

基于卷积神经网络的驾驶辅助系统设计

史二娜¹, 肖蕾蕾¹, 姬冠妮²

(1. 西安交通工程学院 电气工程学院, 西安 710300; 2. 西安交通工程学院 中兴通信学院, 西安 710300)

摘要: 为了减轻驾驶员在行驶过程中的操作负担, 进而降低误差判断事件的出现几率, 设计一种基于卷积神经网络的驾驶辅助系统; 在执行良好的汽车导航架构中, 限定 Learning Navigation 模块与 Learning Controller 模块的连接位置, 再根据辅助驾驶传感器对于行驶画面的采集情况, 对车辆巡航能力进行定向控制, 抑制监测仪表中辅助波的过渡振动, 完成驾驶辅助系统的需求与设计分析; 在此基础上, 确定辅助激活函数、约束仪表中的行车图像, 建立标准化的卷积神经网络; 按照驾驶辅助数据的学习结果, 对其进行传输处理, 进而连接驾驶辅助系统的 Job 请求, 实现系统的顺利运行; 利用卷积神经网络平台设计实车实验结果表明, 应用驾驶辅助系统后, 车辆监测仪表中辅助波振动幅度的最小值处于 36~61 Hz 之间, 平均波长偏移量明显减小, 驾驶员的行驶操作负担得到有效缓解。

关键词: 卷积神经网络; 驾驶辅助系统; 导航架构; 巡航控制; 激活函数; 行车图像; Job 请求; 辅助波

Design of Driving Assistance System Based on Convolutional Neural Network

Shi Erna¹, Xiao Leilei¹, Ji Guanni²

(1. Electric Engineering Department, Xi'an Traffic Engineering Institute, Xi'an 710300, China;

2. Zhongxing Communication Department, Xi'an Traffic Engineering Institute, Xi'an 710300, China)

Abstract: In order to reduce the operating burden of drivers in the process of driving and thus reduce the probability of error judgment events, a driving assistance system based on convolutional neural network is designed. In a well-executed automobile Navigation architecture, the connection position between the Learning Navigation module and the Learning Controller module is defined. Then, according to the collection of driving pictures by the auxiliary driving sensors, the directional control of vehicle cruising ability is carried out to suppress the transition vibration of auxiliary waves in the monitoring instrument, so as to complete the requirements and design analysis of the driving assistance system. On this basis, the auxiliary activation function and the driving image in the instrument are determined, and a standardized convolutional neural network is established. According to the learning results of driving assistance data, it is transmitted and processed, and then the Job request of driving assistance system is connected to realize the smooth operation of the system. The experimental results of real vehicle design using convolutional neural network platform show that the minimum vibration amplitude of auxiliary wave in vehicle monitoring instrument is between 36~61 hz after the application of driving assistance system, and the average wavelength offset is significantly reduced, thus effectively relieving the operating burden of the driver.

Keywords: convolutional neural network; driving assistance system; navigation architecture; cruise control; activation function; traffic image; Job request; secondary wave

0 引言

卷积神经网络是一类具有前馈控制功能网络结构体的简称, 通常情况下, 该网络体结构在应用过程中必须经历卷积计算处理, 并根据数值结果的导向作用, 对网络中存储的数据信息进行统计与维护, 是具有深度学习作用的典型物理算法实体。标准卷积神经网络具有直观学习的表征化能力, 能够按照所属系统中心阶层结构位置的不同, 对数据信息进行平移或分类处理, 故也被称为“平移不变的

神经性人工神经网络”^[1]。最基本的卷积神经网络包含输入层、隐含层两级物理结构。其中, 输入层可以从不同维度上处理卷积神经网络中的固化数据信息, 档案一维网络子实体接收到数组或其它信息后, 过渡性关联组织会直接按照时间条件进行频谱采样处理, 并将这些样本数据传输至二维子实体中。当网络环境中的物理通道全部打开时, 固化数据信息会通过二维子实体进入三级子实体, 即卷积神经网络的核心处理结构。最后, 通过一系列的规范化操作处理, 总结卷积神经网络中的数据运输特性^[2]。

驾驶辅助系统是由自动泊车辅助系统、行车辅助系统、刹车辅助系统、倒车辅助系统、自动泊车辅助系统共同组成的车辆行驶控制体系。其中, 车道保持辅助系统能够提供车辆行驶所需的一切支持条件, 当监测摄像头获取到行驶车道的异常情况时, 会通过振动方向盘的方式提醒驾驶员注意车辆的行驶情况, 并通过监测仪表中的辅助波来反

收稿日期:2019-09-10; 修回日期:2019-10-11。

基金项目:陕西省教育厅科研计划项目(18JK1041)。

作者简介:史二娜(1982-),女,河南周口人,硕士,副教授,主要从事信号与信息处理方向的研究。

肖蕾蕾(1982-),女,山东潍坊人,硕士,副教授,主要从事信号控制方向的研究。

应车体是否已经脱离行驶轨道。如果车辆能够始终保持在车道中央行驶，驾驶辅助系统则会长时间保持待命状态，即检测仪表盘中的绿色指示灯始终保持显示状态^[9-11]。在系统处于待命状态的情况下，如果在车辆越过标记线之前，驾驶员就开启了转向灯，那么系统会默认此次行为为有目的的换道形式，那么就不会出现任何的警告或提示。随着车辆行驶时间的增加，驾驶员需要始终关注检测仪表中辅助波的变化情况，且由于波长不当偏移等因素的影响，辅助波会出现剧烈的振动状态，进而造成驾驶员误差判断事件的产生。为解决上述问题，引入卷积神经网络，设计一种全新的驾驶辅助系统，通过安置 Learning Navigation 模块、Learning Controller 模块、驾驶传感器等物理装置的方式，完善系统的结构需求设计功能。根据辅助监测图像所反应出的车辆行驶情况，连接系统中的 Job 应用请求，完成驾驶辅助系统的设计与运行。

1 驾驶辅助系统的需求与设计

驾驶辅助系统设计包含汽车导航架构搭建、Learning Navigation 与 Learning Controller 模块连接、车辆巡航控制等多个物理操作流程，其具体处理方法可按如下步骤进行。

1.1 汽车导航系统架构

汽车导航系统是辅助驾驶系统的硬件分支体系，由用户界面、系统服务、设备驱动程序、核心服务等多个层次组织构成，根据所负担应用职责的不同，可划分为多个不同的属性模块，如图 1 所示。

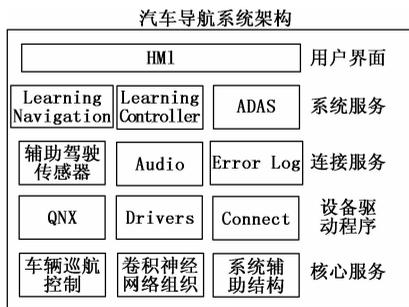


图 1 汽车导航系统架构图

Learning Navigation 模块与 Learning Controller 模块隶属于汽车导航系统的同层体系结构中，与 ADAS 芯片一起为车辆行驶数据的获取提供保障。辅助驾驶传感器分属于汽车导航系统的连接服务层，能够在 Audio、Error Log 等设备的支持下，将卷积网络中与车辆行驶相关的数据，完全转换成定向连接的存在方式，并以此确保后续连接服务的顺利进行。设备驱动程序负责疏导驾驶辅助系统中的数据信息拥堵，并调节各级硬件结构间的物理连接状态，使卷积神经网络能够在最短时间适应系统内部的执行工作状态，进而解决车辆监测仪表中辅助波出现不良振动行为的问题。核心服务层是汽车导航系统架构中最基本的设备调节组织，能够借助辅助性结构及卷积神经网络组织，确定

系统对车辆巡航能力的控制情况，并将最终信息数据反馈给相关硬件设备结构。

1.2 Learning Navigation 与 Learning Controller

Learning Navigation 模块是系统获取车辆行驶信息的主要途径，以两个完全相同的 Trail 控制器作为核心搭建设备。在卷积神经网络处于稳定传导的前提下，Trail 控制器的上端弹片会记录导航状态下车辆的辅助行驶情况，并借助疏导芯片，将这些数据信息传输至下端弹片中，在经过系统数据库的统一存储处理后，下端弹片建立与输出信道的物理连接，并借助该结构将车辆辅助行驶数据传输至 Learning Controller 模块中。

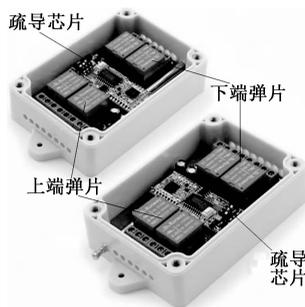


图 2 Trail 控制器

Learning Controller 模块作为 Learning Navigation 模块的下级设备结构体，具备较强的数据运输功能，能够根据卷积神经网络中车辆行驶信息的记录情况，选择性建立该结构与系统软件数据库间的物理联系。与 Learning Navigation 模块不同的是，Learning Controller 模块以 phocos 装置作为核心搭建设备。随着驾驶辅助系统运行时间的延长，phocos 设备所负载输出线路的数量条件也会随之增加，直至接口槽插口全部被占用连接。而在此过程中，Learning Controller 模块始终保持与 Learning Navigation 模块的物理连接，直至汽车行驶数据被系统数据库完全记录。

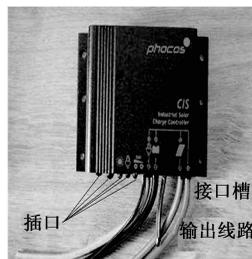


图 3 phocos 设备结构

1.3 辅助驾驶传感器

辅助驾驶传感器是短程雷达传感器的特殊表现形式，固有工作频率始终保持为 24 GHz，可用于感知车辆行驶过程中任意数据信息的变更行为。为深入卷积神经网络获取大量的辅助波监测信息，这种传感器只能安置在行驶车辆的侧面。当车辆行驶进入监测器盲点区域或车轮位置超过边界限制条件时，辅助驾驶传感器会借助传送信道，将告

警信息传递至监测仪表结构中, 并通过振动或警示音的方式, 提醒驾驶员注意车辆的不安全行驶行为。对于卷积神经网络来说, 辅助驾驶传感器中的数据信息能够与导航组合结构发生结合性连接, 进而实现系统内部驾驶辅助操作的引导处理^[5-6]。同样地, 由于该结构组织位于车辆侧面, 能够时刻严密注视车辆的行驶状态, 并在第一时间对所有相关于辅助波的物理信息进行整合汇总, 以达到预防碰撞性行为发生的目的。

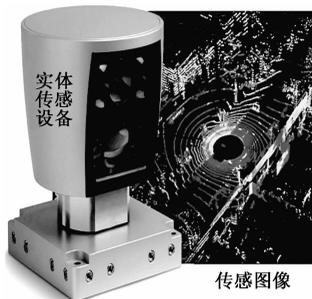


图 4 短程雷达传感器

标准的短程雷达传感器结构由实体传感设备和传感图像两部分组成。其中, 实体传感设备是驾驶辅助系统硬件结构的重要组成部分, 位于形式车辆的侧面, 负责记录实时行驶信息, 并将这些数据整合成卷积神经网络可承载的容量大小, 借助传入信道运输至系统核心指挥计算机中。传感图像是关于实时行车信息的记录结果, 从功能性角度来看, 类似于数据信息的分布排列方式, 能够暂存于辅助驾驶传感器中, 但为了全面增强数据信息的存储时间, 传感图像必须经由相关信道组织进入系统数据库, 以便于系统后续调度程序的选取与应用。

1.4 车辆巡航控制

车辆巡航控制是指系统借助辅助驾驶传感器采集行车信息的物理过程, 为保证卷积神经网络不出现明显的异常化执行操作, 在进行车辆巡航控制处理的同时, 系统支持驾驶员在不操作油门或刹车的情况下, 直接保持车体的巡航性功能。应用驾驶辅助控制系统时, 当前方车辆出现明显减速行为时, 被监测车辆能够在此影响下进行自动减速, 进而使两车之间始终维持一定的安全距离, 以避免不安全行驶现象的出现; 而当前方车辆恢复加速或离开原有行驶轨迹时, 被监测车辆也能随之进行加速度恢复行为, 直至行驶速度达到理想速度的数值水平。在进行上述巡航控制的过程中, 被监测车辆能够自主避让行驶路径上的行人, 这在一定程度上也更为接近了自动化驾驶技术的应用初衷^[7]。假定被监测车辆为 A, 前方行驶车辆的初始位置为 B, 巡航控制后位置为 C, 则驾驶辅助系统的车辆巡航控制原理可表示为图 5。

2 卷积神经网络研究

以系统应用需求为前提, 利用辅助激活函数, 对驾驶

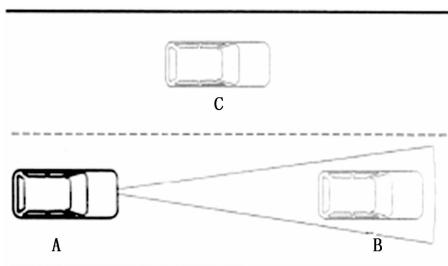


图 5 驾驶辅助系统车辆巡航控制原理

行车图像进行正规化约束处理, 完成卷积神经网络的构建研究。

2.1 辅助激活函数确定

辅助激活函数决定了卷积神经网络对于车辆行驶数据的处理方式, 直接影响网络内部的自主学习能力。如果驾驶原节点的激活函数属于线性函数, 卷积神经网络只是执行数据学习到输入的线性排列形式, 则网络最终输出的车辆行驶数据也满足线性输入需求。如果卷积神经网络的激活函数只能表现为线性状态, 那么不论驾驶辅助系统含有多少层隐含层结构, 其总体表现形式也只能继续保持线性关联状态。因此辅助激活函数必须满足线性制应用需求, 才能适应卷积神经网络的运行调节形式, 进而使车辆监测仪表中的辅助波长期维持稳定。设 λ 代表卷积神经网络中的线性偏移向量, e 代表车辆行驶数据的线性实值, 则利用上述变量, 可将系统辅助激活函数表示为:

$$F(e) = \int \left[\frac{\lambda e}{f(2\omega + k)} \right] de \quad (1)$$

其中: f 代表辅助激活函数的标准定义项, ω, k 代表卷积神经网络中两个不同的节点位置信息。

2.2 行车图像的正规化约束

从定向调节的角度来看, 卷积神经网络能够根据行车图像中节点的生成轨迹, 确定系统在驾驶辅助运行过程中所应用激活函数的复杂度水平, 通常情况下, 卷积神经网络的复杂度越低, 辅助驾驶系统激活函数所拥有的数据拟合能力也就越强。而对于行车图像的正规化约束是卷积神经网络具有的特定执行功能, 可遵照系统中辅助波的振动情况, 选择性完成数据信息的连接与应用, 直至辅助驾驶传感器所获取的车辆行驶图像完全保持稳定。常规情况下的行车图像正规化约束分为节点权重衰减、辅助损失确定两个部分, 设 ω 代表卷积神经网络中的平均节点覆盖数量, t 代表驾驶辅助系统中数据信息的最小衰减周期, 联立公式 (1), 可将行车图像正规化约束处理的计算公式表示为:

$$\begin{cases} y = L_{F(e)} + \frac{\varphi}{2d} \\ g = \frac{H_{F(e)}}{i} |c - x|^2 \end{cases} \quad (2)$$

其中: y 代表节点权重衰减计算项, g 代表辅助损失确定计算项, $L_{F(e)}$ 代表行车图像的权重项行为参量, $H_{F(e)}$ 代表行

车图像的辅助项行为参量, i 代表节点损失系数, c, x 代表两个不同的节点辅助误差值, d 代表辅助节点的最小权重参数量, φ 代表驾驶辅助系统对于行车图像的约束行为条件。

3 功能实现

在卷积神经网络的基础上, 联合关键性硬件结构设备, 完成行车数据的学习与传输处理, 实现驾驶辅助系统的功能调节与运行。

3.1 驾驶辅助数据学习

驾驶辅助数据学习是在卷积神经网络基础上, 对 Learning Navigation 模块与 Learning Controller 模块数据功能进行的并行化总结处理。当系统核心计算机收到辅助驾驶传感器的行车记录结果后, Learning Navigation 模块首先建立一个空白的 Trail 协议实体, 再根据行车图像中辅助节点的分布位置条件, 开始制作关于车辆信息的 path 数据包, 进而取得当前辅助波振动幅度下的原始车辆行驶数据^[8]。而 Learning Controller 模块则负责根据行车图像中数据节点的分布情况, 对驾驶辅助数据进行削减处理, 再根据卷积神经网络对于系统所设置的限制条件, 整合数据库中存储的剩余信息参量, 进而完成驾驶辅助系统的数据学习处理。

3.2 数据传输

驾驶辅助系统数据学习的具体流程如下:

1) 系统启动: 当卷积神经网络全面进入启动状态后, Learning Navigation 模块与 Learning Controller 模块先后进入启动连接状态。前者在启动过程中创建的空白 Trail 协议实体, 会借助输出信道送达至后者, 并促使后者开始接收必要的行车数据信息。

2) 获取 Job 节点: 开始行车数据传输之前, 辅助驾驶传感器会从系统服务器端获取一个 Job 节点, 之后再根据车辆对于巡航控制的具体要求, 进行后续连接处理。

3) 取得辅助权限: 如果系统服务器要求客户端上传数据, 核心计算机需要从 Learning Controller 模块取得辅助处理所需的权限许可。首先取得各项权限证书的辅助 trip ip, 然后取得每项权限许可的 trip description, 如果证实客户端确实有明确的辅助连接需求, 再取得与权限许可先关的 trip path^[9]。

4) 筛选 trip 信息: 按照行车数据信息 description 条件的不同, 判断每个辅助权限许可的 trip ip 是否满足系统应用需求。只有完全符合系统需求的辅助权限许可, 其 trip path 信息才能发送给系统的执行客户端组织^[10]。

5) 上传数据: 将所有满足系统应用条件辅助权限许可的 trip path 信息保存成文本形式, 并上传至核心处理计算机中。

3.3 Job 请求连接

Job 请求实现了卷积神经网络到辅助驾驶系统间的行车数据传输, 按照连接状态下系统的指令需求, 可将 Job 请求

连接时的参数状态总结为表 1。

表 1 Job 请求连接参数

Parameter	Data type	Description
JobID	Object	Job 请求的标识信息, 如果持续为空, 则上传 0 用于占位
Position	UInt32	车辆当前位置所属的经纬度坐标条件
SoftwareVersion	String	驾驶导航系统的软件版本信息
Map Version	String	地图数据库的版本信息
CountryCodeISO	String	当前监测车辆所在位置

4 实车实验

在全景化实验室中, 利用中央计算机及关联仪表设备, 搭建卷积神经网络平台。将驾驶辅助系统连接在中央计算机内部, 通过调节仪表参数的方式, 控制辅助系统是否接入神经网络平台。确保其它外界因素不发生改变的前提下, 令监测车辆由慢速到快速多次驶入实测单元结构中, 利用中央计算机的分析软件, 记录相关实验参数的变化情况。

4.1 卷积神经网络平台构建

中央计算机作为卷积神经网络平台的直属领导设备, 可通过传输线缆与平台实体组织相连 (如图 6)。



图 6 卷积神经网络平台

实测结构作为卷积神经网络平台的下属组织机构, 内设多个感应记录设备, 可在行驶过程中感知监测车辆的行进情况, 并将记录所得的数据信息反馈至核心计算机之中。



图 7 驾驶实测结构

监测车辆内搭载一台次级操控计算机, 可调节车辆的行进速度, 通过感应天线向中央计算机传输信息数据, 并

接收卷积神经网络平台的调度指令, 对监测车辆的行驶方式进行后续更改。



图 8 监测车辆

4.2 车辆监测仪表中的辅助波振动幅度

调节卷积神经网络平台中的仪表参数, 分别记录在驾驶辅助网络接入前、后, 次级操控计算机中相关车辆行进数据的变化情况, 借助感应天线将这些数据反馈至中央计算机中, 利用该设备所负载的 OriginPro 软件, 绘制车辆监测仪表中辅助波的振动变化图。

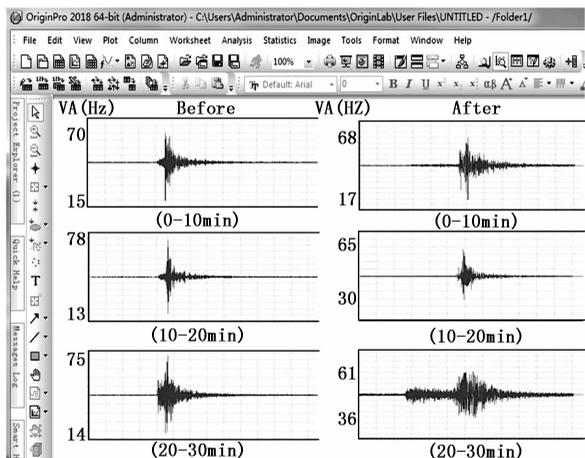


图 9 车辆监测仪表中的辅助波振动变化

图 9 中 VA 代表车辆监测仪表中辅助波的振动幅值, 应用驾驶辅助系统后, 该项指标的最大值保持下降、最小值保持上升, 整体幅度区间持续缩小; 应用驾驶辅助系统前, 该项指标的最大值出现小幅度, 最小值基本保持不变, 整体幅度区间持续增大。综上可认为, 在卷积神经网络的支持下, 应用驾驶辅助系统, 能够促进车辆监测仪表中辅助波振动频率逐渐趋于稳定。

4.3 辅助波波长偏移量

保留振动幅值测量结果, 切换 OriginPro 软件的记录标准, 根据相关时间节点中的具体数值结果, 绘制行车辅助波波长偏移量的变化情况。

分析图 10 可知, 随实验时间的增加, 应用驾驶辅助系统前、后辅助波波长偏移量均呈现先上升、再下降的变化趋势, 且最大值结果也完全一致。但从曲线分布的角度来看, 应用驾驶辅助系统前曲线的覆盖面积恒大于应用驾

驶辅助系统后的曲线覆盖面积, 且前者的相对极大值出现频率也明显大于后者。综上可认为, 在卷积神经网络的支持下, 应用驾驶辅助系统, 完全能够实现抑制行车辅助波波长偏移量增长的初衷。

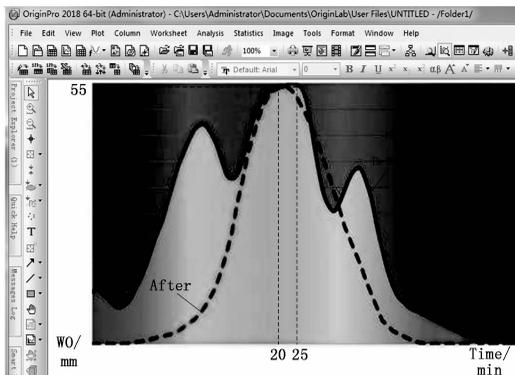


图 10 辅助波波长偏移量变化

5 结束语

卷积神经网络既能对行车图像进行正规化约束, 也能确定单一形式的激活函数, 可为汽车导航系统框架结构的建立, 提供原始数据支持。从实用性角度来看, 随着驾驶辅助系统的应用, 车辆监测仪表中辅助波的波长不再出现异常攀升行为, 波形的整体振动幅度也得到有效控制, 驾驶员在行驶过程中承载的操作负担大大降低, 误差判断事件得以彻底避免。

参考文献:

- [1] 周俊宇, 赵艳明. 卷积神经网络在图像分类和目标检测应用综述 [J]. 计算机工程与应用, 2017, 53 (13): 34-41.
- [2] 肖进胜, 刘恩雨, 朱力, 等. 改进的基于卷积神经网络的图像超分辨率算法 [J]. 光学学报, 2017, 18 (3): 96-104.
- [3] 吕能超, 段至诚, 吴超仲. 驾驶经验对先进驾驶辅助系统的作用研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2017, 17 (6): 48-55.
- [4] 尹海明, 李军. 先进驾驶辅助系统对纵向驾驶行为作用的有效性研究 [J]. 公路, 2018 (11): 232-237.
- [5] 刘计龙, 肖飞, 沈洋, 等. 永磁同步电机无位置传感器控制技术综述 [J]. 电工技术学报, 2017, 32 (16): 76-88.
- [6] 吴峰阳, 王琪, 李贵玉. 电动汽车轮毂电机无位置传感器控制 [J]. 电子设计工程, 2019, 27 (13): 114-117.
- [7] 孙涛, 夏维, 李道飞. 基于模型预测控制的协同式自适应巡航控制系统 [J]. 中国机械工程, 2017, 28 (4): 486-491.
- [8] 陈超, 沈飞, 严如强. 改进 LSSVM 迁移学习方法的轴承故障诊断 [J]. 仪器仪表学报, 2017, 38 (1): 33-40.
- [9] 张克寒, 李明伟. 高清 CMOS 图像传感器多通道数据传输系统设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2017 (2): 54-57.
- [10] 武爱林, 周胜源. 基于信源-信道联合编码的 LTE 网络数据传输算法 [J]. 计算机工程与设计, 2017, 38 (12): 47-53.