

Uma arquitetura de sensoriamento social para suporte à comunicação não planejada no contexto de violência urbana no projeto CidadeSocial

Eliei Roger da Silva
elielsilva@ufrj.br
PPGI – Universidade Federal do Rio
de Janeiro (UFRJ)
Rio de Janeiro, RJ, Brazil

Tiago Cruz de França
tcruzfranca@ufrj.br
DCOMP - Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro
Seropédica, RJ, Brazil

Jonice Oliveira
jonice@ic.ufrj.br
Instituto de Computação –
Universidade Federal do Rio de
Janeiro (UFRJ)
Rio de Janeiro, RJ, Brazil

ABSTRACT

This research investigated how the concept of social sensing can be used as an approach to support unplanned communication among citizens in the context of urban violence. Also, it researched how to identify and classify severity levels in text messages published on social media about the daily life of a city. As results, two conference papers were published, a undergraduate student supervision was conducted, and a software that implements the proposed architecture was built. The research advanced the capability to democratize access to information in critical contexts, map violence patterns through automatic classification, and strengthen urban resilience by enabling unplanned communication about risk events.

KEYWORDS

sensoriamento social, comunicação não planejada, detecção de violência, classificação de violência

1 INTRODUÇÃO

A violência urbana é uma dinâmica social complexa que impacta o cotidiano dos habitantes de centros urbanos. Como dinâmica, ela não se resume a eventos isolados, mas constitui um sistema com influência multifatorial (como interações sociais, convívio, e uso de espaços físicos). Ela afeta diretamente a percepção de segurança dos cidadãos e os leva ao desafio de tentar se comunicar, muitas vezes de forma não planejada (sem um conhecimento ou preparação prévia) com outras pessoas envolvidas na dinâmica. Por exemplo, um calouro em um campus universitário pode tentar saber de outros alunos (não participantes de sua rede de conhecidos) se é seguro esperar um ônibus em uma parada no período noturno.

Para lidar com essas questões, residentes e entidades públicas (órgãos e outros representantes da administração pública) usam das tecnologias da informação e comunicação para tratar de questões relacionadas a essa dinâmica. Um exemplo é o uso de mídias sociais como o X (antigo Twitter)¹. No entanto, vale destacar que nestes

meios, as informações só circulam até os limites das redes de conhecidos de cada pessoa, o que pode deixar outros interessados a mercê das consequências ocasionadas pela falta da informação.

Diante deste cenário e das lacunas existentes, as seguintes perguntas de pesquisa foram formuladas para a dissertação: (i) O sensoriamento social pode ser utilizado como abordagem de comunicação não planejada entre habitantes de áreas urbanas, em um contexto de violência urbana? (ii) Como identificar violência e entender seus níveis de severidade em mensagens publicadas no cotidiano de uma cidade através das mídias sociais?

A dissertação teve como objetivo geral analisar a viabilidade de uma abordagem baseada em sensoriamento social para viabilizar a chamada comunicação não planejada (sem uma estrutura ou ligação prévia entre os participantes) sobre eventos de violência urbana. Esse objetivo foi desdobrado em quatro objetivos específicos: (i) criar uma arquitetura que implemente o conceito de sensoriamento social, permitindo a integração dos trabalhos anteriores no contexto do projeto CidadeSocial [1, 3, 6]; (ii) estender e implementar computacionalmente um método de quantificação de violência vindo das ciências sociais para detecção automática de eventos violentos em mídias sociais; (iii) desenvolver um módulo novo da arquitetura responsável por automatizar a detecção de eventos violentos e enriquecer a comunicação não planejada; (iv) emular uma dinâmica de violência para demonstrar como a comunicação não planejada pode sensoriar violência em centros urbanos.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Para a conscientização do problema e levantamento dos estudos relacionados, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre técnicas automatizadas para detecção de violência urbana. O mapeamento foi conduzido em uma etapa, focando em publicações a partir do ano de 2020 até o ano de 2024 em oito bases de conhecimento distintas, o que resultou na seleção de 22 artigos para análise. O aumento de publicações na área indica um interesse crescente no uso de dados de sensoriamento social para entender violência urbana. Das técnicas para automatização da detecção de violência destacam-se modelos de aprendizado de máquina, como Máquina de Vetores de Suporte (SVM), e abordagens de aprendizado profundo, como Redes Neurais Convolucionais (CNNs), principalmente para análise de imagens e vídeos.

Das limitações encontradas nos estudos, destaca-se que o conhecimento construído nos trabalhos relacionados é frequentemente direcionado apenas a gestores, deixando pessoas comuns sem acesso

¹<https://x.com>

a informações críticas. Outra lacuna encontrada foi na classificação de níveis de severidade da violência, principalmente em relatos textuais. A abordagem da dissertação se posiciona para preenchê-la através de uma arquitetura que, além de suportar a comunicação não planejada, classifica a severidade de um relato violento com base em uma escala chamada *Quantification of Violence Scale (QOVS)* [7].

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para obter uma contribuição para a área de Sensoriamento Social, o presente trabalho utilizou a *Design Science Research (DSR)*. A DSR é o método de pesquisa que permite a construção de artefatos que beneficiam as pessoas, desenvolvendo inovações para resolver problemas do mundo real e, em paralelo, fazendo uma contribuição científica [2]. Nesta dissertação, a DSR foi empregada para a concepção, o desenvolvimento e a avaliação de um artefato: uma arquitetura de software de sensoriamento social. Este artefato foi projetado para solucionar o problema da comunicação não planejada em cenários de violência urbana, por meio da integração do aplicativo Cidade Social a uma plataforma de sensoriamento social (PSS). Ao seguir as etapas da DSR, o estudo trouxe como resultado a arquitetura funcional e validada.

4 ARQUITETURA DE SENSORIAMENTO SOCIAL

Composta por cinco grandes componentes, a arquitetura de sensoriamento social, foi projetada para que seres humanos atuem como sensores, compartilhando observações em texto que são enriquecidas por um modelo de aprendizado de máquina. A arquitetura geral é composta por: (i) módulo de celular; (ii) um servidor para gateway de API; (iii) três servidores de aplicação distintos, que se comunicam via protocolo HTTPS e seguem o estilo arquitetônico REST. O desenho da arquitetura foi guiado por requisitos que já faziam parte de outros trabalhos do projeto CidadeSocial.

4.1 Implementação

As decisões para implementação da arquitetura foram motivadas pela priorização da modularidade e do uso da tecnologia mais adequada para cada responsabilidade do sistema. A escolha de uma arquitetura baseada em microserviços teve como objetivo a desacoplamento do núcleo do sistema, o motor de recomendação e o serviço de sensoriamento social, facilitando a evolução independente de cada componente. No cliente, a escolha por um banco de dados embarcado (SQLite) responde diretamente ao requisito de funcionamento em baixa disponibilidade de rede.

A heterogeneidade de tecnologias no backend foi uma escolha deliberada: o núcleo do sistema e o motor de recomendação se beneficiam da robustez do ecossistema Java (Spring Boot), a Plataforma de Sensoriamento Social usa Python (FAstAPI) para se integrar nativamente com bibliotecas de aprendizado de máquina e o uso de um Gateway de API beneficia implementações que utilizem tanto ambientes *on-premise* quanto computação em nuvem.

4.2 Validações da arquitetura

Após a implementação, três validações foram executadas: (i) estudo piloto de comunicação não planejada; (ii) validação do classificador

de violência; (iii) capacidade de processamento de múltiplos tópicos. Na primeira, foi emulado um cenário fictício de uma operação policial, onde múltiplos usuários, que não se conheciam, trocaram informações sobre o evento por meio de publicações e comentários. O teste demonstrou a capacidade do artefato de facilitar a comunicação não planejada, culminando no envio de um alerta por um administrador para um usuário que não participou ativamente da troca de mensagens.

Na segunda validação, foi utilizado um conjunto de dados de 1745 registros etiquetados à luz da QOVS[7], o classificador Bayesiano foi testado com e sem técnicas de balanceamento de dados. O desempenho foi medido com métricas como precisão, *recall* e *F1-score*, o que permitiu avaliar a capacidade do modelo para distinguir os diferentes níveis de severidade da violência nos textos.

Por fim, todos os mesmos 1745 registros foram inseridos no sistema para simular múltiplas publicações simultâneas. Este teste confirmou que a arquitetura conseguia processar, classificar e disponibilizar os dados para visualização em diferentes formatos, incluindo mapas de densidade, embora tenha sido identificada uma limitação no tempo de processamento devido à execução não paralela das tarefas.

5 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou os principais resultados da pesquisa de mestrado. Vale destacar que além de responder as perguntas-problema, o trabalho também tem contribuições de natureza científica e social. No campo científico, além de 2 artigos e uma orientação de iniciação científica, o presente trabalho se alinha aos Grandes Desafios da Computação no Brasil ao desenvolver uma arquitetura que permite a descoberta de padrões em cidades inteligentes e promove o acesso participativo do cidadão à informação[5]. Socialmente, a pesquisa contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 (Cidades Sustentáveis) e 16 (Paz e Justiça) da ONU [4], ao fortalecer a resiliência urbana e criar uma ferramenta que pode apoiar políticas de redução da violência.

REFERENCES

- [1] Ana Correa, Eliel Roger, Tiago França, José Gomes, and Jonice Oliveira. 2019. CidadeSocial: An Application Software for Opportunistic and Collaborative Engagement of Urban Populations: First Workshop, BiDU 2018, Rio de Janeiro, Brazil, August 31, 2018, Revised Selected Papers. 141–155. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11238-7_9
- [2] Aline Dresch, Daniel Pacheco Lacerda, and José Antonio Valle Antunes Júnior (Junio Antunes). 2015. *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Bookman Editora.
- [3] Nicolas Terra Maia and Tiago Cruz de França. 2023. Recomendação de Conteúdo Baseada em Localização e Interesse: uma aplicação com o CidadeSocial. In *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Banco de Dados (SBBDD)*. SBC, 71–77. https://doi.org/10.5753/sbbdd_estendido.2023.233535
- [4] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). [n. d.]. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- [5] Ana Carolina Salgado, Claudia Lage Rebello da Motta, and Flavia Maria Santoro. 2015. *Grandes Desafios da Computação no Brasil - Relatos do 3º seminário*. Sociedade Brasileira de Computação. <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/27> Publication Title: Sociedade Brasileira de Computação.
- [6] Eliel Silva, Tiago França, and Jonice Oliveira. 2016. *Aumento da Adesão e do Engajamento de Usuários do Campus Social com Uso de Mecanismos de Gamificação*.
- [7] Peter Tyrer, Sylvia Cooper, Elizabeth Herbert, Conor Duggan, Mike Crawford, Eileen Joyce, Deborah Rutter, Helen Seivewright, Sandra O'Sullivan, Bharti Rao, Domenic Cicchetti, and Tony Maden. 2007. The Quantification of Violence Scale: a Simple Method of Recording Significant Violence. *International Journal of Social Psychiatry* 53, 6 (Nov. 2007), 485–497. <https://doi.org/10.1177/0020764007083870>