

中国人民公安大学外国警学译丛

Protecting Privacy in Video Surveillance

视频监控中的 隐私权保护



[美]安德鲁·西尼尔 (Andrew Senior) 编
王蓉 安翠丽 李冲 译



中国人民公安大学出版社

中国人民公安大学外国警学译丛

视频监控中的隐私权保护

Protecting Privacy in Video Surveillance

[美] 安德鲁·西尼尔(Andrew Senior) 编

王 蓉 安翠丽 李 冲 译

中国人民公安大学出版社

·北 京·

著作权合同登记号 图字：01 - 2015 - 4085

图书在版编目 (CIP) 数据

视频监控中的隐私权保护 / (美) 西尼尔编; 王蓉译. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2015. 7

书名原文: Protecting Privacy in Video Surveillance

ISBN 978 - 7 - 5653 - 2269 - 3

I. ①视… II. ①西… ②王… III. ①隐私权—研究 IV. ①D913.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 156414 号

Translation from English language edition: Protecting Privacy in Video Surveillance
by Andrew Senior.

Copyright© 2009 Springer London

Springer London is a part of Springer Science + Business Media.

All Rights Reserved.

视频监控中的隐私权保护

[美] 安德鲁·西尼尔 (Andrew Senior) 编

王 蓉 安翠丽 李 冲 译

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市泰锐印刷有限责任公司

版 次: 2015 年 8 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次

印 张: 16

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 261 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 2269 - 3

定 价: 58.00 元

网 址: www.cppsupsup.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@cppsup.com zbs@cppsu.edu.cn

营销中心电话: 010 - 83903254

读者服务部电话 (门市): 010 - 83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): 010 - 83903253

公安业务分社电话: 010 - 83905672

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

前 言

进入 21 世纪以来，由于受到越来越多的非对称恐怖威胁的推动，监控系统的部署一直在迅速地增长。持续不断地研究增强了监视的能力，以至于当今的计算机能够监控几百个视频资料，自动探测越来越广的活动范围。支持者把扩大监控看作是提高安全性的一个必需要素，但与此同时，通过监控提高社会治安的做法使用不当的话，必然会侵犯人们的隐私权。使许多人感到惊奇的是，2007 年联邦法院规定，纽约警察局必须停止在公众集会上对人们的常规视频录像，除非有迹象表明“非法活动可能发生”。从技术上讲，继续向监控社会转变是大势所趋吗？或者公众的激烈反对将进一步限制视频监控的发展吗？

“Big Brother”，出现于 George Orwell 的著作《1984 年》中，他从未被看作是独裁者，但是被当作 100 个顶级反面人物之一和最具影响力的 5 个顶级虚构人物之一。对于许多人来说，短语“Big Brother”已变成了滥用监控的代名词。对于有些人来说，“Big Brother”也可能指留意、关注他人的某个家庭成员或志愿者参加的电视节目中的导师。

可见，“Big Brother”有正反两方面意思，与监控中的重大问题是一致的。一方面，视频监控可以是保护性的，有利于社会；另一方面，如果被滥用的话，它可能是干扰性的，是限制自由的。虽然政策法规的制定有助于平衡安全与隐私之间的关系，但是随着本书中提到的技术重大发展，一个需要被探索的基本研究方向将挑战一种假设，即在安全与隐私之间存在着固有的矛盾。

本书中的各章主要探讨了如何通过技术手段提高隐私性的同时，仍然支持甚至改进那些试图使用视频监控数据的安全系统。研究者提出了多个双赢解决方案。对其著作呈现在本书中的研究者表示感谢，并且希望再接再厉。这是一项重要的工作，它将在未来几十年有益于社会。



至少有三类人员应该阅读此书。如果您是一位从事视频监控、探测或跟踪的研究者，或者是一个从事有关隐私权社会问题的研究者，本书是一本必读书。本书中呈现的技术和思想能够改变您未来的研究，帮助您如何同时解决安全问题和隐私问题。需要阅读本书的最后一类人员是从技术顾问到政策制定者，对他们来说，重要的事情是承认存在着替代侵犯性视频监控的有效方案。当在安全与隐私之间必须选择其一时，较好的方案可能已经导致对隐私权的侵犯。然而，使用本书中所描述的技术时，将不存在隐私权侵犯的问题。同时，政策法律也需要改变，以跟上技术的发展。

很荣幸能为本书撰写前言。这本书所选择的题目意义重大，收集了国际优秀研究者的最佳研究成果。作为在第一届 IEEE 视频监控中隐私保护研讨会的组织者之一，很高兴看到本书许多章节的作者也在这次研讨会中出席，最重要的是看到这项研究工作在持续不断的进行着。我希望本书刚好是有关这个题目的许多书中的第一本书——并且可能下一本书将包括您所写的一章。

IEEE 模式分析和机器智能技术委员会，
Colorado Spring Chair 的 Colorado 大学，
El Pomar “创新与安全” 教授
Terrance Boulton
2009 年 4 月

序 言

随着越来越多的个人信息通过电子方式被存储,以及这些信息更容易获取和分配,个人隐私权保护在当代生活中越来越受关注。近年来数据收集以惊人速度发展的一个领域便是视频监控。随着 20 世纪 90 年代的伦敦爆炸案和 2001 年 9·11 恐怖袭击事件的发生,社会迫切需要部署视频监控。同时,硬件价格下降,并且当系统从简单的模拟装置转变成复杂的“智能”自动监控系统时,它们的监控能力已得到急剧增长。

具有自动分析视频能力的监控摄像机的普遍存在已经引起了有关隐私权丢失的恐惧。视频监控能力不断增长,它可以从数千台摄像机和许多其他网络信息源,如健康、金融、社会安全及警察数据库,汇集信息,像在“Total Information Awareness (全面信息认知)”项目中预想的那样。视频监控能力的增强,外加公民自由的侵蚀,增加了对隐私权更大威胁的恐慌,这些恐慌可与 Orwell 在其著作《1984 年》中构想的相比拟。

近年来,面对日益增长的视频监控,人们已经开始寻求可以使用技术保护隐私权的方法。研究者已经开始探索怎样利用从计算机视觉到密码学等诸多技术,来限制隐私权侵犯视频的分配和获取;有些人开始尝试通过机制法规的制定来主张隐私权的保护,而另一些人正在调查所提出技术的有效性和可接收性。

读 者

本书汇集了一些当前有关视频监视隐私权保护的重要研究成果,显示了当前的技术发展水平和领域的宽度。本书主要针对研究者、研究生和自动视频监视领域中的开发者,尤其是对计算机视觉和密码学感兴趣的人。对于那些来自诸如社会效应、法律和公共政策领域,对隐私权和视频监视有较大兴趣的人来



说，本书也将是有意义的。对于视频监视公司、数据保护局和隐私权组织来说，本书将是一个有价值的资料。

组织结构

第一章给出自动视频监控系统的概述，作为不熟悉本领域读者的基础。其后的各章提供来自世界各地学术界和行业的团队研究。每一章都有一个参考文献，它们都提及本领域中所有重要的工作。

Cheung 等人描述了一个隐私权控制流的分析与安全管理系统。Senior 探索了系统的设计和性能分析，该系统通过修改视频来隐藏个人数据。Avidon 等人探索密码学草案的使用，以限制个人数据的获取，同时仍能运行复杂的分析算法。Schiff 等人描述了一个系统，在这个系统中，对隐私保护的期望是通过戴一个视觉模板生效的。而 Brassil 描述了一个机制，在这个机制中，一个无线的隐私权启动装置使一个人能够控制有其出现的视频的获取。Chen 等人给出了几种状况，在这些状况下，面部遮蔽是不足以保证隐私权的。而 Gross 等人给出了一个经实验证明可以掩盖面部身份的系统，该系统对监控视频的使用性能影响极小。Babaguchi 等人调查了一个系统所提供隐私权保护的水平，及其对观察者和被观察者之间的关系的依赖性。Hayes 等人研究了带有隐私权控制的视频系统的部署。Truong 等人提出了盲点系统，该系统能够防止图像捕获，从而认定隐私权不仅针对监控系统，而且也针对未被控制的手持摄像机。

视频监控正在迅速发展，但隐私权保护机制的发展正处于萌芽状态。作者正在探索围绕这些先进技术的技术问题和社会问题，并且尝试如何将这些技术运用到现实世界的监控系统中。

致 谢

我衷心地感谢 IBM T. J. Watson 研究中心探索计算机视觉组的同事们的支持，在工作期间，我们一起研究 IBM 智能监控系统和隐私权保护理念，他们是：Sharath Pankanti, Lisa Brown, Arun Hampapur, Ying - Li Tian, Ruud Bolle, Jonathan Connell, Rogerio Feris, Chiao - Fe Shu。我要感谢 Spring 媒体有限公司的全体工作人员对我的鼓励，并且最后对我妻子 Christy 在整个项目期间对我的支持表示感谢。

WITNESS 项目

本书的版税将赠送给 WITNESS 项目 (witness.org)，该项目使用视频技术和在线技术让人们了解了侵犯人权的情况。

纽约

安德鲁·西尼尔



撰稿人

Shai Avidan Adobe Systems Inc. , Newton, MA, USA, avidan@adobe.com

Noboru Babaguchi Department of Communication Engineering, Osaka University,
Suita, Osaka 565 - 0871, Japan, babaguchi@comm.eng.osaka-u.ac.jp

Simon Baker Microsoft Research, Microsoft Corporation, Redmond, WA 98052,
USA, sbaker@microsoft.com

Jack Brassil HP Laboratories, Princeton, NJ 08540, USA, jtb@hpl.hp.com

Yi Chang School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh,
PA 15213, USA, changyi@cs.cmu.edu

Datong Chen School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pitts-
burgh, PA 15213, USA, datong@cs.cmu.edu

S. - C. S. Cheung Center for Visualization and Virtual Environments, University
of Kentucky, Lexington, KY 40507, USA, cheung@engr.uky.edu

Jeffrey Cohn Department of Psychology, University of Pittsburgh, Pittsburgh,
PA, USA, jeffcohn@pitt.edu

Ariel Elbaz Columbia University, New York, NY, USA, arielbaz@cs.columbia.
edu

Ken Goldberg Faculty of Departments of EECS and IEOR, University of Califor-
nia, Berkeley, CA, USA, goldberg@berkeley.edu

Ralph Gross Data Privacy Lab, School of Computer Science, Carnegie Mellon U-
niversity, Pittsburgh, PA, USA, rgross@cs.cmu.edu

Gillian R. Hayes Department of Informatics, Donald Bren School of Information
and Computer Science, University of California, Irvine, CA 92697 - 3440, USA, gil-



lianrh@ics.uci.edu

Takashi Koshimizu Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565 - 0871, Japan

Tal Malkin Columbia University, New York, NY, USA, tal@cs.columbia.edu

Marci Meingast Department of EECS, University of California, Berkeley, CA, USA, marci@eecs.berkeley.edu

Ryan Moriarty University of California, LA, USA, ryan@cs.ucla.edu

Deirdre K. Mulligan Faculty of the School of Information, University of California, Berkeley, CA, USA, dmulligan@law.berkeley.edu

T. Nguyen School of Electrical Engineering and Computer Science, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA

J. K. Paruchuri Center for Visualization and Virtual Environments, University of Kentucky, Lexington, KY 40507, USA

Shwetak N. Patel Computer Science and Engineering and Electrical Engineering, University of Washington Seattle, WA 98195, USA, shwetak@cs.washington.edu

Shankar Sastry Faculty of the Department of EECS, University of California, Berkeley, CA, USA, sastry@eecs.berkeley.edu

Jeremy Schiff Department of EECS, University of California, Berkeley, CA, USA, jschiff@eecs.berkeley.edu

Andrew Senior Google Research, New York, USA, a.senior@ieee.org

Jay W. Summet College of Computing & GVU, Center Georgia Institute of Technology Atlanta, GA 30332, USA summetj@cc.gatech.edu

Latanya Sweeney Data Privacy Lab, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, latanyag@cs.cmu.edu

Tomoji Toriyama Advanced Telecommunications Research Institute International, Kyoto, Japan

Fernando de la Torre Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, ftorre@cs.cmu.edu

Khai N. Truong Department of Computer Science, University of Toronto, Toronto, ON M5S 2W8, Canada, khai@cs.toronto.edu

Ichiro Umata National Institute of Information and Communications Technology,
Koganei, Tokyo 184 - 8795, Japan

M. V. Venkatesh Center for Visualization and Virtual Environments, University
of Kentucky, Lexington, KY 40507, USA

Rong Yan School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh,
PA 15213, USA, yanrong@cs.cmu.edu

Jie Yang School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh,
PA 15213, USA, yang@cs.cmu.edu

J. Zhao Center for Visualization and Virtual Environments, University of Ken-
tucky, Lexington, KY 40507, USA

目 录

自动视频监控系统简介	1
Andrew Senior	
视频监控系统中隐私信息的保护与管理	13
S. - C. S. Cheung, M. V. Venkatesh, J. k. Paruchuri, J. Zhao, T. Nguyen	
视频监控系统中的隐私权保护	41
Andrew Senior	
未觉察的图像匹配	58
Shai Avidan, Ariel Elbaz, Tal Malkin, Ryan Moriarty	
尊重人的摄像机：实时探测视觉标示物解决隐私问题	76
Jeremy Schiff, Marci Meingast, Deirdre K. Mulligan, Shankar Sastry, Ken Goldberg	
视频监控隐私权中位置感知的技术挑战	107
Jack Brassil	
视频中个人身份的保护	133
Datong Chen, Yi Chang, Rong Yan, Jie Yang	



面部去识别	149
Ralph Gross, Latanya Sweeney, Jeffrey Cohn, Fernando de la Torre, Simon Baker	
隐私权保护视频监控系统设计的心理学研究: PriSurv	174
Noboru Babaguchi, Takashi Koshimizu, Ichiro Umata, Tomoji Toriyama	
选择性归档: 一种用于隐私敏感信息捕捉和获取的技术模型	195
Gillian R. Hayes, Khai N. Truong	
盲点 (BliandSpot): 创立抗捕捉空间	217
Shwetak N. Patel, Jay W. Summet, Khai N. Truong	
索引	236

自动视频监控系统简介

Andrew Senior

摘 要 我们简要介绍了自动视频监控系统中的每一个要素，从成像系统到元数据。文中描述了监控系统的结构，介绍了视频分析的步骤，从预处理到目标探测、跟踪、分类和行为分析。

1 引言

视频监控是一个快速发展的行业。由于受到硬件成本低廉、安全恐惧加强和能力增加的驱动，视频监控设备被更广泛部署，存储量越来越大、回看能力越来越强。随着视频分析软件的日益完善及与其他传感器的集成，已经带来更好的场景分析和更高的搜索、恢复相关监控数据的能力。这种“理解”视频的能力使我们能从“不感兴趣”的视频中区分出“感兴趣”的区域，也使得我们能够区分“隐私权侵犯”的视频数据与“隐私权中立”的视频数据，这种能力可能是视频监控系统中隐私权保护的基础。本章描述了自动视频监控系统的普遍能力（如文献 [3, 11, 17, 26, 34]），并且概述了所使用的一些技术，为后续章节提供了一定的基础知识概况。熟悉自动视频分析技术的读者可以跳过本章，直接阅读本书的其余各章。

1.1 域

视频监控是一个广泛的术语，用于使用视频摄像机远程观察。视频摄像机通过电子手段捕捉一个场景的外观（通常在可见光谱中），并且视频被传输到



另一^①个位置上被人观察、被计算机分析，存储起来用于后续观察或分析。视频监控已经从简单的闭路电视（CCTV）系统发展到自动监控系统，如图 1 中所示，CCTV 只是允许操作者观察不同位置的视频，不能同时观看许多观察点。而自动监控系统能从几百个摄像机和其他传感器中分析并存储视频，自动探测感兴趣的事件，并且可以通过高级用户接口搜索和浏览数据。



图 1 一个简单的传统 CCTV 系统，带有直接连接到模拟摄像机上的监控器，不能理解视频。

视频监控已经在许多领域中得到应用，主要是对入侵安全住所的探测和对盗窃及其他犯罪活动的探测。但是，视频监控技术也被用于其他目的，收集有关人员存在和行动的数据，如设计博物馆布局、监控交通或控制采暖和空调。

本研究已呈送给某些研讨会，如视频监控（VS）、跟踪和监控性能评价（PETS）、高级视频和信号监控（AVSS）。供市场销售的商用系统已在诸如 ISC West & East 贸易展览会上展出。

2 体系结构

在本节中，我们将概述监视系统的常见体系结构。图 1 显示了一个简单的直接监控闭路电视（CCTV）系统。模拟视频正在被数字视频代替，数字视频可以经过标准网络上的互联网协议而被多路复用。数据被越来越多地存储到数字视频录像机（DVR）或视频内容管理系统上。图 2 显示了一个较复杂的集中

① 安德鲁·西尼尔（编辑）

美国，(NY) 纽约，谷歌研究所

电子邮件：a. senior@ieee.org

安德鲁·西尼尔（编辑），视频监视中的保密权保护

DOI 10.1007/978-1-844882-301-3_1，伦敦 Springer 出版社（有限公司），2009 年

系统，在该系统中，来自摄像机的视频存储在一个中央服务器上，该服务器也通过一个计算机接口将用于分析的视频分配给用户。计算机是通过传统处理器或嵌入式处理器进行视频分析的，这个分析过程一般会提取元数据，而元数据被存储在一个用于查找和检索的数据库中。

我们可以设计更复杂的分布式体系结构，在该结构中，视频的存储和/或处理在摄像机端进行（见图 3），通过消除传输视频的需要来降低带宽要求，除非用户请求观看或用户复制多余信息。元数据存储在一个数据库中，也可能是分布式的存储，并且系统可以从多个位置获取。

监控系统的一个关键点是物理、电子和数字安全。为了防止攻击和窃听，所有的摄像机和电缆必须是安全的，并且数字信号需要被加密。更进一步说，系统需要完整的 IT 安全体系，以防止未授权的获取视频资料和存储数据。

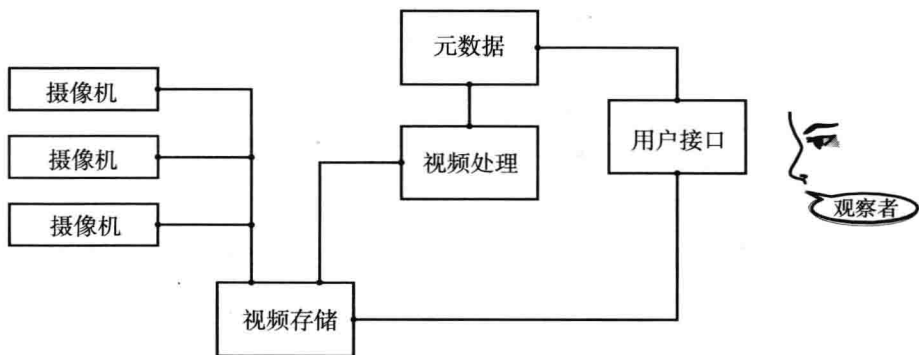


图 2 一个带有视频管理系统的集中式体系结构，该管理系统存储数字视频并将其供给到视频处理器，以便显示在用户界面上。数据库存储数据并支持以自动提取元数据为基础的视频搜索。

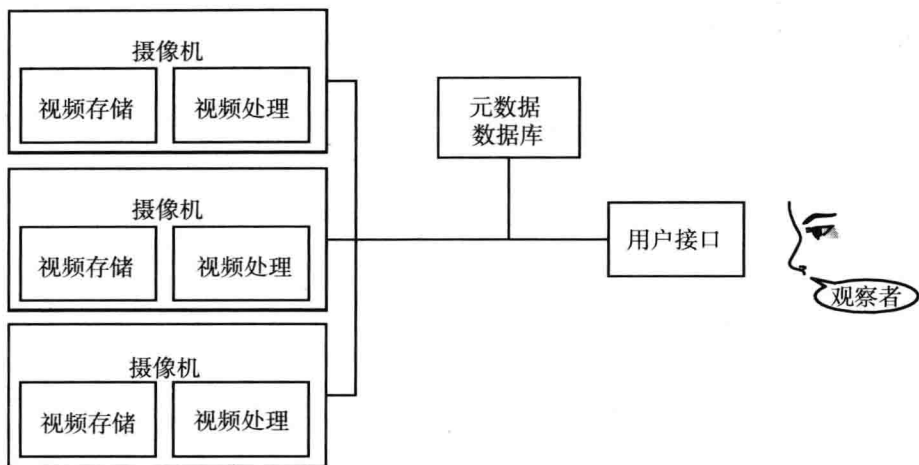


图3 由带有视频处理和存储的摄像机构成的分布式结构，元数据集合在一个用于搜索的数据库中。

2.1 传感器

一个视频监视系统中最重要传感器是视频摄像机。与过去几年常用的低分辨率黑白模拟摄像机相比，现在可以买到很多种类的摄像机。摄像机能播放高分辨率数字彩色图像，具有增强的动态范围和较大的放大系数，并且在某些情况下具有自动调焦功能以跟踪移动目标。带有主动和被动红外的摄像机也越来越常见，所有摄像机的成本都已经下跌。

甚至一个简单的 CCTV 系统也可能包含有其他的传感器，如用来记录门开、压力垫和光线切断触发器。更复杂的监控系统可能包含有许多不同种类的传感器，并且集成这些传感器的信息，允许复杂的搜索。尤其值得关注的是生物统计学传感器和无线射频识别（RFID）标签阅读器，它们可以对视频摄像机观察到的个体进行识别。

3 视频分析

图4显示了自动视频监控系统中视频分析操作的一个典型流程。每一个操作都在后续各节中详细描述。来自摄像机的视频被送到处理单元，该单元可能与图像传感器位于同一芯片上，或者相距许多英里而与一个网络连接，并且可