

## 一种图像传感器及图像采集系统

### 技术领域

5 本发明涉及图像采集技术领域，尤其涉及一种图像传感器及图像采集系统。

### 背景技术

在图像传感器的诸多应用领域之中，对运动物体的检测是其中的一个重要的方面。在该应用领域，相对于传统的图像传感器（如有源像素传感器），动态视觉图像传感器因其独特的优势而逐渐受到人们的重视。

10 动态视觉图像传感器（以下简称为，动态视觉传感器）仅响应视场中的动态信息，直接捕捉视场中的光强变化，因而特别适合应用于机器视觉等领域。在动态视觉传感器中，每个像素采集电路独立异步地工作，负责感知视场中本区域的光强变化，当感知到相应的光强变化时，像素采集电路输出一个事件。外部的读出电路负责管理整个像素采集电路的阵列，将所生成的事件的信息读出。

由于动态视觉传感器仅响应视场中的动态信息，这相比于传统的固定帧率输出的图像传感器节省了大量带宽，并且具有更快的响应速度。然而，当视场中存在大量的动态信息时，例如是检测一个视场中较近的快速运动物体，像素采集电路阵列在较短的时间内会产生大量的事件。由于读出电路要逐一扫描读取每一个事件，这样动态视觉传感器低带宽的优势将不明显。此外，每个事件的读出都需要一定的时间，这样会造成读出通道的阻塞，像素采集电路阵列生成的大量事件就需要排队读出，从而造成了很大的读出延时，这个读出延时引起了事件时间信息的偏差，对后端的应用也会造成不利影响。

基于上述描述，需要一种新的图像传感器，来解决上述问题。

### 25 发明内容

本发明提供了一种图像传感器及图像采集系统，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，提供了一种图像传感器，包括：由多个像素采集电路组成的像素采集电路阵列，像素采集电路适于监测视场中的光强变化，并在光强变化满足一定条

件时进入触发状态；边界触发像素判决阵列，适于从处于触发状态的像素采集电路中，确定出处于边界的触发像素采集电路；读出单元，适于响应处于边界的触发像素采集电路，并输出其对应的地址信息。

5 可选地，在根据本发明的图像传感器中，边界触发像素判决阵列还适于基于来自像素采集电路阵列的列请求信号，生成读出请求信号和标志位，其中标志位指示对应像素采集电路的位置类型。

可选地，在根据本发明的图像传感器中，边界触发像素判决阵列包括多个边界触发像素判决单元，其中边界触发像素判决单元的数目为像素采集电路阵列中像素采集电路的列数。

10 可选地，在根据本发明的图像传感器中，边界触发像素判决单元包括：读出请求信号生成模块，适于基于来自与该边界触发像素判决单元对应列及其相邻列的像素采集电路的列请求信号，生成读出请求信号；标志位生成模块，适于基于来自与该边界触发像素判决单元对应列及至少一个相邻列的像素采集电路的列请求信号，生成标志位。

15 可选地，在根据本发明的图像传感器中，读出单元包括：行选择模块，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信息；列选择模块，适于根据来自边界触发像素判决阵列的读出请求信号，来扫描对应的像素采集电路，并扫描输出其对应的列地址信息和标志位；以及读出控制模块，适于控制行地址信息和列地址信息的输出。

20 可选地，在根据本发明的图像传感器中，读出请求信号生成模块包括：与非门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与当前边界触发像素判决单元相邻两列的像素采集电路的列请求信号，其输出端耦接到与门的输入端；与门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与非门的输出和与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号。

25 可选地，在根据本发明的图像传感器中，标志位生成模块包括：非门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与当前边界触发像素判决单元相邻一列的像素采集电路的列请求信号，其输出端耦接到与门的输入端；与门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收非门的输出和与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号。

30 可选地，在根据本发明的图像传感器中，标志位生成模块包括：或非门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与当前边界触发像素判决单元左右相邻列的像素采集电路的列请求信号，其输出端耦接到与门的输入端；与门，其输入端耦接到像素采集电路阵列，接收或非门的输出和与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号。

可选地，根据本发明的图像传感器还包括：全局控制单元，适于在图像传感器上电时，复位像素采集电路阵列，以及，还适于在像素采集电路阵列保持稳定的初始状态时，解除复位，使得像素采集电路阵列开始工作。

5 可选地，在根据本发明的图像传感器中，标志位包括头部标志位、尾部标志位、孤立标志位中的一种。

可选地，在根据本发明的图像传感器中，像素采集电路包括：光电探测模块，适于实时监测照射在其上的光信号，并输出相应的电信号；触发生成模块，其第一输入端耦接到所述光电探测模块，其第一输出端耦接到读出接口模块，触发生成模块适于在所述电信号满足预定触发条件时，生成触发生成信号给读出接口模块；以及读出接口模块，耦接到触10 发生成模块，适于通过行请求线、行选择线、列请求线和列选择线与读出单元进行通信。

可选地，在根据本发明的图像传感器中，触发生成模块包括：滤波放大模块，其输入端与光电探测模块的输出端耦接，适于对电信号进行滤波放大处理；阈值比较模块，其输入端与滤波放大模块的输出端耦接，适于接收来自滤波放大模块的电信号，且在该电信号满足预定条件时，生成触发生成信号。

15 根据本发明的又一个方面，提供了一种图像采集系统，包括：如上所述的图像传感器；图像处理器，耦接到图像传感器，适于基于所接收到的处于边界的触发像素采集电路的地址信息，确定出图像传感器中所有处于触发状态的像素采集电路的地址信息。

可选地，在根据本发明的图像采集系统中，图像传感器适于将处于边界的触发像素采集电路的地址信息及对应标志位输出给图像处理器；图像处理器还适于基于处于边界的触20 发像素采集电路的地址信息及对应标志位，确定出图像传感器中所有处于触发状态的像素采集电路的地址信息。

根据本发明的图像传感器，先从所有处于触发状态的像素采集电路中，确定出处于边界的像素采集电路，随后在读出单元读出事件（即，处于触发状态的像素采集电路的行列地址信息）时，仅仅扫描读出处于边界的像素采集电路及其标志位，而不用去读取连续的25 多个触发状态的像素采集电路。由此，不仅减少了图像传感器需要读出的事件的数据量，保证了在高动态信息场景下，动态视觉传感器低带宽的特性；而且加快了数据读取速度，降低了读出通道的阻塞，减小了读出延时。

#### 附图说明

30 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。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图像传感器 100 的示意图；

5 图 2 示出了根据本发明一种实施例的三种标志位的示意图；

图 3 示出了根据本发明一个实施例的边界触发像素判决阵列 120 的结构示意图；

图 4A 至图 4C 分别示出了根据本发明一些实施例的边界触发像素判决单元 122 的电路图；

图 5 示出了根据本发明实施例的图像传感器的读出场景示意图；以及

10 图 6 示出了根据本发明一个实施例的图像采集系统 600 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。

图 1 示出了根据本发明一些实施例的图像传感器 100 的示意图。该图像传感器 100 能够应用于检测高速运动物体的场景，以输出与运动事件相关的事件数据流。根据一种实现方式，该图像传感器 100 与外部的图像处理器相耦接，将输出的事件数据流传送给外部的图像处理器，以进行下一步的计算和应用。本发明的实施例对此不作限制。

如图 1 所示，图像传感器 100 包括像素采集电路阵列 110、边界触发像素判决阵列 120 和读出单元 130。其中，像素采集电路阵列 110 作为图像传感器 100 的核心部分，由在行列方向上均匀分布的多个像素采集电路 112 组成（如图 1 示出了一个  $3 \times 3$  大小的像素采集电路阵列，不限于此）。边界触发像素判决阵列 120 分别与像素采集电路阵列 110 和读出单元 130 相耦接，读出单元 130 还与像素采集电路阵列 110 相耦接。

除此之外，图像传感器 100 还包括全局控制单元 140。全局控制单元 140 耦接到像素采集电路阵列 110，用来控制各像素采集电路 112 的工作状态。一般来说，全局控制单元 140 负责在图像传感器 100 上电时，复位整个像素采集电路阵列 110，以确保每个像素采集电路 112 均保持稳定的初始状态。随后，全局控制单元 140 解除复位，像素采集电路阵列 110 开始正常工作。

根据本发明的实施方式，图像传感器仅响应视场中的光强变化，其功能主要是通过各像素采集电路 112 来实现的。当全局控制单元 140 的复位解除后，像素采集电路阵列 110 开始响应外界光强变化。具体地，像素采集电路阵列 110 监测视场中的光强变化，并在光强变化满足一定条件（可选地，此处的条件可以设置为光强变化超出设定的阈值，不限于此）时进入触发状态（在一种实施例中，进入触发状态的像素采集电路，或称之为触发像素事件或事件）。

边界触发像素判决阵列 120 包括多个边界触发像素判决单元 122，其中边界触发像素判决单元 122 的数目为像素采集电路阵列 110 中像素采集电路的列数（如图 1 所示，共包含 3 个边界触发像素判决单元 122）。换句话说，每个边界触发像素判决单元 122 与每一列像素采集电路相对应，用以接收来自该列像素采集电路的信号。

在一种实施例中，边界触发像素判决阵列 120 从处于触发状态的像素采集电路 112 中，确定出处于边界的触发像素采集电路。根据本发明的实施例，当一个处于触发状态的像素采集电路 A 的左侧或者右侧有一个不处于触发状态的相邻像素采集电路 B 时，该像素采集电路 A 就是处于边界的触发像素采集电路。反之，当该条件不满足时，该像素采集电路 A 就是处于内部的触发像素采集电路。

对于每个边界触发像素判决单元 122，其接收来自与之对应的一列像素采集电路的信号，并据此确认在该列像素采集电路中，哪些像素采集电路处于触发状态；进一步地，边界触发像素判决阵列 120 再从这些处于触发状态的像素采集电路中，确定出哪些像素采集电路是处于边界的触发像素采集电路。

读出单元 130 作为像素采集电路阵列 110 的外围模块，主要负责管理像素采集电路阵列 110 所产生的事件（即，触发状态的像素采集电路）。在一种实施例中，读出单元 130 响应处于边界的触发像素采集电路，并输出其对应的地址信息，地址信息包括该像素采集电路所在的行地址信息和列地址信息。

在一种实施例中，读出单元 130 输出地址信息至外部的图像处理器，由其对图像传感器 100 所产生的事件流数据进行处理，最终生成表征视场内运动变化的图像帧。

以下将结合图 1，对图像传感器 100 中各部分进行进一步说明。

为实现光强变化的实时检测、以及与外界读出电路通信等功能，每个像素采集电路 112 一般包含以下几个模块：光电探测模块、触发生成模块和读出接口模块。

其中，光电探测模块实时监测照射在其上的光信号，并输出相应的电信号。触发生成模块的第一输入端耦接到光电探测模块，其第一输出端耦接到读出接口模块，触发生成模块在电信号满足预定触发条件时，生成触发生成信号给读出接口模块。读出接口模块耦接

到触发生成模块，通过行请求线、行选择线、列请求线和列选择线与读出单元 130 进行通信。

进一步地，触发生成模块又包括滤波放大模块和阈值比较模块。滤波放大模块的输入端与光电探测模块的输出端耦接，对经光电探测模块输出的电信号进行滤波放大处理。阈值比较模块的输入端与滤波放大模块的输出端耦接，接收来自滤波放大模块的电信号（即，  
5 经滤波放大处理后的电信号），且在该电信号满足预定条件时，生成触发生成信号。

需要说明的是，动态视觉传感器的像素采集电路属于本领域现有技术，本发明实施例对像素采集电路不做过多限制。故对各模块的具体结构和功能，此处不再赘述。

继续如图 1，读出单元 130 包括行选择模块 132、列选择模块 134 和读出控制模块 136。  
10 其中，行选择模块 132 在行方向上管理整个像素采集电路阵列 110。列选择模块 134 耦接到边界触发像素判决阵列 120，以通过边界触发像素判决阵列 120，在列方向上管理整个像素采集电路阵列 110。读出控制模块 136 分别耦接到行选择模块 132 与列选择模块 134，来协调行选择模块 132 与列选择模块 134。

在一种实施例中，当某个像素采集电路 112 进入触发状态后，它会将所属行的行请求  
15 线置为有效。读出单元 130 中的行选择模块 132 管理像素采集电路阵列 110 中的所有行请求线，并通过将其对应的行选择线置为有效来响应一个有效的行请求。同时，被选中行的地址信息经过行选择模块 132 编码后输出。当行选择线有效后，该行中触发的像素采集电路 112 会将相应的列请求线置为有效。

此时，边界触发像素阵列 120 中对应该列的边界触发像素判决单元 122 接收该列请求  
20 信号。首先，边界触发像素阵列 120 根据接收到的列请求信号，确定出处于边界的触发像素采集电路，即，真正需要被读出的像素采集电路，生成相应的读出请求信号。其次，为这些处于边界的触发像素采集电路生成相应的标志位，标志位用来指示对应像素采集电路的位置类型，即处于边界的触发像素采集电路所属的位置类型。在根据本发明的实施例中，位置类型可以是头部、尾部或中间孤立位置，对应的标志位就是头部标志位、尾部标志位、  
25 孤立标志位中的一种。

综上，每个边界触发像素判决单元 122 将像素采集电路阵列 110 发出的列请求信号转换为读出请求信号，并生成相应的标志位，一并输出给对应的列选择模块 134。

列选择模块 134 接收读出请求信号和标志位。在一种实施例中，列选择模块 134 根据  
30 读出请求信号来扫描对应的像素采集电路，并扫描输出其对应的列地址信息和标志位，以便于后端的图像处理器根据该标志位恢复出该行其他的处于触发状态的像素采集电路。

读出控制模块 136 控制行地址信息和列地址信息的输出。在一种实施例中，当该行所

有进入触发状态的像素采集电路读出完毕后，读出控制模块 136 通知行选择模块 132 进行换行操作。行选择模块 132 撤销当前行的行选择信号，并选中下一行。行选择模块 132 对有效行请求信号的响应既可以是随机地，也可以是按照某个固定的顺序进行扫描，只要确保能够公平地响应有效的行请求信号即可。同样地，列选择模块 134 也可以是随机地、或是按照某个固定的顺序对有效的读出请求信号进行扫描。按照如上所述的读出机制，图像传感器 100 输出的是异步的事件流，其中每个事件流包含有该事件的行地址 X，列地址 Y、时间信息 T（时间信息 T 是指该事件被读出、也就是被后端的图像处理器接收到的时间）和标志位 F，即，输出的事件格式记作 (X,Y,T,F)。

进一步地，图 2 示出了根据本发明一些实施例的三种标识位的示意图。结合图 2，下文分别从上述三种标识位的角度出发，分别描述生成标志位的过程。

假设图 2 示出的是像素采集电路阵列 110 中一行像素采集电路，以图 2 所示的例子，用“/”填充的像素采集电路表示处于触发状态，即，第 2、第 4-9 个像素采集电路进入触发状态。其中，第 2 个像素采集电路的左侧（以及右侧）、第 4 个像素采集电路的左侧和第 9 个像素采集电路的右侧，均为非触发像素采集电路。结合前文所述，边界触发像素判决阵列 120 就可以确定，第 2、4、9 三个像素采集电路为处于边界的触发像素采集电路，在此基础上，边界触发像素判决阵列 120 为这三个处于边界的触发像素采集电路添加标志位。

需要说明的是，此处所示出的三种标志位及其判断依据仅作为示例。基于本发明实施例的描述，本领域技术人员还可衍生出其他一些描述处于边界的触发像素采集电路的位置类型的方案，均在本发明的保护范围之内，此处不再一一阐述。

### 实施例 1-头部标志位

头部标志位，即表征该处于边界的触发像素采集电路为一些连续触发像素采集电路的开头。其判断依据是与该边界触发像素采集电路相邻的左侧是否为触发状态的像素采集电路，如果不是触发状态的像素采集电路，则将该处于边界的触发像素采集电路的头部标志位置为 1；反之，则置为 0。如图 2，第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的头部标志位分别为 1、1、0。

### 实施例 2-尾部标志位

尾部标志位表征该处于边界的触发像素采集电路为一些连续触发像素采集电路的结尾。其判断依据是与该处于边界的触发像素采集电路相邻的右侧是否为触发状态的像素采集电路。如果不是触发状态的像素采集电路，则将该处于边界的触发像素采集电路的尾部标志位置为 1；反之，则置为 0。如图 2，第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的尾

部标志位分别为 1、0、1。

### 实施例 3-孤立标志位

孤立标志位表征该处于边界的触发像素采集电路为孤立的触发像素采集电路。其判断依据是与该处于边界的触发像素采集电路相邻的左侧和右侧是否为触发状态的像素采集电路。如果均不是触发状态的像素采集电路，则将该处于边界的触发像素采集电路的孤立标志位置为 1；反之，则置为 0。如图 2，第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的孤立标志位分别为 1、0、0。

为进一步说明边界触发像素判决阵列 120 的工作原理，图 3 示出了根据本发明一个实施例的边界触发像素判决阵列 120 的结构示意图。

如图 3 所示，边界触发像素判决阵列 120 由 N 个相同的边界触发像素判决单元 122 组成，分别记作：边界触发像素判决单元<1>、边界触发像素判决单元<2>、边界触发像素判决单元<3>、……、边界触发像素判决单元<N>。其中，N 为像素采集电路阵列 110 的列数。每个边界触发像素判决单元 122 又包括读出请求信号生成模块和标志位生成模块（图 3 中未示出）。根据一种实施例，读出请求信号生成模块基于来自与该边界触发像素判决单元 122 对应列及其相邻列的像素采集电路的列请求信号，生成读出请求信号。标志位生成模块基于来自与该边界触发像素判决单元 122 对应列及至少一个相邻列的像素采集电路的列请求信号，生成标志位。也就是说，除了处于头尾的两个边界触发像素判决单元 122 外，其它每个边界触发像素判决单元 122 接收到 3 个列请求信号，分别记作 REQ\_IN、REQ\_L、REQ\_R，其中 REQ\_IN 为当前列的列请求信号，REQ\_L 为当前列左侧相邻列的列请求信号，REQ\_R 为当前列右侧相邻列的列请求信号。如图 3，对于边界触发像素判决单元<2>，其输入信号是列请求信号<2>（REQ\_IN）及其左侧的列请求信号<1>（REQ\_L）和右侧的列请求信号<3>（REQ\_R），根据这三个列请求信号，边界触发像素判决单元<2>生成读出请求信号<2>（READ\_REQ）和标志位<2>（FLAG）至列选择模块 134。

需要说明的是，对于处于头尾的两个边界触发像素判决单元 122，在根据本发明的一种实施例中，只要确定其对应的像素采集电路进入触发状态，就可以认为其为处于边界的触发像素采集电路，进而将读出请求信号置为有效。例如，对于处于头部的边界触发像素判决单元<1>，其输入信号是列请求信号<1>（REQ\_IN）及其右侧的列请求信号<2>（REQ\_R），默认 REQ\_L 为 0。对于处于尾部的边界触发像素判决单元<N>，其输入信号是列请求信号<N>（REQ\_IN）及其左侧的列请求信号<N-1>（REQ\_L），默认 REQ\_R 为 0。而后，据此计算出标志位，此处不再赘述。

根据本发明的实施方式，对于每个边界触发像素判决单元 122，如果经读出请求信号生成模块 1222 确认，其对应的像素采集电路是处于边界的触发像素采集电路，那么将读

出请求信号置为有效、并由标志位生成模块 1224 生成相应的标志位。如果经读出请求信号生成模块 1222 确认, 其对应的像素采集电路不是处于边界的触发像素采集电路, 那么将读出请求信号置为无效。这些功能可以由逻辑电路实现。

图 4A 至图 4C 分别示出了根据本发明一些实施例的边界触发像素判决单元 122 的电路图。

根据生成的标志位的类型不同, 图 4A 至图 4C 分别给出了生成一种头部标志位、尾部标志位和孤立标志位的电路图。

在图 4A 中, 读出请求信号生成模块 1222 由一个与非门和一个与门组成。其中与非门的输入端耦接到像素采集电路阵列, 接收与当前边界触发像素判决单元 122 相邻两列的像素采集电路的列请求信号 (分别记作 REQ\_L 和 REQ\_R)。与非门的输出端耦接到与门的一个输入端, 与门的另一个输入端耦接到像素采集阵列, 接收与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号 (记作 REQ\_IN)。这样, 与门的输入就是 REQ\_IN 以及与非门的输出, 与门的输出就是读出请求信号 (记作 READ\_REQ)。当且仅当 REQ\_IN 为 1 (即, 当前像素采集电路处于触发状态) 且 REQ\_L 与 REQ\_R 不全为 1 (即, 当前像素采集电路两侧相邻的像素采集电路不全处于触发状态) 时, READ\_REQ 才为 1, 读出请求信号有效。

标志位生成模块 1224 由一个非门和一个与门组成。其中, 非门的输入端耦接到像素采集电路阵列, 接收与当前边界触发像素判决单元相邻一列的像素采集电路的列请求信号。以头部标志位为例, 如图 4A, 非门的输入端接收的是与当前对应像素采集电路左侧相邻的像素采集电路的列请求信号 (记作 REQ\_L)。非门的输出端耦接到与门的一个输入端, 与门的另一个输入端耦接到像素采集电路阵列, 接收与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号 (记作 REQ\_IN)。这样, 与门的输入就是 REQ\_IN 和非门的输出, 与门的输出就是标志位 (记作 FLAG)。当且仅当 REQ\_L 为 0 (即, 左侧像素采集电路不处于触发状态) 且 REQ\_IN 为 1 (即, 当前像素采集电路处于触发状态) 时, FLAG 为 1。

在图 4B 中, 读出请求信号生成模块 1222 与图 4A 完全相同, 此处不再赘述。

标志位生成模块 1224 以生成尾部标志位为例, 也是由一个非门和一个与门组成。其中, 非门的输入端接收的是与当前对应像素采集电路右侧相邻的像素采集电路的列请求信号 (记作 REQ\_R)。非门的输出端耦接到与门的一个输入端, 与门的另一个输入端耦接到像素采集电路阵列, 接收与该边界触发像素判决单元对应列的像素采集电路的列请求信号 (记作 REQ\_IN)。这样, 与门的输入就是 REQ\_IN 和非门的输出, 与门的输出就是标志位 (记作 FLAG)。当且仅当 REQ\_IN 为 1 (即, 当前像素采集电路处于触发状态) 且 REQ\_R

为 0（即，当前像素采集电路的右侧相邻像素采集电路不处于触发状态）时，FLAG 为 1。

在图 4C 中，读出请求信号生成模块 1222 还是与图 4A 保持一致，此处不再赘述。

而标志位生成模块 1224 以生成孤立标志位为例，由一个或非门和一个与门组成。其中，或非门的输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与当前边界触发像素判决单元 122 左右相邻列的像素采集电路的列请求信号（记作，REQ\_L 和 REQ\_R）。或非门的输出端耦接到与门的一个输入端，与门的另一个输入端耦接到像素采集电路阵列，接收与该边界触发像素判决单元 122 对应列的像素采集电路的列请求信号（记作 REQ\_IN）。这样，与门的输入就是 REQ\_IN 和或非门的输出，与门的输出就是标志位（记作 FLAG）。当 REQ\_IN 为 1（即，当前像素采集电路处于触发状态）且 REQ\_L 和 REQ\_R 均为 0（即，当前像素采集电路左右相邻两个像素采集电路均不处于触发状态）时，FLAG 为 1。

当然，此处仅作为示例，示出了边界触发像素判决单元 122 的电路图，本发明实施例并不局限于此。基于本发明相关实施例的阐述，任何根据像素采集电路阵列的列请求信号，来生成相应的读出请求信号和标志位的逻辑电路，均在本发明的保护范围之内。

为便于比较说明根据本发明实施例的图像传感器 100 的优势，图 5 示出了一个图像传感器的读出场景的示意图。

该场景是视场中动态信息较多的一个场景，因而触发的像素采集电路占整个像素采集电路阵列的比重较大。此场景中，像素采集电路阵列由 4 行 10 列组成。用一个方块代表一个像素采集电路，为便于区分，已触发的像素采集电路用“/”填充来表示。

先以传统的动态视觉传感器输出事件的过程为例。简而言之，在传统的动态视觉传感器中，当某个像素采集电路进入触发状态后，它会将相应的行请求线置为有效。读出单元中的行选择模块通过将其对应的行选择线置为有效来响应一个有效的行请求。同时，被选中行的地址信息经过行选择模块编码后输出。当行选择线有效后，该行中触发的像素采集电路会将相应的列请求线置为有效，列选择模块在列方向上管理所有的列请求，它逐一扫描该行所有的有效的列请求线，并将其对应的列地址进行编码后输出。当该行所有被触发的像素采集电路读出完毕后，读出控制模块通知行选择单元进行换行操作。

故，读出单元要逐一读出像素采集电路阵列中所有的处于触发状态的像素采集电路，并将它们的行列地址以及时间信息以 (X,Y,T) 的格式输出。其中，时间 T 的单位为动态视觉传感器读取一个像素采集电路所需的时间，为了表述的方便，在此取为 1，同时假定换行不需要时间。在此，假定行选择模块和列选择模块均是按照从小到大的方式进行扫描。首先，行选择模块选中第一行，然后列选择模块按照从小到大的顺序依次读出该行中所有的处于触发状态的像素采集电路，未触发的像素采集电路自动忽略，即输出的事件流为

(1,2,1)、(1,4,2)、(1,5,3)、(1,6,4)、(1,7,5)、(1,8,6)、(1,9,7)。然后第一行全部读取完毕，读出控制模块通知行选择模块换行。行选择模块撤销第一行并选中第二行，列选择模块按照从小到大的顺序依次读出该行中所有的处于触发状态的像素采集电路，即输出的事件流为(2,3,8)、(2,4,9)、(2,5,10)、(2,6,11)、(2,8,12)、(2,9,13)、  
5 (2,10,14)。随后，行选择模块先后选中第三行和第四行，输出的事件流为(3,1,15)、(3,2,16)、(3,3,17)、(3,4,18)、(3,8,19)、(3,9,20)、(3,10,21)、(4,3,22)、(4,4,23)、(4,5,24)、(4,6,25)。

从整个输出的事件流可以看出，动态视觉传感器一共读出了25个事件，耗费了25个读出时间单位。由于像素采集电路阵列一共包含40个像素采集电路，在这种读出方式下，  
10 动态视觉传感器所能节省的带宽是非常有限的。相比于每个像素采集电路（不论触发与否）均读出的扫描方式，这种读出仅能节省约40%的带宽。更为重要的是，由于整个读出耗费了25个时间单位，对于最后一个被读出的像素采集电路而言，动态视觉传感器给出的时间信息相比于其真正的被触发时间晚了25个时间单位，从而造成了时间信息的不准确，为后端对该时间信息的应用带来了较大的误差。

而本申请人在研究后发现，当视场中存在较多动态信息时，这些事件在空间上的分布通常具有一定的连续性，这主要是由运动的连续性造成的。在一定的时间内，由同一个运动物体所激发的像素采集电路在空间上是紧密排列的。因此，根据本发明的实施例所提出的图像传感器100，在事件读出时，对于那些地址空间连续的触发状态的像素采集电路，  
15 仅仅读出位于边界处的触发像素采集电路，而不去读取内部的触发像素采集电路，从而减小了需要读出的像素采集电路的数据，降低了动态视觉传感器的输出带宽和读出延时。

依旧以图5的例子进行说明，当行选择模块选中第一行时，该行中一共有7个处于触发状态的像素采集电路，分别处于第2列以及第4至9列。由于第2列像素采集电路的左右两侧均没有触发状态的像素采集电路（第1列和第3列均未触发），因此第2列的像素采集电路为处于边界的触发像素采集电路，会被读出。对于第4至9列的像素采集电路，  
25 这是在行方向上连续排列的6个触发状态的像素采集电路，其处于边界的触发像素采集电路为第4列和第9列的像素采集电路，其余4个均为内部像素采集电路。对于这连续的6个触发状态的像素采集电路，只读出边界的第4和第9个像素采集电路，并通过标志位的方式告知后端的图像处理器，这两个像素采集电路是处于边界位置的。那么图像处理器在接收到这两个处于边界的像素采集电路之后，便可恢复出中间的触发状态的像素采集电  
30 路，从而确保了在减小动态视觉传感器读出事件量的前提下，又不丢失有效事件信息。

因此，根据本发明的方案，考虑到由于物体运动的连续性，像素采集电路阵列在一定时间内产生的事件在空间上大多也是连续的。事件在空间上存在大量的冗余，如果能够将

这些冗余信息去除，那么就能够在保证不丢失有效事件的前提下减小需要读出的事件量。因此，根据本发明的图像传感器 100 不再逐一地扫描每个被触发的像素采集电路，而是先提取出处于边界的像素采集电路，随后在读出单元读出事件（即，处于触发状态的像素采集电路的行列地址信息）时，仅仅扫描读出处于边界的像素采集电路及其标志位，而不用去读取连续的多个触发状态的像素采集电路。由此，不仅减少了动态视觉传感器需要读出的事件的数据量，保证了在高动态信息场景下，动态视觉传感器低带宽的特性；而且加快了数据读取速度，降低了读出通道的阻塞，减小了读出延时。

图 6 示出了根据本发明一个实施例的图像采集系统 600 的示意图。如图 6 所示，该图像采集系统 600 包括图像传感器 100 和图像处理器 610。其中，图像处理器 610 耦接到图像传感器 100。

如前文所述，图像传感器 100 在检测到视场中的光强变化满足一定条件时，输出关于触发事件的事件数据流。该事件数据流包括处于边界的像素采集电路的地址信息及对应标志位（应当指出，事件数据流中还可以包含时间信息，不限于此）。图像传感器 100 将上述事件数据流输出给图像处理器 610。

图像处理器 610 基于所接收到的处于边界的触发像素采集电路的地址信息及对应标志位，确定出图像传感器 100 中所有处于触发状态的像素采集电路的地址信息。

为进一步说明图像处理器 610 基于处于边界的触发像素采集电路的地址信息及对应标志位，恢复出图像传感器 100 中所有处于触发状态的像素采集电路的地址信息的过程，还是以图 2 中示出的三种标志位为例，说明上述过程。

## 20 实施例 1-头部标志位

图像处理器 610 在接收到第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的地址信息以及相应的头部标志位后，恢复出所有的触发状态的像素采集电路。具体地，第 2 个像素采集电路的头部标志位为 1，说明其是处于头部的边界触发像素采集电路，第 4 个像素采集电路的头部标志位是 1，也是处于头部的边界触发像素采集电路，这表明第 2 个像素采集电路的左右两侧都没有触发状态的像素采集电路。第 9 个像素采集电路的头部标志位是 0，说明其不是处于头部的边界触发像素采集电路，而前面的第 4 个像素采集电路是处于头部的边界触发像素采集电路，那么表明第 4 至第 9 列全部是触发状态的像素采集电路。如此，最终确定出该行中所有的触发状态的像素采集电路为第 2、第 4 至第 9 个像素采集电路。

## 实施例 2-尾部标志位

图像处理器 610 在接收到第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的地址信息以及相应的尾部标志位后，恢复出该行所有的触发状态的像素采集电路。具体地，第 2 个像素

采集电路的尾部标志位为 1，说明其为处于尾部的边界触发像素采集电路，由于该像素采集电路是该行输出的第一个边界像素采集电路，那么可以确定第 1 个和第 3 个像素采集电路不是触发状态的像素采集电路。接着，第 4 个像素采集电路的尾部标志位是 0，说明其不是处于尾部的边界触发像素采集电路，而第 9 个像素采集电路的尾部标志位是 1，说明其是处于尾部的边界触发像素采集电路，那么表明第 4 至第 9 列全部是触发状态的像素采集电路。如此，最终确定出该行中所有的触发状态的像素采集电路为第 2、第 4 至第 9 个像素采集电路。

### 实施例 3-孤立标志位

图像处理器 610 在接收到第 2、4、9 个处于边界的触发像素采集电路的地址信息以及相应的孤立标志位后，恢复出该行所有的触发状态的像素采集电路。具体地，第 2 个像素采集电路的孤立标志位为 1，说明其为孤立的触发状态的像素采集电路。第 4 个像素采集电路和第 9 个像素采集电路的孤立标志位均为 0，说明都不是孤立的触发状态的像素采集电路，可以进一步确定出第 4 个像素采集电路是一些连续触发状态的像素采集电路的开头，而第 9 个像素采集电路是一些连续触发状态的像素采集电路的结尾。如此，最终确定出该行中所有的触发状态的像素采集电路为第 2、第 4 至第 9 个像素采集电路。总之，根据本发明的图像采集系统 600 能够采集到视场中高速运动物体的运动信息，并进行后续的光流计算，以应用到高速运动物体的目标检测和目标跟踪的场景中，不限于此。

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。

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、等同或相似目的的替代特征来代替。

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述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，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。