考的源域互动数据与目标域强相关，一方面能够有效降低所需处理的数据量，减轻处理负担。

在一种可能实现方式中，计算机设备确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；对于第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若源域互动事项中的资源所属的实体为任一目标实体，则确定源域互动事项与目标域关联。

目标域的资源具有各自所属的实体，将目标域的资源所属的实体确定为目标实体。源域的资源具有各自所属的实体，对于任一源域互动事项，如果该源域互动事项中互动的资源所属的实体与任一目标实体相同，则可以认为该源域互动事项与目标域关联。

本申请实施例中，考虑到用户可能对同一实体所提供的不同资源具有相似的互动倾向，那么如果源域互动事项中的资源所属的实体与目标域的资源所属的实体相同，则可以认为该源域互动事项是与目标域关联的，可以以该源域互动事项为参考来预测用户对目标域中同一实体所提供的资源的互动倾向，有利于保证跨域挖掘用户兴趣的准确性，进而提高资源推荐的准确性。

并且，以实体相同为条件来查找与目标域关联的源域互动事项，能够保证查找到的源域互动事项与目标域具有强相关性，有利于提高查找与目标域关联的源域互动事项的精准性。

在另一种可能实现方式中，计算机设备确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；对于第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若源域互动事项中的资源所属的实体与任一目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定源域互动事项与目标域关联。

对于任一源域互动事项，如果该源域互动事项中互动的源域资源所属的实体与任一目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则可以认为该源域互动事项与目标域关联。

可选地，计算机设备可以利用大语言模型，来确定源域互动事项中的资源所属的实体与任一目标实体之间的相似度。

可选地，计算机设备获取每个目标实体的目标实体特征；对源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到源域实体特征；若源域实体特征与任一目标实体特征之间的相似度大于相似度阈值，则确定源域互动事项与目标域关联。

示例性的，计算机设备获取目标实体的实体名称，将目标实体的实体名称输入文本语义提取模型，得到文本语义提取模型输出的目标实体特征。计算机设备获取源域资源所属的实体名称，将源域资源所属的实体名称输入文本语义提取模型，得到文本语义提取模型输出的源域实体特征。

其中，该文本语义提取模型用于提取语义特征，该文本语义提取模型可以为深度学习模型、机器学习模型或者大语言模型等。例如，该文本语义提取模型可以为 BGE（BAAI General Embedding，文本语义向量模型）。

示例性的，计算机设备确定源域实体特征与每个目标实体特征之间的相似度，并确定的多个相似度中，获取最大相似度，如果最大相似度大于相似度阈值，则将该源域互动事项确定为与目标域关联。

其中，该相似度可以为余弦相似度等。其中，该相似度阈值可以为预先设置的阈值，例如相似度阈值可以等于 0.8 或者 0.85 等。

本申请实施例中，考虑到用户可能对相似实体所提供的不同资源具有相似的互动倾向，那么如果源域互动事项中的资源所属的实体与目标域的资源所属的实体相似，则可以认为该源域互动事项是与目标域关联的，可以以该源域互动事项为参考来预测用户对目标域中相似实体所提供的资源的互动倾向，有利于保证跨域挖掘用户兴趣的准确性，进而提高资源推荐的准确性。

并且，以实体相似为条件来查找与目标域关联的源域互动事项，能够覆盖更多与目标域有关的源域互动事项，有利于保证查找到的源域互动事项的数据量，避免数据稀疏、挖掘不充分的问题。

并且，根据实体的特征之间的相似度，来确定实体之间的相似度，有利于保证所确定的相似度的准确性，进而保证查找到的与目标域关联的源域互动事项的准确性。

在一种可能实现方式中，如果第二源域互动数据的长度小于预设长度，则对第二源域互动数据进行填充，以使填充后的第二源域互动数据的长度等于预设长度。可选地，填充值可以为 0。如果第二源域互动数据的长度大于预设长度，则对第二源域互动数据进行截断，以使截断后的第二源域互动数据的长度等于预设长度。可选地，对第二源域互动数据进行截断是指按照互动时间点从早到晚的顺序，将互动时间点相对更早的源域互动事项删除。

其中，第二源域互动数据的长度也即是第二源域互动数据中的源域互动事项的个数。

在一种可能实现方式中，如果目标域互动数据的长度小于预设长度，则对目标域互动数据进行填充，以使填充后的目标域互动数据的长度等于预设长度。可选地，填充值可以为 0。如果目标域互动数据的长度大于预设长度，则对目标域互动数据进行截断，以使截断后的目标域互动数据的长度等于预设长度。可选地，对目标域互动数据进行截断是指按照互动时间点从早到晚的顺序，将互动时间点相对更早的目标域互动事项删除。

其中，目标域互动数据的长度也即是目标域互动数据中的目标域互动事项的个数。

304、计算机设备对对象数据进行特征提取，得到对象特征。

计算机设备在获取到对象数据后，对对象数据进行特征提取，得到对象特征。

可选地，计算机设备可以利用特征提取子模型来执行特征提取步骤，计算机设备将对象数据输入特征提取子模型，由特征提取子模型对对象数据进行特征提取，输出对象特征。

可选地，该对象特征可以为特征向量或者特征矩阵等。

305、计算机设备对资源数据进行特征提取，得到资源特征。

计算机设备在获取到资源数据后，对资源数据进行特征提取，得到资源特征。

可选地，计算机设备可以利用特征提取子模型来执行特征提取步骤，计算机设备将资源数据输入特征提取子模型，由特征提取子模型对资源数据进行特征提取，输出资源特征。

可选地，该资源特征可以为特征向量或者特征矩阵等。

306、计算机设备对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征。

计算机设备在获取到第二源域互动数据和目标域互动数据后，对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，得到第二源域互动数据的源域互动特征和目标域互动数据的目标域互动特征。

在一种可能实现方式中，第二源域互动数据包括多个源域互动事项，每个源域互动事项包括源域资源、源域资源所属的实体和互动时间点。源域互动特征包括多个源域互动事项的特征，每个源域互动事项的特征包括源域资源特征、源域实体特征和源域互动时间特征。

在一种可能实现方式中，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，每个目标域互动事项包括目标域资源、目标域资源所属的实体和互动时间点。目标域互动特征包括多个目标域互动事项的特征，每个目标域互动事项的特征包括目标域资源特征、目标域实体特征和目标域互动时间特征。

在一种可能实现方式中，计算机设备采用注意力机制，对第二源域互动数据和目标域互动数据进行处理，得到源域互动特征和目标域互动特征，则该步骤 306 包括下述步骤 3061-步骤 3065。

3061、对第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征。

计算机设备分别对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，分别得到初始源域互动特征和初始目标域互动特征。该初始源域互动特征表示第二源域互动数据本身的特征而不受目标域互动数据的影响，该初始目标域互动特征表示目标域互动数据本身的特征而不受第二源域互动数据的影响。

但是，虽然第二源域互动数据中的源域互动事项均与目标域关联，但各个源域互动事项与目标域的关联程度是不同的，为了提高准确性，应增强与目标域的关联程度相对更高的源域互动特征对推荐预测结果的影响，降低与目标域的关联程度相对更低的源域互动特征对推荐预测结果的影响。并且，目标域互动数据中也可能存在噪声，例如，当某一个目标域互动事项与源域完全无关时，该目标域互动事项可能是由于用户误触产生的，所以应该降低这样的目标域互动事项的目标域互动特征对推荐预测结果的影响。基于此，本申请实施例在下述步骤 3062-步骤 3064 中，采用注意力机制对初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行处理，来挖掘初始源域互动特征和初始目标域互动特征中各个部分的重要性，以增强初始

源域互动特征和初始目标域互动特征中更重要的部分。

3062、将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征。

可选地，计算机设备将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行拼接，得到第一融合互动特征。

示例性的，计算机设备采用以下公式，确定第一融合互动特征。

$$HC = [HS^{gs}||HT]$$

其中，HC表示第一融合互动特征，HS^{gs}表示初始源域互动特征，HT表示初始目标域互动特征，||表示拼接操作。

可选地，计算机设备将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行加权求和，得到第一融合互动特征。

3063、将第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征。

本申请实施例中的键特征（key）、值特征（value）和查询特征（query）分别属于不同的特征空间，值特征表示第一融合互动特征本身的特征，查询特征和键特征用于确定第一融合互动特征中各个互动事项对应的特征的重要程度。

其中，第一映射矩阵为预先设置的参数矩阵，该第一映射矩阵用于对第一融合互动特征进行空间变换。

可选地，第一映射矩阵为 3 个维度的映射矩阵，包括查询维度的映射矩阵、键维度的映射矩阵和值维度的映射矩阵。计算机设备分别将 3 个维度的映射矩阵与第一融合互动特征相乘，分别得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征。

可选地，计算机设备采用以下公式，确定第一查询特征、第一键特征和第一值特征。

$$Q1 = W_Q^{sa} \cdot HC$$
$$K1 = W_K^{sa} \cdot HC$$
$$V1 = W_V^{sa} \cdot HC$$

其中，$Q1$表示第一查询特征，$K1$表示第一键特征，$V1$表示第一值特征。HC表示第一融合互动特征，W_Q^{sa}表示查询维度的映射矩阵，W_K^{sa}表示键维度的映射矩阵，W_V^{sa}表示值维度的映射矩阵。

3064、将第一查询特征、第一键特征和第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征。

可选地，计算机设备对第一查询特征、第一键特征的转置与缩放因子的乘积进行归一化，得到第一归一化特征，将第一归一化特征与第一值特征的乘积，确定为第二融合互动特征。

示例性的，计算机设备采用以下公式对第一查询特征、第一键特征和第一值特征进行融合。

$$Attention\ (Q1, K1, V1) = Softmax\left(\frac{Q1K1^T}{\sqrt{D_e}}\right)\mathrm{V1}$$

其中，$Attention\ (Q1, K1, V1)$表示第二融合互动特征，$Q1$表示第一查询特征，$K1$表示第一键特征，$V1$表示第一值特征。T表示矩阵的转置操作，$\frac{1}{\sqrt{D_e}}$表示缩放因子，$Softmax(\cdot)$表示归一化操作。

3065、基于第二融合互动特征，确定源域互动特征和目标域互动特征。

计算机设备在确定第二融合互动特征后，将第二融合互动特征拆分为源域互动特征和目标域互动特征。可选地，第一融合互动特征是对初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行拼接得到的，那么按照该拼接方式，重新拆分第二融合互动特征，将拆分出的两个互动特征作为最终使用的源域互动特征和目标域互动特征。

例如，第一融合互动特征是对初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行拼接得到的，初始源域互动特征的长度为 m，初始目标域互动特征的长度为 n，第一融合互动特征和第二融合互动特征均为 m+n。则计算机设备将第二融合互动特征中的第 1 至第 m 项作为源域互动特征，将第 m+1 至第 m+n 项作为目标域互动特征。

可选地，该步骤 3065 中确定源域互动特征的过程，包括：在第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；将资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征；将中间源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；将第二查询特征、第二键特征和第二值特征进行融合，得到源域互动特征。

本申请实施例中，计算机设备将在第二融合互动特征中拆分出的属于源域的互动特征作为中间源域互动特征，采用注意力机制对中间源域互动特征和资源特征进行处理，来得到最终使用的源域互动特征。

其中，第二映射矩阵为预先设置的参数矩阵，该第二映射矩阵用于对资源特征和中间源域互动特征进行空间变换。

示例性的，第二映射矩阵为 3 个维度的映射矩阵，包括查询维度的映射矩阵、键维度的映射矩阵和值维度的映射矩阵。计算机设备将查询维度的映射矩阵与资源特征相乘，得到第二查询特征，分别将键维度的映射矩阵和值维度的映射矩阵与中间源域互动特征相乘，分别得到第二键特征和第二值特征。

例如，计算机设备采用以下公式确定第二查询特征、第二键特征和第二值特征。

$$Q2 = W_Q^{qa} \cdot q_t$$
$$K2 = W_K^{qa} \cdot HS^{sa}$$
$$V2 = W_V^{qa} \cdot HS^{sa}$$

其中，$Q2$表示第二查询特征，$K2$表示第二键特征，$V2$表示第二值特征。q_t表示资源特征，HS^{sa}表示中间源域互动特征。W_Q^{qa}表示查询维度的映射矩阵，W_K^{qa}表示键维度的映射矩阵，W_V^{qa}表示值维度的映射矩阵。

示例性的，计算机设备对第二查询特征、第二键特征的转置与缩放因子的乘积进行归一化，得到第二归一化特征，将第二归一化特征与第二值特征的乘积，确定为源域互动特征。

例如，计算机设备采用以下公式对第二查询特征、第二键特征和第二值特征进行融合。

$$Attention\ (Q2, K2, V2) = Softmax\left(\frac{Q2K2^T}{\sqrt{D_e}}\right)\mathrm{V2}$$

其中，$Attention\ (Q2, K2, V2)$表示源域互动特征，$Q2$表示第二查询特征，$K2$表示第二键特征，$V2$表示第二值特征。T表示矩阵的转置操作，$\frac{1}{\sqrt{D_e}}$表示缩放因子，$Softmax(\cdot)$表示归一化操作。

可选地，该步骤 3065 中确定目标域互动特征的过程，包括：在第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；将资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征；将中间目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；将第三查询特征、第三键特征和第三值特征进行融合，得到目标域互动特征。

本申请实施例中，计算机设备将在第三融合互动特征中拆分出的属于目标域的互动特征作为中间目标域互动特征，采用注意力机制对中间目标域互动特征和资源特征进行处理，来得到最终使用的目标域互动特征。

其中，第三映射矩阵为预先设置的参数矩阵，该第三映射矩阵用于对资源特征和中间目标域互动特征进行空间变换。

示例性的，第三映射矩阵为 3 个维度的映射矩阵，包括查询维度的映射矩阵、键维度的映射矩阵和值维度的映射矩阵。计算机设备将查询维度的映射矩阵与资源特征相乘，得到第三查询特征，分别将键维度的映射矩阵和值维度的映射矩阵与中间目标域互动特征相乘，分别得到第三键特征和第三值特征。

例如，计算机设备采用以下公式确定第三查询特征、第三键特征和第三值特征。

$$Q3 = W_Q^{ta} \cdot q_t$$
$$K3 = W_K^{ta} \cdot HT^{sa}$$
$$V3 = W_V^{ta} \cdot HT^{sa}$$

其中，$Q3$表示第三查询特征，$K3$表示第三键特征，$V3$表示第三值特征。q_t表示资源特征，HT^{sa}表示中间目标域互动特征。W_Q^{ta}表示查询维度的映射矩阵，W_K^{ta}表示键维度的映射矩阵，W_V^{ta}表示值维度的映射矩阵。

示例性的，计算机设备对第三查询特征、第三键特征的转置与缩放因子的乘积进行归一化，得到第三归一化特征，将第三归一化特征与第三值特征的乘积，确定为目标域互动特征。

例如，计算机设备采用以下公式对第三查询特征、第三键特征和第三值特征进行融合。

$$Attention\ (Q3, K3, V3) = Softmax\left(\frac{Q3K3^T}{\sqrt{D_e}}\right)\mathrm{V3}$$

其中，$Attention\ (Q3, K3, V3)$表示目标域互动特征，$Q3$表示第三查询特征，$K3$表示第三

键特征，$V3$表示第三值特征。T表示矩阵的转置操作，$\frac{1}{\sqrt{D_e}}$表示缩放因子，$Softmax(\cdot)$表示归一化操作。

本申请实施例中，采用注意力机制对源域互动特征和目标域互动特征进行处理，一方面可以利用源域互动特征与目标域互动特征之间的相关性，对源域互动特征进行加权，有利于增强与目标域的相关性更高的源域互动特征，减弱与目标域的相关性更低的源域互动特征。另一方面可以利用目标域互动特征与源域互动特征之间的相关性，对目标域互动特征进行加权，从而利用源域互动特征对目标域互动特征进行调整，有利于减弱目标域中稀疏的互动行为的特征，一定程度上可以降低目标域中误触的互动行为的干扰。

并且，采用注意力机制对源域互动特征和目标资源的资源特征进行处理，可以利用源域互动特征和资源特征之间的相关性，对源域互动特征进行加权，有利于增强与目标资源的相关性更高的源域互动特征，从而挖掘出与目标资源强相关的源域互动特征，使得目标资源推荐时所参考的源域互动特征集中在与待推荐的目标资源有关的源域互动特征上，降低无关的源域互动特征的干扰，进而提高目标资源的推荐预测结果的准确性。

并且，采用注意力机制对目标域互动特征和目标资源的资源特征进行处理，可以利用目标域互动特征和资源特征之间的相关性，对目标域互动特征进行加权，有利于增强与目标资源的相关性更高的目标域互动特征，从而挖掘出与目标资源强相关的目标域互动特征，使得目标资源推荐时所参考的目标域互动特征集中在与待推荐的目标资源有关的目标域互动特征上，降低无关的目标域互动特征的干扰，进而提高目标资源的推荐预测结果的准确性。

307、计算机设备基于对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，确定目标资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源的情况下**，对象与目标资源的互动情况。**

计算机设备在确定对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征后，利用对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，能够推测对象对该目标资源的兴趣倾向，进而确定目标资源的推荐预测结果，该推荐预测结果用来表示对象对该目标资源的互动倾向。

在一种可能实现方式中，该推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源的情况下，对象与目标资源进行互动的互动概率。例如，该推荐预测结果可以为 CTR（Click-Through-Rate，点击率）。

本申请实施例中，根据对象数据的特征、资源数据的特征、源域互动数据的特征以及目标域互动数据的特征，来预测对象与目标资源的互动情况，能够通过这些数据的潜在特征，充分挖掘对象的兴趣倾向，以及该对象的兴趣倾向与目标资源的匹配程度，从而推测对象对该目标资源的互动倾向，有利于保证推荐预测结果的准确性。

308、若推荐预测结果满足推荐条件，则计算机设备向对象推荐目标资源。

计算机设备在确定推荐预测结果后，判断推荐预测结果是否满足推荐条件，如果满足推荐条件，则向对象推荐目标资源。如果不满足推荐条件，则无需向对象推荐该目标资源。

在一种可能实现方式中，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源，对象与目标资源进行互动的概率。该推荐条件为目标资源的互动概率大于概率阈值，或者该推荐条件为在多个候选推荐资源的互动概率中，按照大小顺序该目标资源的互动概率排在前预设数量。

图 5 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的示意图，如图 5 所示，用户查看产品界面，在产品界面请求资源推荐服务。服务器从在线存储中获取对象数据、资源数据、源域互动数据以及目标域互动数据。利用资源推荐模型，根据获取到的数据确定目标资源的推荐预测结果，如果符合推荐条件，则向用户推荐目标资源。并且，用户在与目标资源进行互动后，生成日志，服务器将日志存储于日志系统中，后续可从日志中提取该对象的目标域互动事项，用于下一次推荐任务。

本申请实施例提供的方法，在确定是否为对象推荐目标域的目标资源时，需要参考该对象与其他资源的历史互动情况，来推断该对象对目标资源的互动倾向。因此，获取该对象在目标域的目标域互动数据，考虑到目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该对象在源域的源域互动数据，并在源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以目标域互动数据和筛选出的源域互动数据为参考，来预测若向该对象推荐目标资源，该对象与目标资源的互动情况。一方面，由于引入了源域互动数据，因此可以弥补目标域互动数

据不足的缺陷，缓解了目标域互动数据稀疏造成的影响，另一方面，由于仅考虑与目标域关联的源域互动数据，摒弃了与目标域无关的源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的源域互动数据对预测结果造成的干扰，从而整体提高了资源推荐的准确性。

并且，在推荐预测结果满足推荐条件时，说明对象与目标资源进行互动的可能性比较大，因此向对象推荐该目标资源，从而实现个性化向对象进行资源推荐，有利于提高资源推荐的转化率，提升推荐效果。

在上述实施例的基础上，上述步骤 304-步骤 307 可利用资源推荐模型来实现，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型，则详细过程可参见下述图 6 的实施例。

图 6 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，该计算机设备为如图 1 所示的终端 101 或服务器 102 等设备。参见图 6，该方法包括：

601、计算机设备获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，目标资源属于目标域。

602、计算机设备获取对象的第一源域互动数据和对象的目标域互动数据，第一源域互动数据包括多个源域互动事项，源域互动事项是指对象与源域中的资源进行互动的事项，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，目标域互动事项是指对象与目标域中的资源进行互动的事项，源域和目标域属于不同领域。

603、计算机设备在第一源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据。

其中，上述步骤 601-步骤 603 与上述步骤 301-步骤 303 同理，在此不再赘述。

604、计算机设备通过资源推荐模型中的特征提取子模型，对对象数据进行特征提取，得到对象特征。

资源推荐模型中的特征提取子模型用于提取特征。计算机设备将对象数据输入特征提取子模型，由特征提取子模型对对象数据进行特征提取，输出对象特征。

其中，特征提取子模型对对象数据进行特征提取的过程与上述步骤 304 同理，在此不再赘述。

605、计算机设备通过特征提取子模型，对资源数据进行特征提取，得到资源特征。

计算机设备将资源数据输入特征提取子模型，由特征提取子模型对资源数据进行特征提取，输出资源特征。

其中，特征提取子模型对资源数据进行特征提取的过程与上述步骤 305 同理，在此不再赘述。

606、计算机设备通过特征提取子模型，对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征。

计算机设备将第二源域互动数据和目标域互动数据输入特征提取子模型，由特征提取子模型对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，输出源域互动特征和目标域互动特征。

在一种可能实现方式中，特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，第一注意力网络包括第一映射矩阵。该步骤 606 包括下述步骤 6061-步骤 6065。

6061、通过特征提取网络，对第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征。

6062、通过特征提取网络，对目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征。

6063、通过特征融合网络，将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征。

6064、通过第一注意力网络，将第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征，将第一查询特征、第一键特征和第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征。

6065、基于第二融合互动特征，确定源域互动特征和目标域互动特征。

可选地，特征提取子模型还包括第二注意力网络，第二注意力网络包括第二映射矩阵。

该步骤 6065 中确定源域互动特征的过程，包括：在第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；通过第二注意力网络，将资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征，将中间源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；通过第二注意力网络，将第二查询特征、第二键特征和第二值特征进行融合，得到源域互动特征。

可选地，特征提取子模型还包括第三注意力网络，第三注意力网络包括第三映射矩阵。

该步骤 6065 中确定目标域互动特征的过程，包括：在第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；通过第三注意力网络，将资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征，将中间目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；通过第三注意力网络，将第三查询特征、第三键特征和第三值特征进行融合，得到目标域互动特征。

本申请实施例中，采用注意力网络对源域互动特征和目标域互动特征进行处理，一方面可以利用源域互动特征与目标域互动特征之间的相关性，对源域互动特征进行加权，有利于增强与目标域的相关性更高的源域互动特征，减弱与目标域的相关性更低的源域互动特征。另一方面可以利用目标域互动特征与源域互动特征之间的相关性，对目标域互动特征进行加权，从而利用源域互动特征对目标域互动特征进行调整，有利于减弱目标域中稀疏的互动行为的特征，一定程度上可以降低目标域中误触的互动行为的干扰。

并且，采用注意力网络对源域互动特征和目标资源的资源特征进行处理，可以利用源域互动特征和资源特征之间的相关性，对源域互动特征进行加权，有利于增强与目标资源的相关性更高的源域互动特征，从而挖掘出与目标资源强相关的源域互动特征，使得目标资源推荐时所参考的源域互动特征集中在与待推荐的目标资源有关的源域互动特征上，降低无关的源域互动特征的干扰，进而提高目标资源的推荐预测结果的准确性。

并且，采用注意力网络对目标域互动特征和目标资源的资源特征进行处理，可以利用目标域互动特征和资源特征之间的相关性，对目标域互动特征进行加权，有利于增强与目标资源的相关性更高的目标域互动特征，从而挖掘出与目标资源强相关的目标域互动特征，使得目标资源推荐时所参考的目标域互动特征集中在与待推荐的目标资源有关的目标域互动特征上，降低无关的目标域互动特征的干扰，进而提高目标资源的推荐预测结果的准确性。

需要说明的是，在特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络的情况下，上述步骤 604 和步骤 605 中，仅需通过特征提取网络来提取对象特征和资源特征即可。

607、计算机设备通过资源推荐模型中的推荐预测子模型，基于对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，确定目标资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源的情况下，对象与目标资源的互动情况。

资源推荐模型中的推荐预测子模型用于确定推荐预测结果。计算机设备将对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征输入推荐预测子模型，由推荐预测子模型输出推荐预测结果。示例性的，该推荐预测子模型可以为 MLP（Multilayer Perceptron，多层感知机）。

在一种可能实现方式中，计算机设备对源域互动特征和目标域互动特征进行池化，得到池化后的源域互动特征和池化后的目标域互动特征。将对象特征、资源特征、池化后的源域互动特征和池化后的目标域互动特征进行拼接，得到拼接后的特征，将拼接后的特征输入推荐预测子模型，由推荐预测子模型输出推荐预测结果。

可选地，源域互动特征包括多个源域互动事项的源域互动事项特征，目标域互动特征包括多个目标域互动事项的目标域互动事项特征。则计算机设备将多个源域互动事项特征进行平均池化，得到池化后的源域互动特征。计算机设备将多个目标域互动事项特征进行平均池化，得到池化后的目标域互动特征。

示例性的，计算机设备采用以下公式对源域互动特征和目标域互动特征进行池化。

$$rs = \frac{1}{m}\sum_{hs \epsilon HS^{es}} hs$$

$$rt = \frac{1}{n}\sum_{ht \epsilon HT^{es}} ht$$

其中，rs表示池化后的源域互动特征，hs表示源域互动特征中的一个源域互动事项特征，m 表示源域互动特征的长度，也即是源域互动事项特征的个数。rt表示池化后的目标域互动特征，ht表示目标域互动特征中的一个目标域互动事项特征，n 表示目标域互动特征的长度，也即是目标域互动事项特征的个数。

示例性的，计算机设备采用以下公式确定推荐预测结果。

$$\hat{y} = Model([x||q_t||rt||rs])$$

其中，$\hat{y}$表示推荐预测结果，x表示对象特征，q_t表示资源特征，rs表示池化后的源域互

动特征，rt表示池化后的目标域互动特征，||表示拼接操作，$Model(\cdot)$表示推荐预测子模型。

608、若推荐预测结果满足推荐条件，则计算机设备向对象推荐目标资源。

本申请实施例提供的方法，在确定是否为对象推荐目标域的目标资源时，需要参考该对象与其他资源的历史互动情况，来推断该对象对目标资源的互动倾向。因此，获取该对象在目标域的目标域互动数据，考虑到目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该对象在源域的源域互动数据，并在源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以目标域互动数据和筛选出的源域互动数据为参考，来预测若向该对象推荐目标资源，该对象与目标资源的互动情况。一方面，由于引入了源域互动数据，因此可以弥补目标域互动数据不足的缺陷，缓解了目标域互动数据稀疏造成的影响，另一方面，由于仅考虑与目标域关联的源域互动数据，摒弃了与目标域无关的源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的源域互动数据对预测结果造成的干扰，从而整体提高了资源推荐的准确性。

并且，使用资源推荐模型执行基于对象数据、资源数据、源域互动数据和目标域互动数据确定推荐预测结果的过程，有利于提高处理效率。

本申请实施例还提供一种资源推荐模型的训练方法。图 7 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，该计算机设备为如图 1 所示的终端 101 或服务器 102 等设备。参见图 7，该方法包括：

701、计算机设备获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，样本资源属于目标域，样本标签用于表示在为样本对象推荐样本资源后，样本对象与样本资源的真实互动情况。

其中，该样本资源为已推荐给样本对象的资源，该样本对象数据与上述对象数据同理，该样本资源数据与上述资源数据同理，在此不再赘述。

其中，样本标签可以为在为样本对象推荐样本资源后，样本对象与样本资源的真实互动概率。例如，若样本对象与样本资源进行了互动，则可以将样本标签设置为 1，若样本对象与样本资源未进行互动，则可以将样本标签设置为 0。

702、计算机设备获取样本对象的第一样本源域互动数据和样本对象的样本目标域互动数据，第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，样本源域互动事项是指样本对象与源域中的资源进行互动的事项，样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，样本目标域互动事项是指样本对象与目标域中的资源进行互动的事项，源域和目标域属于不同领域。

703、计算机设备在第一样本源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据。

704、计算机设备通过资源推荐模型，基于样本对象数据、样本资源数据、第二样本源域互动数据和目标域样本互动数据，确定样本资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向样本对象推荐样本资源的情况下，样本对象与样本资源的预测互动情况。

该步骤 702-步骤 704 的过程与上述步骤 602-步骤 607 的过程同理，在此不再赘述。

705、计算机设备基于推荐预测结果与样本标签，对资源推荐模型进行训练。

样本标签能够反映样本对象与样本资源的真实互动情况，而推荐预测结果是基于资源推荐模型得到的预测结果，能够反映预测到的样本对象与样本资源的互动情况，那么推荐预测结果和样本标签之间的差异越小，则推荐预测结果越准确，也即是资源推荐模型越准确，因此计算机设备基于推荐预测结果与样本标签，对资源推荐模型进行训练，训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，从而提高资源推荐模型的准确性。

本申请实施例提供的方法，在训练资源推荐模型时，针对目标域的推荐任务，获取样本对象在目标域的样本目标域互动数据，考虑到样本目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该样本对象在源域的样本源域互动数据，并在样本源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以样本目标域互动数据和筛选出的样本源域互动数据为参考，利用资源推荐模型来预测若向该样本对象推荐样本资源的推荐预测结果，进而利用推荐预测结果与样本标签对资源推荐模型进行训练。一方面，由于引入了样本源域互动数据，因此可以弥补样本目标域互动数据不足的缺陷，缓解了样本目标域互动数据稀疏造成的影响，有利于提高资源推荐模型的准确性。另一方面，由于仅考虑与目标域关联的样本源域互动数据，摒弃了与目标域无关的样本源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的样本源域互动

数据对预测结果造成的干扰，能够进一步提高资源推荐模型的准确性。并且，将与目标域无关的样本源域互动数据过滤掉，还可以有效控制所需存储和处理的数据量，有利于节省存储资源和处理资源。

在上述实施例的基础上，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型。图 8 是本申请实施例提供的另一种资源推荐模型的训练方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，该计算机设备为如图 1 所示的终端 101 或服务器 102 等设备。参见图 8，该方法包括：

801、计算机设备获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，样本资源属于目标域，样本标签用于表示在为样本对象推荐样本资源后，样本对象与样本资源的真实互动情况。

802、计算机设备获取样本对象的第一样本源域互动数据和样本对象的样本目标域互动数据，第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，样本源域互动事项是指样本对象与源域中的资源进行互动的事项，**样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，样本目标域互动事项是指样本对象与目标域中的资源进行互动**的事项，**源域和目标域属于不同领域。**

803、计算机设备在第一样本源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据。

在一种可能实现方式中，确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；对于第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若样本源域互动事项中的资源所属的实体为任一目标实体，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

在另一种可能实现方式中，确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；对于第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若样本源域互动事项中的资源所属的实体与任一目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

可选地，获取每个目标实体的目标实体特征；对样本源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到样本源域实体特征；若样本源域实体特征与任一目标实体特征之间的相似度大于相似度阈值，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

804、计算机设备通过资源推荐模型中的特征提取子模型，对样本对象数据进行特征提取，得到样本对象特征。

805、计算机设备通过特征提取子模型，对样本资源数据进行特征提取，得到样本资源特征。

806、计算机设备通过特征提取子模型，对第二样本源域互动数据和样本目标域互动数据进行特征提取，得到样本源域互动特征和样本目标域互动特征。

在一种可能实现方式中，特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，第一注意力网络包括第一映射矩阵。该步骤 806 包括下述步骤 8061-步骤 8065。

8061、通过特征提取网络，对第二样本源域互动数据进行特征提取，得到初始样本源域互动特征。

8062、通过特征提取网络，对样本目标域互动数据进行特征提取，得到初始样本目标域互动特征。

8063、通过特征融合网络，将初始样本源域互动特征和初始样本目标域互动特征进行融合，得到第一样本融合互动特征。

8064、通过第一注意力网络，将第一样本融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征，将第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征进行融合，得到第二样本融合互动特征。

8065、基于第二样本融合互动特征，确定样本源域互动特征和样本目标域互动特征。

可选地，特征提取子模型还包括第二注意力网络，第二注意力网络包括第二映射矩阵。

该步骤 8065 中确定样本源域互动特征的过程，包括：在第二样本融合互动特征中拆分出中间样本源域互动特征；通过第二注意力网络，将样本资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二样本查询特征，将中间样本源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二样本键特征

和第二样本值特征；通过第二注意力网络，将第二样本查询特征、第二样本键特征和第二样本值特征进行融合，得到样本源域互动特征。

可选地，特征提取子模型还包括第三注意力网络，第三注意力网络包括第三映射矩阵。

该步骤 8065 中确定样本目标域互动特征的过程，包括：在第二样本融合互动特征中拆分出中间样本目标域互动特征；通过第三注意力网络，将样本资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三样本查询特征，将中间样本目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三样本键特征和第三样本值特征；通过第三注意力网络，将第三样本查询特征、第三样本键特征和第三样本值特征进行融合，得到样本目标域互动特征。

807、计算机设备通过资源推荐模型中的推荐预测子模型，基于样本对象特征、样本资源特征、样本源域互动特征和样本目标域互动特征，确定推荐预测结果。

本申请实施例中，根据样本对象数据的特征、样本资源数据的特征、样本源域互动数据的特征以及样本目标域互动数据的特征，来预测样本对象与样本资源的互动情况，能够通过这些样本数据的潜在特征，充分挖掘样本对象的兴趣倾向，以及该样本对象的兴趣倾向与样本资源的匹配程度，从而推测样本对象对该样本资源的互动倾向，有利于保证推荐预测结果的准确性，加快资源推荐模型的训练进程。

808、计算机设备基于推荐预测结果与样本标签，对资源推荐模型进行训练。

在一种可能实现方式中，计算机设备基于推荐预测结果与样本标签，确定第一损失参数，基于第一损失参数，对资源推荐模型进行训练，以使基于训练后的资源推荐模型得到的第一损失参数减小。

可选地，计算机设备采用以下公式，确定第一损失参数。

$$\mathcal{L}_{ctr} = -\sum_{y \in Y} [y log\ \hat{y} + (1-y) log\ (1-\hat{y})]$$

其中，$\mathcal{L}_{ctr}$表示第一损失参数，$\hat{y}$表示推荐预测结果，y表示样本标签。

在一种可能实现方式中，由于跨域问题，且资源推荐模型是以目标域的推荐任务为样本进行训练的，导致对源域中资源的表征学习不充分，源域资源特征与目标域资源特征之间的差距较大。为克服以上挑战，可以对资源推荐模型提取到的源域资源特征和目标域资源特征添加额外的监督学习过程，以对齐源域中资源特征和目标域中资源特征为训练目标，对资源推荐模型进行训练，则下述提供了两种训练方式。

第一种：样本源域互动事项包括源域资源和源域资源的互动时间点，样本目标域互动事项包括目标域资源和目标域资源的互动时间点，样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征。

计算机设备对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在样本目标域互动数据中确定第一目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第一目标域资源的目标域资源特征确定为第一正样本对，第一目标域资源的互动时间点与源域资源的互动时间点最接近。

则该步骤 808 包括：基于推荐预测结果、样本标签、第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

同一个对象在同一个域的互动事项中，互动的资源应表现出相似的特征。进一步地，由于对象的兴趣在不同领域短期内也会保持稳定，因此可以认为相近时间段内，同一个对象在不同域的互动事项中，互动的资源也应表现出相似的特征。所以，可以将源域和目标域中互动时间点接近的源域资源特征和目标域资源特征作为一个正样本对，以拉近正样本对中的两个资源特征之间的距离为训练目标。

那么，该步骤 808 中，训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及提高第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度。

可选地，计算机设备对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在除了样本对象之外的任意对象的样本目标域互动数据中确定第二目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第二目标域资源的目标域资源特征确定为第一负样本对，第二目标域资源为任意对象的样本目标域互动数据中的任一目标域资源。同时，确定第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度。

则该步骤 808 包括：基于推荐预测结果、样本标签、第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的

相似度，对资源推荐模型进行训练。

相应的，不同对象在不同域的互动事项中，互动的资源应表现出不相似的特征。所以，可以将该对象在源域的源域资源特征和其他对象在目标域的目标域资源特征作为一个负样本对，以增大负样本对中的两个资源特征之间的距离为训练目标。

示例性的，计算机设备基于推荐预测结果和样本标签确定第一损失参数，基于第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度确定第二损失参数，基于第一损失参数和第二损失参数，对资源推荐模型进行训练，以使基于训练后的资源推荐模型得到的第一损失参数和第二损失参数减小。

例如，计算机设备采用以下公式确定第二损失参数。

$$\mathcal{L}_{uc} = -\frac{1}{m}\sum_{es^{uc}\in HS_{uc}^{gs}} log\frac{exp\,(sim(es^{uc},et^{uc})/\tau)}{\sum_{uo\in B_u,uo\neq uc}\,exp\,(sim(es^{uc},et^{uo})/\tau)}$$

其中，$\mathcal{L}_{uc}$表示第二损失参数，es^{uc}表示第一正样本对中的源域资源特征，et^{uc}表示第一正样本对中的目标域资源特征，es^{uc}表示第一负样本对中的源域资源特征，et^{uo}表示第一负样本对中的目标域资源特征，m表示源域互动特征的长度，也可以理解为源域资源特征的个数。τ为超参，HS_{uc}^{gs}表示源域互动特征。$sim(\cdot)$表示余弦相似度。uc表示样本对象，B_u表示除了当前训练批次的所有对象，uo表示除了样本对象之外的任意对象。

本申请实施例中，资源推荐模型提取有源域资源的源域资源特征和目标域资源的目标域资源特征，考虑到同一对象在相近的时间内在不同领域中互动的资源也会比较接近，因此将源域和目标域中互动时间点接近的两个资源的特征作为正样本对，以拉近正样本对中的源域资源特征和目标域资源特征之间的距离为目标，来对资源推荐模型进行训练，能够有效对齐资源推荐模型所提取的不同域的资源特征，提升资源推荐模型的特征提取能力，有利于保证跨域处理过程的准确性。

并且，考虑到同一对象在不相近的时间内在不同领域中互动的资源相差会比较大，因此将源域和目标域中互动时间点不接近的两个资源的特征作为负样本对，以增大负样本对中的源域资源特征和目标域资源特征之间的距离为目标，来对资源推荐模型进行训练，能够进一步对齐资源推荐模型所提取的不同域的资源特征。

第二种：样本源域互动事项包括源域资源和源域资源所属的实体，样本目标域互动事项包括目标域资源和目标域资源所属的实体，样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征。

计算机设备对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在样本目标域互动数据中确定第三目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第三目标域资源的目标域资源特征确定为第二正样本对，第三目标域资源所属的实体与源域资源所属的实体相同。同时，确定第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度。

则该步骤 808 包括：基于推荐预测结果、样本标签、第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

同一个域中具有相同实体的不同资源应表现出相似的特征，可以认为这同样适用于跨域的不同资源，也即是不同域中具有相同实体的不同资源也应表现出相似的特征。所以，可以将源域和目标域中属于相同实体的源域资源特征和目标域资源特征作为一个正样本对，以拉近正样本对中的两个资源特征之间的距离为训练目标。

那么，该步骤 808 中，训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及提高第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度。

可选地，计算机设备对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，确定第四目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第四目标域资源的目标域资源特征确定为第二负样本对，第四目标域资源为与源域资源所属的实体不同的任一目标域资源。同时，确定第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度。

则该步骤 808 包括：基于推荐预测结果、样本标签、第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

相应的，不同域中具有不同实体的不同资源应表现出不相似的特征。所以，可以将该对象的具有不同实体的源域资源特征和目标域资源特征作为一个负样本对，以增大负样本对中的两个资源特征之间的距离为训练目标。

示例性的，计算机设备基于推荐预测结果和样本标签确定第一损失参数，基于第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度确定第三损失参数，基于第一损失参数和第三损失参数，对资源推荐模型进行训练，以使基于训练后的资源推荐模型得到的第一损失参数和第三损失参数减小。

例如，计算机设备采用以下公式确定第三损失参数。

$$\mathcal{L}_{lc} = -\frac{1}{m}\sum_{es^{lc}\in HS_{uc}^{gs}} log\frac{exp\ (sim(es^{lc}, et^{lc})/\tau)}{\sum_{k,lo\neq lc}\ exp\ (\frac{sim(es^{lc}, et^{lo})}{\tau})}$$

其中，$\mathcal{L}_{lc}$表示第三损失参数，es^{lc}表示第二正样本对中的源域资源特征，et^{lc}表示第二正样本对中的目标域资源特征，es^{lc}表示第二负样本对中的源域资源特征，et^{lo}表示第二负样本对中的目标域资源特征，m表示源域互动特征的长度，也可以理解为源域资源特征的个数。τ为超参，HS_{uc}^{gs}表示源域互动特征。$sim(\cdot)$表示余弦相似度。

本申请实施例中，资源推荐模型提取有源域资源的源域资源特征和目标域资源的目标域资源特征，考虑到在不同领域中属于同一实体的资源会比较接近，因此将源域和目标域中属于同一实体的两个资源的特征作为正样本对，以拉近正样本对中的源域资源特征和目标域资源特征之间的距离为目标，来对资源推荐模型进行训练，能够有效对齐资源推荐模型所提取的不同域的资源特征，提升资源推荐模型的特征提取能力，有利于保证跨域处理过程的准确性。

并且，考虑到在不同领域中属于不同实体的资源相差会比较大，因此将源域和目标域中属于不同实体的两个资源的特征作为负样本对，以增大负样本对中的源域资源特征和目标域资源特征之间的距离为目标，来对资源推荐模型进行训练，能够进一步对齐资源推荐模型所提取的不同域的资源特征。

在一种可能实现方式中，计算机设备基于上述第一损失参数、第二损失参数和第三损失参数，确定目标损失参数，基于目标损失参数，对资源推荐模型进行训练，以使基于训练后的资源推荐模型得到的目标损失参数减小。

可选地，计算机设备采用以下公式，确定目标损失参数。

$$\mathcal{L}_{ca} = \lambda_{uc}\mathcal{L}_{uc} + \lambda_{lc}\mathcal{L}_{lc}$$

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{ctr} + \lambda_{ca}\mathcal{L}_{ca}$$

其中，$\mathcal{L}_{uc}$表示第一损失参数，$\mathcal{L}_{lc}$表示第二损失参数，$\mathcal{L}_{ctr}$表示第三损失参数，$\mathcal{L}$表示目标损失参数，λ_{uc}、λ_{lc}和λ_{ca}为超参。

在一种可能实现方式中，上述仅以对齐源域和目标域的资源特征为训练目标为例进行说明，除此之外，还可以以对齐同域的资源特征为训练目标，对资源推荐模型进行训练。则下述提供了以下多种训练方式。

可选地，计算机设备在样本对象的第二样本源域互动数据中确定第一源域资源和第二源域资源，将第一源域资源的源域资源特征和第二源域资源的源域资源特征确定为第三正样本对，第一源域资源为任一源域资源，第二源域资源的互动时间点与第一源域资源的互动时间点最接近。计算机设备基于推荐预测结果、样本标签、第三正样本对中的两个源域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及提高第三正样本对中的两个源域资源特征之间的相似度。

可选地，计算机设备对于第二样本源域互动数据中的第一源域资源，在除了样本对象之外的任意对象的样本源域互动数据中确定第三源域资源，将第一源域资源的源域资源特征和第三源域资源的源域资源特征确定为第三负样本对，第三源域资源为任意对象的样本源域互动数据中的任一源域资源。计算机设备基于推荐预测结果、样本标签、第三负样本对中的两个源域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及降低第三负样本对中的两个源域资源特征之间的相似度。

可选地，计算机设备在样本对象的第二样本源域互动数据中确定第一源域资源和第四源域资源，将第一源域资源的源域资源特征和第四源域资源的源域资源特征确定为第四正

样本对，第一源域资源为任一源域资源，第四源域资源所属的实体与第一源域资源所属的实体相同。计算机设备基于推荐预测结果、样本标签、第四正样本对中的两个源域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及提高第四正样本对中的两个源域资源特征之间的相似度。

可选地，计算机设备对于第二样本源域互动数据中的第一源域资源，确定第五源域资源，将第一源域资源的源域资源特征和第五源域资源的源域资源特征确定为第四负样本对，第五源域资源为与第一源域资源所属的实体不同的任一源域资源。计算机设备基于推荐预测结果、样本标签、第四负样本对中的两个源域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。训练目标为降低推荐预测结果与样本标签之间的差异，以及降低第四负样本对中的两个源域资源特征之间的相似度。

以上仅以对齐源域的资源特征为例进行说明，对齐目标域的资源特征的过程与对齐源域的资源特征的过程同理，在此不再赘述。

本申请实施例提供的方法，由于引入了样本源域互动数据，因此可以弥补样本目标域互动数据不足的缺陷，缓解了样本目标域互动数据稀疏造成的影响，有利于提高资源推荐模型的准确性。另一方面，由于仅考虑与目标域关联的样本源域互动数据，摒弃了与目标域无关的样本源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的样本源域互动数据对预测结果造成的干扰，能够进一步提高资源推荐模型的准确性。并且，将与目标域无关的样本源域互动数据过滤掉，还可以有效控制所需存储和处理的数据量，有利于节省存储资源和处理资源。

图 9 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练方法的示意图，如图 9 所示，从用户日志加工初始样本，对初始样本进行处理得到训练样本。从源域中获取源域互动数据，从目标域中获取目标域互动数据，对源域互动数据进行跨域筛选，得到与目标域关联的源域互动数据，将筛选出的源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，存储至特征库。利用训练样本和特征库中的数据训练资源推荐模型。其中，特征库中存储的数据还可用于进行在线资源推荐。

图 10 是本申请实施例提供的一种资源推荐方法的整体架构图，如图 10 所示，整体架构包括跨域检索模块、跨域特征对齐模块、特征增强模块和推荐预测模块。

其中，跨域检索模块用于筛选与目标域关联的源域互动数据。例如目标实体包括实体 A、实体 B 和实体 F，通过跨域检索，可以确定源域中实体 A、实体 B 和实体 D 对应的源域互动事项与目标域关联。

其中，跨域特征对齐模块用于将源域和目标域的资源特征对齐。对于同一对象，需要将同一对象在源域和目标域中互动时间点接近的源域资源特征和目标域资源特征拉近。对于同一实体，需要将在源域和目标域中属于相同实体的源域资源特征和目标域资源特征拉近。

其中，特征增强模块用于增强与目标域关联的源域互动特征，以及增强与目标资源关联的源域互动特征。采用注意力机制对源域互动特征和目标域互动特征进行处理，采用注意力机制对源域互动特征和资源特征进行处理，采用注意力机制对目标域互动特征和资源特征进行处理。

其中，推荐预测模块用于根据对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，确定推荐预测结果。例如，该推荐预测模块包括推荐预测子模型，该推荐预测子模型包括拼接网络和预测网络。将对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征输入拼接网络进行拼接，得到拼接后的特征，将拼接后的特征输入预测网络，得到推荐预测结果。

为了验证本申请实施例提供的资源推荐方法的有效性，采用实验数据，对本申请实施例的资源推荐方法和相关技术提供的资源推荐方法进行测试，测试结果如下述表 1 所示。

表 1

模型名称	AUC	CTR
相关技术 1	0.8304	base
相关技术 2	0.8371	+2.04%
本申请	0.8463	+4.69%

其中，离线评估指标采用 AUG（Area Under Curve，一种模型性能度量指标），线上评估指标采用 CTR。从表 1 中可以看出，本申请实施例的方案在离线和线上均取得了相对相关技术更优的效果。

本申请实施例提出了一种基于检索与对齐的跨域超长互动数据建模方法，用于解决将源域中丰富的互动数据应用至目标域的资源推荐任务，以提升资源推荐准确性与多样性。本申请实施例的方法可应用于任一需要进行资源推荐的场景下。

例如，源域为购物领域，目标域为广告投放领域，源域中的资源为购物领域下的物品，目标域中的资源为广告投放领域下投放的虚拟资源，该虚拟资源用于交换源域中的物品。例如，该虚拟资源为优惠券或者兑换券等。

可选地，目标域中的虚拟资源和源域中的物品可由相同实体提供，也可由不同实体提供。可选地，目标域中各个实体提供的虚拟资源用于交换源域中各自提供的物品。例如，目标域中实体 A 提供的虚拟资源用于交换源域中实体 A 提供的物品，但目标域中实体 A 提供的虚拟资源不能用于交换源域中除了实体 A 之外的其他实体提供的物品，源域中实体 A 提供的物品也不能使用目标域中除了实体 A 之外的其他实体提供的虚拟资源进行交换。

下述以源域为购物领域，目标域为广告投放领域为例，对本申请实施例提供的资源推荐方法的流程进行说明。图 11 是本申请实施例提供的另一种资源推荐方法的流程图，参见图 11，该方法包括：

1101、终端在对象满足广告投放条件时，向服务器发送针对对象的资源推荐任务。

1102、服务器响应于针对对象的资源推荐任务，获取对象的对象数据和目标虚拟资源的虚拟资源数据，该目标虚拟资源用于交换物品。

1103、服务器获取对象的第一物品互动数据和对象的虚拟资源互动数据。

第一物品互动数据包括多个物品互动事项，物品互动事项是指对象与购物领域下的物品进行互动。例如，对象与物品的互动行为是指购买物品的行为。

虚拟资源互动数据包括多个虚拟资源互动事项， 虚拟资源互动事项是指对象与广告投放领域下投放的虚拟资源进行互动。例如，该虚拟资源为广告投放领域下投放的优惠券，对象与虚拟资源的互动行为是指领取优惠券的行为。

1104、服务器在第一物品互动数据中，确定与广告投放领域关联的至少一个物品互动事项，与广告投放领域关联的至少一个物品互动事项构成第二物品互动数据。

1105、服务器基于对象数据、虚拟资源数据、第二物品互动数据和虚拟资源互动数据，确定目标虚拟资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标虚拟资源的情况下，对象与目标虚拟资源的互动情况。

1106、若推荐预测结果满足推荐条件，服务器向终端返回目标虚拟资源。

1107、终端向对象推荐目标虚拟资源。

在一种可能实现方式中，终端运行有目标客户端，该目标客户端提供有多种服务，例如包括支付服务和广告投放服务等。例如，用户在目标客户端完成支付操作后，向用户推荐广告资源，该广告资源包括用于交换物品的虚拟资源。

图 12 是本申请实施例提供的一种服务界面的示意图，如图 12 所示，服务界面提供有充值入口 1201，用户在点击充值入口 1201 后，跳转至充值界面，该充值界面用于进行话费充值，除此之外该充值界面还包括福利领取入口 1202。

可选地，在完成话费充值后，从图 12 所示的充值界面跳转至图 13 所示的充值界面，如图 13 所示，充值界面显示有充值成功的消息通知，除此之外，该充值界面还包括为用户推荐的广告资源 1301，该广告资源 1301 携带有用于交换物品的虚拟资源，例如虚拟资源为优惠券等。

可选地，如果用户在图 12 所示的充值界面点击福利领取入口 1202，则跳转至图 14 所示的服务界面，图 14 所示的服务界面显示有为用户推荐的多个广告资源，每个广告资源携带有用于交换物品的虚拟资源，例如虚拟资源为优惠券、红包、代金券以及折扣券等。

以上仅以购物领域和广告投放领域为例进行说明，除此之外，本申请实施例的方法还可以应用于其他资源推荐场景中。例如，以电子书籍为源域，以电影为目标域。或者，以自选股票为源域，以股票资讯为目标域等。

图 15 是本申请实施例提供的一种资源推荐装置的结构示意图。参见图 15，该装置包括：

第一获取模块 1501，用于获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，目标资源属于目标域，所述目标域为任一领域；

第二获取模块 1502，拥有获取对象的第一源域互动数据和对象的目标域互动数据，第一源域互动数据包括多个源域互动事项，源域互动事项是指对象与源域中的资源进行互动的事项，目标域互动数据包括多个目标域互动事项，目标域互动事项是指对象与目标域中的资源进行互动的事项，源域和目标域属于不同领域；

筛选模块 1503，用于在第一源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据；

预测模块 1504，用于基于对象数据、资源数据、第二源域互动数据和目标域互动数据，确定目标资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向对象推荐目标资源的情况下，对象与目标资源的互动情况。

本申请实施例提供的资源推荐装置，在确定是否为对象推荐目标域的目标资源时，需要参考该对象与其他资源的历史互动情况，来推断该对象对目标资源的互动倾向。因此，获取该对象在目标域的目标域互动数据，考虑到目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该对象在源域的源域互动数据，并在源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以目标域互动数据和筛选出的源域互动数据为参考，来预测若向该对象推荐目标资源，该对象与目标资源的互动情况。一方面，由于引入了源域互动数据，因此可以弥补目标域互动数据不足的缺陷，缓解了目标域互动数据稀疏造成的影响，另一方面，由于仅考虑与目标域关联的源域互动数据，摒弃了与目标域无关的源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的源域互动数据对预测结果造成的干扰，从而整体提高了资源推荐的准确性。

可选地，参见图 16，筛选模块 1503，用于：

确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；

对于第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若源域互动事项中的资源所属的实体为任一目标实体，则确定源域互动事项与目标域关联。

可选地，参见图 16，筛选模块 1503，用于：

确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；

对于第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若源域互动事项中的资源所属的实体与任一目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定源域互动事项与目标域关联。

可选地，参见图 16，筛选模块 1503，用于：

获取每个目标实体的目标实体特征；

对源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到源域实体特征；

若源域实体特征与任一目标实体特征之间的相似度大于相似度阈值，则确定源域互动事项与目标域关联。

可选地，参见图 16，预测模块 1504，用于：

对对象数据进行特征提取，得到对象特征；

对资源数据进行特征提取，得到资源特征；

对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

基于对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，确定目标资源的推荐预测结果。

可选地，参见图 16，预测模块 1504，用于：

对第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

将第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征；

将第一查询特征、第一键特征和第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于第二融合互动特征，确定源域互动特征和目标域互动特征。

可选地，参见图 16，预测模块 1504，用于：

在第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

将资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征；

将中间源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

将第二查询特征、第二键特征和第二值特征进行融合，得到源域互动特征。

可选地，参见图 16，预测模块 1504，用于：

在第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

将资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征；

将中间目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

将第三查询特征、第三键特征和第三值特征进行融合，得到目标域互动特征。

可选地，参见图 16，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型，预测模块 1504，用于：

通过特征提取子模型，对对象数据进行特征提取，得到对象特征；

通过特征提取子模型，对资源数据进行特征提取，得到资源特征；

通过特征提取子模型，对第二源域互动数据和目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

通过推荐预测子模型，基于对象特征、资源特征、源域互动特征和目标域互动特征，确定目标资源的推荐预测结果。

可选地，参见图 16，特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，第一注意力网络包括第一映射矩阵；预测模块 1504，用于：

通过特征提取网络，对第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

通过特征融合网络，将初始源域互动特征和初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

通过第一注意力网络，将第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征，将第一查询特征、第一键特征和第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于第二融合互动特征，确定源域互动特征和目标域互动特征。

可选地，参见图 16，特征提取子模型还包括第二注意力网络，第二注意力网络包括第二映射矩阵；预测模块 1504，用于：

在第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

通过第二注意力网络，将资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征，将中间源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

通过第二注意力网络，将第二查询特征、第二键特征和第二值特征进行融合，得到源域互动特征。

可选地，参见图 16，特征提取子模型还包括第三注意力网络，第三注意力网络包括第三映射矩阵；预测模块 1504，用于：

在第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

通过第三注意力网络，将资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征，将中间目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

通过第三注意力网络，将第三查询特征、第三键特征和第三值特征进行融合，得到目标域互动特征。

可选地，参见图 16，装置还包括：

推荐模块 1505，用于若推荐预测结果满足推荐条件，则向对象推荐目标资源。

需要说明的是：上述实施例提供的资源推荐装置，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将计算机设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的资源推荐装置与资源推荐方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

图 17 是本申请实施例提供的一种资源推荐模型的训练装置的结构示意图。参见图 17，该装置包括：

第一获取模块 1701，用于获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，样本资源属于目标域，样本标签用于表示在为样本对象推荐样本资源后，样本对象与样本资源的真实互动情况，所述目标域为任一领域；

第二获取模块 1702，用于获取样本对象的第一样本源域互动数据和样本对象的样本目

标域互动数据，第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，样本源域互动事项是指样本对象与源域中的资源进行互动的事项，样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，样本目标域互动事项是指样本对象与目标域中的资源进行互动的事项，源域和目标域属于不同领域；

筛选模块 1703，用于在第一样本源域互动数据中，确定与目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据；

预测模块 1704，用于通过资源推荐模型，基于样本对象数据、样本资源数据、第二样本源域互动数据和目标域样本互动数据，确定样本资源的推荐预测结果，推荐预测结果用于表征若向样本对象推荐样本资源的情况下，样本对象与样本资源的预测互动情况；

训练模块 1705，用于基于推荐预测结果与样本标签，对资源推荐模型进行训练。

本申请实施例提供的资源推荐模型的训练装置，在训练资源推荐模型时，针对目标域的推荐任务，获取样本对象在目标域的样本目标域互动数据，考虑到样本目标域互动数据可能存在数据量不足的情况，所以还额外获取该样本对象在源域的样本源域互动数据，并在样本源域互动数据中筛选出与目标域关联的部分，然后以样本目标域互动数据和筛选出的样本源域互动数据为参考，利用资源推荐模型来预测若向该样本对象推荐样本资源的推荐预测结果，进而利用推荐预测结果与样本标签对资源推荐模型进行训练。一方面，由于引入了样本源域互动数据，因此可以弥补样本目标域互动数据不足的缺陷，缓解了样本目标域互动数据稀疏造成的影响，有利于提高资源推荐模型的准确性。另一方面，由于仅考虑与目标域关联的样本源域互动数据，摒弃了与目标域无关的样本源域互动数据，因此可以降低与目标域无关的样本源域互动数据对预测结果造成的干扰，能够进一步提高资源推荐模型的准确性。并且，将与目标域无关的样本源域互动数据过滤掉，还可以有效控制所需存储和处理的数据量，有利于节省存储资源和处理资源。

可选地，参见图 18，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型；预测模块 1704，用于：

通过特征提取子模型，对样本对象数据进行特征提取，得到样本对象特征；

通过特征提取子模型，对样本资源数据进行特征提取，得到样本资源特征；

通过特征提取子模型，对第二样本源域互动数据和样本目标域互动数据进行特征提取，得到样本源域互动特征和样本目标域互动特征；

通过推荐预测子模型，基于样本对象特征、样本资源特征、样本源域互动特征和样本目标域互动特征，确定推荐预测结果。

可选地，参见图 18，样本源域互动事项包括源域资源和源域资源的互动时间点，样本目标域互动事项包括目标域资源和目标域资源的互动时间点，样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；装置还包括：

第一确定模块 1706，用于对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在样本目标域互动数据中确定第一目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第一目标域资源的目标域资源特征确定为第一正样本对，第一目标域资源的互动时间点与源域资源的互动时间点最接近；

训练模块 1705，用于：

基于推荐预测结果、样本标签、第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

可选地，参见图 18，装置还包括：

第二确定模块 1707，用于对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在除了样本对象之外的任意对象的样本目标域互动数据中确定第二目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第二目标域资源的目标域资源特征确定为第一负样本对，第二目标域资源为任意对象的样本目标域互动数据中的任一目标域资源；确定第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

训练模块 1705，用于：

基于推荐预测结果、样本标签、第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

可选地，参见图 18，样本源域互动事项包括源域资源和源域资源所属的实体，样本目标域互动事项包括目标域资源和目标域资源所属的实体，样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；装置还包括：

第三确定模块 1708，用于对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在样本目标域互动数据中确定第三目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第三目标域资源的目标域资源特征确定为第二正样本对，第三目标域资源所属的实体与源域资源所属的实体相同；确定第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度

训练模块 1705，用于：

基于推荐预测结果、样本标签、第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

可选地，参见图 18，装置还包括：

第四确定模块 1709，用于对于第二样本源域互动数据中的任一源域资源，确定第四目标域资源，将源域资源的源域资源特征和第四目标域资源的目标域资源特征确定为第二负样本对，第四目标域资源为与源域资源所属的实体不同的任一目标域资源；确定第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

训练模块 1705，用于：

基于推荐预测结果、样本标签、第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对资源推荐模型进行训练。

可选地，参见图 18，特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，第一注意力网络包括第一映射矩阵；预测模块 1704，用于：

通过特征提取网络，对第二样本源域互动数据进行特征提取，得到初始样本源域互动特征，对样本目标域互动数据进行特征提取，得到初始样本目标域互动特征；

通过特征融合网络，将初始样本源域互动特征和初始样本目标域互动特征进行融合，得到第一样本融合互动特征；

通过第一注意力网络，将第一样本融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征，将第一样本查询特征、第一样本键特征和第一样本值特征进行融合，得到第二样本融合互动特征；

基于第二样本融合互动特征，确定样本源域互动特征和样本目标域互动特征。

可选地，参见图 18，特征提取子模型还包括第二注意力网络，第二注意力网络包括第二映射矩阵；预测模块 1704，用于：

在第二样本融合互动特征中拆分出中间样本源域互动特征；

通过第二注意力网络，将样本资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二样本查询特征，将中间样本源域互动特征与第二映射矩阵相乘，得到第二样本键特征和第二样本值特征；

通过第二注意力网络，将第二样本查询特征、第二样本键特征和第二样本值特征进行融合，得到样本源域互动特征。

可选地，参见图 18，特征提取子模型还包括第三注意力网络，第三注意力网络包括第三映射矩阵；预测模块 1704，用于：

在第二样本融合互动特征中拆分出中间样本目标域互动特征；

通过第三注意力网络，将样本资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三样本查询特征，将中间样本目标域互动特征与第三映射矩阵相乘，得到第三样本键特征和第三样本值特征；

通过第三注意力网络，将第三样本查询特征、第三样本键特征和第三样本值特征进行融合，得到样本目标域互动特征。

可选地，参见图 18，筛选模块 1703，用于：

确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；

对于第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若样本源域互动事项中的资源所属的实体为任一目标实体，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

可选地，参见图 18，筛选模块 1703，用于：

确定多个目标实体，目标实体是指目标域的资源所属的实体，实体是指提供资源的对象；

对于第一样本源域互动数据中的任一样本源域互动事项，若样本源域互动事项中的资

源所属的实体与任一目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

可选地，参见图 18，筛选模块 1703，用于：

获取每个目标实体的目标实体特征；

对样本源域互动事项中资源所属的实体进行特征提取，得到样本源域实体特征；

若样本源域实体特征与任一目标实体特征之间的相似度大于相似度阈值，则确定样本源域互动事项与目标域关联。

需要说明的是：上述实施例提供的资源推荐装置，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将计算机设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的资源推荐模型的训练装置与资源推荐模型的训练方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

本申请实施例还提供了一种计算机设备，该计算机设备包括处理器和存储器，存储器中存储有至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现上述实施例的资源推荐方法中所执行的操作。

可选地，该计算机设备提供为终端。图 19 示出了本申请一个示例性实施例提供的终端 1900 的结构示意图。

终端 1900 包括有：处理器 1901 和存储器 1902。

处理器 1901 可以包括一个或多个处理核心，比如 4 核心处理器、8 核心处理器等。处理器 1901 可以采用 DSP（Digital Signal Processing，数字信号处理）、FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程门阵列）、PLA（Programmable Logic Array，可编程逻辑阵列）中的至少一种硬件形式来实现。处理器 1901 也可以包括主处理器和协处理器，主处理器是用于对在唤醒状态下的数据进行处理的处理器，也称 CPU（Central Processing Unit，中央处理器）；协处理器是用于对在待机状态下的数据进行处理的低功耗处理器。在一些实施例中，处理器 1901 可以集成有 GPU（Graphics Processing Unit，图像处理的交互器），GPU 用于负责显示屏所需要显示的内容的渲染和绘制。一些实施例中，处理器 1901 还可以包括 AI（Artificial Intelligence，人工智能）处理器，该 AI 处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

存储器 1902 可以包括一个或多个计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以是非暂态的。存储器 1902 还可包括高速随机存取存储器，以及非易失性存储器，比如一个或多个磁盘存储设备、闪存存储设备。在一些实施例中，存储器 1902 中的非暂态的计算机可读存储介质用于存储至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序用于被处理器 1901 所具有以实现本申请中方法实施例提供的资源推荐方法或资源推荐模型的训练方法。

在一些实施例中，终端 1900 还可选包括有：外围设备接口 1903 和至少一个外围设备。处理器 1901、存储器 1902 和外围设备接口 1903 之间可以通过总线或信号线相连。各个外围设备可以通过总线、信号线或电路板与外围设备接口 1903 相连。可选地，外围设备包括：射频电路 1904、显示屏 1905、摄像头组件 1906、音频电路 1907 和电源 1908 中的至少一种。

外围设备接口 1903 可被用于将 I/O（Input /Output，输入/输出）相关的至少一个外围设备连接到处理器 1901 和存储器 1902。在一些实施例中，处理器 1901、存储器 1902 和外围设备接口 1903 被集成在同一芯片或电路板上；在一些其他实施例中，处理器 1901、存储器 1902 和外围设备接口 1903 中的任意一个或两个可以在单独的芯片或电路板上实现，本实施例对此不加以限定。

射频电路 1904 用于接收和发射 RF（Radio Frequency，射频）信号，也称电磁信号。射频电路 1904 通过电磁信号与通信网络以及其他通信设备进行通信。射频电路 1904 将电信号转换为电磁信号进行发送，或者，将接收到的电磁信号转换为电信号。可选地，射频电路 1904 包括：天线系统、RF 收发器、一个或多个放大器、调谐器、振荡器、数字信号处理器、编解码芯片组、用户身份模块卡等等。射频电路 1904 可以通过至少一种无线通信协议来与其它设备进行通信。

显示屏 1905 用于显示 UI（User Interface，用户界面）。该 UI 可以包括图形、文本、图标、视频及其它们的任意组合。当显示屏 1905 是触摸显示屏时，显示屏 1905 还具有采集在

显示屏 1905 的表面或表面上方的触摸信号的能力。该触摸信号可以作为控制信号输入至处理器 1901 进行处理。此时，显示屏 1905 还可以用于提供虚拟按钮和/或虚拟键盘，也称软按钮和/或软键盘。在一些实施例中，显示屏 1905 可以为一个，设置在终端 1900 的前面板；在另一些实施例中，显示屏 1905 可以为至少两个，分别设置在终端 1900 的不同表面或呈折叠设计；在另一些实施例中，显示屏 1905 可以是柔性显示屏，设置在终端 1900 的弯曲表面上或折叠面上。

摄像头组件 1906 用于采集图像或视频。可选地，摄像头组件 1906 包括前置摄像头和后置摄像头。前置摄像头设置在终端 1900 的前面板，后置摄像头设置在终端 1900 的背面。在一些实施例中，后置摄像头为至少两个，分别为主摄像头、景深摄像头、广角摄像头、长焦摄像头中的任意一种，以实现主摄像头和景深摄像头融合实现背景虚化功能、主摄像头和广角摄像头融合实现全景拍摄以及 VR（Virtual Reality，虚拟现实）拍摄功能或者其它融合拍摄功能。在一些实施例中，摄像头组件 1906 还可以包括闪光灯。闪光灯可以是单色温闪光灯，也可以是双色温闪光灯。双色温闪光灯是指暖光闪光灯和冷光闪光灯的组合，可以用于不同色温下的光线补偿。

音频电路 1907 可以包括麦克风和扬声器。麦克风用于采集用户及环境的声波，并将声波转换为电信号输入至处理器 1901 进行处理，或者输入至射频电路 1904 以实现语音通信。出于立体声采集或降噪的目的，麦克风可以为多个，分别设置在终端 1900 的不同部位。麦克风还可以是阵列麦克风或全向采集型麦克风。扬声器则用于将来自处理器 1901 或射频电路 1904 的电信号转换为声波。扬声器可以是传统的薄膜扬声器，也可以是压电陶瓷扬声器。当扬声器是压电陶瓷扬声器时，不仅可以将电信号转换为人类可听见的声波，也可以将电信号转换为人类听不见的声波以进行测距等用途。在一些实施例中，音频电路 1907 还可以包括耳机插孔。

电源 1908 用于为终端 1900 中的各个组件进行供电。电源 1908 可以是交流电、直流电、一次性电池或可充电电池。当电源 1908 包括可充电电池时，该可充电电池可以支持有线充电或无线充电。该可充电电池还可以用于支持快充技术。

本领域技术人员可以理解，图 19 中示出的结构并不构成对终端 1900 的限定，可以包括比图示更多或更少的组件，或者组合某些组件，或者采用不同的组件布置。

可选地，该计算机设备提供为服务器。图 20 是本申请实施例提供的一种服务器的结构示意图，该服务器 2000 可因配置或性能不同而产生比较大的差异，可以包括一个或一个以上处理器（Central Processing Units，CPU）2001 和一个或一个以上的存储器 2002，其中，所述存储器 2002 中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由所述处理器 2001 加载并执行以实现上述各个方法实施例提供的方法。当然，该服务器还可以具有有线或无线网络接口、键盘以及输入输出接口等部件，以便进行输入输出，该服务器还可以包括其他用于实现设备功能的部件，在此不做赘述。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现上述实施例的资源推荐方法所执行的操作，或者实现上述实施例的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

本申请实施例还提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序由处理器加载并执行，以实现上述实施例的资源推荐方法所执行的操作，或者实现上述实施例的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

以上所述仅为本申请实施例的可选实施例，并不用以限制本申请实施例，凡在本申请实施例的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1.一种资源推荐方法，其特征在于，所述方法包括：

获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，所述目标资源属于目标域，所述目标域为任一领域；

获取所述对象的第一源域互动数据和所述对象的目标域互动数据，所述第一源域互动数据包括多个源域互动事项，所述源域互动事项是指所述对象与源域中的资源进行互动的事项，所述目标域互动数据包括多个目标域互动事项，所述目标域互动事项是指所述对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据；

基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述对象推荐所述目标资源的情况下，所述对象与所述目标资源的互动情况。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，包括：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体；

对于所述第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若所述源域互动事项中的资源所属的实体为任一所述目标实体，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

3.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，包括：

确定多个目标实体，所述目标实体是指所述目标域的资源所属的实体；

对于所述第一源域互动数据中的任一源域互动事项，若所述源域互动事项中的资源所属的实体与任一所述目标实体之间的相似度大于相似度阈值，则确定所述源域互动事项与所述目标域关联。

4.根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，包括：

对所述对象数据进行特征提取，得到对象特征；

对所述资源数据进行特征提取，得到资源特征；

对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

基于所述对象特征、所述资源特征、所述源域互动特征和所述目标域互动特征，确定所述目标资源的推荐预测结果。

5.根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征，包括：

对所述第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对所述目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

将所述初始源域互动特征和所述初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

将所述第一融合互动特征与第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征；

将所述第一查询特征、所述第一键特征和所述第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征和所述目标域互动特征。

6.根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征，包括：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间源域互动特征；

将所述资源特征与第二映射矩阵相乘，得到第二查询特征；

将所述中间源域互动特征与所述第二映射矩阵相乘，得到第二键特征和第二值特征；

将所述第二查询特征、所述第二键特征和所述第二值特征进行融合，得到所述源域互动特征。

7.根据权利要求 5 或 6 所述的方法，其特征在于，基于所述第二融合互动特征，确定所述目标域互动特征，包括：

在所述第二融合互动特征中拆分出中间目标域互动特征；

将所述资源特征与第三映射矩阵相乘，得到第三查询特征；

将所述中间目标域互动特征与所述第三映射矩阵相乘，得到第三键特征和第三值特征；

将所述第三查询特征、所述第三键特征和所述第三值特征进行融合，得到所述目标域互动特征。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型，所述基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，包括：

通过所述特征提取子模型，对所述对象数据进行特征提取，得到对象特征；

通过所述特征提取子模型，对所述资源数据进行特征提取，得到资源特征；

通过所述特征提取子模型，对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征；

通过所述推荐预测子模型，基于所述对象特征、所述资源特征、所述源域互动特征和所述目标域互动特征，确定所述目标资源的推荐预测结果。

9.根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述特征提取子模型包括特征提取网络、特征融合网络和第一注意力网络，所述第一注意力网络包括第一映射矩阵；所述通过所述特征提取子模型，对所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据进行特征提取，得到源域互动特征和目标域互动特征，包括：

通过所述特征提取网络，对所述第二源域互动数据进行特征提取，得到初始源域互动特征，对所述目标域互动数据进行特征提取，得到初始目标域互动特征；

通过所述特征融合网络，将所述初始源域互动特征和所述初始目标域互动特征进行融合，得到第一融合互动特征；

通过所述第一注意力网络，将所述第一融合互动特征与所述第一映射矩阵相乘，得到第一查询特征、第一键特征和第一值特征，将所述第一查询特征、所述第一键特征和所述第一值特征进行融合，得到第二融合互动特征；

基于所述第二融合互动特征，确定所述源域互动特征和所述目标域互动特征。

10.一种资源推荐模型的训练方法，其特征在于，所述方法包括：

获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，所述样本资源属于目标域，所述样本标签用于表示在为所述样本对象推荐所述样本资源后，所述样本对象与所述样本资源的真实互动情况，所述目标域为任一领域；

获取所述样本对象的第一样本源域互动数据和所述样本对象的样本目标域互动数据，所述第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，所述样本源域互动事项是指所述样本对象与源域中的资源进行互动的事项，所述样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，所述样本目标域互动事项是指所述样本对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据；

通过资源推荐模型，基于所述样本对象数据、所述样本资源数据、所述第二样本源域互动数据和所述目标域样本互动数据，确定所述样本资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述样本对象推荐所述样本资源的情况下，所述样本对象与所述样本资源的预测互动情况；

基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练。

11.根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述资源推荐模型包括特征提取子模型和推荐预测子模型；所述通过资源推荐模型，基于所述样本对象数据、所述样本资源数据、所述第二样本源域互动数据和所述目标域样本互动数据，确定所述样本资源的推荐预测结果，包括：

通过所述特征提取子模型，对所述样本对象数据进行特征提取，得到样本对象特征；

通过所述特征提取子模型，对所述样本资源数据进行特征提取，得到样本资源特征；

通过所述特征提取子模型，对所述第二样本源域互动数据和所述样本目标域互动数据

进行特征提取，得到样本源域互动特征和样本目标域互动特征；

通过所述推荐预测子模型，基于所述样本对象特征、所述样本资源特征、所述样本源域互动特征和所述样本目标域互动特征，确定所述推荐预测结果。

12.根据权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于，所述样本源域互动事项包括源域资源和所述源域资源的互动时间点，所述样本目标域互动事项包括目标域资源和所述目标域资源的互动时间点，所述样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，所述样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；

所述方法还包括：

对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在所述样本目标域互动数据中确定第一目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第一目标域资源的目标域资源特征确定为第一正样本对，所述第一目标域资源的互动时间点与所述源域资源的互动时间点最接近；

确定所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练，包括：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

13.根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在除了所述样本对象之外的任意对象的样本目标域互动数据中确定第二目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第二目标域资源的目标域资源特征确定为第一负样本对，所述第二目标域资源为所述任意对象的样本目标域互动数据中的任一目标域资源；

确定所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练，包括：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第一正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、所述第一负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

14.根据权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于，所述样本源域互动事项包括源域资源和所述源域资源所属的实体，所述样本目标域互动事项包括目标域资源和所述目标域资源所属的实体，所述样本源域互动特征包括每个样本源域互动事项中的源域资源的源域资源特征，所述样本目标域互动特征包括每个样本目标域互动事项中的目标域资源的目标域资源特征；所述方法还包括：

对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，在所述样本目标域互动数据中确定第三目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第三目标域资源的目标域资源特征确定为第二正样本对，所述第三目标域资源所属的实体与所述源域资源所属的实体相同；

确定所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练，包括：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

15.根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

对于所述第二样本源域互动数据中的任一源域资源，确定第四目标域资源，将所述源域资源的源域资源特征和所述第四目标域资源的目标域资源特征确定为第二负样本对，所述第四目标域资源为与所述源域资源所属的实体不同的任一目标域资源；

确定所述第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度；

所述基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练，包括：

基于所述推荐预测结果、所述样本标签、所述第二正样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度、所述第二负样本对中的源域资源特征与目标域资源特征之间的相似度，对所述资源推荐模型进行训练。

16.一种资源推荐装置，其特征在于，所述装置包括：

第一获取模块，用于获取对象的对象数据和目标资源的资源数据，所述目标资源属于目标域，所述目标域为任一领域；

第二获取模块，拥有获取所述对象的第一源域互动数据和所述对象的目标域互动数据，所述第一源域互动数据包括多个源域互动事项，所述源域互动事项是指所述对象与源域中的资源进行互动的事项，所述目标域互动数据包括多个目标域互动事项，所述目标域互动事项是指所述对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

筛选模块，用于在所述第一源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个源域互动事项，以构成第二源域互动数据；

预测模块，用于基于所述对象数据、所述资源数据、所述第二源域互动数据和所述目标域互动数据，确定所述目标资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述对象推荐所述目标资源的情况下，所述对象与所述目标资源的互动情况。

17.一种资源推荐模型的训练装置，其特征在于，所述装置包括：

第一获取模块，用于获取样本对象的样本对象数据、样本资源的样本资源数据和样本标签，所述样本资源属于目标域，所述样本标签用于表示在为所述样本对象推荐所述样本资源后，所述样本对象与所述样本资源的真实互动情况，所述目标域为任一领域；

第二获取模块，用于获取所述样本对象的第一样本源域互动数据和所述样本对象的样本目标域互动数据，所述第一样本源域互动数据包括多个样本源域互动事项，所述样本源域互动事项是指所述样本对象与源域中的资源进行互动的事项，所述样本目标域互动数据包括多个样本目标域互动事项，所述样本目标域互动事项是指所述样本对象与所述目标域中的资源进行互动的事项，所述源域和所述目标域属于不同领域；

筛选模块，用于在所述第一样本源域互动数据中，确定与所述目标域关联的至少一个样本源域互动事项，以构成第二样本源域互动数据；

预测模块，用于通过资源推荐模型，基于所述样本对象数据、所述样本资源数据、所述第二样本源域互动数据和所述目标域样本互动数据，确定所述样本资源的推荐预测结果，所述推荐预测结果用于表征若向所述样本对象推荐所述样本资源的情况下，所述样本对象与所述样本资源的预测互动情况；

训练模块，用于基于所述推荐预测结果与所述样本标签，对所述资源推荐模型进行训练。

18.一种计算机设备，其特征在于，所述计算机设备包括处理器和存储器，所述存储器中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由所述处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 9 任一项所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如权利要求 10 至 15 任一项所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

19.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 9 任一项所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如权利要求 10 至 15 任一项所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。

20.一种计算机程序产品，包括计算机程序，其特征在于，所述计算机程序由处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 9 任一项所述的资源推荐方法所执行的操作，或者实现如权利要求 10 至 15 任一项所述的资源推荐模型的训练方法所执行的操作。