

汽车导航系统与交通信息通信系统

赵会平

(中国科学院北京天文台 北京 100080)

摘要 详细分析和阐述了汽车导航和交通信息通信系统。
关键词 汽车导航系统 交通信息通信系统

Car Navigation System & Vehicle Information Communication System

Zhao Huiping

(Beijing Astronomical Observatory, the Academy of Sciences of China, Beijing)

Abstract Car navigation system and Vehicle Information Communication System (VICS) are analysed and elucidated in detail in this paper.
Key words Car navigation system Vehicle Information Communication System

0 引言

城市交通设施的建设远远落后于汽车的增长，由此造成的城市交通道路的堵塞和拥挤已成为世界各大城市面临的共同难题，其解决办法就是大力发展汽车导航系统和交通信息通信系统，采用智能交通系统(ITS)改变现有的交通管理模式。在东京，自从1996年4月开通了交通信息通信系统(VICS)，并与汽车导航系统联网，基本缓和了高峰时间车辆的堵塞问题。据日本道路新产业开发机构(HIDO)统计，1996年汽车导航系统与VICS普及率达到20%时，汽车在高峰时堵塞量下降约10%左右，随着普及率的提高堵塞量会大幅度下降，每年可减少近300亿日元的经济损失。

在美国1996年3月28日白宫宣布对民众开放卫星GPS(全球定位系统)，给美国人民增加了10多万人就业的机会。在日本投入约15亿日元开发全国数字化电子地图数据库，已创造出1996年2000亿日元的汽车导航市场，今后20年间预计创造约50兆日元规模的新市场(日本道路交通车辆智能化推进协议会试算)。ITS这项创造最尖端技术的信息产业，在

日本经过几年的推进终于步入正规道路并见到了效益，在我国还是一个尚未开发的空白市场，因此未来几年它将是我国公路交通行业、电子行业的一个新经济增长点，成为另一个繁荣区，市场前景广阔。发达国家大多数都是在公路建成后再进行智能交通系统的改造，这不仅增加重复投资，施工期还会影响交通，所以我们应该在高等级公路的建设高峰期同步考虑引入智能交通系统(ITS)，使我国高等级交通网络的管理水平和交通运输能力跟上世界先进水平。

为此我们应该充分利用和开发GPS(或GLONASS)免费提供的信息资源，努力建立我国自己的汽车导航系统和交通信息通信系统。

1 汽车导航系统

汽车导航系统是由GPS导航、自律导航、智能化地图匹配器、微处理器(MPU)或数字信息处理器(DSP)、车速传感器、陀螺传感器、CD-ROM驱动器或DVD-ROM驱动器、TFTLCD显示器以及电子地图数据库相应的软件等组成，见图1。

1.1 系统的构成

1.1.1 GPS导航

它是由GPS天线和GPS接收机

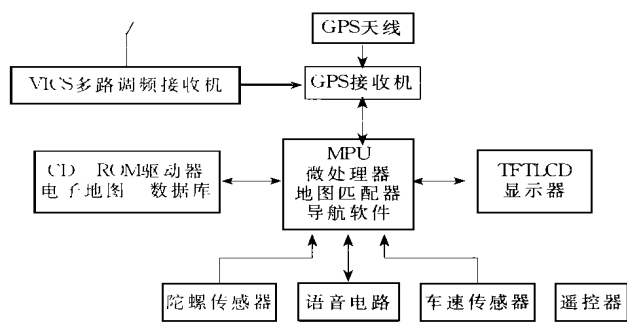
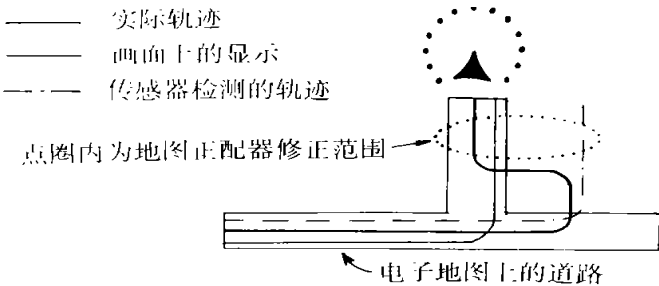


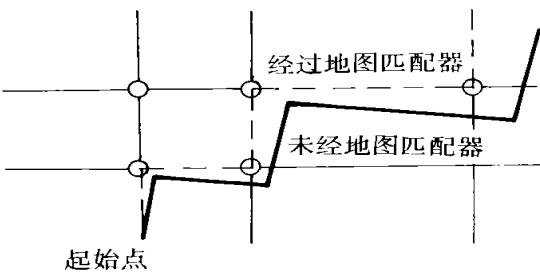
图 1 汽车导航系统方框图

组成。因为目前天空有两套较大的全球定位系统，我们除采用单一系统接收外也可以采用组合双系统接收 (GPS+GLONASS=GNSS)。由于两个系统的工作频率、坐标系、传输识别方式等不同，所以对天线和接收机的参数要作相应改变方可工作。根据卫星的倾角、轨道面及其上面分布卫星数量的不同 (例如 GPS 系统， 55° 倾角，6 个轨道面，每个轨道面上分布有 4 颗卫星，运行周期 11 小时 58 分)，在地球上任一点最多可能接收到 8 颗卫星参数，而根据定位的要求只要接收到 4 颗卫星参数就能求出地面定位坐标。为避免城市中高楼大厦的遮挡影响，选择 8 通道 GPS 接收板即可满足遮挡后瞬时切换的接收要求，GPS 天线选择 26dB 有源微带圆环天线。

2 自律导航 当汽车行驶在地下隧道、高层楼



(a) 电子地图上指示得到修正



(b) 经过和未经过匹配器的指示

图 2 地图匹配器修正路线

由于汽车利用了 GPS 导航、自律导航和智能地图匹配器的相关匹配，从而完成了 3 重精度的导航功能。随着技术的进步，我们充分利用模糊逻辑控制原理替代了原来复杂的数字相关匹配技术组成的地图匹配器，这样就大大简化了系统结构，降低了成本，提高了精度。

4. LCD 显示器 世界平板显示器发展趋势表明，薄膜晶体管有源矩阵液晶显示器 (TFT AM LCD)，是个发展方向。因为它的每个像素后面都配置一个半导体开关器件来驱动，从而实现了高亮度视频图像显示，具有对比度好，扫描线多，视角宽，低

群、高架桥下、高山群洞、密集森林等地段与 GPS 失去联系，在中断信号的瞬间，机内自动导入自律导航系统，此时车速传感器从汽车前进的速度中检测出车速脉冲，通过汽车微处理器 (MPU) 的数据处理，由速度和时间直接求出前进的距离，但是汽车高速行驶轮胎直径要膨胀，用轮胎转速测出的距离会产生误差，因此要取一个向上的距离系数来进行修正，方可得到高精度导航。陀螺传感器可直接检测出前进方向的变化和行驶状态 (即汽车前进的角速度变化值)。例如汽车行驶在勾状山道、发夹式弯路、蛇形路面、环状盘形桥、雪道原地打滑、更换轮胎、轮渡过河等地段时，所有这些曲线行驶的距离与卫星导航的经纬度坐标比较产生误差，此时只有通过陀螺传感器的检测和微处理器的运算修正才能得到汽车的正确位置。

3 地图匹配器 由 GPS 导航和自律导航 (包括车速传感器和陀螺传感器) 所测到的汽车坐标位置数据、前进的方向与实际行驶的路线轨迹在电子地图上都存在一定误差，为了修正误差，须采用地图匹配技术。应加一个地图匹配电路，对汽车行驶的路线 (包括各种传感器检测到的轨迹) 与电子地图上道路的误差进行实时数字相关匹配，作出自动修正，然后由微处理器的整理程序进行实时快速处理，在电子地图上得到汽车正确位置的指示 (图 2)。

反射等优点。日本导航研究会把三基色 (RGB) TFT LCD 制定为导航用的标准，尺寸为 5.6 英寸 (1 英寸 = 2.54cm) 224 640 个像素 (234×960)，6.4 英寸 449 280 个像素 (234×1920)。这种 LCD 由于视角宽，亮度高，使得在副驾驶席和后座位上均能看到清晰的画面，因而应用广泛，被导航研究会推荐。在我国已有单位生产。

我们采用的是最近国际上推出的宽屏幕画面的 7 英寸液晶显示器，336 960 个像素 (234×1440)，对角线为 180mm，纵横比为 16:9，由于它具有一般家用彩电功能，通过增加电路能提供双画面和画中画以

及 9 通道画面, 纵向长距离扩大画面显示功能, 这样就实现了导航地图画面、电视接收、多重调频信息接收等多种功能, 给驾驶员长途驾驶带来乐趣。

在线路上我们利用当地坐标, 通过天文年历的换算可推出当地的日出日没时间, 这样由 GPS 的时间自动切换成昼夜不同画面显示。结构上设计成自动伸缩导轨, 不用时方便自动收藏不占车厢空间 (即 1DIN 结构), 并设有 TV/CD 开关。

5. CD-ROM 驱动器 为使驱动器更快地从光盘读取数据, 快速送往 CPU 处理, 缩短 LCD 画面上频繁显示执行程序的时间和读取数据的等待时间, 我们选取 8 倍速 650MB 的 CD-ROM 驱动器, 可使 LCD 显示效果的不连续性得到平滑, 也保持了声音和图像的不同步。

光驱的机械结构采用了电子防震系统和双门防尘措施, 以满足高速行驶的要求。随着 DVD-ROM 的出现, 未来的图像、声音、计算机数据都将统一到 DVD-ROM 上, 在日本已把原来需要 7 张 CD-ROM 光盘的日本全国电子地图, 全部压缩到 1 张 DVD-ROM 数字光盘中。

6. CPU 的选择 按照导航功能的要求和满足导航的 S 规格 (S 规格是日本导航研究会下属 40 多个成员单位共同开发的增强型汽车导航标准), 大幅度提高道路检索功能和道路再检索的速度, 以及实时快速地应付道路上的突发事件 (例如道路堵塞、施工、改线等), 须快速进行自动路线再探索, 并在一个画面上同时显示 3 条路线以供重新选择新路线, 微处理器中应选择 32bit 嵌入式实时操作的 CPU, 因为嵌入式 CPU 适合于过程控制, 通过专业设计可使软件和硬件得到最佳优化, 尤其是正在兴起的仿 PC 结构的嵌入式 CPU, 它除具有嵌入式优点外还具有 PC 机的丰富软件支持, 这对高速行驶的汽车快速检索和处理数据非常适用 (在日本 1997 年已生产专用汽车计算机芯片)。

目前数字信号处理技术 (DSP) 发展很快, 相应配套的芯片不断推出, 使得计算机的一些功能发生了革命性的跃进, 汽车导航采用 DSP 技术可以大大提高运算速度, 缩短运算时间, 提高控制精度, 也加快了多媒体技术在汽车导航中的应用。

1.2 系统的功能

系统根据道路交通法规、汽车结构、用户要求建立, 用导航软件和电子地图数据库来实现。

1. 对目的地进行最佳路线的检索 该系统可以直接输入地名、经纬度、电话号码进行路线检索, 能

快捷提供 1~3 条到达目的地的最佳路线以供选择, 还能获取自身位置、目的地坐标、行驶距离、速度、时间和前进方向等。

2. 具有瞬时再检索功能 有道路施工、堵塞、走错路等情况, 推荐的路线行不通时, 具有再检索功能。舍去堵塞、错路、施工路段, 提供新的路线时, 要求至少有 3 条路线可供选择, 并用不同颜色在显示器上标出。所以要求 CPU 运算速度和精度特别高, CPU 应选高速 32bit 的。

3. 提供丰富的菜单和记录功能 为与日本导航软件的 S 规格相对应, 系统应能记录 1 000 万个住所地址, 1 100 万个电话号码, 25m 比例尺相当于 1/3 000 的街道地图并用 11+1 层显示, 还有十字路口交叉点全画面扩大显示图, 并与 VICS 实时对应。

4. 在适当时间提供实时语音提示 凡行驶在交叉路口前, 一般道路在 300~700m 之前, 高速公路在 2 000m、1 000m、500m 之前要分别向司机说明十字路口、交叉点的名称和更改的方向, 以及高速公路的分支点、进出口、单行线等导引指示, 同时具备中英文两种语言 以供切换。

5. 扩大的十字路口标志显示功能 行驶在交叉路口、十字路口之前 300m 处, 高速公路进出口之前 300m 都要自动开窗显示扩大了十字路口附近全面图, 并指出十字路口的名称, 拐弯后的道路名称和方向。

6. 扩展功能 系统应备有多种接口, 以便与交通管理部门、邮电部门、建筑部门的 VICS、ATIS、IIS 联网。

1.3 系统的实施

1. 硬件 根据系统的方框图, GPS 天线 (26dB 微带有源圆环天线), 8 通道 GPS 接收板, 32bit 200MHz 的 CPU, 8 倍速的 CD-ROM 驱动器, TFT LCD 6.4 英寸或 7 英寸的显示器, 市场均有 OEM 产品出售, 基本上是通用技术的移植。地图匹配器可借鉴制导技术中的地图匹配原理和数字相关技术确定电路, 为简化结构降低成本可采用模糊逻辑控制电路替代复杂的地图匹配电路。陀螺传感器采用简单的随机漂移在 $10^\circ/\text{h}$ 左右的角速度传感器 [在美国微电子机械系统 (MEMS) 加工的微陀螺仪价格只有 10 美元]。车速传感器选择车速在 0.5~250km/h 范围内, 重复精度为 0.1%, 测量误差小于 0.3% 的。不同厂家的传感器因结构各异, 安装位置和方法也不同, 对其测量的角度、速度要进行调整, 以保证其与高精度 GPS 导航匹配。

总之汽车导航硬件国内基本上可以解决，不应盲目高价引进。安装示意图见图 3。

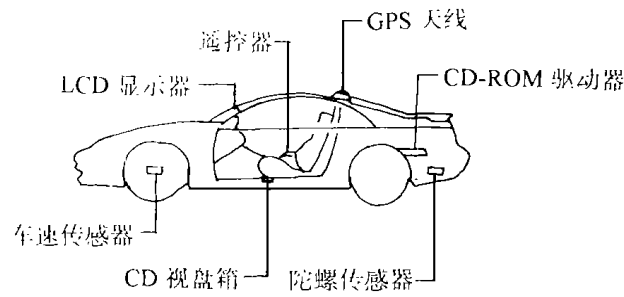


图 3 安装示意图

2. 导航软件 目前我国还未成立汽车导航研究会，也未公布导航软件标准和统一规格，可以参照日本标准，结合国情，重点放在电子地图数据库上。目前可以在 PC 机的 Windows 环境下生成数字化地图模型，关键是登录海量的电子地图信息。

除平面图外，还可制成三维立体图或鸟瞰图。一种软件具有由平面图转换成鸟瞰图的功能，以地面上空 300m 高，汽车后方约 1 000m 设计。这样前方视野可实现汽车周围 360° 的望功能，司机在一张图上可以看到 6km 以上的道路信息，使由起始点到目的地的全貌一目了然，减少和解除司机眼睛的疲劳。

2 交通信息通信系统 (VICS)

2 1 问题的提出

自从 GPS 布网成功以后，出现了汽车导航系统，人类第一次实现了从出发点为目的地的门对门的驾驶

服务。在日本把汽车导航系统与交通信息通信系统 (VICS) 联网，科学疏散了汽车在公路上的流量，合理分解了道路压力，从而成功解决了由于汽车数量的增加给道路交通带来的堵塞和拥挤，为此美国国会明确指出，今后几年内，任何不包括 GPS 的新项目都不可能获得资金。这些措施值得我们借鉴。

2 2 VICS 的组成与功能

VICS 是用来专门收集和处理各方面的交通信息和停车场空缺的信息，以及其它方面，诸如天气预报、地震预报、台风海啸预报等信息。它通过多路调频发射和在一般道路上的远红外光标发射、在高速公路上设置的无线电波光标的发射这 3 种手段，每时每刻提供各路段交通堵塞、交通障碍、停车场分布情况、道路施工、交通规则变化情况实时交通信息。

当司机从 VICS 中心发射出的调频交通信息中，通过车载的 VICS 接收单元突然获知道路堵塞信息后，系统可以马上进行回避路线的探索，导航系统立刻指示停止旧的行驶路线，自动探索新路线，新路线此时在电子地图上分 3 层处理显示：第 1 层用文字表示，第 2 层用简洁的图形表示，第 3 层用地图形式表示。汽车导航系统接收到 VICS 信息后电子地图上线路颜色变化与堵塞情况的对应见表 1。

这样，通过利用 VICS 中心提供的实时交通信息与其它信息，使为行驶中提供回避堵塞路线，选择通畅路线成为可能，从而实现了自动路线选择和无阻挡行驶，见图 4。

接收到 VICS 信息路线颜色变化与堵塞情况对照

表 1

	红短线亮灭	夜 间	橙色长线亮灭	夜 间	绿色线路
一般道路	车速 10km/h 以下	灰	车速 10~20km/h	灰	空路车少
城市内高速公路	车速 20km/h 以下	白	车速 20~40km/h	白	空路车少
城市间高速公路	车速 40km/h 以下	白	车速 40~60km/h	白	空路车少

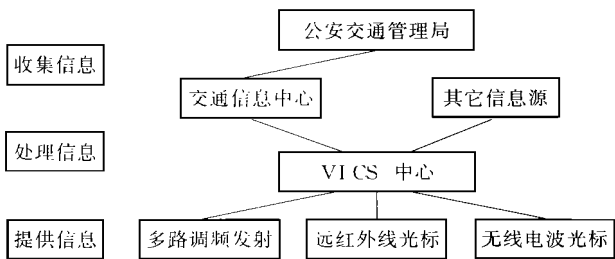


图 4 交通信息通信系统

GPS 改变了许多产业的结构和管理模式，在未来的几年内将是公路交通、电子行业的一个新的经济增长点。为此，我们应该大力发展汽车导航系统和交通信息通信系统，为“九五”汽车工业、公路交通行业的发展提供科技手段。

参考文献 (略)