

Computer Vision aplicado a la evaluación de prototipos físicos

Computer Vision applied to the evaluation of physical prototypes

Luciano Fernández

Universidad de Chile, Chile
Lfernandez.design@gmail.com

Denis Lecaros

Universidad de Chile, Chile
denlecaros@gmail.com

ABSTRACT

This work was born from the need to have an objective way to analyze the movement of water drops deflected by a prototype mudguard. To satisfy this need, using computer vision appears as a possibility. This paper defines the parameters that a possible program should work on, and suggests an algorithm to treat the information in order to give a first step for its application.

KEYWORDS: computer vision; gotas de agua; prototipos físicos.

Introducción

Computer Vision (CV) es el área de la inteligencia artificial encargada de la detección, conteo, rastreo, e identificación de los elementos de una imagen digitalizada. Se vale de analogías de las leyes de la Gestalt para crear algoritmos que procesan datos emulando la forma en la que los humanos entienden las imágenes. Esto hace que tenga gran potencial en el proceso de Diseño Industrial, sobre todo en el desarrollo de prototipos, pues actualmente la evaluación de prototipos físicos enfocados contempla la inspección visual del fenómeno en estudio o el uso de simulaciones digitales, dejando por un lado el resultado a criterio del observador y por otro imposibilitando la real evaluación del prototipo en todas sus variables complejas, como las condiciones del entorno o detalles de la fabricación; lo cual presta espacio a imprecisiones y reduce la exactitud.

Datos recopilados

Se ha entrevistado a estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad de Chile, a fin de conocer los requerimientos para un eventual software que evalúe el des-

empeño de prototipos valiéndose de CV.

De los resultados arrojados en cada pregunta, se obtienen las proposiciones de los entrevistados de lo que según ellos debiera considerar la herramienta para el proceso de evaluación de prototipos. La entrevista está compuesta por preguntas que arrojan respuestas cuantificables y otras de tipo subjetivo, en donde cada entrevistado postula elementos a considerar de manera libre e ilimitada, produciéndose coincidencias entre las respuestas.

Datos arrojados en la primera pregunta *¿Qué datos intentaría obtener con esta herramienta?*

Del total de la muestra se obtienen 44 respuestas, de las cuales se extraen 27 variables a considerar (Fig 01). Datos arrojados en la segunda pregunta *¿Por qué son importantes estos datos?* De los resultados arrojados 6 de ellos menciona que a través de la recolección de los datos es posible posteriormente definir las características del prototipo. Igual número de personas comparte que la importancia de los datos es debido a que se puede objetivar el comportamiento del prototipo en las condiciones dadas. De igual manera 4 personas

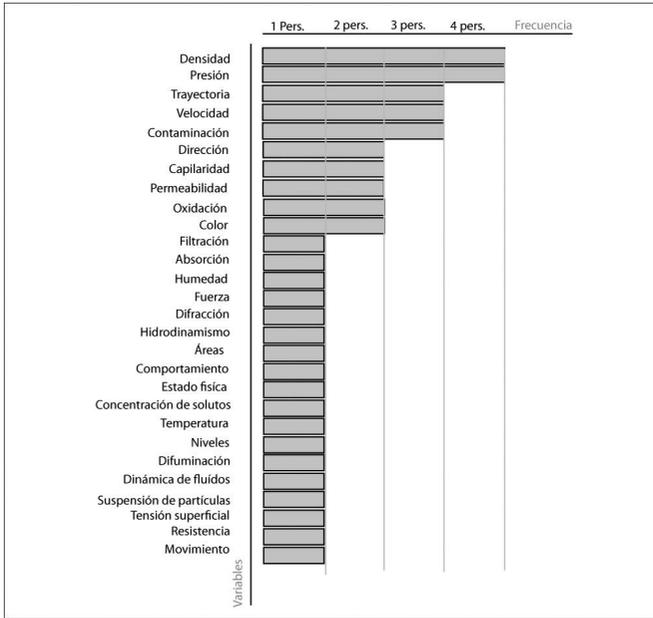


Fig. 1. Tabla de los resultados de la primera pregunta.

afirman que la recolección de los datos permite hacer una relación entre las variables del prototipo y el agua. Otras por su parte expresan la necesidad de observar los cambios que se producen en el agua y otra en que las características del agua son los datos a recopilar, ya que son universales mientras se trabaje con ese elemento independiente del prototipo.

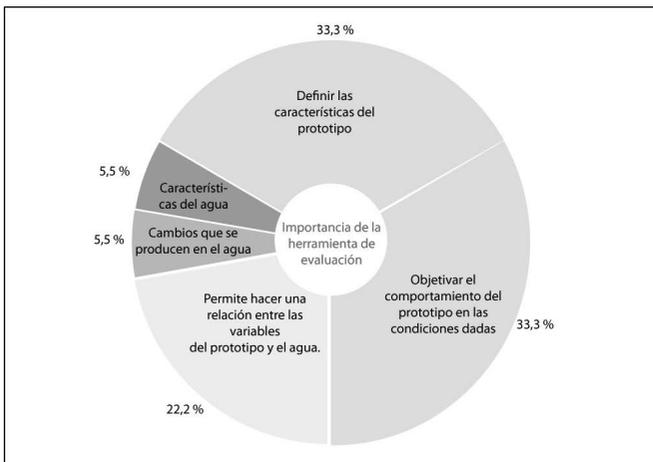


Fig. 2. Gráfico de la segunda pregunta

De tercera pregunta ¿De qué manera le gustaría visualizarlos?, del total de la muestra se obtienen 32 respuestas, de las cuales se extraen 9 maneras de visualización de datos. La mayor coincidencia en los datos obtenidos en esta pregunta, es en relación a que la información entregada por el software debe ser mediante gráficos, la cual presentó una frecuencia de 10 personas. Adicionalmente, otras 5 personas también prefieren visualizar la información como gráficos comparativos (2 personas), otras mediante gráficos animados (2 personas) y por último, también se

especifica que los gráficos deben ser interactivos con el usuario (1 persona).

Por otro lado están los que prefieren; los esquemas, con una frecuencia de 4 personas; la animación y los videos, 3 personas por cada una de ellas; datos escritos, 2 personas y por último está la intervención de imagen, modelos, base de datos y en intervalos de tiempo, una persona por cada una de ellas.

Respecto a la cuarta pregunta, ¿Existe uno o más software al cual le gustaría exportar esta información para trabajar con ellos? Se obtienen 30 respuestas de las cuales se extraen 9 software preferidos por los Diseñadores Industriales, los cuales se ordenan de mayor a menor preferencia de la siguiente manera:

Inventor con la mayor frecuencia de 12 preferencias; Rhinoceros con 5 preferencias; excel 4 preferencias; Solidworks y 3ds Max con 2 preferencias cada uno; Catia, Kinovea, Adobe Premiere Pro con 1 preferencia cada uno y por último se proponen plug-ins para software existentes con 2 preferencias.

Al consultar ¿Por qué estos software? los datos recogidos muestran que 7 personas optan por la capacidad de simulación de los programas, 6 por el conocimiento y manejo de software, otros 6 porque son paramétricos, 3 por la facilidad de uso y 1 por permitir exportar a otros programas con facilidad.

Análisis de los datos

Del total de los datos arrojados el 31% de las respuestas de los encuestados mencionan que el software debe medir propiedades físicas del agua. Mientras que el 28 % propiedades químicas. El 39% de ellas cree que debe medir la dinámica de fluidos y el 2% restante se refiere al área.

El 54% de los datos arrojados prefieren que la información se visualice a través de representaciones gráficas, mientras que un 13% prefiere visualizar la información ordenada de manera escrita/numérica. El 23% lo prefiere a través de imágenes dinámicas (video/animación). Por último el 10% restante prefiere una visualización a través de representaciones gráficas y recursos animados.

El 81% del total de los datos arrojados, proyecta el futuro software a programas de modelamiento 3d o bien a aplicaciones de los mismos (plug-in). Por su parte el 6% de los datos optan por programas de edición de video, y el 3 % por software de manejo y cálculo de datos.

Procedimientos que otorgan la función

Basados en las respuestas y la información entregada, se escogieron los datos que el software debiese buscar, y se definieron las operaciones necesarias

para lograrlo. Los datos requeridos por los usuarios se ordenaron según su complejidad y se añadieron aquellos datos y operaciones necesarias para la obtención de la información solicitada. El siguiente diagrama representa el procedimiento que debiese seguir el software para la obtención de la información solicitada por los usuarios.

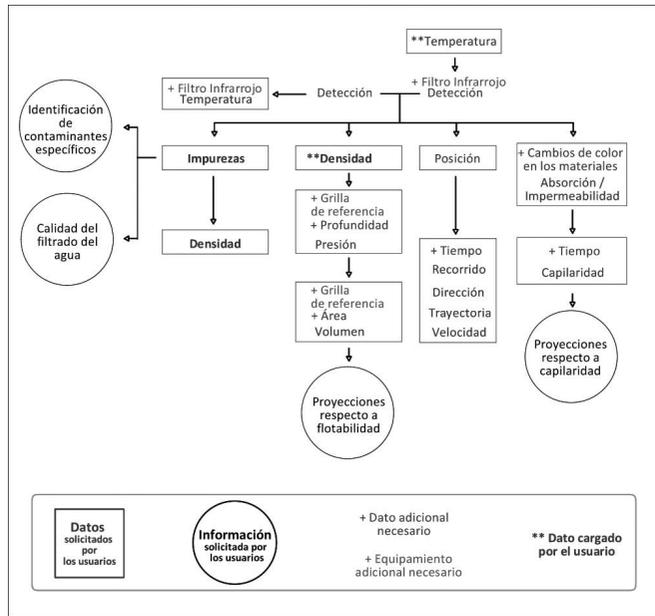


Fig. 3. Diagrama de Flujo de la Información.

Es poco probable que mediante CV se pueda conocer la densidad de un líquido. No obstante conociendo la densidad de dos calidades de líquido distintas, distinguibles mediante coloración, un software basado en CV podría buscar estos líquidos y asociarlos a los datos sobre densidad cargados previamente. Conociendo la densidad del líquido, es posible conocer la presión a la cual están sometidos los prototipos conociendo la profundidad a la cual se encuentran. Para esto es necesaria la existencia de una grilla de referencia, sobre la cual el software se guiará para estimar dimensiones. Sin embargo, aún teniendo esta grilla de referencia, CV necesitará información respecto a la posición de los bordes del contenedor. Para esto se sugiere la utilización de marcadores de color, detectables mediante CV.

La forma de detección que se sugiere para el fluido en movimiento es encontrar las gotas de agua al buscar las diferencias de luminosidad producidas por la refracción de la luz en estas; lo cual hace que, en la imagen, las gotas puedan distinguirse por tener un borde más oscuro y otro más brillante que el color del fondo; generando pares de *blobs* que representan cada gota. Ya que la búsqueda se centra en la diferencia de brillo en los píxeles, lo más adecuado es fijar umbrales que distingan estos píxeles en particular (Society of Robots, 2012). El algoritmo sugerido es el siguiente.

Partiendo de la imagen original (1) se buscaría en

toda la grilla de píxeles, aquellos que tengan brillo superior a una medida umbral-1 y se individualizarían los *blobs* correspondientes como *Blobs-1* (4). Luego se buscaría a todos aquellos píxeles que tengan un brillo inferior a una medida umbral-2, para posteriormente individualizar sus *blobs* como *blobs-2* (5). Al contrastar ambos grupos (6), aquellos *blob-1* que se encuentren a una distancia inferior a m píxeles de un *blob-2*, serán identificados como "gotas de agua" (7). La posición final de las gotas de agua debe ser el punto medio entre los centros de masa de los *blobs* que la componen.

Aunque, al buscar luz y sombra en lugar de forma, este algoritmo permite el uso de imágenes de baja resolución, a la vez exige un fondo de brillo uniforme y una imagen bien enfocada. Las variaciones de brillo en el fondo producirán ruido que entorpecerá la detección (Bernal, Vilariño, & Sánchez, 2010); y aquellas gotas de agua que estén fuera del foco de la imagen no serán detectadas, pues los valores RGB de sus píxeles estarían entre los umbrales 1 y 2, debido a la difuminación de la luz. Debido a que un gran número de gotas de agua juntas puede ser identificado como un solo *blob*, es importante no considerar en esta etapa a aquellos que no superen los n píxeles de longitud. Aún así, como se puede observar en los recuadros (7) y (8), es posible que el brillo de una gota junto a la sombra de otra, sean identificados como una sola gota de agua.

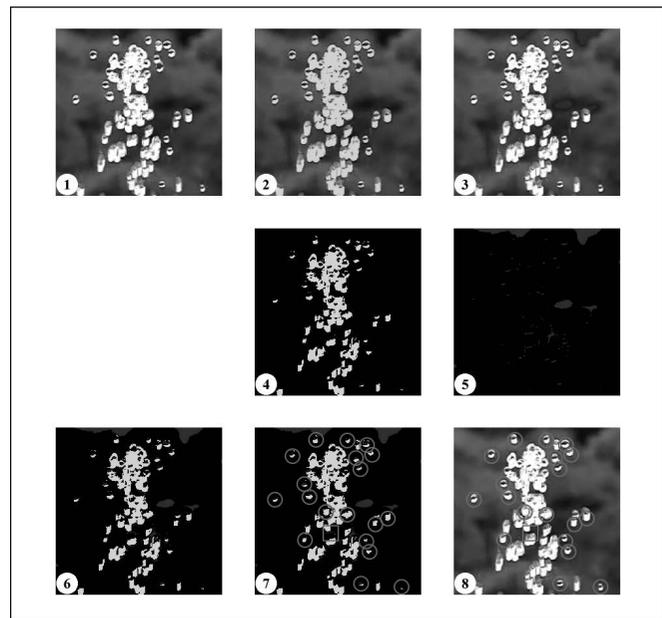


Fig. 4. Pasos del algoritmo de detección de gotas de agua. Imagen original cortesía de Anne-jo Bonnabry

Una vez detectados los *blobs*, como gotas de agua, CV puede establecer su posición, basándose en la grilla de referencia y calculando la relación entre las distancias en X, Y y Z respecto a estas grillas. Para esto es esencial la presencia de al menos 2 cámaras, con sus correspondientes grillas, perpendiculares a éstas. Una

de ellas entregará información respecto a la posición en los ejes X e Y, la otra respecto a los ejes Y y Z. La identificación de cada gota en ambos planos, con el fin de obtener su posición en el espacio, se realizará comparando sus posiciones en el eje común, Y. Así, se entenderá que un *blob* con una posición pY en un plano, representa la misma gota de agua que el *blob* en posición pY en el otro plano (representado en azul).

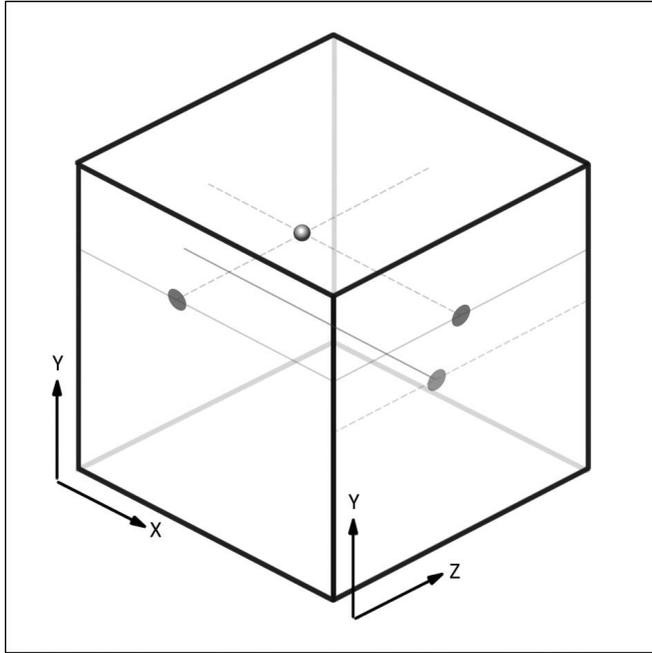


Fig. 5. Posicionamiento de una gota de agua en el espacio.

Se sugiere que, los *blobs* de un plano que no encuentren su correspondencia en el otro, no sean considerados para una representación final, sin embargo debiese quedar un registro de la línea en la cual puede encontrarse la correspondiente gota de agua, por si el usuario exige visualizarlos para contrastar la información recogida (representado en rojo).

Al agregar el tiempo como un factor, es posible determinar la trayectoria de las gotas de agua, al trazar una línea que una los puntos en los que se ubica un *blob* en distintos cuadros consecutivos. Para detectar la gota de agua correspondiente se sugiere determinar aquella que esté más cercana a la misma posición en el cuadro anterior. Es importante que la distancia entre cada posición de la gota sea comparada primero en los planos y luego en el espacio. Se compara en ambos planos para descartar aquellas gotas de agua que estén a una distancia mayor que n píxeles de distancia en cualquiera de ellos, esto es para reducir la cantidad de cálculos en la operación que sigue. Luego se toman las coordenadas X, Y y Z de la gota en el primer cuadro y se compara con las coordenadas de las posibles gotas correspondientes en el cuadro siguiente, filtradas por la operación anterior, utilizando la fórmula de distancia entre dos puntos.

Conclusión

Los datos recogidos respecto a la visualización de los datos son relevantes, ya que son recogidos de personas que habitualmente trabajan con este tipo de información. Sin embargo, la información respecto a los software a los cuales estos datos debiesen ser exportados aún no tienen gran validez, pues los entrevistados conocían una variedad limitada de programas.

Los algoritmos y procedimientos aquí mostrados no han sido testeados en un programa, y requieren una definición más exacta de los umbrales. Sin embargo, muestran la forma en que ciertos fenómenos físicos observables en el caso de estudio, pueden ser abordados para que puedan ser interpretables por un computador. Al buscar la relación entre el brillo y la sombra en cada gota de agua, se supera el problema de la forma siempre cambiante de las mismas y la búsqueda se hace más selectiva, lo cual evita la detección de elementos no buscados, pero deja sin identificar numerosas gotas de agua. Además, al no buscar forma se entrega la posibilidad de trabajar con imágenes de baja resolución. El seguimiento de cada gota individual de agua aún es restringido cuando hay un gran número de gotas, pues su traslape en cada cuadro genera confusiones.

Referencias

- Society of Robots. 2012. *Programming Computer Vision Tutorial part 2: Computer Image Processing*. Recuperado en abril de 2011, de http://www.societyofrobots.com/programming_computer_vision_tutorial_pt2.shtml#thresholding_heuristics
- Bernal, J., Vilariño, F. & Sánchez, J. 2010 *Feature Detectors and Feature Descriptors: where are we now*. Barcelona: Computer Vision Center and Computer Science Department UAB.