

SISTEMA DE MONITOREO DE ADULTOS MAYORES O DE PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES

A. C. Palacios García¹

RESUMEN

Es una necesidad el desarrollar sistemas automatizados, que permitan el monitoreo a distancia de personas de la tercera edad y de personas con capacidades diferentes, manteniendo la independencia de las mismas en sus propias casas, bajo el entendido de que están siendo monitoreados remotamente. En el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca se está trabajando en esta área de investigación, con el proyecto titulado “Sistema de monitoreo a distancia de adultos mayores o personas con capacidades diferentes”, el cual se encuentra en fase de desarrollo, y tiene como objetivo final el diseñar un sistema que permita la detección de caídas en escaleras y pasillos. Se presentan resultados de los avances obtenidos hasta el momento en el módulo de extracción de características.

INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se plantea un escenario de estudio que incluye una solución para adultos mayores y/o personas con capacidades diferentes que desean permanecer en sus casas aun cuando su condición de salud está en deterioro.

Según Dishman (2004), se espera que la cantidad de adultos mayores a 65 años de edad se incremente a 761 millones para el año 2025, duplicando con ello la cantidad de adultos mayores que se tenían registrados en 1990. Es por ello, que surge la necesidad de desarrollar sistemas que permitan el monitoreo a distancia de dicho sector de la población, con la finalidad de brindarles la confianza de permanecer en sus casas bajo la premisa de que están siendo monitoreados remotamente a través de un algoritmo computacional, y no por un humano. El hecho de utilizar un algoritmo computacional para llevar a cabo el procesamiento de imágenes, lo hará menos invasivo respecto a las propuestas equivalentes que requieren de una o más personas para llevar a cabo el monitoreo.

Además, según Lee, Chuah, y Chieng (2013), las causas más comunes de hospitalización de adultos mayores o de personas con capacidades diferentes son: caídas, ataques cardíacos y golpes, por lo cual, las oportunidades de sobrevivir a estas situaciones se incrementan si la persona obtiene ayuda en menos de una hora.

En el presente artículo se muestra una propuesta de sistema de monitoreo automático para adultos mayores o personas con capacidades diferentes que viven solos, y que deben ser monitoreados, debido a sus condiciones de salud, pero cuyo estado de salud no es tan grave como para requerir de cuidados especiales como los de una enfermera o bajo supervisión médica directa. El sistema es capaz de detectar si la persona se encuentra en situación de riesgo (inmovilidad o caída), y en ese caso envía una alarma a sus familiares vía correo electrónico.

En la división de carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca, se está comenzando a trabajar en esta área

¹ Docente de tiempo completo B. Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. pagcris@hotmail.com

de investigación con el proyecto “Sistema de monitoreo a distancia de adultos mayores o personas con capacidades diferentes”, el cual se encuentra en fase de desarrollo.

El objetivo general del proyecto consiste en “Diseñar un sistema que permita el monitoreo automático de adultos mayores o personas con capacidades diferentes que quieran permanecer en sus casas, aun cuando su condición de salud se esté deteriorando”.

A continuación se presenta el análisis realizado de los trabajos relacionados con el proyecto, cuyos autores llevan a cabo el monitoreo de personas empleando distintas técnicas:

- En cuanto a la tecnología desarrollada en el área de las casas inteligentes, se observa que el monitoreo de signos vitales de los pacientes es de suma importancia para actuar de forma oportuna. Algunos de los dispositivos más comúnmente utilizados permiten medir la presión de los pacientes, sus niveles de oxigenación, pulso cardíaco, temperatura y niveles de glucosa. La información recabada por cada sensor o dispositivo es transmitida a través de internet a profesionales de la salud, hospitales o a familiares de los pacientes (Lee et al., 2013; Stowe y Harding, 2010).
- Muchos otros investigadores se han dedicado a utilizar teléfonos inteligentes para desarrollar aplicaciones que permitan monitorear la movilidad de adultos mayores. La mayoría de los trabajos relacionados en este ámbito, presentan sistemas de monitoreo desarrollados para dispositivos móviles que utilizan Android como sistema operativo, y que consisten en utilizar el acelerómetro y demás sensores disponibles del teléfono inteligente. Algunos autores utilizan la información del acelerómetro en las posiciones x, y, z, y los comparan con un valor de umbral preestablecido (Lee et al., 2013). En caso de que la posición del acelerómetro difiera respecto al rango preestablecido se activa una alarma que indica la detección de la caída del usuario.
Algunos otros autores que también hacen uso del acelerómetro utilizan técnicas más sofisticadas para determinar con mayor certeza si una persona sufrió una caída. Las técnicas empleadas van desde el uso de algoritmos basados en umbrales (Sposaro y Tyson, 2009) y técnicas de clasificación de movimientos (Hansen, Eklund, Sprinkle, Bajcsy, y Sastry 2005), hasta la generación de modelos como es el caso de árboles de decisión (Zhao, Chen, Wang y Chen 2012).
- Por otro lado, existen aplicaciones en donde es requerido el identificar de forma automática el tipo de actividades que se encuentran desarrollando los usuarios que están siendo monitoreados; por ejemplo, en el caso del cuidado de adultos mayores, las actividades de la vida diaria se usan para evaluar las capacidades cognitivas y físicas de las personas. Los sistemas de monitoreo de actividades permiten monitorear de forma automática declives en el tiempo y detectar anomalías.
- Los sistemas para monitorear actividades incluyen básicamente tres áreas de interés: los sensores a utilizar, la generación de la base de conocimientos, y la técnica de aprendizaje computacional (Kasteren, Noulas, Englebienne y Kröse 2008).
- Es posible utilizar varios tipos de sensores (detector de movimiento, cámaras, entre otros), los cuales varían en cuanto a funcionalidad, precio, nivel de intrusión y facilidad para instalar. La intención principal de los sensores consiste en ubicarlos en diferentes lugares de la casa, para que cuando sean activados por el usuario,

quede el registro del evento. La información registrada por los sensores debe ser almacenada en una base de datos o de conocimientos con la particularidad de que los datos registrados deben estar etiquetados en función de la actividad realizada. Dichos datos se utilizan en la fase de entrenamiento para aprender el modelo que posteriormente será utilizado para detectar actividades.

Se detecta un problema respecto al uso de dispositivos especiales o móviles para llevar a cabo el monitoreo de personas, y consiste en que la persona debe llevar consigo en todo momento el dispositivo. Sin embargo, debido a que en este proyecto se considera el aplicar el monitoreo automático a adultos mayores y a personas con capacidades diferentes que se encuentran viviendo solas, es poco probable que lleven consigo todo el tiempo el sensor requerido. Debido a lo antes mencionado, en este trabajo se propone el uso de cámaras web colocadas en zonas estratégicas de una casa o edificio, conectadas a un servidor que lleva a cabo el procesamiento de las imágenes capturadas.

En cuanto a los alcances del proyecto, el presente trabajo permite segmentar a una persona en una imagen, y determinar si se encuentra o no en situación de riesgo. En caso de que la persona esté en riesgo, es decir, inmóvil por un periodo prolongado de tiempo (del orden de dos o más minutos), o se haya detectado una caída, se enviará una alarma a los familiares o médicos del paciente vía correo electrónico.

METODOLOGÍA

La arquitectura propuesta del sistema de monitoreo a distancia de adultos mayores y/o personas con capacidades diferentes se muestra en forma de esquema en la Figura 1. El sistema se compone básicamente de dos módulos: el módulo de extracción de características y el módulo de monitoreo.

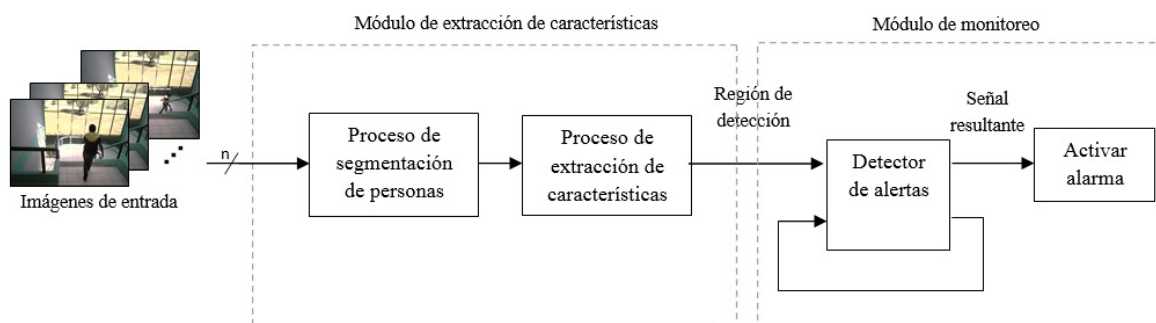


Figura 1. Arquitectura general del sistema de monitoreo a distancia de adultos mayores o personas con capacidades diferentes

1. Módulo de extracción de características

El módulo de extracción de características tiene como objetivo final detectar personas en escenarios controlados, es decir, escenarios en donde las condiciones de iluminación se mantienen constantes. El tipo de escenario que se plantea utilizar corresponde al interior de una casa o edificio, y la finalidad del módulo es la de detectar la postura de la persona que se encuentra en cierto instante de tiempo en primer plano en la escena. Los tipos de postura que se obtienen como salida de este módulo corresponden a determinar si la persona se

encuentra de pie, sentada-inclinada (por el momento se consideran como casos equivalentes), y recostada.

En esta sección se están considerando varias hipótesis, tales que se mencionan a continuación:

- Todas las imágenes que se van a procesar contienen a lo más a una persona en la escena.
- Al trabajar con imágenes RGB será posible distinguir por canal la presencia o no de una persona con mayor precisión que si se utilizara únicamente un canal o imágenes en escala de grises.
- El vestuario de las personas monitoreadas variará significativamente respecto a las tonalidades de color que hay en el fondo de la escena.

La extracción de características se realiza en dos pasos: a) proceso de segmentación de personas y b) el proceso de extracción de características.

1.1 Proceso de segmentación de personas

La segmentación de una persona a partir de imágenes RGB, consiste en establecer una imagen como fondo de la escena, y las restantes imágenes se consideran como imágenes del frente, es decir, al obtener la diferencia entre una imagen del fondo y una del frente de la escena (imagen actual), la diferencia corresponde al movimiento que se encuentra presente en la escena actual.

A continuación se describe el proceso completo para llevar a cabo la segmentación de personas en tiempo real:

- a) Establecer la imagen de fondo: Se utiliza una imagen como punto de referencia de la escena, es decir, la imagen de fondo. Dicha imagen permite establecer cuál es el estado inicial de la escena que se desea monitorear. Es importante mencionar, que para capturar esta imagen de referencia, la escena debe encontrarse sin personas, esto para evitar errores en la detección posterior.
- b) Obtener la diferencia entre imágenes de fondo y la imagen actual: La diferencia de las imágenes de referencia y la imagen que se está inspeccionando se calcula con la finalidad de determinar si existen variaciones significativas entre una y otra imagen. Se utiliza un umbral para generar una imagen nueva RGB que indica por canal con valores máximos la presencia o no de píxeles cuya diferencia supera el valor del umbral (el valor del umbral fue calculado experimentalmente).

En este punto se obtiene una imagen que muestra en tonos claros en qué píxeles hubo diferencias significativas en cuanto al color. Sin embargo, en este punto de la segmentación se detecta la presencia de ruido en la imagen resultante, ya que cualquier cambio significativo en la intensidad de iluminación de la escena, es considerado como una región de interés.

- a) Aplicar transformaciones morfológicas: Se aplican transformaciones morfológicas de erosión y dilatación a la imagen RGB obtenida en el punto 2 con la finalidad de eliminar el ruido que pudo generarse al haber cambios mínimos en las condiciones

de iluminación o debido a la incidencia de la luz en uno o más objetos existentes en la escena.

Para eliminar las regiones que corresponden al ruido en la imagen de diferencia y para segmentar de la mejor forma posible la región de interés, es necesario erosionar las regiones que son pequeñas y dilatar aquellas regiones que perduraron después de aplicar la transformación de erosión. El resultado es otra imagen.

- b) Recortar la región de interés: Con la información obtenida en el punto anterior, es posible recortar de la imagen actual únicamente la región que fue segmentada, empleando los segmentos detectados en cada uno de los canales RGB. Como resultado de esta fase se obtiene una imagen a color en donde se observa la región segmentada.

En la Figura 2 se observa un ejemplo completo del proceso de segmentación de una persona que se encuentra en la escena. En la Figura 2 (a) se muestra el ejemplo de la imagen de fondo que fue utilizada en el experimento; Figura 2 (b) se muestra la imagen actual que está siendo procesada para realizar el proceso de extracción de características; Figura 2 (c) muestra la imagen resultante al aplicar la diferencia entre la imagen de fondo y la imagen actual; Figura 2 (d) muestra el estado de las regiones que perduraron después de aplicar las transformaciones morfológicas para quitar el ruido de la imagen de la Figura 2 (c); Figura 2 (e) muestra con tonalidades en escala de grises la detección de movimiento en los canales RGB combinándolos en una imagen de un solo canal; y finalmente la Figura 2 (f) muestra cual fue la región segmentada después de todo el proceso.

1.2 Proceso de extracción de características

El proceso de extracción de características consiste en encerrar en un rectángulo, la región segmentada que se asume contiene a una persona y se calcula el centro del área. Por tanto, la característica consiste en determinar el centro, el ancho y el largo de la región segmentada.

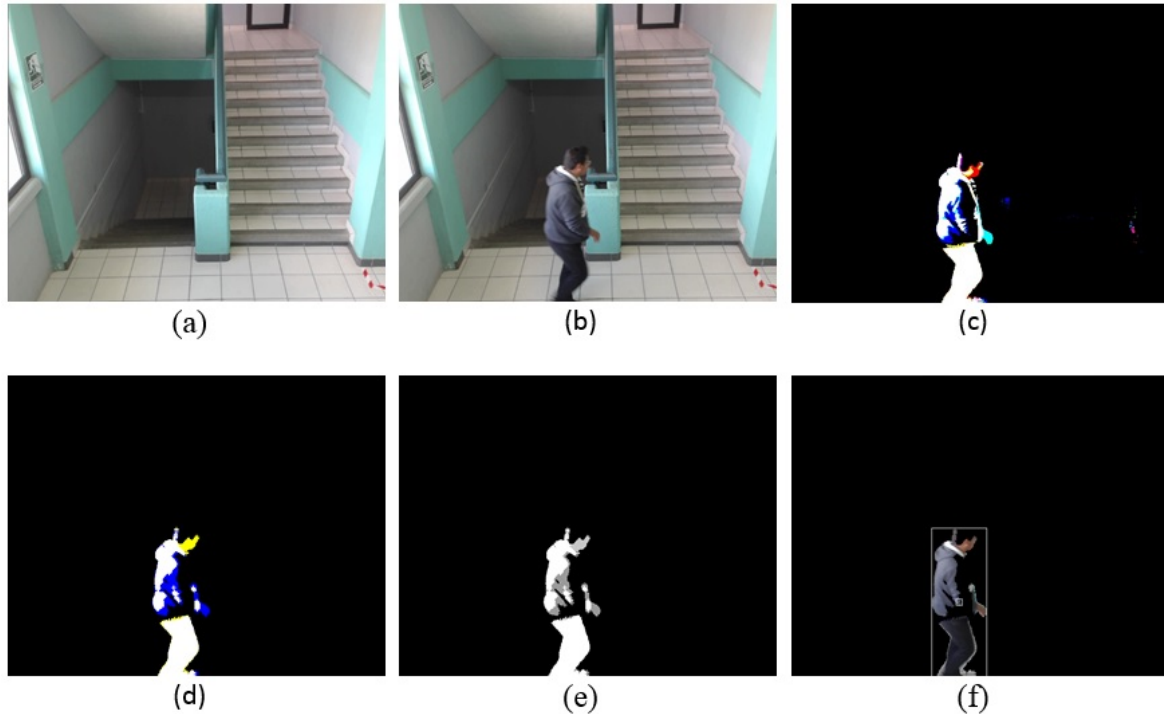


Figura 2. Proceso de segmentación de personas

Otra característica que se extrae de la imagen segmentada corresponde a obtener los bordes de la imagen, con la finalidad de hacer uso de ellos en versiones posteriores del proyecto para identificar actividades del usuario.

2. Módulo de monitoreo

El módulo de monitoreo recibe como entrada tres parámetros: las dimensiones del ancho y el largo de la región segmentada, y el centro de la región. Analiza dicha información e incorpora información histórica de la región detectada en el instante de tiempo anterior al actual (es posible variar este parámetro). Se usa la información de la detección en el instante de tiempo anterior para evaluar qué tan estable fue el movimiento del sujeto bajo monitoreo, considerando el centro de referencia del área segmentada, y con ello poder detectar si sufrió o no una caída.

La forma que se ha seleccionado para evaluar si una persona ha sufrido una caída es en función del centroide o centro de la región que contiene a una persona, si dicho centro varía demasiado en función de los centroides detectados con anterioridad, entonces suponemos que la persona sufrió una caída. Cuando eso ocurre, se envía una señal de alarma al módulo Activar alarma, el cual tiene como tarea recibir la información y enviar a través de un correo electrónico un aviso a los familiares del sujeto que se está monitoreando, para que ellos tomen las medidas pertinentes respecto a la alerta enviada.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los alumnos de servicio social Mariza García Zenteno, Erasmo Morales Pérez y Leonardo González Soledad de octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la

Información y Comunicaciones, capturaron alrededor de 30 secuencias de vídeos con distintas duraciones, condiciones de iluminación y ubicaciones dentro de la institución. Los dos primeros estudiantes Maritza y Erasmo, trabajaron durante el periodo de febrero a abril de 2015 en el desarrollo e implementación del proceso de extracción de características para obtener el largo, ancho y el centro de la región detectada con el proceso de segmentación de personas. El tercer estudiante, Leonardo González, trabajó durante los meses de febrero y marzo de 2016, obteniendo secuencias de vídeos adicionales para evaluar el funcionamiento tanto por procesos como de forma general del módulo de extracción de características.

Las secuencias de vídeo se capturaron en pasillos y escaleras como se planteó originalmente. Las pruebas realizadas hasta el momento consistieron en ubicar una cámara web en una escalera o pasillo de la institución, y se inició la secuencia de grabación de imágenes considerando a una persona bajo los siguientes escenarios: subir escaleras, bajar escaleras, subir y caer sobre escalera, caer en pasillo, caminar en pasillo, sentarse sobre escaleras, entre otros casos.

Fue posible comprobar que el módulo de extracción de características funciona satisfactoriamente, debido a que durante las pruebas realizadas, se obtuvo un porcentaje de detección de personas superior al 80% considerando el total de frames de prueba.

El uso del umbral para evaluar el ancho y el largo de la región segmentada que corresponde a una persona en la escena, permite de forma simple, determinar si una persona se encuentra de pie, sentada-inclinada o recostada de forma horizontal a la lente de la cámara. El desempeño del sistema muestra que tanto el porcentaje de detecciones correctas de personas, como el de detecciones de situaciones de riesgo superan el 80% de las pruebas realizadas.

CONCLUSIONES

El sistema de monitoreo de adultos mayores y de personas con capacidades diferentes favorecerá la independencia de este sector de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Dishman, E. (2004). Inventing Wellness System for Aging in Place. *Computer, IEEE Computer Society*, 37(5), 34-41.
- Hansen, T. R., Eklund J. M., Sprinkle J., Bajcsy R. Y Sastry S. (2005). Using Smart Sensors and a camera phone to detect and verify the fall of elderly persons. *European Medicine, Biology and Engineering Conference*.
- Kasteren, v. T., Noulas, A., Englebienne, G., Y Kröse, B. (2008). Accurate activity recognition in a home setting. *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*, pp. 1-9.
- Lee, J.V., Chuah, Y.D., Y Chieng, K. T. H. (2013). Smart Elderly Home Monitoring System with an Android Phone. *International Journal of Smart Home*, 7(3), 17-32.
- Sposaro, F., Y Tyson, G. (2009). iFall: An Android Application for Fall Monitoring and Response. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*.
- Stowe, S., Y Harding, S. (2010). Telecare, telehealth and telemedicine. *European Geriatric Medicine*, 1(3), 193-197.

Zhao, Z., Chen, Y., Wang, S., Y Chen, Z. (2012). Fall Alarm: Smart Phone Based Fall Detecting and Positioning System. *Procedia Computer Science*, Vol. 10, pp. 617-624.