

像素采集电路及光流传感器

技术领域

5 本发明涉及图像采集技术领域，尤其涉及像素采集电路及光流传感器。

背景技术

随着信息技术的不断发展，计算机视觉及图像信息处理变得越来越重要。其中，光流法可以基于图像信息而确定目标对象的运动情况。其可以应用在
10 军事航天、交通监管、信息科学、气象和医学等多个领域中。

光流的概念最初由 Gibson 于 1950 年首先提出。实物可以由感光元件成像。所成图像中的点与实物上点一一对应。当目标对象在三维场景中运动时，所对应的图像帧序列中图像亮度模式会表现出流动。这种图像亮度模式的流动可以称为光流。经过多年的研究，光流算法得到了多种版本的改进，但其光
15 流约束方程依然是主要的约束条件。光流约束方程中的参数包括所要计算光流的像素点的横向梯度值、纵向梯度值以及在相对较短时间差内该像素点的光强变化。传统的光流法计算多基于帧计算，当视域中的背景静止或变化很小时，帧计算会产生大量冗余的数据信息，在进行光流计算取得横向梯度值、纵向梯度值及光强变化值时，所有的像素信息都会被处理，从而为图像处理
20 增加了大量并行运算，降低了对目标物体运动分析的速度。尤其是对于高速运动的物体，短时间的延迟会导致分析结果与物体运动有较大差异，因此提高分析速度对于高速运动的目标物体变得更重要。

鉴于上述原因，需要一种新的光流采集方案。

25 发明内容

本发明提供一种像素采集电路及光流传感器，以力图解决或至少缓解上面存在的至少一个问题。

根据本发明的一个方面，提供了一种像素采集电路，包括：光强检测器，适于实时输出表征照射在其上的光信号的强度的第一电信号；第一状态存储模块，其第一输入端耦接到光强检测器，其第一输出端与行请求线耦接，其第二输出端与列请求线耦接，适于在第一电信号的变化满足预定条件时进入
5 激活状态并存储该激活状态，并在激活状态下分别发送行请求信号和/或列请求信号至行请求线和列请求线，还适于在激活状态下向该像素采集电路的至少一个邻近像素采集电路发送脉冲信号；第二状态存储模块，其第一输入端与至少一个其邻近像素采集电路耦接，其输出端与所述第一状态存储模块耦接，适于在接收到来自至少一个邻近像素采集电路的脉冲信号时，进入被动
10 激活状态并存储该被动激活状态，并在被动激活状态下发送通知给所述第一状态存储模块，以便所述第一状态存储模块分别发送行请求信号和/或列请求信号至行请求线和列请求线；光强信号采集及存储模块，其第一输入端与所述光强检测器的输出端耦接，其第二输入端与所述第一状态存储模块耦接，其第三输入端与所述第二状态存储模块耦接，适于根据该像素采集电路的状态
15 存储并输出第一电信号作为光强信号；以及时间信息存储模块，其第一输入端与时间信号线耦接，其第二输入端与所述第一状态存储模块耦接，其第三输入端与所述第二状态存储模块耦接，适于根据该像素采集电路的状态存储并输出对应的时间信号。

可选地，在根据本发明的像素采集电路中，还包括：光强变化放大器，
20 其输入端与所述光强检测器的输出端耦接，适于对第一电信号进行预处理，生成第二电信号；双阈值过滤器，其输出端与光强变化放大器的输出端耦接，适于判断第二电信号的变化是否满足预定条件；以及第一状态存储模块耦接到双阈值过滤器，适于在第二电信号的变化满足预定条件时进入激活状态。

根据本发明的又一个方面，提供了一种光流传感器，包括：像素采集电
25 路阵列，包括多个如上所述的像素采集电路；像素行信号通信单元，适于对来自像素采集电路阵列的行请求信号进行响应，还适于输出得到行响应的行地址；像素列信号通信单元，适于对来自像素采集电路阵列的列请求信号进行响应，还适于输出得到列响应的列地址及对应的光强信号和时间信号；时间控制单元，适于通过时间信号线向像素采集电路阵列输出第一时间信号；

中央调节与控制单元，适于控制行地址、列地址、时间信号和光强信号的输出。

5 综上，根据本发明的方案，光流传感器中的像素采集电路阵列中的像素单元实时检测视域中的光强变化，并在感知的光强变化满足预定条件时触发像素单元进入主动激活状态。被激活的像素单元同时向其周边的四个或更多像素单元发出脉冲信号，将处于未激活状态的周边像素单元激活进入被动激活状态。在像素单元被激活的时刻，该像素单元及其周边被动激活的像素单元的光强信息和时间信息被采样存储并输出给后续图像采集系统。

10 基于该光流传感器，可采集视域中目标运动物体在某一时刻的对应像素单元光强及所需周边像素单元光强和同一像素单元在不同时刻光强值，从而获得光流算法中光流约束方程参数，即像素单元的时域、空域梯度值。这样，通过硬件实现了提取算法参数，减少后端数据处理中的并行运算。可有效提高对高速运动物体的识别处理速度。

15 附图说明

为了实现上述以及相关目的，本文结合下面的描述和附图来描述某些说明性方面，这些方面指示了可以实践本文所公开的原理的各种方式，并且所有方面及其等效方面旨在落入所要求保护的主题的范围内。通过结合附图阅读下面的详细描述，本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。
20 显。遍及本公开，相同的附图标记通常指代相同的部件或元素。

图 1 示出了根据本发明一些实施例的光流传感器 100 的示意图；

图 2 示出了根据本发明一些实施例的像素采集电路 200 的示意图；

图 3A 至图 3C 分别示出了根据本发明一些实施例的光强检测器 210 的示意图；以及

25 图 4A 至图 4C 分别示出了根据本发明一些实施例的光强变化放大器 260 的示意图。

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

5 图 1 示出了根据本发明一些实施例的光流传感器 100 的示意图。该光流传感器 100 能够应用于高速运动物体检测与跟踪场景，以提取光流算法参数。根据一种实现方式，该光流传感器 100 与外部的图像采集系统相耦接，将提取的光流算法参数传送给外部图像采集系统，以进行下一步的计算。本发明的实施例对此不作限制。如图 1 所示，该光流传感器 100 至少包括：像素采
10 集电路阵列 110、像素行信号通信单元 120、像素列信号通信单元 130、时间控制单元 140 和中央调节与控制单元 150。

根据本发明的实现方式，像素采集电路阵列 110 由一维或二维的多个相同的像素采集电路（或称为“像素单元”）组成，像素采集电路的结构参见图 2。图 1 中示出了一个 3×3 的像素采集电路阵列，但不限于此。每个像素
15 采集电路通过实时地检测视野中的光强信息，在感知到光强发生相对变化并超出一定阈值时本像素采集电路被激活，可选地，像素采集电路所能检测的光强变化的阈值可以通过高通滤波器根据不同应用场合进行调节，以确保只有达到某个阈值的光强变化才被认为是“运动”并被检测到。这样激活的像素采集电路称为主动激活的像素单元。主动激活的像素单元会向其周边的四
20 个或更多个像素单元发出脉冲信号，使处于未激活状态的周边像素单元进入被动激活状态。如图 1 中所示，像素单元 (i, j) 处于激活状态，其向周围上、下、左、右四个像素单元发出脉冲信号（如图 1 中“ $\square$ ”所示），使周围像素单元 $(i-1, j)$ 、 $(i+1, j)$ 、 $(i, j-1)$ 、 $(i, j+1)$ 处于被动激活状态。不管是主动激活还是被动激活的像素单元，都会在被激活的时刻，将其光强和时
25 间信息采样并存储在本像素单元内，并在本像素单元被选中的时候读出。

像素行信号通信单元 120 负责在行方向上管理像素采集电路阵列 110，保证只有本行像素采集电路上有被激活的像素单元时，该行像素采集电路才会被选中，而且同时只有一行像素采集电路被选中并读出。像素行信号通信单元 120 对像素采集电路阵列 110 的操作处理包括但不限于：对来自像素采集

电路阵列 110 的行请求信号进行响应，返回行响应信号给相应的像素采集电路；以及，输出得到行响应的行地址。

根据本发明的一个实施例，像素行信号通信单元 120 包括行信号响应通信模块 122 和行地址采集单元 124。其中，行信号响应通信模块 122 接收来自
5 像素采集电路阵列 110 中至少一个像素采集电路的行请求信号，并输出行响应信号给其中一个行请求信号。可选地，行信号响应通信模块 122 可采用扫描器对多个行请求信号进行顺序响应；当然，也可以对多个行请求信号进行随机响应，不论是哪种响应，为避免冲突，一次只响应一个行请求信号。行地址采集单元 124 编码输出得到行响应的行地址。

10 相应地，像素列信号通信单元 130 负责在列方向上管理像素采集电路阵列 110 并处理被激活的像素单元，以保证只有本列像素采集电路上有被激活的像素单元时，本列像素采集电路才会被选中，而且同时只有一列像素采集电路被选中并读出。此外，像素列信号通信单元 130 还可以将被激活像素单元所存储的光强信息和时间信息报告给外部的图像获取系统。像素列信号通
15 信单元 130 对像素采集电路阵列 110 的操作处理包括但不限于：对来自像素采集电路阵列 110 的列请求信号进行响应，返回列响应信号给相应的像素采集电路；以及，输出得到列响应的列地址及对应的光强信号和时间信号。

根据本发明的又一个实施例，像素列信号通信单元 130 包括：列信号响应通信模块 132、列地址采集模块 134 和列输出选择控制模块 136。其中，列
20 信号响应通信模块 132 接收来自像素采集电路阵列 110 中至少一个像素采集电路的列请求信号，并输出列响应信号给其中一个列请求信号。列信号响应通信模块 132 可以通过扫描器对多个列请求信号进行顺序响应，也可以对多个列请求信号进行随机响应，不论采用何种形式的列响应，为避免冲突，一次只响应一个列请求信号。列地址采集模块 134 编码输出得到列响应的列地
25 址。列输出选择控制模块 136 控制光强信号、时间信号和列地址的输出顺序。

时间控制单元 140 生成一个在时间上连续的第一时间信号，并通过时间信号线向像素采集电路阵列 110 输出该第一时间信号。

中央调节与控制单元 150 控制上述行地址、列地址、时间信号和光强信号的输出。可选地，中央调节与控制单元 150 可根据后续的处理设备的需求

来控制输出视域中目标运动物体在某一时刻的对应像素单元光强。

下面结合图 2 对像素采集电路阵列 110 中的像素采集电路进行进一步说明。图 2 示出了根据本发明一些实施例的像素采集电路 200 的示意图。

根据本发明的实施例，像素采集电路 200 至少包括：光强检测器 210、第一状态存储模块 220、第二状态存储模块 230、光强信号采集及存储模块 240 和时间信息存储模块 250。其中，第一状态存储模块 220 的第一输入端耦接到光强检测器 210，其第一输出端与行请求线耦接，其第二输出端与列请求线耦接；第二状态存储模块 230 的第一输入端与至少一个其邻近像素采集电路耦接，其输出端与第一状态存储模块 220 耦接；光强信号采集及存储模块 240 的第一输入端与光强检测器 210 的输出端耦接，其第二输入端与第一状态存储模块 220 耦接，其第三输入端与第二状态存储模块 230 耦接；时间信息存储模块 250 的第一输入端与时间信号线耦接，其第二输入端与第一状态存储模块 220 耦接，其第三输入端与第二状态存储模块 230 耦接。

根据本发明的另一些实施例，像素采集电路 200 还包括：光强变化放大器 260 和双阈值过滤器 270，依次布置在光强检测器 210 和第一状态存储模块 220 之间。具体地，光强变化放大器 260 的输入端与光强检测器 210 的输出端耦接，双阈值过滤器 270 的输出端与光强变化放大器 260 的输出端耦接。这样，第一状态存储模块 220 的第一输入端就耦接到了双阈值过滤器 270。如图 2 所示。

以下对像素采集电路 200 中的上述组成部分进行进一步阐述。

光强检测器 210 实时输出表征照射在其上的光信号的强度的第一电信号，也就是说，光强检测器 210 将检测到的光电流转化为第一电信号，该第一电信号会根据检测到的光强变化实时发生相应变化。光强检测器 210 可以实现为有源对数式光电探测器，它将光电流转换为一个与其呈对数关系的连续时间电压信号并可通过负反馈提高光电探测器的带宽。根据本发明的另一些实施例，光强检测器 210 也可以实现为无源对数光电探测器、或采用多层晶体管叠加的方法使光电探测器获得更大的电压电流转化增益。如图 3A 至图 3C 分别示出了根据本发明实施方式的一些光强检测器 210 的示意图。

如图 3A 所示，光电检测器 210 包括阳极接地的光电二极管 (PD_1) 和第

一晶体管 (T_1)，第一晶体管 (T_1) 的源极与光电二极管 (PD_1) 阴极连接，其漏极与栅极连接到电源 (VDD)。在一个应用场景中，光电二极管 PD_1 接收到光照信号后产生电流 I 。在此基础上， T_1 的源极和栅极之间产生的电压变化与 $\ln I$ 线性相关。换言之，本实施例中光电检测器输出的第一电信号与入射光信号强度成对数关系。

在图 3B 所示的实施例中，光电检测器 210 包括阳极接地的光电二极管 PD_1 、第一晶体管 T_1 和第二晶体管 T_2 。第一晶体管 T_1 的源极与电源 VDD 连接，其栅极与漏极连接到第二晶体管 T_2 的漏极。第二晶体管 T_2 的源极与光电二极管 PD_1 阴极连接。

在图 3C 所示的实施例中，光电检测器 210 包括阳极接地的光电二极管 PD_1 、串联的 N 个晶体管 (其中， $N \geq 2$) 和第一放大器 A_1 。其中，第 1 个晶体管的源极与光电二极管 PD_1 阴极连接，第 N 个晶体管的源极连接到电源 VDD，第 2 个至第 N 个晶体管中每个晶体管的漏极连接到前 1 个晶体管的源极，第 2 个至第 N 个晶体管中每个的栅极与漏极连接。第一放大器 A_1 连接在光电二极管 PD_1 的阴极与第 1 个晶体管的栅极之间。利用第一放大器 A_1 增加像素采集电路检测光强变化的速度。图 3C 中仅示出了 $N=2$ 时光电检测器 210 的结构，本领域技术人员据此容易想到其他光电检测器 210 ($N > 2$) 的结构，此处不再赘述。

除了上述多个光电检测器的实施例之外，本发明还可以采用多种公知的高实时性的光电检测器，这里不再赘述。需要说明的是，传统的光电检测技术通常需要进行电容充电，然后进行持续曝光 (电容持续放电)，进而根据电容的剩余电量来确定累积的光照强度。根据本发明的光电检测器 210 在生成代表光信号强度的第一电信号时，并不需要额外的曝光时间。因此，光电检测器 210 可以无延迟地输出第一电信号。

光强变化放大器 260 对第一电信号进行预处理，生成第二电信号。在根据本发明的一个实施例中，预处理包括隔离直流成分和放大交流成分的处理，以放大第一电信号。通过光强变化放大器 260 的预处理以增加像素采集电路对光强检测的灵敏度。

根据本发明的一些实施例，光强变化放大器 260 采用开关电容放大电路，

以隔离前端光电检测器 210 输出电压的直流成分并通过设置两个电容的比值为交流成分提供增益。根据本发明的另一些实施例，光强变化放大器 260 采用电阻反馈式放大器或相关双采样电路实现。如图 4A 至图 4C 示出了根据本发明一些实施方式的光强变化放大器 260 的示意图。

5 在图 4A 所示的实施例中，光强变化放大器 260 包括第二放大器 A_2 、第一电阻 R_1 和第二电阻 R_2 。第二放大器 A_2 的输入正极连接光电探测器 210 的输出端，其输入负极连接有下拉的第一电阻 R_1 ，其输出端与输入负极之间连接有第二电阻 R_2 。

在图 4B 所示的实施例中，光强变化放大器 260 通过相关双采样电路实现。
10 包括：第三晶体管 T_3 ，其漏极连接光强检测器 210 的输出端；第四晶体管 T_4 ，其漏极连接光强检测器 210 的输出端；第一电容 C_1 ，其第一端与第三晶体管 T_3 的源极相连，其第二端接地；第二电容 C_2 ，其第一端与所述第四晶体管 T_4 的源极相连，其第二端接地；第五晶体管 (T_5)，其漏极与第一电容 C_1 的第一端相连，其栅极与第六晶体管 T_6 的栅极相连；第六晶体管 T_6 ，其漏极与第二电容 C_2 的第一端相连；第三放大器 A_3 ，其输入正极连接第五晶体管 T_5 的源极，其输入负极连接第六晶体管 T_6 的源极。如图 4B 所示，在初始时刻，关闭光强变化放大器 260 上的晶体管；开始工作时，在 t_1 时刻，打开 T_3 ，将要采样的电压采样到电容 C_1 上，在采样时间过后关闭 T_3 ；在 t_2 时刻 (t_2 和 t_1 之间的时间差要大于采样时间)，打开 T_4 ，将要采样的电压采样到电容 C_2
15 上，在采样时间过后关闭 T_4 ；在 t_3 时刻 (t_3 和 t_2 之间的时间差要大于采样时间)，打开 T_5 ，第三放大器 A_3 放大正负两个输入极的电压差并输出电压。

在图 4C 示出的实施例中，光强变化放大器 260 包括：第四放大器 A_4 、第三电容 C_3 、第四电容 C_4 和第一开关 K_1 。其中，第三电容 C_3 的第一端与光电探测器 210 的输出端连接；第四放大器 A_4 的输入负极连接到固定电位，其
25 输入正极与第三电容 C_3 的第二端连接；第四电容 C_4 和第一开关 K_1 并联在第四放大器 A_4 的输入正极和输出端之间。当接收到来自第一状态存储模块 220 的重置信号时，第一开关 K_1 闭合。

需要说明的是，除了上述多个光强变化放大器 260 的实施例之外，本发明还可以采用其他公知的光强变化放大器，任何本发明领域技术人员已知或
30 据此容易想到的光强变化放大器的实施方式，均在本发明的保护范围内，此

处不予赘述。

双阈值过滤器 270 判断经光强变化放大器 260 处理过的第一电信号（即，第二电信号）的变化是否满足预定条件。根据本发明的实施方式，双阈值过滤器 270 可通过时间连续比较器实现，通过设置正向和负向双向阈值，来检测光强增强或减弱。

取决于期望的配置，双阈值过滤器 270 可以通过布置两个电压比较器来判断第二电信号是否低于负向阈值、或是否高于正向阈值，当第二电信号低于负向阈值、或高于正向阈值时，判断第二电信号的变化满足预定条件。此处不再赘述。

10 根据本发明的实施方式，每个像素单元存在三种状态：主动激活状态、被动激活状态和未激活状态，主动激活状态和被动激活状态统称为激活状态。其中，第一状态存储模块 220 中存储像素单元的主动激活状态和未激活状态；第二状态存储模块 230 中存储像素单元的被动激活状态和未激活状态。

15 当经双阈值过滤器 270 判断处理后的第一电信号（即，第二电信号）的变化满足预定条件时，像素单元被触发进入主动激活状态，此时，第一状态存储模块 220 进入主动激活状态并存储该主动激活状态。根据本发明的一个实施例，像素采集电路与周边电路之间的通信通过第一状态存储模块 220 进行。第一状态存储模块 220 在主动激活状态下发送行请求信号至行请求线。如前文所述，光流传感器中的像素行信号通信单元 120 在接收到行请求信号后，从所接收到的多行像素电路的行请求随机选取一行进行响应。根据本发
20 明的一个实施例，第一状态存储模块 220 的第二输入端与行响应线耦接，其第三输入端与列响应线耦接。在激活状态（主动激活状态或被动激活状态）下，第一状态存储模块 220 接收到像素行信号通信单元 120 返回的行响应信号时，发送列请求信号至列请求线，同时通知光强信号采集及存储模块 240
25 输出第一电信号作为光强信号、通知时间信息模块 260 输出对应的时间信号。

根据本发明的又一实施方式，第一状态存储模块 220 在激活状态下向该像素采集电路的至少一个邻近像素采集电路发送脉冲信号，使其周围处于未激活状态的像素采集电路进入被动激活状态。在根据本发明的一个实施例中，第一状态存储模块 220 在激活状态下向该像素单元上、下、左、右四个邻近

的像素单元发送脉冲信号，使其上、下、左、右四个邻近的像素单元处于被动激活状态。

根据本发明的再一实施方式，第一状态存储模块 220 还会在同时接收到分别来自行响应线和列响应线的行响应信号和列响应信号时解除激活状态，
5 即进入未激活状态。如图 2 所示，第一状态存储模块 220 的第三输出端与光强变化放大器 260 耦接，在该像素采集电路进入激活状态或解除激活状态时，发送重置信号至光强变化放大器 260。取决于期望的配置，第一状态存储模块 220 包括第一锁存器，该第一锁存器用来存储激活状态和未激活状态。在第二
10 电信号满足预定条件时该第一锁存器被置位，即像素单元进入激活状态；在同时接收到行响应信号和列响应信号时该第一锁存器被复位，即像素单元进入未激活状态；每当第一锁存器被置位或被复位时，第一状态存储模块发送重置信号至光强变化放大器 260。

当接收到来自至少一个邻近像素采集电路的脉冲信号时，像素单元进入被动激活状态，此时，第二状态存储模块 230 进入被动激活状态并存储该被
15 动激活状态。像素单元之间通过第二状态存储模块 230 进行通信。根据本发明的一个实施例，每个像素单元与其周边上、下、左、右四个像素单元进行通信，当接收到来自其周边上、下、左、右四个像素单元中至少一个像素单元的脉冲信号时，本像素单元进入被动激活状态。在被动激活状态下，像素单元不会向其它像素单元发送脉冲信号。并且，处于被动激活状态的像素单
20 元可继续感受光强变化，在未收到行响应前亦可被激发进入主动激活状态。

第二状态存储模块 230 在被动激活状态下发送通知给第一状态存储模块 220，以便第一状态存储模块在激活状态下发送行请求信号至行请求线。如前文所述，光流传感器中的像素行信号通信单元 120 在接收到行请求信号后，从所接收到的多行像素电路的行请求随机选取一行进行响应。

25 根据本发明的一个实施例，第二状态存储模块 230 的第二输入端与行响应线耦接，其第三输入端与列响应线耦接（图 2 中未示出）。在激活状态下，第二状态存储模块 230 接收到像素行信号通信单元 120 返回的行响应信号时，再通过第一状态存储模块 220 发送列请求信号至列请求线，同时通知光强信号采集及存储模块 240 输出第一电信号作为光强信号、通知时间信息模块 260

输出对应的时间信号。

需要说明的是，第二状态存储模块 230 也可以直接与第一状态存储模块 220 耦接，在激活状态下，通过第一状态存储模块 220 接收分别来自行响应线和列响应线的行响应信号和列响应信号。也就是说，像素单元内部的响应信号既可以通过其它各模块直接连接行响应线和/或列响应线来获得，也可以经由第一状态存储模块 220 缓存后统一分配给各模块(如第二状态存储模块 230、光强信号采集及存储模块 240、时间信息存储模块 250)，本发明的实施例对此均不作限制。

根据本发明的再一实施例，在第二状态存储模块 230 同时接收到分别来自行响应线和列响应线的行响应信号和列响应信号时，像素单元解除被动激活状态。且在该像素单元解除被动激活状态时，第二状态存储模块 230 通过第一状态存储模块 220 发送重置信号至光强变化放大器 260。取决于期望的配置，第二状态存储模块 230 包括第二锁存器，该第二锁存器用来存储被动激活状态和未激活状态。在接收到来自至少一个邻近像素采集电路的脉冲信号时，第二锁存器被置位，像素单元进入被动激活状态；在同时接收到行响应信号和列响应信号时，第二锁存器被复位，像素单元进入未激活状态；当第二锁存器被复位时，第二状态存储模块 230 发送重置信号至光强变化放大器 260。

光强信号采集及存储模块 240 根据该像素采集电路的状态存储并输出第一电信号作为光强信号。其中，在像素采集电路处于未激活状态时，光强信号采集及存储模块 240 实时采样第一电信号；自像素采集电路进入激活状态（主动激活状态或被动激活状态）起，光强信号采集及存储模块 240 存储所采样的第一电信号，直到接收到经由第一状态存储模块 220 或第二状态存储模块 230 传送的行响应信号为止，并输出在此期间存储的第一电信号作为光强信号。

时间信息存储模块 250 根据像素采集电路的状态存储并输出对应的时间信号。其中，在像素采集电路处于未激活状态时，实时采样来自时间信号线的第一时间信号；自像素采集电路进入激活状态（主动激活状态或被动激活状态）起，时间信息存储模块 250 存储所采样的第一时间信号，直到接收到

经由第一状态存储模块 220 或第二状态存储模块 230 传送的行响应信号为止，并输出在此期间存储的第一时间信号作为时间信号。

5 综上，根据本发明的方案，光流传感器 100 中的像素采集电路阵列中的像素单元实时检测视域中的光强变化，并在感知的光强变化满足预定条件时触发像素单元进入主动激活状态。被激活的像素单元同时向其周边的四个或更多像素单元发出脉冲信号，将处于未激活状态的周边像素单元激活进入被动激活状态。在像素单元被激活的时刻，该像素单元及其周边被动激活的像素单元的光强信息和时间信息被采样存储并输出给后续图像采集系统。

10 基于该光流传感器，可采集视域中目标运动物体在某一时刻的对应像素单元光强及所需周边像素单元光强和同一像素单元在不同时刻光强值，从而获得光流算法中光流约束方程参数，即像素单元的时域、空域梯度值。这样，通过硬件实现了提取算法参数，减少后端数据处理中的并行运算。可有效提高对高速运动物体的识别处理速度，从而高效分析运动物体的运动速度及方向，解决了防撞系统、无人机、无人驾驶地面车辆等对视域中高速运动物体
15 分析延迟问题，提高系统判断的效率和准确性。

在此处所提供的说明书中，说明了大量具体细节。然而，能够理解，本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实践。在一些实例中，并未详细示出公知的方法、结构和技术，以便不模糊对本说明书的理解。

20 类似地，应当理解，为了精简本公开并帮助理解各个发明方面中的一个或多个，在上面对本发明的示例性实施例的描述中，本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而，并不应将该公开的方法解释成反映如下意图：即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多特征。更确切地说，如下面的权利要求书所反映的那样，发明方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此，遵循具
25 体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式，其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

本领域那些技术人员应当理解在本文所公开的示例中的设备的模块或单元或组件可以布置在如该实施例中所描述的设备中，或者可替换地可以定位在与该示例中的设备不同的一个或多个设备中。前述示例中的模块可以组合

为一个模块或者此外可以分成多个子模块。

本领域那些技术人员可以理解，可以对实施例中的设备中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个设备中。可以把实施例中的模块或单元或组件组合成一个模块或单元或组件，以及此外可以
5 5 可以把它们分成多个子模块或子单元或子组件。除了这样的特征和/或过程或者单元中的至少一些是相互排斥之外，可以采用任何组合对本说明书（包括伴随的权利要求、摘要和附图）中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述，本说明书（包括伴随的权利要求、摘要和附图）中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似
10 10 目的的替代特征来代替。

本发明一并公开了：

A8、如 A7 所述的像素采集电路，其中，第二状态存储模块包括：第二锁存器，适于在接收到来自至少一个邻近像素采集电路的脉冲信号时被置位，且在同时接收到行响应信号和列响应信号时被复位；以及所述第二状态存储
15 15 模块还适于在所述第二锁存器被复位时，发送重置信号至光强变化放大器。

A9、如 A2-8 中任一项所述的像素采集电路，其中，预处理包括隔离直流成分和放大交流成分的处理。

A10、如 A1-9 中任一项所述的像素采集电路，其中，光电检测器包括：阳极接地的光电二极管（PD₁）；第一晶体管（T₁），其源极与光电二极管（PD₁）
20 20 阴极连接，其漏极与栅极连接到电源（VDD）。

A11、如 A1-9 中任一项所述的像素采集电路，其中，光电检测器包括：阳极接地的光电二极管（PD₁）；第一晶体管（T₁），其源极与电源（VDD）连接，其栅极与漏极连接到第二晶体管（T₂）的漏极；第二晶体管（T₂），其源极与光电二极管（PD₁）阴极连接。

25 25 A12、如 A1-9 中任一项所述的像素采集电路，其中，光电检测器包括：阳极接地的光电二极管（PD₁）；串联的 N 个晶体管，其中，N≥2，第 1 个晶体管的源极与光电二极管（PD₁）阴极连接，第 N 个晶体管的源极连接到电源（VDD），第 2 个至第 N 个晶体管中每个晶体管的漏极连接到前 1 个晶体

管的源极,第2个至第N个晶体管中每个的栅极与漏极连接;第一放大器(A₁),连接在光电二极管(PD₁)的阴极与第1个晶体管的栅极之间。

A13、如A2-12中任一项所述的像素采集电路,其中,光强变化放大器包括:第二放大器(A₂),其输入正极连接所述光电探测器的输出端,其输入
5 负极连接有下拉的第一电阻(R₁),其输出端与输入负极之间连接有第二电阻(R₂),适于对所述光电探测器输出的第一电信号进行预处理。

A14、如A2-12中任一项所述的像素采集电路,其中,光强变化放大器包括:第三晶体管(T₃),其漏极连接所述光强检测器的输出端;第四晶体管(T₄),其漏极连接光强检测器的输出端;第一电容(C₁),其第一端与
10 第三晶体管(T₃)的源极相连,其第二端接地;第二电容(C₂),其第一端与第四晶体管(T₄)的源极相连,其第二端接地;第五晶体管(T₅),其漏极与第一电容(C₁)的第一端相连,其栅极与第六晶体管(T₆)的栅极相连;第六晶体管(T₆),其漏极与第二电容(C₂)的第一端相连;以及第三放大器(A₃),其输入正极连接第五晶体管(T₅)的源极,其输入负极连接第六晶
15 体管(T₆)的源极。

此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使
20 用。

此外,所述实施例中的一些在此被描述成可以由计算机系统的处理器或者由执行所述功能的其它装置实施的方法或方法元素的组合。因此,具有用于实施所述方法或方法元素的必要指令的处理器形成用于实施该方法或方法元素的装置。此外,装置实施例的在此所述的元素是如下装置的例子:该装
25 置用于实施由为了实施该发明的目的的元素所执行的功能。

如在此所使用的那样,除非另行规定,使用序数词“第一”、“第二”、“第三”等等来描述普通对象仅仅表示涉及类似对象的不同实例,并且并不意图暗示这样被描述的对象必须具有时间上、空间上、排序方面或者以任意其它方式的给定顺序。

- 尽管根据有限数量的实施例描述了本发明，但是受益于上面的描述，本技术领域内的技术人员明白，在由此描述的本发明的范围内，可以设想其它实施例。此外，应当注意，本说明书中使用的语言主要是为了可读性和教导的目的而选择的，而不是为了解释或者限定本发明的主题而选择的。因此，
- 5 在不偏离所附权利要求书的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。对于本发明的范围，对本发明所做的公开是说明性的，而非限制性的，本发明的范围由所附权利要求书限定。