

WeTab: Hacia la Construcción de Entornos Multi-Superficie para Juegos de Sobremesa basados en Tabletas

Fernando Garcia-Sanjuan, Alejandro Catala, Javier Jaen

Grupo ISSI, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación,
Universitat Politècnica de València, Camí de Vera S/N,
46022 Valencia, España
{fegarcia, acatala, fjaen}@dsic.upv.es

Resumen. La reunión de varios usuarios alrededor de una mesa para realizar actividades de juego colaborativas ha demostrado ser beneficiosa en términos de productividad, calidad de los resultados y fomento del aprendizaje entre otros. Sin embargo, el alto coste de las superficies interactivas tradicionales ha limitado su implantación de forma generalizada. El gran crecimiento en ventas durante los últimos años de superficies interactivas de menor tamaño y coste como son las tabletas y los teléfonos inteligentes permite considerar a estos dispositivos como sucesores de las superficies tradicionales de gran formato. En este artículo discutiremos los diferentes asuntos que hay que tener en cuenta cuando se adopta a las tabletas como herramientas para construir espacios de trabajo colaborativos de sobremesa, y describiremos la implementación técnica de WeTab, un prototipo multi-superficie preliminar de bajo coste.

Palabras clave: Computación ubicua, colaboración co-ubicada, juegos colaborativos, superficies interactivas, dispositivos multitáctiles, entornos multi-superficie, tabletas

1 Introducción

Las mesas interactivas se han mostrado como herramientas adecuadas para su uso en entornos colaborativos [5, 10]. Sus capacidades multi-toque permiten la interacción simultánea que contribuye a una participación más democrática [23] y a una mayor consciencia por parte del usuario de las acciones que se realizan sobre el espacio de trabajo [9], dado que la comunicación cara a cara permite a los usuarios conocer lo que otros están haciendo. Esto facilita la coordinación de la actividad, simplifica la comunicación verbal entre usuarios y también permite a éstos ayudarse mutuamente al poder anticiparse a las acciones del resto [8], además de incrementar el rendimiento y la fluidez de la interacción [13]. Otra ventaja adicional de este tipo de espacio de trabajo es su potencial aplicación para propósitos de aprendizaje en entornos educativos, de formación técnica de personal y en especial en entornos de juego y entretenimiento (p. ej., [5, 1, 25]).

A pesar de estas ventajas, no es muy común todavía encontrar mesas implantadas en entornos reales. Esto se debe en parte al alto coste percibido, en relación a otras

tecnologías de consumo, junto con un factor de forma que impide su uso en escenarios que requieran movilidad, así como el hecho de que la superficie de interacción sea pública cuando algunas tareas específicas, si así fuese necesario, debieran entenderse como individuales y privadas.

En el futuro toda mesa y/o superficie se aumentará digitalmente, pero actualmente esto no es un escenario plausible. Las instalaciones que hoy en día incluyen una mesa interactiva la anclan a una posición fija en el espacio. Por tanto, los usuarios están forzados a moverse a ese lugar exclusivo si quieren llevar a cabo una actividad colaborativa. No obstante, sería deseable que los usuarios pudieran formar grupos de manera más improvisada en otros puntos o lugares. Por este motivo, y dado que en algunos escenarios los usuarios tienden a formar grupos dinámicamente (esto es, tienden a ir y venir) [19], sería muy deseable y apropiado encontrar la forma de incrementar y reducir el espacio de trabajo según se necesite.

Para hacer frente a estas desventajas, pero, al mismo tiempo, tomar las ventajas de las mesas interactivas en términos de conciencia en las interacciones, manipulaciones paralelas, etc., en este trabajo presentamos y apostamos por una aproximación basada en dispositivos móviles de mediana escala, tales como teléfonos inteligentes y/o tabletas. Estos dispositivos de consumo se han popularizado muy rápidamente y la cantidad de usuarios que poseen al menos uno de ellos ha aumentado considerablemente, siendo una tendencia al alza. Por lo tanto, sería razonable plantearse soportar actividades de colaboración co-ubicadas en torno a una o más mesas utilizando dispositivos que podrían ser aportados por los propios usuarios.

Tal y como apuntan Yuill y otros [28], las tabletas acostumbran a tratarse como dispositivos privados, incluso en entornos multi-pantalla [20] con diferentes tipos de superficies (mesa, paredes, tabletas...). En nuestra opinión, esta forma de uso individual, aunque es perfectamente válida en muchos contextos, está subestimando las posibilidades ofrecidas por estos dispositivos para construir espacios de trabajo que, además de económicos, sean dinámicos, improvisados y colaborativos.

En este artículo discutiremos las principales dimensiones por las que se caracterizan los entornos multi-superficies en la literatura (Sección 2), y describiremos la implementación técnica de WeTab, un prototipo multi-superficie preliminar de bajo coste (Sección 3), que hace uso de tabletas dispuestas sobre una mesa física que de forma autónoma y dinámica son capaces de calcular su posición en el espacio de trabajo aumentado. Esta característica habilita escenarios de juego y entretenimiento colaborativo que anteriormente sólo eran factibles con superficies multitáctiles de elevado coste en las que el espacio de juego está limitado a las dimensiones del único dispositivo que soporta la actividad, aunque esto no está exento de retos que deberán abordarse (Sección 4).

2 Una Perspectiva Taxonómica de los Sistemas Multi-Superficie

Los entornos multi-superficie, en su sentido más amplio, pueden definirse de múltiples formas según sus capacidades y podemos caracterizarlos de acuerdo a ciertas dimensiones principales, que se introducirán en las siguientes subsecciones. Éstas se

refieren al tipo de dispositivos que pueden tomar parte del entorno (Sección 2.1); la forma en que se interconectan, física o lógicamente, para que sean consideradas parte del sistema (Sección 2.2); el tipo de actividades que un sistema multi-superficie soporta a partir de sus elementos (Sección 2.3); y finalmente, para aquellas instalaciones donde se permite la entrada interactiva, las formas en que los usuarios interactúan con el sistema (Sección 2.4).

2.1 Naturaleza de los Dispositivos

Cuando se componen entornos multi-superficie, los diversos dispositivos implicados pueden ser esencialmente el mismo o tener características similares (p. ej. ordenadores y portátiles, teléfonos inteligentes y tabletas, etc.), o pueden, sin embargo, ser radicalmente diferentes (p. ej. tabletas y una pizarra interactiva, mesa interactiva y ordenador portátil, etc.). Dicha similitud o disimilitud puede verse en general como que el entorno soporta el uso de dispositivos homogéneos o heterogéneos.

Los primeros entornos multi-superficie, homogéneos eran realmente entornos multi-monitor debido a que consistían principalmente de este tipo de periféricos. La investigación en este campo se centró en gran medida en asuntos de control de contenidos en las pantallas por medio de un ratón por parte de un usuario (p. ej., [26]), y de visualización tratando de alargar el espacio visual (p. ej., [3]). Con la aparición de los ordenadores portátiles se permitió la movilidad en trabajos posteriores (p. ej., [21]), y más recientemente, con la popularización de dispositivos móviles, ha sido posible plantearse la formación de entornos multi-superficie prácticamente en cualquier lugar.

Una tendencia diferente a la composición de estos entornos homogéneos consiste en tratar de tomar ventaja de los recursos disponibles, al involucrar dispositivos de diferente naturaleza en un entorno multi-superficie heterogéneo (p. ej., [16]). A pesar de que autores como Gjerlufsen y otros [7] defienden que el soporte de pantallas heterogéneas es un requisito indispensable para la construcción de una aplicación multi-superficie exitosa, nosotros creemos que esto dependería de la tarea a soportar por el sistema. De hecho, tener diferentes tipos de superficies, como tabletas y paredes interactivas en el mismo espacio puede tener un impacto negativo en algunos casos, tales como la disminución en el nivel de consciencia de las interacciones debido a los cambios constantes de contexto visual [14].

2.2 Mecanismos de Acoplamiento

La forma en que las superficies se disponen y se acoplan determina cómo los usuarios las perciben en su conjunto y cómo las interacciones deberían ocurrir. Coutaz y otros [4] ponen especial énfasis en el concepto de acoplamiento entre superficies, denotando como tal su dependencia mutua. Dos superficies están por lo tanto acopladas “cuando un cambio de una superficie tiene un impacto en el estado de la otra”.

Los mecanismos de acoplamiento han evolucionado con el tiempo. Se ha pasado de mecanismos manuales por medio de una aplicación a mecanismos más intuitivos de acoplamiento que podían detectarse automáticamente bajo criterios de cercanía o de contacto gracias al uso de sensores (p. ej., [21]). Afortunadamente, la tendencia

actual es la de apostar por integrar sensores en los propios dispositivos a medida que la tecnología lo hace posible. En particular, un sensor como la cámara que está presente en la inmensa mayoría de dispositivos, está infrautilizado y sólo ha sido utilizado en algunos trabajos que han abordado la posibilidad de utilizar gestos o interacciones para establecer el acoplamiento con el objetivo de evitar tener que configurarlo manualmente (p. ej., [11, 12, 22]). En el presente trabajo nosotros haremos uso de este elemento, para poder implementar mecanismos de acoplamiento y de posicionamiento autónomo por parte de los dispositivos en el espacio de colaboración.

También relacionado con el acoplamiento, la mayoría de las soluciones anteriores requieren mantener sus dispositivos físicamente unidos con el fin de mantener el acoplamiento (p. ej., [12, 22]). Solamente unos pocos trabajos como el de Maciel y otros [15], o Marquardt y otros [18] permiten cierta movilidad en torno al espacio en el que las superficies están acopladas. Esto permite un mayor grado de movilidad que puede llevar a interacciones más espontáneas, aunque a expensas de incrementar la complejidad de la tecnología subyacente. Uno de nuestros objetivos será permitir acoplamientos flexibles y que doten de cierta movilidad a los dispositivos involucrados en la actividad sin necesidad de incluir costosos elementos tecnológicos adicionales a los ya existentes en los dispositivos que los usuarios aportan a la actividad.

2.3 Aplicaciones y Propósito Principal

Algunos entornos multi-superficie se diseñan con el único propósito de disponer de varias pantallas juntas para tener un espacio de visualización mayor. Estos enfoques han sido aplicados a casi cualquier tipo de superficie, desde monitores (p. ej., [3, 21]) hasta PDAs (p. ej., [17]).

Otros trabajos, no obstante, han explotado otras funcionalidades y han explorado diferentes técnicas de interacción. Se ha hecho por ejemplo un gran esfuerzo en la exploración de técnicas para la transferencia de elementos entre superficies (p. ej., [11, 12, 18, 20]), dado que se considera una tarea fundamental en toda aplicación colaborativa multi-superficie.

La mayoría del trabajo previo en esta área se ha centrado principalmente en asuntos técnicos más que en las implicaciones del uso del sistema. De hecho, Yuill y otros [28] ya enfatizan que, hasta el momento, se ha desarrollado poco trabajo en el uso de tabletas en actividades grupales, y que faltan estudios que aborden sus posibilidades para el trabajo en grupo más allá de la simple transferencia de objetos. Esto ha sido también el caso para actividades de juego y entretenimiento en las que se repiten los esquemas de juego en grupo diseñados para videoconsolas y PCs en los que los usuarios no comparten realmente un mismo espacio físico de juego que proporcione las ventajas ya mencionadas de la colaboración in situ.

2.4 Mecanismos de Entrada

Los mecanismos de entrada soportados suelen venir restringidos por aquellos modos de entrada que soporten los dispositivos individuales de los que están compuestos. El uso de periféricos tradicionales de entrada como el ratón suele limitar la interacción a

un único usuario e incluso cuando se ha dado soporte a múltiples ratones en un entorno colaborativo, se ha observado que los usuarios tienen dificultades para percibir lo que el resto está haciendo, y tienen que realizar un esfuerzo cognitivo notable para seguir el movimiento de los cursores [6, 13].

Este problema puede evitarse mediante interacciones más directas, ya sea mediante lápices electrónicos (p. ej., [12, 27]) o mediante contactos con los dedos. Sin embargo, tanto en mesas interactivas de gran tamaño como en entornos multi-superficie colaborativos encima de una mesa, este tipo de técnicas podrían no ser las más efectivas. Gutwin y otros [10] observan que los usuarios son muy propensos a adquirir elementos que están fuera de su alcance, inclinándose sobre la mesa y estirando sus brazos, trasladándose alrededor de la mesa, o pidiendo a otros usuarios que les traspasen los objetos deseados. Estas soluciones, sin embargo, podrían resultar molestas e interferir con la tarea que otro usuario está llevando a cabo, pues se invade su espacio personal [24] y se ocluyen los elementos con los que están interactuando.

Otras técnicas de interacción que pueden utilizarse cuando el objetivo está fuera de alcance y que no presentan esta interferencia con las interacciones de otros usuarios son, por ejemplo, realizar gestos en el aire alrededor de los dispositivos táctiles, de modo que mientras unos usuarios están interactuando de forma táctil otros pueden realizar estas interacciones “en el aire” de forma paralela (p. ej., [2]).

3 WeTab: Un Sistema Multi-Superficie de Bajo Coste Basado en Tabletas

Dadas las carencias mencionadas anteriormente, en este trabajo proponemos la implementación de un sistema multi-superficie construido a partir de tabletas o teléfonos inteligentes de bajo coste. El objetivo que se persigue es validar si es factible a nivel tecnológico la construcción de futuros ecosistemas de juego colaborativo de bajo coste, con mínimo esfuerzo en la configuración del acoplamiento, flexible en términos de la configuración del número de participantes, que permita el movimiento de los dispositivos en el espacio físico, que habilite la creación de espacios públicos y privados de juego y que proporcione todas las ventajas de una colaboración in situ donde todos los participantes comparten un mismo espacio físico.

3.1 Diseño del Entorno

El entorno que proponemos en este trabajo consta, tal y como se observa en la **Fig. 1** y la **Fig. 2**, de una mesa física cualquiera en la que tiene lugar la actividad de juego, las tabletas de los usuarios que aportarán el contenido interactivo digital que forme parte del juego, los algoritmos de visión por computador basados en extracción de características naturales proporcionados por Vuforia^{TM1} y una imagen de referencia con características naturales sin patrones repetitivos situada por encima de la mesa donde tiene lugar la interacción. Definiendo el sistema de referencia global con la

¹ <https://www.vuforia.com/>

ayuda del procesamiento de la imagen de referencia, cada dispositivo puede obtener, en tiempo real y de forma totalmente autónoma, su posición y orientación con respecto al sistema de coordenadas de la mesa física de colaboración.

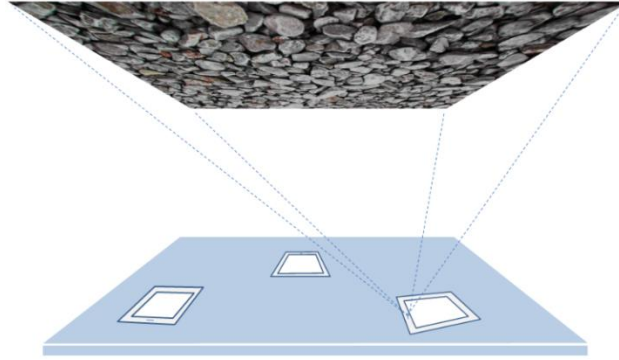


Fig. 1. Representación del prototipo de entorno multi-superficie basado en tabletas situadas encima de una mesa ordinaria. Arriba de ésta, el póster con la imagen que permite al sistema calcular la posición y la orientación de las tabletas.



Fig. 2. Instalación con dos tabletas sobre la mesa (izquierda) y la imagen de referencia en el techo justo arriba de la misma (derecha).

El diseño de WeTab es similar al propuesto por Maciel y otros [15] pero con dos diferencias fundamentales. En aquel trabajo los dispositivos utilizados eran TabletPCs (sin capacidad de interacción multitáctil) y las imágenes de referencia eran marcadores fiduciales. En este sentido, el número de marcadores o identificadores diferentes existentes limita el número de mesas de este tipo que se pueden construir en un mismo espacio de juego y el tamaño de las mismas. Nuestro sistema tiene la ventaja de

permitir la utilización una gran variedad de imágenes como referencia mientras mantengan una cantidad de características naturales considerable, y por tanto se pueden implantar en un mismo lugar un número prácticamente ilimitado de mesas de juego colaborativo. Por otro lado, se pueden construir mesas de juego de gran formato donde participen decenas de jugadores simplemente yuxtaponiendo sobre la mesa de interacción varias imágenes diferentes. Una última ventaja, de carácter estético, pero no por ello menos importante de cara a su implantación, es el hecho de que las imágenes que utilizamos en nuestra propuesta podrían ser imágenes relacionadas con el juego en cuestión o espacios de acción comercial para las empresas que promocionan la actividad de juego, o simplemente elementos que sirvan de decoración y estén perfectamente integrados en el techo si el espacio de juego tiene lugar en el contexto del hogar.

Hemos realizado una primera implementación del sistema descrito sobre dispositivos móviles (ver **Fig. 2**). El prototipo en cuestión permite la exploración colaborativa de un mapa 2D que se encuentra “oculto” en la mesa de trabajo (ver **Fig. 3**).



Fig. 3. Aplicación prototipo que consiste en la exploración de un mapa 2D “oculto” en la mesa. La tableta se ha movido de una posición a otra en la mesa, mostrando dos porciones del mapa distintas.

El sistema de posicionamiento ejecutado autónomamente por cada dispositivo permite que, mediante el movimiento de cada tableta, se descubra una porción nueva del mapa sin más que mover la tableta por la superficie de trabajo. Si bien esta es una aplicación muy básica que permite una interactividad muy limitada, el objetivo principal de este primer prototipo ha sido evaluar la factibilidad técnica de la aproximación propuesta para poder detectar problemas en su implementación en un entorno real. La implementación realizada sobre dispositivos Android ha permitido validar que la solución propuesta es realizable y que los dispositivos involucrados pueden calcular su ubicación y su orientación respecto a la imagen de referencia en tiempo

real permitiendo la exploración del mapa subyacente a medida que se desplaza la tableta sobre la superficie física. Las aplicaciones que se pueden ejecutar sobre un entorno como éste son muy diversas y no sólo restringidas al ámbito del juego o el entretenimiento digital. Por citar algunos ejemplos, cualquier tipo de juego 2D o 2.5D sería susceptible de ser jugado colaborativamente mediante esta tecnología. En este caso, si los dispositivos estuvieran separados en la mesa, en función de su posición y orientación, permitirían explorar e interactuar a cada usuario con una parte del mundo diferente. Sin embargo, si en un momento dado los usuarios decidieran yuxtaponer todos sus dispositivos, crearían una superficie interactiva de gran tamaño donde todos podrían interactuar a la vez. Este tipo de tecnologías permitiría ir más allá del concepto de juego puramente virtual habilitando ecosistemas de juego híbridos donde existan partes virtuales visibles en las tabletas y partes tangibles que puedan estar sobre la mesa o en otros lugares del espacio en el que se encuentran los usuarios.

4 Conclusiones y Retos Futuros

En este trabajo hemos ahondado en el concepto de entornos multi-superficie y en qué dimensiones los caracterizan. Se ha hecho especial énfasis en aquellos entornos que podrían simular una mesa interactiva, con el fin de aprovechar los numerosos beneficios que se han probado sobre éstas e intentar corregir algunos problemas que llevan asociados. Se ha descrito también el diseño de un prototipo de entorno multi-superficie basado en tabletas de bajo coste dispuestas encima de una superficie física que valida que la idea propuesta es realizable desde el punto de vista técnico. Sin embargo, este trabajo no es más que un primer paso hacia la construcción de este tipo de sistemas y todavía quedan numerosos aspectos a explorar para poder afirmar que este tipo de sistemas será una alternativa completa al uso de superficies interactivas tradicionales de mayor coste. Por ejemplo, queda por demostrar que la construcción de superficies a partir del uso de múltiples dispositivos individuales favorece la colaboración dado que existe el riesgo de que los usuarios vean su dispositivo como un espacio de uso personal y no como medio para facilitar la colaboración. Para afrontar este reto sería necesario estudiar y diseñar aquellos aspectos de juegos multiusuarios que puedan forzar situaciones de juego que requieran de una colaboración de los participantes. Por otro lado, también es necesario estudiar si es posible definir mecanismos de interacción donde más de un usuario pueda afectar al estado de un dispositivo sin causar interferencias en la interacción. Para ello, estamos iniciando el estudio de interacciones no táctiles “*around the device*” mediante tarjetas con marcadores fiduciales que puedan ser utilizados como mecanismo adicional de interacción. También es necesario estudiar el impacto de los algoritmos de reconocimiento de imagen utilizados en las prestaciones del dispositivo cuando se construyese un juego con altas necesidades de tasas de renderizado, esto es, desconocemos hasta qué punto los mecanismos de estimación de la pose y orientación utilizados limitan las capacidades del dispositivo para otras tareas relacionadas con el motor gráfico o el de simulación física. Todo ello ha de ser objeto de estudio en el futuro pero los beneficios que este tipo de tecnologías de bajo coste pueden acarrear son suficientemente altos como para con-

siderar el sistema propuesto como una alternativa interesante para un estudio en mayor profundidad.

Agradecimientos

Este trabajo recibe el apoyo económico del Ministerio de Economía y Competitividad en el contexto del proyecto TIN2010-20488 del Plan Nacional de I+D+i, así como también a través de las ayudas APOSTD/2013/013 y ACIF/2014/214 del programa VALi+d de la Conselleria d'Educació, Cultura i Esport (Generalitat Valenciana).

Referencias

1. Antle, A.N., Bevans, A., Tanenbaum, J., Seaborn, K., Wang, S.: Futura: Design for collaborative learning and game play on a multi-touch digital tabletop. En: TEI '11. pp. 93-100. ACM, New York (2011)
2. Banerjee, A., Burstyn, J., Girouard, A., Vertegaal, R.: Pointable: An in-air pointing technique to manipulate out-of-reach targets on tabletops. En: ITS '11. pp. 11-20. ACM, New York (2011)
3. Choi, J.D., Byun, K.J., Jang, B.T., Hwang, C.J.: A synchronization method for real time surround display using clustered systems. En: MULTIMEDIA '02. pp. 259-262. ACM, New York (2002)
4. Coutaz, J., Lachenal, C., Dupuy-Chessa, S.: Ontology for multi-surface interaction. En: INTERACT'03. IOS Press, Amsterdam (2003)
5. Dillenbourg, P., Evans, M.: Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 6(4), 491-514 (2011)
6. Forlines, C., Wigdor, D., Shen, C., Balakrishnan, R.: Direct-touch vs. mouse input for tabletop displays. En: CHI '07. pp. 647-656. ACM, New York (2007)
7. Gjerlufsen, T., Klokmose, C.N., Eagan, J., Pillias, C., Beaudouin-Lafon, M.: Shared substance: developing flexible multi-surface applications. En: CHI '11. pp. 3383-3392. ACM, New York (2011)
8. Gutwin, C., Greenberg, S.: Effects of awareness support on groupware usability. En: CHI '98. pp. 511-518. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York (1998)
9. Gutwin, C., Greenberg, S.: A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *Computer Supported Cooperative Work* 11(3), 411-446 (2002)
10. Gutwin, C., Subramanian, S., Pinelle, D.: Designing digital tables for highly integrated collaboration. Tech. Rep. HCI-TR-06-02, Computer Science Department, University of Saskatchewan (2006)
11. Hinckley, K.: Synchronous gestures for multiple persons and computers. En: UIST '03. pp. 149-158. ACM, New York (2003)
12. Hinckley, K., Ramos, G., Guimbretiere, F., Baudisch, P., Smith, M.: Stitching: pen gestures that span multiple displays. En: AVI '04. pp. 23-31. ACM, New York (2004)
13. Hornecker, E., Marshall, P., Dalton, N.S., Rogers, Y.: Collaboration and interference: Awareness with mice or touch input. En: CSCW '08. pp. 167-176. ACM, New York (2008)
14. Lyons, K., Pering, T., Rosario, B., Sud, S., Want, R.: Multi-display composition: Supporting display sharing for collocated mobile devices. En: INTERACT '09. pp. 758-771. Springer-Verlag, Berlin (2009)

15. Maciel, A., Nedel, L.P., Mesquita, E.M., Mattos, M.H., Machado, G.M., Freitas, C.M.D.S.: Collaborative interaction through spatially aware moving displays. En: SAC '10. pp. 1229-1233. ACM, New York (2010)
16. Magerkurth, C., Stenzel, R., Streitz, N., Neuhold, E.: A multimodal interaction framework for pervasive game applications. En: Artificial Intelligence in Mobile Systems. pp. 1-8 (2003)
17. Mandryk, R.L., Inkpen, K.M., Bilezikjian, M., Klemmer, S.R., Landay, J.A.: Supporting children's collaboration across handheld computers. En: CHI EA '01. pp. 255-256. ACM, New York (2001)
18. Marquardt, N., Hinckley, K., Greenberg, S.: Cross-device interaction via micromobility and f-formations. En: UIST '12. pp. 13-22. ACM, New York (2012)
19. Marshall, P., Morris, R., Rogers, Y., Kreitmayer, S., Davies, M.: Rethinking 'multiuser': An in-the-wild study of how groups approach a walk-up-and-use tabletop interface. En: CHI '11. pp. 3033-3042. ACM, New York (2011)
20. Nacenta, M.: Cross-display object movement in multi-display environments. Ph.D. thesis, University of Saskatchewan (2009)
21. Ohta, T.: Dynamically reconfigurable multi-display environment for cg contents. En: ACE '08. pp. 416-416. ACM, New York (2008)
22. Ohta, T., Tanaka, J.: Pinch: an interface that relates applications on multiple touch-screen by 'pinching' gesture. En: ACE'12. pp. 320-335. SpringerVerlag, Berlin (2012)
23. Rick, J., Marshall, P., Yuill, N.: Beyond one-size-fits-all: How interactive tabletops support collaborative learning. En: IDC '11. pp. 109-117. ACM, New York (2011)
24. Scott, S.D., Carpendale, M.S.T., Inkpen, K.M.: Territoriality in collaborative tabletop workspaces. En: CSCW '04. pp. 294-303. ACM, New York (2004)
25. Shirazi, A.S., Döring, T., Parvahan, P., Ahrens, B., Schmidt, A.: Poker surface: Combining a multi-touch table and mobile phones in interactive card games. En: MobileHCI '09. pp. 73:1-73:2. ACM, New York (2009)
26. Tan, D.S., Meyers, B., Czerwinski, M.: Wincuts: manipulating arbitrary window regions for more effective use of screen space. En: CHI EA '04. pp. 1525-1528. ACM, New York (2004)
27. Tandler, P., Prante, T., Müller-Tomfelde, C., Streitz, N., Steinmetz, R.: Connectables: dynamic coupling of displays for the flexible creation of shared workspaces. En: UIST '01. pp. 11-20. ACM, New York (2001)
28. Yuill, N., Rogers, Y., Rick, J.: Pass the ipad: collaborative creating and sharing in family groups. En: CHI '13. pp. 941-950. ACM, New York (2013)