Interface Naturais e Interfaces Tangíveis

Andrew de Castro Sant' Anna e Ana Carolina Clivatti Ferronato

Univerdade Federal Fluminense – Instituto de Ciência e Tecnologia

acs20@msn.com, accferronato@id.uff.br

Resumo: este trabalho apresenta diretrizes para a preparação de artigos, as quais têm por base orientações do padrão IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Este modelo é sugerido pelo professor Sergio Crespo para formatação dos trabalhos a serem apresentados a seguir após a realização de pesquisas sobre o tema.

Interfaces Naturais (NUI - Natural User Interface)

Interface natural é a linguagem comum usada por desenvolvedores e designers de interface humano-computador para fazer referência a interface de usuário que é efetivamente invisível, e permanece invisível conforme o usuário evolua utilizando repetidamente a interface, com a evolução do uso de interfaces naturais o usuário chega a algumas interações cada vez mais complexas de maneira auto-didata.

O termo natural é utilizado, pois, a interface natural é diferente da maior parte das interfaces computacionais que usam dispositivos de controle artificiais e possuem operações que não são intuitivas e precisam de estudo para o aprendizado.

Uma interface natural depende do usuário, que pode rapidamente passar de um usuário iniciante à um especialista. Embora a interface exija aprendizado, este aprendizado é fácil e intuitivo, através de um design que dá ao usuário a sensação de que o mesmo está instantaneamente e continuamente atingindo o sucesso.

Assim, Natural refere-se a um objetivo na experiência do usuário – a interação vem naturalmente, mesmo que o usuário interaja com a tecnologia, e não com a interface propriamente dita.

Diversas estratégias de design têm sido propostas as quais tem se deparado com esse objetivo – uma aprendizagem intuitiva - em diferentes graus de sucesso. Uma estratégia é o uso de uma “Interface de Realidade do Usuário” (RUI), também conhecida como métodos de “Interface Baseada em Realidade” (RBI).

Nos anos de 1970 a 1990, Steve Mann desenvolveu uma serie de estratégias de interface-usuário usando interação natural com o mundo real, como uma alternativa a interfaces de linhas de comando (CLI) ou interfaces gráficas de usuário (GUI).

Em 2006 Christian Moore estabeleceu uma comunidade de pesquisa com o objetivo de expandir a discussão e o desenvolvimento das tecnologias de Interfaces Naturais.

Em 2008, na apresentação “Predicting the Past” em uma conferencia, August de Los Reyes descreveu as Interfaces Naturais como sendo a etapa evolucionária seguinte à mudança da interface de linhas de comando (CLI) para a interface gráfica de usuário. O que é uma explicação fraca, uma vez que interfaces naturais necessariamente incluem elementos visuais, o que também ocorre com interfaces gráficas.

Na interface de linhas de comando, os usuários tinham que aprender meios artificiais de entrada, pelo teclado, junto com uma série de entradas codificadas que tinha uma gama limitada de respostas, em que a sintaxe dos comandos era rigorosa.

Já, quando o mouse possibilitou a interface gráfica, os usuários puderam de um modo mais fácil aprender os movimentos e ações do mesmo. Além de estarem mais aptos a explorar a interface.

A interface gráfica contou com metáforas para interagir com o conteúdo na tela ou objetos. O 'desktop' e 'drag' por exemplo, são metáforas para interfaces visuais que são traduzidos de volta para a linguagem codificada do computador.

Definição de Interfaces Naturais de Usuário (NUI)

Existem características da Interface natural que devem estar na definição do termo, são essas: Naturalidade, Objetividade e o fato de que a interface natural é um tipo de Interface Humano-Computador.

Naturalidade

A naturalidade pode ser um termo usado para descrever interface, mas natural no sentido da forma como os usuários interagem com os aspectos não tecnológicos de seu ambiente. Por exemplo, é mais “natural” para as pessoas moverem objetos com suas mãos do que com um “joystick”, ou para se expressarem usando a voz e não um teclado.

Objetividade

A interface natural é normalmente diferenciada da interface gráfica pela objetividade da interação. Pode-se dizer que a interação natural é mais direta que a gráfica, por não existirem artefatos a serem utilizados entre as ações.

Entradas e saídas do sistema

A maneira como o computador processa a informação não é importante para a definição da interface natural, o detalhe importante é como o usuário passa os dados e como consegue as informações do computador. Levando em consideração os mecanismos de entrada de saída do computador e não a parte computacional, memória, alocação ou outros aspectos do computador.

Exemplos de NUI

Multi-touch

Quando Bill Buxton – pesquisador-chefe da Microsoft Research- foi questionado sobre a interface do Iphone, ele respondeu:

“As tecnologias Multi-touch tem uma longa história. Colocando em perspectiva, o trabalho original empreendido pela minha equipe foi feito em 1984, o mesmo ano em que o primeiro Macintosh foi lançado, a nós não fomos os primeiros.”.

Multi-touch é uma tecnologia que poderia ter 'ativado' a interface natural. Entretanto, a maioria dos kits de ferramentas usados para construir interfaces executáveis com tal tecnologia são interfaces gráficas tradicionais.

Touch screen

Interfaces touch-screen permitem os usuários a interagir com controles e aplicações de uma maneira mais intuitiva do que um cursor, ao invés de mover um cursor para selecionar um arquivo e abri-lo, o usuário pode usar uma representação gráfica do arquivo para realizar sua abertura. Smartphones e tablets normalmente são ativados por entradas touch, a Microsoft está trabalhando em uma interface touch chamada “Skinput” que permite aos usuários interagir por meio de toques em sua própria pele.

Reconhecimento Gesticular

O sistema de reconhecimento gesticular localiza os movimentos do usuário e os traduz como instruções. O sistema de jogos de movimento do Nintendo Wii e o PlayStation Move funcionam através de acelerômetros e giroscópios para detectar a inclinação, rotação e aceleração. Um tipo mais intuitivo de Interface Natural é equipado com uma câmera e um software no dispositivo o qual reconhece específicos gestos e os traduz para ações. O Kinect da Microsoft, por exemplo, é um sensor de movimentos para o console de jogos Xbox 360 que permite os usuários interagirem através de movimentos corporais, gestos e comandos de fala. O Kinect reconhece corpos e vozes dos jogadores. Reconhecimento gesticular pode também ser usado para interagir com computadores.

Reconhecimento de fala

O reconhecimento de fala permite aos usuários interagirem com o sistema através de comandos de voz. O sistema identifica as palavras e frases faladas e as convertem para o formato de interação de leitura da máquina. As aplicações de reconhecimento de fala incluem “call routing”, “speech-to-text” e o viva-voz de computadores e operações em celulares. O sistema de reconhecimento de fala também é utilizado em interações de sistemas embutidos.

A interface de “gaze-tracking” permite que o usuário guie o sistema através de movimentos dos olhos. A marca de computadores Lenovo já possui um computador portátil controlado pelos olhos. Seu sistema combina uma fonte de luz infra-vermelha com uma câmera para captar cintilações refletidas pelos olhos do usuário. O software calcula a área da tela que está sendo observada e usa esta informação como entrada no sistema.

Interfaces de Máquinas Cerebrais

As máquinas cerebrais lêem sinais neurais e usam programas para traduzir os sinais em ações. Essa interface torna possível que alguém com algum tipo de paralisia possa operar um computador, uma cadeira de roda ou uma prótese através do pensamento, e o mais importante, sozinho.

Projeto .NET Gadgeteer

O.NET Gadgeteer é um projeto desenvolvido por Steve Hodges, graduado em Ciência da computação pela University College London, com Ph.D em Cambridge na área de robótica e visão computacional. O projeto é composto por uma plataforma de prototipagem rápida para pequenos aparelhos eletrônicos e dispositivos de hardware incorporados.

Um sistema .NET Gadgeteer é composto por uma placa principal contendo um processador embutido e uma variedade de módulos os quais se conectam com a placa através de uma simples interface de “plug-and-play”. Existem diversos módulos disponíveis, incluindo: telas, câmeras, sensores, controles de entradas, sistemas de rede e armazenamento.

Os dispositivos do .NET Gadgeteer são programados em C#, utilizando o .NET Micro Framework. Podendo ser programado no computador, celular ou online.

Interfaces Tangíveis (TUI - Tangible User Interface)

Introdução

O conceito de interfaces tangíveis surgiu no final da década de 90 num artigo publicado por Hiroshi Ishii e Brygg Ullmer baseando-se no conceito de “Graspable User Interface” (Interfaces Palpáveis) pesquisado e publicado também no fim dos anos 90 por George W. Fitzmaurice. A diferença entre estes conceitos é que interfaces tangíveis não diferenciam a diferença de dispositivos de entrada e saída, pois um objeto é a parte de uma operação, e o resultado se dá no mundo virtual,

em que os objetos reais e virtuais estão ligados de forma uniforme, sem a distinção dos limites entre os dois mundos.

Definição das interfaces tangíveis

As interfaces tangíveis também chamadas de interfaces “palpáveis” ou “agarráveis”, pois utilizam objetos e superfícies que necessitam de contato físico, são definidas por ser uma interface onde o usuário utiliza objetos físicos para interferir no sistema digital, objetos esses que são definidos como dispositivos de entrada para manipular e controlar objetos virtuais e assim consequentemente realizar a interação com o usuário. As interfaces tangíveis seguem um paradigma com o seguinte roteiro:

- Primeiramente ocorre algum evento de entrada, geralmente uma manipulação física de um usuário com suas mãos ou algum outro objeto físico do cotidiano, que realizam ações como pressionar, sacudir, empurrar, girar, mover por exemplo.
- Em seguida o sistema computacional detecta este evento de entrada e modifica seu estado interno atual.
- O sistema então processa uma resposta, um evento de saída, através de uma mudança na natureza física, por exemplo, modificar o som do sistema, mudança na superfície de visualização, aumenta, reduz.

Classificação das interfaces tangíveis

As interfaces intangíveis são divididas em duas classes, definidas por dois parâmetros, um deles é a metáfora, e o outro é a personificação.

Quanto à metáfora podemos dizer que é explorado a relação entre o objeto tangível utilizado na interação, com algum objeto cotidiano, verificando as características e potencial para compor esta relação, visando tornar a interação mais natural para o usuário. Está pode ser dividida em subcategorias como:

- Metáfora de nome: a analogia é feita em relação à forma, aparência ou som do objeto, ou seja, o objeto usado para reconhecer as entradas assemelha-se ao objeto virtual quanto a sua aparência ou som, porém a ação que provocamos sobre tal objeto é diferente da refletida pelo objeto virtual.
- Metáfora de verbo: a analogia está na ação feita com o objeto, ou seja, ação sofrida pelo objeto real assemelha-se à ação refletida no objeto virtual, portanto a sua aparência é irrelevante.
- Metáfora completa: a analogia nesse caso não é preciso, pois diferentemente dos casos citados acima onde ainda existem diferenças entre o objeto físico e o virtual, nesta modalidade o sistema virtual é o próprio sistema físico, o objeto é manipulado e o mundo muda de acordo com esta manipulação.

Quanto à personificação podemos dizer que estuda a distância entre as entradas da interface e as saídas produzidas, quanto ao dispositivo que capta as entradas e o que exhibe as saídas. Esta pode ser dividida em subcategorias como:

- Personificação completa: A interface de entrada é a mesma da saída, ou seja, as saídas produzidas são

exibidas no próprio dispositivo que captou as entradas.

- Personificação próxima: A interface de entrada é próxima a de saída, porém as duas mantêm-se separadas.
- Personificação ambiente: As saídas produzidas são exibidas pelo ambiente onde o usuário se encontra, se valendo dos sentidos do usuário, em forma de sons, luzes, etc.
- Personificação distante: A interface de saída encontra-se distante da usada para reconhecer as entradas.

[Ishii & Ullmer, 1997] apresentam três formas de se implementar interfaces tangíveis:

- Superfícies interativas: transformar superfícies como muros, mesas, portas, janelas em interfaces ativas.
- Bits e átomos acoplados: acoplar informação digital a objetos do dia-a-dia.
- Mídia do ambiente: uso de som, luz, corrente de ar, movimento de água para servirem como interfaces com o ciberespaço.

[Zuckerman et al., 2005] apresentam quatro paradigmas de “funcionamento” das interfaces tangíveis, de acordo com as formas de implementação:

- TUI usada para entrada e GUI para saída: a interface tangível atua como entrada para o computador tradicional e a saída é mostrada em uma interface gráfica separada.
- Saída do computador projetada em uma TUI: a saída é projetada a partir de um computador tradicional sobre uma TUI.
- Espaços interativos e ambientes imersivos: as TUIs são as interfaces através das quais o usuário interage com um sistema de computação pervasiva.
- Computação embarcada em objetos físicos (manipulativos digitais): a TUI é a entrada e a saída, sem computadores tradicionais envolvidos.

[Fishkin, 2004] refere-se à relação entre o objeto físico que está sendo manipulado e os estados digitais do sistema como o grau de incorporação do sistema e o classifica em quatro níveis de intensidade. Quanto maior a incorporação, menor a distinção entre os mecanismos de entrada e saída, como é mostrado a seguir:

- Incorporação distante: a saída está encontrada em uma tela, ou até em outra sala. Por exemplo, desenvolveram um sistema tangível para auxiliar neurocirurgiões em seu trabalho. O sistema permite que os médicos manipulem modelos tangíveis de crânios “head props” e observem os efeitos de suas ações refletidos em uma tela.
- Incorporação ambiental: a saída ocorre ao redor do usuário, tipicamente por meio de áudio, luz ou calor, há apenas uma relação tênue entre o objeto de entrada e a saída. Geralmente este tipo é encontrada em ambientes virtuais. Por exemplo, no

sistema de bate-papo baseado em interfaces tangíveis “ToonTown”, onde um usuário manipula objetos físicos que são representações dos outros usuários do sistema, que movendo estes objetos, os níveis de áudio dos usuários são ajustados.

- Incorporação próxima: a saída ocorre próximo do objeto de entrada. A saída está fortemente acoplada à entrada, como no caso de uma caneta especial que altera uma tela de visualização ao ser riscada por ela. Por exemplo, uma ferramenta que foi desenvolvida para crianças desenharem, que tem a aparência de um pincel normal, mas possui uma pequena câmera embutida, com luzes e sensores de toques, que as crianças podem capturar cores e texturas de objetos ao seu redor e reproduzi-las na área de desenho.
- Incorporação completa: o dispositivo de entrada é o dispositivo de saída, o estado do dispositivo está totalmente incorporado no próprio dispositivo, e é uma interação do tipo mais comum observado quando estamos lidando com o mundo físico, objetos recebem manipulação física e mudam de acordo com esta manipulação. Por exemplo, o computador de mão que responde a movimentos de rotação aplicados sobre ele.

Aplicabilidade da interface tangível

- Medicina
- Entretenimento
- Treino Militar
- Engenharia de Design
- Robótica

Interfaces tangíveis na educação

[Eisenberg, 2003] propõe três estratégias para a geração de artefatos educativos combinando materiais físicos e computacionais:

- 1º Estratégia: desenvolver aplicações de software que enriqueçam o uso de materiais tangíveis pelas crianças. Diversos dispositivos de saída, como impressoras, por exemplo, podem ser explorados para que computadores tradicionais produzam materiais inovadores.
- 2º Estratégia: embutir capacidades computacionais em objetos físicos, que passarão a ser dinâmicos, podendo se comunicar com outros.
- 3º Estratégia: explorar e usar uma grande variedade de materiais com vários níveis de adaptabilidade, expressividade, interesse educacional e integração com técnicas computacionais.

[O’Malley & Fraser, 2004] dividem as tecnologias tangíveis desenvolvidas até hoje para a educação em quatro grupos:

- Papel aumentado digitalmente: tecnologia cotidiana, como papel e livros, pode ser aumentada digitalmente. Nesta categoria encaixam-se os livros interativos, o papel com efeitos multimídia em que os desenhos ou palavras são detectados através de tintas especiais, dispositivos sensores, códigos de barras.
- Objetos físicos servindo como ícones digitais “phicons”: brinquedos, blocos, rótulos físicos e outros podem ser usados para disparar efeitos digitais. Por exemplo, brinquedos com sensores embutidos podem ser ligados ao computador pessoal e interagir com jogos.
- Manipulativos digitais: objetos físicos que contêm propriedades computacionais embutidas neles mesmos. Nestes casos, não há computadores tradicionais envolvidos, a interface tangível é a entrada e a saída. Em artefatos deste tipo o usuário, ao manipular objetos físicos, pode acompanhar os efeitos de suas ações sobre o próprio objeto, o que caracteriza uma interação com o mundo digital mais próxima do que ocorre no mundo real.
- Sensores e sondas: dispositivos tangíveis baseados em ferramentas físicas que atuam como sensores ou sondas do ambiente (luz, cor, som, entre outros). Por exemplo, podem ser usados sensores de pressão no chão para capturar movimentação das crianças, como nos tapetes interativos.

[Marshall et al. 2003] discutem duas categorias de tecnologias tangíveis para a aprendizagem:

- Expressivas: estes sistemas incorporam as atividades dos usuários permitindo que eles criem representações externas delas. Criando estas representações, os usuários “expressam” suas idéias e tornam seu conhecimento explícito, revelando possíveis inconsistências e suposições incorretas.
- Exploratórias: este tipo de interface não incorpora a atividade do usuário. Os alunos focam na maneira como o sistema funciona, e não nas representações externas que eles constroem. Assim, eles “exploram” o sistema.

Vantagens

Algumas vantagens trazidas pelas interfaces tangíveis para a educação:

- Engajamento sensorial: as crianças aprendem de forma natural, usando vários sentidos (toque, visão, audição) em um processo construtivo que aumenta a retenção e transferência do conteúdo.
- Acessibilidade: interfaces tangíveis fornecem mais opções a crianças com necessidades especiais.
- Aprendizagem em grupo: interfaces tangíveis facilitam trabalho colaborativo e discussões.

Exemplos

Tangible Interface for Collaborative Learning Environments (TICLE): desenvolvida pelo Tony Scarlatos, pesquisador da Stony Brook University, e Lori Scarlatos, pesquisadora do Brooklyn College, permite rastrear movimentos realizados com objetos concretos e mapeá-los para um software em um computador tradicional. O retorno

é dado à criança através da tela do computador. A ideia é usar computadores de modo a enriquecer ambientes físicos colaborativos de aprendizagem, fornecendo suporte para crianças engajadas em jogos matemáticos concretos. O retorno é visual e auditivo, sendo dados através da tela do computador, na forma de dicas que conduzem a criança à resolução do problema, como a Torre de Hanoi e o Tangram, dois jogos matemáticos que foram adaptados a TICLE, podendo ser atividades realizadas individualmente ou colaborativamente. A TICLE provê atividades exploratórias, pois as crianças investigam os conceitos de matemática pelo sistema.

Foram desenvolvidos também por esses dois pesquisadores os tapetes matemáticos chamados de SmartStep e o FloorMath. Eles possuem sensores que detectam os movimentos das crianças sobre ele e são ligados a um computador que mostra a representação virtual do tapete e guia as atividades das crianças. Os tapetes usam atividade física para reforçar conceitos matemáticos básicos como contagem e operações aritméticas, estimulando ao mesmo tempo coordenação motora inclusive de crianças com necessidades especiais, reconhecimento de padrões e ritmo. Porém possibilita uso para deficientes visuais e não estimula a colaboração, pois permitem que apenas um usuário por vez. Os tapetes matemáticos também provêm atividades exploratórias, pelo menos motivo das TICLE.

Outro exemplo interessante na área é Storyline desenvolvido pelos pesquisadores Ricardo Nemirovsky e Tracey Wright, neste sistema tangível, há dois trilhos, um carro azul e um vermelho, e componentes auxiliares como uma estação de trem, uma fazenda, lojas e uma agência dos correios. Quando os carros são movidos ao longo dos trilhos, um gráfico muda automaticamente na tela de projeção. O retorno ocorre em tempo real das posições físicas dos carros em um gráfico de distância por tempo. O computador armazena a movimentação feita com os carros. Quando a tecla de play é acionada, os carros reproduzem o movimento e o gráfico é refeito na tela. Também é possível escolher entre gráficos pré-definidos e ver como os carros se movimentam de acordo com eles. O propósito do sistema é relacionar conceitos matemáticos a experiências físicas no mundo real. O retorno visual é a principal saída do sistema permitindo que os usuários explorem um modelo físico-matemático e tire suas conclusões, sendo então uma atividade exploratória.

Mais um exemplo são as mesas educativas que foram desenvolvidas pela empresa Positivo Informática, e permitem o desenvolvimento de coordenação motora, expressão oral e escrita, pensamento lógico, entre outros, além de promover a estimulação de crianças com deficiências físico-motoras e

mentais. As atividades são estruturadas em função da idade e nível de aprendizagem. A interação com o sistema pode ser feita diretamente com a interface gráfica através do mouse e de um teclado especial. As mesas possuem um caráter de atividades colaborativas, pois permitem o trabalho conjunto de até seis crianças, favorecendo e estimulando a socialização e o desenvolvimento de atividades em grupo, coordenação motora, expressão oral e escrita, desenvolvimento do pensamento lógico, direção e sentido, orientação espacial, percepção visual, comparação e associação, sistema de numeração decimal, operações fundamentais, frações e tudo indica que as atividades realizadas são de caráter exploratório.

Conclusão

Podemos definir Interface Natural do Usuário (NUI) como sendo uma interface de usuário que se utiliza comportamentos naturais e humanos para interagir de forma direta com o conteúdo digital. A interface natural é uma camada de software em uma aplicação computacional que é responsável pelas ligações das interações do usuário com o computador de uma forma intuitiva e natural, provida através do corpo, voz, toque e gestos.

A proposta das interfaces tangíveis é agregar computação aos objetos físicos, expandindo as possibilidades oferecidas pelos mesmos. No contexto educacional, a computação aliada aos materiais concretos pode vir a auxiliar mais efetivamente o processo de ensino-aprendizagem, fornecendo novas possibilidades de interação e multimídia para incrementar as atividades didáticas.

Referências

- BUXTON, Bill. CES 2010: NUI with Bill Buxton. 2010. Disponível em: <<http://channel9.msdn.com/blogs/larrylarsen/ces-2010-nui-with-bill-buxton>>
- [Eisenberg et al., 2003] Eisenberg, M., Eisenberg, A., Hendrix, S., Blauvelt, G., Butter, D., Garcia, J., Lewis, R., & Nielsen, T. (2003). As we may print: New directions in output devices and computational crafts for children. In Proceedings of Interaction Design and Children (IDC'03), Preston, UK.
- Fishkin, K. (2004). "A taxonomy for and analysis of tangible interfaces". In: Personal and Ubiquitous Computing, 8(5):347–358.
- <http://www.netmf.com/gadgeteer/what-is-gadgeteer.aspx>
<http://pt.slideshare.net/PatriciaBarbosa1/monografia-interfaces-tangiveis>
- <http://cee.uma.pt/edu/ihm/slides/IHM12%20-%20Interfaces%20Tang%C3%ADveis%20e%20Realidade%20Aumentada.pdf>
- http://www.cin.ufpe.br/~ccte/publicacoes/dissertacao_Taciana.pdf
- <http://cin.ufpe.br/~asg/publications/files/IHC-2006-Ubiquidade.pdf>
- <http://www.n4f.blog.br/2010/06/30/um-mundo-com-interfaces-tangiveis/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Tangible_user_interface
- Hummels, C., & Stappers, P. J. (1998). Meaningful gestures for human computer interaction: beyond hand postures Paper presented at the Third IEEE International Conference.
- [Ishii & Ullmer, 1997] Ishii, H. & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97), Atlanta, USA. ACM Press.
- JOHNSON, Steven. "Cultura da interface: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar". Rio de Janeiro; Jorge Zahar Ed., 2001
- [Marshall et al., 2003] Marshall, P., Price, S., & Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. In Proceedings of Interaction Design and Children (IDC'03), Preston, UK. ACM Press.
- [O'Malley & Fraser, 2004] O'Malley, C. & Fraser, D. S. (2004). Literature review in learning with tangible technologies. Technical Report 12, NESTA Futurelab.
- Reality User Interface (RUI), in the paper of the Closing Keynote Address, entitled "Reconfigured Self as Basis for Humanistic Intelligence", Steve Mann, USENIX-98, New Orleans June 15–19, 1998, Published in: ATEC '98 Proceedings of the annual conference on USENIX Annual Technical Conference USENIX Association Berkeley, CA, USA ©1998
- <http://whatis.techtarget.com/definition/natural-user-interface-NUI>
- Saffer, D. (2008). Designing Gestural Interfaces. In M. Tressler (Eds.), O'Reilly Media, Inc.
- Zuckerman, O., Saeed, A., and Resnick, M. (2005). "Extending tangible interfaces for Education: digital Montessori-inspired manipulatives." In: Proceedings of the CHI'05, 859–868, USA.