

基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法研究

赵玉芹

(郑州工商学院 机械与电信工程学院,河南 郑州 451400)

摘 要: 针对传统的采集方法,在地铁客流信息采集方面存在采集精度低的问题,提出基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法,首先利用 CCD 数码摄像机或传感器等设备拍摄郑州地铁客流纹理图像,利用三维视觉传感技术对地铁客流信息进行数字化处理,将数据化的地铁客流信息进行去噪、阈值分割等深度处理;然后对地铁客流信息进行时间序列的状态空间重构,计算地铁客流信息时间序列的自相关函数;最后在上述计算结果的基础上利用 GPS、无线通信、地铁车辆跟踪以及地铁卡收费系统对地铁客流信息进行统计,完成地铁客流信息的智能采集. 实验结果分析证明,所提算法使得地铁客流信息智能采集效率大大提高,加快了信息采集速度,从而降低了成本.

关键词: 三维视觉;地铁客流信息;状态空间重构;自相关函数;智能采集算法

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)10—0101—04

Subway Intelligent Traffic Information Collection Based on 3 d Vision Algorithm Research

ZHAO Yu-qin

(College of Machinery and Telecommunication, Zhengzhou Technology and Business University, Zhengzhou 451400, China)

Abstract: According to the traditional acquisition methods, there is the problem of low accuracy in the acquisition of subway passenger information collection, the proposed intelligent subway passenger information acquisition algorithm based on 3D vision, first using the equipment of CCD digital camera or sensor shooting ZhengZhou subway passenger texture image, to digitize the subway passenger information using three dimensional vision sensing technology, the subway passenger information the data are to the depth of processing noise, threshold segmentation; state space reconstruction and time sequence of subway passenger information, calculating the autocorrelation function of subway passenger information of time series; finally, based on the calculation results of the statistics on the subway passenger information with GPS, wireless communication, subway vehicle tracking and subway card charges intelligent acquisition system, complete the subway passenger information. The experimental results show that the proposed algorithm can greatly improve the efficiency of subway passenger flow information collection, accelerate the speed of information collection, and reduce the cost.

Key words: 3d visual; the subway traffic information; state space reconstruction; autocorrelation function; intelligent acquisition algorithm

1 引言

随着计算机领域的不断扩展,视觉传感技术得到一定范围的推广应用^[1],传统的计算机视觉传感技术是将三维的物体投影为二维图像信息^[2]. 尽管

从二维图像信息可以获取三维物体的某些特征,但在进行大量且复杂的图像信息处理时,传统的计算机传感技术应用严重受限^[3-5]. 由于地铁客流信息采集精度要求高、范围小、时效性强、速度快,需要对地铁客流图像信息进行深度处理^[6],而深度图像的出

现推动了计算机传感技术的进一步研究发展,使得三维视觉传感技术称为研究焦点^[7].

文献[8]提出基于视频的地铁客流信息智能采集算法,利用背景法提取地铁客流目标信息.该算法存在地铁客流信息采集内容复杂、信息不准确等问题.文献[9]提出基于 GPS 终端的实时地铁路况信息智能采集算法,该算法存在地铁客流信息采集的抗干扰性不强,地铁客流信息采集效率不高的问题.文献[10]提出基于相干功率谱密度估计的地铁客流信息智能采集算法,该方法存在地铁客流信息严重缺失,信息采集时间较长且采集效率不高的问题.

针对上述出现的问题,提出基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法.实验结果证明,所提算法可以精确采集地铁客流信息且速度快,成本低.有利于地铁交通的更好运营.具有良好的实用价值.

2 基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法研究

为了实现地铁客流信息采集,首先利用 CCD 数码相机或传感器等设备拍摄地铁客流纹理图像信息,用三维视觉传感技术对地铁客流信息进行数字化处理,将数据化地铁客流信息进行去噪、阈值分割等深度处理.

2.1 地铁客流信息时间序列分析模型

利用三维视觉技术对地铁客流信息中的固定位置信息时序的状态空间重构,利用地铁客流信息的时间序列分析法,进行地铁客流信息的统计与预处理分析.具体描述过程如下.

假设二元组结构代表地铁客流信息的网分布结构模型,其表达式为

$$G(o) = (V, E, L_V, L_E, \mu, \eta) \quad (1)$$

式中, η 表示地铁客流信息不同类型特征数量,则统计得到的地铁客流信息样本集为

$$M = \{x_1, \dots, x_n, \dots, x_n, x_{n+m}, y\} \quad (2)$$

采用地铁客流信息的特征序列训练重构法得到客流信息数据集 $M = (V_A:V_B:V_C)$.

假设 D 三维视觉下地铁客流信息的特征挖掘数据集; $\text{dist}(q, o)$ 为地铁客流信息空间特征矢量值 o 和地铁客流信息相邻空间矢量值 p 之间的欧氏距离.则可以计算地铁客流信息样本集中两个数据聚类中心空间矢量值之间的欧氏距离表达式:

$$\text{dist}(q, D) = \min\{\text{dist}(q, o), o \in D\} \quad (3)$$

定义 1 假设地铁客流信息数据样本集合 X 和 Y 表示地铁客流信息的两个有限向量集,且 $X \cap Y$

$\neq \emptyset$, 对于任意的正整数 k , 地铁客流信息相似 k 距离相邻序列的第 k 距离可以表示为 $k_distance(p)$, 令相邻序列轨迹其他地铁客流信息时间序列目标 o 的支持向量数据集 $\text{dist}(p, o), o \in D$, 对地铁客流信息进行有效采集的限定性条件需满足式(4).

(1) 至少存在 k 个邻域的并集, $o' \in D \setminus \{p\}$ 满足指向性向量的欧氏距离为:

$$\text{dist}(p, o') \leq \text{dist}(p, o) \quad (4)$$

(2) 地铁客流信息目标 p 的逆存在 $k-1$ 个数据聚合向量目标模型 $o' \in D \setminus \{p\}$, 同理需要满足式(4).

假设 $N_k(p)$ 表示地铁客流信息流量之和.对于给定的地铁客流信息系统响应系数 l , 地铁客流信息目标 p 的逆符合 zipf 分布特点, 则第 k 距离相邻区域的地铁客流信息相空间重构轨迹计算公式为

$$RN_k(p) = \{q | q \in D, p \in N_k(p)\} \quad (5)$$

由式(5)对地铁客流信息时间序列进行相空间重构,得地铁客流信息对象 p 逆满足第 k 距离邻域相干点积功率累积尺度,完成地铁客流信息采集模型创建.

2.2 基于时间序列的地铁客流信息自相关函数

在 2.1 节的地铁客流信息采集模型创建基础上,计算并求解地铁客流信息时间序列的自相关函数方程,则地铁客流信息输入与输出之间的时间尺度计算公式为

$$c(\tau, t) = \sum_n a_n(t) e^{-j2\pi f_c \tau_n(t)} \delta(t - \tau_n(t)) \quad (6)$$

式中, $a_n(t)$ 表示在第 n 条地铁客流信息传送过程中的时间序列震荡幅度属性值; t 表示地铁乘客上车时刻; $\tau_n(t)$ 表示第 n 条地铁客流信息传输路径的客流信息传输时延; f_c 表示地铁客流信息的信道调制频率; j 表示地铁客流信息的波束指向性空间向量.

地铁客流信息信道传送中的空间特征分布函数表达公式如下:

$$\begin{cases} y(t) = x(t - t_0) \Rightarrow W_y(t, v) = W_x(t - t_0, v) \\ y(t) = x(t) e^{j2\pi v_0 t} \Rightarrow W_y(t, v) = W_x(t, v - v_0) \end{cases} \quad (7)$$

利用地铁客流信息特征形成自相关波束,通过地铁客流信息线性回归方程估计,得地铁客流信息时间序列的时域以及频域的伸展尺度与收缩尺度表达式如下:

$$y(t) = \sqrt{kx}(kt), k > 0 \quad (8)$$

通过二进制空间向量刻画进行地铁客流信息特征子集优先选取,其表达式如下:

$$h(t) = \sum_i a_i a(t) e^{j\theta_i(t)} \delta(t - iT_s) \quad (9)$$

式中, θ_i 为地铁乘客换乘频率. 根据式(9) 将客流信息特征向量优化问题转化为地铁客流信息流分析聚类与自相关函数的计算估计问题, 其表达式为

$$x = \sum_{i=1}^N s_i \Psi_i = \Psi_s, \Psi = [\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_N] \quad (10)$$

式中, s_i 为地铁客流信息的一个特征选择路径约束信道; Ψ_s 为地铁客流信息原始特征分布概率. 利用时间联合估计对客流信息进行空间数据特征、联合参数进行检测与估计, 从而得客流信息的自相关函数方程:

$$\text{Gain}(A) = \text{Info}(B) - \text{Info}_A(B) \quad (11)$$

式中: $\text{Info}(B)$ 为地铁客流信息 B 自相关参数; $\text{Info}_A(B)$ 为地铁客流信息 A 和地铁客流信息 B 的互相关参数. 通过式(11) 求解地铁客流信息时间序列自相关函数方程, 以提高对地铁客流信息采集的精确度.

2.3 基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法

在地铁客流信息自相关函数计算结果基础上, 利用 GPS、无线通信系统、地铁卡收费系统等将采集到的地铁客流信息上传到地铁信息中心完成对地铁客流信息的采集. 具体过程描述如下.

(1) 对所有地铁线路、地铁站点和地铁车辆进行统一编码, 分别为 $u \in U, h \in H, z \in Z$.

(2) 设定 $w \in W$ 表示地铁乘客乘行距离连续累计的地铁递减费率 $f \in F$ 、累计计算的有效时间 T .

(3) 自动报站系统可以自动识别地铁乘客到达站点名称以及编码, 地铁车载收费系统能够识别乘客手持地铁卡的有效性, 通过三维视觉技术将信息上传到信息中心. 地铁车载端的信息采集算法如下.

在乘客进入地铁站刷卡时, 首先记录上车站点编码 h_a 和上车时间点 $t_a(i)$, 按照式(12) 判断该地铁乘客是否符合连续计程条件.

$$\begin{cases} t_a(\chi) - t_o \geq T, t_o = t_a(\chi) \\ t_a(\chi) - t_o \leq T, t_o = t_a \end{cases} \quad (12)$$

式中: χ 表示为乘客本次乘坐; a 表示乘客上车标志; t_o 表示乘客连续累计乘行距离的全部时间; $t_o = t_a(\chi)$ 时, 代表地铁乘客不符合连续计程条件, 开始下次新的累计; 当 $t_o = t_a$ 时, 代表地铁乘客符合连续计程条件, 则保持已有的累积计程.

根据式(12) 对地铁客流信息的判断结果考虑

累计乘行里程 $L(\chi)$ 和地铁站本站到本地铁路线路终点里程 L_a , 确定本次地铁乘客收费的费率 f_a 的计算公式为

$$f_a = \begin{cases} F(w) & | (L(\chi) + L_a) \in w \\ F(w) & | L_a \in w \end{cases} \quad (13)$$

式中: $F(w)$ 表示地铁乘客乘行里程 w 对应的收费率; 按照地铁本站到本线路终点的里程 L_a 进行预收费, 地铁收费额度计算公式为

$$C_a^p = f_a \cdot L_a \quad (14)$$

在地铁客流信息发送环节, 当地铁启动并平稳运行一段时间后, 将地铁车载系统中记录的信息发送到地铁信息中心. 地铁信息中心端的采集算法如下.

在指定时间尺度为 G 的情况下, 对于第 g 个时间段, 地铁线路 u 中间站 s_a 的上地铁人数 $P_{gs_a}^{uh}$ 以及地铁线路 u 中所有路过站点的上车人数分别如下:

$$P_{gs_a}^{uh} = \sum_z P_{gs_a}^{uhz} \quad (15)$$

$$P_g^{uh} = \sum_{s_a} P_{gs_a}^{us} \quad (16)$$

线路 u 的 OD 地铁客流量 $P_{gh_b}^{uh}$ 表示在 g 时段在地铁站点 h_a 下地铁的乘客按照其上地铁站点进行统计的结果, 其计算公式如下:

$$P_{gh_b}^{uh} = \sum_v P_{gv_b}^{uhv} \quad (17)$$

式中, $P_{gh_b}^{uh}$ 表示 g 时间段内地铁车辆在站点 h_b 下地铁的人数 $P_{gv_b}^{uhv}$ 与地铁站点 h_a 上地铁的人数之和. 可由地铁口刷卡信息联号统计得到.

综上所述, 利用地铁卡收费系统将采集的地铁客流信息上传到地铁信息中心完成对地铁客流信息的采集.

3 实验结果与分析

实验针对基于三维视觉地铁客流信息智能采集算法可行性与有效性进行验证. 采用 CCD 数码摄像机或传感器设备拍摄郑州地铁客流信息如图 1 所示. 实验平台为 Windows mobile7.0 操作系统; Mapinfo mobile6.0 插件; 数据来源为郑州地铁 1 号线地铁电子信息.

本文在型号为三星 SGH-i908E 的设备上进行地铁客流信息采集实验. 随机选取 2015 年 6 月郑州地铁 1 号线地铁客流信息 1 000 条, 进行 10 次实验. 利用三维视觉传感技术对图 1 拍摄到的地铁客流信息进行数字化和深度处理, 利用 2.2 节中的式(11)地铁客流信息的自相关函数 $\text{Gain}(A)$ 对地铁客



图 1 郑州地铁 1 号线随机拍摄的客流信息图像

流数据信息采集效率(%)与采集时间(s)结果影响如图 2、图 3 所示。

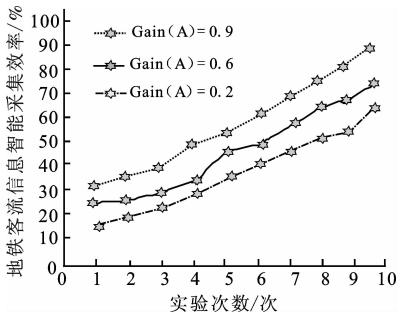


图 2 地铁客流信息智能采集效率

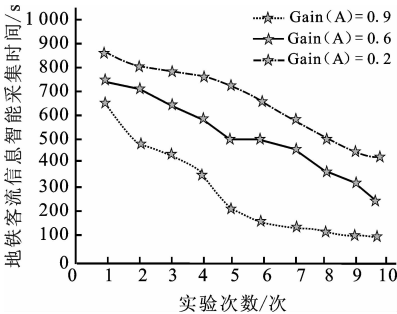


图 3 地铁客流信息智能采集时间

根据图 2 随机 10 次实验地铁客流信息的自相关函数 Gain(A)对地铁客流信息智能采集效率的影响,抽取其中第 2、5、8 次实验结果进行分析。

当 Gain(A)=0.2 时,对应的地铁客流信息智能采集效率分别为 20%、30%和 40%;当 Gain(A)=0.6 时,对应的地铁客流信息智能采集效率分别是 25%、40%、55%;当 Gain(A)=0.9 时,对应的地铁客流信息智能采集效率分别为 35%、65%和 78%。由此可以看出,当地铁客流信息的自相关函数 Gain(A)在区间[0.2,0.9]范围内,地铁客流信息智能采集效率高。

图 3 中随机选取第 3、6、9 次实验结果对地铁客流信息智能采集时间的影响进行分析:

当 Gain(A)=0.2 时,地铁客流信息智能采集时间对应的结果分别为 800 s、720 s 和 600 s;当 Gain(A)=0.6 时,地铁客流信息智能采集时间对应的结果分别是 650 s、480 s 和 300 s;当 Gain(A)=0.9 时,420 s、200 s 和 100 s。由此可以看出,当地铁客流信息的自相关函数 Gain(A)在区间[0.2,0.9]范围内,地铁客流信息智能采集速度快。

实验结果分析证明,所提算法由于采用了三维视觉传感技术对采集的图片信息进行数字化处理,降低了噪声影响使得地铁客流信息智能采集效率大大提高,缩短了信息采集时间,从而降低了成本,具有良好实用价值。

4 结束语

采用当前算法进行智能采集时,无法完整获得全部的有效信息,容易导致采集信息不准确、采集速度慢、效率低等问题。为此提出一种基于三维视觉的地铁客流信息智能采集算法,并通过实验结果分析证明,所提算法使得地铁客流信息智能采集效率大大提高,加快了信息采集速度,具有良好的实用价值。

参考文献:

[1] 宋海波,朱锴,王晓,等. 临床手术信息采集和分析系统[J]. 计算机应用,2016,36(A02):309-311.

[2] 任莹晖,纪会敏,杜勇,等. 切削刀具综合管理系统的数据采集和存储设计研究[J]. 计算机应用研究,2016,33(10):3031-3035.

[3] 张晓亮,时磊,王娜,等. 基于传感和信息采集的免耕智能播种机设计[J]. 农机化研究,2016,38(5):160-164.

[4] 高强,王霖. 基于 GSIG 的分布式电源信息采集模型[J]. 电力系统保护与控制,2016,44(5):55-59.

[5] 赵庆展,靳光才,周文杰,等. 基于移动 GIS 的棉田病虫害信息采集系统[J]. 农业工程学报,2015,31(4):183-190.

[6] 许金普,诸叶平. 基于语音识别的农产品价格信息采集方法[J]. 中国农业科学,2015,48(3):449-459.

[7] 唐良瑞,李荣荣,翟峰. 面向智能用电信息采集终端的访问控制协议[J]. 电力系统自动化,2016,40(6):113-118.

[8] 孔宇,王淑营. 基于 Android 平台的汽车售后维修服务信息采集解决方案[J]. 计算机应用,2015,35(12):3586-3591.

[9] 颜瑞,李芳,何梦,等. 基于 Android 系统的五维手写信息采集设备的设计[J]. 传感技术学报,2016,29(2):220-225.

参考文献:

[1] LeCun Yann, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton. Deep learning[J]. Nature,2015,521(7553): 436-444.

[2] 李彦冬,郝宗波,雷航. 卷积神经网络研究综述[J]. 计算机应用,2016,36(9):2508-2515.

[3] Jia Yangqing, Evan Shelhamer, Jeff Donahue, et al. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding[C]// Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. ACM, 2014.

[4] Vishnu P Nambiar, Mohamed Khalil-Hani, Riadh Sahnoun, et al. Hardware implementation of evolvable block-based neural networks utilizing a cost efficient sigmoid-like activation function[J]. Neurocomputing, 2014(140): 228-241.

[5] Manish Panicker, BabuC. Efficient FPGA implementation of sigmoid and bipolar sigmoid activation functions for multilayer perceptrons[J]. IOSR Journal of Engineering, 2012, 2(6): 1352-1356.

[6] EMMANUEL ADETIBA, IBIKUNLE F A, DAR-AMOLA S A, et al. Implementation of efficient multi-layer perceptron ANN neurons on field programmable gate array chip[J]. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS, 2014, 14 (1); 151-159.

[7] Li Bingzhe , Hassan Najafi M, David J Lilja. Using stochastic computing to reduce the hardware requirements for a restricted boltzmann machine classifier[C] // The 2016 ACM/SIGDA International Symposium on Field-Programmable Gate Arrays. Monterey, California, USA,2016:36-41.

[8] Sahil Abrol, Rita Mahajan. Implementation of single artificial neuron using various activation functions and XOR gate on FPGA chip[C]//IEEE:2015 Second International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering. IEEE,2015:118-123.

[9] Djalal Eddine, Khodja Stéphane Simard, Implementation of optimized approximate sigmoid Function on FPGA circuit to use in ANN for control and monitoring [J]. CONTROL ENGINEERING AND APPLIED INFORMATICS, 2015, 17(2): 64-72.

作者简介:
李施豪 男,(1992-),硕士研究生.研究方向为 VLSI 与人工智能应用.

应三丛(通讯作者) 男,(1975-),博士,副教授.研究方向为计算机应用. E-mail:yingsancong@163. com.

(上接第 104 页)

[10] 刘迎澍,杨旭辉. 面向智能家居的实时电能信息采集系统设计[J]. 电子设计工程,2016,24(14):122-125.

作者简介:
赵玉芹 女,(1983-),硕士研究生,讲师.研究方向为智能信息处理与模式识别. E-mail:18538216930@163. com.