

Wikicrimes 15 anos depois: Ainda há razões para apostar em mapeamento colaborativo?

Vasco Furtado¹

¹Programa de Pós-graduação em Informática Aplicada – Universidade de Fortaleza
Av. Washington Soares 1321, Fortaleza, CE Brazil

vasco@unifor.br

***Abstract.** In this article I reflect on the learning obtained, both in scientific-technological and social aspects, from the implementation of a collaborative crime mapping project launched 15 years ago. In addition, this reflection aims to explore research paths in the light of new technological developments to tackle challenges that persist as well as discussing the implications for the public administration.*

***Resumo.** Neste artigo reflito sobre o aprendizado obtido, tanto em aspectos científico-tecnológicos quanto sociais, a partir da implantação de um projeto de mapeamento colaborativo de crimes lançado há 15 anos. Essa reflexão visa ainda prospectar caminhos de pesquisa à luz de novos desenvolvimentos tecnológicos de forma a enfrentar desafios que ainda persistem, bem como discutir as implicações existentes para a gestão pública,*

1. Introdução

O entusiasmo pela solução de problemas baseada na Inteligência Coletiva adveio com o surgimento da Wikipédia em 2001 e com todas as ferramentas da chamada Web 2.0 que se desenvolveram no final do século XX e início do século XXI. O título do livro, lançado em 2010, que se tornou referência “*Wikinomics. How Mass Collaboration Changes Everything*” reflete o otimismo da época [Tapscott e Williams, 2010]. A Web 2.0 prometia, com suas ferramentas para facilitar a participação das pessoas em projetos colaborativos, a construção de produtos que seriam dificilmente feitos de forma individual. Com o surgimento do *Google Maps* (2005), colaboração para criar mapas para populações necessitadas em desastres climáticos, guerras ou para registrar fatos da vida urbana, se constituiu numa das áreas dessa *Wikinomia*. De forma geral, mapeamento colaborativo ou sistemas VGI (*Volunteer Geographic Information*), são sistemas de informação visando: i) aquisição de conhecimento espacial, ii) solução de problemas geográficos e iii) formação de ideias [Bravo e Sluter, 2018]. Nos anos seguintes, consolidaram-se as conferências científicas sobre o tema (e.g *ACM-Collective Intelligence* surgiu em 2012) que ainda desperta significativo interesse tanto que SAGE e ACM lançaram recentemente um novo periódico¹.

Foi nesse contexto que, durante meu estágio pós-doutoral em Stanford, CA, no *Knowledge System Laboratory* (KSL), em meados de 2007 iniciei um projeto que visava, por meio de um sítio web, realizar o mapeamento colaborativo de crimes. Wikicrimes

¹ *Collective Intelligence* (<https://journals.sagepub.com/home/COL>), em agosto de 2022).

(www.wikicrimes.org) foi lançado no início de 2008 com a proposta de ser esse sítio. Tratava-se de iniciativa inovadora no mundo. Havia o sentimento de que ela continha ingredientes para chamar a atenção das pessoas: inovação tecnológica (API do Google Maps era novinha!), relevância da Segurança Pública em vários países, no Brasil em especial, além de se tratar de uma solução inovadora praticando o ainda recente conceito lançado pela Wikipedia. A cobertura espontânea das mídias nacional² e internacional³ mostrou que esse sentimento era verdadeiro.

Eu tinha sido diretor de tecnologia da Secretaria de Segurança do Ceará por 8 anos e conhecia as dificuldades e desafios que envolviam a coleta e análise de dados criminais. Coordenava uma equipe de alunos de graduação e pós-graduação que estava disposta a explorar as “novas” APIs do *Google Maps*. Tinha tudo para dar certo. E deu. Até certo ponto. Na verdade, ainda está dando. O fato de estar aqui refletindo, quinze anos depois, sobre todo esse processo significa que um dos objetivos foi plenamente atingido: o de avançar o conhecimento sobre criminalidade e inteligência coletiva por meio de uma experiência concreta. Reconheço que nem todos os desdobramentos foram da forma como havia imaginado. A experiência mostrou-se mais rica do que somente criar o sítio web. Wikicrimes acabou se tornando um laboratório para se compreender o processo de mapeamento colaborativo, bem mais do que para compreender a criminalidade em si. Até porque o objetivo finalístico de se ter o mapa de crimes construído pelas pessoas, que tivesse uso para todos, não foi satisfatoriamente atingido.

Neste artigo, revisito o projeto à luz da realidade atual do mapeamento colaborativo e das novas tecnologias que surgiram desde então. De Waze a *Open Street Map* (OSM), o que podemos concluir que deu certo? Quais fatores críticos de sucesso ou insucesso das iniciativas que ainda hoje estão sendo lançadas? Ao fazer isso, identifico direções de pesquisa e reflito sobre a postura dos governos quando esses projetos visam mapear ocorrências de fatos que são de sua competência apurar e dar .

2. WikiCrimes: Mapeamento Colaborativo de Crimes

2.1 O Problema e a Visão

A subnotificação de crimes era, à época do nascimento de Wikicrimes, e ainda é, um problema mundial. No Brasil esse problema sempre foi e continua sendo mais importante do que na maioria dos países ocidentais. Diversos fatores, que vão da naturalização do crime até a má qualidade do serviço de atendimento ao cidadão, passando pela pouca credibilidade nas polícias, fazem com que as pessoas não registrem crimes. Estima-se que a subnotificação possa ser 60% em grandes centros urbanos para crimes contra o patrimônio⁴.

Os esforços das autoridades policiais para resolver a questão são tímidos. Até porque registrar crimes infla a cifra o que leva a especulações de que houve aumento da criminalidade. Em um cenário desse, solicitar para que a população registre, de forma transparente, em um espaço público é uma alternativa. O Estado teria uma outra fonte de dados para prestar melhor serviço enquanto os cidadãos teriam um canal de registro fácil,

² <https://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL420446-5602,00-SITE+BRASILEIRO+QUER+MAPEAR+CRIMES+NO+MUNDO.html>

³ <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7347101.stm>

⁴ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-12/pesquisa-do-ibge-mostra-subnotificacao-de-roubos-e-furtos-no-brasil>

sem transtornos, além de terem serviços que indicariam os locais mais perigosos ou as rotas mais seguras a serem traçadas entre uma origem e um destino.

Existia a expectativa de que as polícias brasileiras seguiriam o exemplo das congêneres dos EUA e da Europa, as quais já tinham começado a abrir seus dados. Isso impulsionaria a construção de um mapa completo de crimes. Hoje em dia, dados abertos governamentais são uma realidade e os ocorrências criminais coletadas por praticamente todas as polícias americanas, canadenses e europeias estão disponíveis. Nenhuma polícia brasileira abre seus dados.

2.2 Apogeu

Wikicrimes nasceu da visão acima descrita. O software permite o fácil registro da ocorrência (em comparação com registrar em uma delegacia de polícia) e possui serviços para mostrar mapas de calor, rotas mais seguras, comparações entre locais, estatísticas, envio de notificações caso crimes ocorram dentro de uma área customizada pelo usuário, etc. Versões mobile⁵ e integradas em redes sociais (Facebook, Ning) foram desenvolvidas. Colaborações com a mídia tradicional foram estabelecidas. As versões *on line* desses veículos de notícia passaram a usar pequenos mapas exportados por WikiCrimes indicando o lugar do crime que estava sendo noticiado. Colaborações com entidades civis para a divulgação do projeto também foram estabelecidas. A correlação positiva entre divulgação e registros por participações foi facilmente percebida. Fortaleza, Rio e São Paulo foram as cidades (nessa ordem) que tiveram mais participações com registros, pois nelas mais divulgações ocorreram.

Os três primeiros anos foram ricos de experiências, de exposição midiática e de interações com a sociedade. O artigo “Collective Intelligence in Law Enforcement: The WikiCrimes System”, publicado na *Information Science* teve mais de 130 citações [Furtado *et al.*, 2010]. Nele, um foco é dado em uma característica que se tornou um grande diferencial de WikiCrimes: o modelo de reputação do usuário que era construído.

Esse modelo de reputação foi uma forma de tentar responder a uma crítica frequente e que, principalmente, as polícias faziam: como saber se a ocorrência registrada tinha de fato ocorrido? Embora nem a Polícia possa garantir essa veracidade quando uma denúncia é feita num distrito policial, (ou através de um boletim de ocorrência *on-line*, procedimento comum hoje em dia), o problema existe. Surgiu então a ideia de considerar os usuários de Wikicrimes como fazendo parte de uma comunidade onde possuiriam uma reputação a partir de seu comportamento. Similar a Wikipedia, que possui classes de usuários, somente essa medida não garante que todo registro efetuado no sistema seja fidedigno, mas dá controle a quem busca consultar informação no sítio. Permite, por exemplo, olhar a mancha de crimes considerando somente os registros feitos por usuários reputados. Algoritmos que buscavam identificar atividades maliciosas (que pudessem inflar a criminalidade em uma certa região, por exemplo) também foram desenvolvidos [Furtado et al. 2009], [Caminha e Furtado, 2012].

⁵ <https://www.androidlista.com.br/item/android-apps/183224/wikicrimes-mobile/>

2.3 Ocaso

Logo depois do lançamento do sítio web, uma carta registrada foi enviada a todas as polícias brasileiras convidando-as a colaborar com o projeto. Todas recusaram sem muitas justificativas (a maioria nem respondeu à carta). A decisão das polícias brasileiras de não apoiar WikiCrimes forçou a busca de um modelo de negócio que desse sustentabilidade ao projeto. Enquanto projeto de pesquisa ele poderia continuar existindo para estudos diversos (e.g. conhecer o perfil dos usuários, desenvolver algoritmos de identificação de padrões, etc.) mas sem divulgação constante, o registro de crimes decaía sensivelmente. A motivação das pessoas para registrar dependia de elas acharem de que o mapa estava sempre atualizado. Algoritmos para ler crimes em jornais na web e programas para importar dados de cidades com dados abertos foram criados. As cidades americanas (Washington, Atlanta e Oakland) são as que tem mais crimes registrados, pois tiveram dados importados, embora com pouca participação popular. Enfim, o nível de participação anual no sítio caiu da casa das centenas nos três primeiros anos para dezenas nos três anos seguintes, chegando a níveis esporádicos atualmente.

Mas não foram somente as participações individuais e esporádicas que caíram. As cooperações com instituições diversas, em particular com restaurantes, bancos e lojas, não prosperaram. A justificativa nesses casos era dada com sinceridade: não queriam que os clientes ficassem “assustados”. Isso foi ficando cada vez mais evidente no transcorrer do projeto. Muitos apoios eram limitados ao fato de que a transparência não os “prejudicasse”. Poderia haver crimes na região, mas não era interessante divulgá-los. Essa possível estigmatização que um mapa pode criar ou aumentar é um dos fatores culturais mais fortes a ser trabalhado.

3. A Wikinomia nos últimos 15 anos

A literatura científica descreve os sistemas VGI (Elwood *et al.*, 2012; Gómez-Barrón *et al.*, 2016) como sendo compostos por: projeto (virtual ou híbrido), participantes (quaisquer indivíduos ou comunidades de indivíduos), contribuições (dados geográficos e conteúdo) e tecnologias digitais de informação e comunicação (e.g. serviços web). O sucesso do projeto depende dos voluntários (participantes) que postam as contribuições para atingir os objetivos desejados [Gómez-Barrón *et al.* 2016]. Compreender a motivação das pessoas e o quanto elas estão dispostas a se engajarem é crucial. Vários trabalhos passaram a se debruçar sobre a questão considerando aspectos comportamentais, de negócios e mesmo emocionais [Furtado *et al.*, 2011] e [Furtado e Furtado, 2013]. O propósito do projeto tem papel relevante. Não é à toa que muitas iniciativas têm focado em causas sociais, destacando-se os projetos de mapeamento de desastres naturais [Liu e Palen, 2010]. Exemplos mais recentes, dessa vez no contexto de *Citizen Science* no combate à COVID, fizeram uso de informações coletadas pelas pessoas para caracterizar tempestivamente a doença e prover análises epidemiológicas [Birkin *et al.* 2020], bem como para realizar complexas análises de proteínas virais em dados compartilhados por centenas de milhares de cientistas em uma plataforma computacional distribuída (projeto *Folding@home*) [Zimmerman *et al.*, 2020].

À época do nascimento de WikiCrimes, a Wikinomia tinha a Wikipédia como maior exemplar e várias iniciativas de VGI, além de apoio a desastres, estavam surgindo como Wikimapia, Waze e *Open Street Map* (OSM).

À luz de hoje, um olhar crítico indica que poucos projetos baseados exclusivamente na contribuição voluntária tiveram sucesso duradouro. A própria Wikipédia sofre para se manter sustentável [Simonite, 2013]. Alguns projetos passaram a usar as contribuições voluntárias para complementar o mapeamento “oficial” que é normalmente feito por órgãos governamentais [Bearden, 2007; Dorn *et al.*, 2015]. O OSM é o maior exemplo disso [Pourabdollah *et al.*, 2013], cidades do mundo inteiro abrem seus dados geográficos que, importados pelo OSM, podem sofrer atualizações pelas pessoas.

Com a popularização da telefonia celular e dos smartphones, VGI passou a ser feito via *Crowd Sensing* (CS) e, em particular, o *Mobile Crowd Sensing* (MCS) [Guo *et al.*, 2014]. A idéia foi aproveitar o poder dos cidadãos, usando o celular com GPS, para sensoriamento em larga escala. Esse sensoriamento acaba sendo participativo, pois requer o consentimento do usuário para que seu dispositivo possa ser “sensoriado”, mas o esforço para fazer uma comunicação no mapa é inexistente (muito embora o registro direto do dado pelo usuário não seja excluído). O *Waze* (www.waze.com) é um exemplo desse tipo de mapeamento, pois utiliza sensoriamento dos telefones para mapear o trânsito, enquanto se vale de contribuições voluntárias indicando blitz policial ou eventos anormais.

Com o avanço da Inteligência Artificial, o *Crowd Sensing* teve outro incremento, em especial para o mapeamento de regiões urbanas. A tecnologia de reconhecimento de objetos a partir de imagens permite o mapeamento automático desde espaços para estacionar [Coric *et al.*, 2013] até buracos nas ruas das cidades [Wanli *et al.*, 2021], [Li and Goldberg, 2018].

4. Desafios e Perspectivas

Aspectos comportamentais, psicológicos e sociais são fundamentais quando se pensa em mapeamento colaborativo. Projetos dessa natureza interagem fortemente com o conceito batizado na psicologia ambiental de “identidade de lugar” [Proshansky, 1978; Relph, 1976]. Esse conceito se refere às múltiplas dimensões que caracterizam a relação das pessoas com o ambiente seja por distinção física, apego emocional, status social ou satisfação. Isso explica, em parte, o receio de muitos em ver “seu lugar” (muitas vezes o de moradia) ser caracterizado negativamente. No caso de WikiCrimes isso é especialmente forte, pois a caracterização de um lugar como perigoso ou violento afeta essa relação identitária. Sem a cooperação com as autoridades responsáveis pela segurança, que mostrem que as denúncias efetuadas estão surtindo efeitos positivos, os aspectos negativos sobressaem-se reduzindo a colaboração voluntária.

Ligada à questão de identidade de lugar, encontram-se as questões de privacidade e uso da informação para fins indesejados. O mapeamento automático de eventos, entidades ou pessoas não exclui os riscos de exposição de dados pessoais. A associação de um fato a um determinado lugar pode ser indesejada a alguns e mesmo a informação de que não há pessoas no lugar pode ter efeitos negativos (e.g. provocar arrombamentos de residências nessa localidade).

Proteger os sistemas MCS é uma tarefa desafiadora e está associada à (i) compensação em caso de gamificação (ii) avaliação de confiabilidade da informação e reputação dos usuários, (iii) detecção de vazamento de dados pessoais e iv) anonimização dos dados.

Mecanismos de compensação para incentivar a participação das pessoas [Ogie, 2016], prática associada a *gamification*, favorecem falhas de segurança de dados pessoais [Zhang *et al.*, 2016], pois contribuições anônimas não podem ser aceitas. Além disso, compensar os participantes pode levar ao fornecimento de informações falsas em troca das recompensas.

Essa última desvantagem motiva pesquisas para quantificar a reputação dos participantes e a confiabilidade dos dados enviados. Para este fim, métricas de reputação *hard* e *soft* são introduzidas para estimar a confiabilidade do hardware de detecção e seu usuário, respectivamente [Pouryazdan *et al.*, 2017, Pouryazdan *et al.*, 2016]. Desta forma, é possível fazer uma distinção entre falhas de hardware de participantes genuínos e a intenção maliciosa dos usuários. A detecção de *outliers* a partir de dados históricos evidencia contribuições suspeitas [Kantarci *et al.*, 2014]. Alternativamente, as soluções baseadas em reputação coletiva se baseiam na confiabilidade dos participantes a partir de votações entre os próprios participantes da comunidade [Kantarci *et al.*, 2016].

A interação entre usuários e seus smartphones em plataformas MCS também apresenta preocupações significativas quanto à vazamento de dados pessoais. Espionagem e análise de tráfego podem levar a se obter informações privadas sobre os participantes, identificar sua localização ou gravar suas conversas privadas. Particularmente, muitos sistemas MCS são vulneráveis a ataques de conluio, onde várias pessoas compartilham seus recursos para contornar os mecanismos de segurança [He *et al.*, 2015]. Tornar os participantes completamente anônimos pode não ser uma abordagem eficaz, pois pode complicar sua análise de reputação; é difícil avaliar a confiabilidade de um usuário sem conhecê-lo. Para alguns dados confidenciais, como informações baseadas em localização, alterar frequentemente os pseudônimos [Beresford e Stajano 2003] e adicionar ruído e informações enganosas intencionalmente [Ghinita, 2013] pode ser eficaz contra quebra de privacidade.

5. Conclusão

As iniciativas de mapeamento colaborativo tendem a usar intensivamente CS e MCS para coleta de dados podendo ou não ter entrada de dados direta pelas pessoas em complemento. A Inteligência Artificial tem o potencial de incrementar isso. Ela pode, por exemplo, com a habilidade de processamento da língua natural, permitir extração de informações sobre crimes em textos, como notícias publicadas na Web [Pinheiro, 2010]. No entanto, isso não tem o poder de capturar subnotificações, pois textos de notícias e outras fontes onde essa informação possa ser buscada são normalmente registradas oficialmente (até porque são elas as fontes da mídia tradicional).

Contribuições por consentimento ou entradas diretamente pelos usuários dependem da motivação que eles têm para participar do projeto. Pesquisas qualitativas com os usuários de WikiCrimes mostraram que o que eles mais desejavam era que os registros por eles efetuados pudessem gerar ações para resolver o problema. Saber onde o crime ocorre tem sua relevância, mas a motivação maior à participação é evitar que ele ocorra. Mostrar que ações preventivas e/ou repressivas estão sendo feitas com base na participação das pessoas favoreceria o engajamento.

Essa conexão entre o problema que está sendo mapeado e a solução para resolvê-lo é fator crucial para engajamento dos usuários, principalmente em mapeamento de problemas urbanos. Em todas as iniciativas de mapeamento colaborativo desenvolvidas *a posteriori* a Wikicrimes (uma extensão do projeto levou à criação de uma plataforma para criar mapas colaborativos em geral [Furtado *et al.*, 2012]), para mapear barulho, buracos, lixo e outros problemas urbanos, a motivação dos usuários sempre era a mesma: provocar os responsáveis a buscarem soluções para os problemas mapeados. Sem cooperação com as instituições que atuam na solução (e.g. polícias, guardas municipais, prefeituras) o

engajamento das pessoas pode até ser forte no começo do projeto (momento em que elas clamam por atenção), mas se esvai com o tempo.

A experiência aqui descrita visa ainda fazer os gestores públicos refletirem sobre a que ponto as iniciativas de projetos de mapeamento colaborativo não deveriam ser encampadas ou mesmo iniciadas pelo próprio poder público. Certamente que isso comporta desafios como o fato de os mapas podem expor a insuficiência de recursos para resolver os problemas. Além disso, o crescimento da demanda pode ocorrer em função dela estar reprimida (devida às subnotificações, por exemplo).

Meras atualizações de status um mapa colaborativo (e.g. buraco tapado) feitas pelo poder público se torna uma excelente fonte de prestação de contas do que está sendo feito para resolver os problemas. Mapas colaborativos podem assim se tomar ambientes que proporcionem uma fluida e constante interação em duas mãos com a sociedade. Muitas vezes, a forma colaborativa é a única maneira de resolver problemas complexos em que a participação popular precisa ocorrer. E nesses casos, não adianta se contentar em esconder o problema e as deficiências, pois não fará com que eles desapareçam.

Agradecimentos

Especial agradecimento a Carlos Caminha e Leonardo Ayres, em nome de todos os alunos e pesquisadores que se envolveram no WikiCrimes. Financiamentos da FUNCAP e CNPQ (DT-2020/ 307565/2020-3) foram importantes para o artigo e fundamentais durante os 15 anos.

References

- Bearden, M. J. "The National Map Corps". (2007). Disponível em <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Bearden_paper.pdf, acessado em dezembro de 2022.
- Beresford, A. and Stajano, F. (2003). "Location privacy in pervasive computing", IEEE Pervasive computing, 2(1), pp:46–55.
- Birkin LJ, Vasileiou E, Stagg HR. (2020). Citizen science in the time of COVID-19, *Thorax* 2021; 76, pp: 636-637.
- Bravo, J.V.M.; Sluter, C.R. (2018). "O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas". *Revista Brasileira de Geografia Física* v.11, n.05 (2018), pp: 1902-1916.
- Caminha, C. and Furtado, V. (2012). "Using Complex Networks for Mining Malicious Activities in a Collaborative Map". *J. Inf. Data Manag.* 3(3): 179-194.
- Coric, V and Gruteser, M. "Crowdsensing Maps of On-street Parking Spaces," (2013) IEEE Intl Conf. on Distributed Computing in Sensor Systems, pp: 115-122.
- Dorn, H.; Törnros, T.; Zipf, A. (2015). "Quality Evaluation of VGI Using Authoritative Data – A comparison with land use data in Southern Germany". *ISPRS International Journal of Geoinformation* 4, 1657-1671.

- Elwood, S.; Goodchild, M. F.; Sui, D. Z. 2012. "Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice". *Annals of the Association of American Geographers* 102, 571-590
- Furtado, E., Santiago, L., Furtado, V. (2011). Uma estratégia para análise da adoção de sistemas colaborativos baseada nas relações entre experiências de usuário, tecnologia e marketing. In Proc. of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (IHC+CLIHC). SBC, pp: 323-332.
- Furtado, V. Caminha, de Oliveira, M. A, Vasconcelos Filho, J. E. and Silva, L. A. (2010) "Collective Intelligence in law enforcement: The WikiCrimes system". *Information Sciences*, 180(1), p. 4-17.
- Furtado, V. Caminha, C. Ayres, L. Santos, H. (2012). "Open Government and Citizen Participation in Law Enforcement via Crowd Mapping". *IEEE Intelligent Systems*, 27(4): 63-69.
- Furtado, V. Assunção, T. de Oliveira, M. Belchior, M. D'Orleans, J. (2009). "A method for Identifying Malicious Activity in Collaborative Systems with Maps". *ASONAM*, pp: 334-337.
- Furtado, E. and Furtado, V. (2013). "Closing the Gap between the Motivation of Users and the Design Requirements for Social Sites". In: *Latin-american Conference on Human Computer Interaction. 6th Proc. of Clihc. v. 1.*
- Ghinita, G.: Privacy for location-based services (2013). "Synthesis Lectures on Information Security", *Privacy & Trust*, 4(1), pp:1-85.
- Gómez-Barrón, J. P.; Manso-Callejo, M. A.; Alcarria, R.; Iturrioz, T. (2016). "Volunteered Geographic Information System Design: Project and Participation Guidelines". *International Journal of Geo-Information* 5, pp:1-25.
- Guo, B., Yu, Z., Zhou, X. and Zhang, D. (2014). "From participatory sensing to Mobile Crowd Sensing," 2014 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops, pp. 593-598.
- He, D. Chan, S. Guizani, M.,(2015). "User privacy and data trust worthiness in mobile crowd sensing", *IEEE Wireless Communications* 22(1), pp: 28-34.
- Kantarci, B, Mouftah, T. (2014), "Trustworthy sensing for public safety in cloud-centric internet of things", *IEEE Internet of Things Journal*, 1(4)360-368.
- Kantarci,B., arr, K, Pearsall, C. D., (2016). "SONATA: Social Network Assisted Trust worthiness Assurance in Smart City Crowd sensing", *Intl. J. of Distributed Systems and Technologies (IJDST)* 7 (1) 59-78.
- Li, X and Goldberg, D. W. (2018). "Toward a mobile crowdsensing system for road surface assessment". *Computers, Environment and Urban Systems*, 69, pp: 51-62.
- Liu, S.; Palen, L. 2010. "The New Cartographers: Crisis Map Mashups and the Emergence of Neogeographic Practice". *Cartography and Geographic Information Science* 37, pp: 69-90.

- Ogie, R.I: “Adopting incentive mechanisms for large-scale participation in mobile crowdsensing: from literature review to a conceptual framework”, (2016). *Hum. Cent. Comput. Inf. Sci.* pp: 6-24
- Pinheiro, V. Furtado, V, Pequeno, T.H. and Nogueira, D.: (2010). “Natural Language Processing based on Semantic Inferentialism for extracting Crime Information from Text”. In Yang, C. Zeng, D., Wang, K., Sanfilippo, A.: Tsang, H., Day, H, Glasser, U., Brantingham, P. and Chen, H eds. *Proc. of IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics*, pp: 19-24.
- Pourabdollah, A.; Morley, J.; Feldman, S.; Jackson, M. (2013). “Towards an Authoritative OpenStreetMap: Conflating OSM and OS OpenData National Map's Road Network”. *International Journal of Geo-Information* 2, 704-728.
- Pouryazdan, M., Kantarci, B, Soyata, T, Foschini, L, Song, H, (2017), “Quantifying User Reputation Scores, Data Trust worthiness, and User Incentives in Mobile Crowd-Sensing”. *IEEE Access* 5, pp:1382–1397.
- Pouryazdan, M, Fiandrino, C. Kantarci, B., Kliazovich, D, Soyata, T., Bouvry, P. (2016), “Game-theoretic recruitment of sensing service providers for trustworthy cloud-centric internet-of-things applications”. *IEEE GLOBECOM Workshops*, pp. 1–6
- Proshansky H. M. (1978). “The city and self-identity.” *Environ Behav.* 10: p: 147–169.
- Relph E. (1976). “Place and placelessness.” London: Pion.
- Simonite, T. (2013), *The Decline of Wikipedia.* <https://www.technologyreview.com/2013/10/22/175674/the-decline-of-wikipedia/>
- Tapscott, D. and Williams, A.D. (2006). “Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything”. Portfolio, New York.
- Zhang, X. Zheng, Y, Sun, W, Liu, Y, Tang, S. Xing, K and Mao, X.: "Incentives for Mobile Crowd Sensing: A Survey," (2016). *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18, (1), pp. 54-67.
- Wanli Ye, Wei Jiang, Zheng Tong, Dongdong Yuan & Jingjing Xiao (2021) Convolutional neural network for pothole detection in asphalt pavement, *Road Materials and Pavement Design*, 22:1, 42-58, DOI: 10.1080/14680629.2019.1615533.
- Zimmerman, M.I., Porter, J.R., Ward, M.D. *et al.* (2021). SARS-CoV-2 simulations go exascale to predict dramatic spike opening and cryptic pockets across the proteome. *Nature Chemistry*, 13, 651–659, <https://doi.org/10.1038/s41557-021-00707-0>