

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102542106 A

(43) 申请公布日 2012.07.04

(21) 申请号 201110443495.1

(22) 申请日 2011.12.27

(71) 申请人 中国科学院自动化研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95
号

(72) 发明人 王飞跃 刘胜 朱凤华 熊刚

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 周国城

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006.01)

G08G 1/00 (2006.01)

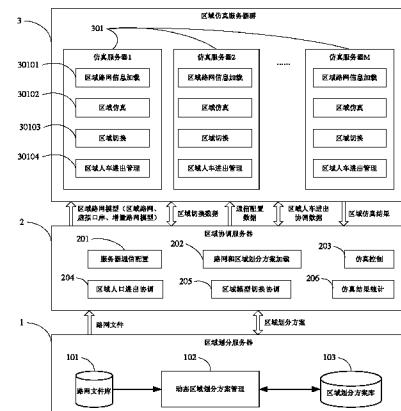
权利要求书 4 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于可变区域划分的分布式交通仿真系统及
仿真方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于可变区域划分的分布
式交通仿真系统及仿真方法。本发明按照将一个
长的时间段划分为多个连续的短时间段，在短时
间段内人车在路网上分布的变化比总的时间段内
人车分布变化小得多。在每个短时间段内，依据人
车分布规律采用一种区域划分方案，减小区域间
人车数在时间段上的变化，达到平衡各仿真服务
器负载的目的。



1. 一种分布式交通仿真系统,其特征在于,包括:

区域划分服务器,用于提供路网文件及对应 N 个时间段的区域划分方案;

区域协调服务器,与所述区域划分服务器相连接,用于根据所述路网文件生成全路网模型,对所述 N 个时间段中的每一个时间段,将所述全路网模型由该时间段对应的区域划分方案进行分解,生成 M 个区域路网模型,并将该区域路网模型分发至相应的区域仿真服务器;

区域仿真服务器群,由 M 台区域仿真服务器组成;该 M 台仿真服务器中的每一台仿真服务器均与所述区域协调服务器相连接,用于在所述 N 个时间段中的每一个时间段,根据该时间段的所辖区域的区域路网模型进行交通仿真。

2. 根据权利要求 1 所述的分布式交通仿真系统,其特征在于,所述区域划分服务器包括:

路网文件库,用于存储路网文件;

动态区域划分方案管理模块,用于加载路网文件,依据路网文件和时间段生成相应的所述区域划分方案;

区域划分方案库,用于存储由多个区域划分方案构成的区域划分方案序列。

3. 根据权利要求 2 所述的分布式交通仿真系统,其特征在于,所述 N 个时间段包括:早高峰起点至早高峰中点的时间段;早高峰中点至早高峰终点的时间段;早高峰终点至晚高峰起点的时间段;晚高峰起点至晚高峰中点的时间段;以及晚高峰中点至晚高峰终点的时间段。

4. 根据权利要求 1 所述的分布式交通仿真系统,其特征在于,所述区域协调服务器包括:

路网和区域划分方案加载模块,用于:①从路网文件库加载路网文件,根据该路网文件生成包含全部区域的全区域路网模型;②从区域划分文件库加载区域划分方案序列,依据区域划分方案,从所述全区域路网模型中复制出全部的区域路网模型;③为第 n 个时间段内的第 m 个区域生成用于描述区域间连接关系的虚拟口岸;④针对每一次区域切换,为每一台仿真服务器生成新增子区域和新减子区域;

区域人口进出协调模块,用于:①接收各仿真服务器发送的离开仿真区域的第一路网人车数据;②按人车即将进入区域整理接收到的所述第一路网人车数据;③向各仿真服务器发送整理后的进入相应仿真区域的所述第一路网人车数据;

区域模型切换协调模块,用于:在区域切换时,①接收各仿真服务器发送的其即将去除子区域,即新减子区域的第二路网人车数据;②按各仿真服务器即将新增子区域整理接收到的所述第二路网人车数据;③向各仿真服务器发送相应新增子区域的第二路网人车数据;

仿真结果统计模块,用于:①从各区域仿真服务器获得仿真数据,统计仿真结果;②向用户展现仿真结果。

5. 根据权利要求 5 所述的分布式交通仿真系统,其特征在于,所述区域协调服务器还包括:

仿真控制模块,用于执行:①仿真准备;②启动仿真;③暂停仿真;④终止仿真;

服务器通信配置模块,用于配置区域协调服务器和各仿真服务器的名称、编号、IP 地

址、端口信息。

6. 根据权利要求 1 所述的分布式交通仿真系统，其特征在于，所述区域仿真服务器包括：

区域路网信息加载模块，用于：①从区域协调服务器接收本服务器所辖区域的区域路网模型序列；②从区域协调服务器接收本服务器所辖区域的虚拟口岸信息；③从区域协调服务器接收本服务器的每一次区域切换的新增子区域和新减子区域；

区域仿真模块，用于：①对所述区域路网模型序列进行仿真并实时统计仿真结果；②将区域仿真结果发送到区域协调服务器；

区域切换模块，用于：在区域切换时，①向区域协调服务器发送其即将去除的子区域，即新减子区域的路网人车数据；②接收区域协调服务器发送的本服务器即将新增子区域的路网人车数据；

区域人车进出管理模块，用于：①向区域协调服务器发送即将通过虚拟口岸离开本区域的人车数据；②接收区域协调服务器发送的通过虚拟口岸进入本区域的人车数据。

7. 一种分布式交通仿真方法，其特征在于，包括：

步骤 A，区域划分服务器依据时间段和存储的路网文件生成对应不同时间段的区域划分方案序列；

步骤 B，区域协调服务器根据所述路网文件生成全路网模型，对所述 N 个时间段中的每一个时间段，将所述全路网模型由该时间段对应的区域划分方案进行分解，生成 M 个区域路网模型，并将该区域路网模型分发至相应的区域仿真服务器；

步骤 C，区域仿真服务器群中的第 m 台仿真服务器，对于所述 N 个时间段中的第 n 个时间段，根据该时间段的所辖区域的区域路网模型进行交通仿真，所述 m = 1, 2, ……, M，所述 n = 1, 2, ……, N。

8. 根据权利要求 7 所述的分布式交通仿真方法，其特征在于，所述步骤 A 包括：

步骤 A1，区域划分服务器读取路网文件；

步骤 A2，区域划分服务器生成人车数据和 OD 矩阵；

步骤 A3，将整个时间段划分为 N 个时间段，预估这 N 个时间段的人车在路网的分布，依据人车分布和出行方案给出 N 种区域划分方案，并由多个区域划分方案构成区域划分方案序列。

9. 根据权利要求 8 所述的分布式交通仿真方法，其特征在于，所述步骤 A3 中，所述 N 个时间段包括：

早高峰起点至早高峰中点的时间段；早高峰中点至早高峰终点的时间段；早高峰终点至晚高峰起点的时间段；晚高峰起点至晚高峰中点的时间段；以及晚高峰中点至晚高峰终点的时间段。

10. 根据权利要求 7 所述的分布式交通仿真方法，其特征在于，所述步骤 B 包括：

步骤 B1，区域协调服务器读取区域划分服务器上路网文件库和区域划分方案库的路网文件和相应的区域划分方案序列；

步骤 B2，根据所述路网文件和区域划分方案序列生成区域划分方案序列模型，并将该区域路网模型分发至相应的区域仿真服务器。

11. 根据权利要求 8 所述的分布式交通仿真方法，其特征在于，所述步骤 C 包括：

步骤 C0, 区域协调服务器和第 m 台仿真服务器进行仿真准备；

步骤 C1, 区域协调服务器向各仿真服务器发出启动仿真信号；

步骤 C2, 各仿真服务器同时向前完成单周期仿真运算；

步骤 C3, 区域协调服务器向第 m 个仿真服务器, 分发跨越到该服务器所仿真区域的人车数据和出行方案；

步骤 C4, 第 m 个仿真服务器依据接收到的人车跨越数据更新区域仿真模型 m ；

步骤 C5, 区域协调服务器判断是否到达区域切换时间点, 如果没有达到区域切换时间点, 则跳转到步骤 C7；

步骤 C6, 进行区域切换协调, 跳转至步骤 C2；

步骤 C7, 区域协调服务器判断是否达到仿真结束条件, 如果没有达到仿真结束条件, 则跳转到步骤 C2, 进行下一个时钟周期的仿真；

步骤 C8, 统计仿真结果, 显示输出, 交通仿真结束。

12. 根据权利要求 11 所述的分布式交通仿真方法, 其特征在于, 所述步骤 C0 包括：

步骤 C0a, 对比第 n 个时间段内的第 m 个区域路网模型与第 $n-1$ 个时间段内的区域路网模型 m 的差异, 生成第 n 个时间段内的第 m 个区域路网模型的新增子区域模型和新减子区域模型, 将新增子区域模型和新减子区域模型编号为 m ；

步骤 C0b, 第 m 个仿真服务器从区域协调服务器按照编号顺序读取第 n 个时间段内的第 m 个区域路网模型；

步骤 C0c, 第 m 个仿真服务器从区域协调服务器按照编号顺序读取第 n 个时间段内的第 m 个新增子区域模型和第 m 个新减子区域模型；

步骤 C0d, 第 m 个仿真服务器从区域协调服务器按照编号顺序读取第 n 个时间段内的第 m 个区域路网模型的虚拟口岸信息；

步骤 C0e, 区域协调服务器和第 m 个仿真服务器将当前时间段设为时间段 1; 第 m 个仿真服务器加载时间段 1 内第 m 个区域路网模型。

13. 根据权利要求 8 所述的分布式交通仿真方法, 其特征在于, 所述步骤 C2 包括：

步骤 C2a, 各仿真服务器仿真向前推进一个时钟周期；

步骤 C2b, 各仿真服务器仿真结果实时统计；

步骤 C2c, 第 m 个仿真服务器向区域协调服务器发送人车的边界跨越数据, 该数据包括当前区域和道路、跨越的虚拟口岸。

14. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 C6 包括：

步骤 C6a, 设当前时间段为第 n 个时间段, 仿真服务器 m 向区域协调服务器发送第 $n+1$ 个时间段的新减子区域模型 m 内的人车信息；

步骤 C6b, 设当前时间段为第 n 个时间段, 区域协调服务器按照第 $n+1$ 个时间段的新增子区域模型 m 分类整理接收到的新减子区域模型 m 内的人车信息；

步骤 C6c, 设当前时间段为第 n 个时间段, 区域协调服务器向仿真服务器 m 发送第 $n+1$ 个时间段的新增子区域模型 m 的人车信息；

步骤 C6d, 设当前时间段为第 n 个时间段, 仿真服务器 m 利用第 $n+1$ 个时间段的第 m 个区域仿真模型替换第 n 个时间段的区域仿真模型 m , 根据接收到的第 m 个新增子区域模型的人车信息更新区域仿真模型 m ；

步骤 C6e, 设当前时间段为第 n 个时间段, 区域协调服务器和仿真服务器 m 将当前时间段设为第 n+1 个时间段 ; 跳转至步骤 C2。

基于可变区域划分的分布式交通仿真系统及仿真方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信息技术行业模拟与仿真技术领域,尤其涉及一种基于可变区域划分的分布式交通仿真系统及仿真方法。

背景技术

[0002] 基于交通仿真的优化调度和控制被认为是优化车辆调度和信号控制方案、缓解交通拥堵的有效方法。大城市存在路网规模大、人车数量多的特点,因此通常将大区域划分为多个小区域在多台计算机上分布式并行仿真,以达到提高仿真运行速度的目的。

[0003] 目前所有的分布式交通仿真的实现技术主要有面向服务的架构 (Service Oriented Architecture,简称SOA) 和高层体系架构 (High Level Architecture,简称HLA) 两种,在区域划分上均采用固定的区域划分方式。由于大城市的潮汐交通的特点,人口在不同区域间流动,特定区域内人口数量随时间变化,特定区域交通仿真的速度随着该区域人口数量变化。

[0004] 分布式仿真的实时速度取决于实时速度最慢的仿真服务器,采用固定区域划分的分布式交通仿真方法由于不能根据区域人口变化动态调整仿真区域划分,使得计算负载无法均衡,计算资源无法充分利用,仿真速度提高有限。

发明内容

[0005] (一) 要解决的技术问题

[0006] 为解决上述的一个或多个问题,本发明提供了一种分布式交通仿真系统及仿真方法,以均衡各仿真服务器的负载,充分利用其计算资源,提高整体仿真速度。

[0007] (二) 技术方案

[0008] 根据本发明的一个方面,提供了一种分布式交通仿真系统,该分布式交通仿真系统包括:区域划分服务器,用于提供路网文件及对应 N 个时间段的区域划分方案;区域协调服务器,与所述区域划分服务器相连接,用于根据所述路网文件生成全路网模型,对所述 N 个时间段中的每一个时间段,将所述全路网模型由该时间段对应的区域划分方案进行分解,生成 M 个区域路网模型,并将该区域路网模型分发至相应的区域仿真服务器;区域仿真服务器群,由 M 台区域仿真服务器组成;该 M 台仿真服务器中的每一台仿真服务器均与所述区域协调服务器相连接,用于在所述 N 个时间段中的每一个时间段,根据该时间段的所辖区域的区域路网模型进行交通仿真。

[0009] 根据本发明的另一个方面,提供了一种分布式交通仿真方法。该分布式仿真方法包括:步骤 A,区域划分服务器生成对应不同时间段的区域划分方案序列,存储该区域划分方案序列及路网文件;步骤 B,区域协调服务器根据所述路网文件生成全路网模型,对所述 N 个时间段中的每一个时间段,将所述全路网模型由该时间段对应的区域划分方案进行分解,生成 M 个区域路网模型,并将该区域路网模型分发至相应的区域仿真服务器;步骤 C,区域仿真服务器群中的第 m 台仿真服务器,对于所述 N 个时间段中的第 n 个时间段,根据

该时间段的所辖区域的区域路网模型进行交通仿真,所述 $m = 1, 2, \dots, M$, 所述 $n = 1, 2, \dots, N$ 。

[0010] (三) 有益效果

[0011] 综上所述,本发明基于可变区域划分的分布式交通仿真系统及仿真方法具有以下有益效果:

[0012] (1) 相对于现有方法,采用可变区域划分方法,让区域划分适应人口潮汐流动而变动,避免了人口潮汐流动造成的仿真服务器负载不平衡问题,提高了分布式仿真运行速度;

[0013] (2) 提高了仿真速度之后,将使得基于仿真的大城市交通优化调度与控制成为可能。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明实施例分布式交通仿真系统的架构示意图;

[0015] 图 2 为本发明实施例分布式交通仿真方法的实现流程图;

[0016] 图 3 为本发明实施例分布式交通仿真方法的数据流程图;

[0017] 图 4 为对本发明实施例分布式交通仿真方法进行验证试验时采用的路网图;

[0018] 图 5 为对本发明实施例分布式交通仿真方法进行验证试验时对路网按时段的区域分解图。

具体实施方式

[0019] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。虽然本文可提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于所述值。

[0020] 本发明中,按照将一个长的时间段划分为多个连续的短时间段,在短时间段内人车在路网上分布的变化比总的时间段内人车分布变化小得多。在每个短时间段内,依据人车分布规律采用一种区域划分方案,减小区域间人车数在时间段上的变化,达到平衡各仿真服务器负载的目的。

[0021] 在本发明的一个示例性实施例中,提供了一种基于可变区域划分的分布式交通仿真系统。图 1 为本发明实施例分布式交通仿真系统架构示意图。如图 1 所示,本实施例基于可变区域划分的分布式交通仿真系统分为三大部分:区域划分服务器 1、区域协调服务器 2 和区域仿真服务器群 3;其中区域划分服务器 1 含有路网文件库 101、动态区域划分方案管理模块 102 和区域划分方案库 103;区域协调服务器 2 包括服务器通信配置模块 201、路网和区域划分方案加载模块 202、仿真控制模块 203、区域人口进出协调模块 204、区域模型切换协调模块 205 以及仿真结果统计模块 206;区域仿真服务器群层 3 由多台区域仿真服务器 301 组成,每台区域仿真服务器 301 包含区域路网信息加载模块 30101、区域仿真模块 30102、区域切换模块 30103 和区域人车进出管理模块 30104。

[0022] 结合图 1,基于可变区域路网的分布式交通仿真系统各模块实现细节及模块间关系如下:

[0023] 区域划分服务器 1 中的路网文件库 101 存储路网文件。

[0024] 区域划分服务器 1 中的区域划分方案库 103 存储大规模路网的区域划分方案序列(包含多个连续时间段信息和对应的区域划分方案信息)。

[0025] 区域划分服务器 1 中的动态区域划分方案管理模块 102 负责加载路网文件,依据路网文件和时间段生成区域划分方案序列。对于全天交通仿真,按照早高峰起点、早高峰中点、早高峰中点、晚高峰起点、晚高峰中点、晚高峰重点将全天划分为 6 个时间段,每个时间段采用一种区域划分方案。

[0026] 区域协调服务器 2 中的路网和区域划分方案加载模块 202 负责:①从路网文件库 101 和区域划分方案库 103 读取路网和区域划分文件;②生成区域划分方案序列,由在时间段上连续的区域划分方案构成;每一个区域划分方案由时间段信息和构成完整路网的多个区域模型组成;③为每一个区域划分方案生成所有区域的虚拟口岸,描述区域间连接信息;每一个虚拟口岸含有连接的区域和道路信息,人车在虚拟口岸实现区域跨越;④针对每一次区域切换,为每一台仿真服务器生成新增子区域和新减子区域,以备区域切换协调使用。

[0027] 区域协调服务器 2 中的区域人口进出协调模块 204 负责:①接收各仿真服务器 301 发送的离开仿真区域的人车数据;②按人车即将进入区域整理接收到的人车数据;③向各仿真服务器 301 发送进入相应仿真区域的人车数据。

[0028] 区域协调服务器 2 中的区域模型切换协调模块 205 负责:在区域切换时,①接收各仿真服务器 301 发送的其即将去除的子区域的路网人车数据;②按各仿真服务器 301 即将新增子区域整理接收到的路网人车数据;③向各仿真服务器 301 发送相应新增子区域的路网人车数据。

[0029] 区域协调服务器 2 中的服务器通信配置模块 201 配置区域协调服务器 2 和各仿真服务器 301 的名称、编号、IP 地址、端口等信息,以备区域协调服务器 2 与仿真服务器 301 之间的通信时使用。

[0030] 区域协调服务器 2 中的仿真控制模块 203 负责:①仿真准备;②启动仿真;③暂停仿真;④终止仿真。

[0031] 区域协调服务器 2 中的仿真结果统计模块 206 负责:①统计仿真结果,计算指标;②以表格、图形等形式向用户展现仿真结果。

[0032] 区域仿真服务器 301 中的区域路网信息加载模块 30101 负责:①从区域协调服务器 2 接收本服务器区域路网模型序列;由多个连续的时间段和时间段对应的区域路网模型构成;②从区域协调服务器 2 接收本服务器负责的每个仿真区域的虚拟口岸信息;③从区域协调服务器 2 接收本服务器的每一次区域切换的新增子区域和新减子区域。

[0033] 区域仿真服务器 301 中的区域仿真模块 30102 负责:①仿真区域交通模型并实时统计仿真结果;②将区域仿真结果发送到区域协调服务器 2。

[0034] 区域仿真服务器 301 中的区域切换模块 30103 负责:在区域切换时,①向区域协调服务器 2 发送其即将去除的子区域的路网人车数据;②接收区域协调服务器 2 发送的本服务器即将新增子区域的路网人车数据。

[0035] 区域仿真服务器 301 中的区域人车进出管理模块 30104 负责:①向区域协调服务器 2 发送即将通过虚拟口岸离开本区域的人车数据;②接收区域协调服务器 2 发送的通过虚拟口岸进入本区域的人车数据。

[0036] 图 2 为本发明实施例分布式交通仿真方法的实现流程图;图 3 为本发明实施例分

布式交通仿真方法的数据流程图。如图 2 和图 3 所示,基于可变区域划分的分布式交通仿真方法包括以下步骤:

[0037] 步骤 1、区域划分服务器(图 1 中的 1)从路网文件库(图 1 中的 101)读取大规模路网文件;

[0038] 步骤 2、区域划分服务器(图 1 中的 1)生成人车数据和 OD 矩阵;

[0039] 交通起止点调查又称为 OD 交通量调查,OD 交通量就是指起、终点间的交通出行量,“O”来源于英文 Origin,“D”来源于英文 Destination。OD 交通量调查的结果用一二维表来表示,成为 OD 矩阵。

[0040] 步骤 3、区域划分服务器(图 1 中的 1)生成区域划分方案序列。包括步骤 3_1、步骤 3_2 和步骤 3_3。

[0041] 步骤 3_1、在时间段上取早高峰起点、早高峰中点、早高峰终点、晚高峰起点、晚高峰中点、晚高峰终点共 6 个时间节点;每两个相邻时间点构成一个时间段,一共构成 6 个时间段;

[0042] 步骤 3_2、每个时间段段采用一种区域划分方案;预估这 6 个时间段的人车在路网的分布,依据人车分布给出 6 种区域划分方案;

[0043] 步骤 3_3、将时间段和对应区域划分方案组成大规模路网的区域划分方案序列,并保存到区域划分方案库(图 1 中的 103);

[0044] 步骤 4、用户从区域协调服务器(图 1 中的 2)读取区域划分服务器(图 1 中的 1)上路网文件库(图 1 中的 101)和区域划分方案库(图 1 中的 103)的路网文件和相应的区域划分方案序列文件,生成路网模型和区域划分方案序列模型;假设区域划分方案序列模型包含 N 个时间段,每个时间段内路网被分为 M 个区域;包含步骤 4_1、步骤 4_2、步骤 4_3、步骤 4_4;

[0045] 步骤 4_1、根据路网文件生成包含所有区域的大规模路网模型;

[0046] 步骤 4_2、按照时间顺序为区域划分方案序列中的时间段编号,顺序为 1,2,……,N;针对时间段 n(n = 1,2,……,N),依据其区域划分方案,从步骤 4.1 生成的大规模路网模型中复制出所有的区域路网模型,并按照复制顺序为它们编号,顺序为 1,2,……,M;

[0047] 步骤 4_3、为时间段 n(n = 1,2,3,……,N)内的第 m 个区域(1,2,……,M)生成虚拟口岸,虚拟口岸指的是相邻区域间人车跨区域所经过的虚拟路网节点;

[0048] 步骤 5、将各仿真服务器(图 1 中的 301)编号为 1,2,……,M(仿真服务器数量和路网分解区域数量相同);区域协调服务器(图 1 中的 2)和各仿真服务器(图 1 中的 301)进行仿真准备,该步骤分为步骤 5_1、步骤 5_2、步骤 5_3、步骤 5_4、步骤 5_5;

[0049] 步骤 5_1、对比时间段 n(n = 2,3,……,N)内的区域路网模型 m(m = 1,2,……,M)与时间段 n-1 内的区域路网模型 m 的差异,生成时间段 n 内的区域路网模型 m 的新增子区域模型和新减子区域模型,将新增子区域模型和新减子区域模型编号为 m;

[0050] 步骤 5_2、仿真服务器 m(m = 1,2,……,M)(图 1 中的 301)从区域协调服务器(图 1 中的 2)按照编号顺序读取时间段 n(n = 1,2,……,N)内的区域路网模型 m;

[0051] 步骤 5_3、仿真服务器 m(m = 1,2,……,M)(图 1 中的 301)从区域协调服务器(图 1 中的 2)按照编号顺序读取时间段 n(n = 2,……,N)内的新增子区域模型 m 和新

减子区域模型 m ；

[0052] 步骤 5_4、仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 从区域协调服务器 (图 1 中的 2) 按照编号顺序读取时间段 $n (n = 1, 2, \dots, N)$ 内的区域路网模型 m 的虚拟口岸信息；

[0053] 步骤 5_5、区域协调服务器 (图 1 中的 2) 和仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 将当前时间段设为时间段 1；仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 2) 加载时间段 1 内区域路网模型 m ；

[0054] 步骤 6、区域协调服务器 (图 1 中的 2) 向各仿真服务器 (图 1 中的 301) 发出启动仿真信号；

[0055] 步骤 7、各仿真服务器 (图 1 中的 301) 同时向前完成单周期仿真运算。包括步骤 7_1、步骤 7_2 和步骤 7_3；

[0056] 步骤 7_1、各仿真服务器 (图 1 中的 301) 仿真向前推进一个时钟周期。一般一个仿真周期对应实际交通中的 1 秒；

[0057] 步骤 7_2、各仿真服务器 (图 1 中的 301) 仿真结果实时统计。各仿真服务器在自身仿真向前推进一个时钟周期后，进行仿真数据的实时统计，避免集中统计造成的内存占用过大的问题；

[0058] 步骤 7_3、各仿真服务器 (图 1 中的 301) 向区域协调服务器 (图 1 中的 2) 发送人车的边界跨越数据。数据包括当前区域和道路、跨越的虚拟口岸；

[0059] 步骤 8、区域协调服务器 (图 1 中的 2) 向各仿真服务器 (图 1 中的 301) 分发跨越到该服务器所仿真区域的人车数据。

[0060] 步骤 9、各仿真服务器 (图 1 中的 301) 依据接收到的人车跨越数据更新仿真区域；

[0061] 步骤 10、区域协调服务器 (图 1 中的 2) 判断是否到达区域切换时间点。如果没有达到区域切换时间点，则跳转到步骤 12；

[0062] 步骤 11、进行区域切换协调；该步骤分为 11_1、步骤 11_2、步骤 11_3、步骤 11_4、步骤 11_5；

[0063] 步骤 11_1、设当前时间段为时间段 n ，仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 向区域协调服务器 (图 1 中的 2) 发送时间段 $n+1$ 的新减子区域模型 m 内的人车信息。

[0064] 步骤 11_2、设当前时间段为时间段 n ，区域协调服务器 (图 1 中的 2) 按照时间段 $n+1$ 的新增子区域模型 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ 分类整理接收到的新减子区域模型 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ 内的人车信息。

[0065] 步骤 11_3、设当前时间段为时间段 n ，区域协调服务器 (图 1 中的 2) 向仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 发送时间段 $n+1$ 的新增子区域模型 m 的人车信息。

[0066] 步骤 11_4、设当前时间段为时间段 n ，仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 利用时间段 $n+1$ 的区域仿真模型 m 替换时间段 n 的区域仿真模型 m ，根据接收到的新增子区域模型 m 的人车信息更新区域仿真模型 m ；

[0067] 步骤 11_5、设当前时间段为时间段 n ，区域协调服务器 (图 1 中的 2) 和仿真服务器 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ (图 1 中的 301) 将当前时间段设为时间段 $n+1$ ；跳转至步骤 7；

[0068] 步骤 12、区域协调服务器（图 1 中的 2）判断是否达到仿真结束条件。如果没有达到仿真结束条件，则跳转到步骤 7，进行下一个时钟周期的仿真；

[0069] 步骤 13、各仿真服务器（图 1 中的 301）向区域协调服务器（图 1 中的 2）发送区域仿真结果，区域协调服务器（图 1 中的 2）统计仿真结果，显示输出；

[0070] 步骤 14、退出本次交通仿真。

[0071] 为了验证给予工作流技术的分布式交通仿真的可行性，发明人采用了图 4 所示的建立仿真路网（道路总长 570 千米），时间段设置为当日 19:00 到次日 19:00。

[0072] 仿真过程中的区域划分方案如图 5 所示。通过对仿真区域的人车分布和出行方案数据进行分析，仿真过程分为六个时间段，分别是当日 19:00- 次日 6:00、6:00-7:00、7:00-8:00、8:00-9:00、9:00-17:00、17:00-18:00 和 18:00-19:00。在不同的时段，人口活动有不同的活动需求，其所在地点和需要的出行也会随之发生变化。图 5(a) - 图 5(f) 分别是这六个时段的区域划分结果，图中的虚线是区域划分的边界。从图 5 中可以看出，不同时段的区域划分有明显的不同，通过区域划分的调整，系统将仿真任务均衡地进行划分，提高仿真服务器的利用率。

[0073] 在验证过程中，采用现有的固定区域划分方法时，总耗时达到 6.4 小时，采用本发明的可变区域划分方法后，时间缩短为 3.7 小时，仿真时间显著缩短，满足了交通方案评价的需求。

[0074] 综上所述，本发明基于可变区域划分的分布式交通仿真系统及仿真方法具有以下有益效果：

[0075] (1) 相对于现有方法，采用可变区域划分方法，让区域划分适应人口潮汐流动而变动，避免了人口潮汐流动造成的仿真服务器负载不平衡问题，提高了分布式仿真运行速度；

[0076] (2) 提高了仿真速度之后，将使得基于仿真的大城市交通优化调度与控制成为可能。

[0077] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

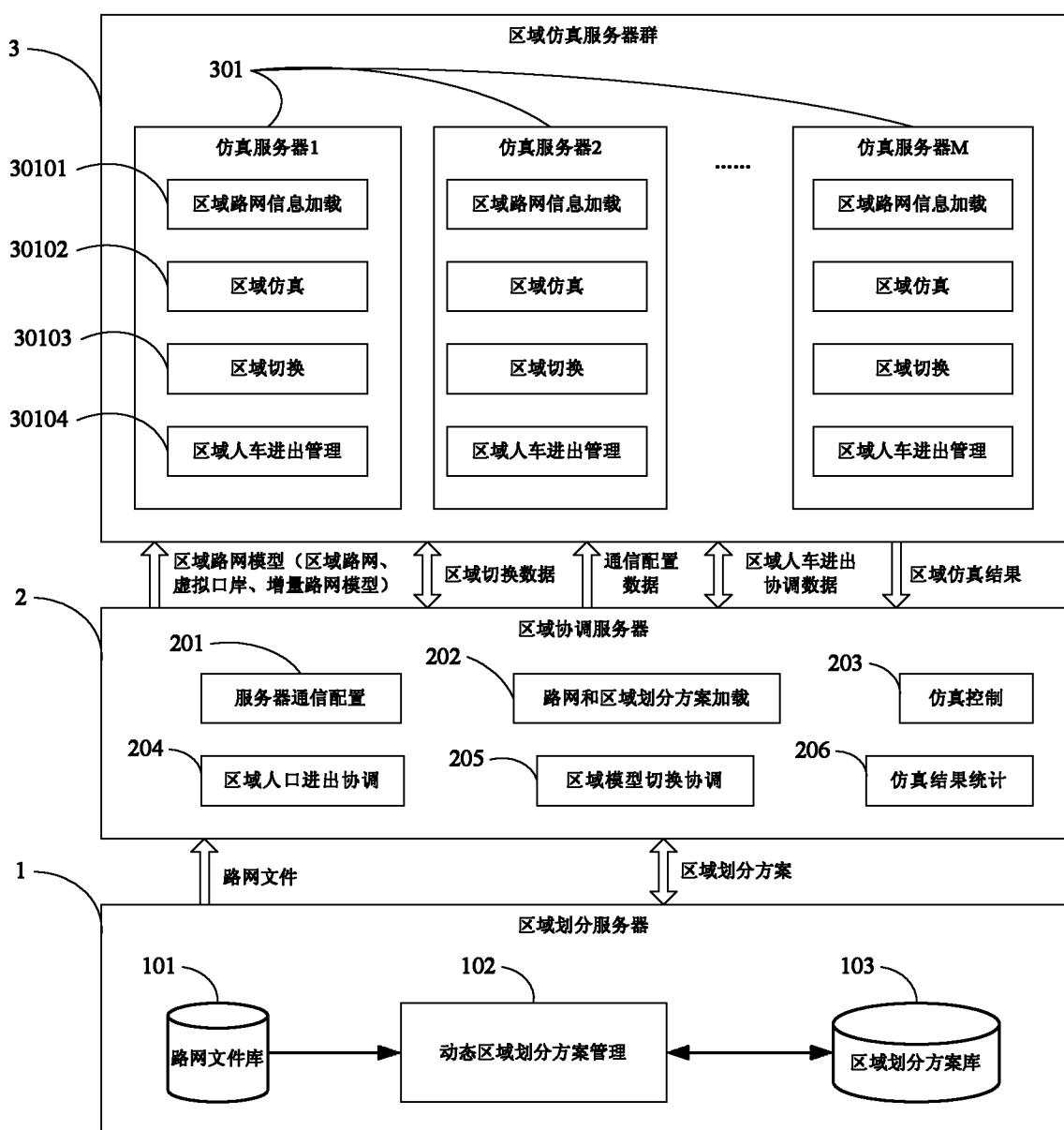


图 1

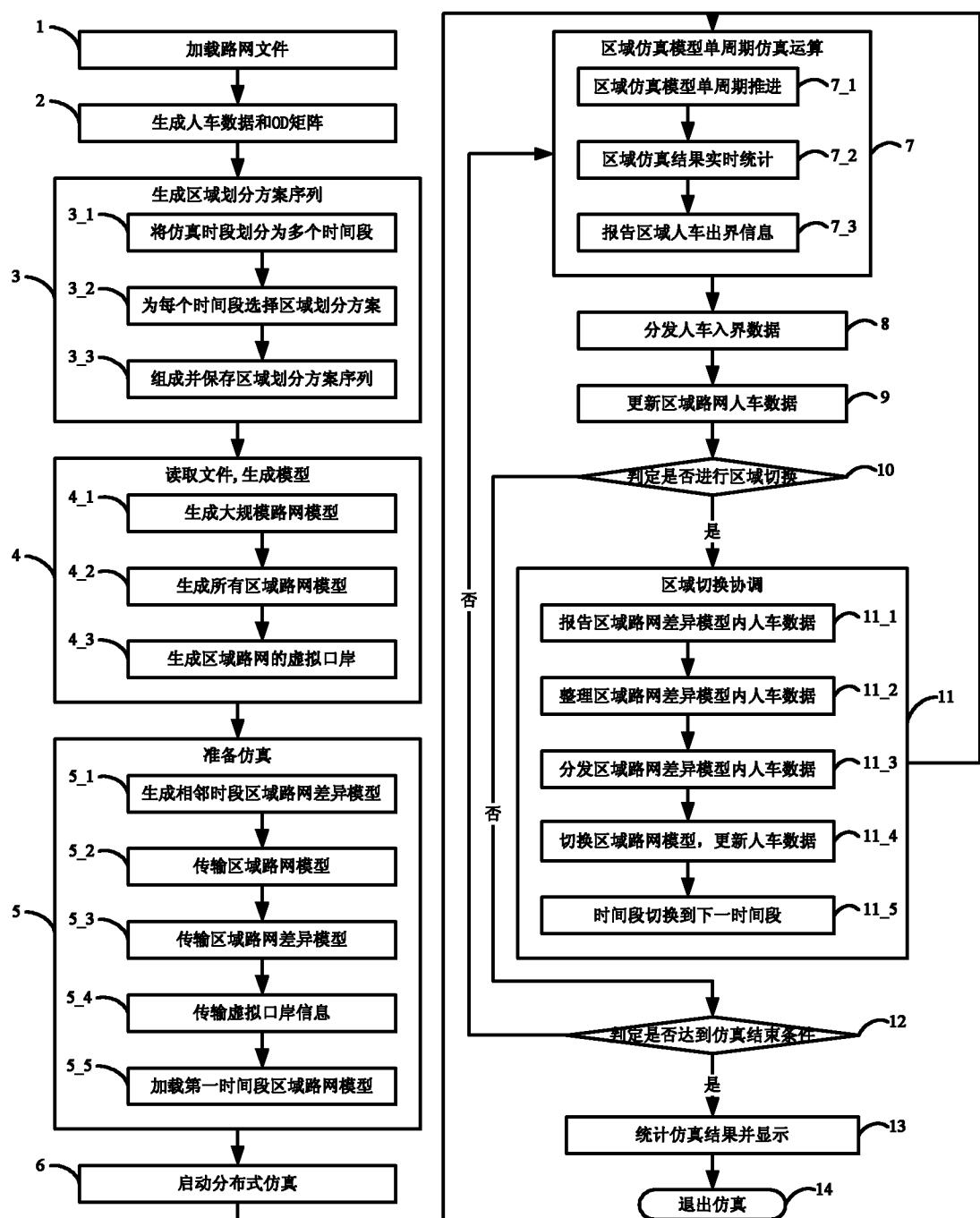


图 2

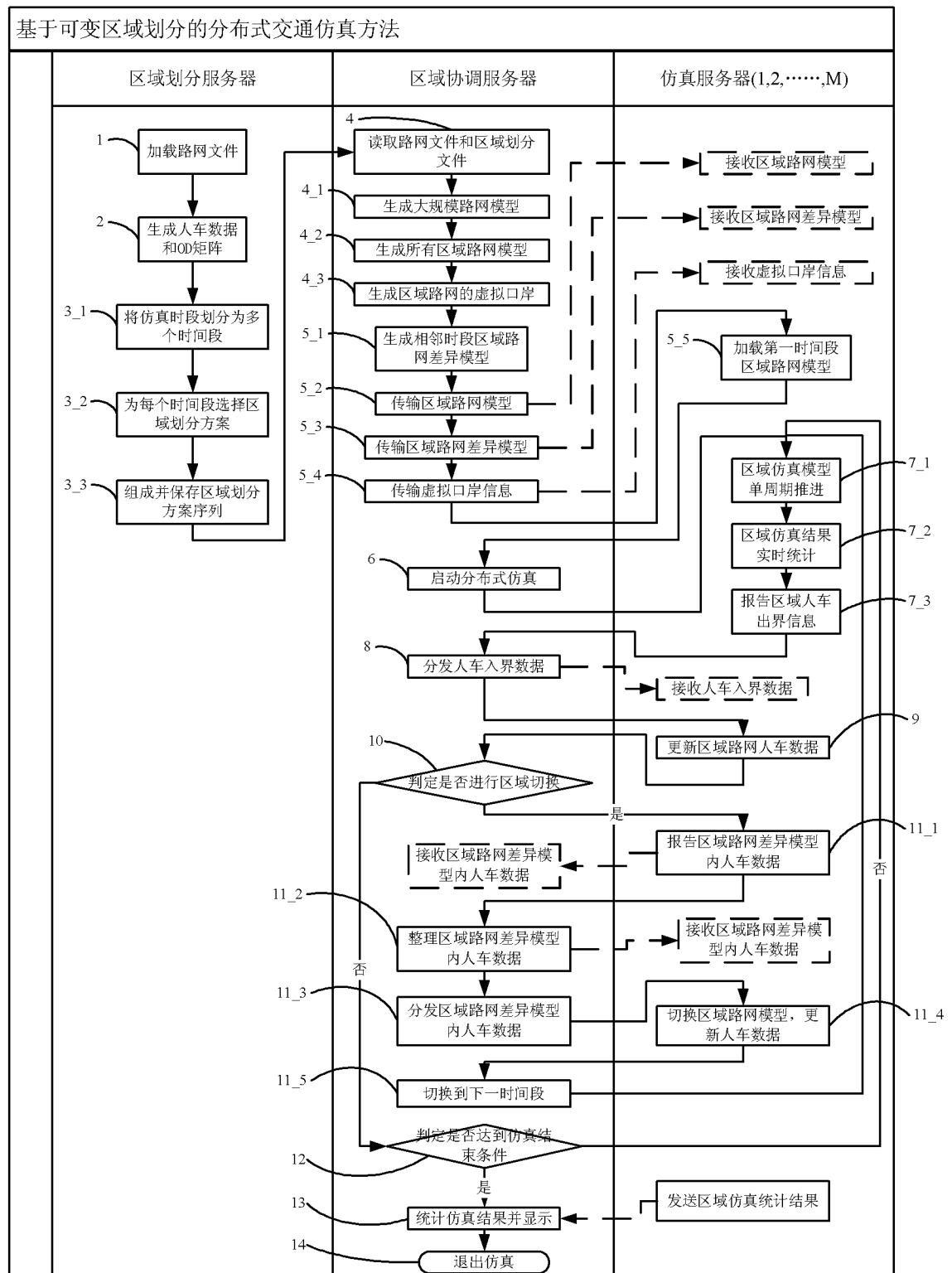


图 3

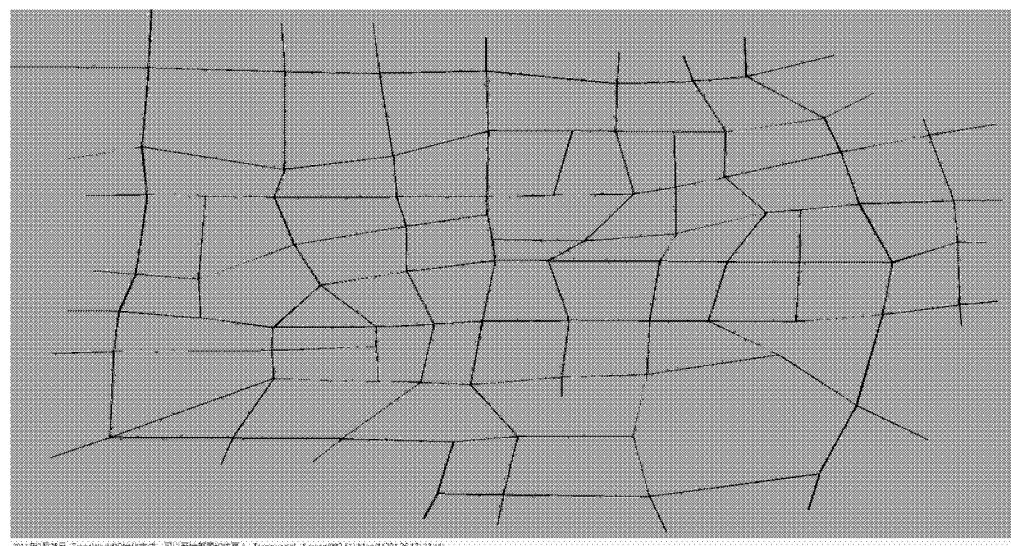


图 4

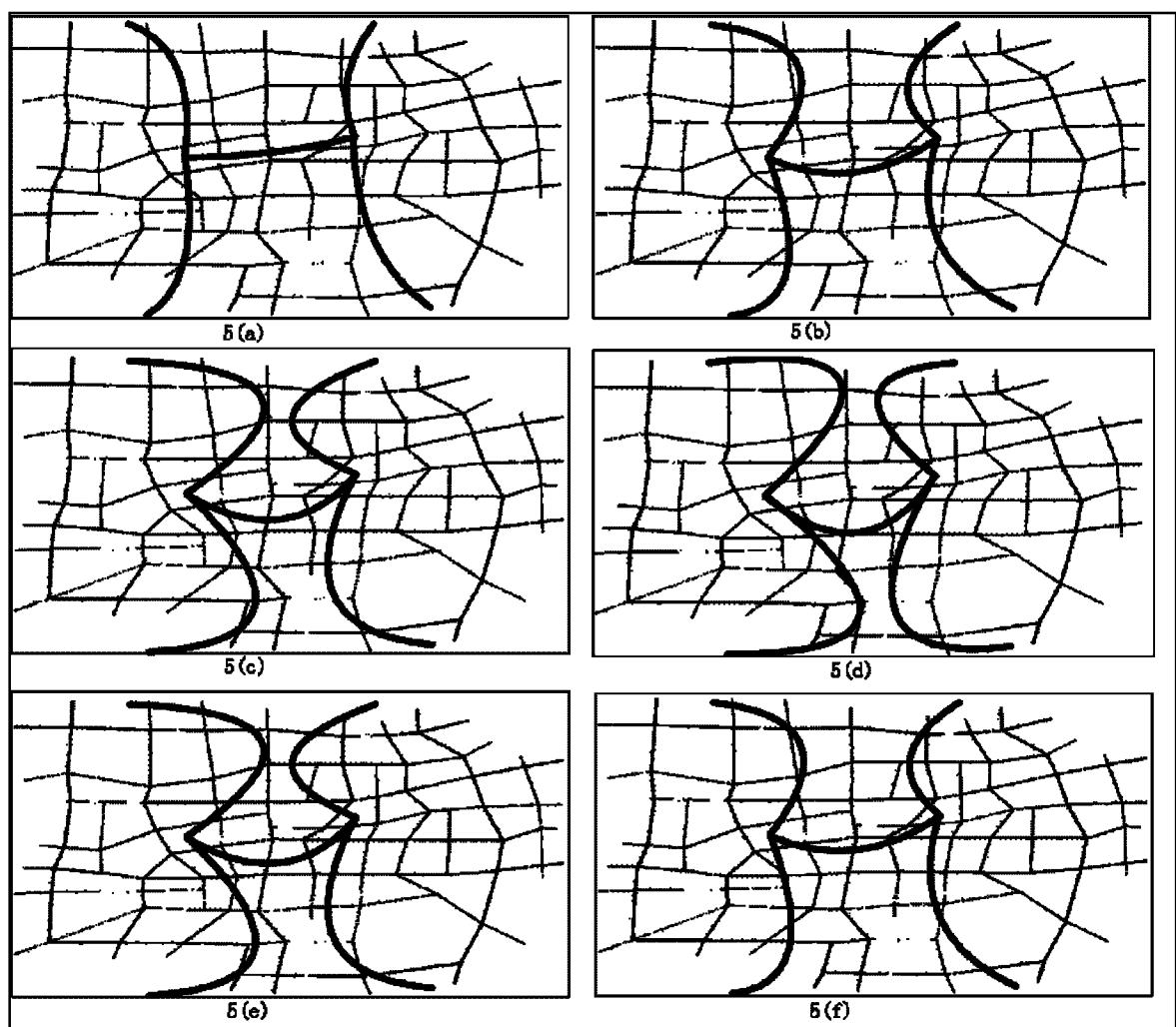


图 5