

基于视频监控的安全行为管理检测技术分析

毛邓添

(中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司, 天津 300456)

摘要: 在现代安全行为监管工作中, 视频监控技术发挥着至关重要的应用优势。为实现此项技术的良好应用, 本文特对该技术模式下的安全行为管理检测技术进行分析。包括视频监控技术及其在安全行为管理检测中的重要性、视频监控技术支持下的不安全行为检测与识别分析。希望通过本次的分析, 可以为该项技术的应用和现代安全行为管理工作质量的提升提供一定参考。

关键词: 视频监控技术; 安全行为; 管理检测技术; 光流方向直方图; 两级分类

在对安全行为管理检测技术进行研究的过程中, 技术人员应对其中最重要的视频监控技术做到足够重视, 并结合实际情况, 将光流方向直方图作为依据, 借助于视频监控技术, 对正常行为以及异常行为进行建模, 并通过两级分类法对不安全行为进行科学检测。这样便可进一步提升此项检测的精准性, 满足安全行为的实际监管需求。

一、视频监控技术及其在安全行为管理检测中的重要性

视频监控技术是通过视频监控的形式对设防区域进行探测或监视的一种新型技术。通过该技术的合理应用, 可实时显示和记录设防区域的实际情况, 并通过电子或网络系统来为历史图像的检索与显示提供支持。

在当今的安全行为管理检测工作中, 视频监控技术具有非常显著的优势。具体应用时, 其重要性主要包括以下几点: 1) 该技术对工程企业安全管理具有很大的帮助, 可显著降低不必要事故的发生几率, 为人类创造更多利益。2) 该技术可有效监测用户家庭里的老人或孩子的日常行为, 对其不安全行为做出科学分析, 并及时向其家人或亲属发出警报, 尽最大限度确保弱势群体的安全性。3) 该技术可对病人的不安全行为进行实时监控, 并在监测到不安全行为后及时发出预警, 以此来保障患者安全, 减少医护人员工作量。4) 该技术可对各种人类活动场所进行实时监控, 以便准确识别其不安全行为, 为社会的和谐稳定发展提供技术支持。凭借着这些优势, 此项技术在现代安全行为管理检测中得到了非常广泛的应用。

二、视频监控技术支持下的不安全行为检测与识别分析

在现代安全行为检测工作中, 借助于视频监控技术的支持, 便可对监控区域内的不安全行为做出及时、准确的检测与识别。为达到这一目标, 我们可将光流方向直方图作为依据, 结合通过视频监控技术获取到的视频帧画面, 在隐马尔可夫模型里完成监控区域安全行为与不安全行为的检测与分类处理, 这样才可以及时检测出被监控场景条件下的不安全行为, 从而为各类异常事件的管理工作提供有力的技术支持。以下是具体的检测和分类技术措施分析。

(一) 光流方向直方图分析

光流方向直方图又叫作特征描述符, 其主要作用是对目标区

域内的运动信息进行描述, 即在相应的帧里对光流进行提取, 以此来获取底层移动信息, 并将其合理应用到 HS (Horn-Schunck, 光流算法) 中, 通过该算法在空间块上完成光学流向计算, 将光流按照水平(u)和垂直(v)两种字段形式分配至9个定向仓里。因直方图和概率分布特征之间具有密切的关联性, 所以在对异常行为进行检测时, 可直接采用概率图模型来进行检测和处理, 即将n个波段选出, 并通过n维向量 $\vec{q}$ 的形式将每一帧视频中的HOFO(静态画面)给出。其计算公式为:

$$H \sum_{i=1}^n q_i = 1 \quad (1)$$

(二) 光流方向直方图条件下的隐马尔可夫模型

隐马尔可夫模型是对不安全行为事件进行检测的一种典型方法, 它是在假设训练步骤里有安全和不安全两种HOFO特征描述符存在的情况下, 通过学习训练样本的方式来检测其中的不安全行为。在隐马尔可夫模型中, 如果隐藏状态的数量是m个, 可观察状态的数量是n个, 则可观察状态在其中的平稳分布为

$$(p_{11}, \dots, p_{1n}), \text{ 其中, } i \text{ 为 } 1, 2, \dots, m, \text{ 且有: } \sum_{j=1}^n p_{ij} = 1;$$

而其隐藏状态在其中的平稳分布则为: $(a_1, a_2, \dots, a_m)^T$, 且有

$$\sum_{i=1}^m a_i = 1,$$

在这样的情况下, 可观测状态的所有转移概率矩阵可按照以下公式来进行计算:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & p_{m3} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{bmatrix} = \frac{1}{p} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

且其中有:

$$\vec{p} = \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^m a_k p_{k1} \\ \sum_{k=1}^m a_k p_{k2} \\ \dots \\ \sum_{k=1}^m a_k p_{kn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

在以上计算公式中, $\vec{p}$ 矢量是P概率的平稳分布矢量。经以往的研究与推测可知, 此种固定分布和通过隐马尔可夫模型观察

到的分布距离可用来进行相应的问题分类。通过这样的方式，便可对视频监控区域内的安全行为以及不安全行为做出合理区分，从而为不安全行为的及时发现与及时报警提供有力支持。

（三）正常行为和异常行为建模

在通过视频监控技术获取到的各个视频帧静态画面（HOFO）中，因为其特征具备概率的特点，所以在隐马尔可夫模型中具有非常好的适用性。同时，因为HOFO属于对视频监控区域进行观察以及记录的光流方向直方图，所以在具体应用时，工作人员不需要对其额外进行其他的统计与处理等操作。在监控视频里，如果检测到了不安全行为，即异常HOFO，其隐藏状态 m 的数量将是2个，其中的一个隐藏状态HOFO属于正常帧；另一个隐藏状态HOFO则属于异常帧。其中的可观测状态 n 属于特征描述符里的维度，这里针对HOFO描述符所设置的维度应该为 $n=36$ 。

假设监控视频里的正常视频帧（即安全行为视频帧）的数量是 K_1 个；异常视频帧（即不安全行为视频帧）的数量是 K_2 个，在 n 维形式的HOFO系列中， $\{\vec{q}_i^j\}_{j=1}^{K_1}$ 代表正常视频帧，它所检测到的行为是安全行为；而 $\{\vec{q}_2^j\}_{j=1}^{K_2}$ 则代表异常视频帧，它所检测到的行为是不安全行为。如果HOFO $\vec{q}_i^j$ 属于一个 n 维形式的光流向量，则其计算公式为：

$$\vec{p}_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in}) \quad (4)$$

其中， i 的取值为1, 2； k 的取值为1, 2, ..., K_i 。

同时，因为平均分布的两个 $\vec{p}_1$ 以及 $\vec{p}_2$ 属于以正常视频帧和异常视频帧为基础所观察到的监控视频HOFO序列，因此在具体的建模过程中，其计算公式应该为：

$$\vec{p}_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in}) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^{K_i} \vec{q}_i^j, i=1, 2 \quad (5)$$

在环境状态保持稳定的情况下，监控视频帧中的HOFO也应该具有稳定的特征。基于此，在建模时，我们可以将 $\vec{p}_1$ 以及 $\vec{p}_2$ 看作隐藏状态不同时，观测值呈现出的平稳分布状态。就几何角度而言， $\vec{p}_1$ 其实与 $\{\vec{q}_i^j\}_{j=1}^{K_1}$ 这个观察点最为接近。而在对以下的最小化问题进行处理时，我们可将 $\vec{p}_1$ 用作处理方案：

这里所说的平稳概率指的是监控视频里的正常帧数量是 a ，因此监控视频里的异常帧数量是 $1-a$ 。针对监控视频帧事件的具体检测问题，建模中，我们可将观察到的监控视频帧作为依据，采用常规估计的方式在其中将未知的平稳概率 a 找出。在此过程中，常用的算法有两种，第一是最大似然估计算法，第二是期望最大化算法。但是由于篇幅有限，本次研究中，便不再对隐马尔可夫模型本身实施相应的估计，而是将两类分类法引入其中，将通过视频监控获取到的各个HOFO值作为基础，在隐马尔可夫模型里完成正常行为（即安全行为）以及异常行为（即不安全行为）的模型建立。

（四）基于两级分类的不安全行为检测

在通过视频监控技术对隐马尔可夫模型中的不安全行为进行检测时，可在检测步骤里对监控视频每一帧中的HOFO描述符进行计算，以此来获取到可观察状态中的观察分布 $\vec{q}$ 。在此基础上，我们可采用最大化 $\vec{q}$ 以及预测分布 $\vec{p}$ 这两者之间存在的差异，对隐藏状态中的平稳分布 a 做出估算。在此过程中， a 需要通过以下的最小化问题来进行处理：因为处理后公式的目标函数属于 a 的二次函数，所以在具体计算时，我们还需要对其对称轴做到重点考虑，并通过以下公式来计算其对称轴。之后需要对最优化问题加以合理解决，经解决之后，便可获取到的检测结果。就几何观点而言， $a \vec{q}$ 的值越小， $\vec{q}$ 和 $\vec{p}_1$ 就越靠近。同时，因为 $a \vec{q}$ 属于一个和隐马尔可夫模型自身并不存在关联性的异常指标，所以在具体检测时，我们可将其用作一个独立指标，正如度量其他相似度的指标一样，并不将隐马尔可夫模型中的相关知识用作该指标中的参考。就实际而言，在设置了警报阈值 l 后，所有具备HOFO特征的 $\vec{q}$ 监控视频帧都将很容易被分类，其分类公式如下：

$$\begin{cases} \text{normal frame: } a\vec{q} > l \\ \text{abnormal frame: } a\vec{q} \leq l \end{cases} \quad (6)$$

对于报警级别 l ，具体检测时，需要将历史监控视频中的帧误差函数作为依据，合理设置其最小化问题。其中的 l 是一种算法，该算法给出了通过隐马尔可夫模型识别异常事件（即不安全行为）的算法。而在隐马尔可夫模型的具体应用中，我们也可以将该算法用作不安全行为检测的分类器。通过这样的方式，该模型便可对视频监控获取到的各类事件做出合理分类，以便及时确定其中的不安全行为，并及时发出相应的警报。这对于视频监控技术的合理应用与不安全行为检测质量的提升都将十分有利，从而可为各场景条件下的安全检测工作奠定良好的技术基础。

三、结束语

综上所述，视频监控技术是当前很多安全监管领域中至关重要的一种技术类型。尤其是在当今的安全行为管理与检测工作中，视频监控技术更是发挥出了不可或缺的应用优势。基于此，相关单位、研究者与技术人员一定要充分意识到此项技术的重要性，结合被监控区域内的实际情况，采取合理的措施对监控视频里的帧画面进行检测和分类处理，以此来及时发现其中的不安全行为，以便管理人员及时采取有效的措施来制止这些行为。这对于现代各种场景条件下的安全行为管理工作质量提升将十分有利，从而可有效确保整体被监控场景的安全性。

参考文献：

- [1] 李雯静, 刘鑫. 基于深度学习的井下人员不安全行为识别与预警系统研究[J]. 金属矿山, 2023(3): 177-184.
- [2] 张敬涓, 王楠. 智能视频分析算法在油田生产安全方面的应用[J]. 中国化工贸易, 2023(15): 76-78.