

Uma Abordagem Multiagente para Disponibilização de Anúncios Cientes de Contexto em Ambientes Pervasivos

Frederico M. Bublitz¹, Hyggo O. de Almeida², Angelo Perkusich²

¹Departamento de Computação – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

²Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

fredbublitz@uepb.edu.br, {hyggo@dsc, perkusich@dee}.ufcg.edu.br

Abstract. *Pervasive Advertising stands out from other forms of ad-serving by using contextual information of consumers, delivering only the most appropriate ads to a given situation. However, it is necessary to find out an equilibrium between the interests of both consumers and advertisers. In this paper, we present a multiagent solution to reach this equilibrium and provide a context aware ad-serving. Experiments show that the solution is efficient in finding this balance.*

Resumo. *A Propaganda Pervasiva destaca-se das demais formas de veiculação de anúncios por fazer uso da informação contextual do consumidor para entregar os anúncios mais adequados à sua situação. Porém, é necessário encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e dos anunciantes. Neste trabalho, é apresentada uma solução multiagente para obter esse equilíbrio e proporcionar a veiculação de anúncios sensíveis ao contexto dos consumidores. Experimentos indicam que a solução apresentada mostra-se eficiente na busca desse equilíbrio.*

1. Introdução

A propaganda exerce um papel fundamental no plano de *marketing* de uma empresa. Ela é responsável pela divulgação de um produto às pessoas, através de anúncios publicitários, buscando meios de atingir os interesses do consumidor e despertar o desejo pelo produto. Para o consumidor, a propaganda é uma forma de filtrar, dentre a vasta quantidade de produtos existentes, aqueles que satisfazem suas necessidades (Bernays, 1928).

Dentre as mídias disponíveis para veiculação de um anúncio, as mais tradicionais são a mídia impressa, o rádio e a televisão. O desenvolvimento tecnológico vem proporcionando o surgimento de novos meios para a veiculação de propagandas, dentre os quais podem ser destacados a propaganda na Internet (*Internet Advertising*), a propaganda em dispositivos móveis (*Mobile Advertising*) e a propaganda em painéis digitais (*Digital Signage*).

É notório que esses novos meios de comunicação oferecem um grande diferencial para as empresas, mas a computação pervasiva (Weiser, 1991) permite que os anúncios possam atingir um nível de personalização ainda maior, através do uso da informação

contextual. Assim, a Propaganda Pervasiva (*Pervasive Advertising*) permite que esses meios de comunicação utilizem das informações relativas ao contexto do consumidor (tais como perfil, histórico, conexões sociais e interesses) para determinar a relevância dos anúncios, exibindo apenas os anúncios mais adequados ao seu contexto (Ranganathan and Campbell, 2002).

Porém, a entrega de anúncios relevantes por si só não garante a satisfação do consumidor. Por exemplo, imagine que um consumidor faça parte do público-alvo de dez empresas diferentes e que os anúncios dessas empresas possuem um índice de relevância alto para ele. Se forem levados em consideração os interesses dos anunciantes, que querem divulgar seus produtos ao maior número possível de clientes em potencial, todos os anúncios serão entregues. Contudo, é muito comum que o nível de satisfação do consumidor diminua se esses anúncios forem enviados para seus dispositivos pessoais num curto intervalo de tempo, mesmo que eles sejam relevantes.

Esse cenário revela uma situação de conflito entre os interesses dos consumidores e as intenções dos anunciantes, mesmo já se tendo a informação de que os anúncios são relevantes. Note que se a divulgação levar em conta apenas os objetivos dos anunciantes, o índice de satisfação do consumidor deve diminuir. Em contrapartida, se forem levados em consideração os interesses dos consumidores é provável que os objetivos de alguns anunciantes, no que se refere à quantidade de anúncios divulgados, não sejam atingidos. Sendo assim, é preciso encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e dos anunciantes. Na literatura não foram encontradas propostas de soluções para essa questão, como pode ser observado na Seção 2.

Para contornar esse problema, a principal hipótese neste trabalho é que é possível encontrar esse equilíbrio através de uma abordagem multiagente, proporcionando uma veiculação de anúncios mais adequada ao contexto dos consumidores e aos interesses dos anunciantes. Essa crença decorre do fato de que sistemas multiagentes são formados por entidades autônomas que podem interagir/negociar de acordo com normas/políticas previamente estabelecidas. A ideia que agentes representando os consumidores e os anunciantes negociem, através de propostas e contra-propostas a fim de obterem a melhor relação entre seus objetivos e interesses.

Mediante o que foi exposto até o momento, apresenta-se neste trabalho um modelo de negociação multiagente capaz de disponibilizar anúncios cientes de contexto em ambientes pervasivos, detalhado na Seção 3. A validação empírica do modelo de negociação está descrita na Seção 4. Por fim, na Seção 5, apresentam-se as conclusões do trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

Embora ainda não haja uma efetiva utilização da Propaganda Pervasiva, de acordo com a literatura consultada, muitos trabalhos já utilizam a tecnologia oferecida pela Computação Pervasiva como forma de trazer os anúncios que impactem positivamente o consumidor. De um modo geral procura-se fazer uso da informação de contexto dos consumidores (Bader et al., 2011) com a finalidade de aumentar a relevância dos anúncios, sendo que alguns focam em aspectos específicos da informação contextual, tais como a formação de um perfil (Coursaris et al., 2010) e o estudo da localização do consumidor (Lee, 2010).

Isso é importante, pois além de permitir que haja uma maior relevância associada aos anúncios, permite-se que haja uma maior tolerância por parte dos consumidores

em receber os anúncios. Shannon and Quigley (2009), por exemplo, enfatizam que os usuários estão cada vez mais ignorando anúncios, que por sua vez estão cada vez mais agressivos. Este é um dos grandes desafios quando se trata da veiculação de anúncios em dispositivos pessoais.

Existem trabalhos cujo objetivo consiste em fornecer mecanismos que permitam a veiculação de anúncios mais efetivos em *TVs de Parede* (i.e., *Sinalização Digital*). Katoh and Takami (2008) exploram a possibilidade do uso de etiquetas RFID para veiculação de anúncios de acordo com os produtos que os usuários possuem. Algo similar é proposto por Maeda et al. (2010), que apresenta um sistema para veiculação de anúncios em locais públicos, que usa transmissão de ondas de TV para detectar a presença de usuários próximos ao *display*. Já Strohbach and Martin (2011) focam em adaptar o conteúdo exibido nos *displays* de acordo com o nível de atenção dos consumidores aos anúncios exibidos.

Narayanaswami et al. (2008) introduzem o que eles chamam de *pervasive symbiotic advertising*, termo usado para ilustrar a visão de mundo onde dispositivos computacionais estabelecem uma relação de simbiose. Strohbach and Martin (2011) descrevem um protótipo de software que funciona nos termos de *pervasive symbiotic advertising*. Esta linha é adotada também no trabalho de Ferdinando et al. (2009) que mostra como a utilização da tecnologia pervasiva pode ser útil no que se refere à adaptação de anúncios ao contexto dos usuários num cenário de um *display* público.

Como pode ser notado, muito se tem feito no sentido de tornar a Propaganda Pervasiva uma realidade. Grande parte do que já foi feito pela Propaganda Móvel, Propaganda na Internet e Sinalização Digital serve como impulso para a área de Propaganda Pervasiva. As principais contribuições dessas áreas provêm da utilização da informação do usuário para obtenção de anúncios mais relevantes. Entretanto, somente com o paradigma de Computação Pervasiva é que o acesso a essa informação torna-se viável.

A utilização dessa informação associada ao grande poder de audiência e de acessibilidade oferecido pelos dispositivos, faz da Propaganda Pervasiva uma das áreas de aplicações mais promissoras da atualidade. O problema é que os avanços obtidos pelas áreas correlatas, não se aplicam diretamente à Propaganda Pervasiva. Por exemplo, para lidar com dispositivos pessoais é preciso estar atento ao requisito de *intrusividade*, que até então era algo que não podia ser tratado. Perceba que os trabalhos citados nesta seção atacam, de forma direta ou indireta, esse requisito. Entretanto, nenhum deles aborda a questão da necessidade de equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e os interesses dos consumidores.

3. Modelo Multiagente para Veiculação de Anúncios

O processo de entrega de anúncios pode ser dividido em duas grandes etapas. A primeira consiste em criar uma classificação dos anúncios por ordem de relevância de acordo com o contexto do usuário. A segunda trata do processo de argumentação entre os agentes para efetivar a entrega dos mesmos. Essas etapas levam em conta a existência de alguns elementos, os quais estão descritos a seguir.

3.1. Elementos Envolvidos no Processo

Agentes

Os principais agentes do sistema são os que representam o consumidor e o anunciante. Além desses, existem os agentes que executam nos dispositivos a fim de permitir ao modelo lidar com heterogeneidade dos ambientes pervasivos e o agente que faz o papel de mediador entre anunciantes e consumidores a fim de aumentar a privacidade dos dados dos usuários. Na Tabela 1 é apresentado um resumo dos principais agentes envolvidos no modelo e o papel de cada um deles.

Tabela 1. Resumo dos papéis/responsabilidades de cada agente.

TIPO DO AGENTE	PAPEL
AGENTE DO ANUNCIANTE	Representar o anunciante; Gerenciar os anúncios.
AGENTE DO USUÁRIO	Representar o usuário; Gerenciar o contexto do usuário.
AGENTE DE DISPOSITIVO	Gerenciar o contexto do dispositivo; Obter informações do usuário; Veicular anúncios.
AGENTE MEDIADOR	Identificar AGENTES DOS USUÁRIOS que possam estabelecer relação de consumo com AGENTES DOS ANUNCIANTES.

O Ticket

O *ticket* assume o papel de uma moeda de negociação, tendo a finalidade de permitir que os agentes negociem sem trocar informações, garantindo a privacidade dos dados dos usuários. Desse modo as propostas e contra-propostas são feitas com base na quantidade de *tickets* oferecida/solicitada pelos agentes. Quando os agentes chegam a um acordo, um contrato é firmado e o AGENTE DO USUÁRIO recebe do AGENTE DO ANUNCIANTE a quantidade de *tickets* ofertada pelo mesmo.

Função de Utilidade do Agente

A função de utilidade pode ser vista como um valor que indica a pré-disposição do agente em receber ou enviar um anúncio. Por exemplo, um agente que representa um usuário que já recebeu cinco anúncios num curto período tem uma baixa pré-disposição para receber outro anúncio. O mesmo acontece com um agente que representa um anunciante e que já cumpriu a sua meta de envios. Note que essa baixa pré-disposição independe da relevância do anúncio para o consumidor.

Para o AGENTE DO ANUNCIANTE a função de utilidade representa sua necessidade de enviar um anúncio. Para o AGENTE DO USUÁRIO esse valor representa o nível de satisfação que o anúncio deve atingir. Ou seja, para o AGENTE DO ANUNCIANTE quanto maior esse valor maior será sua pré-disposição em enviar um anúncio, enquanto para o AGENTE DO USUÁRIO quanto maior esse valor menor será sua pré-disposição em receber um anúncio. O cálculo da função de utilidade do agente é feito com base nos diversos dados referentes ao contexto do agente, conforme a seguir:

$$U_{agente} = \sum_{i=1}^n \phi(v_{C_i}, \kappa), \quad (1)$$

onde C_i representa uma informação contextual e κ o ‘peso’ associado a essa informação.

Por exemplo, na medida em que aumenta a quantidade de anúncios exibidos num certo período de tempo ($C_i = v_{ads_{\Delta t}}$), o nível de interesse do consumidor em receber anúncios, seja ele relevante ou não, diminui. Dessa forma, tem-se que:

$$\phi(v_{ads_{\Delta t}}, 2) = (v_{ads_{\Delta t}})^2,$$

onde $v_{ads_{\Delta t}}$ representa a quantidade de anúncios que foram exibidos no período de tempo Δt . Para essa informação foi adotado um crescimento exponencial, mais precisamente quadrático ($\kappa = 2$), para garantir que à medida que novos anúncios são enviados ao consumidor haja uma diminuição significativa na chance de envio de outros anúncios.

Cálculo da Relevância do Anúncio

A relevância do anúncio para o usuário é dada pela relevância do anúncio mediante o sexo, a idade, a renda e as preferências do usuário, dividida pela quantidade de vezes que o anúncio já foi exibido para o usuário:

$$\Phi(ad_i, user_j) = \frac{\sum_{k=1}^n \Phi(T_{k_{ad_i}}, T_{k_{user_j}})}{v_{\Delta t}(ad_i, user_j) + 1}, \quad (2)$$

onde:

- T_k represente o k -ésimo elemento do vetor $T = [sexo, idade, renda, \dots]$;
- $\Phi(T_{k_{ad_i}}, T_{k_{user_j}})$ é a relevância do anúncio para usuário mediante o elemento T_k . Por exemplo, para $k = 1$, $T_1 = sexo$, portanto $\Phi(sexo_{ad_i}, sexo_{user_j})$ retorna a relevância do anúncio i para o usuário j de acordo com o sexo.
- $v_{\Delta t}(ad_i, user_j)$ representa a quantidade de vezes que o anúncio i já foi exibido ao usuário j . Isso permite diminuir, mas não eliminar, a possibilidade de enviar um anúncio que já foi exibido para um usuário num certo intervalo de tempo.

3.2. Seleção e Ranqueamento dos Anúncios Relevantes

A primeira etapa do processo de entrega de anúncios cientes de contexto consiste no ranqueamento de acordo com a relevância. Na Figura 1 ilustra-se como ocorre o processo de seleção e classificação de anúncios mediante uma requisição do AGENTE DO USUÁRIO. Essa requisição pode ser originada por várias razões, tais como devido a uma mudança de localização, a adição de uma nova categoria (i.e., interesse) no perfil do usuário, por uma requisição explícita do usuário, ou pela recomendação de um anúncio por um amigo. O processo ocorre como segue:

1. Quando há alguma alteração no contexto do usuário, o AGENTE DO USUÁRIO solicita ao AGENTE MEDIADOR anunciantes que satisfaçam a essa condição de contexto. Por exemplo, para um usuário que volta para casa após o trabalho pode-se considerar a mudança da atividade (`activity=relax`) e do local (`place=home`) no estado do agente como gatilho para início do processo.

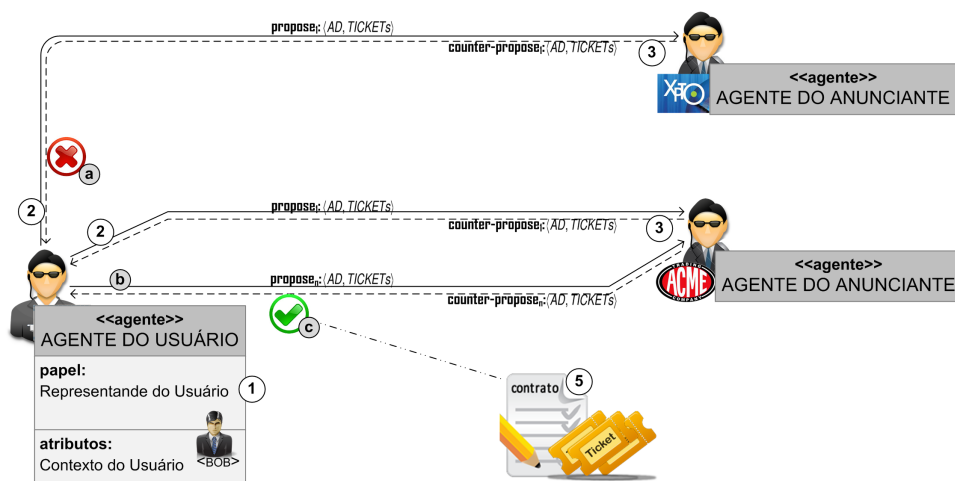


Figura 2. Negociação entre consumidores e anunciantes.

2. Essas propostas são enviadas a cada um dos AGENTES DOS ANUNCIANTES detentores dos anúncios.
3. Com base nas propostas recebidas, os AGENTES DOS ANUNCIANTES fazem suas contra-propostas ao AGENTE DO USUÁRIO.
4. O AGENTE DO USUÁRIO avalia as contra-propostas e;
 - (a) Rejeita a oferta e interrompe o processo;
 - (b) Faz uma nova proposta e dá continuidade ao processo;
 - (c) Aceita e fecha um acordo.
5. Quando o acordo é alcançado, é selado um contrato e os *tickets* são transferidos do AGENTE DO ANUNCIANTE para o AGENTE DO USUÁRIO.

4. Validação Empírica

Este experimento foi realizado com a intenção de responder a seguinte pergunta: *é possível que a solução multiagente desenvolvida ofereça anúncios relevantes levando em consideração as necessidades dos anunciantes?* Para isso, o modelo de negociação tomou como ponto de partida as informações de contexto dos consumidores e os objetivos dos anunciantes tais como quantidade de anúncios a serem entregues e o tempo de veiculação do anúncio. Diante disso, foram formuladas as seguintes hipóteses:

Hipótese Nula - H_0 : O nível de relevância do anúncio (representado pelo símbolo Φ) oferecido pelo modelo aqui proposto (*this*) é equivalente ou pior que o do envio aleatório de anúncios (*random*) e a Variância (σ) com relação ao total de anúncios enviados por anunciante do modelo é equivalente ou pior que a do envio aleatório (i.e., possui um valor maior ou igual).

$$H_0 : \Phi_{this} \leq \Phi_{random} \text{ e } \sigma_{this} \geq \sigma_{random}$$

Hipótese Alternativa - H_1 : O nível de relevância do anúncio oferecido pelo modelo aqui proposto é equivalente ou superior ao envio aleatório de anúncios e a Variância com relação ao total de anúncios enviados por anunciante do modelo é melhor que a do envio aleatório.

$$H_1 : \Phi_{this} \geq \Phi_{random} \text{ e } \sigma_{this} < \sigma_{random}$$

O processo de obtenção dos dados se fez através de um formulário Web, onde para cada usuário eram apresentados 5 (cinco) anúncios distintos de cada um dos modelos. Para cada anúncio apresentado ao usuário, o mesmo informava se o anúncio foi

relevante ou não. Durante o período de obtenção dos dados, 124 usuários participaram e responderam à pesquisa. A análise intuitiva das respostas dos usuários revelou que a utilização do modelo de negociação, mesmo considerando-se as necessidades dos anunciantes mostrou-se mais eficiente que o envio aleatório, enviando um quantidade maior de anúncios relevantes (cerca de 77% a mais), conforme ilustrado na Figura 3.

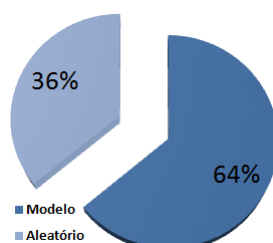


Figura 3. Comparativo do nível de relevância dos anúncios: Total de Anúncios Relevantes Enviados.

Contudo, isso ainda não é suficiente para garantir, estatisticamente, que o modelo é melhor. Para uma correta análise estatística faz-se necessário primeiro testar a normalidade dos dados. Para testar a simetria dos dados foi considerado o cálculo dos valores de *Skewness*, já para o achatamento o teste de *Kurtosis*. Para encontrar o grau de simetria e de achatamento foram utilizados os testes *Z-Skewness* e *Z-Kurtosis*. A verificação da normalidade dos dados utilizou-se dos testes de *Shapiro* e *Anderson Darling*. Os resultados dos testes, exibidos na Tabela 2, foram aplicados em relação ao nível de aceitação do usuário (relevância do anúncio).

Tabela 2. Níveis de aceitação do Modelo e do envio aleatório.

	SKEWNESS	KURTOSIS	Z-SKEWNESS	Z-KURTOSIS	SHAPIRO	ANDERSON DARLING
Aleatório	0.1982106	1.728796	0.647353	2.823112	W = 0.8542 p-value: 2.215e-06	A = 3.296, p-value: 2.395e-08
Modelo	0.04441399	2.276573	0.1009544	2.58736	W = 0.8783, p-value: 0.002166	A = 1.669, p-value: 0.0002176

Os resultados fornecidos em todos os testes revelam que os dados não são normais. Sendo assim, não é possível usar testes paramétricos na Análise de Inferência para a comparação dos tratamentos confrontando os modelos.

Como existem apenas dois modelos o teste não paramétrico escolhido foi o *Wilcoxon Mann-Whitney* que confirmou a análise intuitiva inicial, comprovando que o modelo retorna anúncios mais relevantes para os consumidores que o envio aleatório. Na Figura 4 ilustra-se a distribuição das avaliações nos dois modelos.

No que se refere aos objetivos dos anunciantes o modelo de negociação se sobressai de forma significativa em relação ao envio aleatório. Na Tabela 3 duas informações importantes comprovam a superioridade do modelo. A primeira delas é quanto a quantidade de anunciantes atendidos, que mostra que enquanto o modelo de negociação possibilitou que todos os anunciantes enviassem anúncios, durante o envio aleatório esse número caiu para 92%, revelando que boa parte dos anunciantes não enviaram nenhum anúncio. A segunda refere-se a dispersão em relação a quantidade de anúncios enviados por anunciante, o modelo apresenta uma variância de 0.92 contra 4.39 do aleatório, revelando que no

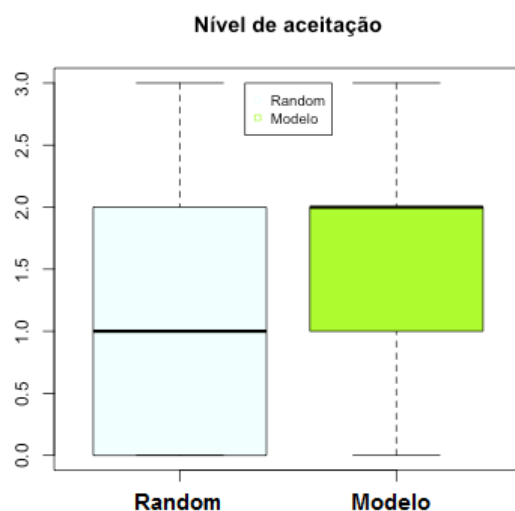


Figura 4. Diagrama de extremos e quartis da avaliação de relevância: Nada relevante(1), relevante(2) e muito relevante(3)

envio aleatório alguns anunciantes enviaram muitos anúncios e outros poucos. No modelo de negociação, o baixo valor da variância revela que todos enviaram uma quantidade de anúncios próxima da média, que era o resultado esperado dado que todos os anunciantes tinham o mesmo objetivo.

Tabela 3. Análise da satisfação do anunciante.

	ALEATÓRIO	MODELO
Anunciantes Atendidos	92%	100%
Variância*	4.39	0.92
* em relação a quantidade de anúncios por anunciante		

Esse experimento mostra claramente a superioridade do modelo de negociação frente ao envio aleatório e que a utilização do modelo de negociação atende aos objetivos dos anunciantes ao mesmo tempo em que trouxe um aumento significativo na relevância dos anúncios. Essa análise serve como um forte indicativo de que a hipótese que o modelo de negociação é eficiente em encontrar o equilíbrio desejado é válida.

5. Conclusões

Foi descrito nesse artigo um modelo de negociação para entrega de anúncios cientes de contexto em ambientes pervasivos. O modelo de negociação foi criado visando encontrar um equilíbrio entre as necessidades dos consumidores e os interesses dos anunciantes. Para isso, o sistema leva consideração as informações de contexto dos consumidores e os objetivos dos anunciantes ao iniciar uma campanha publicitária.

Com o intuito de verificar se o modelo atende aos requisitos, foi feita uma avaliação experimental onde constatou-se que o modelo permite oferecer anúncios mais relevantes para os consumidores ao mesmo tempo em que atende aos interesses dos anunciantes. Isso mostra que modelo de negociação consegue encontrar o equilíbrio desejado.

Sob o ponto de vista da propaganda, esse cenário de equilíbrio representa um avanço significativo para a área, uma vez que até então o anunciante tinha pouca

informação sobre o andamento da campanha publicitária, não tendo dados precisos referentes a veiculação dos anúncios. Além disso, o modelo de negociação aqui apresentado oferece uma forma de cobrança mais justa, através de métricas criadas com base nos acordos fechados pelos agentes.

Um ponto que precisa ser melhorado diz respeito à realização de outros experimentos que comparem o modelo com os que são tradicionalmente utilizados para obter anúncios relevantes. O objetivo desses novos experimentos é verificar se o nível de relevância obtido pelo modelo de negociação permanece maior ou equivalente aos demais.

Referências

- Bader, R., Neufeld, E., Woerndl, W., and Prinz, V. (2011). Context-Aware POI Recommendations in an Automotive Scenario using Multi-Criteria Decision Making Methods. In *Proceedings of the 2011 Workshop on Context-awareness in Retrieval and Recommendation*, CaRR '11, pages 23–30, New York, NY, USA. ACM.
- Bernays, E. (1928). *Propaganda*. Horace Liveright.
- Coursaris, C. K., Sung, J., and Swierenga, S. J. (2010). Effects of Message Characteristics, Age, and Gender on Perceptions of Mobile Advertising - An Empirical Investigation among College Students. In *Proceedings of the 2010 Ninth International Conference on Mobile Business / 2010 Ninth Global Mobility Roundtable*, ICMB-GMR '10, pages 198–205, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- Ferdinando, A. D., Rosi, A., Lent, R., Manzalini, A., and Zambonelli, F. (2009). MyAds: A System for Adaptive Pervasive Advertisements. *Pervasive and Mobile Computing*, 5(5):385–401.
- Katoh, N. and Takami, K. (2008). A Method of Advertisement Selection in Multiple RFID-Tags Sensor Network for a Ubiquitous Wide-Area Advertising Service. In *Proceedings of the 2008 Second International Conference on Sensor Technologies and Applications*, pages 519–524, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- Lee, Y.-C. (2010). Factors Influencing Attitudes Towards Mobile Location-based Advertising. In *Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2010 IEEE International Conference on*, pages 709–712.
- Maeda, K., Nishi, M., Yoshida, T., Suzuki, K., and Inoue, H. (2010). Digital Signage with Audience Detection Using TV Broadcasting Waves. In *Applications and the Internet (SAINT), 2010 10th IEEE/IPSJ International Symposium on*, pages 225–228.
- Narayanaswami, C., Coffman, D., Lee, M. C., Moon, Y. S., Han, J. H., Jang, H. K., Mcfaddin, S., Paik, Y. S., Kim, J. H., Lee, Park, J. W., and Soroker, D. (2008). Pervasive Symbiotic Advertising. In *HotMobile '08: Proceedings of the 9th workshop on Mobile computing systems and applications*, pages 80–85, New York, NY, USA. ACM.
- Ranganathan, A. and Campbell, R. H. (2002). Advertising in a Pervasive Computing Environment. In *WMC '02: Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce*, pages 10–14, New York, NY, USA. ACM.
- Shannon, R. and Quigley, A. (2009). From Intrusive to Supportive: Recommendations for Pervasive Advertising. In Müller, J., Schmidt, A., Quigley, A., and Begole, B., editors, *Proceedings of Workshop on Pervasive Advertising*, pages 21–24, Nara, Japan.
- Strohbach, M. and Martin, M. (2011). Toward a Platform for Pervasive Display Applications in Retail Environments. *Pervasive Computing, IEEE*, 10(2):19–27.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3):66–75.