

一种训练行为预测模型的方法及装置

技术领域

[01]本说明书一个或多个实施例涉及计算机技术领域，并且更具体地，涉及计算机技术领域中的一种训练行为预测模型的方法及装置。

背景技术

[02]在日常生产或生活中，用户往往会执行各种各样的行为。通过数据分析技术，人们可以对用户的历史行为进行分析处理，以预测用户未来行为发生的时间。例如，可以将某一用户曾经点击过的商品，按照点击的时间顺序组成点击行为的时间序列。通过对该点击行为的时间序列进行分析，可以预测用户在未来点击某一商品的时间等。

[03]针对某一用户的非均匀、连续时间域上的多行为序列，传统的行为序列建模方法是将多行为序列离散化，转化为多段均匀时间间隔上的问题，对每段时间间隔内的多个行为进行时间聚合并求得相应的特征。上述方式在对多行为序列进行处理的过程中，将多行为序列中各个行为的原始时间信息进行了模糊化，这样建模得到的多行为序列与原行为序列（未处理的多行为序列）存在较大差异。从而导致利用该建模的多行为序列预测的未来行为的时间和类型不准确。因此，需要提供更加准确的对多行为序列进行建模的方法。

发明内容

[04]本说明书一个或多个实施例提供了一种训练行为预测模型的方法及装置，该方法能够准确地对用户的多行为序列中各个行为的时间点信息进行建模。

[05]第一方面，提供了一种训练行为预测模型的方法，该方法包括：对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个单行为序列对应于一种行为，用于记录该行为和时间点的对应关系；对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为序列的多个单行为时间序列；将该多个单行为时间序列输入行为预测模型，由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型进行训练，该行为预测模型用于基于该用户的行为序列预测该用户未来至少一种行为的时间点和类型。

[06]上述技术方案中，本说明书一个或多个实施例对用户的行为序列进行拆分，得到多

个单行为序列；对多个单行为序列中的所有时间点进行时间编码，得到多个单行为序列的多个单行为时间序列；将多个单行为时间序列输入到行为预测模型，得到行为预测模型预测的多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；从而可以基于多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与多个单行为时间序列之间的第一损失值，对行为预测模型进行训练。也就是说，行为预测模型关注用户的行为序列中多个单行为的各个时间点，对各个时间点进行建模。从而可以建模得到更加准确的行为预测模型，利用该行为预测模型可以预测更加准确的未来行为的时间点和类型。

[07]结合第一方面，在某些可能的实现方式中，对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，包括：根据行为的类型对该用户的行为序列进行拆分，得到该多个单行为序列，该用户的行为序列对应于多种行为的类型。

[08]上述技术方案中，由于用户的行为序列对应于多种行为的类型，因此可以按照行为的类型将用户的行为序列进行拆分，拆分成多个单行为序列，多个单行为中各个单行为对应于一种行为的类型。从而可以对多个单行为序列进行时间编码得到多个单行为序列的多个单行为时间序列，从而多个单行为时间序列可以用于对行为预测模型的训练。

[09]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为序列的多个单行为时间序列，包括：利用三角函数对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为时间序列。

[10]上述技术方案中，利用三角函数对多个单行为序列进行时间编码，可以得到多个单行为序列中各个单行为序列在时间上所有时间特征，得到多个单行为序列的多个单行为时间序列。

[11]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，包括：由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内该时间点的强度值，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[12]应理解，上述技术方案是为了得到多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，实则是得到多个单行为时间序列对应的行为在某时间段内的概率密度分布函数。

[13]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该行为预测模型包括行为时间子模型，将该多个单行为时间序列输入行为预测模型，由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，包括：将该多个单行为时间序列输入该行为预测

模型中的该行为时间子模型，由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[14]上述技术方案中，是在行为预测模型包括行为时间子模型的情况下，具体利用该多个单行为时间序列以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况之间的第一损失值对该行为时间子模型进行训练的方案。其中，该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况是由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列进行该时间点的建模得到的。

[15]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型进行训练，包括：基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型中的该行为时间子模型进行训练。

[16]上述技术方案中，基于第一损失值对行为预测模型进行训练，这样得到的行为预测模型可以更好地基于待预测的行为序列预测未来行为的时间和类型。

[17]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型，该方法还包括：将该多个单行为序列输入该行为关系子模型，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，该因果关系用于表征在每两个单行为序列中一个单行为序列的行为的发生与另一个单行为序列的行为的发生之间的关系；将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，由该预测子模型基于该因果关系和该分布情况进行序列预测，得到预测的行为序列；基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[18]上述技术方案中，在行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型时，可以将多个单行为序列输入行为关系子模型，得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系；将多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，以及多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，由预测子模型得到预测的用户序列；从而基于第一损失值，以及预测的行为序列和用户的行为序列之间的第二损失值，对行为关系子模型和预测子模型进行训练。也就是说，行为预测模型不仅关注用户的行为序列的时间点信息，也关注用户的行为序列中多个行为之间的因果关系，从而可以对用户的行为序列进行更加准确地建模。

[19]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，将该多个单行为序列输入该行为关系子模型，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，包括：根据该多个单行为中每两个单行为序列在所有时间点上的协方差值之和，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

[20]应理解，上述得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系是确定每两个单行为序列之间的格兰杰因果关系。

[21]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练，包括：确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值，该真实标签用于指示该用户的真实信息，该预测标签用于指示该预测子模型预测的该用户的信息；对该第二损失值和该第三损失值求平均值得到第四损失值；基于该第一损失值和该第四损失值对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[22]上述技术方案中，相对于只基于第一损失值和第二损失值来训练行为关系子模型和预测子模型。上述技术方案还引入了预测标签与真实标签之间的第三损失值；将第三损失值和第二损失值之间的平均值确定为第四损失值，基于第一损失值和第四损失值来训练行为关系子模型和预测子模型。由于该方案引入了第三损失值，相当于引入更多的信息训练行为关系子模型和预测子模型，这样得到的行为关系子模型和预测子模型更加准确。

[23]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值之前，该方法还包括：将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系与该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，得到该用户的行为序列对应的该预测标签。

[24]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练，包括：根据该第一损失值和该第二损失值，得到第五损失值；基于该第五损失值训练该行为关系子模型，以及基于该第二损失值训练该预测子模型。

[25]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，根据该第一损失值和该第二损失值，得到第五损失值，包括：根据该行为关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵和该行为关系子模型中的各个权重构成的向量，确定第一数值；根据该第一数值、该第一损失值和该第二损失值得到该第五损失值。

[26]应理解，上述确定第一数值的过程是利用帕累托最优解原理来实现的。

[27]结合第一方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该方法还包括：将待预测的行为序列输入该行为预测模型，得到该行为预测模型预测的该待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[28]综上，本说明书一个或多个实施例提出了一种训练行为预测模型的方法，对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列；对多个单行为序列中的所有时间点进行时间编码，得到多个单行为序列的多个单行为时间序列；将多个单行为时间序列输入到行为预测模型，得到行为预测模型预测的多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；从而可以基于多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与多个单行为时间序列之间的第一损失值，对行为预测模型进行训练。也就是说，行为预测模型关注了用户的行为序列中多个单行为的各个时间点信息，对各个时间点进行建模。而避免相关技术中对多行为序列中各个行为的原始时间信息进行模糊化，从而可以建模得到更加准确的行为预测模型，利用该行为预测模型可以预测更加准确的未来行为的时间点和类型。

[29]此外，在行为预测模型包括行为时间子模型、行为关系子模型和预测子模型时，可以将多个单行为序列输入行为关系子模型，得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系；将多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，以及多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，由预测子模型得到预测的用户序列；从而基于第一损失值，以及预测的行为序列和用户的行为序列之间的第二损失值，对行为关系子模型和预测子模型进行训练。也就是说，行为预测模型不仅关注用户的行为序列的时间点信息，也关注用户的行为序列中多个行为之间的因果关系，从而可以对用户的行为序列进行更加准确地建模。

[30]最后，可以利用得到的行为预测模型预测待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[31]第二方面，提供了一种训练行为预测模型的装置，该装置包括：确定模块，用于对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个单行为序列对应于一种行为，用于记录该行为和时间点的对应关系；该确定模块，还用于对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为序列的多个单行为时间序列；该确定模块，还用于将该多个单行为时间序列输入行为预测模型，由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；训练模块，用于基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型进行训练，该行为预测模型用于基于该用户的行为序列预测该用户未来至少一种行为的时间点和类型。

[32]结合第二方面，在某些可能的实现方式中，该确定模块，用于根据行为的类型对该

用户的行为序列进行拆分，得到该多个单行为序列，该用户的行为序列对应于多种行为的类型。

[33]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于利用三角函数对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为时间序列。

[34]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内该时间点的强度值，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[35]应理解，上述方案是为了得到多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，实则是得到多个单行为时间序列对应的行为在某时间段内的概率密度分布函数。

[36]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该行为预测模型包括行为时间子模型，该确定模块，具体还用于将该多个单行为时间序列输入该行为预测模型中的该行为时间子模型，由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[37]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该训练模块，用于基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型中的该行为时间子模型进行训练。

[38]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型，该确定模块，还用于将该多个单行为序列输入该行为关系子模型，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，该因果关系用于表征在每两个单行为序列中一个单行为序列的行为的发生与另一个单行为序列的行为的发生之间的关系；将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，由该预测子模型基于该因果关系和该分布情况进行序列预测，得到预测的行为序列；该训练模块，还用于基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[39]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于根据该多个单行为中每两个单行为序列在所有时间点上的协方差值之和，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

[40]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该训练模块，还用于确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值，该真实标签用于指示该

用户的真实信息，该预测标签用于指示该预测子模型预测的该用户的信息；对该第二损失值和该第三损失值求取平均值得到第四损失值；基于该第一损失值和该第四损失值对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[41]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系与该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，得到该用户的行为序列对应的该预测标签。

[42]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该训练模块，还用于根据该第一损失值和该第二损失值，得到第五损失值；基于该第五损失值训练该行为关系子模型，以及基于该第二损失值训练该预测子模型。

[43]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于根据该行为关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵和该行为关系子模型中的各个权重构成的向量，确定第一数值；根据该第一数值、该第一损失值和该第二损失值得到该第五损失值。

[44]应理解，上述确定第一数值的过程是利用帕累托最优解原理来实现的。

[45]结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，该确定模块，还用于将待预测的行为序列输入该行为预测模型，得到该行为预测模型预测的该待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[46]第三方面，提供一种电子设备，包括存储器、处理器以及存储在该存储器中并在该处理器上运行的计算机程序，其中，该处理器执行该计算机程序时，使得该电子设备执行上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中的方法。

[47]第四方面，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指令，当该指令在计算机或处理器上运行时，使得该计算机或处理器执行上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中的方法。

[48]第五方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当该计算机程序产品在该计算机或处理器上运行时，使得该计算机或处理器执行上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中的方法。

附图说明

[49]图 1 是本说明书一个或多个实施例提供的一种对多行为序列进行时间聚合的示意图。

[50]图 2 是本说明书一个或多个实施例提供的一种训练行为预测模型的方法的示意性流

程图。

[51]图 3 是本说明书一个或多个实施例提供的一种对用户的行为序列进行拆分的示意图。

[52]图 4 是本说明书一个或多个实施例提供的一种行为预测模型的结构示意图。

[53]图 5 是本说明书一个或多个实施例提供的一种训练行为预测模型的装置的结构示意图。

[54]图 6 是本说明书一个或多个实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[55]下面将结合附图，对本说明书一个或多个实施例中的技术方案进行清楚、详尽地描述。其中，在本说明书一个或多个实施例的描述中，“多个”是指两个或两个以上。术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为暗示或暗示相对重要性或隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者多个该特征。文本中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如 A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。

[56]图 1 是本说明书一个或多个实施例提供的一种对多行为序列进行时间聚合的示意图。

[57]示例性的，如图 1 所示的多行为序列，该多行为序列对应多种行为的类型，每一种行为的类型对应一个时间点。如图 1 所示，时间点为 0 分钟时，是五角形类型的行为；时间点为 1 分钟时，是圆形类型的行为；时间点为 2.2 分钟时，是三角形类型的行为；时间点为 3 分钟时，是三角形类型的行为；时间点为 3.5 分钟时，是五角形类型的行为；依次类推，直到最后，时间点为 27 分钟时，是矩形类型的行为。其中，五角形类型为线上购买类型，圆形类型为转账类型，三角形类型为基金申购类型，以及矩形类型为聊天类型。

[58]相关技术中，针对图 1 所示的多行为序列，将多行为序列按照预设的时间间隔进行等分，得到多段均匀时间上的行为序列。在多段均匀时间上的行为序列的每一段时间上的行为序列中进行时间聚合，并求得每一段时间上各个行为发生的次数。假设预设的时间间隔为 4 分钟，则在多行为序列进行等分，以及时间聚合后得到：0~4 分钟：线上购买行为 2 次，转账行为 1 次，基金申购行为 2 次和聊天行为 0 次；4~8 分钟：线上购买行为 0 次，转账行为 1 次，基金申购行为 1 次和聊天行为 2 次；8~12 分钟：线上购买行为 2 次，转账行为 1 次，基金申购行为 0 次和聊天行为 1 次；12~16 分钟：线上购买行为 1 次，转账行为 1 次，基金申购行为 1 次和聊天行为 1 次；16~20 分钟：线上购买行为 1 次，转账行为 2 次，基金申购行为 0 次和聊天行为 0 次；20~24 分钟：线上购买

行为 0 次，转账行为 0 次，基金申购行为 2 次和聊天行为 1 次以及 24~28 分钟：线上购买行为 1 次，转账行为 0 次，基金申购行为 2 次和聊天行为 2 次。

[59]根据上述每隔 4 分钟统计的多行为序列的规律，预测得到的是未来某一类型的行为发生的时间段，而非时间点。因此，该预测方式在预测未来行为发生的时间信息上是不精确的。

[60]图 2 是本说明书一个或多个实施例提供的一种训练行为预测模型的方法的示意性流程图。

[61]应理解，本说明书一个或多个实施例提供的一种训练行为预测模型的方法可以应用于任意一种电子设备，该电子设备可以是计算机终端（具有处理数据功能的显示设备、手机终端）或服务器等。

[62]还应理解，本说明书一个或多个实施例行为预测模型的确定过程是基于深度学习中的循环神经网络(Recurrent Neural Networks, RNN)实现的，具体可以是长短期记忆(Long Short Term Memory, LSTM)单元和门控循环单元(Gated Recurrent Unit, GRU)等。

[63]示例性的，如图 2 所示，该方法 200 包括步骤 202 至步骤 208。

[64]202，电子设备对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个单行为序列对应于一种行为，用于记录该行为和时间点的对应关系。

[65]应理解，上述方案中的用户的行为序列指图 1 所示的多行为序列，该用户的行为序列与多行为序列一样，都对应多种类型的行为。

[66]还应理解，用户的行为序列中每种类型的行为均有对应的时间点，即某种类型的行为具体发生的时间。

[67]一种可能的实现方式中，步骤 202，包括：电子设备根据行为的类型对该用户的行为序列进行拆分，得到该多个单行为序列，该用户的行为序列对应于多种行为的类型。

[68]上述技术方案中，由于用户的行为序列对应于多种行为的类型，因此可以按照行为的类型将用户的行为序列进行拆分，拆分成多个单行为序列，多个单行为中各个单行为对应于一种行为的类型。从而可以对多个单行为序列进行时间编码得到多个单行为序列的多个单行为时间序列，从而多个单行为时间序列可以用于对行为预测模型的训练。

[69]图 3 是本说明书一个或多个实施例提供的一种对用户的行为序列进行拆分的示意图。

[70]示例性的，如图 3 具体是将图 1 所示的多行为序列（具体是序号为①的用户的行为序列）拆分后的多个单行为序列。其中，用户的行为序列对应多种行为的类型具体是五角形类型即线上购买类型、圆形类型即转账类型、三角形类型即基金申购类型和矩形类型即聊天类型。根据行为的类型将用户的行为序列拆分成多个单行为序列，分别为：序号为②的序列、序号为③的序列、序号为④的序列和序号为⑤的序列，即将用户的行为序列拆分成线上购买类型的行为序列、转账类型的行为序列、基金申购类型的行为序列

和聊天类型的行为序列。

[71]204, 电子设备对所述多个单行为序列进行时间编码, 得到所述多个单行为序列的多个单行为时间序列。

[72]一种可能的实现方式中, 步骤 204, 包括: 电子设备利用三角函数对该多个单行为序列进行时间编码, 得到该多个单行为时间序列。

[73]上述技术方案中, 利用三角函数对多个单行为序列进行时间编码, 可以得到多个单行为序列中各个单行为序列在时间上所有时间特征, 得到多个单行为序列的多个单行为时间序列。

[74]具体地, 电子设备利用如下的三角函数的公式(1)对多个单行为序列中的各个单行为序列进行时间编码, 得到多个单行为时间序列。

$$\Phi_T(t-\tau) = \varepsilon(t, \tau) = \frac{1}{\sqrt{d}} [\cos(\omega_1(t-\tau) + b_1), \dots, \cos(\omega_d(t-\tau) + b_d)] \quad (1)$$

[75]其中, Φ_T 表示某行为序列在一段时间内的映射; $b_1, \dots, b_d$ 为相位差参数 $\omega_1, \dots, \omega_d$ 为频率参数; d 为对某行为序列使用三角函数映射后的维度; $t-\tau$ 表示某一时间段。

[76]206, 电子设备将所述多个单行为时间序列输入行为预测模型, 由该行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模, 得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[77]一种可能的实现方式中, 步骤 206, 包括: 由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内该时间点的强度值, 得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[78]应理解, 上述技术方案是为了得到多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况, 实则是得到多个单行为时间序列对应的行为在某时间段内的概率密度分布函数。

[79]应理解, 由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内该时间点的强度值, 得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。也就是得到如下公式(2)表示的多个单行为时间序列中各个单行为时间序列对应的行为在某一段时间上的概率密度分布函数。

$$p^*(\tau_i) := p(\tau_i | H_{t_i}) = \lambda^*(t_{i-1} + \tau_i) \exp(-\int_0^{\tau_i} \lambda^*(t_{i-1} + s) ds) \quad (2)$$

[80]其中, τ_i 表示某一段时间; $p^*(\tau_i)$ 为某单行为时间序列对应的行为在某一段时间上的概率密度分布函数; $p^*(\tau_i) := p(\tau_i | H_{t_i})$ 表示某单行为时间序列对应的行为在某一段时间上的概率密度分布函数与该单行为序列中的历史行为有关; $\lambda^*(t_{i-1} + \tau_i)$ 为在 t_{i-1} 到 τ_i 的时间段内某行为发生的强度函数(强度值), 即某行为发生的概率; s 表示在 t_{i-1} 到 τ_i 的时间段内的某一时间点。

[81]一种可能的实现方式中, 在该行为预测模型包括行为时间子模型的情况下, 步骤 206, 包括: 电子设备将该多个单行为时间序列输入该行为预测模型中的该行为时间子模型,

由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模,得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[82]上述技术方案中,是步骤 206 的一种更加具体的实现方式,具体是在行为预测模型包括行为时间子模型的情况下,可以将多个单行为时间序列输入到该行为时间子模型,由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模。

[83]208,电子设备基于所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与所述多个单行为时间序列之间的第一损失值,对该行为预测模型进行训练,该行为预测模型用于基于该用户的行为序列预测该用户未来至少一种行为的时间点和类型。

[84]一种可能的实现方式中,在该行为预测模型包括行为时间子模型的情况下,步骤 208,包括:电子设备基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值,对该行为预测模型中的该行为时间子模型进行训练。

[85]上述技术方案中,是在行为预测模型包括行为时间子模型的情况下,具体利用该多个单行为时间序列以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况之间的第一损失值对该行为时间子模型进行训练的方案。其中,该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况是由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列进行该时间点的建模得到的。

[86]一种可能的实现方式中,在该行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型的情况下,该方法还包括:电子设备将该多个单行为序列输入该行为关系子模型,得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,该因果关系用于表征在每两个单行为序列中一个单行为序列的行为的发生与另一个单行为序列的行为的发生之间的关系;电子设备将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型,由该预测子模型基于该因果关系和该分布情况进行序列预测,得到预测的行为序列;电子设备基于该第一损失值,以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值,对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[87]上述技术方案中,在行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型时,可以将多个单行为序列输入行为关系子模型,得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系;将多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,以及多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型,由预测子模型得到预测的用户序列;从而基于第一损失值,以及预测的行为序列和用户的行为序列之间的第二损失值,对行为关系子模型和预测子模型进行训练。也就是说,行为预测模型不仅关注用户的行为序列的时间点信息,也关注用户的行为序列中多个行为之间的因果关系,从而可

以对用户的行为序列进行更加准确地建模。

[88]一种可能的实现方式中，电子设备将该多个单行为序列输入该行为关系子模型，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，包括：电子设备根据该多个单行为序列中每两个单行为序列在所有时间点上的协方差值之和，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

[89]应理解，上述得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系具体是确定每两个单行为序列之间的格兰杰因果关系。

[90]还应理解，电子设备根据如下格兰杰因果关系的公式(3)得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

$$f_k(X_i) - f_k(\bar{X}_i) = \sum_{j=1}^i A_j(f_k, X_i, \bar{X}_i) \quad (3)$$

[91]其中， X_i 和 $\bar{X}_i$ 分别为多个单行为序列中任意两个不同的单行为序列； i 为单行为序列中的第 i 个行为；多个单行为序列中任意两个单行为序列可以组成 k 组中的一组序列； $f_k(X_i) - f_k(\bar{X}_i)$ 表示第 k 组序列中两个单行为序列之间的格兰杰因果关系； $A_j(f_k, X_i, \bar{X}_i)$ 表示第 k 组序列中两个单行为序列之间的第 i 个行为的协方差。

[92]一种可能的实现方式中，电子设备基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练，包括：电子设备确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值，该真实标签用于指示该用户的真实信息，该预测标签用于指示该预测子模型预测的该用户的信息；电子设备对该第二损失值和该第三损失值求取平均值得到第四损失值；电子设备基于该第一损失值和该第四损失值对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[93]上述技术方案中，相对于只基于第一损失值和第二损失值来训练行为关系子模型和预测子模型。上述技术方案还引入了预测标签与真实标签之间的第三损失值；将第三损失值和第二损失值之间的平均值确定为第四损失值，基于第一损失值和第四损失值来训练行为关系子模型和预测子模型。由于该方案引入了第三损失值，相当于引入更多的信息训练行为关系子模型和预测子模型，这样得到的行为关系子模型和预测子模型更加准确。

[94]一种可能的实现方式中，在电子设备确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值之前，该方法还包括：电子设备将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系与该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，得到该用户的行为序列对应的该预测标签。

[95]可选地，用户的行为序列的真实标签可以是用户的身份信息和/或职业信息。

[96]其中，用户的身份信息和/或职业信息的获取需要得到用户的同意。

[97]一种可能的实现方式中，电子设备基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该

用户的行为序列之间的第二损失值,对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练,包括:电子设备根据该第一损失值和该第二损失值,得到第五损失值;电子设备基于该第五损失值训练该行为关系子模型,以及基于该第二损失值训练该预测子模型。

[98]一种可能的实现方式中,电子设备根据该第一损失值和该第二损失值,得到第五损失值,包括:电子设备根据该行为关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵和该行为关系子模型中的各个权重构成的向量,确定第一数值;电子设备根据该第一数值、该第一损失值和该第二损失值得到该第五损失值。

[99]应理解,上述确定第一数值的过程是利用帕累托最优解原理来实现的。

[100]具体地,电子设备根据如下帕累托最优解公式(4)得到该第一数值。

$$Hv = \nabla f \beta \in \text{cplspan}\{\nabla f_i\} \quad (4)$$

[101]其中, H 为行为关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵,具体是黑森矩阵; v 为第一数值; f 为行为关系子模型的向量值; ∇f_i 为各个权重的目标梯度; β 为行为关系子模型中各个权重组成的向量值。

[102]一种可能的实现方式中,该方法还包括:电子设备将待预测的行为序列输入该行为预测模型,得到该行为预测模型预测的该待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[103]上述技术方案中,具体是使用训练得到的行为预测模型的过程。可以利用训练好的行为预测模型对任意一个行为序列进行预测得到该行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[104]一种可能的实现方式中,电子设备按照行为的类型将待预测的用户序列进行拆分,得到多个单行为用户序列;电子设备对多个单行为用户序列进行时间编码,得到多个单行为用户时间序列,该待检测的行为序列包括多个单行为用户序列和多个单行为用户时间序列。

[105]可选地,电子设备对多个单行为用户序列进行时间编码,得到多个单行为用户时间序列,包括:电子设备利用三角函数对多个单行为用户序列进行时间编码,得到多个单行为用户时间序列。

[106]一种可能的实现方式中,电子设备将多个单行为用户时间序列输入行为时间子模型,得到多个单行为用户时间序列对应的行为在时间上的分布情况;电子设备将多个单行为用户序列输入该行为关系子模型,得到多个单行为用户序列中每两个单行为用户序列之间的因果关系;电子设备将该分布情况和该因果关系输入预测子模型得到该待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[107]图4是本说明书一个或多个实施例提供的一种行为预测模型的结构示意图。

[108]如图4所示,具体描述了得到行为预测模型的过程。如图4,具体是将用户的行为

序列进行拆分得到多个单行为序列；对多个单行为序列进行时间编码，得到多个单行为时间序列；由行为时间子模型对多个单行为时间序列中的时间点进行建模，得到多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；将多个单行为序列输入行为关系子模型，由行为关系子模型得到多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系；预测子模型可以根据多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况和多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系预测得到预测的行为序列，以及预测标签。

[109]确定多个单行为时间序列与多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况之间的第一损失值；确定用户的行为序列与预测的行为序列之间的第二损失值；确定真实标签与预测标签的第三损失值。

[110]可以基于第一损失值和第二损失值训练行为时间子模型、行为关系子模型和预测子模型；也可以基于第二损失值和第三损失值的平均值得到第四损失值，基于第一损失值和第四损失值训练行为时间子模型、行为关系子模型和预测子模型。

[111]图 5 是本说明书一个或多个实施例提供的一种训练行为预测模型的装置的结构示意图。

[112]示例性的，如图 5 所示，该装置 500 包括：确定模块 501，用于对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个单行为序列对应于一种行为，用于记录该行为和时间点的对应关系；该确定模块 501，还用于对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为序列的多个单行为时间序列；该确定模块 501，还用于将该多个单行为时间序列输入行为预测模型，由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；训练模块 502，用于基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型进行训练，该行为预测模型用于基于该用户的行为序列预测该用户未来至少一种行为的时间点和类型。

[113]可选地，该确定模块 501，用于根据行为的类型对该用户的行为序列进行拆分，得到该多个单行为序列，该用户的行为序列对应于多种行为的类型。

[114]可选地，该确定模块 501，还用于利用三角函数对该多个单行为序列进行时间编码，得到该多个单行为时间序列。

[115]可选地，该确定模块 501，还用于由该行为预测模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内该时间点的强度值，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[116]应理解，上述方案是为了得到多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，实则是得到多个单行为时间序列对应的行为在某时间段内的概率密度分布函数。

[117]可选地，该行为预测模型包括行为时间子模型，该确定模块 501，还用于将该多个

单行为时间序列输入该行为预测模型中的该行为时间子模型，由该行为时间子模型对该多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行该时间点的建模，得到该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

[118]可选地，该训练模块 502，用于基于该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与该多个单行为时间序列之间的第一损失值，对该行为预测模型中的该行为时间子模型进行训练。

[119]可选地，该行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型，该确定模块 501，还用于将该多个单行为序列输入该行为关系子模型，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列的行为的发生之间的因果关系，该因果关系用于表征在每两个单行为序列中一个单行为序列的行为的发生与另一个单行为序列之间的关系；将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系，以及该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，由该预测子模型基于该因果关系和该分布情况进行序列预测，得到预测的行为序列；该训练模块 502，还用于基于该第一损失值，以及该预测的行为序列和该用户的行为序列之间的第二损失值，对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[120]可选地，该确定模块 501，还用于根据该多个单行为中每两个单行为序列在所有时间点上的协方差值之和，得到该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

[121]可选地，该训练模块 502，还用于确定预测标签与该用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值，该真实标签用于指示该用户的真实信息，该预测标签用于指示该预测子模型预测的该用户的信息；对该第二损失值和该第三损失值求取平均值得到第四损失值；基于该第一损失值和该第四损失值对该行为关系子模型和该预测子模型进行训练。

[122]可选地，该确定模块 501，还用于将该多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系与该多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入该预测子模型，得到该用户的行为序列对应的该预测标签。

[123]可选地，该训练模块 502，还用于根据该第一损失值和该第二损失值，得到第五损失值；基于该第五损失值训练该行为关系子模型，以及基于该第二损失值训练该预测子模型。

[124]可选地，该确定模块 501，还用于根据该行为关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵和该行为关系子模型中的各个权重构成的向量，确定第一数值；根据该第一数值、该第一损失值和该第二损失值得到该第五损失值。

[125]应理解，上述确定第一数值的过程是利用帕累托最优解原理来实现的。

[126]可选地，该确定模块 501，还用于将待预测的行为序列输入该行为预测模型，得到该行为预测模型预测的该待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

[127]图 6 是本说明书一个或多个实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

[128]示例性的，如图 6 所示，该电子设备 600 包括：存储器 601、处理器 602 以及存储在该存储器 601 中并在处理器 602 上运行的计算机程序 603，其中，该处理器 602 执行该计算机程序 603 时，使得该电子设备可执行前述介绍的任意一种训练行为预测模型的方法。

[129]本说明书一个或多个实施例可以根据上述方法示例对电子设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中，上述集成的模块可以采用硬件的形式实现。需要说明的是，本说明书一个或多个实施例中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。

[130]在采用对应各个功能划分各个功能模块的情况下，该电子设备可以包括：确定模块和训练模块等。需要说明的是，上述方法实施例涉及的各个步骤的所有相关内容的可以援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

[131]本说明书一个或多个实施例提供的电子设备，用于执行上述一种训练行为预测模型的方法，因此可以达到与上述实现方法相同的效果。

[132]在采用集成的单元的情况下，电子设备可以包括处理模块、存储模块。其中，处理模块可以用于对电子设备的动作进行控制管理。存储模块可以用于支持电子设备执行相互程序代码和数据等。

[133]其中，处理模块可以是处理器或控制器，其可以实现或执行结合本说明书一个或多个实施例公开内容所藐视的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包括一个或多个微处理器组合，数字信号处理（digital signal processing, DSP）和微处理器的组合等等，存储模块可以是存储器。

[134]本说明书一个或多个实施例提供的电子设备具体可以是芯片，组件或模块，该电子设备可包括相连的处理器和存储器；其中，存储器用于存储指令，当电子设备运行时，处理器可调用并执行指令，以使芯片执行前述介绍的任意一种训练行为预测模型的方法。

[135]本说明书一个或多个实施例提供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指令，当该指令在计算机或处理器上运行时，使得该计算机或处理器执行前述介绍的任意一种训练行为预测模型的方法。

[136]本说明书一个或多个实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机或处理器上运行时，使得计算机或处理器执行上述相关步骤，以实现前述介绍的任意一种训练行为预测模型的方法。

[137]其中，本说明书一个或多个实施例提供的电子设备、计算机可读存储介质、包含指令的计算机程序产品或芯片均用于执行上文所提供的对应的方法，因此，其所能达到的有益效果可参考上文所提供的对应的方法中的有益效果，此处不再赘述。

[138]通过以上实施方式的描述，所属领域的技术人员可以了解到，为描述的方便和简洁，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，即将装置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。

[139]在本说明书一个或多个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个装置，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[140]上述对本说明书特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下，在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外，在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中，多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[141]以上内容，仅为本说明书中一个或多个具体的实施方式，但本说明书一个或多个实施例的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本说明书一个或多个实施例揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本说明书一个或多个实施例的保护范围之内。因此，本说明书一个或多个实施例的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种训练行为预测模型的方法，所述方法包括：

对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个所述单行为序列对应于一种行为，用于记录所述行为和时间点的对应关系；

对所述多个单行为序列进行时间编码，得到所述多个单行为序列的多个单行为时间序列；

将所述多个单行为时间序列输入行为预测模型，由所述行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行所述时间点的建模，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；

基于所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与所述多个单行为时间序列之间的第一损失值，对所述行为预测模型进行训练，所述行为预测模型用于基于所述用户的行为序列预测所述用户未来至少一种行为的时间点和类型。

2、根据权利要求 1 所述的方法，所述对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，包括：

根据行为的类型对所述用户的行为序列进行拆分，得到所述多个单行为序列，所述用户的行为序列对应于多种行为的类型。

3、根据权利要求 1 所述的方法，所述对所述多个单行为序列进行时间编码，得到所述多个单行为序列的多个单行为时间序列，包括：

利用三角函数对所述多个单行为序列进行时间编码，得到所述多个单行为时间序列。

4、根据权利要求 1 所述的方法，所述由所述行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行所述时间点的建模，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，包括：

由所述行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行预设时间段内所述时间点的强度值，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

5、根据权利要求 1-4 中任意一项所述的方法，所述行为预测模型包括行为时间子模型，所述将所述多个单行为时间序列输入行为预测模型，由所述行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行所述时间点的建模，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况，包括：

将所述多个单行为时间序列输入所述行为预测模型中的所述行为时间子模型，由所述行为时间子模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行所述时间点的建模，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况。

6、根据权利要求 5 所述的方法，所述基于所述多个单行为时间序列对应的行为在

时间上的分布情况与所述多个单行为时间序列之间的第一损失值,对所述行为预测模型进行训练,包括:

基于所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与所述多个单行为时间序列之间的第一损失值,对所述行为预测模型中的所述行为时间子模型进行训练。

7、根据权利要求 5 所述的方法,所述行为预测模型还包括行为关系子模型和预测子模型,所述方法还包括:

将所述多个单行为序列输入所述行为关系子模型,得到所述多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,所述因果关系用于表征在每两个单行为序列中一个单行为序列的行为的发生与另一个单行为序列的行为的发生之间的关系;

将所述多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,以及所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入所述预测子模型,由所述预测子模型基于所述因果关系和所述分布情况进行序列预测,得到预测的行为序列;

基于所述第一损失值,以及所述预测的行为序列和所述用户的行为序列之间的第二损失值,对所述行为关系子模型和所述预测子模型进行训练。

8、根据权利要求 7 所述的方法,所述将所述多个单行为序列输入所述行为关系子模型,得到所述多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系,包括:

根据所述多个单行为中每两个单行为序列在所有时间点上的协方差值之和,得到所述多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系。

9、根据权利要求 7 所述的方法,所述基于所述第一损失值,以及所述预测的行为序列和所述用户的行为序列之间的第二损失值,对所述行为关系子模型和所述预测子模型进行训练,包括:

确定预测标签与所述用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值,所述真实标签用于指示所述用户的真实信息,所述预测标签用于指示所述预测子模型预测的所述用户的信息;

对所述第二损失值和所述第三损失值求取平均值得到第四损失值;

基于所述第一损失值和所述第四损失值对所述行为关系子模型和所述预测子模型进行训练。

10、根据权利要求 9 所述的方法,所述确定预测标签与所述用户的行为序列的真实标签之间的第三损失值之前,所述方法还包括:

将所述多个单行为序列中每两个单行为序列之间的因果关系与所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况输入所述预测子模型,得到所述用户的行为序列对应的所述预测标签。

11、根据权利要求 7-10 中任意一项所述的方法,所述基于所述第一损失值,以及

所述预测的行为序列和所述用户的行为序列之间的第二损失值，对所述行为关系子模型和所述预测子模型进行训练，包括：

根据所述第一损失值和所述第二损失值，得到第五损失值；

基于所述第五损失值训练所述行为关系子模型，以及基于所述第二损失值训练所述预测子模型。

12、根据权利要求 11 所述的方法，所述根据所述第一损失值和所述第二损失值，得到第五损失值，包括：

根据所述关系子模型中的各个权重的二阶偏导构成的矩阵和所述关系子模型中的各个权重构成的向量，确定第一数值；

根据所述第一数值、所述第一损失值和所述第二损失值得到所述第五损失值。

13、根据权利要求 1 所述的方法，所述方法还包括：

将待预测的行为序列输入所述行为预测模型，得到所述行为预测模型预测的所述待预测的行为序列的未来至少一个行为对应的时间点和类型。

14、一种训练行为预测模型的装置，所述装置包括：

确定模块，用于对用户的行为序列进行拆分，得到多个单行为序列，各个所述单行为序列对应于一种行为，用于记录所述行为和时间点的对应关系；

所述确定模块，还用于对所述多个单行为序列进行时间编码，得到所述多个单行为序列的多个单行为时间序列；

所述确定模块，还用于将所述多个单行为时间序列输入行为预测模型，由所述行为预测模型对所述多个单行为时间序列中各个单行为时间序列进行所述时间点的建模，得到所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况；

训练模块，用于基于所述多个单行为时间序列对应的行为在时间上的分布情况与所述多个单行为时间序列之间的第一损失值，对所述行为预测模型进行训练，所述行为预测模型用于基于所述用户的行为序列预测所述用户未来至少一种行为的时间点和类型。

15、一种电子设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时，使得所述电子设备执行如权利要求 1 至 13 中任意一项所述的一种训练行为预测模型的方法。

16、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指令，当所述指令在计算机或处理器上运行时，使得所述计算机或处理器执行如权利要求 1 至 13 中任意一项所述的一种训练行为预测模型的方法。

17、一种包含指令的计算机程序产品，当所述计算机程序产品在所述计算机或处理器上运行时，使得所述计算机或处理器执行如权利要求 1 至 13 中任意一项所述的一种训练行为预测模型的方法。