

Procesamiento de imágenes y Deep Learning para la segmentación semántica del blastocisto

María Villota 

mvillota@iisaragon.es

Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón, Aragón, España

Palabras clave: Fecundación In vitro, Segmentación del blastocisto, Segmentación Semántica

La infertilidad presenta una evolución creciente en los países de occidente. Según la OMS, ya afecta al 10 - 15 % de las parejas. Estas parejas recurren a tratamientos de reproducción asistida como la Fecundación In Vitro (FIV). Es importante destacar que a pesar de la tendencia negativa de la natalidad, el número de bebés que nacen gracias a esta técnica aumenta cada año [1]. Por tanto, la FIV es una solución eficiente al problema de la infertilidad y dada su gran importancia, se ha hecho un gran esfuerzo de investigación que ha resultado en enormes avances tanto en procedimientos como en técnicas [2]. Sin embargo, sigue habiendo muchas incógnitas en el procedimiento. Entre ellas está la implantabilidad de un embrión [3].

En el proceso de la FIV se inseminan varios óvulos y se cultivan hasta que alcanzan el estadio de blastocisto (alrededor del día 5). En este punto, se evalúan los embriones y se seleccionan aquellos que se sospeche que tienen un mayor potencial de implantación. Este potencial es lo que hace que un embrión se implante en el útero y resulte en embarazo. No obstante, no todos los embriones se desarrollan con este potencial. El método estándar para la selección de embriones consiste en clasificar las distintas estructuras del embrión (Zona Pellúcida, Masa Celular Interna y el Trofotodermo) en base a la morfología, el grado de expansión del embrión y su evolución desde el momento de la fecundación. Por lo tanto, cada embrión obtiene una clasificación y se implantan aquellos que tengan las mejores características. Los criterios no están claramente establecidos, por lo que hay una componente subjetiva importante en la evaluación de los embriones [3].

Son varios los trabajos de visión por computador que tratan de aportar algo de objetividad en esta tarea. En concreto se pueden dividir en dos líneas de investigación distintas: una utiliza técnicas de procesamiento de imágenes y, la más reciente, mediante modelos de Deep Learning.

En nuestro trabajo se han replicado los mejores trabajos de cada línea de investigación ya que no existía una implementación abierta que permitiera reproducir los resultados obtenidos en dichos trabajos. En [4, 5] utilizan, entre otros, texturas y distintos métodos de segmentación. De esta manera, son capaces de identificar las distintas estructuras usando únicamente técnicas de procesamiento de imágenes. En la rama de *Deep Learning*, el trabajo [6] realizan una adaptación de la arquitectura U-Net y con ella obtienen los mejores resultados de la literatura.

Por último, también hemos entrenado varios modelos de segmentación con distintas arquitecturas (U-Net, Hrnet y DeepLab) con las que obtenemos resultados que sitúan en el estado del arte. Con la estructura DeepLab obtenemos las mejores métricas, logra un Dice Score superior a 0.8 en la segmentación del Zona Pellúcida, Masa Celular Interna y el Trofoblasto.

Todo el trabajo desarrollado está disponible de manera abierta en el repositorio <https://github.com/mavillot/Blastocyst-Seg>.

Bibliografía

- [1] Geneva: World Health Organization. *Infertility prevalence estimates, 1990–2021*. 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [2] Reigstad Marte Myhre and Storeng Ritsa. Development of in vitro fertilization, a very important part of human reproductive medicine, in the last 40 years. *International Journal of Women's Health and Wellness*, 5(1), Jun 2019.
- [3] Thorir Hardarson et al. The blastocyst. *Human Reproduction*, 27(suppl_1):i72–i91, 08 2012.
- [4] Dianna Yee et al. An automatic model-based approach for measuring the zona pellúcida thickness in day five human blastocysts. In *Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV)*, page 1, 2013.
- [5] Parvaneh Saeedi et al. Automatic identification of human blastocyst components via texture. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 64(12):2968–2978, 2017.
- [6] Md Yousuf Harun et al. Inner cell mass and trophoblast segmentation in human blastocyst images using deep neural network. In *2019 IEEE 13th International Conference on Nano/Molecular Medicine & Engineering (NANOMED)*, pages 214–219, 2019.