

Pantalla multitáctil portátil de bajo coste

A. de la Re¹, F. Abad², E. Camahort² and J. Lluch²

¹Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
²Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera S/N 46022 Valencia, España

Abstract

La tecnología multitáctil ha comenzado a introducirse en nuestra vida cotidiana, impulsada principalmente por los smartphones. Algunas compañías han lanzado al mercado pantallas de ordenador multitáctiles, presentando formas alternativas de interacción.

Los principales problemas de esta tecnología emergente son el alto coste y el tamaño de los dispositivos. Dichos problemas la restringen habitualmente a ferias, empresas o laboratorios de investigación.

Recientemente, grupos de entusiastas e investigadores han publicado algunas técnicas, manuales y vídeos de cómo construir pantallas multitáctiles. El problema es que la mayoría de ellas están basadas en un proyector, por lo que normalmente ocupan demasiado espacio.

En este trabajo presentamos una pantalla multitáctil portátil de bajo coste. Tiene tanto un volumen como un peso reducidos y es fácil de construir.

Palabras clave: Multitáctil, Portátil, Pantalla LCD

Categories and Subject Descriptors (according to ACM CCS):

I.3.1 [Computer Graphics]: Hardware Architecture—Input devices

1. Introducción

Uno de los objetivos de la industria informática es desarrollar tecnologías amigables, innovadoras y atractivas para el usuario, que faciliten su uso y aprendizaje. La mayoría de periféricos tradicionales de entrada y salida (teclado, ratón, trackball, cámara web, monitor, proyector, etc.) han evolucionado sorprendentemente poco en los últimos años. La interacción basada en un dispositivo apuntador, un teclado y un monitor ha variado poco en sus más de 35 años de edad. Una de las tendencias tecnológicas más recientes, que ha despertado interés en la comunidad investigadora y ha empezado a introducirse en el mercado de consumo, son las interfaces multitáctiles. Dichas interfaces permiten atender a más de un punto de contacto a la vez, y funcionan como un periférico de entrada y salida, sustituyendo a los tres dispositivos principales que componen un ordenador moderno: el monitor, el ratón y el teclado.

Las interfaces multitáctiles se pueden encontrar hoy en

día en el mercado de telefonía móvil [Sel08], las pantallas de ordenador [Mic], bancos de trabajo (*workbench*) [Rek08, VL08] e incluso en pizarras o pantallas de proyección [Val]. Sin embargo, siguen siendo caras y difíciles de construir. Recientemente han surgido propuestas innovadoras para implementar interfaces multitáctiles con componentes comunes [Han05] así como software y librerías para facilitar su programación [Nat].

Los componentes principales de las pantallas multitáctiles actuales son un proyector, una cámara web y una superficie de proyección. Por lo general este tipo de pantallas necesitan bastante espacio para situar todos los componentes. Para mostrar una imagen, el proyector necesita una distancia mínima de proyección. Dicho proyector, además de ser costoso, frágil, y por lo general pesado, necesita un mantenimiento regular, debido a lo reducido de la vida útil de su fuente de luz.

Hay diferentes tipos de tecnologías para la captura de la

información táctil [Sel08, Wri09], siendo las cámaras infrarrojas la tecnología más usada, más fácil de implementar y de menor coste. Sin embargo, unas de las principales limitaciones de estas cámaras son su ángulo de visión y la necesidad de situarlas a una distancia mínima de la superficie de proyección.

Teniendo en cuenta todas estas limitaciones, hemos construido un sistema que no se basa en un proyector, sino en una pantalla LCD. Usando una cámara web con una lente gran angular y un espejo, hemos conseguido un sistema multitáctil portátil de bajo coste.

2. Trabajo previo

Se pueden encontrar diversas aplicaciones en las que se han utilizado interfaces multitáctiles, como sintetizadores de música [DH06, KJGA06], juegos de mesa [KOSM08], difusión de noticias [Han], paredes de escalada interactivas [Val] o el manejo de aplicaciones 3D [DIRKOD08].

La arquitectura multitáctil está formada normalmente por cuatro componentes: la pantalla, el proyector, la distribución infrarroja y la cámara infrarroja. Existen distintas formas de combinarlos, tal y como se verá a continuación.

A continuación se describen las cuatro tecnologías para la creación de sistemas multitáctiles más usadas en la actualidad.

Reflexión Interna Total Frustrada (FTIR) [Han05]. La Reflexión Interna Total (TIR) es un fenómeno óptico que se produce cuando un rayo intenta pasar de un material a otro con menor índice refractivo con un ángulo de incidencia mayor que el ángulo crítico respecto a la normal de la superficie, por lo que el rayo se refleja internamente. Utilizando este principio en un acrílico con leds infrarrojos a sus costados, se produce reflexión interna de luz infrarroja. Al tocar el usuario su superficie, se dice que la reflexión se frustra, permitiendo que los rayos de infrarrojo se escapen del acrílico, y sean capturados por la cámara.

Iluminación Difusa (DI) [Mic]. Este tipo de arquitectura sólo necesita una superficie de proyección que deje pasar luz infrarroja, por lo general un acrílico blanco. Es bastante complejo realizar una distribución uniforme de la luz infrarroja en este tipo de arquitectura, por lo que a menudo resulta que ciertas partes de la pantalla reciben más luz que otras. Dependiendo de la posición relativa entre la luz y la pantalla, existen dos tipos de iluminación difusa: frontal y trasera. Al tocar el usuario la pantalla, la iluminación frontal provoca sombras sobre ella. La iluminación trasera, por otro lado, provoca que el contacto refleje la luz. La iluminación trasera necesita algún tipo de difusor para distribuir la luz, y frecuentemente este difusor funciona también como superficie de proyección. Estas técnicas tienen como ventaja poder reconocer figuras en el punto de contacto (y no simplemente un *blob*), pero como desventaja no funcionan bien en lugares iluminados.

Plano de Luz Laser (LLP). Esta tecnología necesita una superficie de proyección que deje pasar luz infrarroja. Se dispone una malla de luz láser que abarca toda la superficie por el lado donde se encuentra el usuario. Al romper el usuario el plano, hay luz que es rebotada hacia abajo y una cámara detecta la luz infrarroja producida. El gran problema de utilizar luz láser es la seguridad del usuario, por lo que es necesario protección especial para los ojos.

Iluminación Difusa de Superficie (DSI). Similar a la arquitectura FTIR, utiliza los leds infrarrojos al costado de un acrílico especial, pero su funcionamiento es como un DI. Dicho acrílico tiene partículas dentro del material que actúan como miles de pequeños espejos. Al irradiar con luz infrarroja en el borde del acrílico, es distribuida y lanzada en las dos direcciones.

Las dos últimas técnicas se pueden encontrar en [Nat]. También hay otros tipos de sensores para construir interfaces multitáctiles. Algunos de estos sensores capturan proximidad, acústica, capacitancia, resistividad, movimiento, orientación y presión.

Parejo al desarrollo hardware, han aparecido diferentes sistemas software en forma de aplicaciones finales o bibliotecas. Típicamente dicho software se desarrolla *ad hoc* para cada plataforma. Ehtler y Klinker [EK08] proponen una arquitectura que intenta crear una aplicación base o estándar, unificando las similitudes y características del software existente.

Para reducir el espacio necesario para construir un dispositivo multitáctiles, hay grupos que proponen utilizar varias cámaras [Nat]. El problema de dicha solución, aparte del aumento del coste del sistema es también el aumento del procesamiento a realizar en cada *frame*.

3. Diseño del sistema

Con el objetivo de construir una pantalla multitáctil orientada a su uso en casa, se plantearon los siguientes requisitos:

- ocupar poco espacio,
- ser portátil, por lo que además, debía pesar poco
- ser barata.

Se descartó el uso de un proyector debido a dos limitaciones: son costosos y necesitan bastante espacio de proyección, incluso utilizando espejos. En vez de usar un proyector, se usó un monitor LCD, marca BENQ modelo FP71G de 17 pulgadas, por lo que elimina por completo la necesidad del espacio de proyección. Un monitor plano está compuesto básicamente por una pantalla semitransparente donde se crean las imágenes y por una fuente de iluminación trasera. La pantalla se basa en la tecnología LCD, que permite controlar píxel a píxel la cantidad de luz que pasa a través, y por lo tanto, el color es percibido por el usuario.

Sin embargo, uno de los inconvenientes de las pantallas LCD es su fragilidad, lo que nos llevó a extremar el cuidado

en el diseño del chasis del dispositivo para evitar su rotura durante su transporte. La figura 1 muestra un esquema con los elementos principales de nuestro sistema.

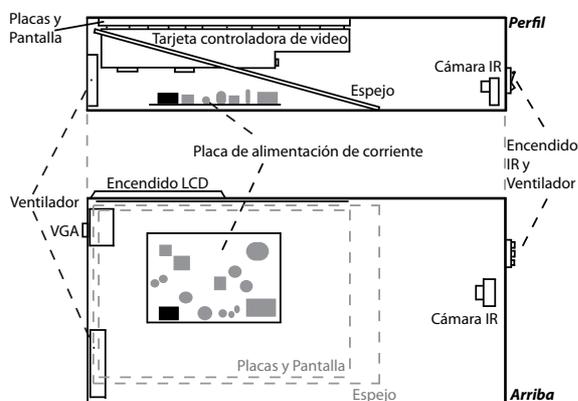


Figure 1: Diseño y distribución de los componentes en la caja

El ángulo de visión de las cámaras impone una distancia mínima para abarcar el objetivo. Sin embargo, recientemente han aparecido webcams con lentes de gran angular que reducen la distancia necesaria para cubrir completamente la pantalla de proyección. En nuestro sistema se usó una cámara de 80 grados de ángulo de visión en horizontal y 60 fps, modelo PHILIPS SPC1001NC/00. Para permitir que la cámara capture la luz infrarroja, se le quitó el filtro de infrarrojos que incorpora la mayoría de cámaras de consumo y se le instaló un filtro paso alto de 850nm.

Se han utilizado leds infrarrojos OSRAM SFH485, que emiten luz a 880nm. Una de las opciones que se barajaron al inicio del proyecto fue implementar la técnica de DI, aprovechando el espejo, pero debido a que los rayos infrarrojos no eran suficientemente potentes para atravesar las tres placas de ida y vuelta, se optó por usar FTIR. Para ello, se instaló un acrílico transparente de 3mm encima de la pantalla LCD, sin dejar espacio, iluminado en dos lados por 12 leds.

Los dispositivos multitáctiles de los que se ha tenido conocimiento y que utilizan la tecnología LCD toman normalmente la forma de una mesa, con la iluminación situada en el suelo, paralela a la pantalla. El resto de componentes se distribuyen para bloquear la menor cantidad de luz posible. El problema de este diseño es que típicamente necesita una altura considerable.

Nuestro diseño, por otra parte, usa un espejo para reducir la altura del dispositivo, lo que introduce un problema a la hora de iluminar la pantalla. El diseño reutiliza la iluminación original del LCD. Dicha fuente de iluminación consiste en un acrílico transparente iluminado por tubos fluorescentes a sus costados, una lámina de plástico opaco en la parte trasera y tres láminas de distintos plásticos enfrente. Utilizando

la técnica de TIR, una de las caras del acrílico cuenta con pequeños puntos marcados que rompen el efecto y lanzan la luz hacia el plástico opaco, en la parte trasera del monitor. Las láminas delanteras son dos hojas difusoras y una hoja bloqueadora de infrarrojos. Se retiraron la lámina bloqueadora de infrarrojos y el plástico opaco de la parte trasera, y se invirtió el sentido del acrílico. Los puntos marcados se orientaron hacia el LCD para dejar salir la luz, pero las hojas difusoras no fueron suficientes para evitar que se distinguieran los puntos en el LCD. Retirando las hojas difusoras y usando un acrílico blanco se consiguió una iluminación uniforme. La figura 2 muestra la estructura de la pantalla.

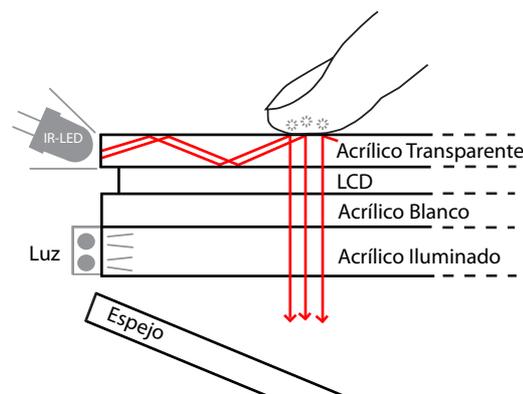


Figure 2: Estructura de las capas que forman la pantalla.

El acrílico blanco aísla al LCD del calor producido por la iluminación. Un ventilador en la caja evita el aumento de temperatura en el interior debido a la iluminación del LCD, su alimentación y las resistencias de los infrarrojos. También se han instalado dos interruptores para encender la iluminación infrarroja y el ventilador.

4. Resultados

Las dimensiones de la caja se calcularon en función del tamaño de la pantalla, el ángulo de visión de la cámara y su distancia mínima para abarcar el espejo. La caja mide $34 \times 53 \times 13$ cm para una pantalla LCD de 17" y pesa alrededor de 4 Kg. Utiliza un cable de corriente para el monitor y otro para la iluminación infrarroja y el ventilador, un cable de vídeo VGA para recibir las imágenes y un cable USB para la cámara infrarroja (véase la figura 3). El coste final fue de alrededor de 150 euros (incluyendo un monitor de segunda mano) y el tiempo de construcción es de 12 horas.

El ángulo de apertura de la cámara y el espejo provocan que la captura de la superficie táctil no sea uniforme. El área de la superficie táctil más cercana a la cámara se muestreará a más resolución que la más lejana. Sin embargo, dado que se está trabajando con dedos, y no con punteros que permitan la selección precisa a nivel de píxel, esto no representa un problema.



Figure 3: Detalles de la pantalla

Debido a la tecnología LCD y el FTIR, el sistema no puede utilizarse en el exterior, o en habitaciones con mucha iluminación. Es transportable debido a su peso y tamaño, además se puede colocar en cualquier superficie horizontal. El problema del sistema es su fragilidad, especialmente debido al panel LCD y al espejo.

5. Conclusiones y Trabajo futuro

Los monitores LCD y el FTIR tienen problemas en entornos muy luminosos, por lo que hay que controlar de alguna forma la iluminación de la habitación donde se use el sistema. El problema se agrava debido a que la pantalla mira hacia arriba (véase la figura 4).



Figure 4: Pantalla multitáctil funcionando

Sin embargo, este sistema permite acercar los dispositivos multitáctiles ópticos al gran público. Este tipo de tecnología permite trabajar con un número arbitrario de puntos de contactos simultáneos, en contraposición a otro tipo de sensores, que limitan dicho número.

Como trabajo futuro se planea crear un armazón de mayor rigidez, sin aumentar considerablemente el peso, ya sea de madera o pvc, para cubrir la fragilidad. También se piensa en mejorar la portabilidad, añadiendo cierres y asas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa de Apoyo a la Investigación y Desarrollo (PAID-06-08) de la Universidad Politécnica de Valencia.

References

- [DH06] DAVIDSON P. L., HAN J. Y.: Synthesis and control on large scale multi-touch sensing displays. In *NIME '06: Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression* (2006), IRCAM — Centre Pompidou.
- [dIRKOD08] DE LA RIVIÈRE J.-B., KERVÉGANT C., ORVAIN E., DITTO N.: Cubtile: a multi-touch cubic interface. In *VRST '08: Proceedings of the 2008 ACM symposium on Virtual reality software and technology* (2008), ACM.
- [EK08] ECHTLER F., KLINKER G.: A multitouch software architecture. In *NordiCHI '08: Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction* (2008), ACM.
- [Han] HAN J.: Perceptive pixel. In <http://www.perceptivepixel.com>.
- [Han05] HAN J. Y.: Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In *UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology* (2005), ACM.
- [KJGA06] KALTENBRUNNER M., JORDA S., GEIGER G., ALONSO M.: The reactable*: A collaborative musical instrument. In *WETICE '06: Proceedings of the 15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises* (2006), IEEE Computer Society.
- [KOSM08] KIRTON T., OGAWA H., SOMMERER C., MIGNONNEAU L.: Pins: a prototype model towards the definition of surface games. In *MM '08: Proceeding of the 16th ACM international conference on Multimedia* (2008), ACM.
- [Mic] MICROSOFT: Surface. In <http://www.microsoft.com/surface/>.
- [Nat] NATURAL USER INTERFACE: Nui group. In <http://www.nuigroup.com>.
- [Rek08] REKIMOTO J.: Organic interaction technologies: from stone to skin. *Commun. ACM* 51, 6 (2008).
- [Sel08] SELKER T.: Touching the future. *Commun. ACM* 51, 12 (2008).
- [Val] VALLI A.: Natural interaction. In <http://naturalinteraction.org/>.
- [VL08] VALLI A., LINARI L.: Natural interaction sensitivetable. In *CHI '08: CHI '08 extended abstracts on Human factors in computing systems* (2008), ACM.
- [Wri09] WRIGHT A.: Making sense of sensors. *Commun. ACM* 52, 2 (2009).