

# El caso de Orand y Chequemático: investigación y transferencia tecnológica en la industria chilena



## Mauricio Palma

Ingeniero Civil en Computación  
Universidad de Chile.  
Gerente General Orand S.A.  
Founder SafeSigner.com.  
[mauricio.palma@orand.cl](mailto:mauricio.palma@orand.cl)



## Juan Manuel Barrios

Director de investigación de Orand S. A.  
Doctor (c) en Ciencias mención  
Computación, Universidad de Chile.  
Ingeniero Civil en Computación  
y Magister en Ciencias mención  
Computación Universidad de Chile.  
[juan.barrios@orand.cl](mailto:juan.barrios@orand.cl)



## Paola Cornejo

Periodista Pontificia Universidad  
Católica de Chile.  
Directora de Comunicaciones  
Orand S.A.  
[paola.cornejo@orand.cl](mailto:paola.cornejo@orand.cl)

Banco Bci, en conjunto con investigadores de la Universidad de Chile y de Orand, llevaron a cabo un proyecto de investigación y transferencia tecnológica que dio origen a Chequemático: el primer autoservicio en el mundo capaz de pagar y depositar cheques automáticamente.

## ORIGEN DEL PROYECTO

Chequemático nace de la idea del Banco Bci de contar con un sistema capaz de pagar y depositar cheques en forma automática y disponible a toda hora, con el objetivo de mejorar el servicio al cliente y potenciar al Banco como líder en innovación tecnológica.

El primer desafío de Bci fue diseñar y construir, en conjunto con los fabricantes del hardware, el autoservicio y sus componentes. La funcionalidad de pago de cheques requiere incorporar dispositivos que habitualmente no están presentes en los ATM,

como escáner de cheques, dispensador de monedas, lectores de huella dactilar y otros.

Resuelto el diseño del hardware, era necesario emprender el desarrollo del software que opera el autoservicio. Para ello, Bci encargó a Orand S.A. la programación de la aplicación que ejecuta cada máquina y que implementa la interfaz de usuario, el manejo de los dispositivos, y la comunicación con los sistemas transaccionales del Banco.

## DESAFÍOS DE INVESTIGACIÓN

En sus inicios, el proyecto Chequemático se presentó como un desafío totalmente ingenieril. Se trataba de una aplicación de usuario que interactuaba con un hardware específico. Sin embargo, el avance del proyecto dio paso a aspectos más complejos ligados a la automatización, verificación del contenido del cheque y

En sus inicios, el proyecto Chequemático se presentó como un desafío totalmente ingenieril. Sin embargo, el avance del proyecto dio paso a aspectos más complejos ligados a la automatización, verificación del contenido del cheque y prevención de fraudes.

prevención de fraudes. Estos problemas no estaban totalmente resueltos por productos disponibles en el mercado mundial, y de hecho siguen siendo materia de investigación científica. Nos dimos cuenta de que para satisfacer los requerimientos específicos de esta aplicación era necesario llegar al estado del arte y crear nuevos algoritmos. Esto nos motivó a acercarnos al DCC de la Universidad de Chile, específicamente al grupo PRISMA liderado por el profesor Benjamin Bustos, en busca de ayuda.

En general, el proceso de investigación realizado por Orand y el grupo PRISMA del DCC tuvo varias etapas, desde la revisión del estado del arte, exploración y descarte de alternativas, hasta la implementación del método más adecuado para enfrentar cada problema.

Entre los problemas a enfrentar, uno particularmente complejo es la automatización del reconocimiento o verificación de textos, especialmente cuando se trata de textos manuscritos. Los contenidos a reconocer incluyen el monto (expresado en dígitos y palabras), el destinatario, la firma y el endoso del cheque. A continuación describiremos el trabajo realizado para implementar la verificación del endoso del cheque.

## VERIFICACIÓN DEL ENDOSO DEL CHEQUE

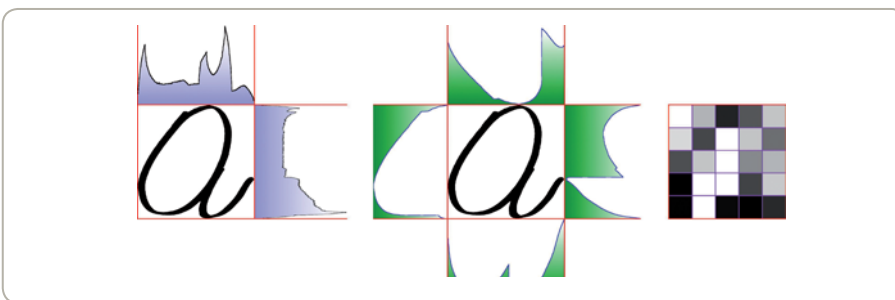
En este caso, el problema de investigación se definió como: dado un texto y una imagen, verificar que la imagen contiene ese texto escrito, ya sea con letra imprenta o manuscrita. Para abordar este problema, inicialmente se consideraron algoritmos como SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), métodos basados en proyecciones de la imagen del texto y algoritmos morfológicos. Finalmente, se obtuvieron mejores resultados con búsquedas del vecino más cercano sobre imágenes de prueba generadas dinámicamente, a partir de una base de datos de letras de diferentes tipos de escrituras. Si la similitud con el vecino más cercano superaba un valor umbral, entonces el endoso era aceptado.

El sistema dispone de imágenes de entrenamiento para cada letra que fueron obtenidas de cheques representativos. Dada una imagen de entrada, el problema de segmentación de sus letras constituyentes es un problema difícil y de activa investigación. Para simplificar, se aprovechó que el objetivo es verificación. Usando el texto de entrada, un generador de imágenes combina letras de una base de datos de entrenamiento de

diferentes tipos de escrituras, produciendo una gran cantidad de imágenes posibles. Las imágenes generadas son comparadas con la imagen de entrada para determinar un valor de similitud global. El problema por tanto se dividió en dos etapas: generación de candidatos y comparación con la imagen original.

Para la generación de candidatos, la cantidad de combinaciones posibles aumenta exponencialmente con el número de imágenes de entrenamiento para cada letra. Por ejemplo, si se tienen  $d$  ejemplos de cada letra o dígito, para una palabra de largo  $n$  existen  $d^n$  combinaciones. Para no probar todas estas posibles combinaciones se usó un método incremental que considera sólo los mejores candidatos. En la imagen original primero se determinan puntos candidatos para segmentación o corte contando píxeles verticalmente y seleccionando los mínimos locales, es decir, donde hay adelgazamiento o separación de trazos. Luego, el generador crea imágenes con textos de largo un carácter, que son comparados contra la imagen dividida en los puntos candidatos de corte. Los mejores  $m$  candidatos son extendidos a largo 2, y se comparan con la imagen dividida en los siguientes puntos de corte, y así sucesivamente hasta encontrar un candidato de largo  $n$  coincidiendo con el último punto de corte. De esta forma la cantidad de comparaciones entre imágenes generadas e imagen original se reduce a  $O(m \cdot d \cdot n)$ . Adicionalmente, el número  $d$  se redujo restringiendo las combinaciones entre letras al considerar sólo letras compatibles en cuanto a su tipo.

Para la comparación de imágenes generadas con la imagen original se calculó la distancia según diferentes características visuales y se realizó una combinación lineal de éstas. Como la imagen original fue segmentada eligiendo puntos de corte, se pueden calcular características para cada una de sus letras. Entre las características estudiadas, las que entregaron un buen resultado en función de su simplicidad fueron histogramas de proyección horizontal y vertical, histogramas de perfiles horizontal y vertical, y la densidad por zonas. Estas características representan cada carácter en forma aislada y su suma ponderada entrega la distancia total entre imágenes.



Ejemplos de obtención de características para el cálculo de distancias: histogramas de proyecciones, histogramas de perfiles y densidad por zonas.

Finalmente, el resultado de la validación corresponde a la distancia entregada por la mejor imagen candidata. Esta distancia es comparada con un valor umbral que define la tolerancia a errores que se desea obtener: un umbral muy pequeño no aceptará falsos positivos, pero también rechazará muchos positivos correctos. Por el contrario un valor umbral muy alto aceptará todos los correctos, pero también muchos incorrectos.

Los Gráficos 1 y 2 muestran un ejemplo de análisis realizado sobre el valor umbral en

pruebas de laboratorio cuando se verifica con textos imprenta y con textos manuscritos. En el primer ejemplo, el primer falso positivo se encuentra cuando se ha aceptado un 68,2% de correctos y en el segundo con un 17,6%.

Después de seis meses de investigación, refinando las técnicas explicadas anteriormente, el grupo logró diseñar un nuevo método capaz de reconocer tanto letras como números manuscritos con los niveles de certeza requeridos por la aplicación.

## DESAFÍOS DE INGENIERÍA

La conversión de los resultados de la investigación en una solución industrial fue realizada por los ingenieros de Orand. Por una parte, el proceso de verificación estaba incompleto: la digitalización del cheque debe ser alineada, el endoso debe ser encontrado en cualquier parte del reverso del documento, la imagen puede presentar ruido, etc. Además, era necesario implementar la solución de acuerdo a la arquitectura y tecnologías definidas para el resto de la aplicación del Chequemático. Es interesante notar que estos desarrollos significaron esfuerzos y plazos mayores que los de la investigación misma. El preprocesamiento de la imagen del cheque considera los siguientes pasos:

1. Alineamiento de la imagen (Figura 1).
  - a. Detección de bordes con método Sobel. Este método es menos sensible al ruido, por lo que elimina gran parte del fondo del cheque.
  - b. Obtención del ángulo de alineación. Se analiza el borde izquierdo de la imagen y se detecta la línea usando la transformada de Hough.
  - c. Rotación de acuerdo al ángulo de alineación.

Gráfico 1

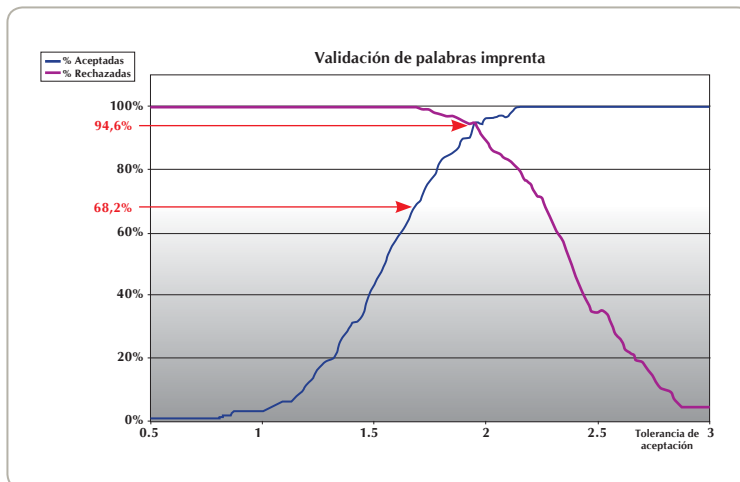


Gráfico 2

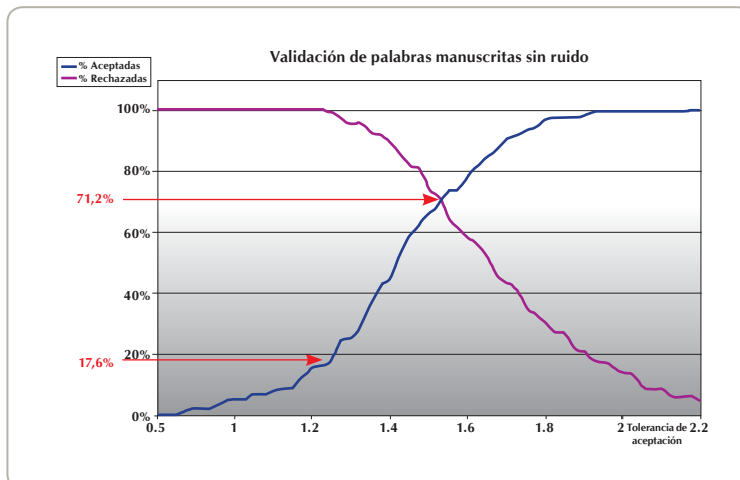
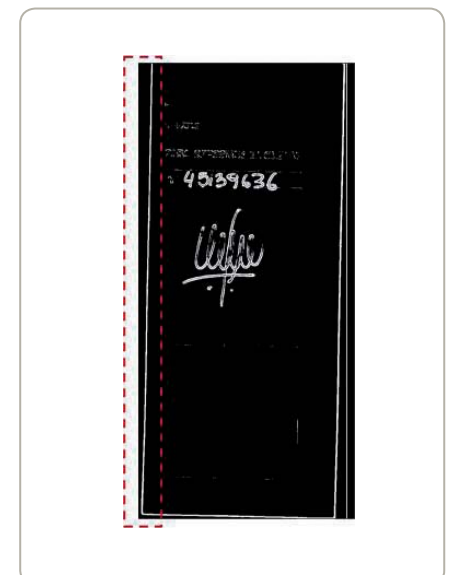


Figura 1



2. Recorte de los bordes del cheque (Figura 2).
  - a. Se calcula la proyección vertical de la imagen.
  - b. Se analiza la imagen desde el centro hasta los extremos izquierdo y derecho, y se detectan puntos de corte.

Figura 2



3. Selección de zonas de interés (encontrar la ubicación del texto de endoso) (Figura 3).
  - a. Binarización con un método adaptivo local.
  - b. Cálculo de varianza de bloques de tamaño 4x4.
  - c. Unión de bloques y selección del mejor candidato según la forma del bloque.
4. Extracción y binarización de las zonas a verificar (Figura 4).

El ejemplo de verificación de endoso sirve también para entender cómo se abordaron otros proyectos de investigación y transferencia que se requirieron para el autoservicio. Chequemático se convirtió en un exitoso caso de transferencia tecnológica para el Banco Bci, que fue destacado con el premio Innovación Empresarial en Tecnología 2009, como un avance en innovación al servicio de sus clientes.

Figura 3

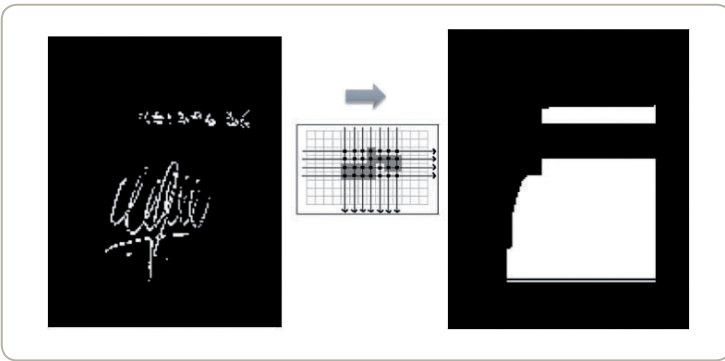
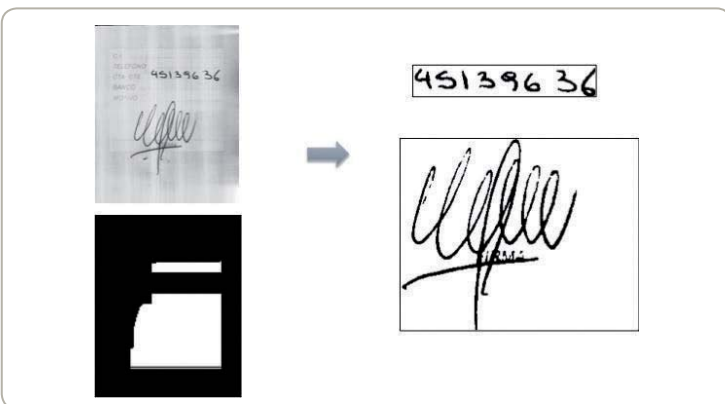


Figura 4



## EL MODELO ORAND DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

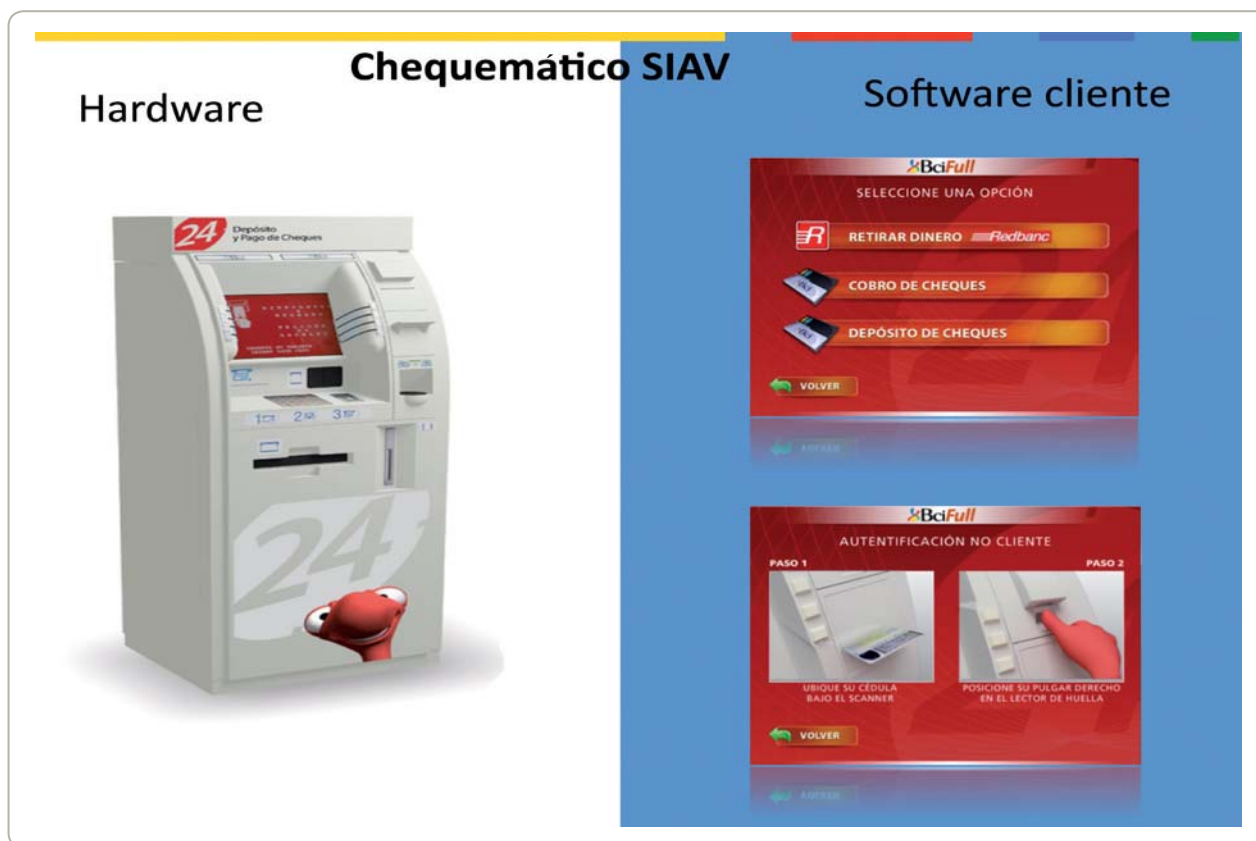
A partir de la experiencia de Chequemático, Orand ha continuado colaborando con la academia y se ha consolidado como la primera empresa privada de nuestro país constituida como Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ciencia de la Computación.

En Chile, y también en nuestra Región, existe poca colaboración entre la industria y la academia, lo que se explica por razones no triviales relacionadas con los incentivos, intereses, capacidades y culturas de ambos mundos. Luego del proyecto Chequemático nos dimos cuenta de que podíamos convertirnos en el eslabón necesario para unir ambas partes y emprender proyectos en conjunto. Entendemos las necesidades, motivaciones e idiosincrasias de ambos actores, y somos capaces de completar las piezas faltantes del rompecabezas, aportando la ingeniería, la capacidad de responder a plazos, de controlar de manera efectiva el riesgo, y de identificar los problemas y oportunidades relevantes.

La estrategia elegida por Orand considera incorporar investigadores internos, especializados en temas afines, cuya misión es realizar investigación propia en áreas de interés para la empresa, mantener y enriquecer la red de colaboración con la academia y participar junto a los ingenieros en el diseño de soluciones para la industria. Simultáneamente, se trabaja estrechamente con los clientes para detectar las oportunidades valiosas para su negocio y que se traducen en el desarrollo de soluciones que combinan investigación aplicada e ingeniería de alto nivel.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Orand ha continuado el desarrollo del software y ha configurado productos y soluciones que abarcan todo el ciclo de procesamiento digital de cheques.



Estos productos están disponibles para autoservicios, cajas de atención al público, smartphones y otros dispositivos. Se complementan con sistemas de prevención de fraudes, workflow de procesamiento y software de intercambio de archivos (estándares X9.37 y relacionados) para implementar canje digital de documentos bancarios. La estrategia de la empresa

para estos y otros productos es constituir empresas spin-off que se dediquen a su comercialización global.

De manera similar, se ha proseguido con desarrollos relacionados a reconocimiento de texto manuscrito, tanto para mejorar los resultados obtenidos como para abordar nuevas aplicaciones. Estos trabajos se realizan con investigadores internos y destacados

colaboradores extranjeros, y se espera posicionar a Orand dentro de los líderes a nivel mundial de este tipo de soluciones.

Finalmente, la transferencia tecnológica se ha transformado en el negocio central de la empresa. Actualmente, Orand desarrolla proyectos de investigación y transferencia para bancos, retail, salud y sector público. Se espera a corto plazo trabajar con otras industrias, como telecomunicaciones, minería, astronomía y forestal. Para esto, se ha conformado una red de colaboración que incluye destacados investigadores de las principales universidades del país, universidades extranjeras como la Universidad Federal de Paraná, y centros de investigación como Yahoo! Labs Santiago o Max Planck Institute de Alemania. Los proyectos involucran variadas disciplinas, como seguridad informática, visión computacional, reconocimiento de patrones, detección de tópicos, análisis de sentimientos en textos, marcaje automático, análisis de series de tiempo, machine learning y otras.<sup>BITS</sup>

Después de seis meses de investigación, el grupo logró diseñar un nuevo método capaz de reconocer tanto letras como números manuscritos con los niveles de certeza requeridos por la aplicación.