

Shift2Rail 创新计划调研研讨（第五期）

IP4：构建一站式MAAS出行

研究人员：卢恺、韩朔、高召松、王任文

2021.11.12



四大举措：源头规划引导 优化交通出行结构 科技力量赋能 能源结构转型

小客车每万人公里碳排放2.2吨，约是公共汽车的4倍，轨道交通的7倍

怎么引导大家乘坐公共交通出行呢？

融合数字技术、无缝换乘、全程主动触达、全局效益最优的Mobility as a Service(MaaS)新型出行服务，成为大城市探索实践的新潮流。





TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

S
content

目录

- 01 | IP4的背景意义
- 02 | 面向用户的功能
- 03 | 互操作性框架
- 04 | 业务分析平台
- 05 | 总结



TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

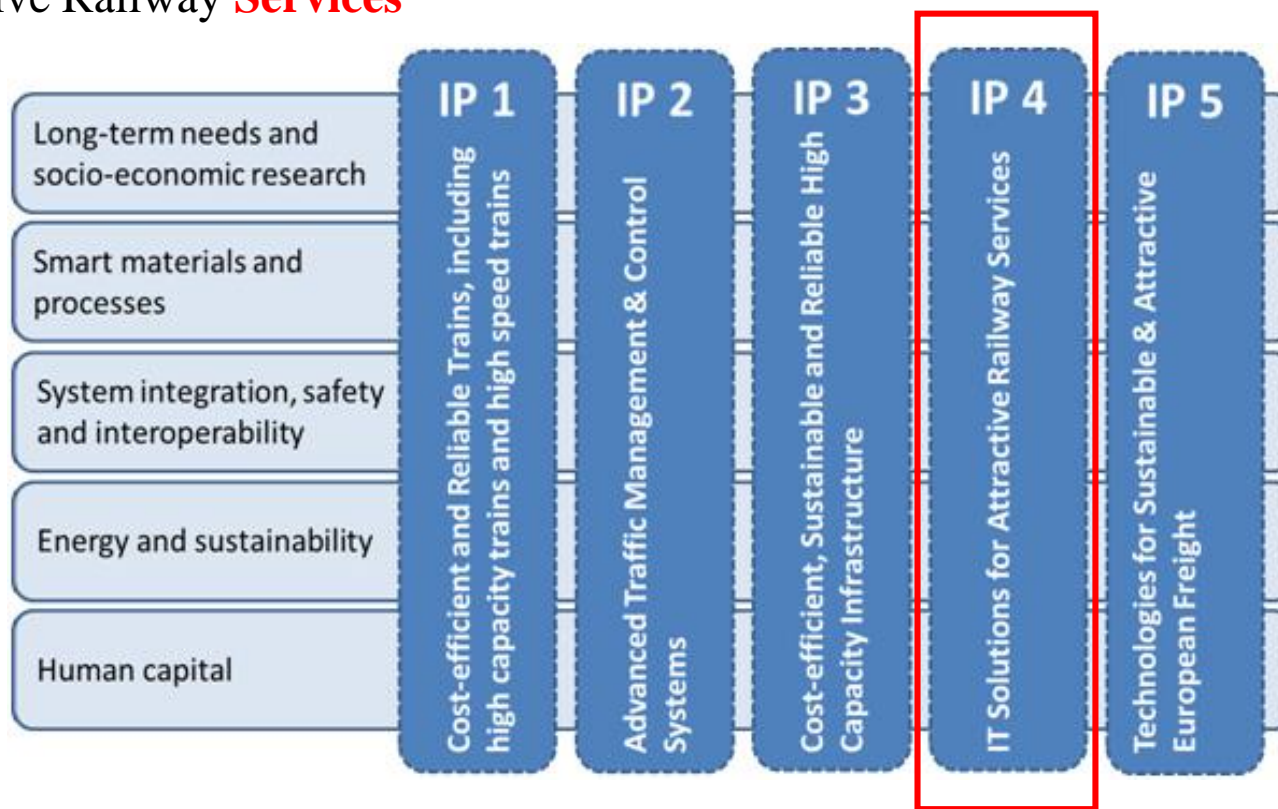
PART.01 IP4的背景及意义

Shift2Rail总体目标:

- *Specifically, the initiative aims to double the capacity of the European rail system and increase its reliability and service quality by 50 %, all while halving life-cycle costs.*
- 具体而言, 该计划旨在将欧洲铁路系统的**运量增加一倍**, 并将其**可靠性和服务质量提高 50%**, 同时将**生命周期成本减半**。

IP4研究内容

- IT **Solutions** for Attractive Railway **Services**

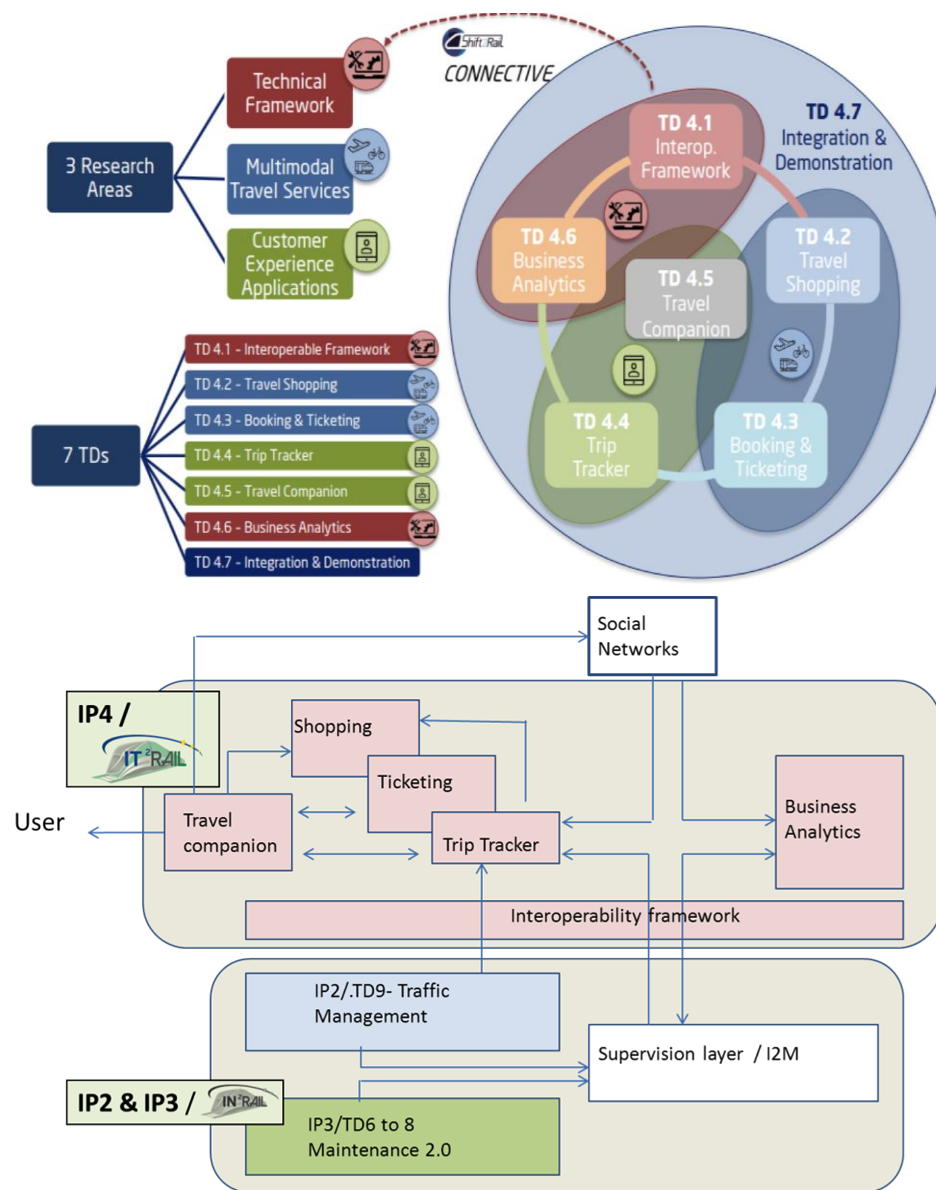
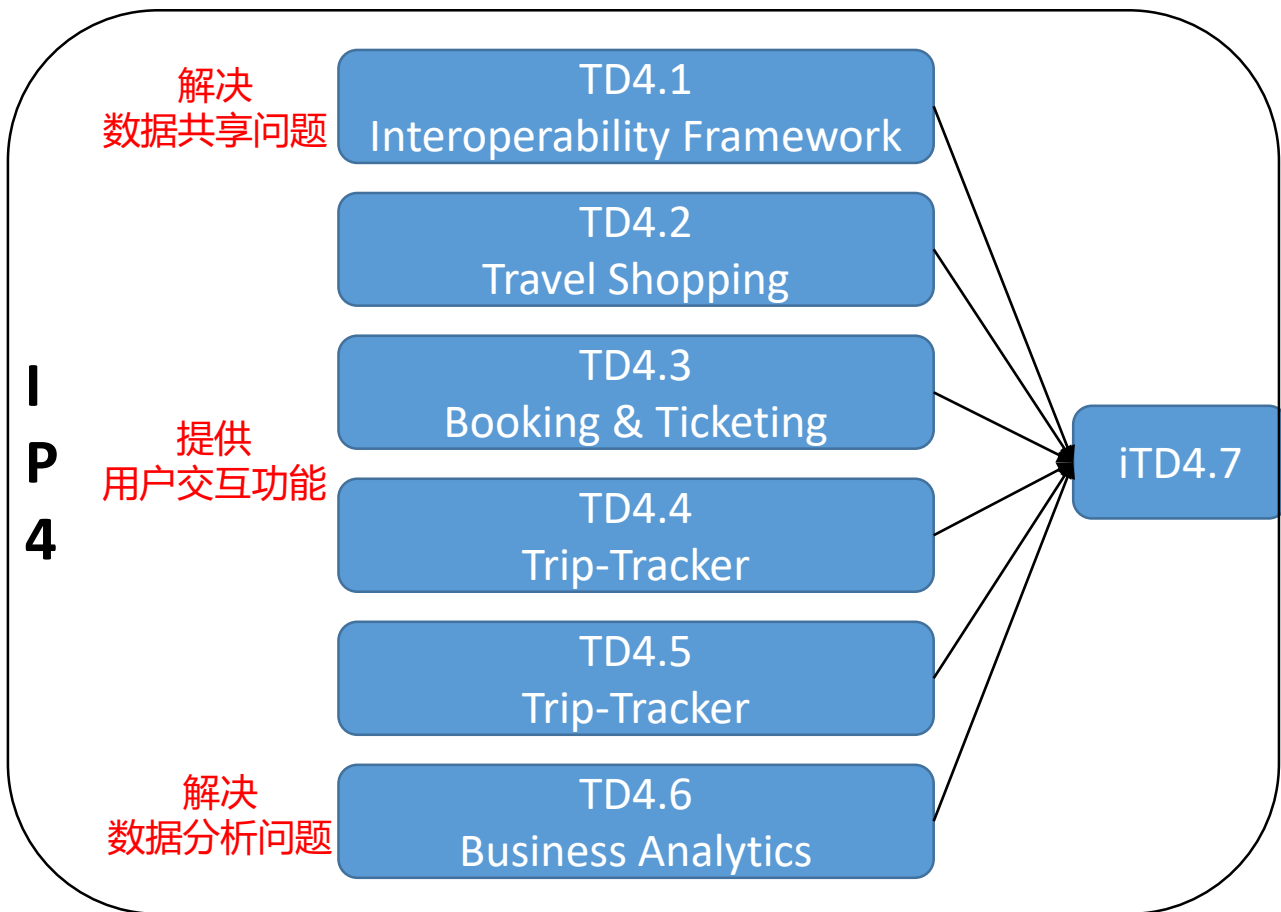


IP4目标:

- 提升乘客出行的便利性，提升轨道交通的吸引力；
- 在出行的第一和最后一公里提供完整的交通工具选择；
- 提供多种交通工具之间的联动联运；
- 建立一个开放的互联互通平台；



IP4研究内容





TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

PART.02 面向用户的功能

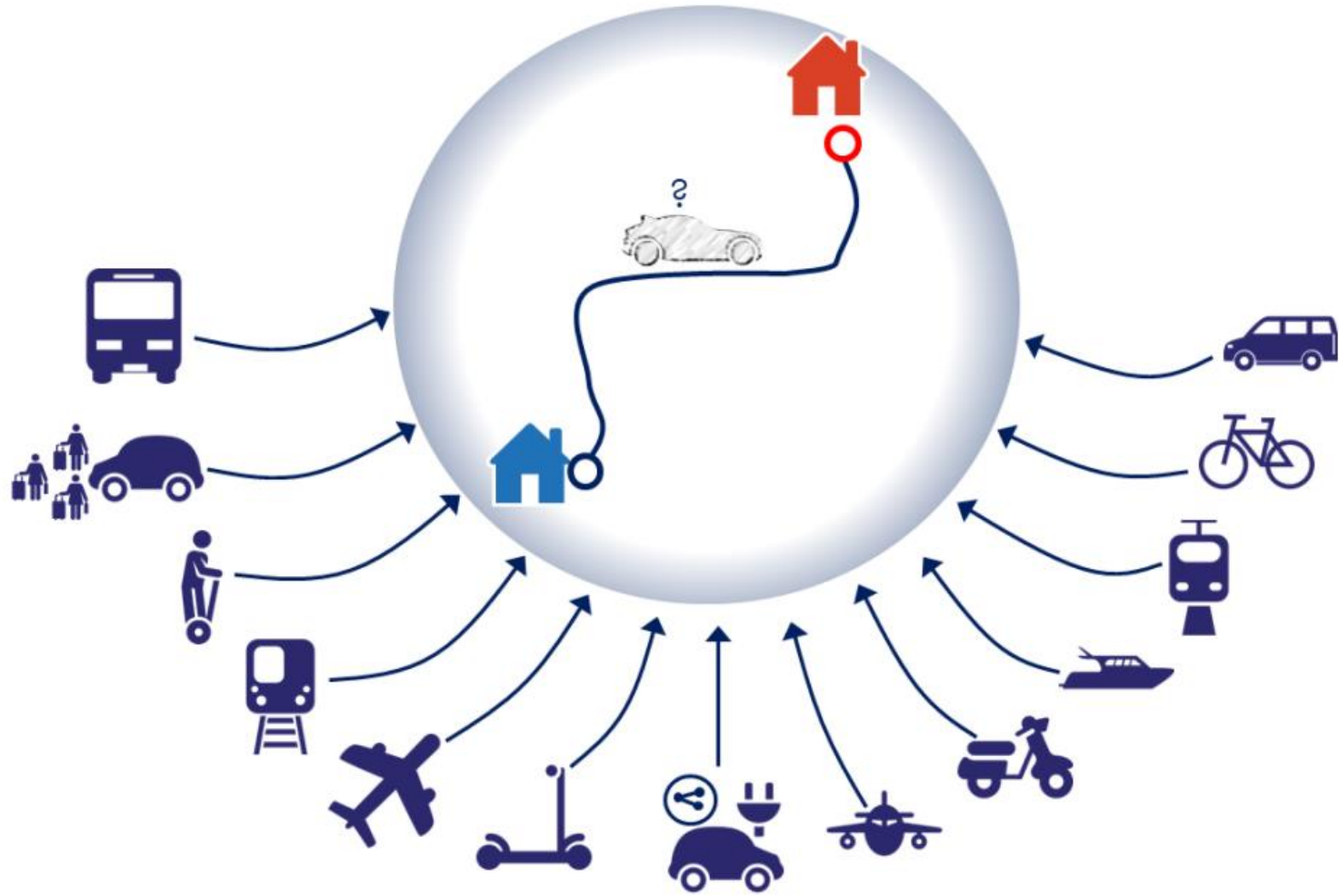


Figure 11: Door to door proposition illustration

门到门运输

----多交通方式联运

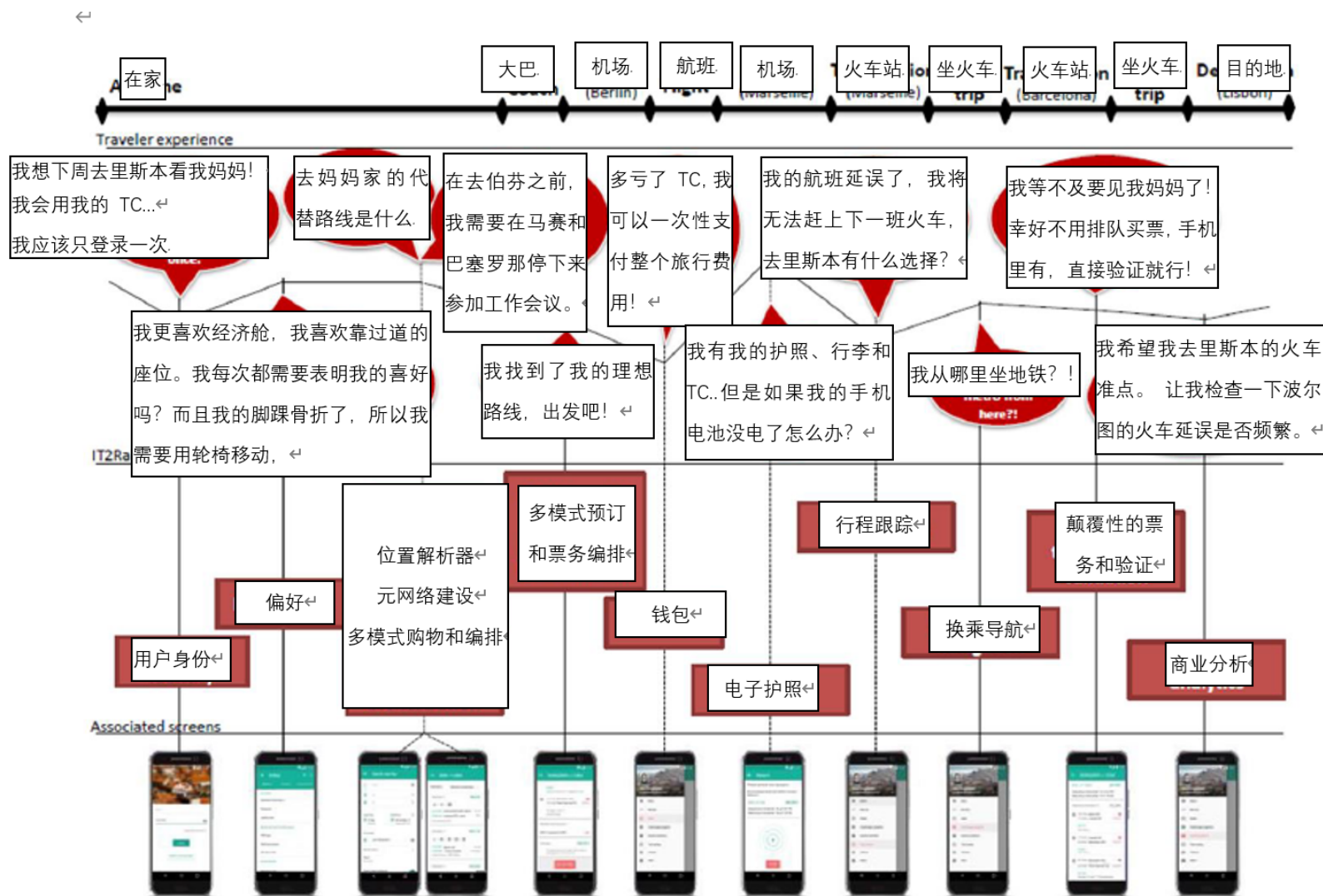
个性化的定制服务

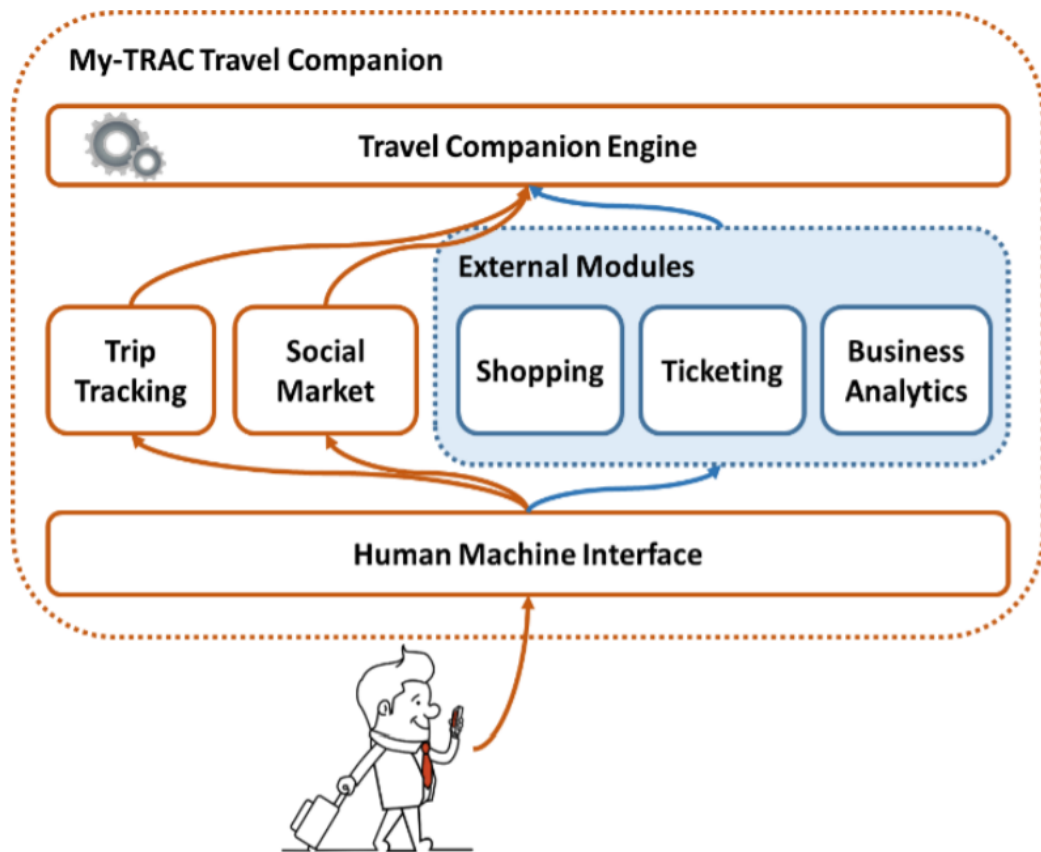
----用户偏好

----电子支付

----商业交互

界面显示与开发





以用户为中心的横向平台

基于网络的运营商界面和一个乘客Travel Companion应用程序



可以访问一系列以用户为中心的高级服务

购物、票务和业务分析功能模块以及My-Trac中的旅行跟踪与社交市场



帮助引导并实时控制管理行程

用户战略与偏好预测，提供定制化的宏观与微观建议



提升乘客旅行互动

Wi-Fi、酒店、博物馆信息以及具有相似行程的旅行者团体推荐



人机交互界面

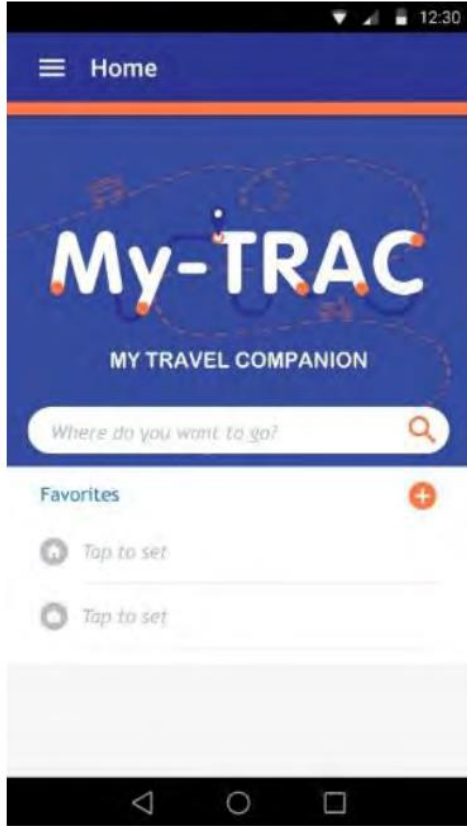
常规的访问界面与障碍伴侣（视力障碍、技术文盲）



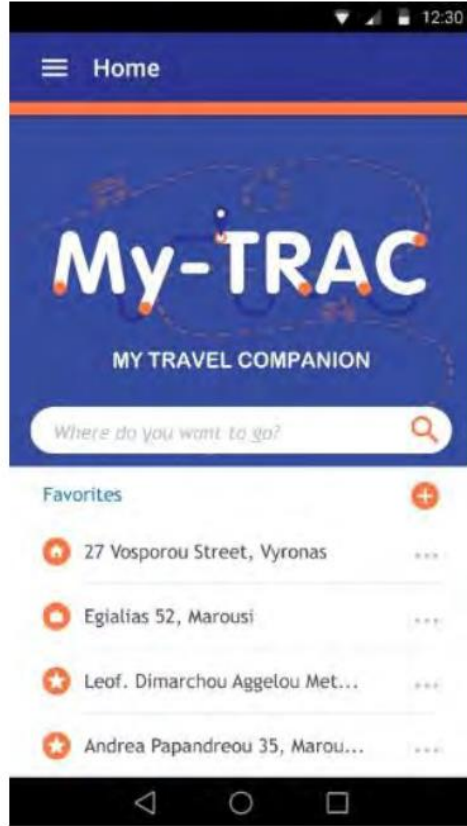
面向运营商的基于网络的界面

检索乘客行为分析的实时和历史数据

1) 交通方式比选推荐



Main screen



Main screen with favorites

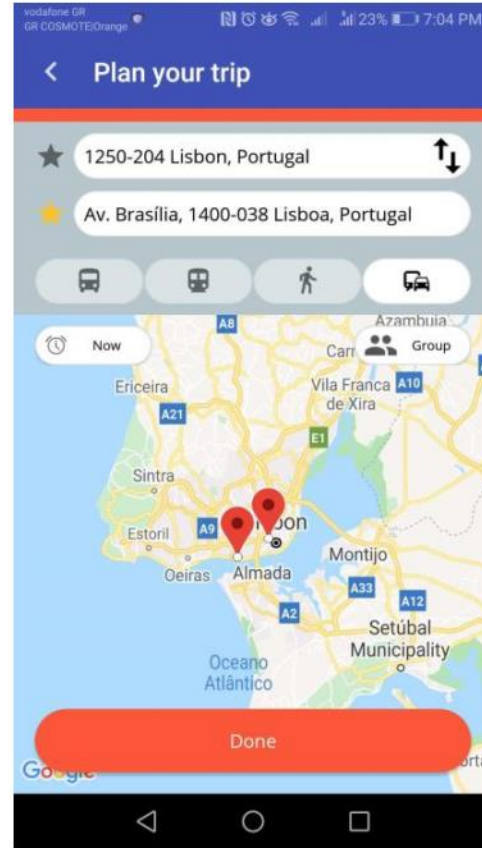


Figure 6: Screenshot of planning a route (v3.1)

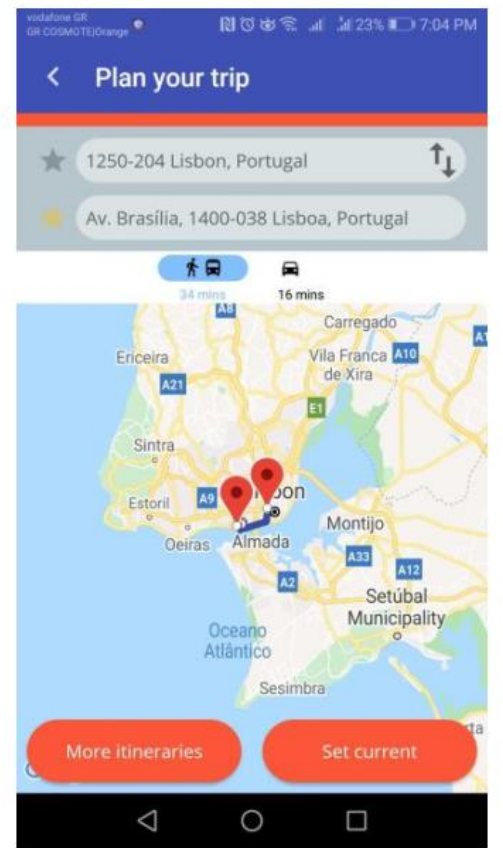


Figure 7: Results of mode choice (v3.1)

1) 交通方式比选推荐

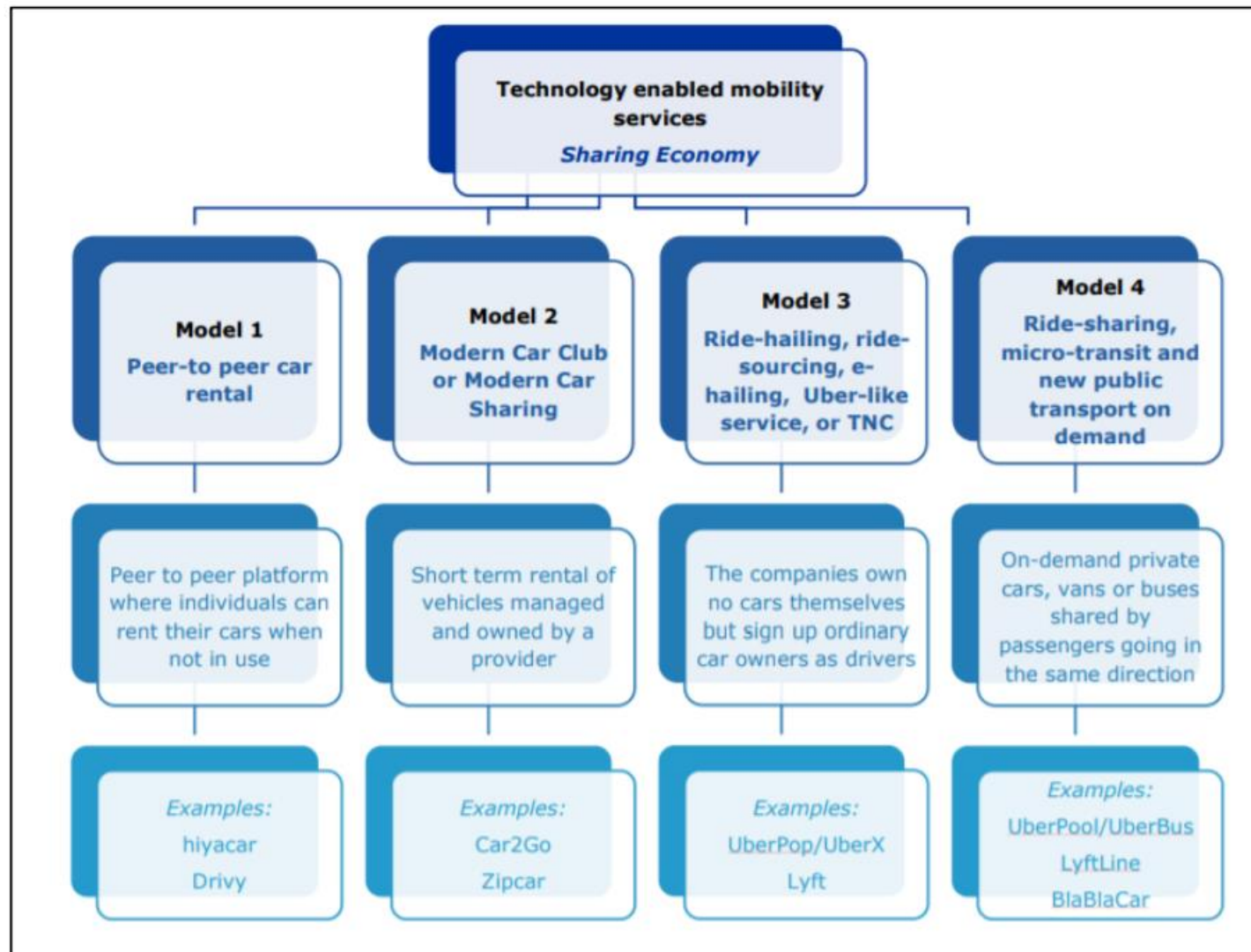


Figure 2: Adapted from Santos (2019)

1) 交通方式比选推荐

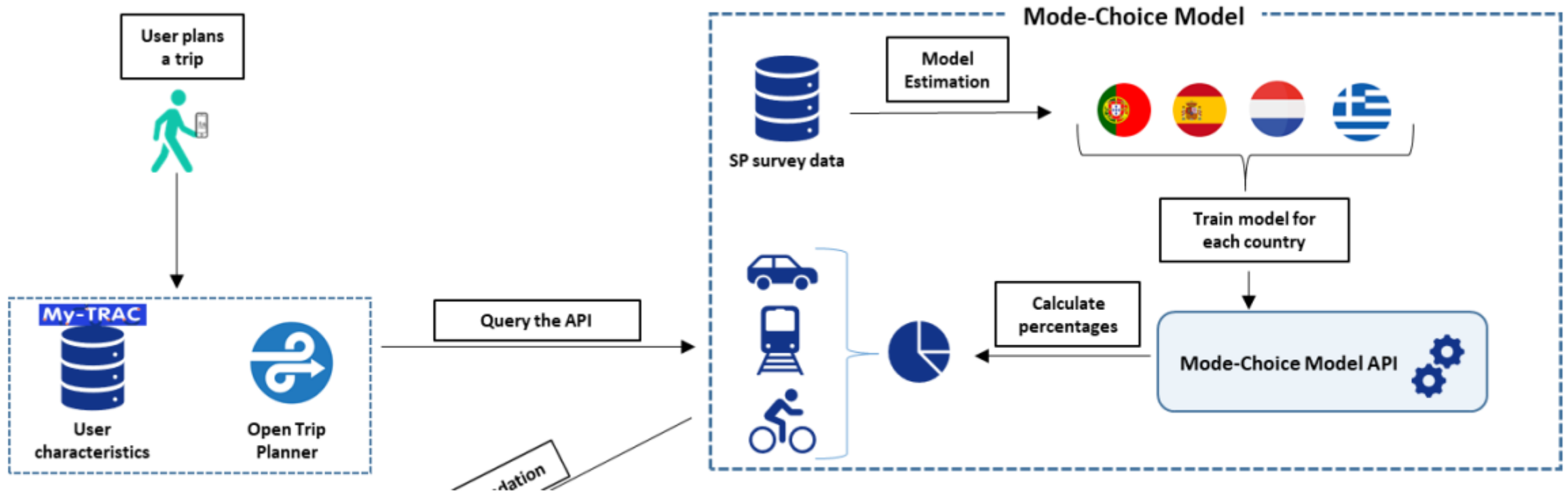


Figure 18: Mode-Choice Model flowchart

2) 基于偏好的推荐

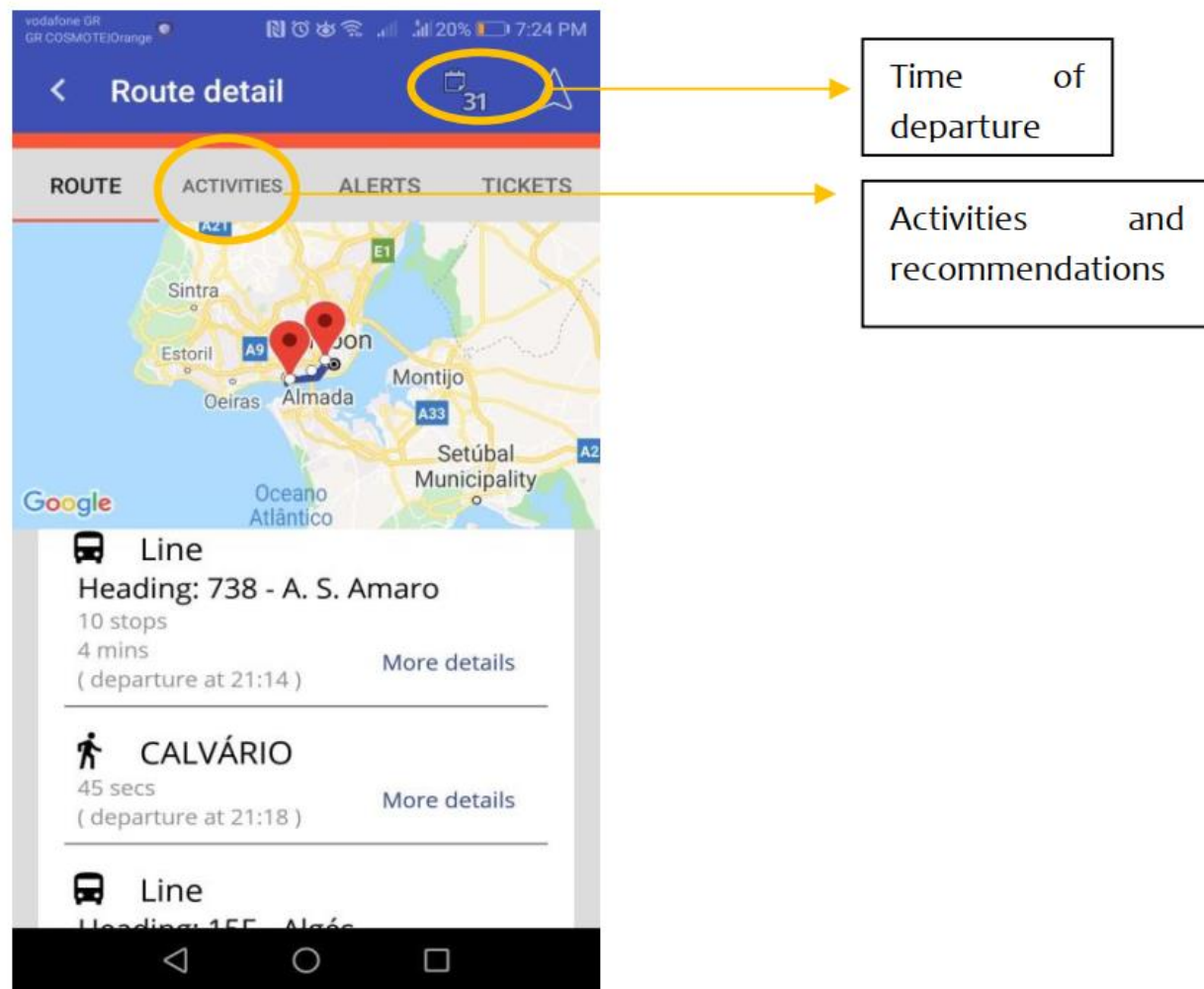


Figure 8: Example of an itinerary of PT (v3.1), time of departure and activity icons

2) 基于偏好的推荐

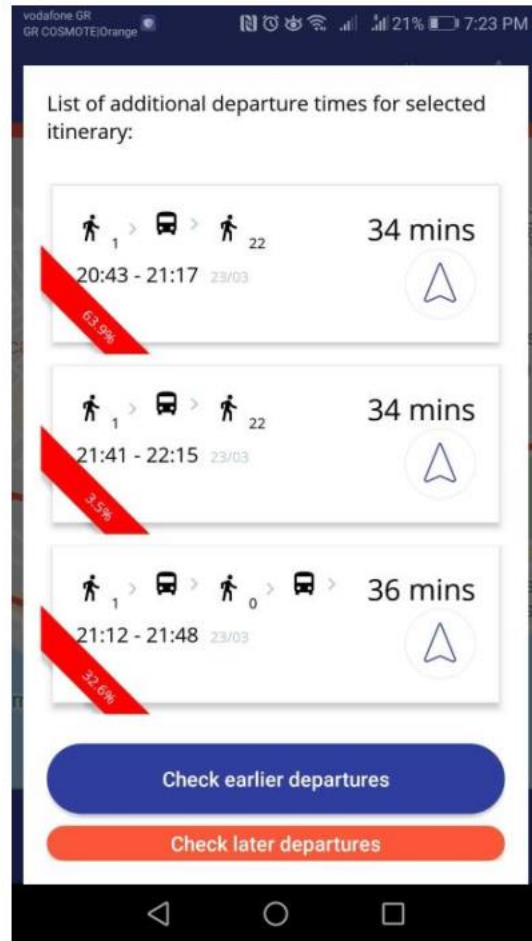


Figure 9: Results of time of departure model (v3.1)

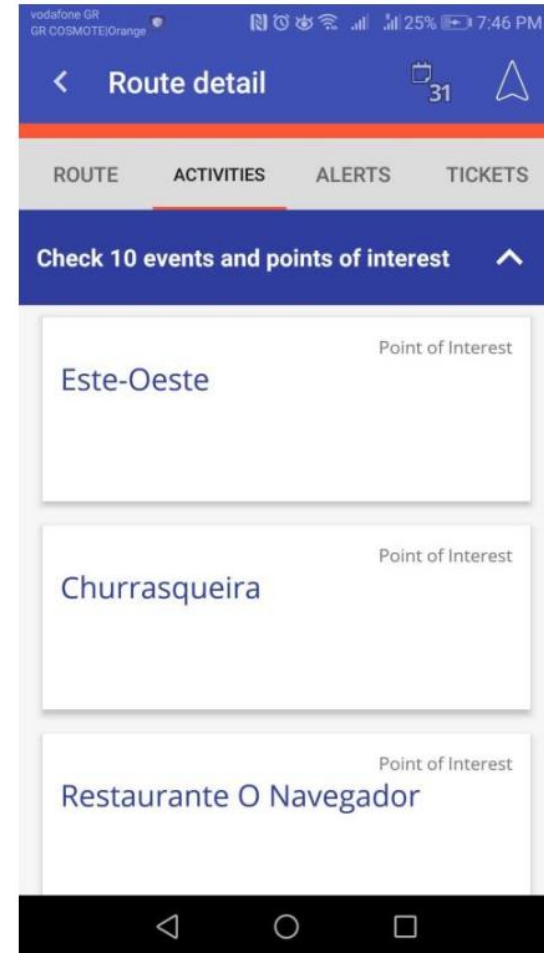


Figure 11: Details for the events and POIs (v3.1)

2) 基于偏好的推荐

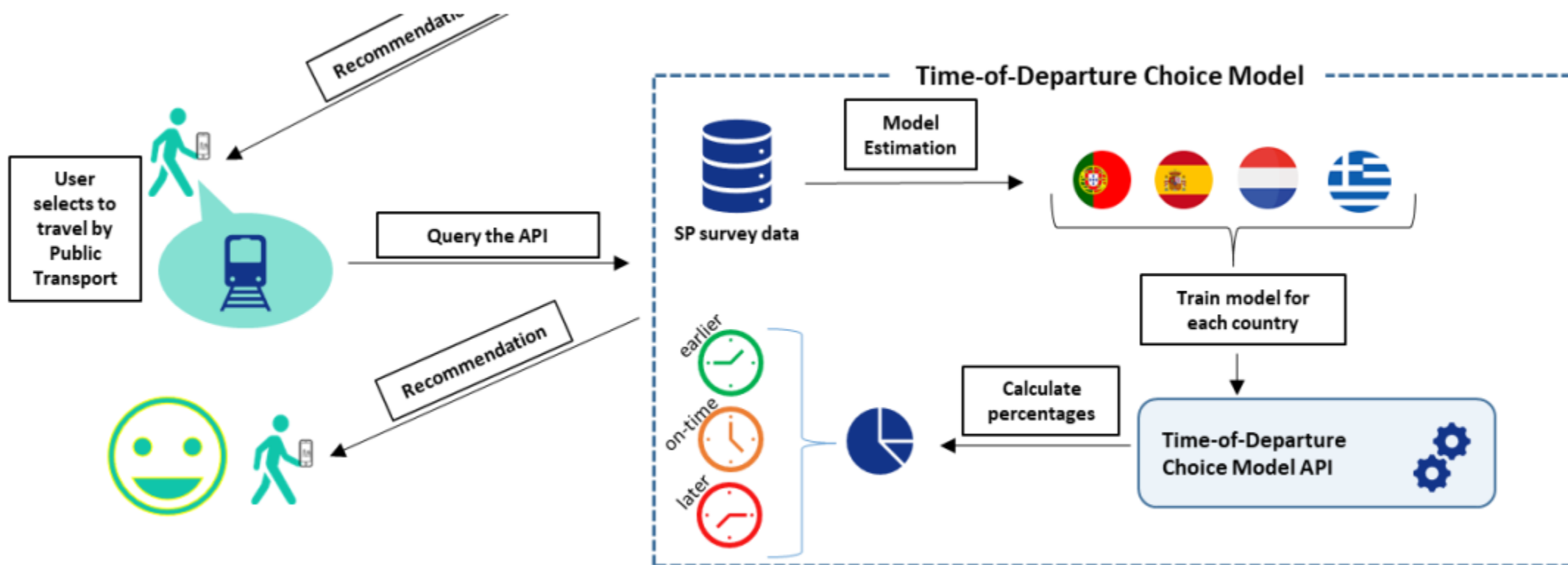


Figure 19: Time-of-Departure Model flowchart

2) 基于偏好的推荐

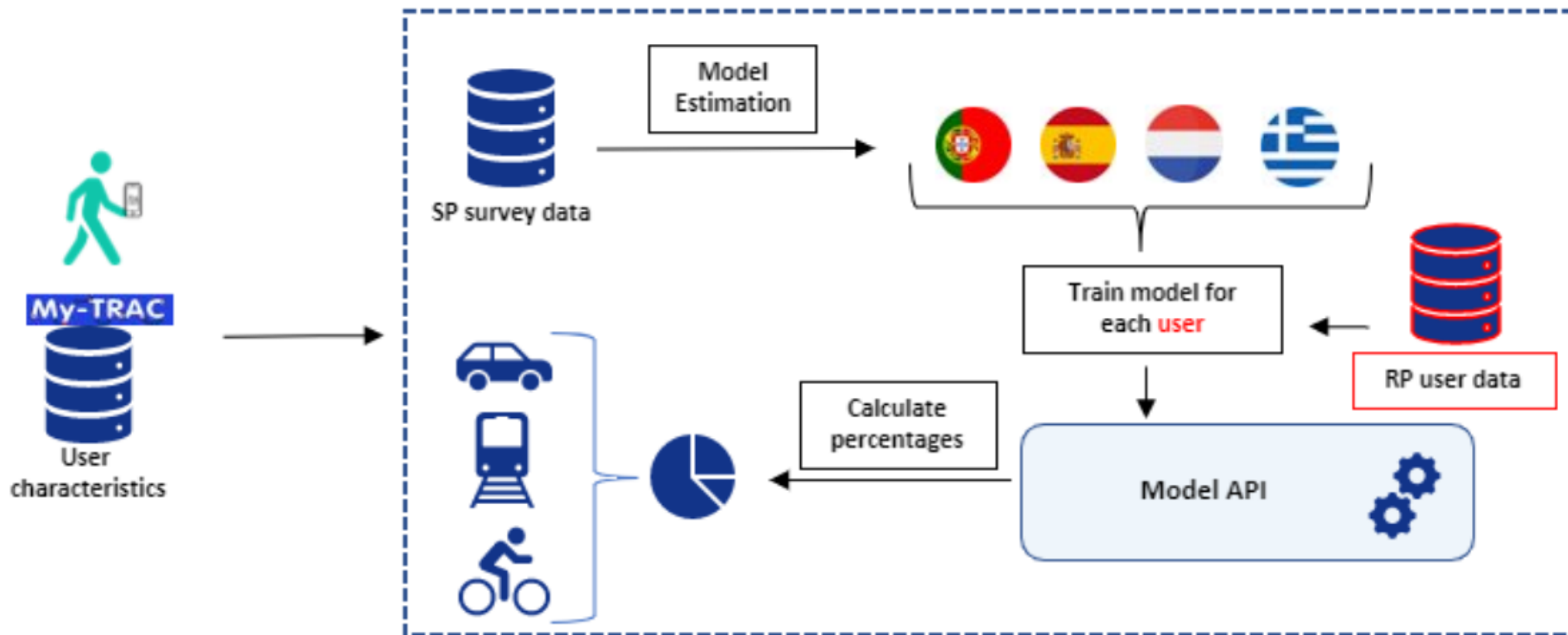


Figure 22: The new paradigm of My-TRAC that utilizes both SP and RP data

2) 基于偏好的推荐

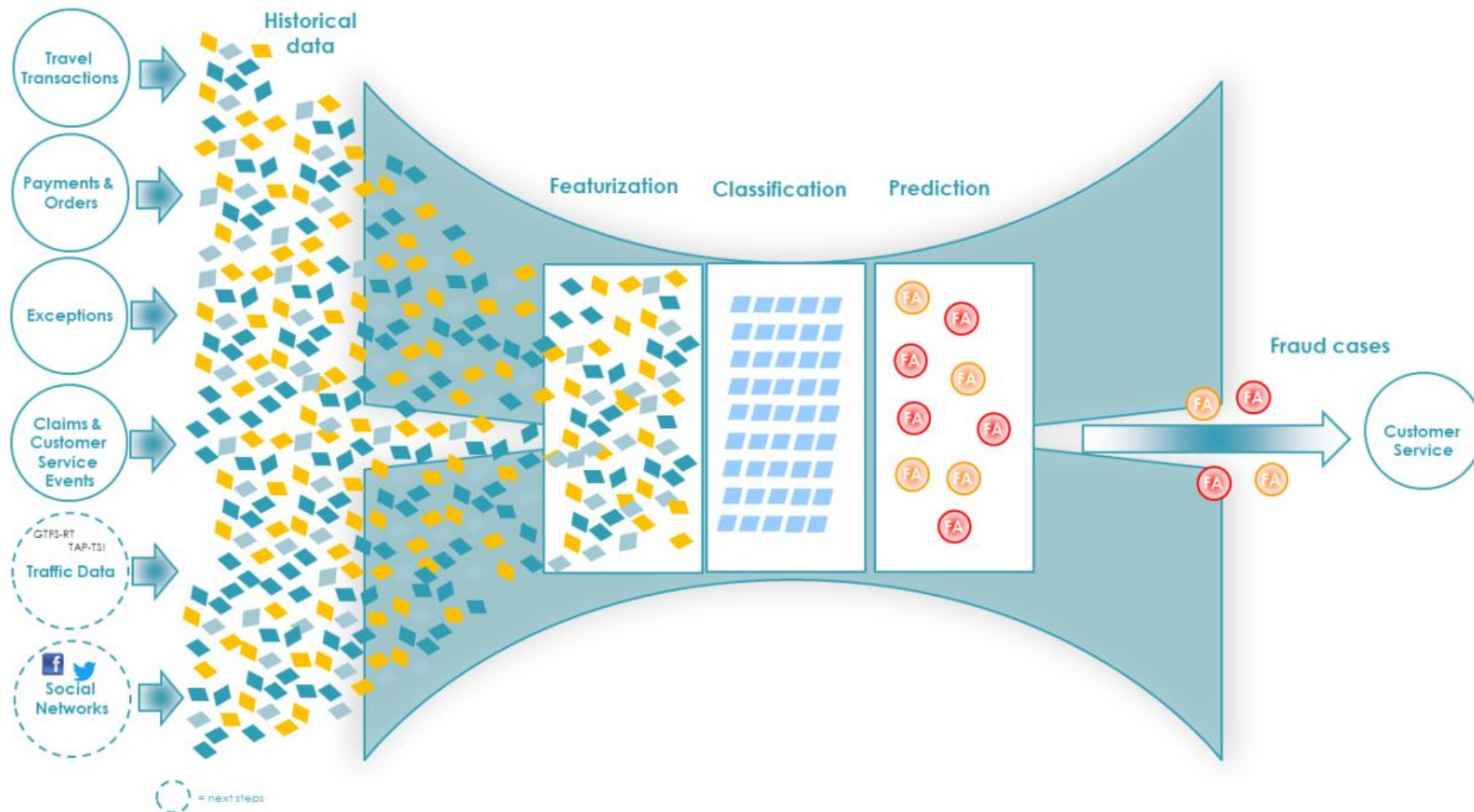


Figure 9: IA for fraud detection (illustration)

3) 推荐修正

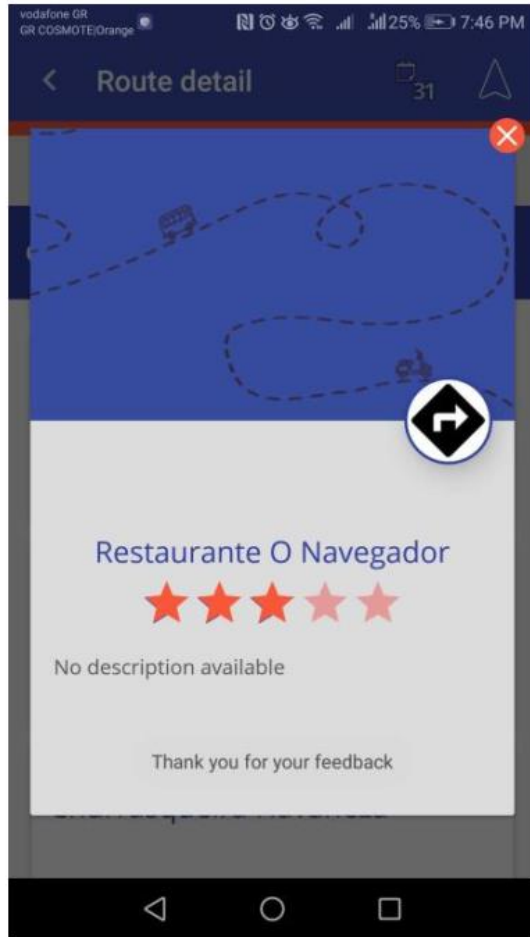


Figure 12: Feedback for the events and Pols suggested

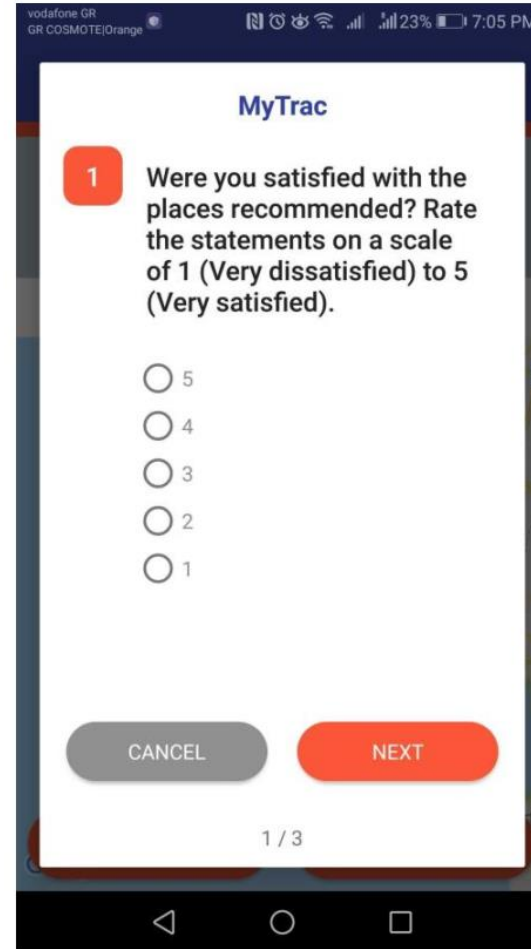


Figure 13: General feedback for the activities recommended (v3.1)

3) 推荐修正

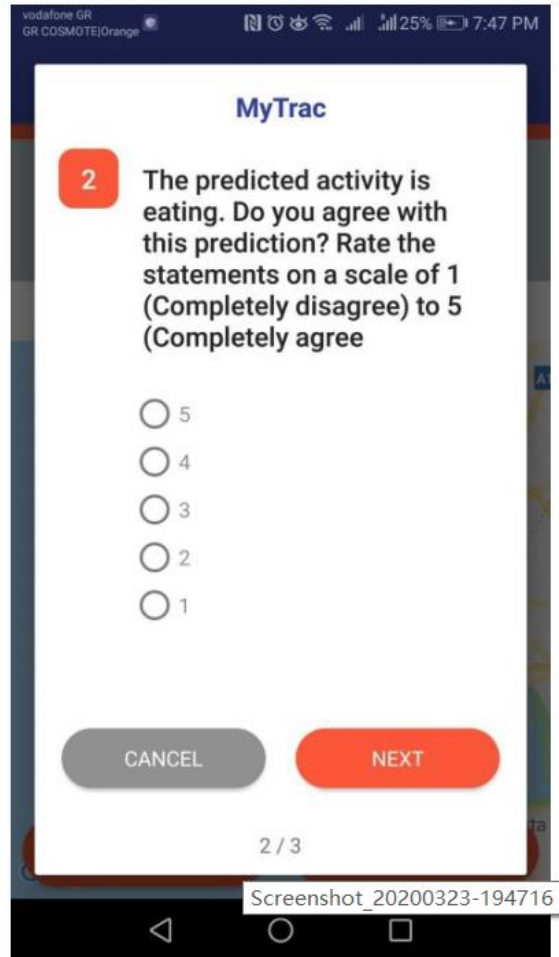


Figure 14: Feedback for the predicted activity recommended

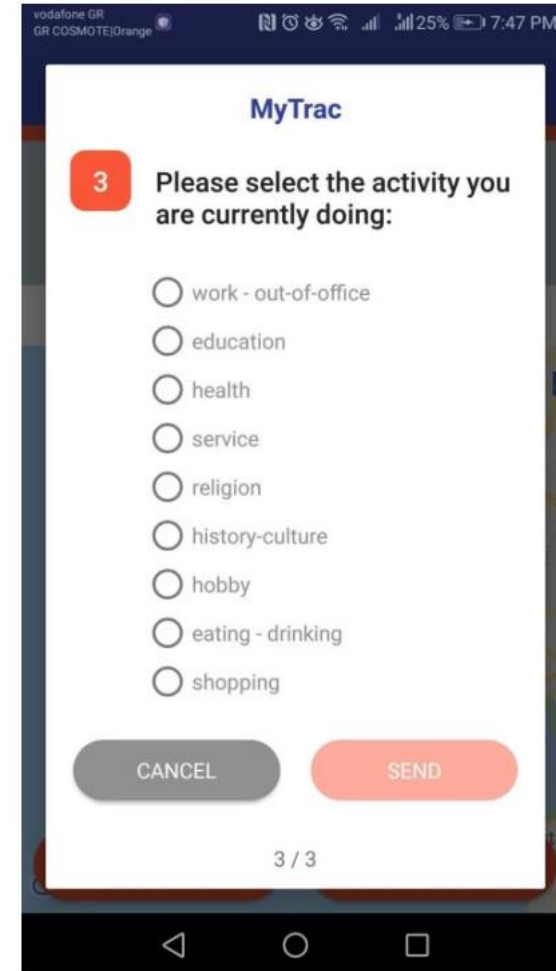


Figure 15: Feedback for correcting the prediction of the activities recommended (v3.1)

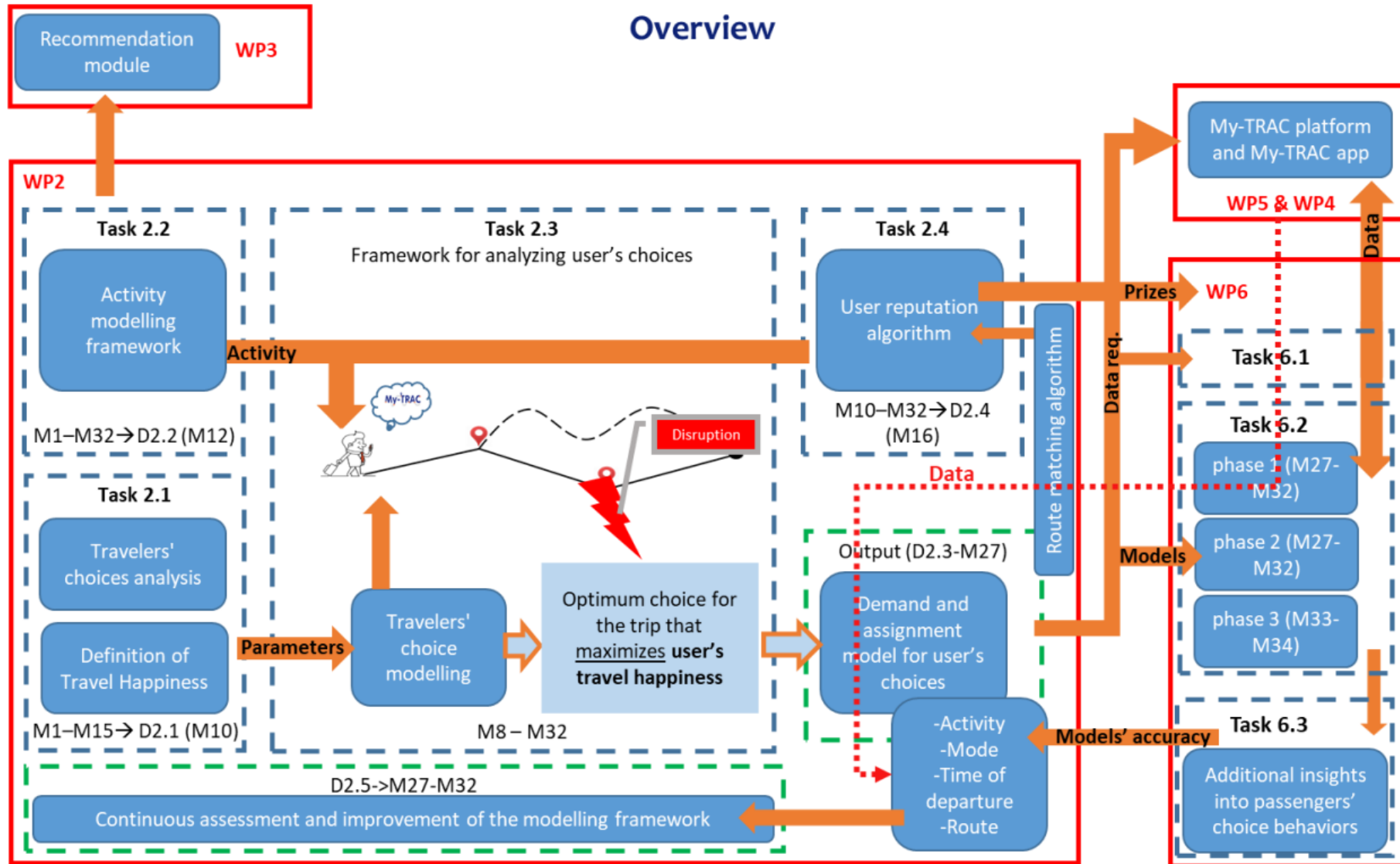


Figure 2: Work Packages, Tasks and Deliverables related to WP2

(4) My-TRAC 试点项目

目标群体：公共交通 (PT) 用户和运营商。

试点区域：荷兰、希腊、葡萄牙和西班牙

个人群体

试点时长：3-6个月

试点方式：1) 使用My-TRAC 应用程序，验证程序正确性
2) 程序通过反馈模块进行调整，
3) 向用户发出调查问卷，要求提供有关应用程序模块的信息（团队推荐、与 MaaS 的连接、中断/延迟预测等）。

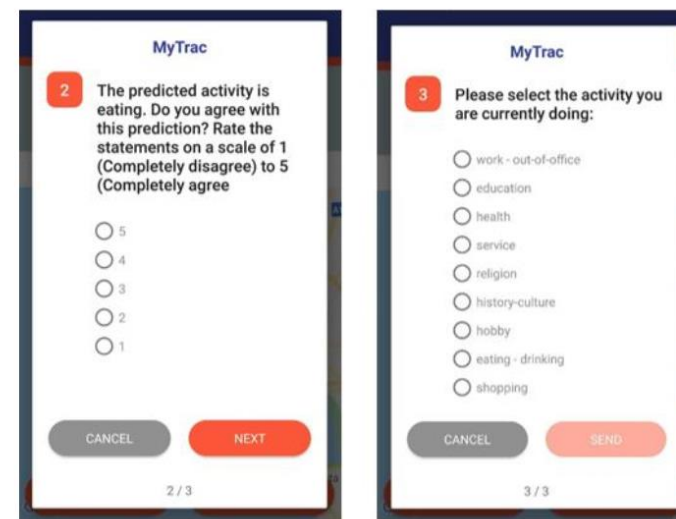
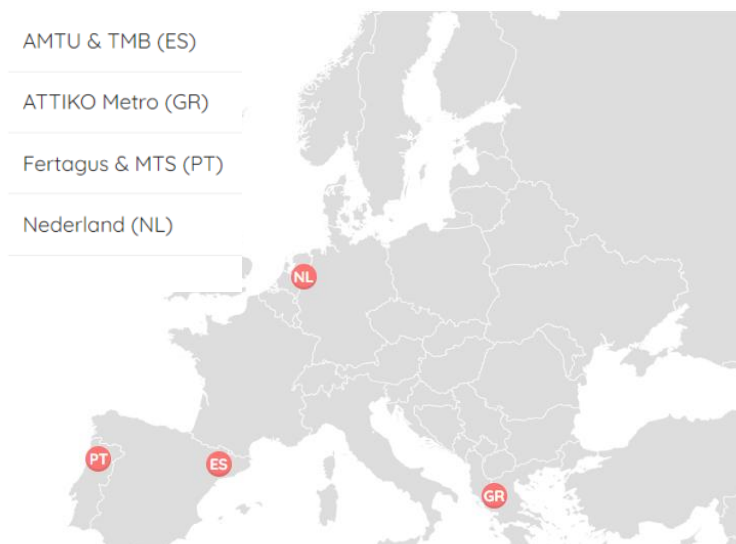


Figure 26: Evaluation window of Activity prediction module, integrated into My-TRAC application.



TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

PART.03 互操作性框架

互操作性框架（Interoperability Framework, IF）目标

在高度多样化的环境和多种运输方式下促进多式联运，IF使用互操作性语义技术支持多模式多标准分布式数据管理。

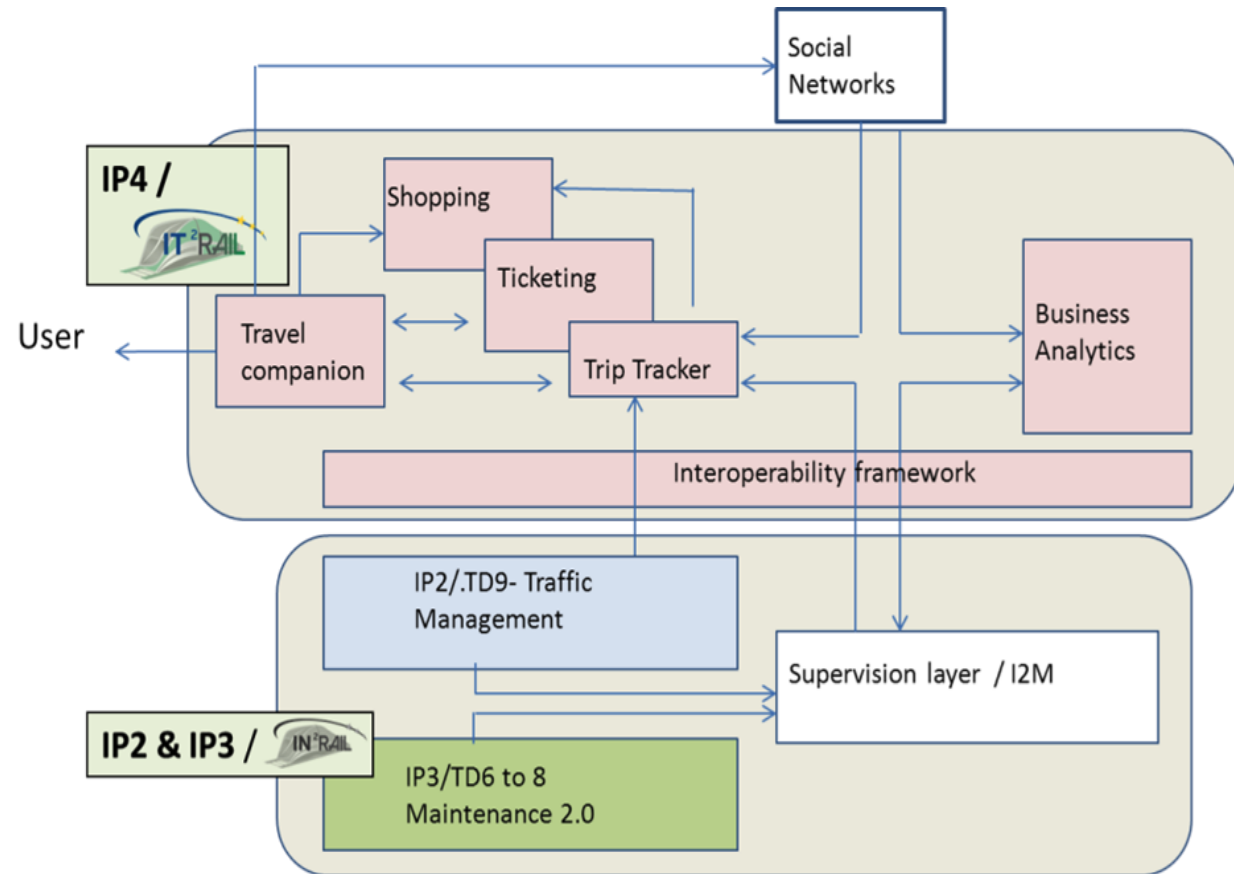
IF服务对象：

➤ TC后端平台

IF通过提供“服务”将TC程序与定位、协调和理解数据、事件和服务资源的开放世界的任务隔离开来，从而保证了多模式服务的技术互操作性。

➤ 市场参与者

所有交通方式和旅行服务中的利益相关者，都直接或间接关注由IF支持的多模式无缝服务的实施，帮助运营商调整服务水平，更好地满足客户期望，优化自身运营。



IF设计原则

IF 旨在提供语义一致的 ICT 资源抽象，这些资源由服务提供商公司提供，使它们通过网络（多种通信协议、数据格式）远程操作的“机制”隔离开来。目的是让服务提供商公司能够利用自己的本地 ICT 计算环境和资源作为端到端多式联运解决方案的组成部分，从而将它们与客户前端应用程序的细节隔离开来。

IF分发透明性：

- 访问透明性，掩盖了系统之间服务的数据表示和调用机制的差异；
- 位置透明性，掩盖了应用程序需要具有位置信息以便调用服务的需要；
- 重定位透明性，掩盖了使用它的应用程序中屏蔽服务的重定位；
- 复制透明性，掩盖了可能提供服务的多个副本以提供可靠性和可用性的事实。

IF包括一组功能、流程和工具，这些功能、流程和工具专门设计用于填补移动和运输部门的异构运营商之间的互操作性差距，并促进他们之间的无缝合作。

互操作性服务主要组件：

➤ 解析器

解析器为交互应用程序提供访问、定位、重定位和复制透明性，将它们从物理分布、访问协议和数据层中可用的元数据和数据资源的格式中屏蔽。

➤ 转换器

IF的主要目标是通过语义互操作性解决运输生态系统的差异化，转换器作为两种不同语义格式之间的适配器，能够将一种格式表示的信息映射到另一种格式。

➤ 资产管理器

资产管理器提供了发布、共享、发现和管理各种工件的基本功能，这些工件可能由IF的外部客户端和其他内部组件（如转换器和解析器）发布/使用。

IF必须同时支持新系统和旧系统，该框架将实现跨多种数据格式的语义互操作性。是分布式和异构系统的架构模式。

架构原则：

- **可扩展性：**基础设施具有灵活性，随着请求量的增加而增加处理传入数据的量；
- **瓶颈、风险和故障识别：**考虑瓶颈、风险和故障的识别，并在功能上提高其效率水平；
- **分布式环境：**必须能够在分布式环境中运行，新的或旧的系统无需迁移到新环境；
- **安全性：**系统必须安全。

架构参考：

- **云计算：**灵活、安全的，并且故障案例接近于零；
- **面向服务架构（SOA）：**将系统提供的功能封装为“服务”，并将其公开；
- **资源描述框架（RDF）：**RDF是一个标准构建，旨在描述元数据-数据的数据；
- **微服务架构：**将应用程序设计为独立的可部署服务的方法，根据需要进行扩展和增长。

IF框架通过互操作性语义技术将实现跨多种数据格式的数据互操作，不用在语法层面实现适配器。

重要概念

- **语义技术：** 语义技术利用人工智能来模拟人们理解语言和处理信息的方式。
- **本体：** 在计算机领域，本体可以在语义层次上描述知识，可以看成描述某个学科领域知识的一个通用概念模型。
- **数据映射：** 两个数据模型，在模型之间建立起数据元素的对应关系，将这一过程称为数据映射。
- **JAXB：** XML绑定的JAVA体系结构（JAXB）是一个软件框架，JAVA开发人员将JAVA类映射到XML表示。JAXB提供了两个主要功能：将XML解组为JAVA对象的能力和将JAVA对象编组回XML。
- **RDF：** 资源描述框架(Resource Description Framework)是一个使用XML语法来表示的数据模型，用来描述Web资源的特性, 及资源与资源之间的关系。
- **RDF图：** RDF图使用标准的图数据模型，是由RDF三元组组成的集合。
- **SPARQL：** (Protocol and RDF Query Language)，是为RDF开发的一种查询语言和数据获取协议，它是为W3C所开发的RDF数据模型所定义，可以用于任何可以用RDF来表示的信息资源。
- **图形数据库：** 是应用图形理论存储实体之间的关系信息，如：GraphDB、Neo4j等。

语义互操作性方法可以在两个基本维度上进行区分。

模式映射：

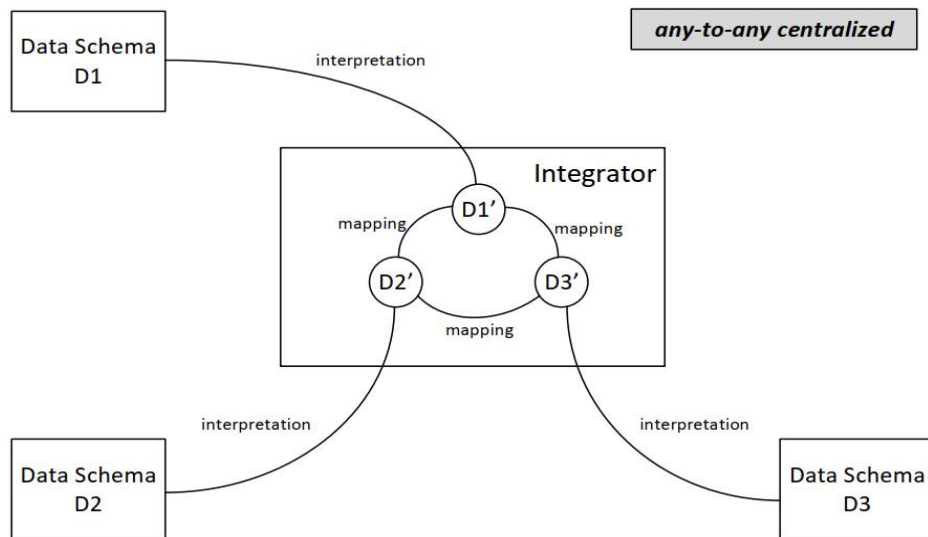
- **任意对任意：** 服务提供者使用的每个数据模式都映射到合作服务提供者使用的任何其他数据模式；
- **任意对一：** 每个数据模式都映射到单个参考数据模式。

集成逻辑：

- **集中：** 数据集成在单一的、独特的节点中执行；
- **分散：** 数据集成过程分布在多个功能等效的节点之间。

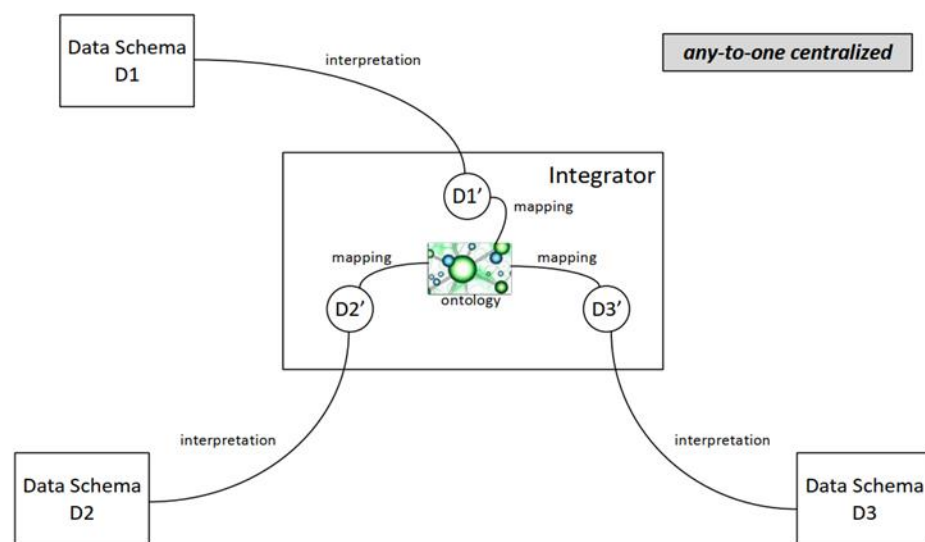
具体实现方法：

- 任意对任意集中方法
- **任意一对一集中方法**
- 任意对任意分散方法
- 任意对一分散方法；



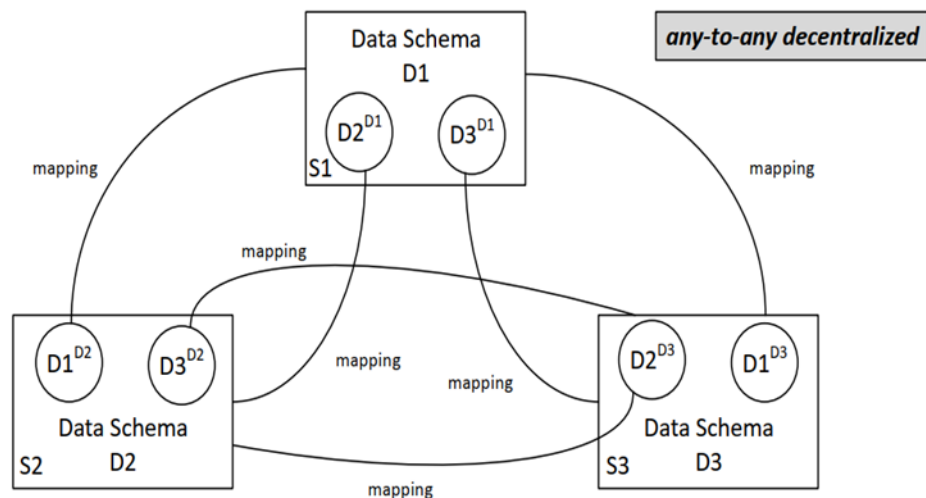
任意对任意集中方法

- 数据模式在不使用参考本体的情况下被解释和映射到其他模式，并且集成逻辑由特定组件（集成器）提供。
- 集成器为每个数据模式创建一个模型，映射直接应用于内部模型对之间，集成商设计者是唯一的“语义权威”。
- 此方法非常适合封闭环境。在开放环境中采用此模型会使映射定义更加困难，并会增加错误解释的风险。



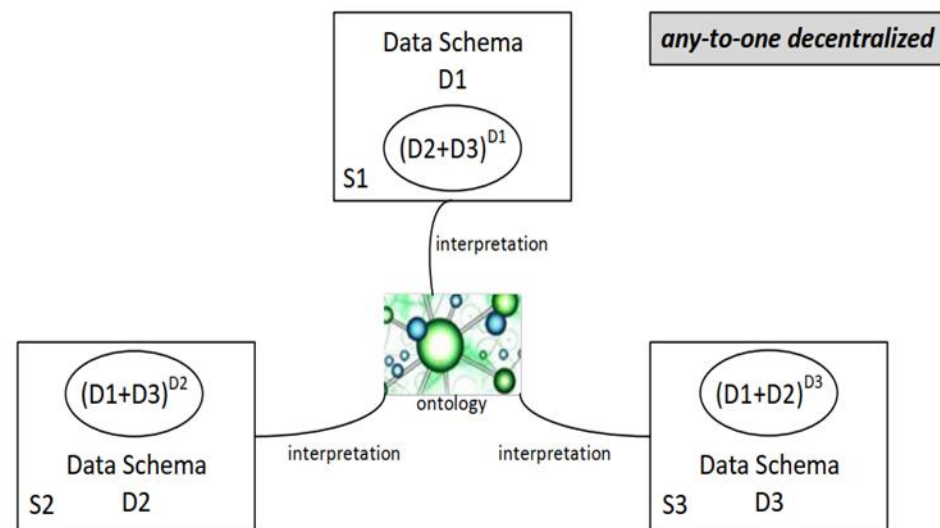
任意一对一集中方法

- 数据模式被映射到由专门的应用程序或服务（集成器）管理的单个本体。
- 集成器根据其对模式的解释为每个数据模式创建一个模型，集成商设计者是唯一的“语义权威”。
- 此方法功能强大，非常适合管理复杂的动态环境。然而，需要仔细研究本体语言的表达能力、模式映射的普遍性和集成算法的可计算性之间的权衡。



任意对任意分散方法

- 数据模式之间的映射是在本地定义的，而无需求助于任何整体参考本体和集成器组件。
- 集成逻辑分布在服务之间，并通过将模式相互映射来完成。
- 此方法的缺点是语义分布在彼此高度隔离的系统中。在大量不同数据模式的情况下，可能会出现可扩展性问题。



任意对一分散方法

- 数据模式被映射到一个公共参考本体。模式之间的映射然后被存储在本地，每个模式被映射到其他模式。
- 该映射由特定服务在本地使用，以根据本地数据模式转换传入数据。
- 此方法是处理高度动态系统的可行解决方案，但它需要使所有参与者遵守共同概念的重要任务。为了部署这个模型，有充分根据的本体的可用性是必要的。

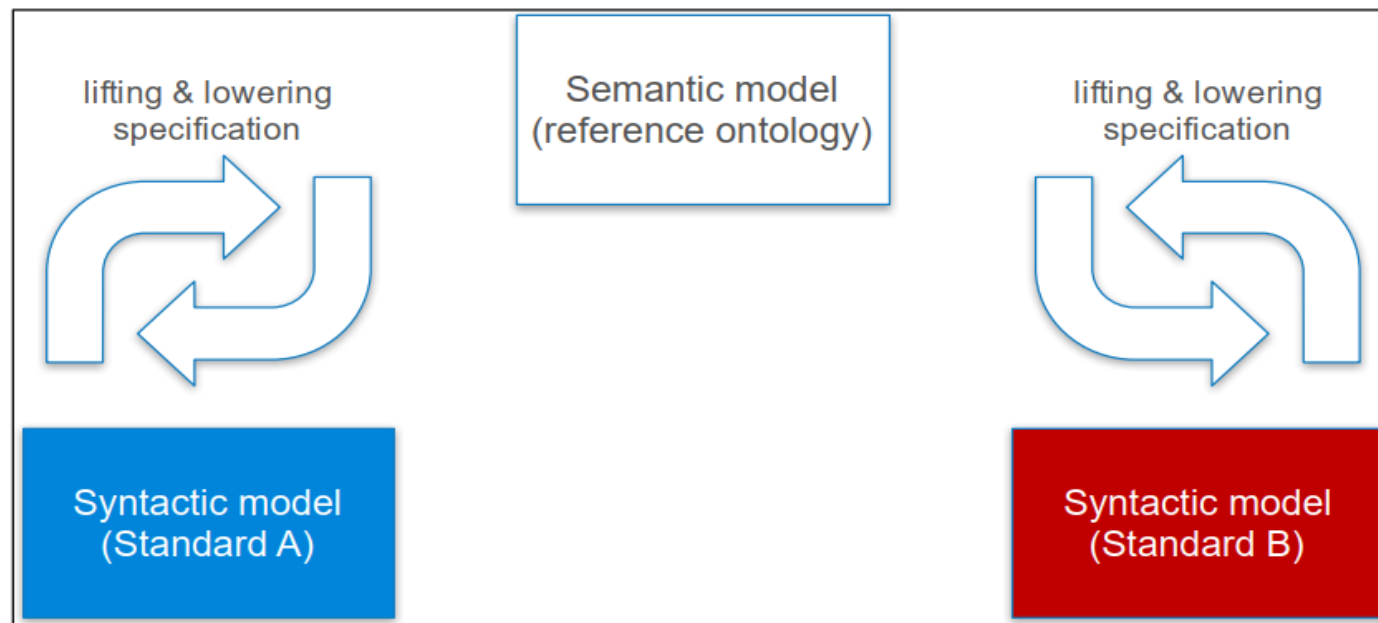
IT2Rail 采用**任意一对一的集中方法**来开发互操作性框架内的打包解析器。

实现方式:

- 从源标准A到目标标准B的映射，必须将传入数据从标准A“提升”到参考本体；参考本体的数据必须“降低”到目标标准B。
- 如果映射涉及请求/响应机制，使用标准A发出的请求映射到使用标准B的请求，然后响应产生标准B数据，被映射到遵守标准A，提升/降低方法做两次。

映射过程:

- ① 传入请求从标准 A 提升到参考本体；
- ② “提升”的请求从参考本体“降低”到标准B；
- ③ 根据标准 B 产生的响应被“提升”到参考本体；
- ④ “提升”的响应“降低”到标准A。

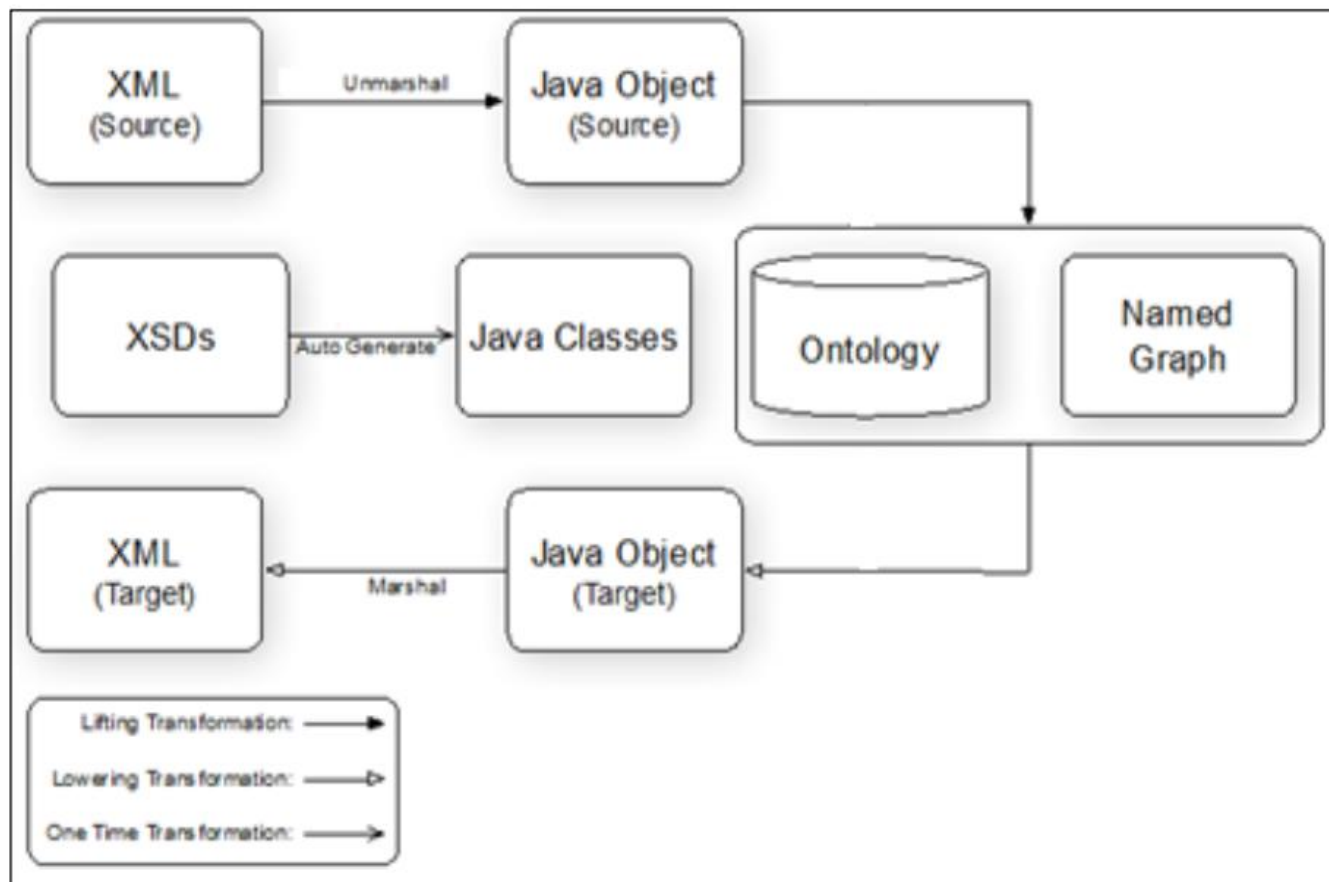


技术实现

数据表示都是通过XSD文件定义的提升/降低过程，将XML数据表示转换为Java对象（反之亦然）的技术。

提升降低过程：

- ① 在提升过程中，源XML消息被解组为一个java对象，并基于“提升”注解和中间本体生成命名图。
- ② 根据目标标准和消息类型，创建正确的java对象，对象属性使用java类注解和来自存储的命名图（一组 RDF三元组）的信息填充。
- ③ 在目标标准中使用“降低”注解将结果对象编组为XML消息。





TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

PART.04 业务分析平台

TCT 4.1. 业务分析平台解决问题

乘客出行、购物、运营商提供服务和货物运输等每天都产生大量的数据，业务分析平台用来管理这些数据。业务分析平台主要用来**解决三个问题**：1. 描述性分析：它提供对过去的洞察（**发生了什么？**）；2. 预测分析：它了解未来（**会发生什么？**）；3. 规范性分析：它为可能的结果提供建议（**我们应该怎么做？**）

IT2Rail已经建立以下数据类型：

- 地理本地化数据：交通领域各种应用的通用信息
- 偏好数据：为交通服务提供商收集用户偏好的信息
- 行程跟踪数据
- 预订数据
- 购物数据
- 铁路运营商数据

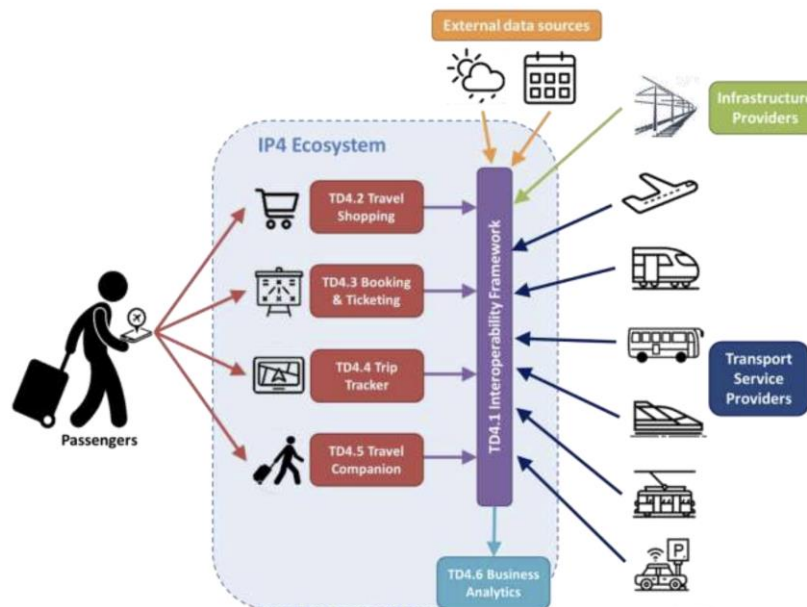


Figure 2: Data sources and flows

数据来源不局限于轨道交通，还包括公交、飞机所有出行方式以及货物运输、天气等信息。

业务分析平台致力于对现有和可用数据进行算法开发和可视化，与传统的业务信息化（BI）方法相比，先进的机器学习算法和深度学习技术的数据分析和实现提供了更多的商业价值，挖掘出更深层的数据关联，可以根据历史数据分析预测未来。

业务分析平台的功能：

- 理解和综合数据：描述数据并从中提取信息；
- 决策支持：根据当前数据提出优化建议，帮助理解变更的影响；
- 预测：建立学习算法，预测给定情况下的结果；
- 可视化和探索：展示数据和其他功能的结果。

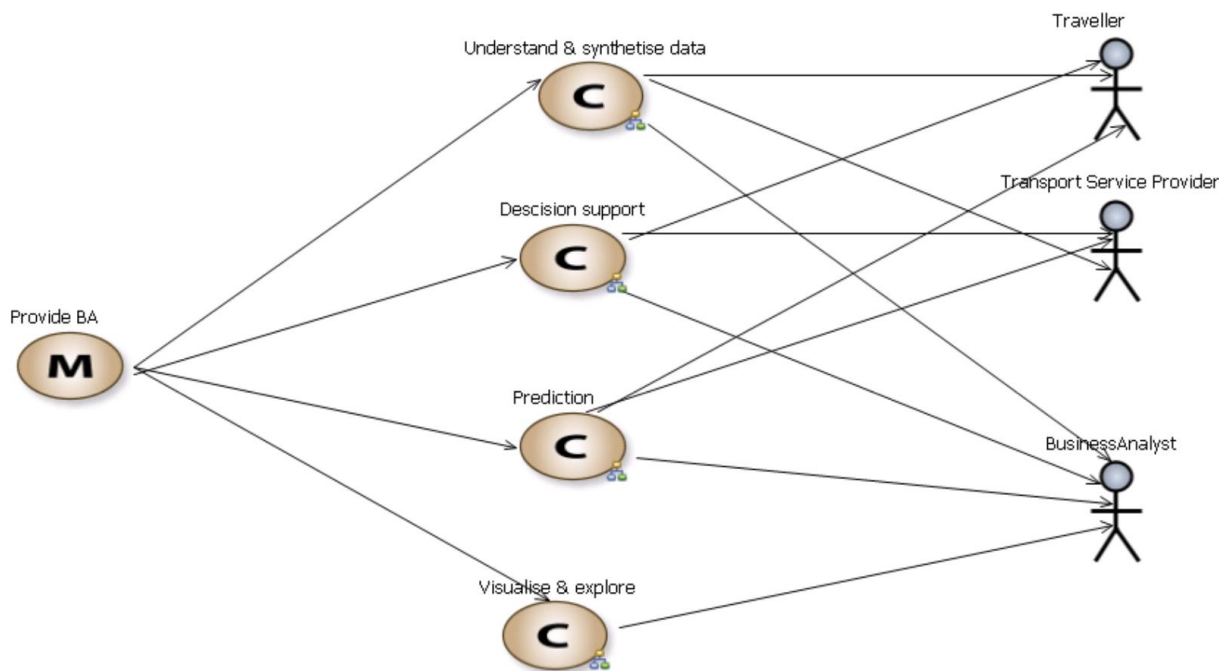


Figure 1: Business Analytics Missions and Capabilities

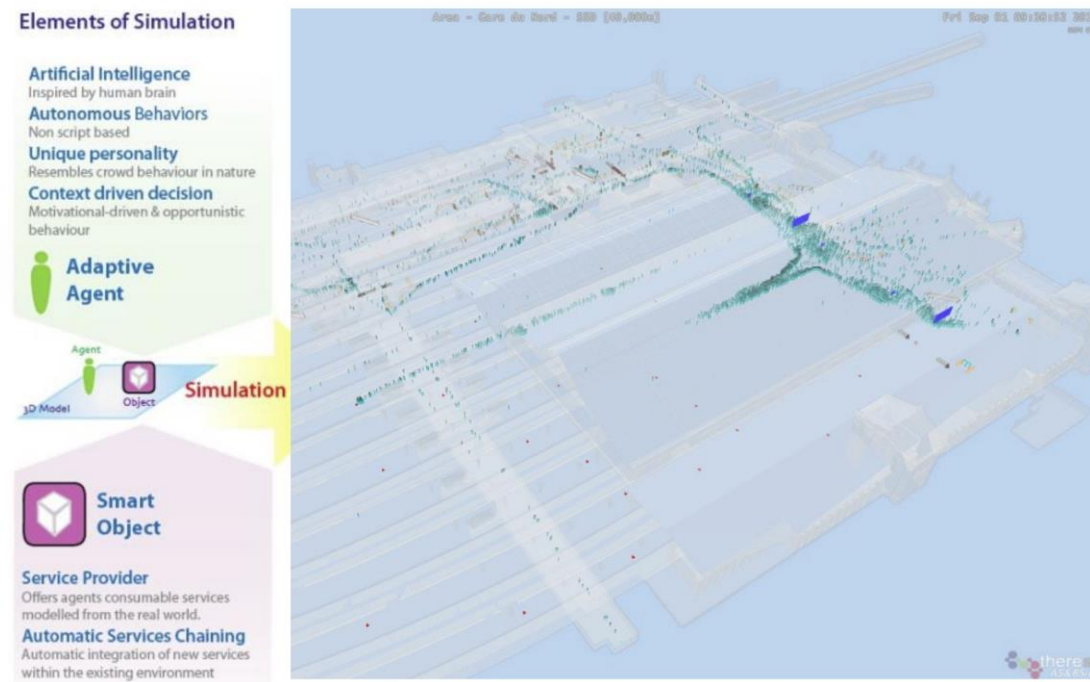
业务分析平台根据真实数据设计了4个用例，在巴黎和郊区这样的大城市内或车站内**生成移动数据和分析**，通过提高服务可用性和服务效率，**提高服务质量**和乘客需求，为运营商提供技术，以**提高整个运输生态系统的感知可靠性**

用例1：“智能”运营控制中心

用例2：车站人群行为

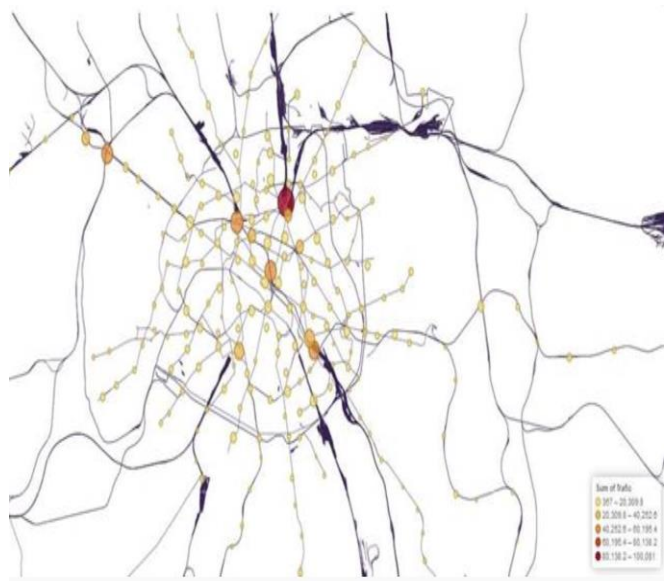
“智能”运营控制中心将借助人工智能和大数据来分析列车和连接设备上传感器产生的大量数据

- 交通**运营商将拥有所有运营的全球视野**，并能够合并来自不同来源的数据——信号、视频监控、票务——以便为乘客提供更好的服务。
- 由于运营商**在正确的时间做出正确决策**所需的所有信息的清晰、简洁概述，危机或事件将得到更快、更有效的处理
- 目的是显著改善大型和高容量站点



在监控盲区，可以通过数据分析，模拟分析预测盲区乘客行为。

通过数据可视化算法，可以直观的观测到不同时空下的断面客流、车站工作量、车站等待时间和交通拥堵与铁路网之间的关联性。



每个火车站的客流量，可以使用时空过滤

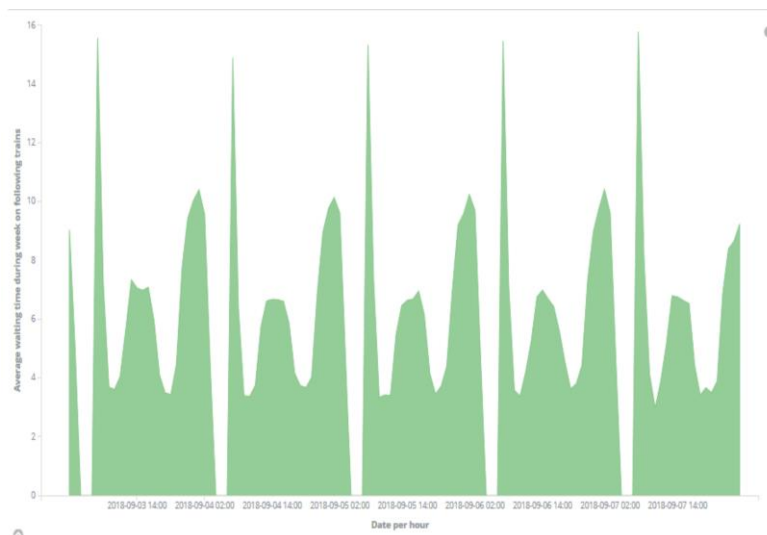


Figure 6: Waiting time displayed in a station (in min)

乘客在车站的等待时间

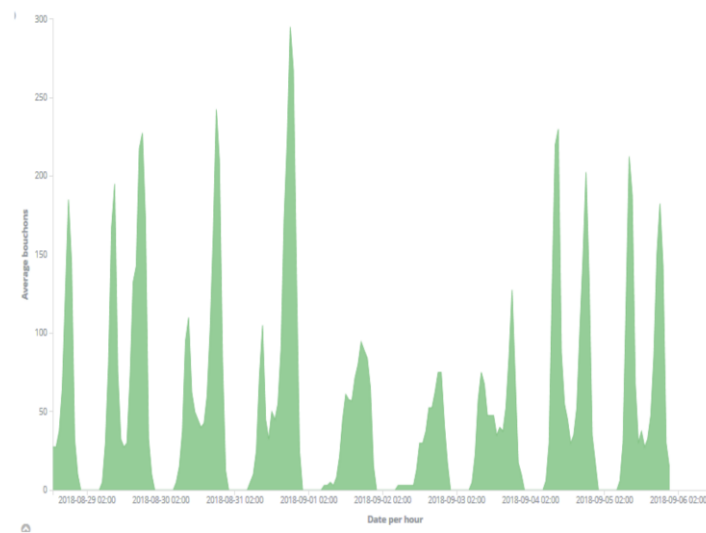


Figure 7: Number of kilometres of traffic jams (Ile de France)

交通拥堵与铁路网之间的关联性

过去发生了什么？

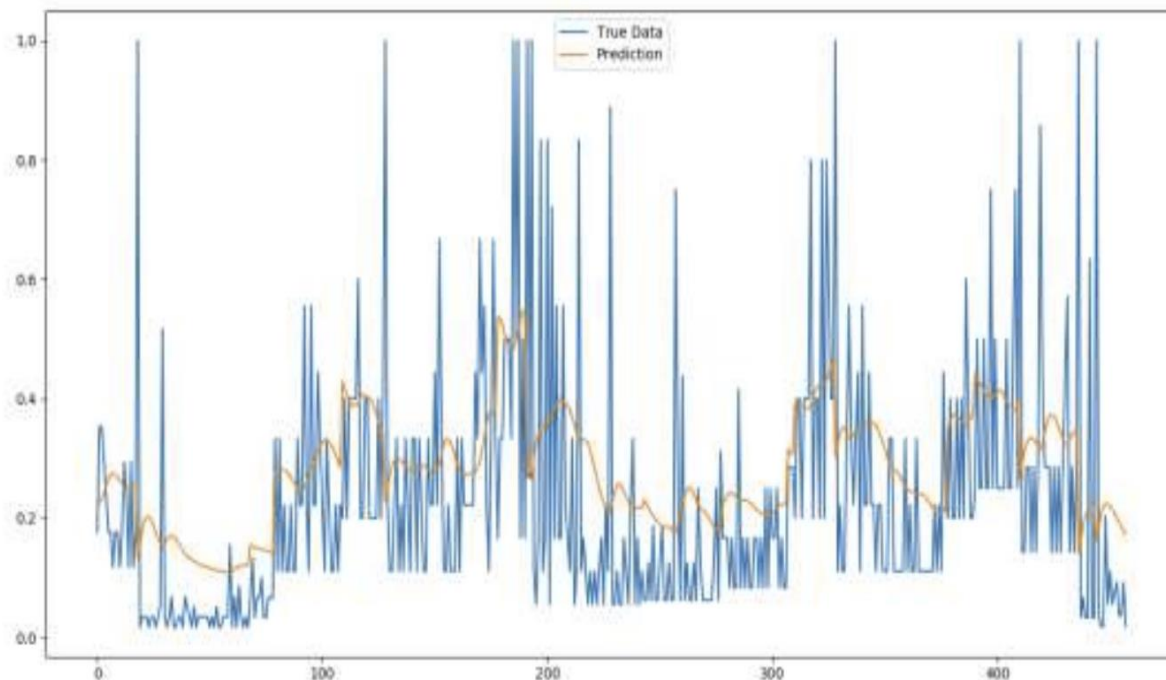
业务分析平台根据真实数据设计了4个用例，在巴黎和郊区这样的大城市内或车站内生成移动数据和分析，通过提高服务可用性和服务效率，提高服务质量和乘客需求，为运营商提供技术，以提高整个运输生态系统的感知可靠性

用例3：监测设备和维护

用例4：维护活动/资产退化影响缓解

预测和优化规划维护活动能够为用户提供可靠的服务，同时考虑白天的客流波动，以及可整合铁路服务的其他交通方式的可用性。

- 优化基础设施占用时间窗口的规划；
- 提高铁路服务的感知可靠性；
- 提高铁路服务弹性，应对突发事件；
- 尽量减少对乘客的干扰和不便；
- 改善客户体验和铁路吸引力；
- 在多式联运系统内运输模式内进行更有效的协调和整合；
- 克服铁路网中稀缺路线替代方案的局限性。



标准化列车延误预测

将要发生什么？

用例	描述
准确的行程时间预测	旅程规划应用程序为用户提供了一个估计的旅行时间，该时间取决于路线和换乘
列车实时信息	旅行应用程序中会显示列车位置和拥挤度，以帮助乘客选择何时旅行
检测遗留物体和可疑行为	闭路电视信号由一个自动系统持续监控，该系统可检测遗留行李或异常活动，如盗窃、暴力或故意破坏
改善对残疾乘客的支持	可以通过为客户提供一个应用程序来快速预订帮助来进行改进
改善列车上的乘客分布	通过应用程序或车载标志向乘客提供空座实时信息
延误对乘客的影响分析	将计划和实际出发/到达时间与乘客负荷数据和单个乘客行程相结合，以确定乘客的等待时间和反应性延误
车站数字孪生	站点数字孪生，即物理资产的数字副本，旨在提供研究设施，以帮助优化站点的维护和运行
实时站点热图	车站布局图上覆盖了显示人员密度的热图，热图来源于CCTV数据分析、大门处的票证验证等
旅行对环境的影响	显示了旅程的碳足迹，以使用户可以根据需要选择低碳选项。
提高能源效率	根据驾驶风格的不同，在相同的准时行程中，车辆的能耗变化可能高达50%。
改进发车频次	使用载客量（车辆占用率）的历史数据作为车辆分配规划的输入，即确保车辆容量与需求相匹配
设定票价以管理需求	使用历史载客量信息调整价格，鼓励非高峰出行
通勤时间变化影响的建模	如果车站周围通勤区内的公司能够错开工作时间，高峰通勤需求可能会被平抑，从而提高旅游网络的效率。
提高广告效果	在车站和其他公共场所的广告是根据人流——一段时间内经过该地区的人数——来定价的



TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

PART.05 总结

Lighthouse Projects



2015/2016

2017

2018

2019

2020

Projects



Complementary Projects





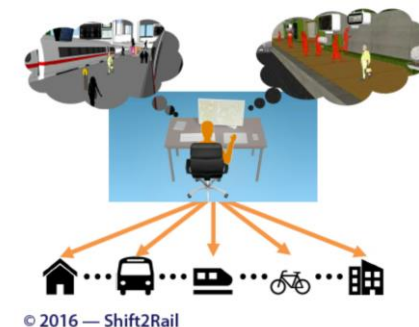
Co-Active

Project Title: CO-modal journey re-ACcommodation on associated Travel serVices

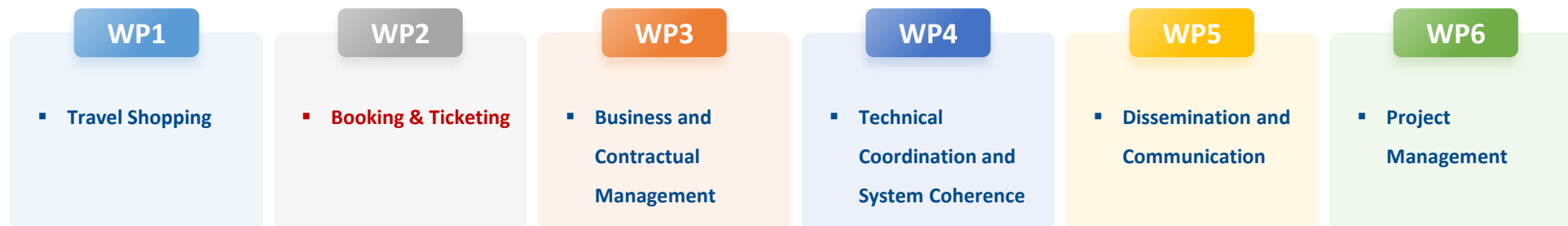
面向多种运输方式的运输服务

提供新的概念、工具和系统，通过为客户提供更直观和更具吸引力的旅行体验，同时使他们免受门到门服务的复杂性和异质性影响，从而提高铁路运输的吸引力联运旅行。

项目全面改进了IT2Rail项目中发起的“一站式”功能，并进一步通过解决售后**业务交易**，并为普通零售产品和服务提供底层**支付结算解决方案**，完善功能范围。



Project Structure:



1. 对旅行权利进行建模，以管理联合模式旅程的智能重新适应
2. 管理失败案例
3. 确保商业实体的正确清算和结算
4. 开发铁路和城市领域的技术示范，增加汽车共享、自行车共

Partners:





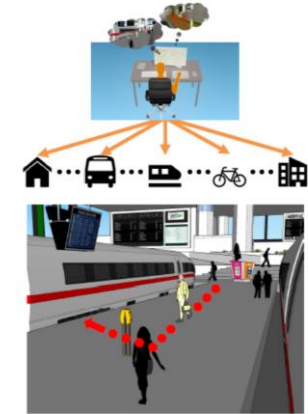
ATTRACKTIVE

Project Title: Advanced Travel Companion and Tracking Services

高级旅行伴侣和跟踪服务

此项目提供**一套集成解决方案**。将IT2Rail的解决方案将得到扩展和进一步发展。在整个行程中引导、支持、通知甚至娱乐用户，适应不可预见的中断和事件，以提出替代路线，包括第一英里和最后一英里，将**旅行**本身转变为旅行的“有吸引力”部分。

该提案旨在实施 Shift2Rail Trip Tracker (TD4.4) 和 Travel Companion (TD4.5)，这是实现这一愿景的两个主要组成部分，并提供**无缝的门到门旅行**支持，包括公共和私人交通部分旅行。



© 2016 — Shift2Rail

Project Structure:



从多个来源收集旅行信息的系统的规范、设计和实施，以检测和**处理所有模式的交通事件和中断**，并提供**旅行跟踪服务**。

指定、设计和实现所需的**技术和工具**，以设计新颖的旅行体验，包括高级旅行伴侣，使旅行者免受多式联运服务的**异质性和复杂性的影响**，并提供**导航帮助**。

Partners:



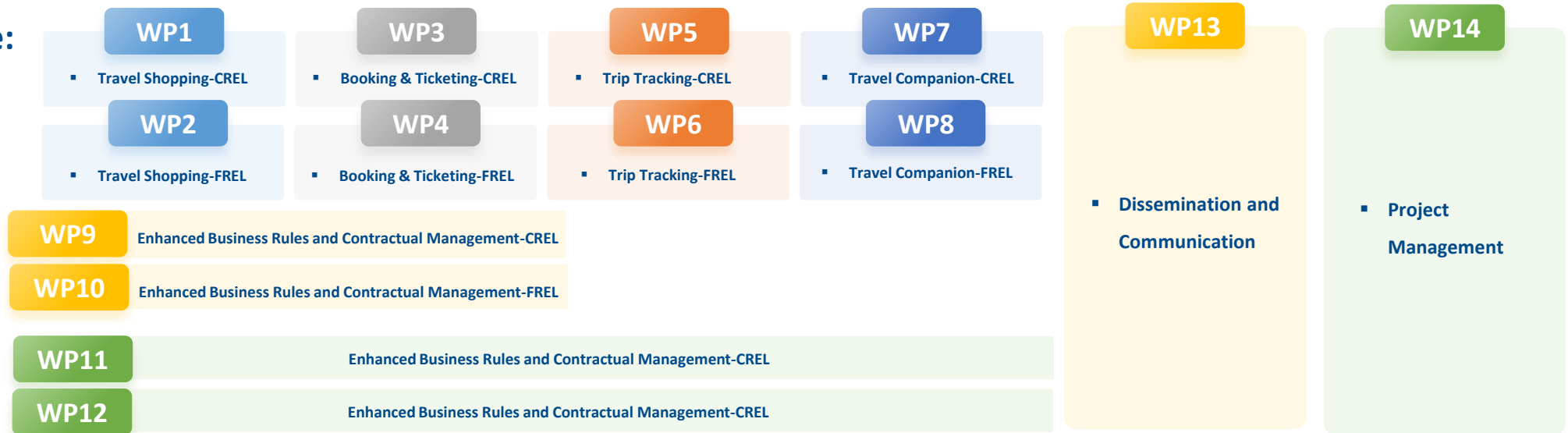


Project Title: Passenger service platform specifications for an enhanced multi-modal transport eco-system including Mobility as a Service (MaaS)

包括出行即服务(MaaS)在内的增强多式联运生态系统客运服务平台规范

补充ATTRACKTIVE和Co-Active项目在旅游购物、旅行跟踪、预订和票务以及旅游伙伴开发等方面所完成的工作，强调该生态系统与“移动即服务”方法的兼容性。

Project Structure:



Partners:



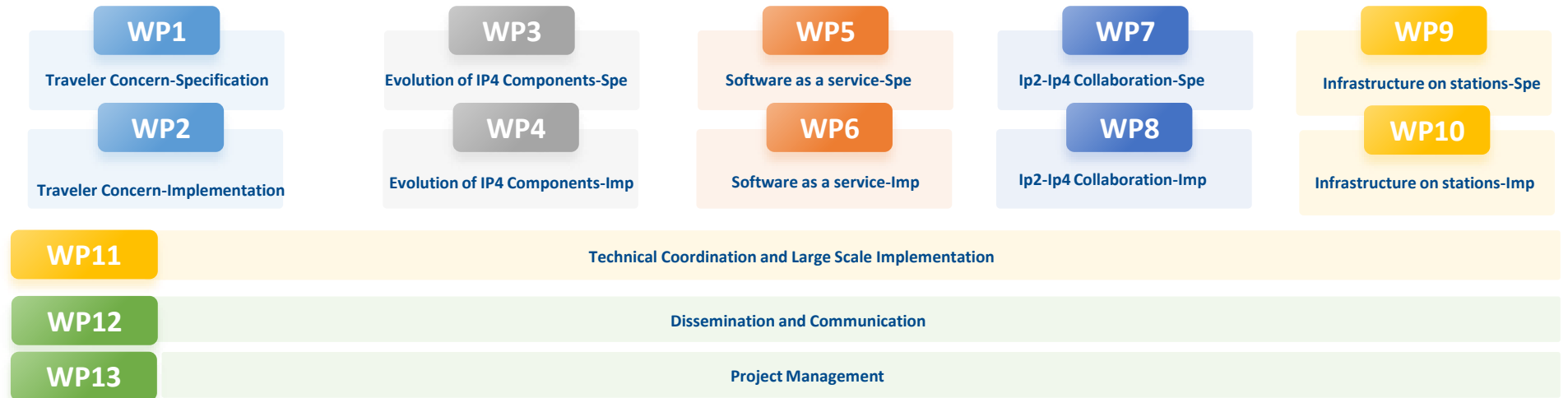


Project Title: Extending the attractiveness of transport for end user and extending IP4 to SaaS solutions.

扩展传输对最终用户的吸引力，并将 IP4 扩展到 SaaS 解决方案。

高效的运输服务和基础设施对于促进经济和社会凝聚力以及应对这些新挑战至关重要。城市，尤其是在城市交通方面，在应对这些挑战方面可以发挥关键作用。通过这种方式，必须在改善客户需求方面取得巨大进步，以支持涵盖不同运输方式的无缝门到门多式联运旅程。

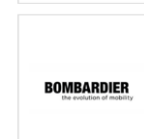
Project Structure:



Partners:

Coordinator

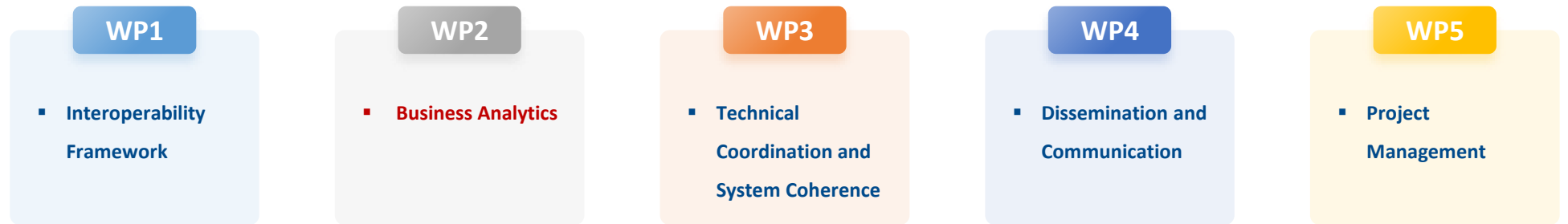
BENEFICIARIES



Project Title: Connecting and Analysing the Digital Transport Ecosystem

连接和分析数字交通生态系统

Project Structure:



业务分析旨在指定、设计和实施所需的技术；和工具，为所有 Shift²Rail 运输产品和服务提供商提供通用的商业智能和商业分析（用于分析、预测和可视化目的）基础。

Partners:

Coordinator



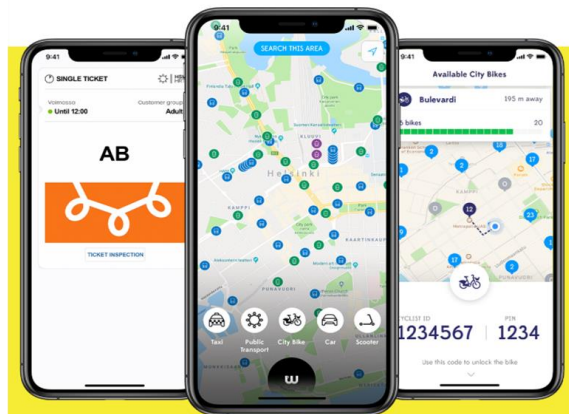
BENEFICIARIES



借鉴意义:

- MaaS作为一种新型的运输理念，得到广泛关注，成为运输服务的新趋势
- 现有研究均更倾向于需求侧优化，采用定制化、个性化的出行方案，提升运输服务与公共交通竞争力。于此同时，对于供给侧运输服务的可靠性以及调度的灵活性提出了更高的要求。
- 项目在开发过程中，责任清晰、目标明确，根据任务重要程度，划分主要项目与辅助项目，分阶段实施。
- 车站作为轨道交通的重要一环，需要采用更多的新技术手段，与MaaS出行理念进行结合，为乘客提供更加便捷的出行服务。

WHIM



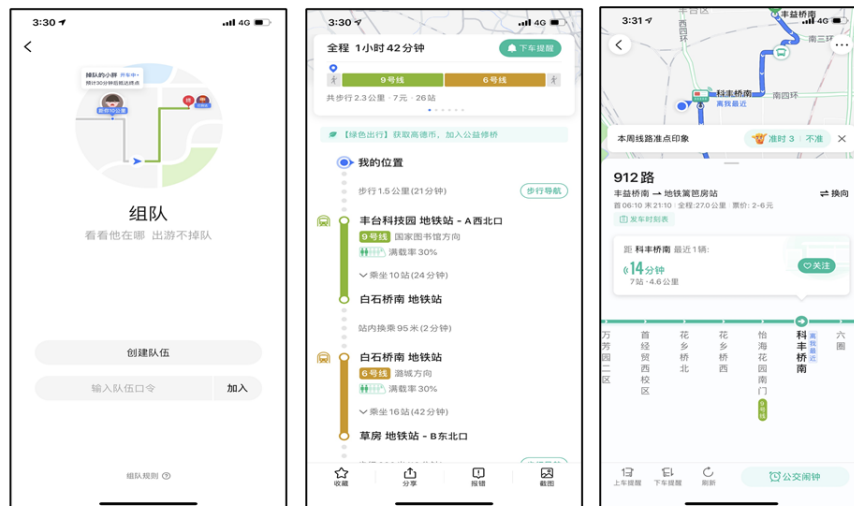
多种交通工具一体化支付

周末套餐、月租套餐可选择

地铁和飞机尚未接入

旅途支持类信息较少

高德地图

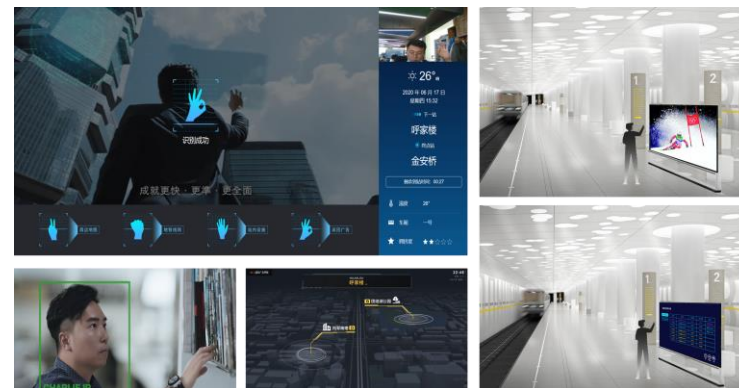


在地图基础上，以多种交通工具的查询为主

对于轨道交通信息支持类服务较少（到站提醒、满载率）

现在未实现旅途一键支付

智慧车站



基于人脸识别的车站无感进站

主题列车预约出行

特殊人群预约出行



TRAFFIC CONTROL
TECHNOLOGY

谢谢